ปีการศึกษา 2534

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

โดย

กนกพร คุณชัยเจริญกุล

กนกวรรณ พฤติชัยวิบูลย์

ฉัฐวรรณ ศศิพิบูลย์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ประภากร สุวรรณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำ[illegible]ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

008480

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2534

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นางสาวกนกพร คุณชัยเจริญกุล
2. นางสาวกนกวรรณ พฤฒิชัยวิบูลย์
3. นางสาวณัฐวรรณ คดีพิบูลย์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ประภากร สุวรรณะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

กนกพร คุณชัยเจริญกุล

กนกวรรณ พฤฒิชัยวิบูลย์

ณัฐวรรณ ศศิพิบูลย์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ประภากร สุวรรณะ

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2534

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สามารถขยายคู่สายโทรศัพท์จาก 1 คู่สาย เป็น 4 คู่สาย อีกทั้งยังได้ออกแบบให้สามารถขยายคู่สายเพิ่มเติมเป็น 16 คู่สายได้ในอนาคต โดยมีคุณสมบัติพิเศษในการที่ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถติดต่อโดยตรงเข้าหาเครื่องลูกได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานต่อสายที่ระบบชุมสายโทรศัพท์ทั่วไปใช้อยู่ ทำให้สามารถประหยัดกำลังคน การติดต่อสื่อสารรวดเร็ว ถูกต้องและปลอดภัยกว่าเดิม อีกทั้งยังใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการทำงานของระบบดังกล่าวทั้งหมด ให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่ทำการพัฒนามีประสิทธิภาพสูง และสะดวกต่อการประยุกต์ในการใช้งานในกรณีอื่นนอกเหนือจากที่กล่าวในข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

KANOKPORN KUNCHAICHAROENKUL

KANOKWAN PHUTTICHAIVIBUL

NATTAWAN SASIPIBOOL

ADVISOR

SURAPHAN AIRPHAIBOON

CO-ADVISOR

PRAPAKORN SUWANNA

SEMESTER 1st,1991

ABSTRACT

This thesis presents how to develop the Private Automatic Branch Exchange system that can expand line-telephone from 1 line to 4 lines and we had designed system that expansion can increase line to 16 lines in the future. And it has a special capability in direct extension dialing so an operator, who normally work with a private branch exchange system is not necessary to be cause of saving people, being fast communication and safety. In addition to use microcomputer to control all parts of system so it has good efficiency, reliability and easy to apply in any case of using.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อเรื่อง		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	3
	2.1 ส่วนประกอบของโทรศัพท์	3
	2.2 ประเภทของชุมสายโทรศัพท์	7
	2.3 ชุมสายโทรศัพท์สาขาหรือตู้สาขา	8
	2.4 การบริการพิเศษ	9
	2.5 ระบบสัญญาณต่างๆ ของโทรศัพท์	12
บทที่ 3	โครงสร้างและการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	13
	3.1 ขีดความสามารถของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น	13
	3.2 โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	13
	3.3 การทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	15
บทที่ 4	ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 8088	18
บทที่ 5	หลักการทำงานและการออกแบบวงจร	22
	5.1 ส่วนเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ภายนอก	22
	5.2 ส่วนติดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน	23
	5.3 ส่วนกำเนิดสัญญาณ	25
	5.4 ส่วนสวิตช์และขยายระบบ	27
	5.5 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก	28
	5.6 ส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์	30
	5.7 ส่วนเสียงดนตรีขณะพักสาย	34
	5.8 ส่วนสร้างสัญญาณความถี่โทรศัพท์	34
	5.9 ส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM PC	35
	5.10 ส่วนอินพุทและเอาท์พุทพอร์ท	36
บทที่ 6	วงจรใช้งาน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7 หลักการทำงานและแผนภูมิของโปรแกรมควบคุม 51

7.1 หลักการทำงานของโปรแกรม 51

7.2 ค่าแฟล็กที่ใช้ 52

7.3 ตัวแปรที่ใช้ 54

7.4 แผนภูมิของโปรแกรม 56

บทที่ 8 ผลการทดลองและสรุป 75

8.1 ผลการทดลอง 75

8.2 สรุป 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
ภาพที่ 2.1	สัญลักษณ์ของเครื่องส่งและเครื่องรับ	3
ภาพที่ 2.2	ส่วนประกอบของเครื่องส่ง	4
ภาพที่ 2.3	ส่วนประกอบของเครื่องรับ	5
ภาพที่ 2.4	วงจรของโทรศัพท์แบบหมุน	6
ภาพที่ 2.5	ความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม	7
ภาพที่ 3.1	โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	15
ภาพที่ 4.1	ลักษณะโครงสร้างภายในของ 8088	18
ภาพที่ 4.2	การจัดเรียงขาต่างๆของ 8088	19
ภาพที่ 4.3	บล็อคไดอะแกรมระบบไมโครโปรเซสเซอร์	21
ภาพที่ 5.1	บล็อคไดอะแกรมของวงจรเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ภายนอก	22
ภาพที่ 5.2	บล็อคไดอะแกรมภายในไอซี MC34F19	24
ภาพที่ 5.3	บล็อคไดอะแกรมของส่วนกำเนิดสัญญาณ	25
ภาพที่ 5.4	ลักษณะของสัญญาณที่สร้างขึ้นเพื่อใช้กับชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	26
ภาพที่ 5.5	โครงสร้างของวงจรส่วนขยายระบบ	27
ภาพที่ 5.6	บล็อคไดอะแกรมภายในไอซี MC34012	29
ภาพที่ 5.7	บล็อคไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์	32
ภาพที่ 5.8	แผนภูมิเวลาการทำงานของ MT8870	33
ภาพที่ 5.9	บล็อคไดอะแกรมของวงจรส่วนเสียงดนตรีและพักสาย	34
ภาพที่ 5.10	บล็อคไดอะแกรมของไอซีสร้างสัญญาณความถี่โทรศัพท์	35
ภาพที่ 6.1	วงจรส่วนเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ภายนอก	40
ภาพที่ 6.2	วงจรส่วนเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ภายใน	41
ภาพที่ 6.3	วงจรส่วนกำเนิดสัญญาณ	42
ภาพที่ 6.4	วงจรส่วนสวิตช์และขยายระบบ	43
ภาพที่ 6.5	วงจรส่วนวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก	44

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.6 วงจรส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ 45
ภาพที่ 6.7 วงจรส่วนกำเนิดสัญญาณพักสายโทรศัพท์ 46
ภาพที่ 6.8 วงจรส่วนกำเนิดสัญญาณความถี่โทรศัพท์ 47
ภาพที่ 6.9 วงจรส่วนเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ 48
ภาพที่ 6.10 วงจรส่วนอินพุทและเอาท์พุท 49
ภาพที่ 6.11 วงจรส่วนแหล่งจ่ายไฟ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 5.1 ค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆของการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์ของไอซี MT8870 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารได้กลายเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของมนุษย์ในยุคที่มีสภาพทางเทคโนโลยีและการแข่งขันทางธุรกิจสูง และวิธีการติดต่อสื่อสารที่นิยมกันมากวิธีหนึ่งในปัจจุบันก็คือการติดต่อทางโทรศัพท์ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ประหยัดทั้งเงินและเวลาในการติดต่อ ดังนั้นในองค์การที่จำเป็นต้องมีการติดต่อกันทั้งภายในและภายนอกองค์การจึงต้องมีการติดตั้งระบบโทรศัพท์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการติดต่อซึ่งกันและกัน

เดิมทีการติดต่อสื่อสารในระบบโทรศัพท์ระหว่างภายในและภายนอกองค์การนั้นจะแยกระบบและอุปกรณ์ติดต่อระหว่างภายในและภายนอกออกจากกัน เช่น มีโทรศัพท์ติดต่อกับชุมสายภายนอกได้ 2-4 คู่สาย และใช้อินเตอร์คอมสำหรับการติดต่อภายใน ซึ่งจะเห็นว่าสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงได้มีการพัฒนาโดยจัดทำเป็นระบบชุมสายสาขาส่วนบุคคล (Private Branch Exchange หรือ PBX) เป็นระบบชุมสายขนาดเล็กที่ควบคุมการทำงานโดยพนักงานโทรศัพท์กลาง (Operator) ซึ่งพนักงานโทรศัพท์กลางจะเป็นผู้รับสายจากภายนอกองค์การ และเรียกออกไปยังภายนอกองค์การตามความต้องการของผู้ใช้ภายในองค์การ ซึ่งจะเห็นว่าอาจทำให้เกิดความล่าช้าในกรณีที่ต้องการความเร่งด่วน จึงมีการแก้ไขปัญหานี้โดยจัดสร้างระบบชุมสายสาขาอัตโนมัติขึ้น โดยในการติดต่อนั้นไม่ต้องผ่านพนักงานโทรศัพท์กลาง ทำให้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

สำหรับโครงงานนี้ ได้จัดทำระบบชุมสายสาขาอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange หรือ PABX) ที่มีการควบคุมการทำงานด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) โดยขยายคู่สายจากองค์การโทรศัพท์ภายนอก 1 คู่สาย ให้เป็นคู่สายโทรศัพท์ภายใน 4 คู่สาย พร้อมทั้งจัดทำระบบขยาย (Expand) ในกรณีที่ต้องการมีการติดต่อกับคู่สายภายในที่มากกว่า 4 คู่สายอีกด้วย ระบบที่สร้างขึ้นนี้จะใช้กับโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ซึ่งใช้วิธีการผสมความถี่ (Dual Tone Multifrequency หรือ DTMF) เท่านั้น ในการทำงานจะทำการแปลงสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณรับและสัญญาณส่งที่แยกจากกัน (2 ออก 4) โดยนำไอซี (Integrated Circuit หรือ IC) ทางด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การผลิต การโฆษณา หรือการแสวงหากำไร

โทรศัพท์เข้ามาใช้งาน และใช้ไอซีซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์ (Cross Point Switch) ทำหน้าที่เชื่อมต่อคู่สายภายนอกซึ่งส่งมาจากองค์การโทรศัพท์กับคู่สายภายในเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

2.1 ส่วนประกอบของโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set) ประกอบด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญคือ เครื่องส่ง (Transmitter), เครื่องรับ (Receiver), กระดิ่ง (Ringer), สวิตซ์ฮุค (Hook Switch) และหน้าปัดสำหรับหมุนหรือกดเลขหมาย (Dial) สำหรับเครื่องส่งและเครื่องรับรวมกันเรียกว่าปากพูดหูฟัง (Handset) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานเสียงที่เกิดจากการพูดให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับให้กลับเป็นพลังงานเสียงอีกครั้งหนึ่ง โดยเราจะใช้เครื่องส่งเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานเสียงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และใช้เครื่องรับเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียง

สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับเครื่องส่งและเครื่องรับ แสดงดังภาพที่ 2.1

สัญลักษณ์ของเครื่องส่ง *สัญลักษณ์ของเครื่องรับ*

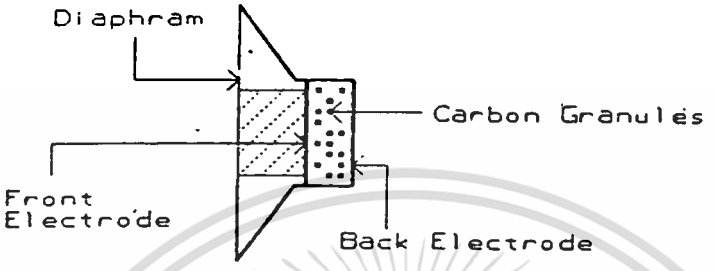
ภาพที่ 2.1 *สัญลักษณ์ของเครื่องส่งและเครื่องรับ*

2.1.1 เครื่องส่ง

เครื่องโทรศัพท์นั้น จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องส่งที่มีประสิทธิภาพและความไวสูง จึงใช้เครื่องส่งแบบคาร์บอน (Carbon) ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็กๆของคาร์บอน เรียกว่า ผงถ่าน (Carbon Granule) แผ่นคาร์บอนอิเล็กโทรด (Carbon Electrode) จำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 แผ่น และไดอะแฟรม (Diaphragm) ดังภาพที่ 2.2



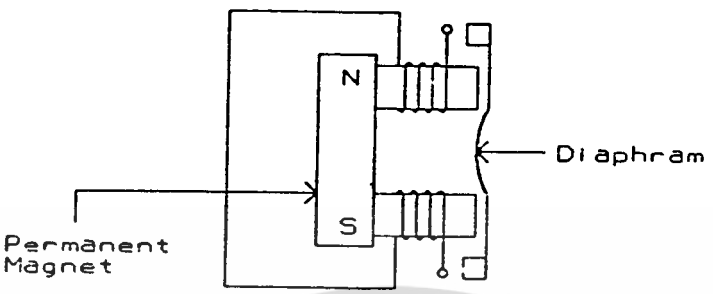
ภาพที่ 2.2 *ส่วนประกอบของเครื่องส่ง*

เมื่อคลื่นเสียงกระทบกับแผ่นไดอะแฟรม จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมสั่นไปมา พลังงานเสียงก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในตำแหน่งที่แผ่นไดอะแฟรมถูกกดจะทำให้แผ่นอิเล็กโทรดแผ่นหน้าเคลื่อนที่เข้า เป็นผลทำให้ผงถ่านถูกอัดถูกติดกันมากยิ่งขึ้น การอัดตัวของผงถ่านนี้จะทำให้ความต้านทานระหว่างแผ่นอิเล็กโทรดทั้งสองมีค่าลดลง ในทางตรงกันข้าม เมื่อแผ่นไดอะแฟรมเคลื่อนที่ออกก็จะเป็นผลทำให้แผ่นอิเล็กโทรดแผ่นหน้าเคลื่อนที่ออกด้วย จึงทำให้ความต้านทานของเครื่องส่งเพิ่มขึ้น

2.1.2 เครื่องรับ

หลักการของเครื่องรับ คือ มีขดลวดพันอยู่ที่ขั้วทั้งสองของแม่เหล็กถาวรที่ต่อกันแบบอนุกรมดังภาพที่ 2.3 แต่ขดลวดจะพันกลับทิศทางกัน แม่เหล็กถาวรนี้จะมีอำนาจแม่เหล็กดึงดูดแผ่นไดอะแฟรมเข้ามา เมื่อมีกระแสไฟสลับ (Speech Current) ไหลผ่านขดลวดก็จะมีผลทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งอาจจะไปเสริมหรือต้านเส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร แผ่นไดอะแฟรมก็จะเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามขนาดและความถี่ของกระแสไฟสลับนั้น ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีขนาดและความถี่เท่ากับกระแสไฟสลับที่ไหลเข้ามาในวงจร คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นนั้นย่อมจะมีการสูญเสียไปบ้างเนื่องจากมีการเปลี่ยนรูปพลังงาน ดังนั้นเอาท์พุทของคลื่นเสียงจะน้อยกว่าอินพุทของพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับที่เครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 *ส่วนประกอบของเครื่องรับ*

2.1.3 กระดิ่ง

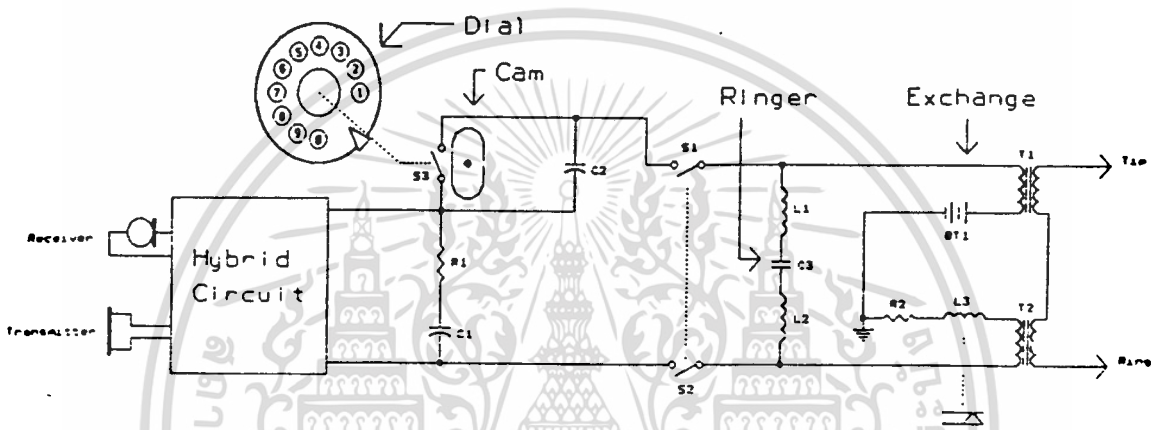
กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์เมื่อมีการเรียกเข้า กระดิ่งที่เครื่องรับโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกจะดังขึ้น ซึ่งจะหมายถึงชุมสายโทรศัพท์ได้ทำการส่งกระแสไฟฟ้าสลับ (Ringing Voltage) มาป้อนที่กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปแล้วกระแสไฟฟ้าสลับจะมีค่าประมาณ 75-80 โวลต์ ความถี่ 18-25 เฮิร์ท

2.1.4 หน้าปัด

หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบหมุน (Rotary Dial) ซึ่งการหมุนจะทำให้เกิดพัลส์ขึ้นเป็นจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุน และแบบกดปุ่ม (Push Button) ซึ่งใช้กรรมวิธีของการผสมความถี่ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์

หน้าปัดแบบหมุนเมื่อผู้เรียกยกปากพูดหูฟังขึ้นจากที่รองรับ (Cradle) ทำให้อุคสวิตช์ S_1 และ S_2 ดังภาพที่ 2.4 ปิดวงจรของสายเส้นทิป (Tip) และริง (Ring) ซึ่งเป็นผลทำให้ครบวงจรของรีเลย์ (Relay Coil) ในชุมสายโทรศัพท์ อุปกรณ์สวิทช์ในชุมสายก็จะส่งสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) มายังเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียก เพื่อเป็นสัญญาณแสดงให้ผู้เรียกทราบว่าเริ่มหมุนหมายเลขได้แล้ว และชุมสายโทรศัพท์ก็พร้อมที่จะรับหมายเลขที่ผู้เรียกหมุน เมื่อผู้เรียกหมุนหมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง และเมื่อหมุนเสร็จแล้วปล่อยมือ หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์จะหมุนกลับที่เดิม ในขณะที่หน้าปัดหมุนกลับที่เดิมจะมีผลคือทำให้ลูกเบี้ยว (Cam) หมุนตาม การหมุนของลูกเบี้ยวนี้จะทำให้สวิตช์ S_2 เปิดและ

ปิดเป็นจำนวนครั้งเท่ากับเลขหมายที่หมุน การที่สวิตช์ S_3 ปิดวงจรจะทำให้กระแสไหลได้ และเมื่อสวิตช์ S_3 เปิดวงจรกระแสก็จะหยุดไหล การที่กระแสไหลและหยุดไหลนี้มีผลทำให้เกิดพัลส์ (Pulse) ขึ้น และจำนวนพัลส์ที่เกิดขึ้นก็จะมีจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุน เช่น หมุนเลข 1 จะเกิด 1 พัลส์ เลข 5 จะเกิด 5 พัลส์ และเลข 0 จะเกิด 10 พัลส์ เป็นต้น



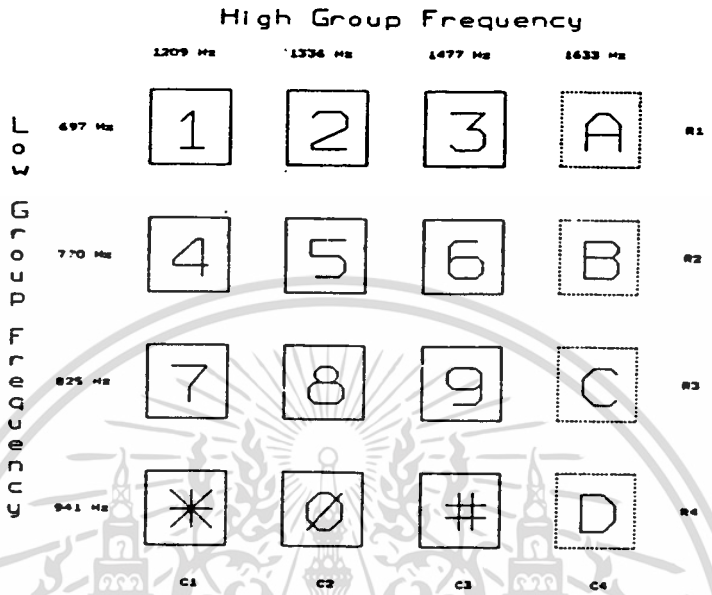
ภาพที่ 2.4 *วงจรของโทรศัพท์แบบหมุน*

หน้าปัดแบบกดปุ่มใช้กรรมวิธีของการผสมความถี่ ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์โดยทั่วไปมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 แถว และ 3 คอลัมน์ และมีเครื่องโทรศัพท์บางแบบมี 16 ปุ่ม โดยเพิ่มคอลัมน์ที่ 4 ดังภาพที่ 2.5

ความถี่ที่ใช้ในแต่ละแถวและคอลัมน์จะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ของทั้ง 4 แถว เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group Frequency) และความถี่ทั้ง 4 คอลัมน์เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency) การกดที่เลขหมายใดๆจะทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่ เช่น กดเลข 5 ความถี่ที่ผลิตออกมาคือ 770 เฮิร์ท และ 1336 เฮิร์ท เป็นต้น

มาตรฐานความถี่ที่ใช้กันและตำแหน่งเลขหมายต่างๆจะถูกจัดให้มีลักษณะดังภาพที่ 2.5 โดยกำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ 1.5 % สำหรับการผลิตความถี่และ 2.5 % สำหรับการรับเลขหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 *ความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม*

2.2 ประเภทของชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทแรกเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchance) และ ชุมสายโทรศัพท์สาขาหรือตู้สาขา (Private Branch Exchange หรือ PBX) ประเภทที่สองเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านท้องถิ่น (Tandom Exchange) และ ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

ชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่

1. ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น หมายถึง ชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องรับของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง มีขนาดตั้งแต่ 100 หมายเลข ถึง 10,000 หมายเลข หรือมากกว่า

2. ชุมสายโทรศัพท์สาขาหรือตู้สาขามีลักษณะคล้ายกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะใช้ติดต่อกันภายในสำนักงานโดยไม่ต้องผ่านชุมสายท้องถิ่น ชุมสายโทรศัพท์สาขาหรือตู้สาขาเป็นชุมสายที่มีการบริการพิเศษ (Facilities) แก่เลขหมายภายใน (Extension) ได้หลายอย่างซึ่งก็ขึ้นอยู่กับว่าตู้สาขานั้นๆมีขีดความสามารถเป็นอย่างไร การบริการพิเศษดังกล่าวนี้จะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป นอกจากนี้ในกรณีที่ตู้สาขาได้เชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ก็จะทำให้โทรศัพท์เลขหมายภายในสามารถติดต่อไปยังเลขหมายภายนอกได้โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ในทำนองเดียวกันโทรศัพท์จากเลขหมายภายนอกก็สามารถเรียกเข้าไปยังเลขหมายภายในโดยผ่านตู้สาขาได้ ตู้สาขาจะมีขนาดตั้งแต่น้อยกว่า 10 เลขหมายจนถึง 10,000 เลขหมาย หรือมากกว่า

ชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง หรือชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่าน หมายถึง ชุมสายที่ไม่มีเลขหมายของผู้เช่าต่อเข้ามาโดยตรง แต่จะบริการการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นกับชุมสายท้องถิ่นด้วยกัน การเรียกระหว่างโทรศัพท์ 2 เลขหมายอาจเรียกผ่านไปยังชุมสายต่อผ่านหลายๆชุมสายก็ได้ ได้แก่

1. ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น เป็นชุมสายที่ใช้สำหรับต่อผ่านภายในโครงข่ายท้องถิ่น (Local Network) หนึ่งๆเท่านั้น

2. ชุมสายต่อผ่านทางไกล เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับต่อผ่านไปยังโครงข่ายท้องถิ่นอื่นๆ

2.3 ชุมสายโทรศัพท์สาขาหรือตู้สาขา

ชุมสายโทรศัพท์สาขาหรือตู้สาขาเป็นชุมสายโทรศัพท์แบบหนึ่ง ที่นิยมใช้กันภายในสำนักงาน เช่น บริษัท ห้างร้าน โรงแรม หมู่บ้านจัดสรร เป็นต้น การเรียกติดต่อกันภายในตู้สาขาด้วยกันเอง จะไม่ผ่านชุมสายท้องถิ่นทำให้มีความสะดวก รวดเร็ว และประหยัด หากตู้สาขาได้ทำการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่นด้วยวงจรทรั้งค์ (Trunk Line) ก็จะทำให้เลขหมายภายในและเลขหมายภายนอกสามารถติดต่อกันได้โดยผ่านชุมสายท้องถิ่น

โดยทั่วไปแล้วจำนวนวงจรทรั้งค์ของตู้สาขา ซึ่งใช้สำหรับการติดต่อระหว่างเลขหมายภายในและเลขหมายภายนอกจะมีไม่เกิน 15% ของจำนวนเลขหมายภายใน เช่น ตู้สาขาขนาด 500 เลขหมายจะมีจำนวนวงจรทรั้งค์ไม่เกิน 75 ทรั้งค์ เมื่อเลขหมายภาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในต้องการเรียกออกภายนอก ก็สามารถเรียกออกได้โดยการหมุนเลขหมาย 1 เลขหมาย (หรือมากกว่า) ซึ่งจะทำให้ได้รับสัญญาณให้หมุนของชุมสายท้องถิ่น จากนั้นก็หมุนตามด้วยเลขหมายที่ต้องการติดต่อได้เลย สำหรับเลขหมายภายนอก เมื่อต้องการติดต่อกับเลขหมายภายในก็สามารถเรียกได้โดยหมุนหมายเลขของวงจรทรั้งค์ จากนั้นพนักงานโทรศัพท์กลางของตู้สาขาจะเป็นผู้ต่อการเรียกให้ หรืออาจจะเรียกเข้าหาเลขหมายภายในโดยตรง (Direct In Dialing หรือ DID) โดยไม่ผ่านพนักงานโทรศัพท์กลางก็ได้ ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของตู้สาขานั้นๆและข้อกำหนดขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยที่ได้กำหนดไว้

2.4 การบริการพิเศษ (Facility)

ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ มีการบริการพิเศษให้กับเลขหมายภายในเป็นจำนวนมาก ซึ่งการบริการพิเศษนี้ไม่ต้องเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ทางด้านอาร์ดแวร์ (Hardware) แต่เป็นเพียงการเพิ่มโปรแกรมทางซอฟท์แวร์ (Software) เท่านั้น ผู้ใช้โทรศัพท์จะใช้การบริการได้ก็ต่อเมื่อได้ทำการโปรแกรมที่ตู้สาขาแล้ว

2.4.1 บริการกลางคืน (Night Service) หมายถึงความสามารถในการกำหนดให้เลขหมายใดเลขหมายหนึ่งหรือหลายหมายเลข รับการเรียกจากเลขหมายภายนอกแทนพนักงานโทรศัพท์กลางได้

2.4.2 การพักสายเพื่อเรียกซ้อน (Hold For Enquiry) หมายถึง ในขณะที่เลขหมายภายในเลขหมายใดเลขหมายหนึ่ง กำลังสนทนากับเลขหมายภายในด้วยกันเอง หรือสนทนากับเลขหมายภายนอกอยู่ก็ตาม สามารถให้คู่สนทนานั้นพักสายรอไว้ก่อนเพื่อทำการติดต่อกับเลขหมายภายในอื่นๆ และเมื่อเสร็จแล้วก็กลับมาสนทนากับหมายเลขที่รออยู่นั้นได้

2.4.3 การโอนสาย (Transfer of Call) หมายถึง ความสามารถในการโอนให้คู่สนทนา ซึ่งคู่สนทนาอาจเป็นเลขหมายภายในหรือภายนอกก็ตาม ไปสนทนากับเลขหมายอื่นๆได้ โดยจะเป็นผู้โอนเองหรือให้พนักงานโทรศัพท์กลางเป็นผู้โอนให้ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

2.4.4 การประชุมร่วม (Conference) หมายถึง ความสามารถในการต่อ

008489

สายให้เลขหมายต่างๆเข้ามาร่วมการสนทนาในขณะเดียวกันได้ 3 เลขหมาย หรือมากกว่า ซึ่งเรียกว่า การประชุมกันทางโทรศัพท์

2.4.5 การเรียกกลับอัตโนมัติเมื่อสายไม่ว่าง (Automatic Call Back หรือ Busy Extension) หมายถึง เมื่อผู้เรียกทำการเรียกไปยังเลขหมายภายในใดๆและเลขหมายนั้นไม่ว่าง ก็สามารถทำการโปรแกรมให้มีการเรียกกลับมายังผู้เรียกโดยอัตโนมัติ ทันทีที่เลขหมายนั้นว่างลง

2.4.6 การเรียกกลับอัตโนมัติเมื่อไม่มีผู้ตอบรับการเรียกนั้น (Automatic Call Back หรือ Absent Extension) หมายถึง เมื่อผู้เรียกทำการเรียกไปยังเลขหมายภายในใดๆ และเลขหมายนั้นไม่มีผู้ตอบรับการเรียก ก็สามารถทำโปรแกรมให้มีการเรียกกลับมายังผู้เรียกโดยอัตโนมัติ ทันทีที่มีผู้มาใช้โทรศัพท์เครื่องนั้น 1 ครั้ง

2.4.7 การเตือนว่ามีผู้เรียกเข้าขณะใช้สาย (Call Waiting) หมายถึง ผู้เรียกทำการเรียกไปยังเลขหมายภายในใดๆและเลขหมายนั้นไม่ว่าง ผู้เรียกก็สามารถทำโปรแกรมส่งสัญญาณเตือน (Waiting Tone) ให้เลขหมายที่ไม่ว่างนั้นได้ยิน และเมื่อเลขหมายนั้นว่างลงก็จะได้ยินสัญญาณเรียกทันที

2.4.8 การเตือนว่ามีผู้เรียกเข้าขณะใช้สายและผู้เรียกดักฟังการสนทนานั้นได้ (Executive Intrution Priority) หมายถึง เมื่อผู้เรียกได้ทำการเรียกไปยังเลขหมายภายในใดๆและเลขหมายนั้นไม่ว่าง ผู้เรียกก็สามารถทำโปรแกรมส่งสัญญาณเตือน (Intrution Tone) ให้เลขหมายที่ไม่ว่างนั้นได้ยิน ซึ่งในขณะที่ส่งสัญญาณเตือนนั้นผู้เรียกสามารถดักฟังการสนทนาของคู่สนทนานั้นได้ และเมื่อเลขหมายนั้นว่างลงก็จะได้ยินสัญญาณเรียกทันที

2.4.9 การกำหนดการตอบรับโดยพนักงานโทรศัพท์กลางแทนเมื่อไม่มีผู้รับสาย (Common Call Diversion) หมายถึง โทรศัพท์เลขหมายภายในใดๆที่สามารถทำโปรแกรมไว้ว่าหากมีการถูกเรียกและไม่มีผู้ตอบรับการเรียกในเวลาที่กำหนด ก็ให้สัญญาณเรียกส่งไปที่พนักงานโทรศัพท์กลาง เพื่อให้พนักงานกลางเป็นผู้ตอบรับการเรียกแทนได้

2.4.10 การกำหนดการตอบรับโดยเครื่องอื่นเมื่อมีการใช้งานอยู่ (Call Diversion on Busy) หมายถึง โทรศัพท์เลขหมายภายในใดๆที่สามารถทำโปรแกรมได้ว่าหากมีการถูกเรียกในขณะที่โทรศัพท์กำลังใช้งาน ก็ให้สัญญาณเรียกส่งไปที่เลขหมายอื่นซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว เป็นผู้ตอบรับการเรียกแทนได้

2.4.11 การตอบรับแทน (Direct Diversion) หมายถึง โทรศัพท์เลขหมายภายในใดๆที่ไม่มีความประสงค์จะตอบรับการเรียก ก็สามารถทำโปรแกรมได้ว่าหากมีการถูกเรียกก็ให้สัญญาณเรียกส่งไปที่เลขหมายอื่นๆที่ได้กำหนดไว้แล้ว เป็นผู้ตอบรับการเรียกแทนได้

2.4.12 การตอบรับการเรียกแทนโดยผู้ใช้ (Follow Me) หมายถึงโทรศัพท์เลขหมายภายในใดๆสามารถที่จะทำโปรแกรมได้ว่าหากมีการถูกเรียก ก็ให้สัญญาณเรียกส่งไปที่เลขหมายอื่นๆที่กำหนดไว้แล้วเป็นผู้ตอบรับการเรียกแทนได้ ต่างจากการบริการการตอบรับแทน คือ การบริการนี้ จะโปรแกรมโดยผู้ใช้โทรศัพท์เอง ส่วนการตอบรับแทนจะเป็นการโปรแกรมที่ตู้สาขา

2.4.13 การจัดกลุ่มหมายเลขพิเศษ (Group Hunting) หมายถึง ความสามารถในการจัดกลุ่มโทรศัพท์หลายๆหมายเลขให้เป็นกลุ่มพิเศษ เมื่อมีการเรียกเข้ามายังเลขหมายใดในกลุ่มนี้และเลขหมายนั้นไม่ว่าง ก็สามารถทำให้สัญญาณเรียกถูกส่งไปยังเลขหมายอื่นๆในกลุ่มเดียวกันโดยอัตโนมัติ

2.4.14 การย่อเลขหมาย (Abbreviated Dialing) หมายถึง ความสามารถในการทำให้เลขหมายภายใน หรือเลขหมายภายนอกใดๆซึ่งเป็นเลขหมายหลายตัวย่อให้เหลือเพียง 1 หรือ 2 ตัวได้

2.4.15 การทวนเลขหมาย (Number Repition) หมายถึง ความสามาถที่จะทำให้ผู้เรียกสามารถเรียกซ้ำไปยังเลขหมายที่ได้ติดต่อครั้งสุดท้าย โดยหมุนเลขหมายเพียง 1 หรือ 2 เลขหมายเท่านั้น

2.4.16 การตอบการเรียกรับแทน (Call Pick Up) หมายถึง เมื่อมีสัญญาณเรียกที่โทรศัพท์เลขหมายใดๆ ก็สามารถใช้โทรศัพท์เลขหมายอื่นๆรับการเรียกนั้นแทนได้

2.4.17 การเรียกเข้าหาเลขหมายภายในโดยตรง หมายถึง ความสามารถในการทำให้เลขหมายภายนอกสามารถเรียกเข้ามายังเลขหมายภายใน โดยผ่านหรือไม่ผ่านพนักงานกลางก็ได้

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

การบริการพิเศษที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น ในปัจจุบันได้

มีการพัฒนาให้มีการบริการเพิ่มขึ้นอีกมากมาย

2.5 ระบบสัญญาณต่างๆของโทรศัพท์

สัญญาณต่างๆที่ใช้ในระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วย

2.5.1 สัญญาณเรียก (Ringing Tone) เป็นสัญญาณที่ใช้ในการบอกแก่ผู้ที่อยู่ปลายทางว่าขณะนี้มีผู้ต้องการจะตัดต่อด้วยทำการเรียกเข้ามายังโทรศัพท์เครื่องนั้น สัญญาณนี้จะเป็นสัญญาณไฟสลับ (AC) ที่มีขนาดประมาณ 75-100 โวลต์ และความถี่ 25-50 เฮิร์ท โดยจะดัง 1 วินาที และดับ 3 วินาทีสลับกันไป จนกว่าจะมีผู้รับสายหรือครบตามเวลาที่กำหนด

2.5.2 สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) เป็นสัญญาณที่ใช้บอกแก่ผู้เรียก เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ เพื่อจะติดต่อไปยังคู่สายปลายทางให้หมุนหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อนั้นได้โดยจะเป็นสัญญาณไฟสลับขนาด 5 โวลต์ ความถี่ 400 เฮิร์ท

2.5.3 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณที่ใช้บอกแก่ผู้เรียกหลังจากที่ผู้เรียกได้ทำการหมุนหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยเรียบร้อยแล้ว ว่าขณะนี้คู่สายปลายทางที่ต้องการติดต่อด้วยกำลังใช้งานอยู่จึงไม่สามารถตัดต่อคู่สายให้ได้ โดยจะเป็นสัญญาณไฟสลับขนาด 5 โวลต์ ความถี่ 400 เฮิร์ท ดัง 0.5 วินาที และดับ 0.5 วินาที สลับกันไป

2.5.4 สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) สัญญาณนี้จะเกิดขึ้นในลำดับเดียวกับสัญญาณไม่ว่าง แต่จะเป็นการแจ้งให้ผู้เรียกทราบว่าสามารถติดต่อกับคู่สายปลายทางได้และรอให้ผู้ที่อยู่ปลายทางทำการตอบรับสัญญาณเรียกนั้นอยู่ โดยจะเป็นสัญญาณไฟสลับขนาด 5 โวลต์ ความถี่ 400 เฮิร์ท ดัง 1 วินาที และดับ 3 วินาที สลับกันไป เช่นเดียวกับสัญญาณเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงสร้างและการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

3.1 ขีดความสามารถของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น

การพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์ทำให้ได้ขีดความสามารถดังนี้

1.สามารถขยายคู่สายโทรศัพท์ของเลขหมายโทรศัพท์ธรรมดา จาก 1 คู่สาย (1 เลขหมาย) เป็น 4 คู่สายใน (4 เครื่องลูก)

2.สามารถต่อเข้าโดยต่อเลขหมาย 7 ตัว (หมายเลขโทรศัพท์ธรรมดา) หลังจากนั้นจะมีสัญญาณให้หมุนเลขหมายเพิ่มได้ ต่อจากนั้นให้หมุนเลขหมายอีก 2 ตัว คือ 00 ถึง 04 เพื่อต่อเข้าหาเครื่องลูกที่ต้องการ

3.ในกรณีที่ผู้เรียกไม่ทราบระบบการทำงานของเครื่อง และหมุนเลขหมายต่อไม่ถูกจะมีเครื่องลูกตอบรับสายนอกเครื่องหนึ่งเสมอ

4.เครื่องลูกสามารถต่อถึงกันได้ โดยการหมุนเลขหมายเครื่องลูกที่ต้องการ

5.ในกรณีที่เครื่องลูกต้องการติดต่อกับคู่สายภายสายนอก ทำได้โดยการกดหมายเลข 9 ก่อน แล้วจิงกดเลขหมายที่ต้องการติดต่อไป

6.มีเสียงดนตรีขณะพักสาย

7.ระบบนี้ได้ออกแบบให้สามารถขยายจำนวนคู่สายภายในได้มากถึง 16 คู่สาย ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการจะขยายระบบเพิ่มเติมในอนาคต

8.ใช้กับเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

3.2 โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

3.2.1 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (Telephone Speech Network) โดยใช้ไอซีเบอร์ MC34014 ทำหน้าที่แยกสัญญาณเสียงที่ส่งมาจากคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ภายนอก (จากองค์การโทรศัพท์) ให้เป็นสัญญาณรับและส่งที่แยกจากกัน เพื่อให้สามารถนำไปเชื่อมต่อกับส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายในได้ ซึ่งมีลักษณะการส่งสัญญาณที่แยกจากกันเช่นเดียวกัน รวมทั้งทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อ (Talking Path) ระหว่างสายโทรศัพท์ภายนอกและภายในด้วย

3.2.2 ส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายใน (Subscriber Loop Interface Circuit หรือ SLIC) โดยใช้ไอซีเบอร์ MC34F19 ทำหน้าที่แยกสัญญาณรับและส่ง จ่ายไฟเลี้ยงให้แก่เครื่องโทรศัพท์ภายใน แสดงสถานะการยกหู และควบคุมการส่งสัญญาณเรียก

3.2.3 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก (Detect Ringing) โดยใช้ไอซีเบอร์ MC34012 ส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณเรียกจากสายนอกซึ่งส่งมาจากองค์การโทรศัพท์ และทำการส่งสถานะที่ได้รับให้แก่ส่วนควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์

3.2.4 ส่วนสวิทช์ควบคุมการตัดต่อ (Cross Point Switch) ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อคู่สายภายนอกกับคู่สายโทรศัพท์ภายในที่ต้องการจะติดต่อ และระหว่างคู่สายโทรศัพท์ภายในด้วยกัน รวมทั้งควบคุมการส่งสัญญาณให้หมุน สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณไม่ว่างให้แก่โทรศัพท์เครื่องลูกภายใน ซึ่งส่วนนี้จะถูกควบคุมโดยส่วนไมโครโปรเซสเซอร์

3.2.5 ส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (Dual TimeMF Decoder) โดยใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มของเครื่องโทรศัพท์แต่ละหมายเลข ให้เป็นเลขฐานสองจำนวน 4 บิท ตามค่าหมายเลขที่กดแล้วแจ้งสถานะให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทราบ และมีการตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณที่กดด้วย

3.2.6 ส่วนกำเนิดสัญญาณ (Tone Generator) ทำหน้าที่สร้างสัญญาณให้หมุน สัญญาณเรียกกลับ สัญญาณไม่ว่าง และสัญญาณเรียก

3.2.7 ส่วนสร้างสัญญาณเสียงดนตรีขณะพักและโอนสายโทรศัพท์ (Hold Line Tone) ทำหน้าที่สร้างสัญญาณเสียงดนตรีสำหรับพักสายโทรศัพท์ในขณะที่มีการโอนสายเพื่อแจ้งให้คู่สายโทรศัพท์ภายนอกทราบว่ากำลังอยู่ในช่วงทำการโอนสายโทรศัพท์

3.2.8 ส่วนสร้างความถี่โทรศัพท์ (Tone Dialer) ทำหน้าที่สร้างสัญญาณความถี่ผสมซึ่งแสดงค่าหมายเลขที่กด เพื่อส่งออกไปตามสายโทรศัพท์ภายนอกให้แก่องค์การโทรศัพท์ เมื่อมีการติดต่อกับเลขหมายภายนอก

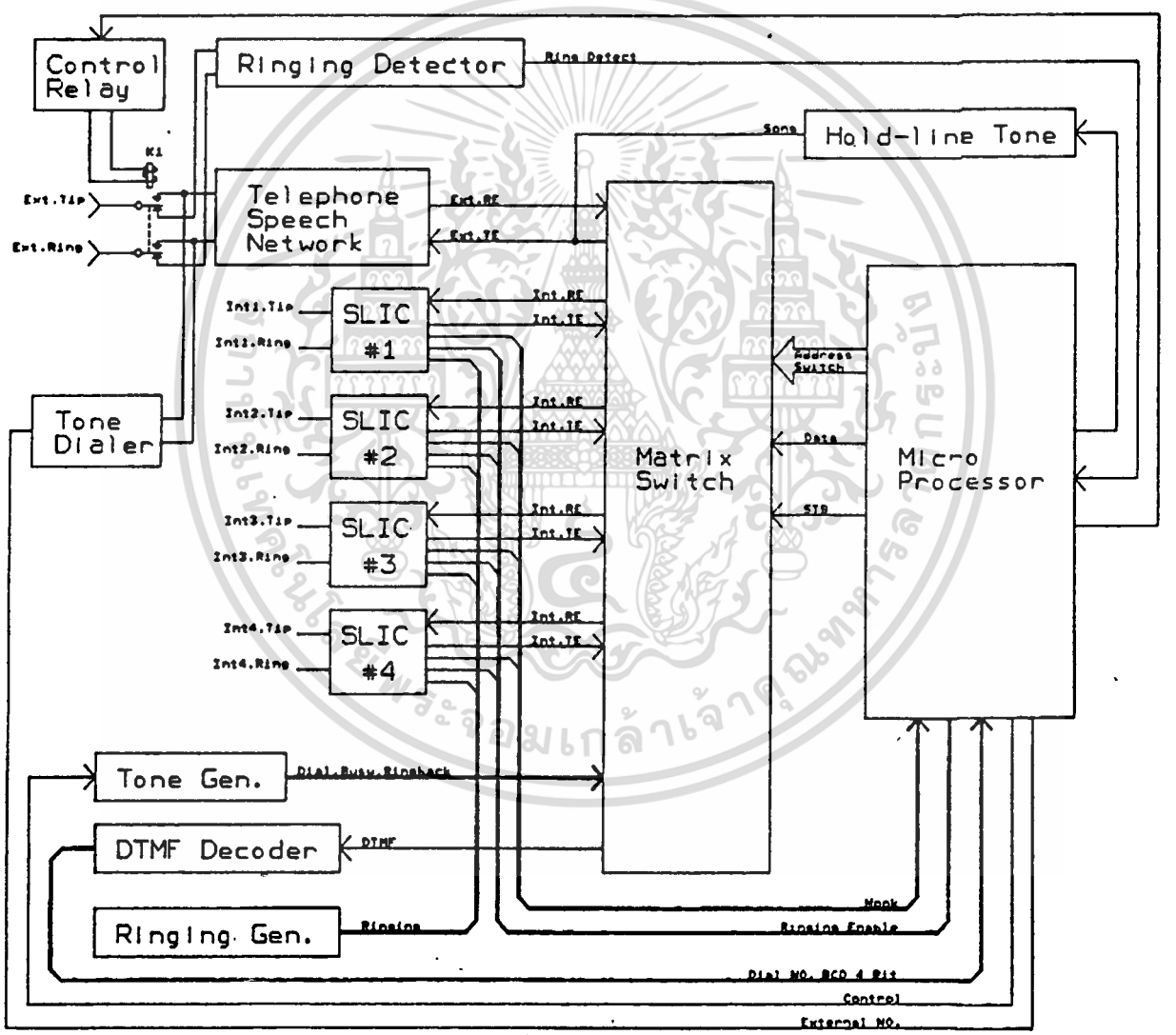
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

3.2.9 ส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Interface) ทำหน้าที่ติดต่อ

ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้น

3.2.10 ส่วนอินพุทและเอาท์พุทพอร์ท (Input and Output Port) ทำหน้าที่รับสัญญาณเข้าทางอินพุทพอร์ท และส่งสัญญาณออกทางเอาท์พุทพอร์ท เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติได้

โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ภาพที่ 3.1 *โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ*

3.3 การทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ จะตรวจสอบสถานะการเรียกของคู่สายโทรศัพท์ภายนอกจากส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก และตรวจสอบการใช้งานของคู่สายภายในโดยตรวจสอบสถานะการยกหู (On Hook) จากส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน หลังจากนั้นก็จะส่งสัญญาณเรียกให้แก่เครื่องลูกที่ต้องการและไม่ได้ถูกใช้งานอยู่ เมื่อผู้รับทำการยกหูโทรศัพท์ ส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายในก็จะส่งสถานะอุคไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ทำการส่งสัญญาณ ไปควบคุมการตัดต่อช่องทางเดินของสัญญาณในส่วนสวิทช์ควบคุมการติดต่อ พร้อมทั้งส่งสัญญาณไปดีสเอเบิล (Disable) สัญญาณเรียกในส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายในด้วย ทำให้ผู้เรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกสามารถติดต่อกับผู้รับที่เครื่องลูกของชุมสายโทรศัพท์ได้

ในกรณีที่ผู้เรียกจากเครื่องลูกภายในต้องการติดต่อกับเครื่องภายนอก การทำงานจะเริ่มต้นเมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ส่วนเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายในจะทำการส่งสถานะการยกหูไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ส่งสัญญาณให้หมุนไปยังโทรศัพท์เครื่องลูกนั้นเพื่อให้ผู้เรียกทำการกดหมายเลขสำหรับการติดต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก เมื่อส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ได้รับรหัสหมายเลขจากส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ และตรวจสอบรหัสหมายเลขที่กดนั้นแล้วทราบว่าเครื่องลูกต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายนอก ก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมการตัดต่อช่องทางเดินสัญญาณ ระหว่างคู่สายโทรศัพท์ภายในของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ทำให้ผู้เรียกสามารถติดต่อกับหมายเลขที่ต้องการได้ โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์อีกครั้งหนึ่ง

สำหรับกรณีที่เครื่องลูกภายในต้องการจะติดต่อกันเอง จะมีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับกรณีที่ผู้เรียกจากเครื่องลูกภายในต้องการจะติดต่อกับเครื่องภายนอก คือเมื่อผู้เรียกได้รับสัญญาณให้หมุนจากไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะสามารถกดหมายเลขของเครื่องลูกปลายทางที่ต้องการจะติดต่อได้ทันที เมื่อส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ได้รับรหัสหมายเลขที่กดจากส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ จะทำการตรวจสอบสถานะการใช้งานของโทรศัพท์เครื่องลูกปลายทางที่ตรงกับรหัสหมายเลขที่ได้ ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าเครื่องลูกปลายทางมีการใช้งานอยู่ ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างให้แก่เครื่องลูกทางด้านผู้เรียก เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

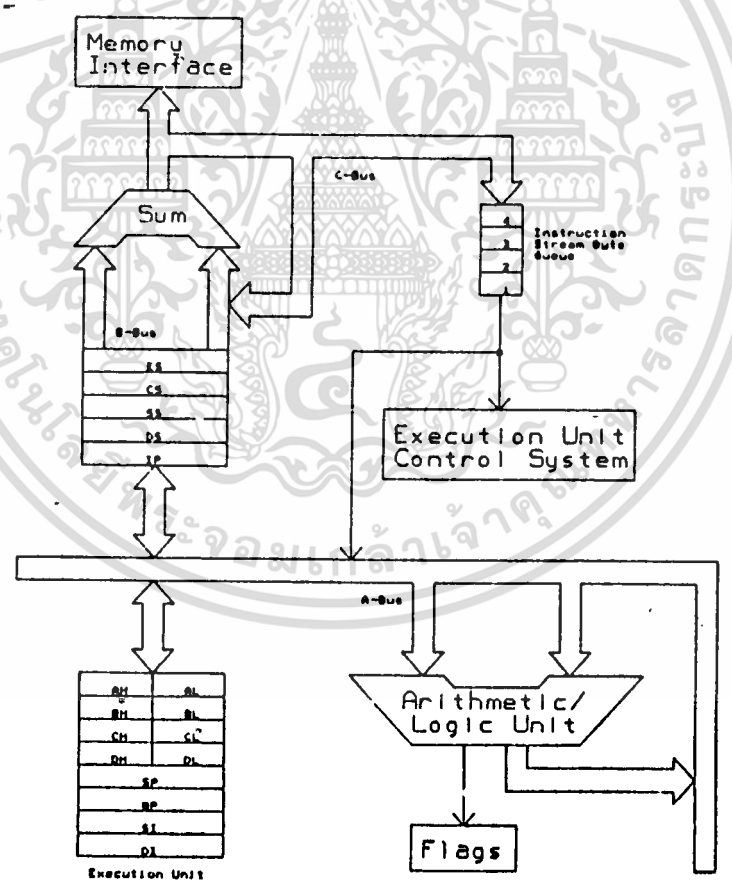
ให้ผู้เรียกทราบว่าหมายเลขของเครื่องลูกที่ต้องการติดต่อด้วยนั้นกำลังใช้งานอยู่ และถ้าเครื่องลูกปลายทางไม่ได้ถูกใช้งาน ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งสัญญาณเรียกให้แก่เครื่องลูกปลายทางและส่งสัญญาณเรียกกลับให้แก่เครื่องลูกทางด้านผู้เรียก จนกระทั่งมีการยกหูที่เครื่องลูกปลายทาง ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการดีสเอเบิลสัญญาณทั้งสอง (คือสัญญาณเรียกและสัญญาณเรียกกลับ) และส่งสัญญาณควบคุมการตัดต่อช่องทางเดินของสัญญาณ 2 คู่สายนั้นไปที่ส่วนสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 8088

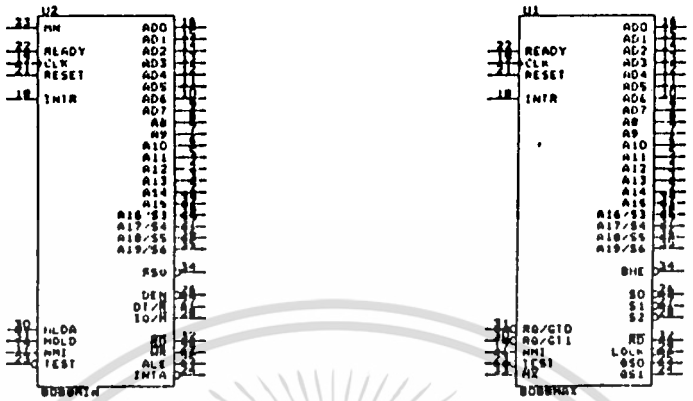
การทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินี้ ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8088 เป็นตัวควบคุมการทำงานและประมวลผล โดยทำงานในระบบมินิมัม (Minimum Mode)

ลักษณะโครงสร้างภายในและการจัดเรียงขาต่างๆของ 8088 เป็นดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.1 *ลักษณะโครงสร้างภายในของ 8088*



Minimum Mode *Maximum Mode*

ภาพที่ 4.2 *การจัดเรียงขาต่างๆของ 8088*

A8-A15(AD0-AD7) ขาสัญญาณบัสข้อมูลและแอดเดรส

A11/S3,A17/S4 ตัวแสดงแอดเดรส (Segment Identifier)

A18/S5 แอดเดรส หรือ ตัวแสดงสถานะการอินาเบิลการอินเทอร์รัพท์ (Enable Interrupt)

A19/S6 แอดเดรส หรือ สถานะ

BHE/S7 แสดงไบต์สูง หรือ สถานะ

RD สัญญาณการอ่าน

READY สัญญาณต้องการการรอคอย (Wait)

TEST หยุดรอสำหรับการควบคุมการทดสอบ

INTR สัญญาณอินเทอร์รัพท์ (Interrupt)

RESET สัญญาณรีเซต (Reset)

CLK สัญญาณนาฬิกาของระบบ

MN/MX ถ้าเป็นสถานะ "0" หมายถึงใช้ระบบแมกซิมัม (Maximum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

	Mode)
MN/MX	ถ้าเป็นสถานะ "1" หมายถึงใช้ระบบมินิมัม (Minimum Mode)
S0,S1,S2	แสดงสถานะแมชชีนไซเคิล (Machine Cycle)
RQ/GT0,RQ/GT1	สัญญาณควบคุมลำดับของบัส
QS0,QS1	สัญญาณแสดงคิวคำสั่ง
LOCK	ควบคุมการใช้บัส
M/IO	สัญญาณเลือกหน่วยความจำหรืออินพุทเอาท์พุท
WR	สัญญาณควบคุมการเขียน
ALE	สัญญาณอีนาเบิลการแลตช์แอดเดรส
DT/R	สัญญาณแสดงการส่งข้อมูล/รับข้อมูล
DEN	สัญญาณการอีนาเบิลข้อมูล
INTA	สัญญาณการตอบรับอินเทอร์รัพท์
HOLD	สัญญาณการขอโฮล (Hold)
HOLDA	สัญญาณการตอบรับโฮล
V_{cc},GND	แหล่งจ่ายไฟฟ้า,กราวนด์ (Ground)

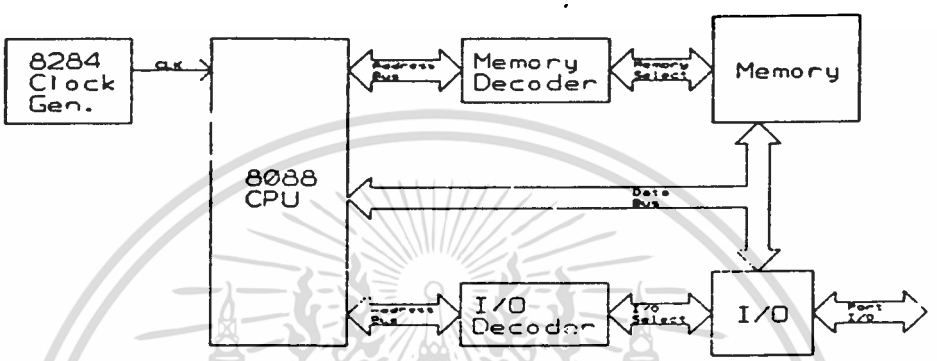
จะเห็นว่า 8088 มีบัสข้อมูลขนาด 8 บิท แต่เราสามารถใช้ส่งข้อมูลขนาด 16 บิทได้ โดยข้อมูลและคำสั่งจะถูกนำออกมา (Fetch) และเขียน (Write) ลงในหน่วยความจำทีละ 8 บิท นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อ (Interface) กับหน่วยความจำซึ่งใช้เก็บข้อมูลและโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ถึง 1 เมกะไบต์ได้

หลักการทำงานของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ แสดงได้ดังภาพที่ 4.3

การทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ 8088 จะใช้ไอซีเบอร์ 8284 เป็นส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock Generator) ซึ่งจะผลิตความถี่ที่มีค่าเท่ากับ 4.77 เมกะเฮิร์ท เป็นสัญญาณฐานเวลาให้ นอกจากนี้ในการทำงานจำเป็นต้องมีการติดต่อกับหน่วยความจำ เพื่อใช้เก็บสถานะหรือค่าลอจิกของสัญญาณ และโปรแกรมที่ควบคุมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

ทำงานทั้งหมดจึงต้องมีส่วนของการถอดรหัสสำหรับหน่วยความจำ (Memory Decoder) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย



ภาพที่ 4.3 *บล็อคไดอะแกรมระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 8088*

สำหรับการติดต่ออีกส่วนหนึ่งของไมโครโปรเซสเซอร์ คือ การติดต่อกับพอร์ทอินพุทเอาท์พุท (Input/Output Port) เพื่อใช้ในการควบคุมและตรวจสอบสภาวะการทำงาน โดยการรับค่าจากส่วนต่างๆของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติเข้ามา หลังจากนั้นก็จะส่งสัญญาณออกไปทำการควบคุม แต่เนื่องจากพอร์ทที่ใช้ในการทำงานมีหลายพอร์ทจึงต้องมีการสร้างส่วนที่เป็นการถอดรหัสสำหรับพอร์ท (Port Decoder) ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

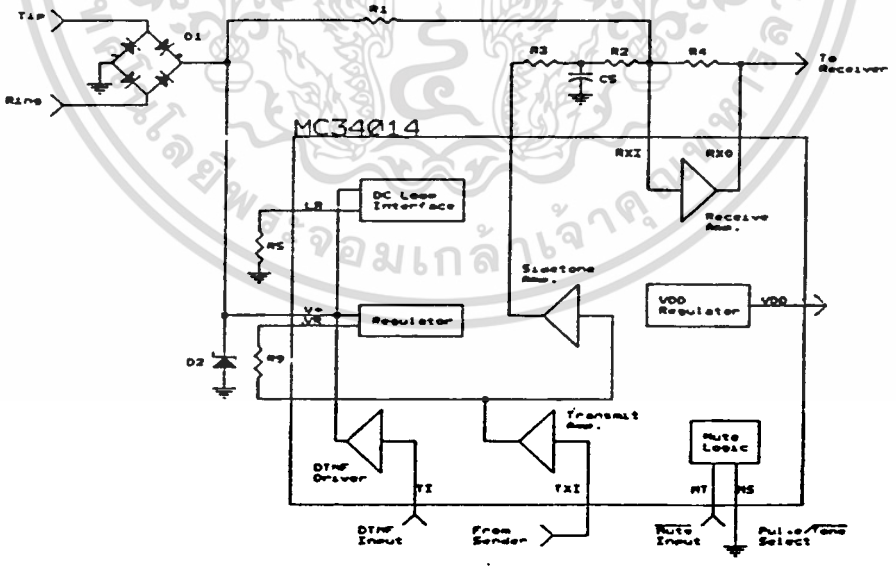
บทที่ 5

หลักการทำงานและการออกแบบวงจร

5.1 ส่วนเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ภายนอก

ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก มีหน้าที่แยกสัญญาณโทรศัพท์ของคู่สายภายนอกจากองค์การโทรศัพท์ ให้เป็นสัญญาณที่รับและส่งที่แยกออกจากกัน (จาก 2 สายเป็น 4 สาย) เพื่อให้สามารถนำไปเชื่อมต่อกับส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายในซึ่งแยกสัญญาณรับและส่งเช่นเดียวกัน และยังช่วยขยายสัญญาณเสียง รวมถึงทำหน้าที่ในการสร้างสภาวะการยกหูค้าง (Hold) ของคู่สายภายนอกอีกด้วย

วงจรในส่วนนี้ประกอบด้วยไอซีหลัก คือ ไอซีเบอร์ MC34014 ภายในไอซีตัวนี้ประกอบด้วยส่วนต่างๆที่ทำงานร่วมกัน ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 *บล็อคไดอะแกรมของวงจรเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ภายนอก*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

จากรูป ส่วน Regulator จะสร้างไฟเลี้ยงสำหรับวงจรภายในไอซี จากสัญญาณของคู่สายโทรศัพท์ภายนอกที่มาจากองค์การโทรศัพท์ ซึ่งถูกเรียงกระแสโดยบริดจ์เรคติไฟเออร์ (Bridge Rectifier) และมีรีเลย์ (Relay) ทำหน้าที่เป็นตัวตัดต่อการยกหู ส่วนดีซีลูปอินเทอร์เฟส (DC Loop Interface) จะทำหน้าที่เสมือนเป็นความต้านทานภายในเครื่องโทรศัพท์ขณะมีการยกหู เพื่อให้ชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ทราบว่ามีการตอบรับการเรียกหรือต้องการเรียกใช้งาน

ส่วนขยายสัญญาณส่ง (Transmit Amplifier) จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่รับเข้ามา ซึ่งสามารถปรับค่าอัตราขยายของสัญญาณที่รับเข้ามาได้ โดยการเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_g และส่วนขยายสัญญาณรับ (Receive Amplifier) ก็ทำหน้าที่ในทำนองเดียวกัน คือขยายสัญญาณส่ง และปรับค่าอัตราขยายได้โดยการเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_4 โดยที่การเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_g ให้มีค่าลดลง จะทำให้อัตราขยายของสัญญาณรับมีค่ามากขึ้น และการเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_4 ให้มีค่ามากขึ้นจะทำให้อัตราขยายของสัญญาณส่งมีค่ามากขึ้น

ส่วนขยายสัญญาณข้างเคียง (Sidetone Amplifier) จะทำหน้าที่ในการลดผลของสัญญาณข้างเคียง ทำให้สัญญาณเสียงพูดที่ส่งออกมาที่ลำโพงของด้านส่ง ให้มีความดังที่พอเหมาะ

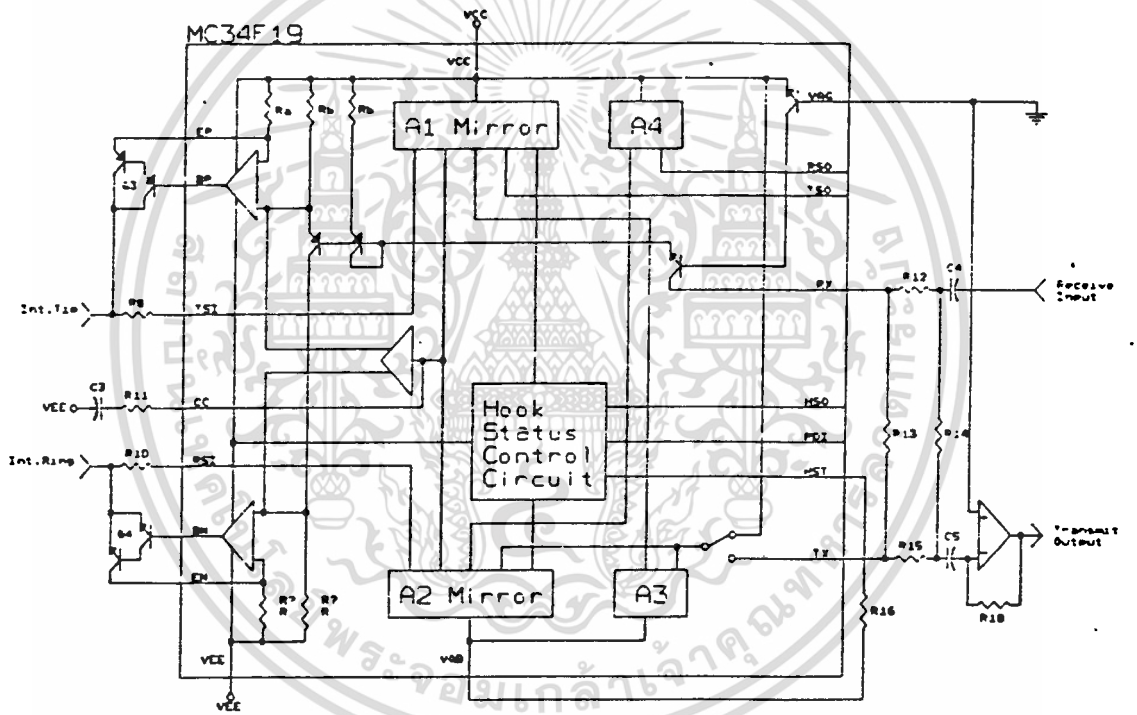
5.2 ส่วนติดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน

ในส่วนนี้ใช้ไอซีเบอร์ MC34F19 เป็นตัวแปลงสัญญาณของเครื่องโทรศัพท์จาก 2 สายเป็น 4 สาย และเป็นตัวเช็คสถานะการอุคของเครื่องลูกว่ามีการยกหูใช้งานอยู่หรือวางหู โดยจะส่งเป็นลอจิก "1" ออกไปเมื่อมีการวางหู และเป็นลอจิก "0" สำหรับการยกหูใช้งานไปยังไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

การทำงานเริ่มจากความต้านทานไลน์เซนส์ซิ่ง (Line Sensing Resistor (R_R,R_T)) ที่ขา TSI และ RXI จะทำหน้าที่เปลี่ยนโวลเตจที่สายทิปและริง ให้เป็นกระแสแล้วนำมาป้อนเข้าไปยังวงจรสะท้อนกระแส (Current Mirror) A_1 และ A_2 ภายในไอซี MC34F19 โดยเอาท์พุทของ A_1 จะถูกสะท้อนโดยเอาท์พุทของ A_2 และจะถูกนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมกับเอาท์พุทของ A_2 ที่ขา TX กระแสทั้งหมดที่จุด TX จะถูกป้อนกลับผ่านขา RX ไปยังอินพุทของ B_1 อินพุทที่ป้อนเข้าสู่ B_1 นี้จะมีค่าเท่ากับ B_2 เนื่องจากเป็นวงจรสะท้อนกัน ทั้ง B_1 และ B_2 จะให้อัตราขยายเอาท์พุทสูงมาก และจะไปขับทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน (Darlington Transistor) ทั้ง 2 ตัวที่ต่ออยู่กับขา BP, BN, EP และ EN โดยจะมีค่ากระแสเท่ากันแต่ต่างเฟสกัน 180 องศาทำให้เครื่องลูกทำงานได้



ภาพที่ 5.2 *บล็อคไดอะแกรมภายในไอซี MC34F19*

สำหรับการรับส่งสัญญาณ ถ้าหากสัญญาณที่เข้ามามีมากหรือน้อยเกินไป เราสามารถปรับได้โดยการลดหรือเพิ่มค่าความต้านทาน R_{Rx} และถ้าสัญญาณที่ส่งออกไปมีค่ามากหรือน้อยเกินไปอีกก็สามารถทำการแก้ไขได้ โดยการปรับค่า R_{Tx} เช่นกัน ค่า R_{Tx} และออปแอมป์ (Operational Amplifier หรือ Op Amp) ที่ต่ออยู่ทำให้เกิดสัญญาณส่งออก (Transmit Output) ส่งไป นั่นคือ R_{Tx} นี้จะเป็นตัวกำหนดค่าอัตราขยายสัญญาณส่ง

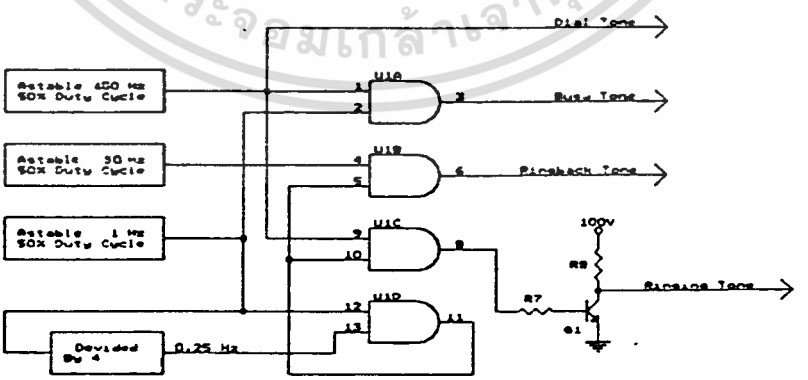
(Transhybrid Transmission Gain) และ R_{RX} จะเป็นตัวกำหนดค่าอัตราขยายสัญญาณรับ (Transhybrid Reception Gain) นั่นเอง

สำหรับวงจรแสดงสถานะการอุค (Hook Status Control Circuit) ภายในไอซีจะเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับเครื่องลูกและส่วนต่างๆ ในไอซี MC34F19

ในการส่งสัญญาณเรียกไปยังเครื่องลูกสามารถทำได้โดยการให้ค่าลอจิก "0" เข้าที่จุดอินาเบิลสัญญาณเรียก (Ringing Enable) และป้อนสัญญาณเรียกที่สร้างได้จากวงจรส่วนกำเนิดสัญญาณเข้าที่จุดกำเนิดสัญญาณเรียก (Ringing Gen) ก็จะทำให้สัญญาณนี้เข้าไปยังเครื่องลูกได้ โดยผ่าน MOC3040 อีกที

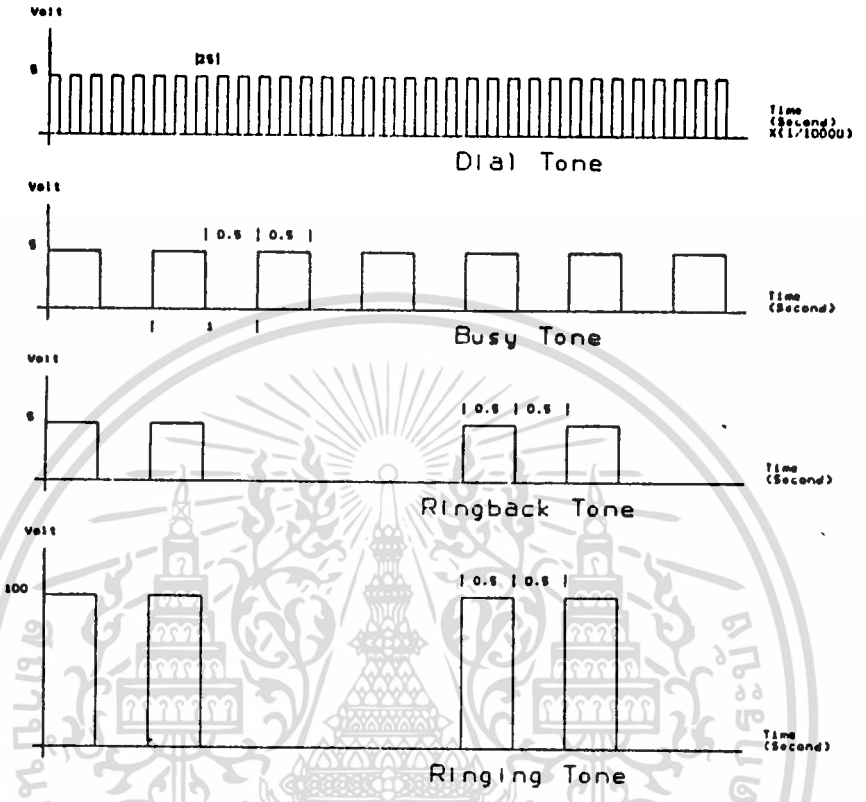
5.3 ส่วนกำเนิดสัญญาณ

วงจรส่วนกำเนิดสัญญาณจะทำการสร้างสัญญาณลักษณะต่างๆ ที่ใช้ภายในชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ซึ่งลักษณะของสัญญาณบางชนิดจะแตกต่างไปจากสัญญาณขององค์การโทรศัพท์ เช่น สัญญาณเรียก และสัญญาณเรียกกลับ เพื่อให้ผู้ใช้ทราบได้โดยทันทีเมื่อมีสัญญาณเรียกดังขึ้น ว่าการเรียกนั้นมาจากคู่สายภายนอกหรือภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.3 *บล็อคไดอะแกรมของส่วนกำเนิดสัญญาณ*



ภาพที่ 5.4 *ลักษณะของสัญญาณที่สร้างขึ้นเพื่อใช้กับชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ*

หลักการในการสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณนี้ เริ่มจากการสร้างสัญญาณให้หมุนโดยใช้ไอซีเบอร์ 555 ซึ่งเป็นไอซีตั้งเวลาและนับ (Timer/Counter) เป็นวงจรอะสเตเบิล (Astable) สร้างสัญญาณขนาด 5 โวลต์ ความถี่ 400 เฮิร์ท และเมื่อนำสัญญาณนี้มาทำการควบคุมการผ่านของสัญญาณสลับกันทุกๆ 0.5 วินาที คือ มีความถี่ 1 เฮิร์ท โดยใช้แอนเกท (AND Gate) ซึ่งสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมนี้สร้างจากวงจรอะสเตเบิลโดยใช้ไอซีเบอร์ 555 อีกตัวหนึ่ง ทำให้ได้เป็นสัญญาณไม่ว่าง

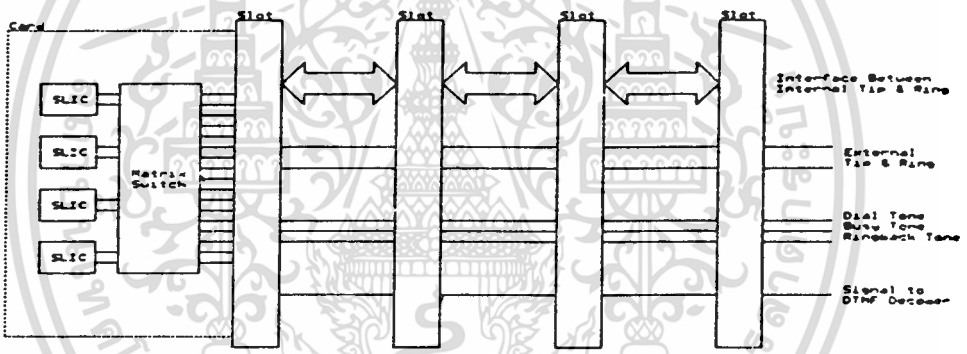
ในทำนองเดียวกัน เมื่อนำสัญญาณให้หมุนมาควบคุมการผ่านด้วยคาบเวลาที่แตกต่างกัน คือเปิดให้สัญญาณผ่าน 1 วินาที และปิดไม่ให้สัญญาณผ่าน 3 วินาที ซึ่งได้จากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ในการค้า

นำความถี่ 0.25 เฮิร์ท (โดยการหารความถี่ 1 เฮิร์ท ด้วยวงจรหาร 4) มาควบคุมการผ่านของสัญญาณที่มีความถี่ 1 เฮิร์ท ก็จะได้สัญญาณเรียกกลับ

ส่วนสัญญาณเรียกซึ่งมีขนาดมากกว่า คือ 100 โวลต์ และความถี่ 50 เฮิร์ท สร้างได้จากการนำมาควบคุมการปิดเปิดสัญญาณให้มีลักษณะเหมือนสัญญาณเรียกกลับ และขยายเพื่อให้ได้ขนาดของสัญญาณตามที่ต้องการ

5.4 ส่วนสวิตช์และขยายระบบ



ภาพที่ 5.5 โครงสร้างของวงจรส่วนขยายระบบ

ส่วนสวิตช์ทำหน้าที่ในการตัดต่อให้เกิดทางผ่านของสัญญาณเสียง เพื่อให้คู่สาย 2 คู่ สามารถติดต่อกันได้โดยผ่านช่องทางที่เกิดขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ในที่นี้คือ เมตริกซ์สวิตช์แบบอนาลอก (Analog Switch Matrix) ซึ่งใช้แทนรีเลย์ตัดต่อในระบบเก่า เนื่องจากมีข้อดีกว่าคือสามารถควบคุมได้ง่ายจากระบบไมโครโปรเซสเซอร์

การตัดต่อเพื่อให้เกิดทางผ่านของสัญญาณเสียง สำหรับระบบที่มีการรับและส่งสัญญาณที่แยกจากกัน ดังเช่นในชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้ จะมีการตัดต่อถึง 2 ส่วน คือ การตัดต่อช่องทางระหว่างสัญญาณส่งของคู่สายแรก กับสัญญาณรับของอีกคู่สายหนึ่งที่เหลือ และการตัดต่อระหว่างสัญญาณรับของคู่สายแรก กับสัญญาณส่งของอีกคู่สายหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

จึงจะทำให้เกิดทางผ่านของสัญญาณเสียงที่สมบูรณ์ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่า ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้นสามารถขยายจำนวนคู่สายของเครื่องลูกได้ถึง 16 คู่สาย โดยมีจำนวนคู่สายขั้นต้นจำนวน 4 คู่สาย และอีก 12 คู่สายที่เหลือสามารถขยายได้โดยการเพิ่มอุปกรณ์บางส่วน หลักการสร้างส่วนสำหรับขยายระบบอธิบายได้ดังต่อไปนี้

จากรูป จะมีสล็อต (Slot) จำนวน 4 ช่อง ซึ่งเชื่อมต่อกับช่องทางผ่านของสัญญาณเสียงทั้งคู่สายโทรศัพท์ภายในและภายนอก ช่องทางสำหรับสัญญาณ (Tone) ต่างๆที่ใช้ในระบบโทรศัพท์จากส่วนกำเนิดสัญญาณ และสำหรับส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์เพื่อนำสัญญาณที่มีความถี่ต่างกัน ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มหมายเลขต่างๆไปถอดรหัสการกดหมายเลขนั้น เมื่อต้องการเพิ่มจำนวนคู่สาย ก็สามารถทำได้โดยการสร้างวงจรสำหรับเชื่อมต่อ (Interface) กับโทรศัพท์เครื่องลูก ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับแผ่นวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ บนแผ่นวงจรที่สร้างขึ้นนี้จะประกอบด้วยวงจรของส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายในจำนวน 4 ชุด เพื่อให้สามารถเพิ่มจำนวนคู่สายได้ครั้งละ 4 คู่สาย และส่วนสวิตช์สำหรับทำหน้าที่ตัดต่อช่องทางผ่าน โดยที่สล็อตจะเป็นตัวนำไฟเลี้ยงสัญญาณควบคุม และรับสัญญาณต่างๆ เช่น สัญญาณเสียงในขณะที่มีการใช้งาน สัญญาณการกดปุ่มหมายเลขเพื่อนำไปถอดรหัส เป็นต้น จากแผ่นวงจรเพื่อให้มีการทำงานร่วมกันได้

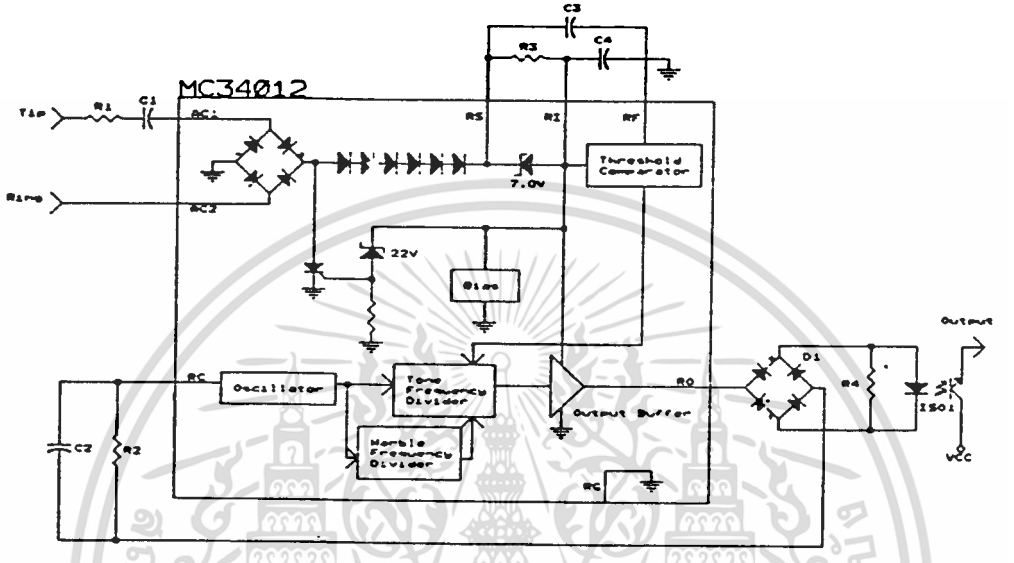
5.5 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก

ส่วนนี้จะทำการตรวจสอบสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอก โดยเมื่อมีสัญญาณเรียกจากคู่สายนอก วงจรส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกจะทำการตรวจสอบและส่งสัญญาณแสดงสถานะไปให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทราบเพื่อทำงานต่อไป

หลักการทำงานของวงจร

สัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ซึ่งมีลักษณะเป็นสัญญาณไฟฟ้าสลับขนาด 100 โวลต์ จะถูกนำมาผ่านวงจรเรียงกระแส (Full Wave Diode Bridge Rectifier) ทางขา AC1 และ AC2 ของไอซี MC34012(Telephone Tone Ringer) โดยมี R_1 ทำหน้าที่ควบคุมอินพุทอิมพีแดนซ์และจำกัดกระแสทรานเซียนต์จากสายโทรศัพท์และ

C_1 ทำหน้าที่ควบคุมอินพุทอิมพีแดนซ์ที่ความถี่ต่ำ



ภาพที่ 5.6 *บล็อคไดอะแกรมภายในไอซี MC34012*

วงจรส่วนต่างๆภายในไอซีนี้ ได้ไฟเลี้ยงมาจากการเรคติไฟร์สัญญาณไฟฟ้าสลับที่ป้อนเข้ามาทาง AC1 และ AC2 ทำให้วงจรสร้างสัญญาณ (Tone Generator) ภายในไอซีซึ่งประกอบด้วยวงจร Relaxation Oscillator และ วงจรหารความถี่ (Tone Frequency Devider) ทำงาน และวงจรรีแล็กเซชั่นไทม์ (Relaxation Time) จะให้กำเนิดความถี่ f_o ซึ่งถูกกำหนดโดยค่า R_2 และ C_2 ที่ต่อเข้าที่ขา RC โดย f_o จะมีค่าตั้งแต่ 1-10 กิโลเฮิร์ทขึ้นอยู่กับการเลือกใช้อุปกรณ์ ในที่นี้ f_o มีค่า 4 กิโลเฮิร์ท และทำให้มีสัญญาณเอาท์พุทที่ขาสัญญาณเรียกออก (Tone Ringer Output หรือ RO) มีขนาด $(f_o/4)$ ถึง $(f_o/5)$ เฮิร์ทหรือประมาณ 800-1000 เฮิร์ท

สำหรับ R_3 ในวงจรจะเป็นตัวกำหนดขนาดของสัญญาณเอาท์พุทที่ RO โดยจะเริ่มจากสัญญาณที่ถูกเรคติไฟร์จากบริดจ์ไดโอดที่ขา AC1 และ AC2 จะทำให้เกิดค่ากระแสค่าหนึ่งไหลผ่าน R_3 เข้าสู่ขา RI ของไอซี โวลเตจที่ตกคร่อม R_3 จะถูกกรองโดย C_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ณ จุดอินพุทที่เข้าสู่วงจรเทรสโฮล (Threshold) เมื่อโวลเตจที่คร่อม C_3 มีค่าเกิน 1.7 โวลต์ จะทำให้วงจรเปรียบเทียบ (Threshold Comparator) อีนาเบิลสัญญาณออกมาที่ขา RO ส่วน C_4 จะทำหน้าที่กรองไฟเลี้ยงให้วงจร

สัญญาณเอาท์พุทที่ขา RO จะถูกเรียงทิศกระแสโดยไดโอดบริดจ์ แล้วส่งสัญญาณให้ออปโตคัปเปลอร์ (Opto Coupler) เปลี่ยนเป็นสถานะลอจิกส่งให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทราบ โดยเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจะให้ค่าทางสถานะลอจิกเป็น "1" แต่ถ้าไม่มีสัญญาณเรียกจะส่งสถานะลอจิก "0" ออกไป

5.6 ส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ ซึ่งเป็นความถี่ผสมที่เกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ให้เป็นตัวเลขทางดิจิตอลที่สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับวงจรส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ต่อไปได้

สำหรับวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ในโครงงานนี้ ใช้ไอซีเบอร์ MT8870 (Integrated DTMF Receiver) ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท ตามค่าความถี่โทรศัพท์ที่เกิดขึ้นจากการกดปุ่มหมายเลขต่างๆของโทรศัพท์ ดังแสดงค่าที่ถอดรหัสได้ในตารางที่ 5.1

วงจรส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ มีหลักการทำงานดังนี้

ไอซี MT8870 จะทำการแยกสัญญาณความถี่ที่เข้ามาทางอินพุทออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่ และทำการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานหรือไม่ เพื่อป้องกันไม่ให้ความถี่อื่นผสมเข้ามา

นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาอีกด้วย ว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยตรวจสอบจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นไอซีจะไม่รับสัญญาณความถี่ที่ถูกกดนั้นมาถอดรหัส เนื่องจากระยะเวลาของสัญญาณความถี่นั้นน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_{LOW}	F_{HIGH}	หมายเลข	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1209	0	H	1	0	1	0
941	1336	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
825	1633	c	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	Any	L	Z	Z	Z	Z

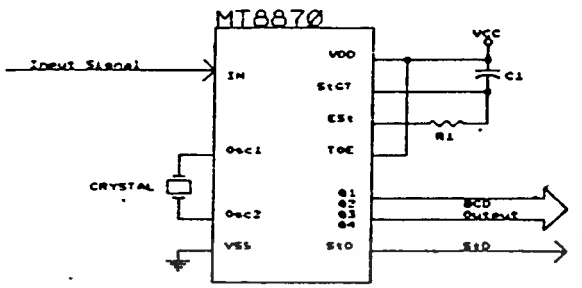
หมายเหตุ Z หมายถึง สภาพความต้านทานสูง (High Impedance)

F_{LOW} คือ ช่วงความถี่ต่ำ

F_{HIGH} คือ ช่วงความถี่สูง

<u>ตารางที่ 5.1</u> *ค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ ของการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์ของไอซี MT8870*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.7 *บล็อคไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์*

ขาต่างๆทำหน้าที่ดังนี้

ขา Est (Early Steering Out) ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง โดยที่ขานี้จะให้เอาท์พุทเป็นลอจิกสูง (High) เมื่อมีความถี่ที่ถูกต้องเข้ามา และจะเป็นคงสถานะอยู่นานเท่ากับระยะเวลาของความถี่ที่เข้ามานี้

ขา St/GT (SteeringInput/Guard Time) สำหรับต่อกับตัวความต้านทานและตัวเก็บประจุภายนอก เพื่อกำหนดค่าเวลาการ์ดไทม์

ขา Q_1-Q_4 เป็นเอาท์พุทของเลขฐาน 2 ขนาด 4 บิต ที่ถอดรหัสได้

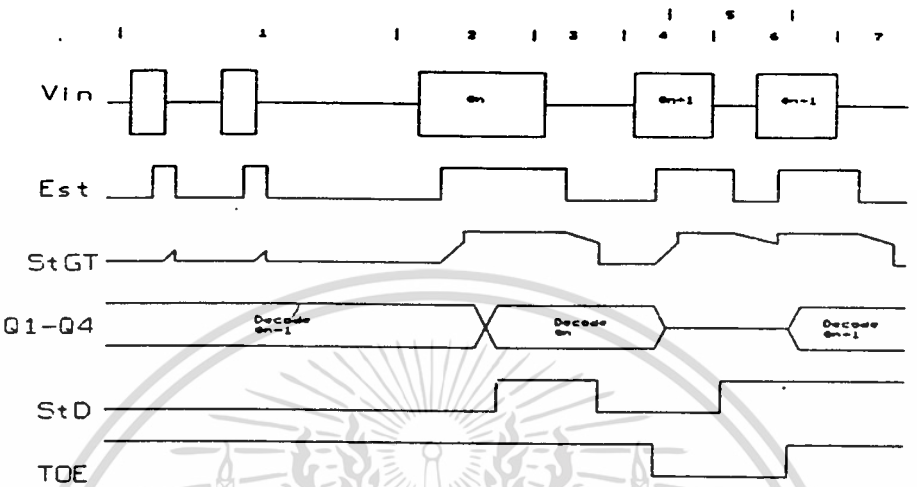
ขา Std (Delay Steering Output) ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไปมีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

ขา TOE (Tone Output Enable) คือขาอินาเบิลสัญญาณออก เป็นอินพุทที่ใช้ควบคุม Q_1-Q_4 ให้อยู่ในสภาพความต้านทานสูง เมื่อมีลอจิกต่ำ (Low) เข้ามาที่ขานี้

การทำงานของวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ สามารถเขียนอธิบายเป็นแผนภูมิเวลา (Timtng Diagram) ได้ดังภาพที่ 5.8

ช่วงเวลาที่ 1 สัญญาณที่ขา Est เป็นลอจิกสูง เนื่องจากตรวจพบว่ามีความถี่เข้ามาแต่ คาบเวลาหรือระยะเวลาที่เข้ามาไม่ถูกต้อง (คาบเวลาสั้นไป) จึงไม่ทำการถอดรหัสความถี่นี้ ดังนั้นเอาท์พุทไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.8 *แผนภูมิเวลา (Timing Diagram) การทำงานของ MT8870*

ช่วงเวลาที่ 2 มีความถี่เข้ามาใหม่อีกครั้งหนึ่ง (ความถี่ #n) ซึ่งมีคาบเวลาที่ถูกต้อง (คือเท่ากับหรือมากกว่าค่าเวลาการ์ดไทม์ที่กำหนดไว้) ดังนั้น ความถี่ที่เข้ามาใหม่นี้จะถูกถอดรหัส และแลตช์ (Latch) ไว้ที่เอาท์พุท

ช่วงเวลาที่ 3 หมดความถี่ #n ตรวจสอบช่วงห่างว่าถูกต้อง เอาท์พุทยังคงถูกแลตช์ไว้จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

ช่วงเวลาที่ 4 ความถี่ #n+1 เข้ามาใหม่ สัญญาณที่ขา Est เปลี่ยนเป็นลอจิกสูงอีกครั้งหนึ่ง

ช่วงเวลาที่ 5 เอาท์พุทเปลี่ยนเป็นอยู่ในสภาพความต้านทานสูง เนื่องจากการดีสเอเบิลเอาท์พุท (สัญญาณที่ขา TOE เป็นลอจิกต่ำ)

ช่วงเวลาที่ 6 ความถี่ #n+1 เข้ามาใหม่อย่างถูกต้องและอีนาเบิลเอาท์พุทแล้วจึงทำการถอดรหัสและแลตช์ไว้

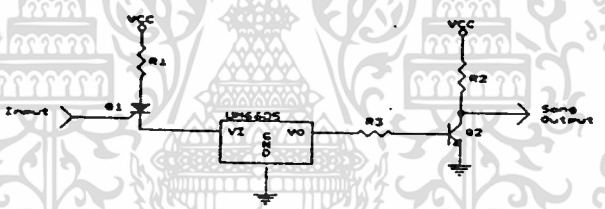
ช่วงเวลาที่ 7 หมดความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังแลตช์อยู่จนกว่าจะมีความถี่ใหม่เข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 ส่วนกำเนิดสัญญาณพักสายโทรศัพท์

ส่วนนี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับส่งเสียงดนตรีไปให้ผู้ถือสายรออยู่ เพื่อบอกให้ทราบว่าขณะนี้ยังคงมีการต่อสาย และนอกจากนี้ยังเพื่อความเพลิดเพลินของผู้รอสายด้วย

การทำงานจะเริ่มจากเมื่อหน่วยประมวลผลกลางส่งสถานะที่เป็นลอจิก "1" มากระตุ้นที่ขาเกทของเอสซีอาร์ (SCR) ทำให้เอสซีอาร์ทำงาน เกิดค่าโวลเตจตกคร่อมที่ขาอินพุทของ UM66\05 ค่าหนึ่ง ซึ่งมีค่าเพียงพอที่จะทำให้ไอซีเบอร์นี้ทำงาน โดยส่งสัญญาณเอาท์พุทที่ได้ไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ BC549 ซึ่งจะทำการขยายสัญญาณนี้ออกมาอีกทีหนึ่ง แล้วส่งไปยังเมตริกซ์สวิทซ์ต่อไป

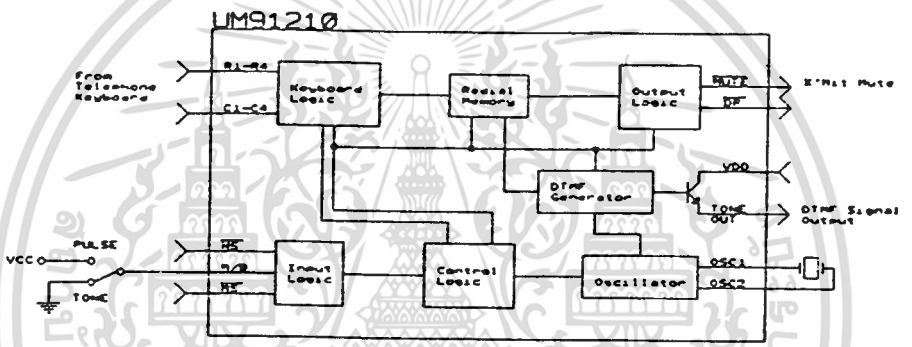


ภาพที่ 5.9 บล็อกไดอะแกรมของวงจรส่วนเสียงดนตรีขณะพักสาย

5.8 ส่วนกำเนิดสัญญาณความถี่โทรศัพท์

ในส่วนนี้จะใช้ไอซีเบอร์ UM91210 ทำหน้าที่เป็นตัวสร้างสัญญาณความถี่โทรศัพท์ การทำงานของวงจร เมื่อพิจารณาจากรูปวงจร บริดจ์ไดโอดทำหน้าที่จัดขั้วไฟฟ้าจากคู่สายโทรศัพท์ทำให้สามารถต่อคู่สายสลับไปมาได้ แรงดันไฟบวกจะถูกป้อนผ่านไดโอดและความต้านทาน ผ่านซีเนอร์ไดโอด ทำหน้าที่เป็นวงจรเร็คกูเลเตอร์ 3.6 โวลท์ แล้วป้อนเป็นไฟเลี้ยงให้ไอซี UM91210 ที่ขา 12 ของไอซีทำหน้าที่ป้อนสัญญาณความถี่โทรศัพท์ประจำหมายเลขออกมา ขา 7 ถูกต่อกับกราวด์เป็นการเลือกระบบโทน ขา 8 และขา 9 ต่ออยู่กับคริสตอล 3.579 เมกกะเฮิร์ท ทำหน้าที่ควบคุมความถี่เพื่อถูกสร้างเป็นความถี่โทรศัพท์ส่ง

ออกมาทางขา 12 ของไอซี ที่ขา 1,2,3 และ 4 เป็นขาที่ต่อไปยังอนาลอกสวิทช์ 4*4 โดยอนาลอกสวิทช์ตัวนี้จะทำหน้าที่ตัดต่อสวิทช์เมื่อได้รับค่าการกดหมายเลขเข้ามา ให้เป็นค่าที่ตรงกับข้อกำหนดของไอซีตัวนี้ ซึ่งเป็นการใช้แทนการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการ เช่น เมื่อต้องการกดหมายเลข 1 อนาลอกสวิทช์ก็จะทำการตัดต่อ R_1 เข้ากับ C_1 ทำให้ไอซี UM91210 สร้างความถี่ประจำหมายเลขนั้น และส่งออกทางเอาท์พุทขา 13 โดยมีทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณความถี่เอาท์พุทให้แรงขึ้น



ภาพที่ 5.10 บล็อคไดอะแกรมของไอซีสร้างสัญญาณความถี่โทรศัพท์

5.9 ส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่เชื่อมโยงการทำงานระหว่าง IBM PC กับพอร์ทอินพุทเอาท์พุทที่ใช้ในการควบคุมและติดต่อกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ โดยจะนำสัญญาณจากสล็อตมาใช้ดังนี้

ขารีเซต (RESET)

ขาแสดงการเขียนอินพุทเอาท์พุท (IOW)

ขาแสดงการอ่านอินพุทเอาท์พุท (IOR)

ขาแอสเดรสอีนาเบิล (AEN)

ขาแอสเดรส (A0-A1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาข้อมูล (D0-D7)

สำรับการทำงานจะนำเอาค่าแอดเดรสมาทำการถอดรหัส โดยใช้ไอซีเบอร์ 74138 เพื่อให้ได้หมายเลขพอร์ทที่ต้องการดังนี้

ขา Y0 ถอดรหัสแอสเดรสพอร์ทหมายเลข 0300-0303

ขา Y1 ถอดรหัสแอสเดรสพอร์ทหมายเลข 0304-0307

ขา Y2 ถอดรหัสแอสเดรสพอร์ทหมายเลข 0308-030B

ส่วนไอซีเบอร์ 74244 ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ให้กับสัญญาณที่นำมาจากสล็อต และไอซีเบอร์ 74245 ทำหน้าที่ควบคุมการอ่านและเขียนข้อมูล

5.10 อินพุทและเอาท์พุทพอร์ท

5.10.1 เอาท์พุทพอร์ทหมายเลข 0300h

บิทที่ 1 (PA0) เป็นสัญญาณแอสเดรสทางคอลัมน์สำหรับเมตริกซ์สวิตซ์ 8*16 (AX0)

บิทที่ 2 (PA1) เป็นสัญญาณแอสเดรสทางคอลัมน์สำหรับเมตริกซ์สวิตซ์ 8*16 (AX1)

บิทที่ 3 (PA2) เป็นสัญญาณแอสเดรสทางคอลัมน์สำหรับเมตริกซ์สวิตซ์ 8*16 (AX2)

บิทที่ 4 (PA3) เป็นสัญญาณแอสเดรสทางคอลัมน์สำหรับเมตริกซ์สวิตซ์ 8*16 (AX3)

บิทที่ 5 (PA4) เป็นสัญญาณแอสเดรสทางแถวสำหรับเมตริกซ์สวิตซ์ 8*16 (AY0)

บิทที่ 6 (PA5) เป็นสัญญาณแอสเดรสทางแถวสำหรับเมตริกซ์สวิตซ์ 8*16 (AY1)

บิทที่ 7 (PA6) เป็นสัญญาณแอสเดรสทางแถวสำหรับเมตริกซ์สวิตซ์ 8*16 (AY2)

บิทที่ 8 (PA7) เป็นสัญญาณกำหนดการเปิดปิดเมตริกซ์สวิตซ์ 8*16 (DATA)

5.10.2 เอาท์พุทพอร์ทหมายเลข 0301h

บิทที่ 1 (PA0) เป็นสัญญาณเลือก (Chip Select) เมตริกซ์สวิตซ์ตัวที่ 1

บิทที่ 2 (PA1) เป็นสัญญาณเลือกเมตริกซ์สวิตซ์ตัวที่ 2

บิทที่ 3 (PA2) เป็นสัญญาณเลือกเมตริกซ์สวิตซ์ตัวที่ 3

บิทที่ 4 (PA3) เป็นสัญญาณเลือกเมตริกซ์สวิตซ์ตัวที่ 4

บิทที่ 5 (PA4) เป็นสัญญาณรีเซตเมตริกซ์สวิตซ์ตัวที่ 1

บิทที่ 6 (PA5) เป็นสัญญาณรีเซตเมตริกซ์สวิตซ์ตัวที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิทที่ 7 (PA6) เป็นสัญญาณรีเซตเมตริกซ์สวิตซ์ตัวที่ 3

บิทที่ 8 (PA7) เป็นสัญญาณรีเซตเมตริกซ์สวิตซ์ตัวที่ 4

5.10.3 เอาท์พุทพอร์ทหมายเลข 0302h

บิทที่ 1 (PA0) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลเสียงดนตรีขณะพักสาย

บิทที่ 2 (PA1) เป็นสัญญาณควบคุมการตัดต่อรีเลย์

บิทที่ 3 (PA2) ไม่ใช้

บิทที่ 4 (PA3) ไม่ใช้

บิทที่ 5 (PA4) ไม่ใช้

บิทที่ 6 (PA5) ไม่ใช้

บิทที่ 7 (PA6) ไม่ใช้

บิทที่ 8 (PA7) ไม่ใช้

5.10.4 พอร์ทควบคุมหมายเลข 0303h

อักษรควบคุม (CONTROL WORD) คือ 80h

5.10.5 เอาท์พุทพอร์ทหมายเลข 0304h

บิทที่ 1 (PA0) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 1

บิทที่ 2 (PA1) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 2

บิทที่ 3 (PA2) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 3

บิทที่ 4 (PA3) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 4

บิทที่ 5 (PA4) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 5

บิทที่ 6 (PA5) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 6

บิทที่ 7 (PA6) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 7

บิทที่ 8 (PA7) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 8

5.10.6 เอาท์พุทพอร์ทหมายเลข 0305h

บิทที่ 1 (PB0) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 9

บิทที่ 2 (PB1) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 10

บิทที่ 3 (PB2) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 11

บิทที่ 4 (PB3) เป็นสัญญาณสำหรับอีนาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิทที่ 5 (PB4) เป็นสัญญาณสำหรับอินาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 13

บิทที่ 6 (PB5) เป็นสัญญาณสำหรับอินาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 14

บิทที่ 7 (PB6) เป็นสัญญาณสำหรับอินาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 15

บิทที่ 8 (PB7) เป็นสัญญาณสำหรับอินาเบิลสัญญาณเรียกเครื่องลูกที่ 16

5.10.7 เอาท์พุทพอร์ทหมายเลข 0306h

บิทที่ 1 (PC0) เป็นสัญญาณแอสเดรสสำหรับเมตริกซ์สวิตช์ 4*4 (D)

บิทที่ 2 (PC1) เป็นสัญญาณแอสเดรสสำหรับเมตริกซ์สวิตช์ 4*4 (C)

บิทที่ 3 (PC2) เป็นสัญญาณแอสเดรสสำหรับเมตริกซ์สวิตช์ 4*4 (B)

บิทที่ 4 (PC3) เป็นสัญญาณแอสเดรสสำหรับเมตริกซ์สวิตช์ 4*4 (A)

บิทที่ 5 (PC4) เป็นสัญญาณกำหนดการเปิดปิดเมตริกซ์สวิตช์ 4*4 (DATA)

บิทที่ 6 (PC5) เป็นสัญญาณสโตรบ (STROBE) สำหรับเมตริกซ์ 4*4

บิทที่ 7 (PC6) ไม่ใช้

บิทที่ 8 (PC7) ไม่ใช้

5.10.8 พอร์ทควบคุมหมายเลข 0307h

อักษรควบคุม (CONTROL WORD) คือ 80h

5.10.9 อินพุทพอร์ทหมายเลขพอร์ท 0308h

บิทที่ 1 (PA0) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหู (HOOK) ของเครื่องลูกที่ 1

บิทที่ 2 (PA1) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 2

บิทที่ 3 (PA2) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 3

บิทที่ 4 (PA3) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 4

บิทที่ 5 (PA4) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 5

บิทที่ 6 (PA5) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 6

บิทที่ 7 (PA6) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 7

บิทที่ 8 (PA7) บสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 8

5.10.10 อินพุทพอร์ทหมายเลข 0309h

บิทที่ 1 (PB0) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 9

บิทที่ 2 (PB1) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิทที่ 3 (PB2) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 11

บิทที่ 4 (PB3) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 12

บิทที่ 5 (PB4) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 13

บิทที่ 6 (PB5) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 14

บิทที่ 7 (PB6) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 15

บิทที่ 8 (PB7) รับสัญญาณแสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูกที่ 16

5.10.11 อินพุทพอร์ทหมายเลข 030Ah

บิทที่ 1 (PC0) เป็นสัญญาณที่ได้จากการถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ Q0

บิทที่ 2 (PC1) เป็นสัญญาณที่ได้จากการถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ Q1

บิทที่ 3 (PC2) เป็นสัญญาณที่ได้จากการถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ Q3

บิทที่ 4 (PC3) เป็นสัญญาณที่ได้จากการถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ Q4

บิทที่ 5 (PC4) เป็นสัญญาณสโตรบ (STROBE) สำหรับการถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

บิทที่ 6 (PC5) เป็นสัญญาณที่ได้จากการตรวจสอบสัญญาณเรียก

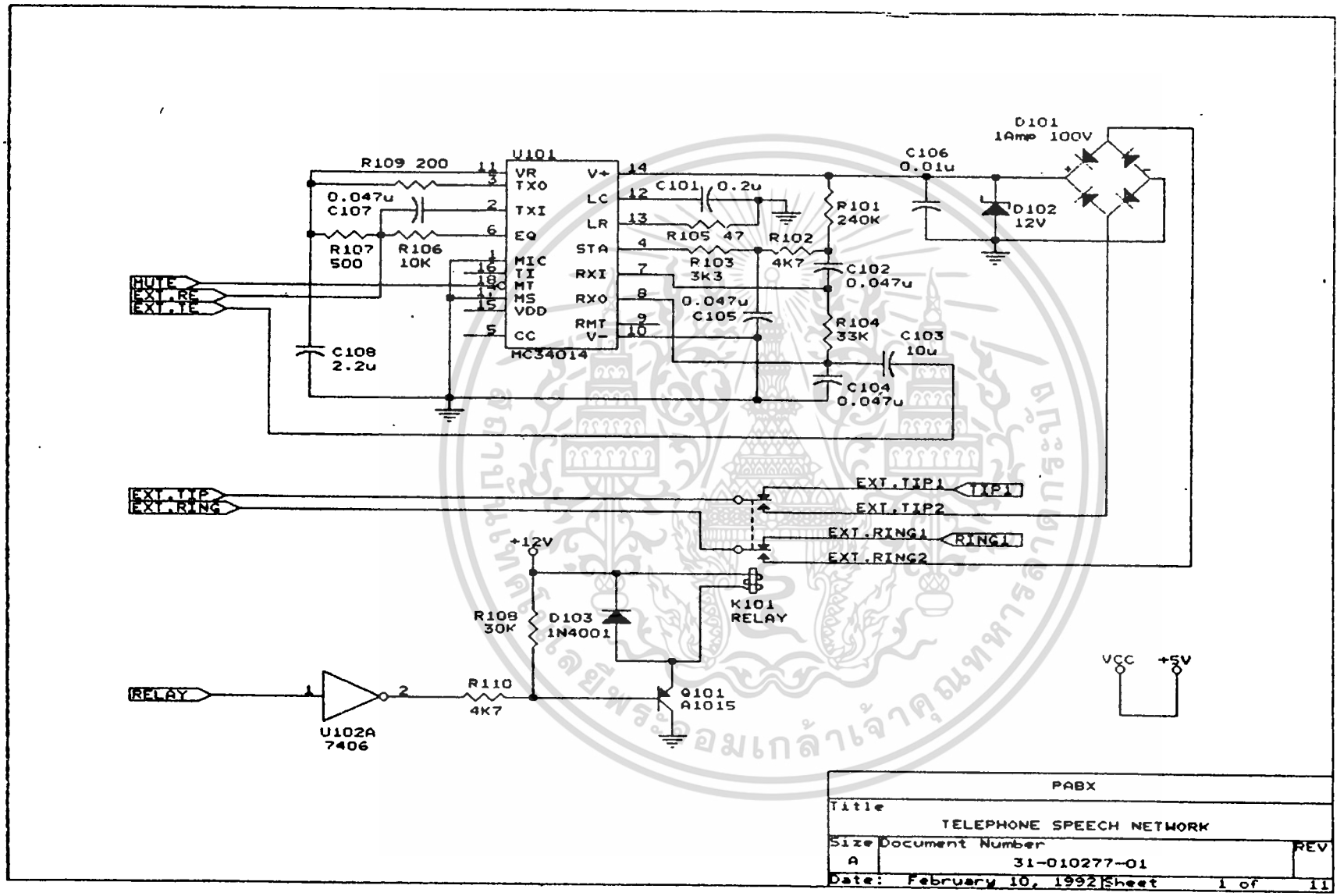
บิทที่ 7 (PC6) ไม่ใช้

บิทที่ 8 (PC7) ไม่ใช้

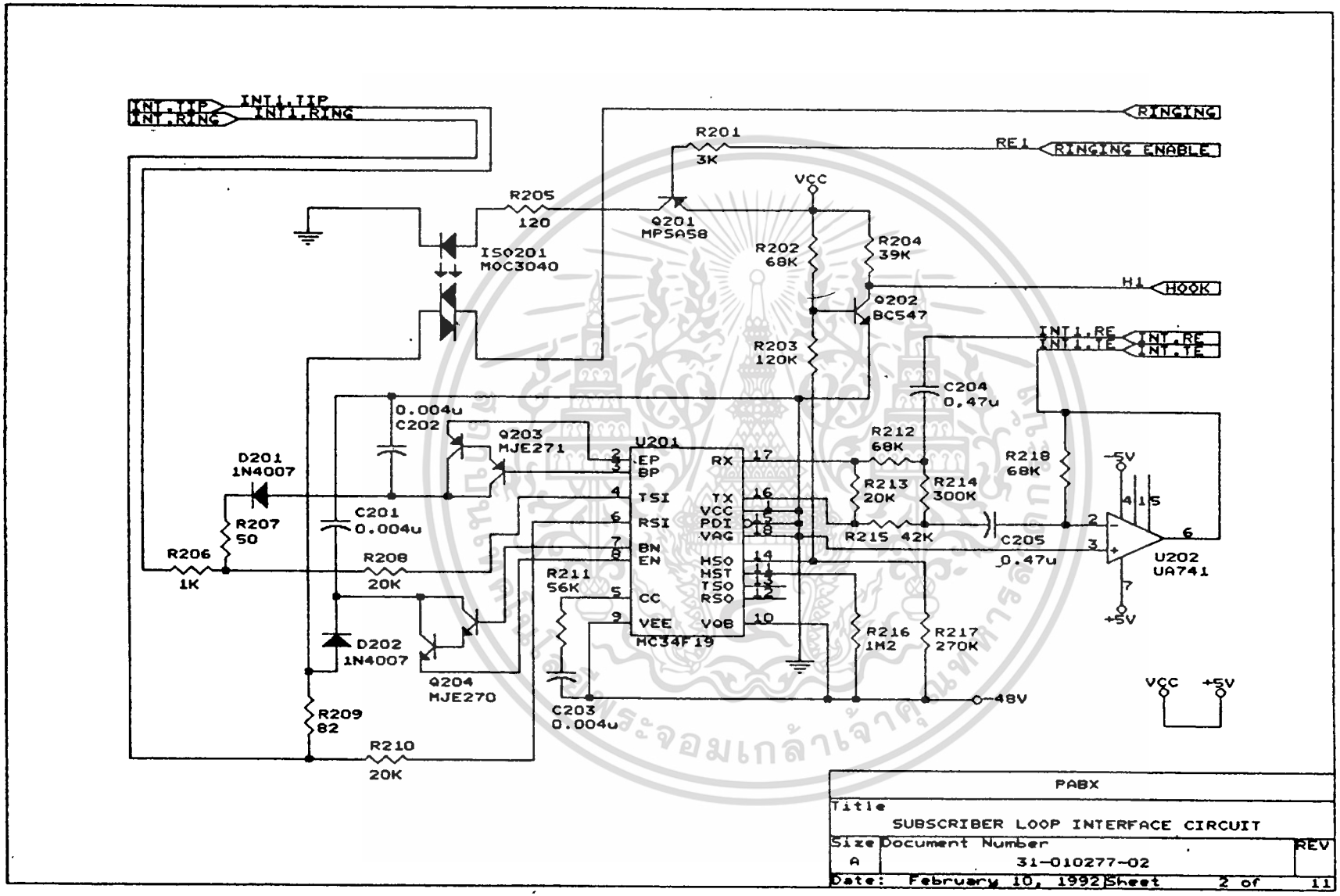
5.10.12 พอร์ทควบคุมหมายเลข 030Bh

อักษรควบคุม (CONTROL WORD) คือ 9Bh

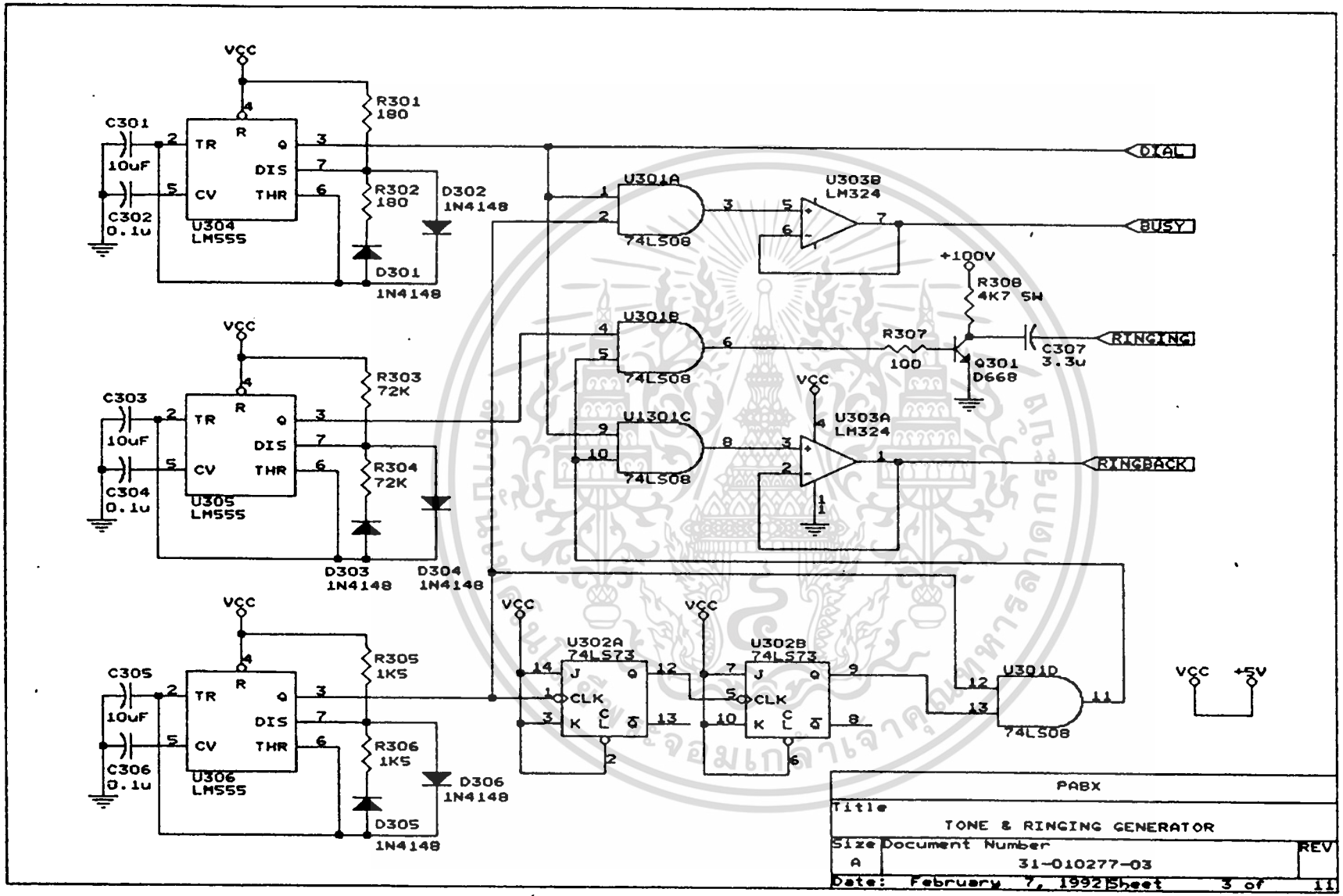
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



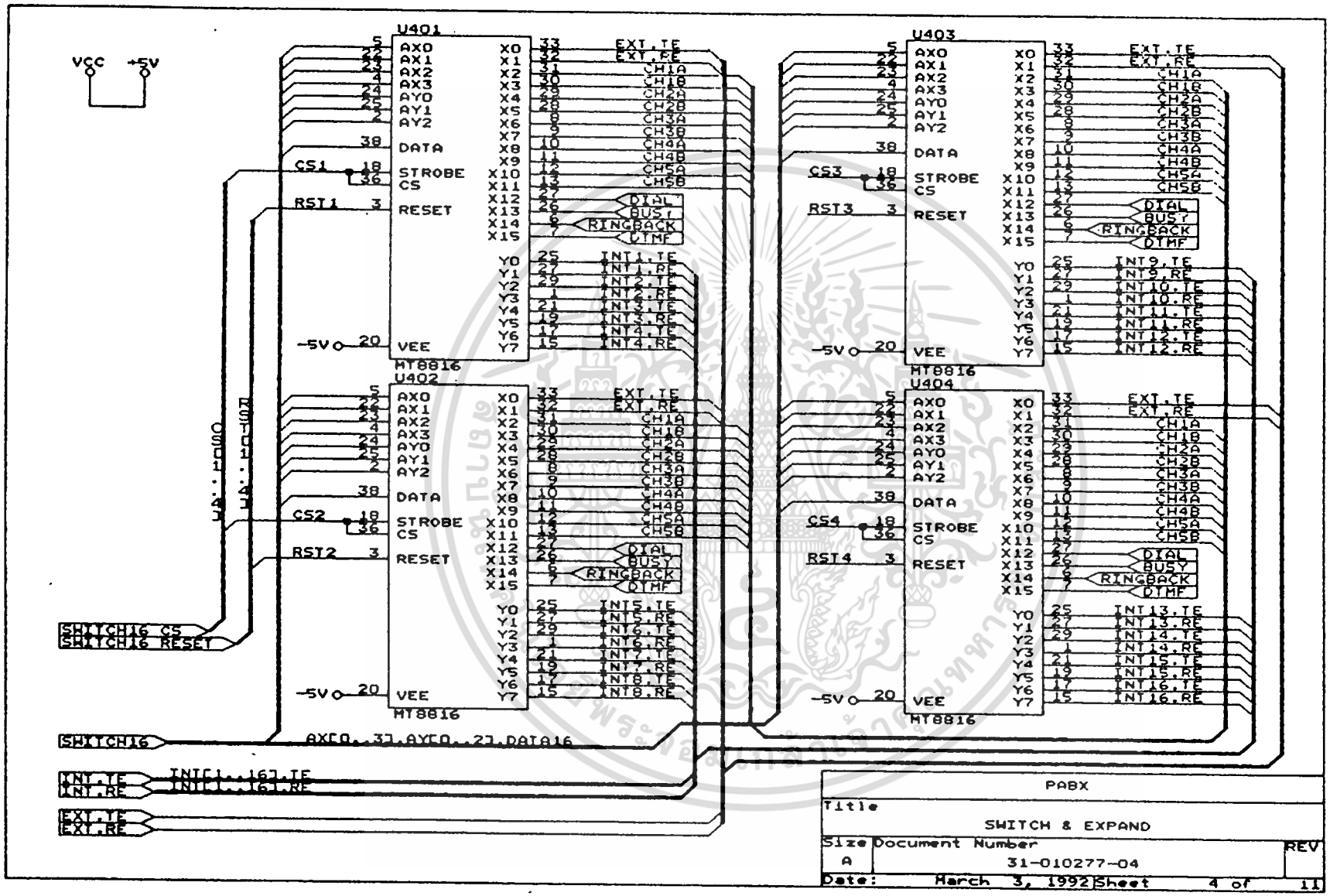
ภาพที่ 6.1 วงจรส่วนเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ภายนอก



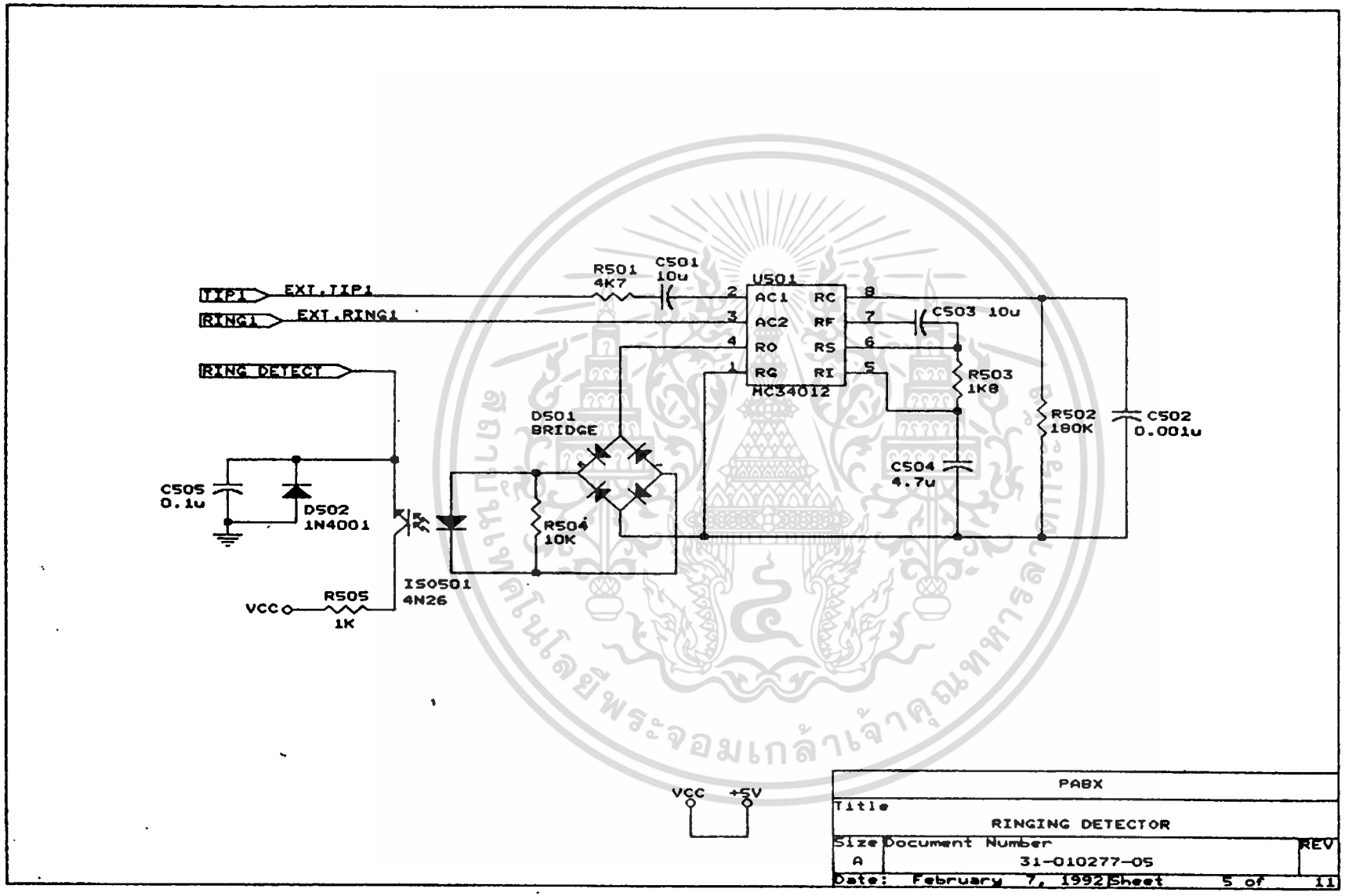
ภาพที่ 6.2 วงจรส่วนเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ภายใน



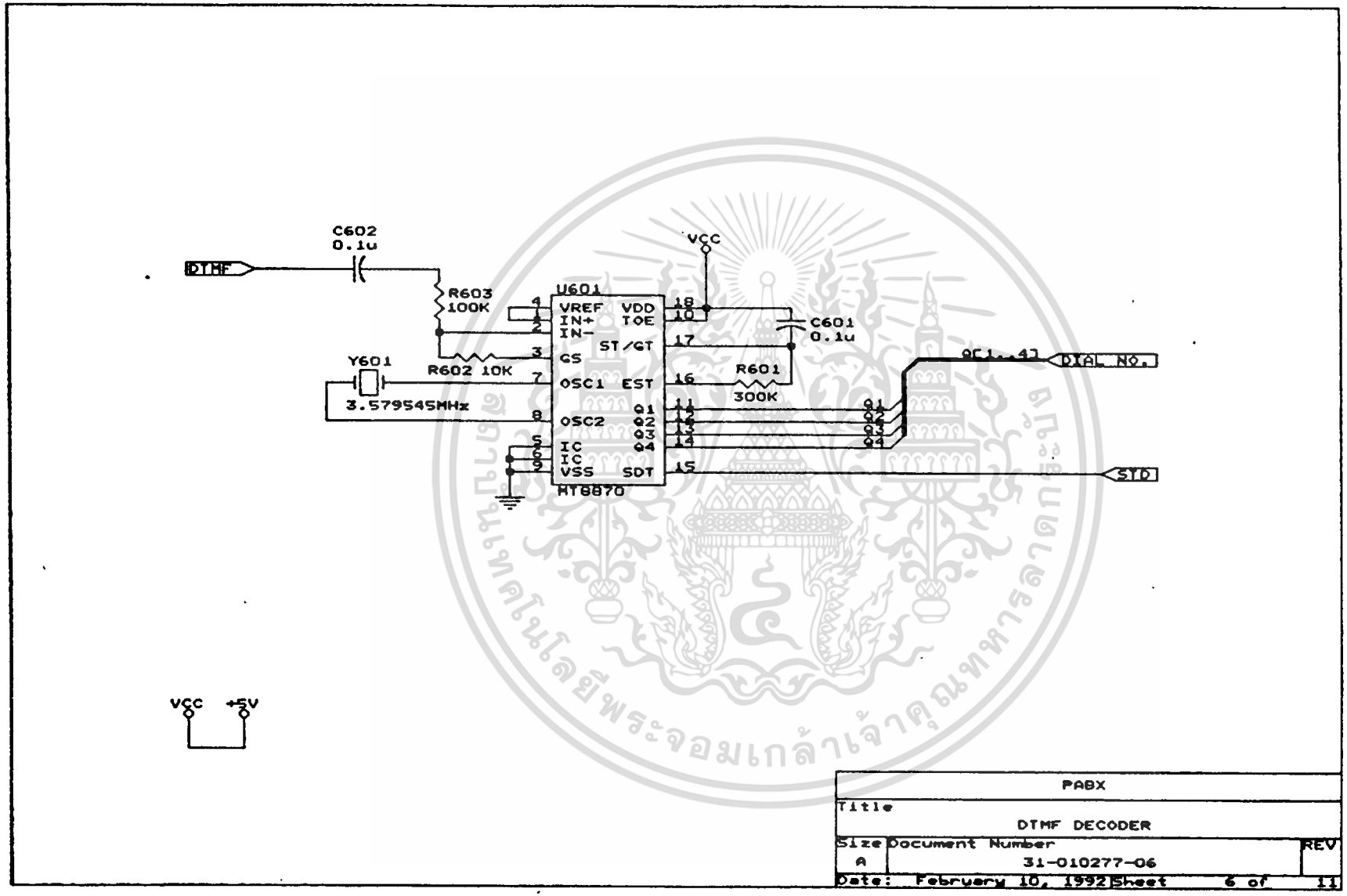
ภาพที่ 6.3 วงจรส่วนกำเนิดสัญญาณ



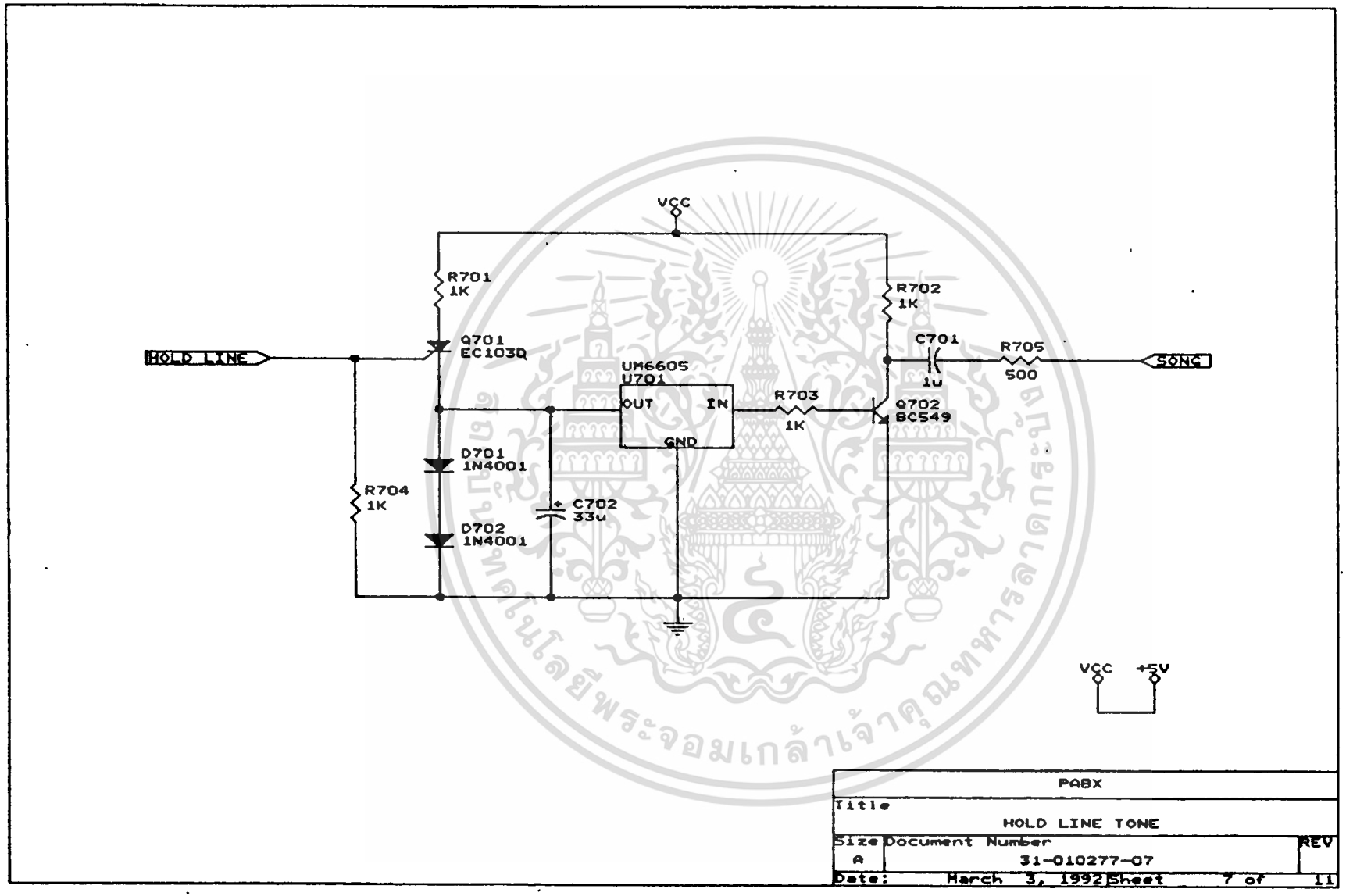
ภาพที่ 6.4 วงจรส่วนสวิตช์และขยายระบบ



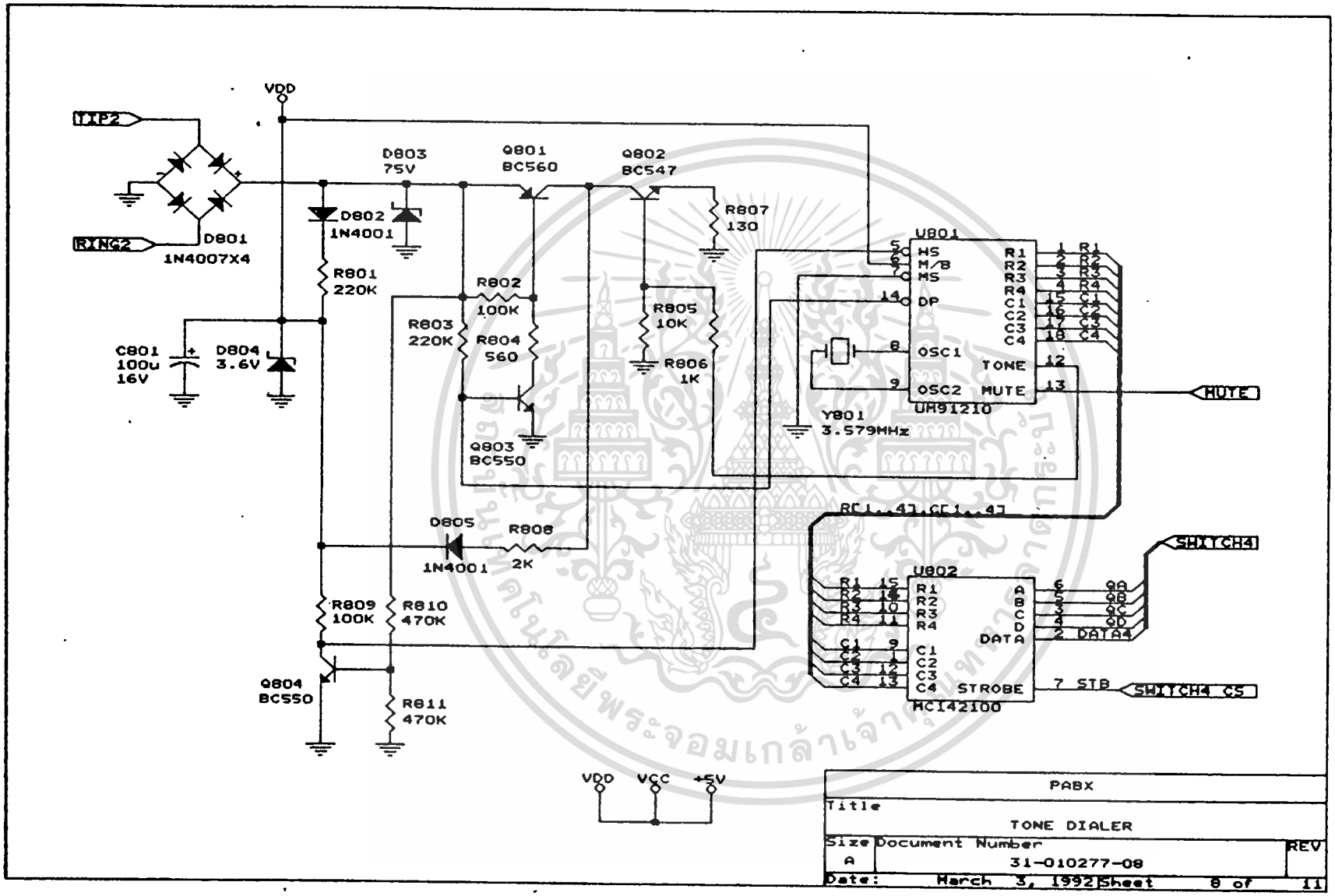
ภาพที่ 6.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก



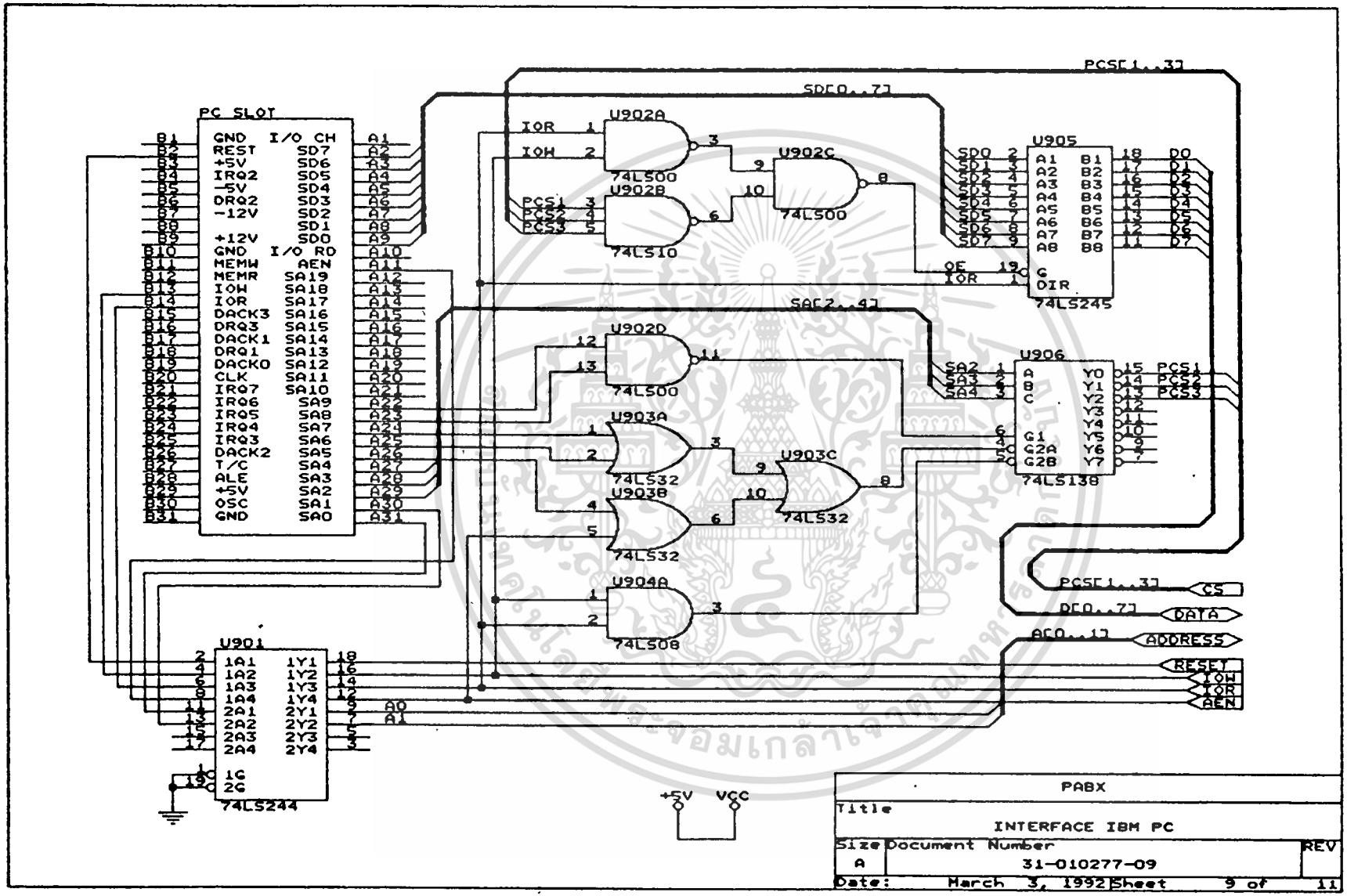
ภาพที่ 6.6 วงจรส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์



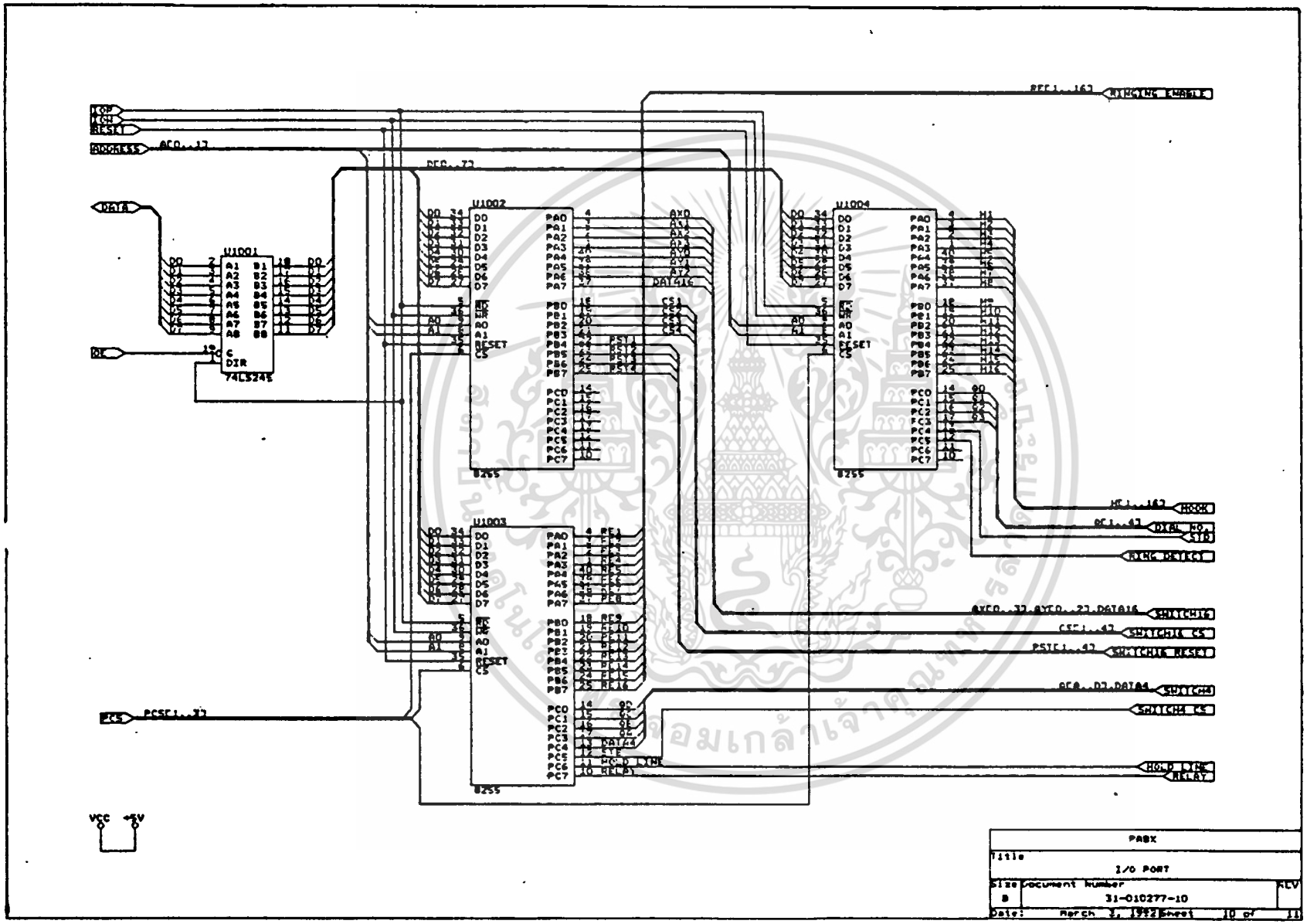
ภาพที่ 6.7 วงจรส่วนกำเนิดสัญญาณพักสายโทรศัพท์



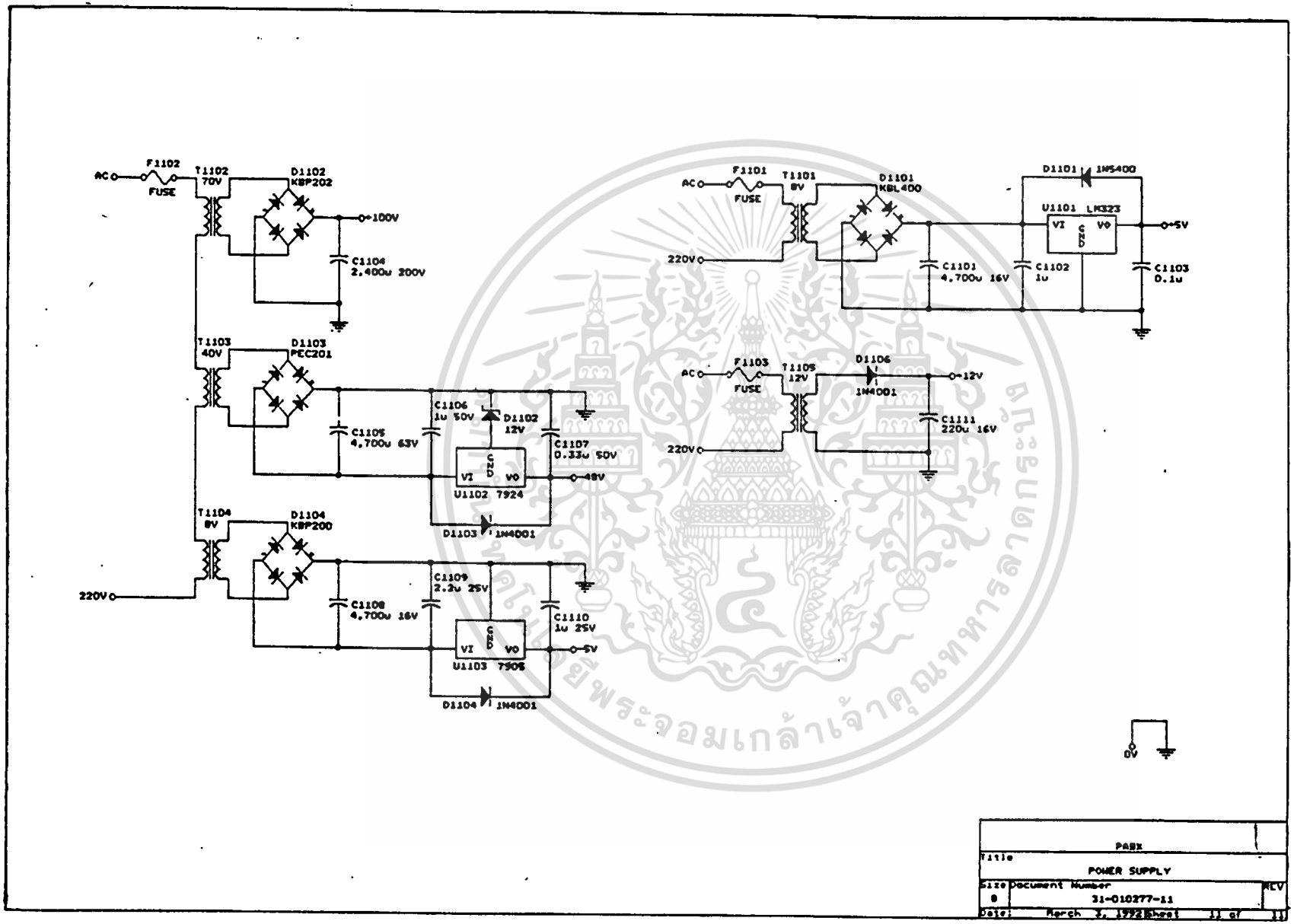
ภาพที่ 6.8 วงจรส่วนกำเนิดสัญญาณความถี่โทรศัพท์



ภาพที่ 6.9 วงจรส่วนเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 6.10 วงจรส่วนอินพุทและเอาท์พุทพอร์ท



ภาพที่ 6.11 วงจรส่วนแหล่งจ่ายไฟ

บทที่ 7
หลักการทำงานและแผนภูมิของโปรแกรม

7.1 หลักการทำงานของโปรแกรม

7.1.1 หลักการทำงานของโปรแกรมหลัก (Main)

การทำงานของโปรแกรมในจะเริ่มจากการเซ็ทค่าเริ่มต้น คือ การเซ็ทพอร์ทควบคุมของ 8255 การดีสเอเบิลสัญญาณเรียก การรีเซ็ทเมตริกซ์สวิตช์ การเซ็ทรีเลย์ให้คู่สายโทรศัพท์ภายนอกต่ออยู่กับส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก และเซ็ทค่า EXT_FG, XRING, CH_FG, INTX_FG ของเครื่องโทรศัพท์สายในทั้ง 16 เครื่อง ให้อยู่ในสถานะเริ่มต้นที่ไม่มีการใช้งาน เมื่อเซ็ทค่าเริ่มต้นแล้วจะทำการตรวจสอบสายนอก และตรวจสอบสายในทั้ง 16 เครื่อง จากนั้นจะวนกลับไปตรวจสอบสายนอกอีก เช่นนี้เรื่อยไป

7.1.2 หลักการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบสายนอก (Main External)

เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับตรวจสอบสถานะของสายนอก โดยการตรวจสอบจาก EXT_FG ถ้าสายนอกไม่มีการใช้งานจะเข้าสู่โปรแกรมย่อย E_FREE แต่ถ้าสายนอกมีการใช้งานอยู่ จะต้องทำการเช็ค EXT_FG อีกครั้งว่าในขณะนั้นสายนอกกำลังติดต่อกับเครื่องลูก (คุยอยู่) หรือกำลังเรียกเครื่องลูก (เครื่องลูกยังไม่ยกหูรับหรือไม่ตอบสนองการเรียกนั้น) โดยถ้าเป็นการคุยอยู่จะเรียกโปรแกรมย่อย E_TALK แต่ถ้ายังไม่ตอบสนองจะเรียกโปรแกรมย่อย E_NORESP

7.1.3 หลักการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบสายใน (Main Internal)

เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับตรวจสอบสถานะของเครื่องลูกทั้ง 16 เครื่อง โดยการเช็คจาก INT_FG ว่าขณะนั้นมีการใช้งานอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีการใช้งานการทำงานจะเข้าสู่โปรแกรมย่อย I_FREE แต่ถ้ามีการใช้งานอยู่จะเช็คว่ากำลังคุยอยู่หรือไม่ ในกรณีที่คุยอยู่ให้เรียกโปรแกรมย่อย I_TALK แต่ถ้าไม่ใช่จะต้องเช็คอีกว่าเป็นกรณีที่โทรไปยังเครื่องลูกแล้วเครื่องลูกนั้นไม่ว่าง ก็ให้เรียกโปรแกรมย่อย I_IGNORE หรือถ้าอยู่ในสถานะกำลังเรียกเครื่องลูกอยู่ และเครื่องลูกที่กำลังตรวจสอบอยู่นี้เป็นฝ่ายโทร ให้เรียกโปรแกรมย่อยI_NORESPT แต่ถ้าเป็นฝ่ายรับก็ให้เรียกโปรแกรมย่อย I_NORESPR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 ค่า FLAG ที่ใช้

7.2.1 EXT_FLAG คือ ค่าแฟล็กที่ใช้แสดงสถานะการใช้งานของสายนอกดังนี้

บิทที่ 7 มีค่าเป็น 0 หมายถึง ไม่มีการใช้งาน (ว่าง)

มีค่าเป็น 1 หมายถึง มีการใช้งาน (ไม่ว่าง)

บิทที่ 6 มีค่าเป็น 0 หมายถึง อยู่ในระหว่างการเรียกเครื่องลูกอื่น (ไม่ตอบสนอง)

มีค่าเป็น 1 หมายถึง อยู่ในช่วงการคุยอยู่

บิทที่ 5 - บิทที่ 2 หมายถึง เครื่องลูกที่กำลังติดต่ออยู่กับสายนอก

มีค่าเป็น 0000 คือ เครื่องลูกที่ 1

มีค่าเป็น 0001 คือ เครื่องลูกที่ 2

มีค่าเป็น 0010 คือ เครื่องลูกที่ 3

มีค่าเป็น 0011 คือ เครื่องลูกที่ 4

มีค่าเป็น 0100 คือ เครื่องลูกที่ 5

มีค่าเป็น 0101 คือ เครื่องลูกที่ 6

มีค่าเป็น 0110 คือ เครื่องลูกที่ 7

มีค่าเป็น 0111 คือ เครื่องลูกที่ 8

มีค่าเป็น 1000 คือ เครื่องลูกที่ 9

มีค่าเป็น 1001 คือ เครื่องลูกที่ 10

มีค่าเป็น 1010 คือ เครื่องลูกที่ 11

มีค่าเป็น 1011 คือ เครื่องลูกที่ 12

มีค่าเป็น 1100 คือ เครื่องลูกที่ 13

มีค่าเป็น 1101 คือ เครื่องลูกที่ 14

มีค่าเป็น 1110 คือ เครื่องลูกที่ 15

มีค่าเป็น 1111 คือ เครื่องลูกที่ 16

บิทที่ 1 ไม่ใช้

บิทที่ 0 ไม่ใช้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

7.2.2 INT_FG คือ ค่าแฟล็กที่ใช้แสดงสถานะการใช้งานของเครื่องลูก ดังนี้

บิทที่ 7 มีค่าเป็น 0 หมายถึง ไม่มีการใช้งาน (ว่าง)

มีค่าเป็น 1 หมายถึง มีการใช้งาน (ไม่ว่าง)

บิทที่ 6 - บิทที่ 5 หมายถึง สถานะของเครื่องลูก

มีค่าเป็น 00 คือ อยู่ในระหว่างการเรียกเครื่องลูกเครื่องอื่น

มีค่าเป็น 01 คือ อยู่ในช่วงการคุยอยู่

มีค่าเป็น 10 คือ อยู่ในช่วงการเรียกเครื่องลูกเครื่องอื่นแต่เครื่องลูกนั้นไม่ว่าง

บิทที่ 4 มีค่าเป็น-0 หมายถึง เครื่องลูกเป็นฝ่ายโทร

มีค่าเป็น-1 หมายถึง เครื่องลูกเป็นฝ่ายรับ

บิทที่ 3 - บิทที่ 0 หมายถึง เครื่องลูกฝ่ายตรงข้าม

ถ้าบิทที่ 4 มีค่าเป็นเป็น 0 บิทที่ 3-0 จะระบุฝ่ายรับ

ถ้าบิทที่ 4 มีค่าเป็นเป็น 1 บิทที่ 3-0 จะระบุฝ่ายโทร

7.2.3 CH_FLAG คือ ค่าแฟล็กที่แสดงสถานะการใช้งานของแชนแนลทั้ง 5 แชนแนล ดังนี้

บิทที่ 7 มีค่าเป็น 0 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 1 ว่าง

มีค่าเป็น 1 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 1 ไม่ว่าง

บิทที่ 6 มีค่าเป็น 0 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 2 ว่าง

มีค่าเป็น 1 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 2 ไม่ว่าง

บิทที่ 5 มีค่าเป็น 0 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 3 ว่าง

มีค่าเป็น 1 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 3 ไม่ว่าง

บิทที่ 4 มีค่าเป็น 0 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 4 ว่าง

มีค่าเป็น 1 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 4 ไม่ว่าง

บิทที่ 3 มีค่าเป็น 0 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 5 ว่าง

มีค่าเป็น 1 หมายถึง สถานะของแชนแนลที่ 5 ไม่ว่าง

บิทที่ 2 ไม่ใช้

บิทที่ 1 ไม่ใช้

บิทที่ 0 ไม่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การอ้างอิงถึงเอกสารนี้ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ด้วย

7.2.4 CH1_FLAG - CH5_FG คือ ค่าแฟล็กที่แสดงว่าเครื่องลูกใดใช้

แชนแนลนั้นๆ อยู่
บิทที่ 7 - บิทที่ 4 หมายถึง เครื่องลูกที่เป็นฝ่ายโทร
บิทที่ 3 - บิทที่ 0 หมายถึง เครื่องลูกที่เป็นฝ่ายรับ

7.3 ตัวแปรที่ใช้

7.3.1 INTR คือ ตัวแปรที่ใช้แสดงว่าเครื่องลูกใดกำลังใช้งานอยู่

7.3.2 IHOOK คือ ตัวแปรที่ใช้แสดงสถานะการยกหูของเครื่องลูก

7.3.3 IRING คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าสำหรับการอินาเบิลสัญญาณเรียก ให้แก่เครื่องลูกที่กำลังใช้งานอยู่

7.3.4 ICS คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าชิพซีเล็คและสโตรบของเมตริกซ์สวิตซ์

7.3.5 XRING คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าที่ใช้ในการอินาเบิลสัญญาณเรียก ให้แก่เครื่องลูกปลายทาง

7.3.6 XINT คือ ตัวแปรที่ใช้แสดงว่าเครื่องลูกใดเป็นเครื่องลูกปลายทาง

7.3.7 XRGBK คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าที่ใช้ในการอินาเบิลสัญญาณเรียกกลับให้แก่เครื่องลูกปลายทาง

7.3.8 XCS คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าชิพซีเล็ค และสโตรบของเมตริกซ์สวิตซ์สำหรับสัญญาณเรียกและสัญญาณเรียกกลับ

7.3.9 ESW คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสของเมตริกซ์สวิตซ์ สำหรับการตัดต่อสายนอกให้แก่เครื่องลูกที่ต้องการติดต่อกับสายนอกนั้น

7.3.10 ECS คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าชิพซีเล็ค และสโตรบของเมตริกซ์สวิตซ์สำหรับการตัดต่อสายนอกให้แก่เครื่องลูกที่ต้องการติดต่อกับสายนอกนั้น

7.3.11 BUSY คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสของเมตริกซ์สวิตซ์สำหรับการตัดต่อสัญญาณไม่ว่างให้แก่เครื่องลูก

7.3.12 RINGBK คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสของเมตริกซ์สวิตซ์ สำหรับการตัดต่อสัญญาณเรียกกลับให้แก่เครื่องลูก

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3.13 DIAL คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสของเมตริกซ์สวิตซ์สำหรับการ

ตัดต่อสัญญาณให้หมุนกลับให้แก่เครื่องลูก

7.3.14 RING1_8 คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าสำหรับการอินาเบิลสัญญาณเรียกให้แก่เครื่องลูกที่ 1-8

7.3.15 RING8_16 คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าสำหรับการอินาเบิลสัญญาณเรียกให้แก่เครื่องลูกที่ 9-16

7.3.16 TIME คือ ตัวแปรที่ใช้กำหนดค่าเวลาที่ให้สัญญาณไม่ว่าง

7.3.17 DTMF คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสของเมตริกซ์สวิตซ์ เพื่อให้ความถี่ของเลขหมายโทรศัพท์ที่ถูกกด ถูกนำไปถอดรหัสค่าตัวเลข

7.3.18 INT_NO คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าหมายเลขที่กด

7.3.19 TRAS คือ ตัวแปรที่ใช้แสดงว่าเครื่องใดเป็นฝ่ายโทร (หรือผู้เรียก)

7.3.20 RECE คือ ตัวแปรที่ใช้แสดว่าเครื่องใดเป็นฝ่ายปลายทาง (หรือผู้รับ)

7.3.21 TRANM คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสทางคอลัมน์ของเมตริกซ์สวิตซ์ของเครื่องลูกฝ่ายโทร

7.3.22 RECIV คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสทางคอลัมน์ของเมตริกซ์สวิตซ์ของเครื่องลูกฝ่ายปลายทาง

7.3.23 CH_A1 คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสของเมตริกซ์สวิตซ์สำหรับการตัดต่อแชนแนลทางผ่านของสัญญาณเสียงเข้ากับด้านส่งของเครื่องลูกฝ่ายหนึ่งที่กำลังติดต่อกันอยู่

7.3.24 CH_A2 คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสของเมตริกซ์สวิตซ์สำหรับการตัดต่อแชนแนลทางผ่านของสัญญาณเสียงเข้ากับด้านรับของเครื่องลูกอีกฝ่ายหนึ่งที่กำลังติดต่อกันอยู่

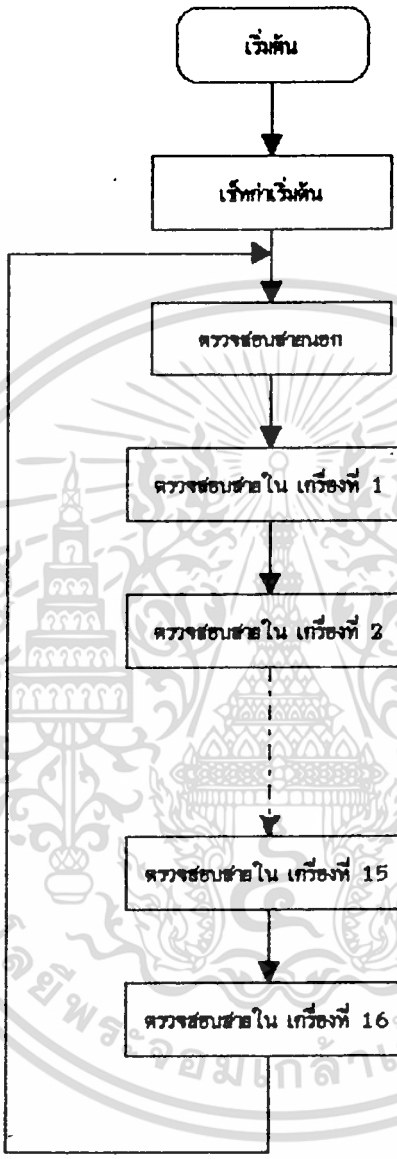
7.3.25 CH_B1 คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสของเมตริกซ์สวิตซ์สำหรับการตัดต่อแชนแนลทางผ่านของสัญญาณเสียงเข้ากับด้านรับของเครื่องลูกฝ่ายหนึ่งที่กำลังติดต่อกันอยู่

7.3.26 CH_B2 คือ ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าแอสเดรสของเมตริกซ์สวิตซ์สำหรับการตัดต่อแชนแนลทางผ่านของสัญญาณเสียงเข้ากับด้านส่งของเครื่องลูกอีกฝ่ายหนึ่งที่กำลังติดต่อกันอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

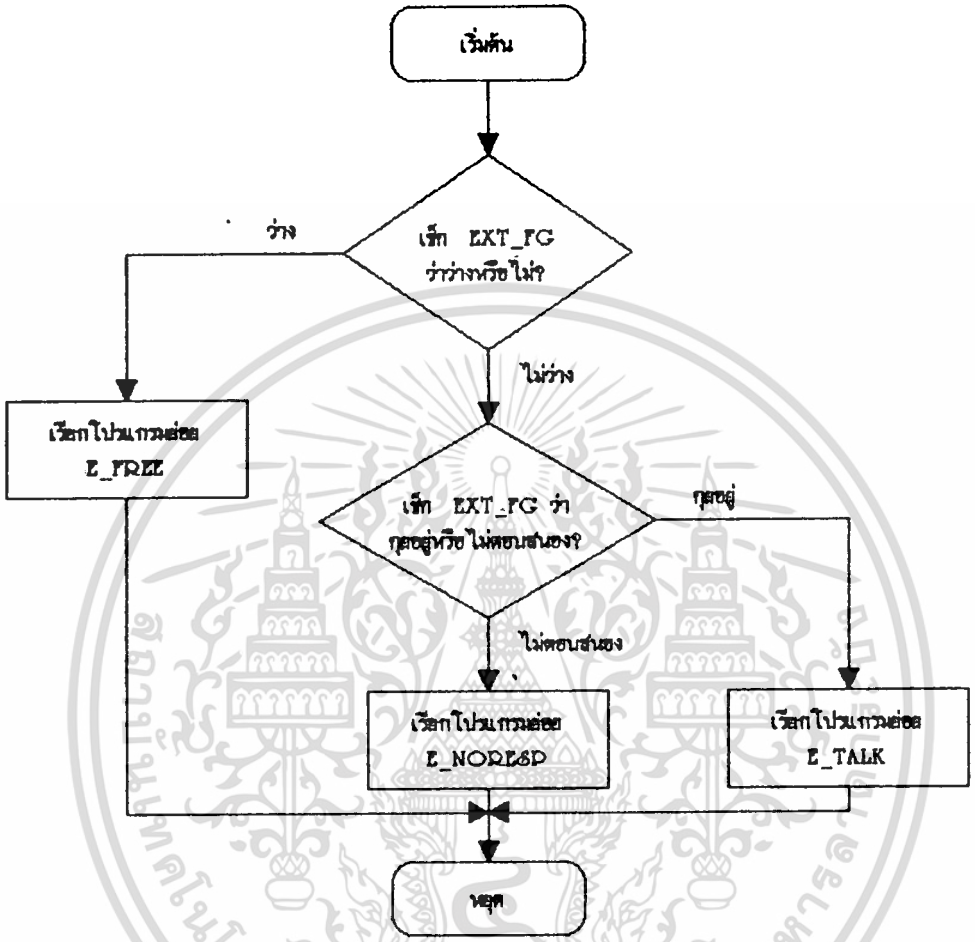
แผนภูมิของโปรแกรม

MAIN FLOWCHART



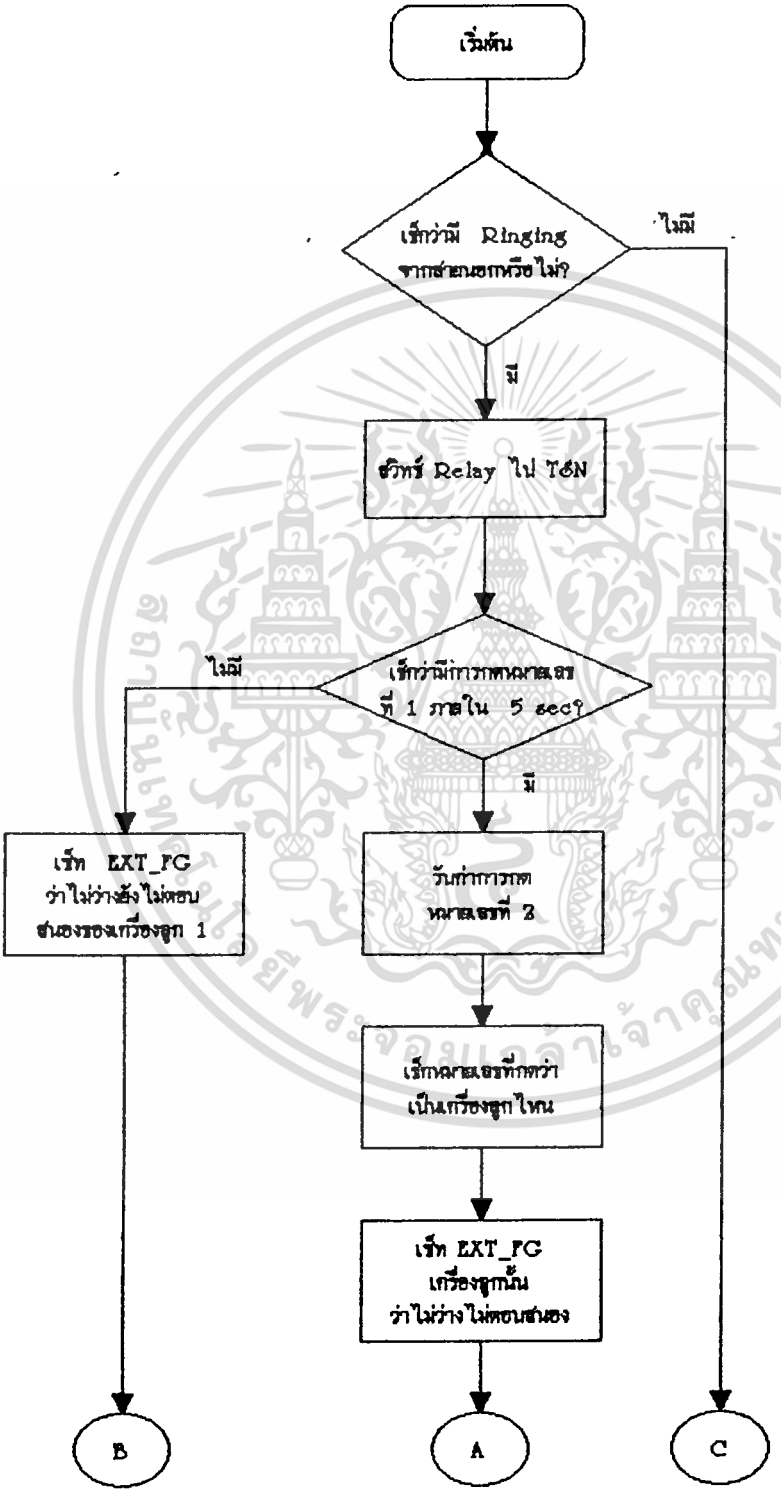
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN EXTERNAL

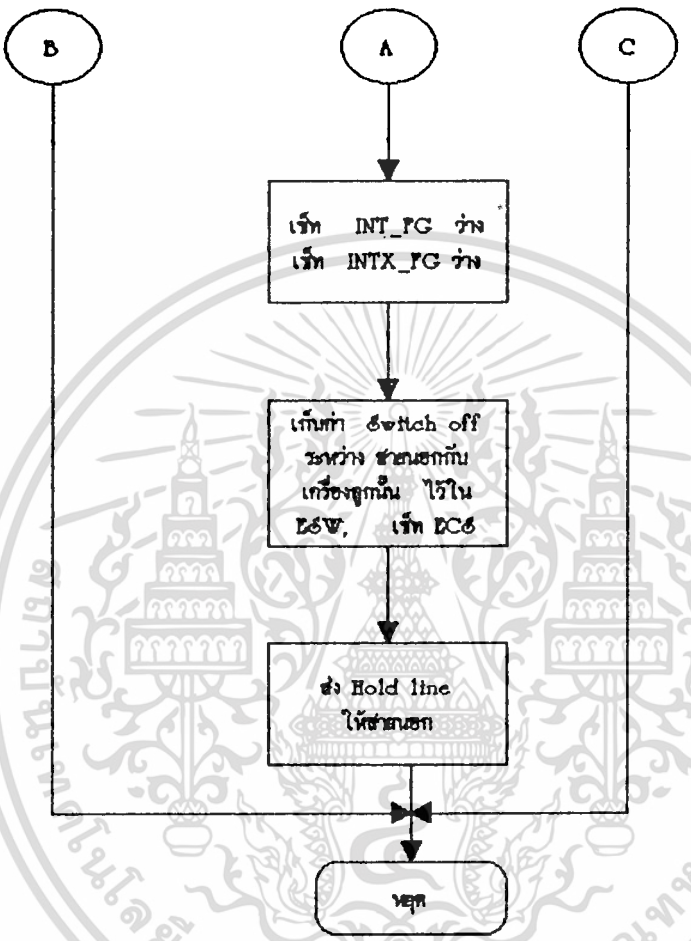


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E_FREE

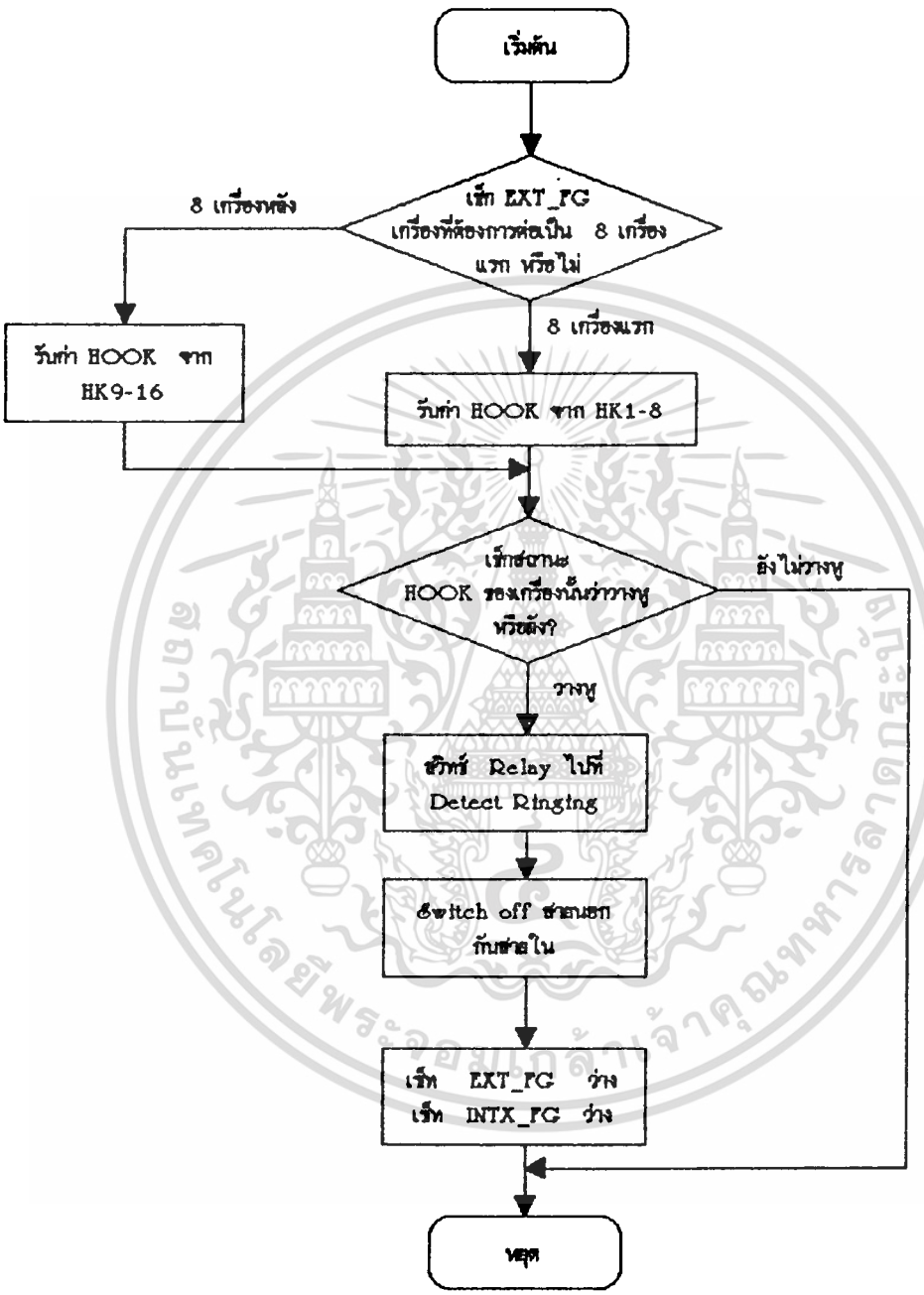


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



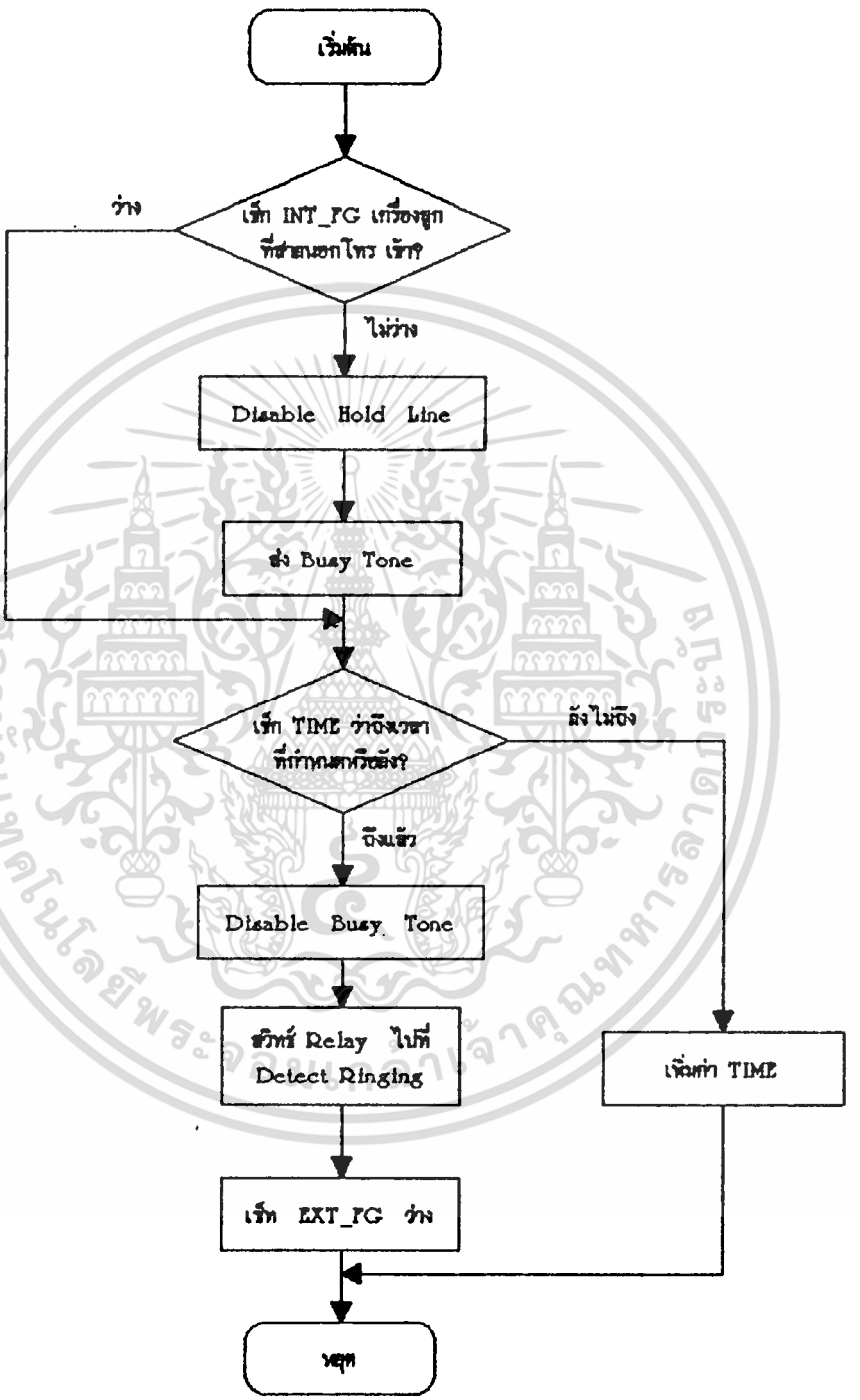
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E_TALK



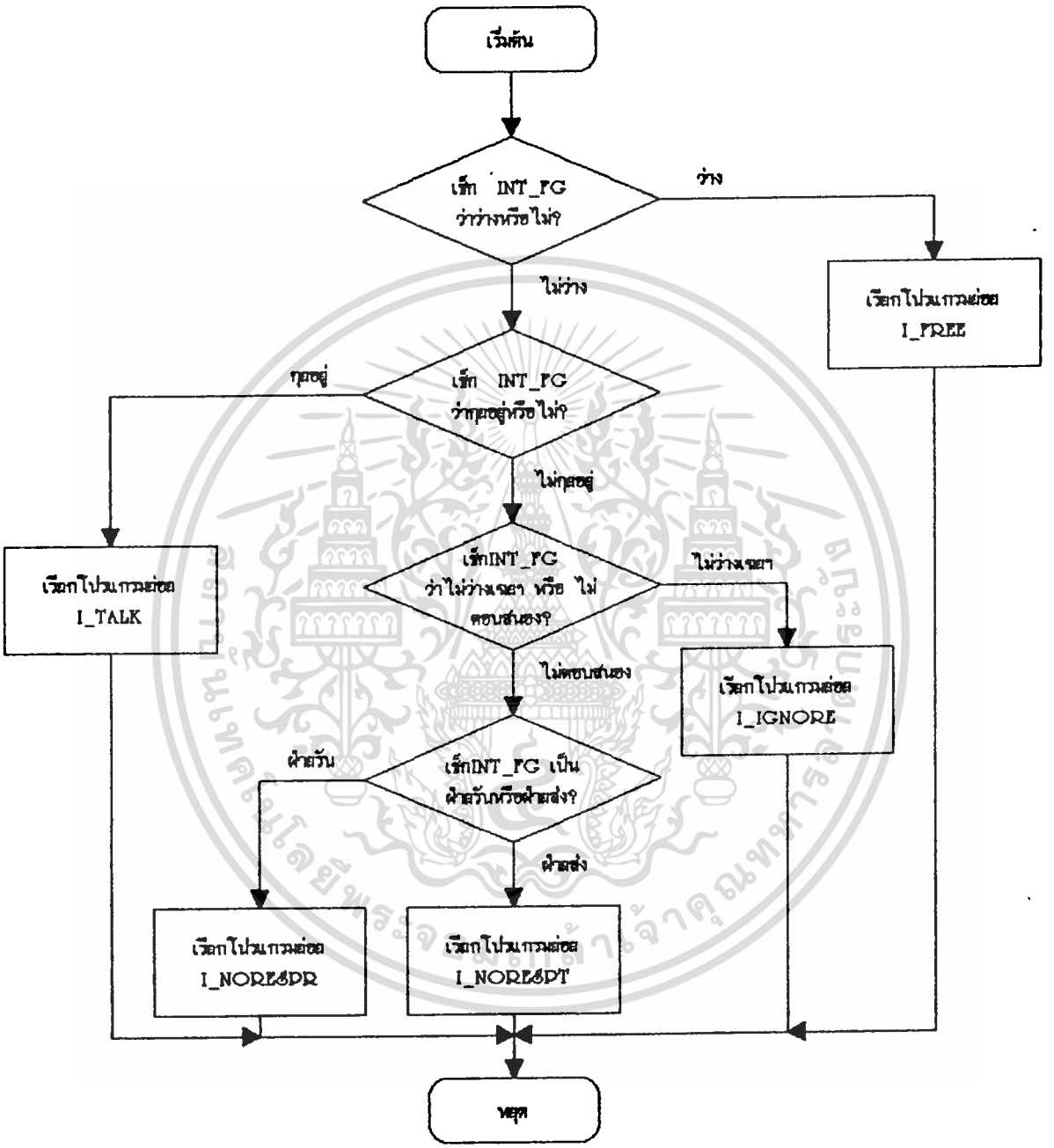
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E_NORESP



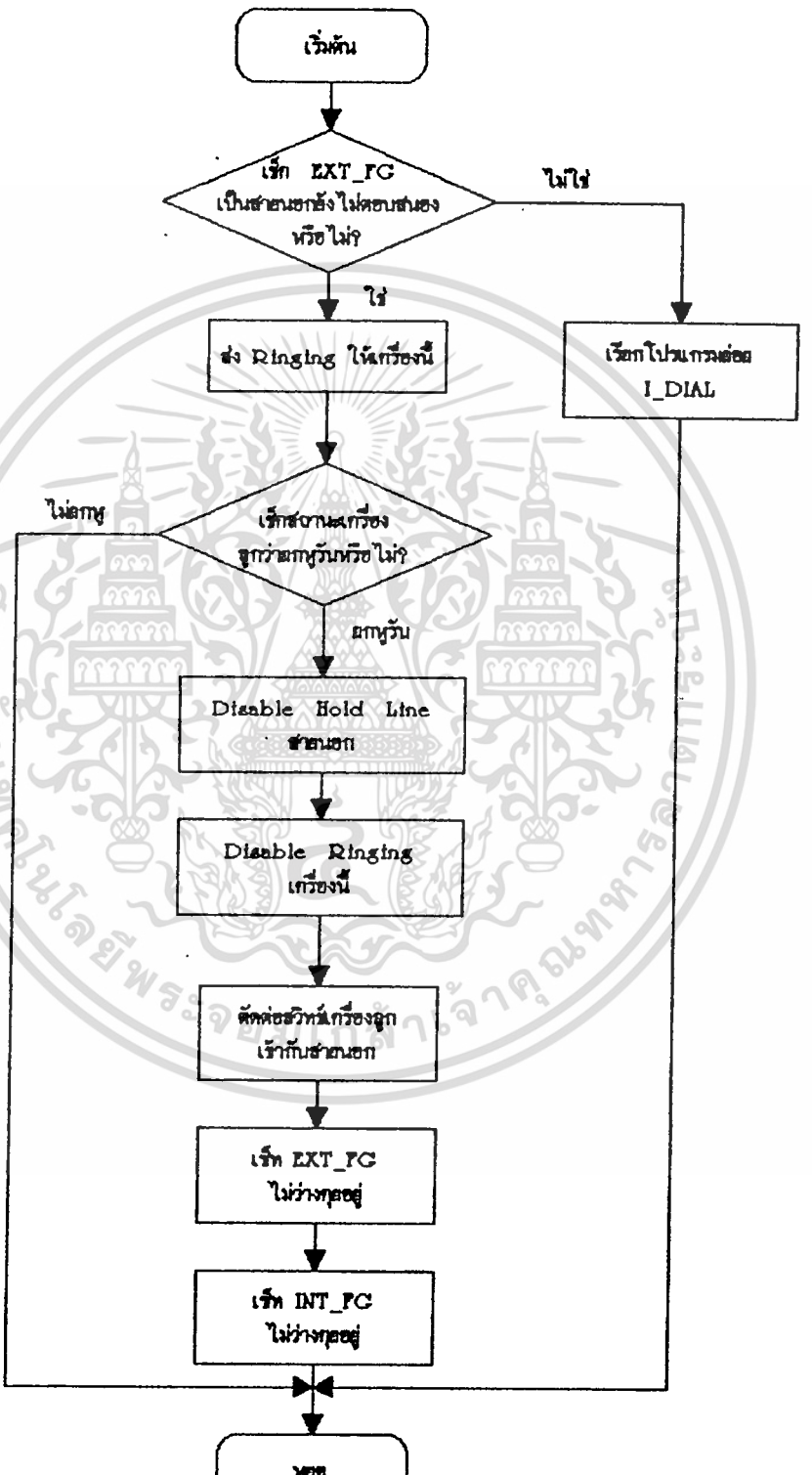
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN INTERNAL



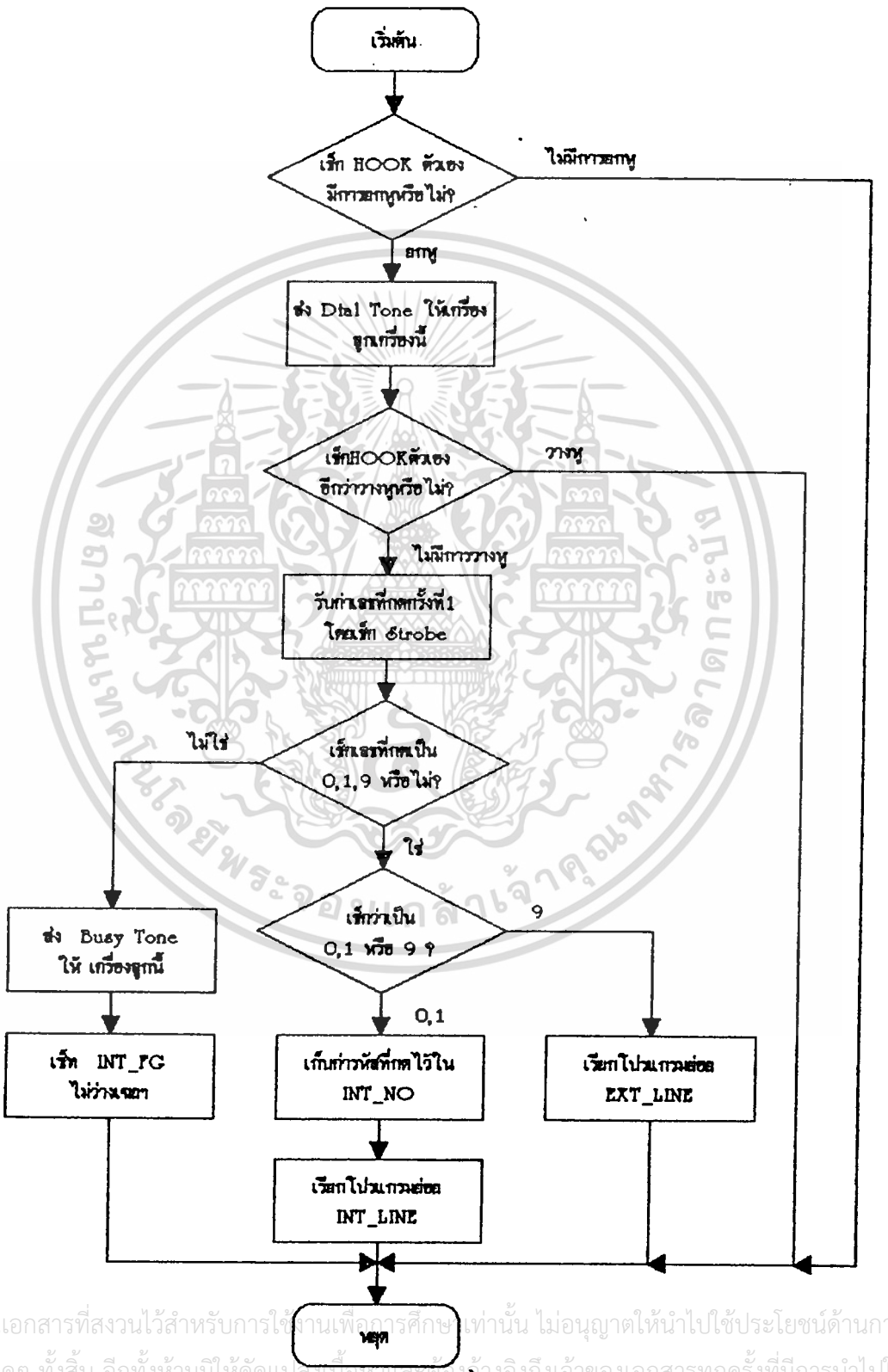
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I_FREE



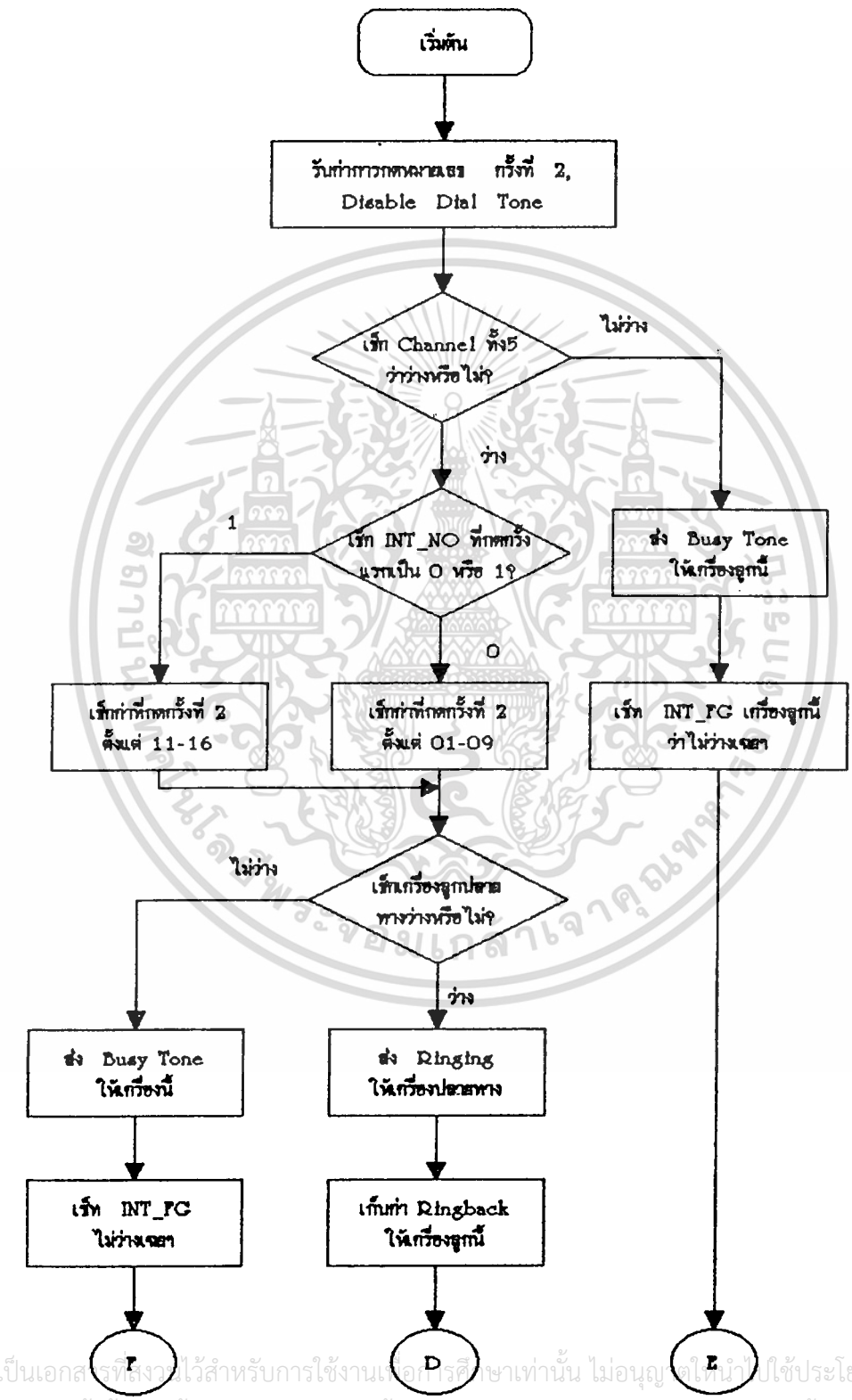
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I_DIAL

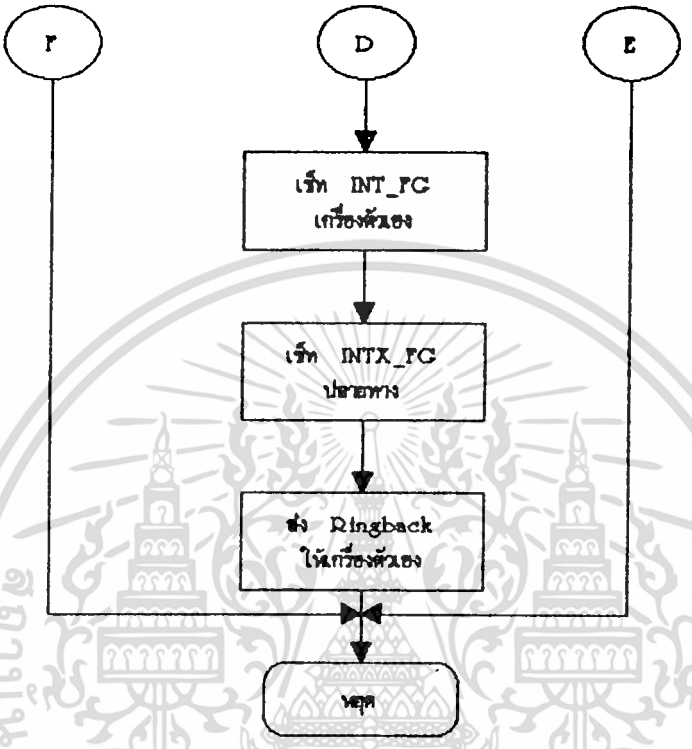


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INT_LINE

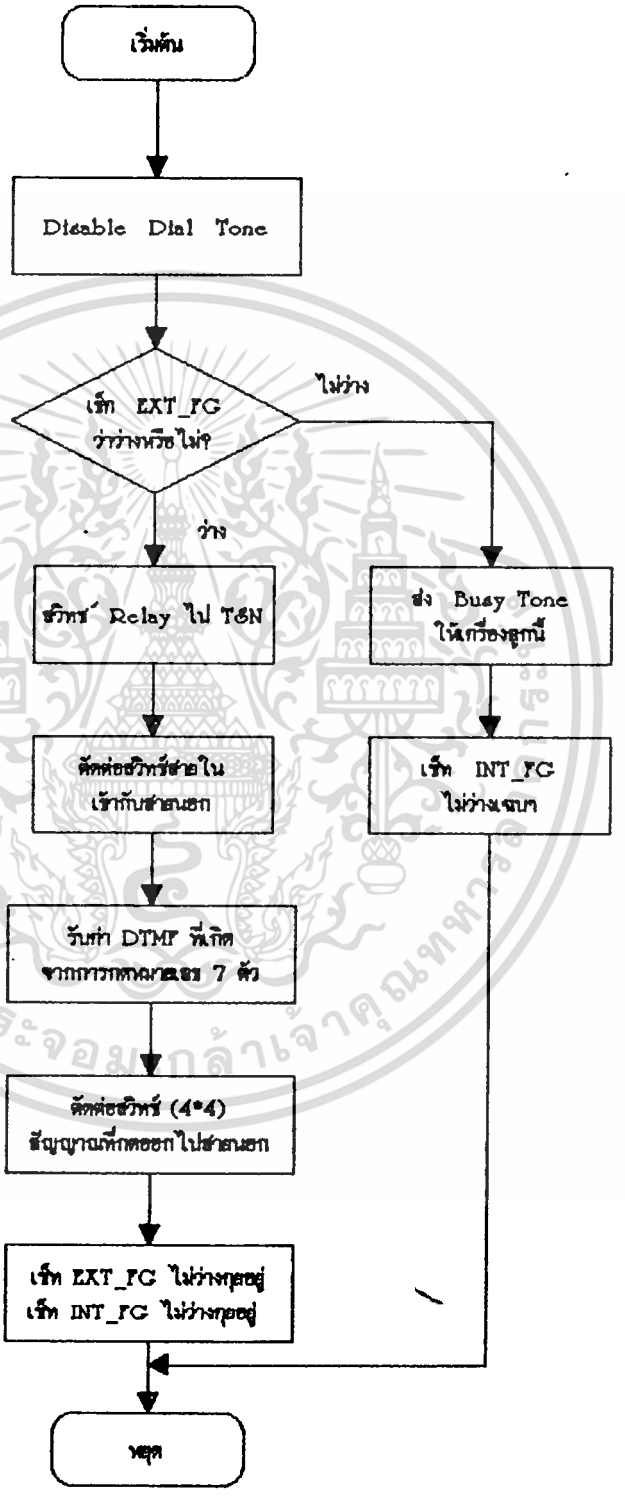


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



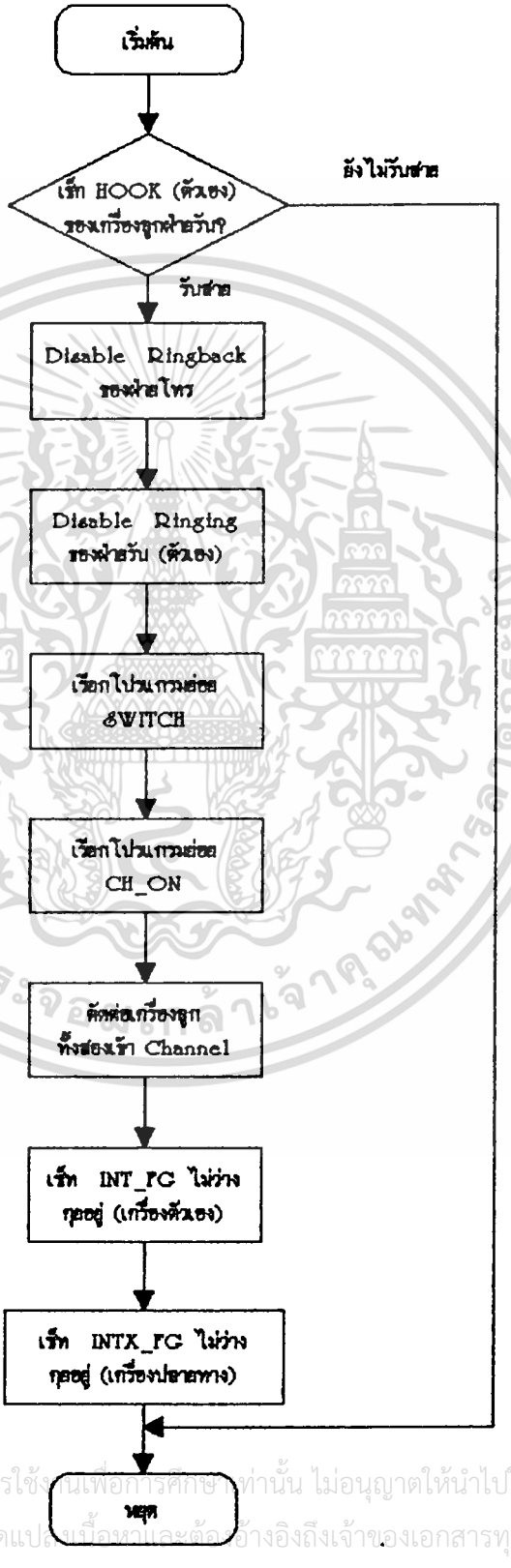
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXT_LINE



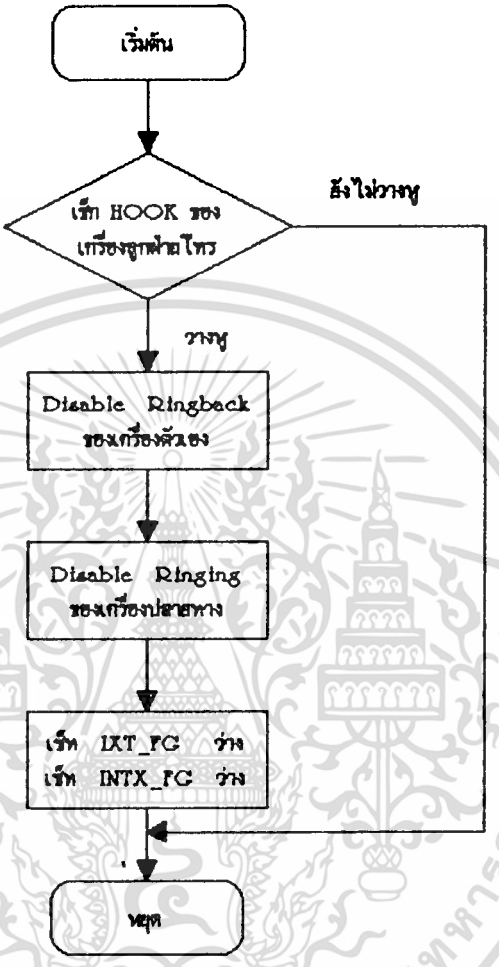
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I_NORESPR



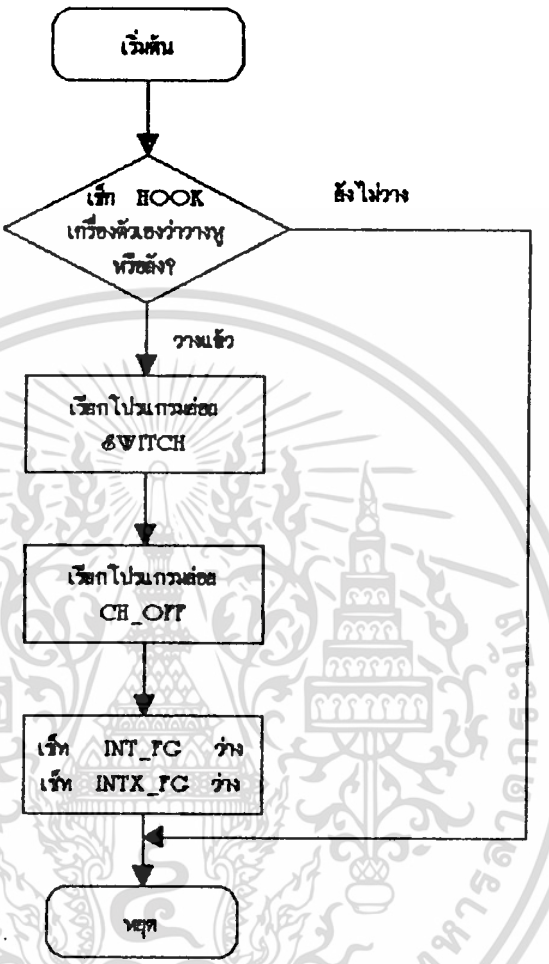
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I_MORE&PT



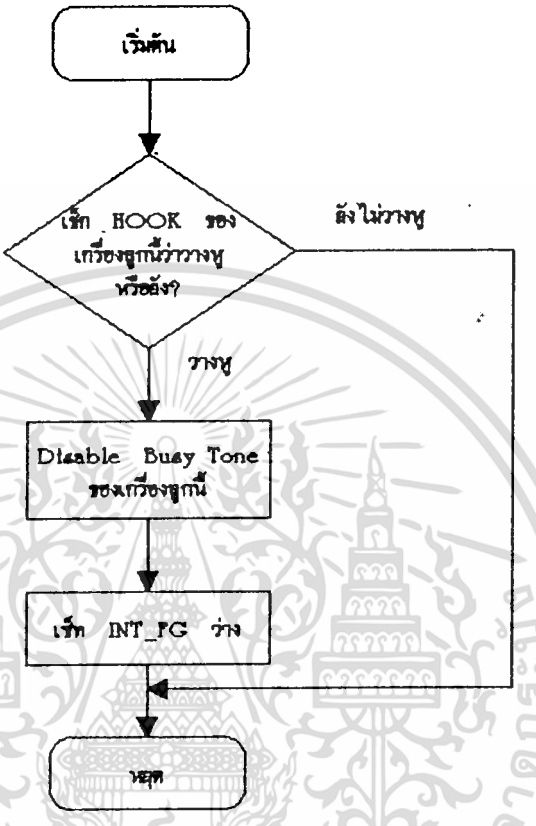
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I_TALK



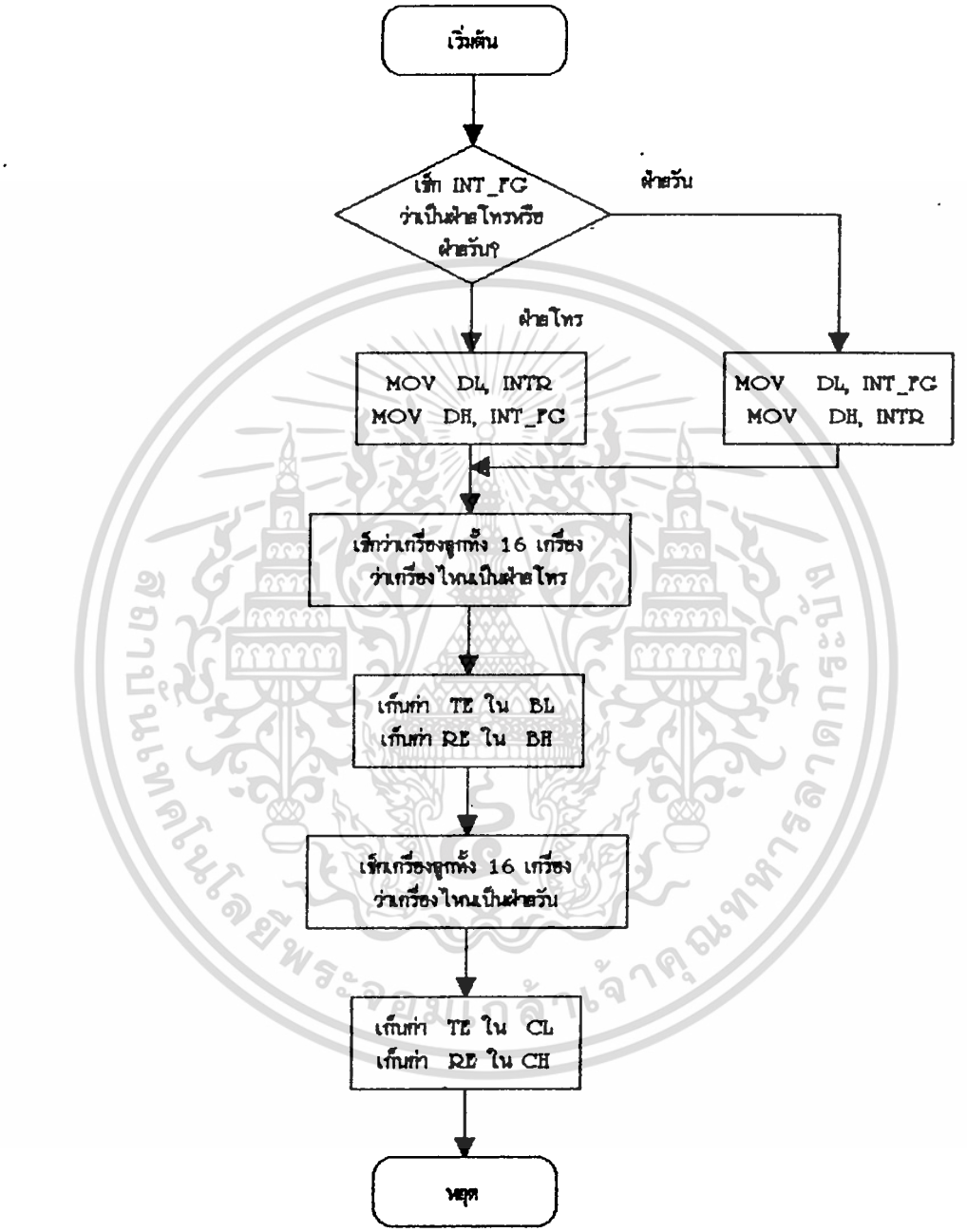
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I_IGNORE



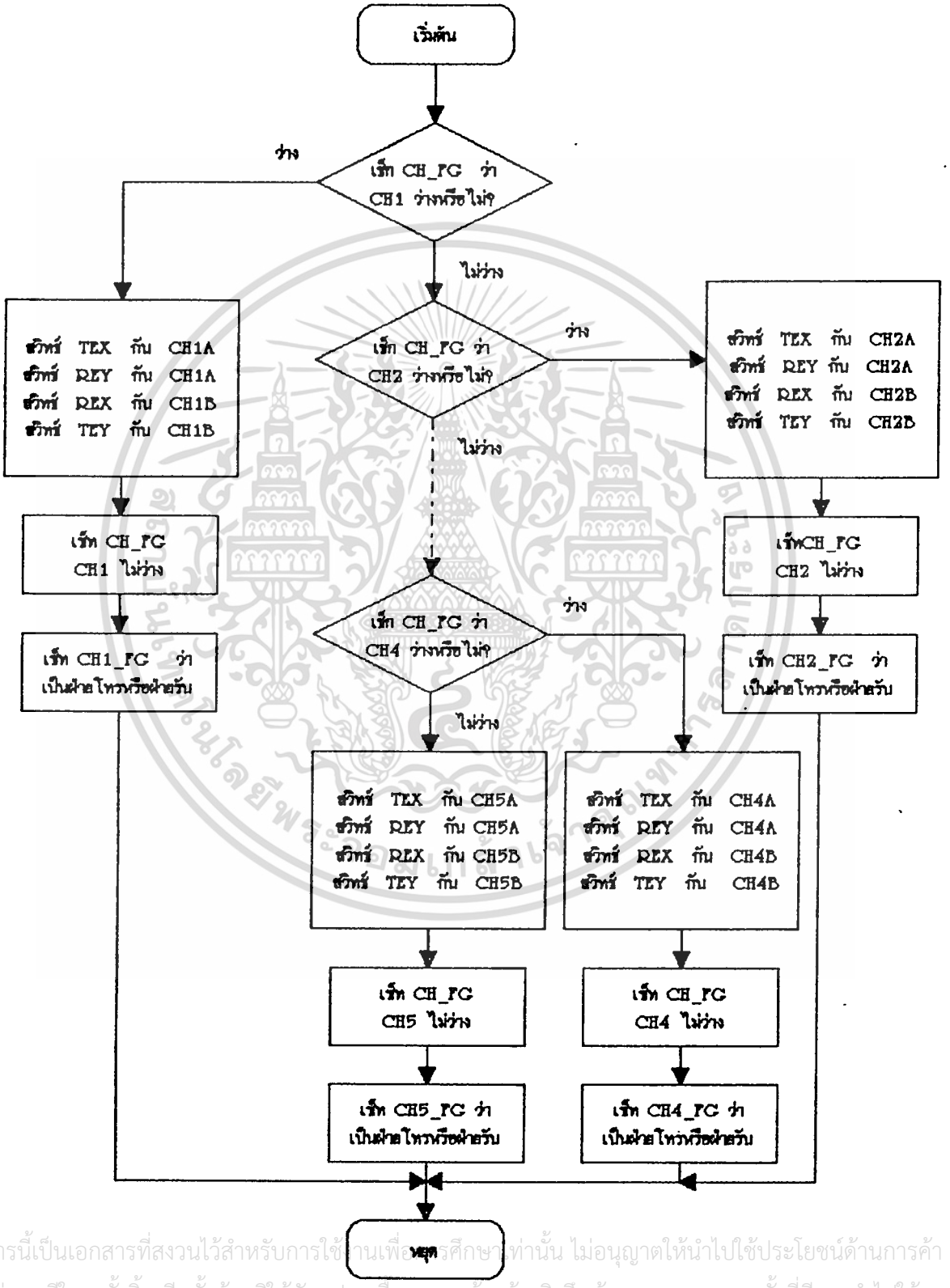
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCH



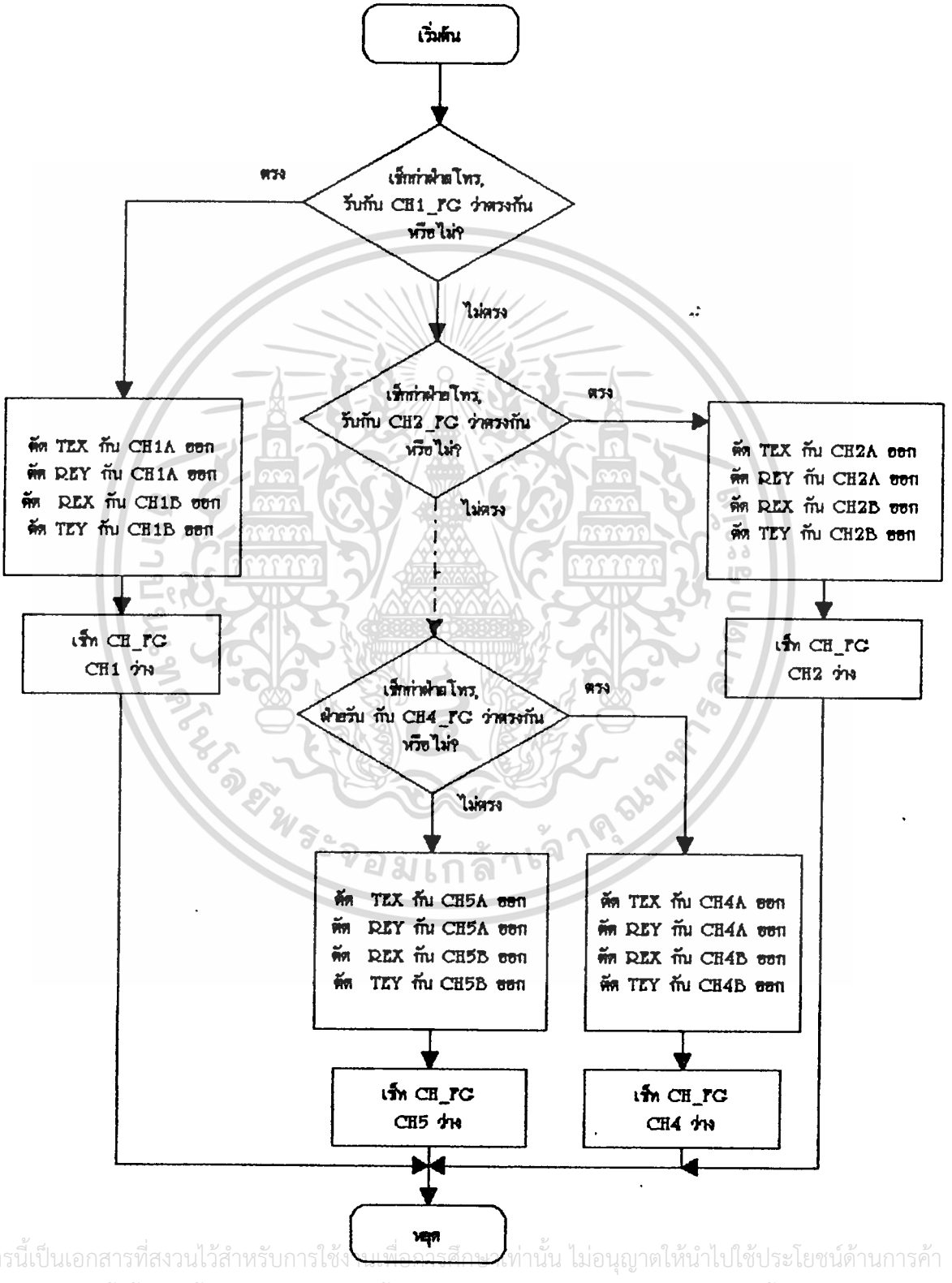
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CH_ON



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CH_OFF



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

ผลการทดลองและสรุป

8.1 ผลการทดลอง

การทดลองผลการทำงานของโครงงานตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ แบ่งได้เป็น 3 กรณีดังนี้

1.การติดต่อระหว่างสายในกับสายใน กรณีนี้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องลูกสายในด้วยกันได้โดยการกดหมายเลข 2 ตัว คือ 01-04 ซึ่งผลการทดลองของการติดต่อสายในด้วยกันนี้จะคุยกันได้ชัดเจนพอสมควร และมีสัญญาณรบกวนน้อยมาก

2.กรณีสายในโทรออกสายนอก ผู้ใช้สามารถคุยติดต่อถึงกันได้ แต่เสียงที่สายในได้ยินจะค่อนข้างเบา ส่วนสายนอกสามารถได้ยินชัดเจน และในระหว่างการติดต่อยังคงมีสัญญาณรบกวนอยู่ตลอดเวลา

3.กรณีสายนอกโทรเข้าสายใน ผู้ใช้สามารถเลือกเครื่องลูกที่ต้องการติดต่อได้เอง และในกรณีที่ไม่ได้กดเลือกเครื่องลูกเครื่องใด สัญญาณเรียกจะไปดังที่เครื่องลูกที่ 1 และในระหว่างการติดต่อยังคงมีสัญญาณรบกวนอยู่เช่นกัน

8.2 สรุป

โครงงานตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่ได้จัดทำขึ้นนี้ สามารถใช้คุยติดต่อถึงกันได้ แต่ยังคงมีสัญญาณรบกวนแทรกอยู่ และฟังก์ชันการทำงานยังไม่สมบูรณ์พอ เช่น ยังไม่มีฟังก์ชันการโอนสาย การประชุมร่วม เป็นต้น ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาได้ต่อไป และผู้จัดทำได้ทำการสร้างระบบทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์ และ ซอฟท์แวร์ เพื่อให้สามารถขยายสายในได้เป็น 16 คู่สายอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประภากร สุวรรณะ ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ยุทธนา คิดใจเดียว ซึ่งทุกท่านได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนวิทยานิพนธ์นี้มาโดยตลอด รวมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1.ธวัชชัย เลื่อนฉวี, "เทคโนโลยีโทรศัพท์", ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, บางกอกน้อย กรุงเทพ

2.ธานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์ และ ทินกร ดุ๊ก, "การอินเทอร์เฟส", ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์, พระนคร กรุงเทพ

3.บรรณาธิการ, "ไอซีน่าสน MT8870", เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ซีเอ็ดยูเคชั่น, ฉบับที่ 88 กันยายน-ตุลาคม 2531, หน้า 210-214

4.มนูญ สุขเกษม, ไฟฟ้าสื่อสาร, "ตู้สาขาภายในอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ", การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 1, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา, มิถุนายน 2521, หน้า 2-5-1 ถึง 2-5-7

5.มนูญ สุขเกษม, "วิศวกรรมโทรเลขและโทรศัพท์", บริษัท อิเล็กทรอนิกส์เวิลด์ จำกัด, พญาไท กรุงเทพ

6.หัสรังสี ศิริวิมลวรรณ, อภิชาติ พัฒนไพรสณฑ์, อาทิตย์ จิตต์จุฬนนท์ และ วีรศักดิ์ วิทวัสกุล (เรียบเรียง), "เทคนิคการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้สำหรับเครื่อง IBM PC",ซีเอ็ดยูเคชั่น 2532

7.David F.Stout, "Microcomputer Applications in Telephony", Microprocessor Applications Handbook,McGraw-Hill.Inc., 1981, pp.9-1 to 9-2

8.Motorola Technical Information Center, "Motorola Telecommunications Device Data, Motorola.Inc.,U.S.A., 1989

9.Peter Norton and John Socha,"Peter Norton's Assembly Language Book For The IBM PC", Brady Utilities , Simon & Schuster. Inc., 1986

10.Russell Rector and Geoge Alexy, "The 8086 Book Includes The 8088", McGraw-Hill.Inc., 1980

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้