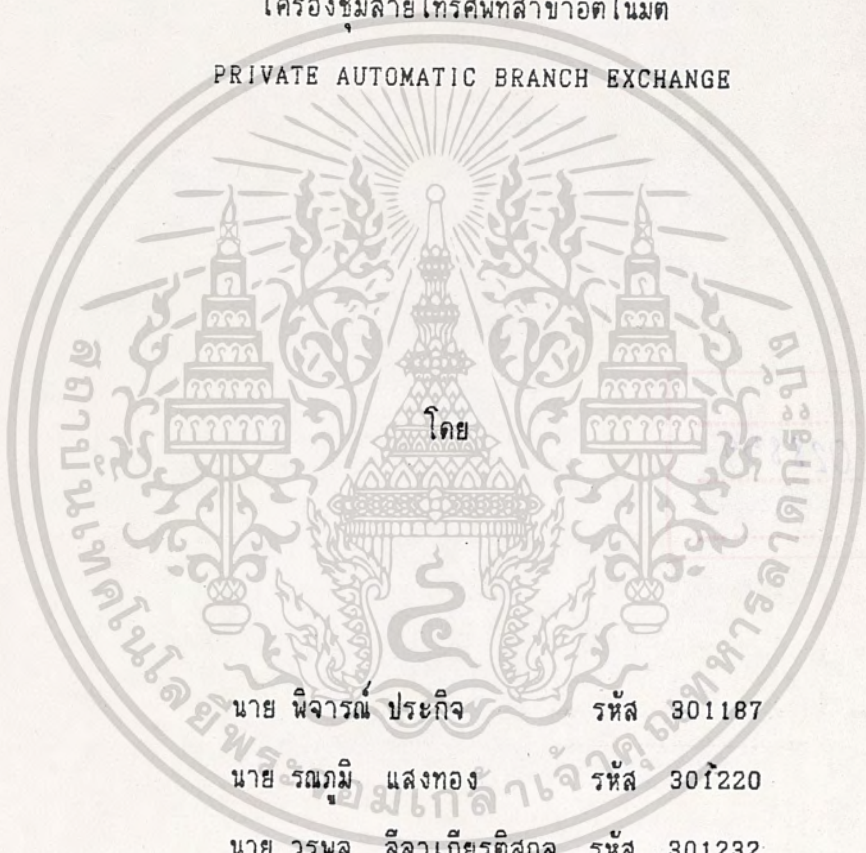




ปีการศึกษา 2533

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE



นาย พิจารณ ประกิจ รหัส 301187

นาย รณภูมิ แสงทอง รหัส 301220

นาย วรพล สีลาเกียรติสกล รหัส 301232

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.รัตติกกร วรากุลศิริพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
028839  
16. มิ.ย. 2534

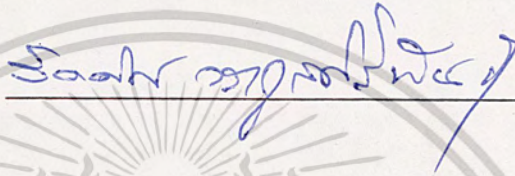
ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2533

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX)

- ผู้จัดทำ 1. นาย พิจารณ์ ประกิจ รหัส 301187  
2. นาย รณภูมิ แสงทอง รหัส 301220  
3. นาย วรพล ลีลาเกียรติสกุล รหัส 301232



อาจารย์ที่ปรึกษา

( ผศ.ดร.รัตติกกร วรากุลศิริพันธ์ )



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

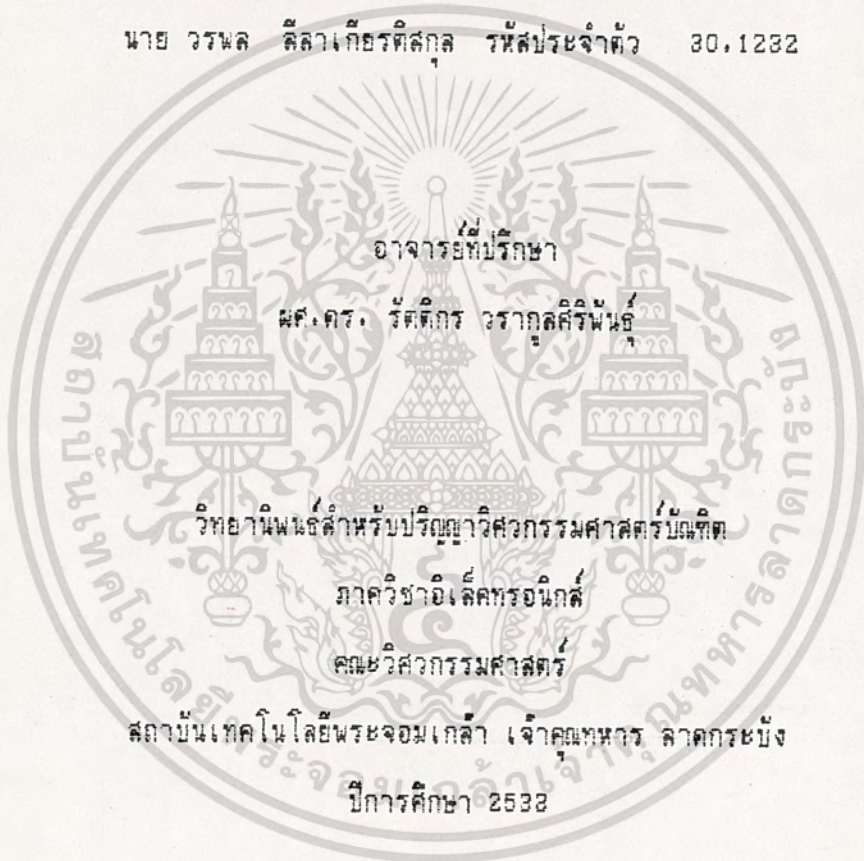
028839

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นาย พิจารณ์ ประภกิจ	รหัสประจำตัว	30.1187
นาย รณภูมิ แสงทอง	รหัสประจำตัว	30.1220
นาย วรพล ลีลาเกียรติสกุล	รหัสประจำตัว	30.1232



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

บทคัดย่อ	1
ABSTRACT	11
บทที่ 1 บทนำและคุณสมบัติของเครื่องขมสายโทรศัพท์	1
บทที่ 2 หลักการทำงาน	2
บทที่ 3 การสร้างและการทดลอง	4
บทที่ 4 โปรแกรมระบบควบคุม	27
บทที่ 5 บทสรุป	35
ภาคผนวก	37
กิตติกรรมประกาศ	45
เอกสารอ้างอิง	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

( PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE or FABX )

นาย	นิจารณ์	ประกิจ	เลขประจำตัว	30.1187
นาย	รณภูมิ	แสงทอง	เลขประจำตัว	30.1220
นาย	วรพล	ลีลาเกียรติสกุล	เลขประจำตัว	30.1232

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.รัตติกง วรากุลศิริพันธุ์

### บทคัดย่อ

ปฏิญานินพนอนี้เสนอเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ แบบเข้า 1 คู่สายขยายออกเป็นเครื่องลูก ๒ เครื่อง ที่มีคุณสมบัติพิเศษในการที่ให้ผู้โทรศัพท์เข้า สามารถติดต่อโดยตรงเข้าเครื่องลูกได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้โอเปอร์เรเตอร์ หรือนักงานต่อสาย ที่ระบบชุมสายโทรศัพท์ทั่วไปยังใช้อยู่โดยการกดเลขหมายต่อจากเลขหมายเดิม เป็นรหัสบอกเบอร์เครื่องลูก

ผลที่ได้ทำให้สามารถประหยัดกำลังคน การติดต่อสื่อสารรวดเร็ว และปลอดภัยกว่าเดิม อีกทั้งในการพัฒนาได้นำเอาระบบไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมด จึงทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์มีประสิทธิภาพสูง ขนาดกระทัดรัด และสะดวกต่อการประยุกต์ใช้งานในกรณีต่างๆ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ที่ทำการพัฒนานี้เหมาะสำหรับการใช้งานในบริษัท หรือสำนักงานขนาดเล็กรวมไปถึงขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE ( PABX )

Mr. PIJARN PRAKIJ CODE 30.1187

Mr. RONNAPOOM SAENGTHONG CODE 30.1220

Mr. WORAPHON LILAKIATTISAKUN CODE 30.1232

ADVISOR ASS.PROF.DR. RUTTIKORN VARAKULSIRIPUN

ABSTRACT

This thesis present a PABX ( Private Automatic Branch Exchange ) system with one external line extended to eight internal line that special capability in direct extension dialing, by pressing no. of subtelephone after later number, are provided.

The result is more economical, more secure, easier and faster operation than the present system. By using microcomputer system to control all operation of this improved PABX system that caused compact size, good reliability, flexibility and easy in application.

In small office or company, this improved PABX is suitable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

## บทนำและคุณสมบัติของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ในปัจจุบัน การสื่อสารด้วยระบบโทรศัพท์เจริญก้าวหน้าและมีความสำคัญ ตลอดจนค่าใช้จ่ายน้อยกว่า เมื่อเทียบกับระบบสื่อสารอื่นๆ เช่น โทรเลข หรือ โทรพิมพ์ และในระบบโทรศัพท์ ก็จำเป็นที่จะต้องมีการมี ชุมสายโทรศัพท์ ในชุมสายโทรศัพท์ขนาดเล็กยังมีการใช้ โอเปอร์เรเตอร์ ในการเชื่อมคู่สายเข้าด้วยกันซึ่งทำให้เสียเวลา และเปลืองกำลังคน ผู้จัดทำ จึงทำเครื่องชุมสายโทรศัพท์แบบไม่ต้องผ่านโอเปอร์เรเตอร์ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

## คุณสมบัติของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

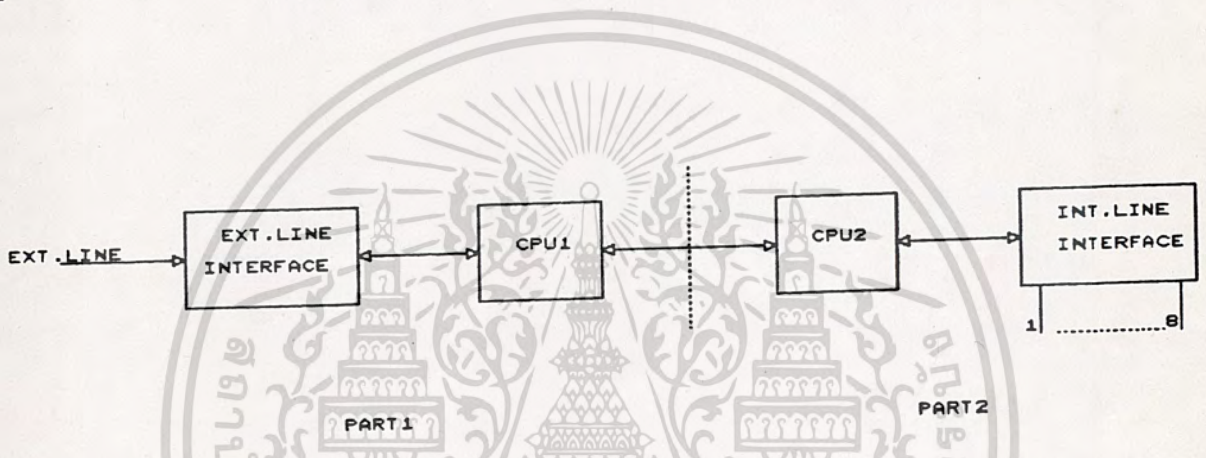
1. ขยายคู่สายโทรศัพท์ของเลขหมายโทรศัพท์เดิม 1 คู่สาย ให้ผู้เข้าสามารถใช้ได้ถึง 8 เครื่องลูก
2. สามารถใช้กับเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มซึ่งให้กำเนิดสัญญาณแบบ DTMF โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องโทรศัพท์แต่อย่างใด
3. สามารถติดต่อเข้ามาจากสายนอก โดยกดหมายเลขเดิม 7 ตัว แล้วจะมีสัญญาณให้กดหมายเลขเพิ่ม ต่อจากนั้นให้กดหมายเลขเพิ่มอีก 2 ตัว 01 ถึง 08 เพื่อต่อเข้ายังเครื่องลูก เครื่องหมายเลข 1 ถึง หมายเลข 8
4. เครื่องลูกสามารถต่อออกสายนอกได้ โดยกดหมายเลข 0 ซึ่งจะทำการโอนสายนอกขององค์การโทรศัพท์ต่อเข้ามายังเครื่องลูกโดยตรง
5. กรณีต้องการต่อสายนอก แต่สายนอกไม่ว่าง สามารถจองสายนอกได้ และมีสัญญาณบอกผู้ที่กำลังใช้สายนอกทราบ
6. กรณีไฟฟ้าดับ เครื่องลูกหมายเลข 1 สามารถใช้งานได้ตามปกติ
7. ถ้าการกดปุ่มติดต่อเข้ามายังเครื่องลูกผิดพลาด จะมีสัญญาณกระดิ่งดังที่เครื่องลูกหมายเลข 1 แทน
8. สามารถกำหนดเวลาในการใช้สายนอกได้
9. เครื่องลูกสามารถติดต่อกันเองภายในได้ โดยกดหมายเลข 1 ถึง 8
10. เครื่องลูกอื่นที่ไม่ใช่คู่สนทนา ไม่สามารถดักฟังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

## หลักการทํางานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

เพื่อให้การทํางานของเครื่องชุมสายนี้มีประสิทธิภาพสูง และสะดวกต่อการพัฒนา ได้นำเอาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ระบบ ร่วมกันควบคุมการทํางาน โดยระบบแรกทำหน้าที่ควบคุมการติดต่อกับสายโทรศัพท์ภายนอก ส่วนระบบที่สองทำหน้าที่ควบคุมการทํางานของการติดต่อภายในซึ่งแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 1



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมแสดงระบบของเครื่อง

จากบล็อกไดอะแกรม สามารถอธิบายการทํางานในแต่ละส่วนได้ดังนี้

- ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายนอก (external line interface) และไมโครโปรเซสเซอร์ระบบที่ 1 ซึ่งทํางานดังนี้

ก. รับสัญญาณต่าง ๆ จากสายนอก เช่น สัญญาณเรียก สัญญาณเรียกกลับ สัญญาณไม่ว่าง เพื่อนำมาประมวลผลในการที่จะควบคุมส่วนต่างๆ

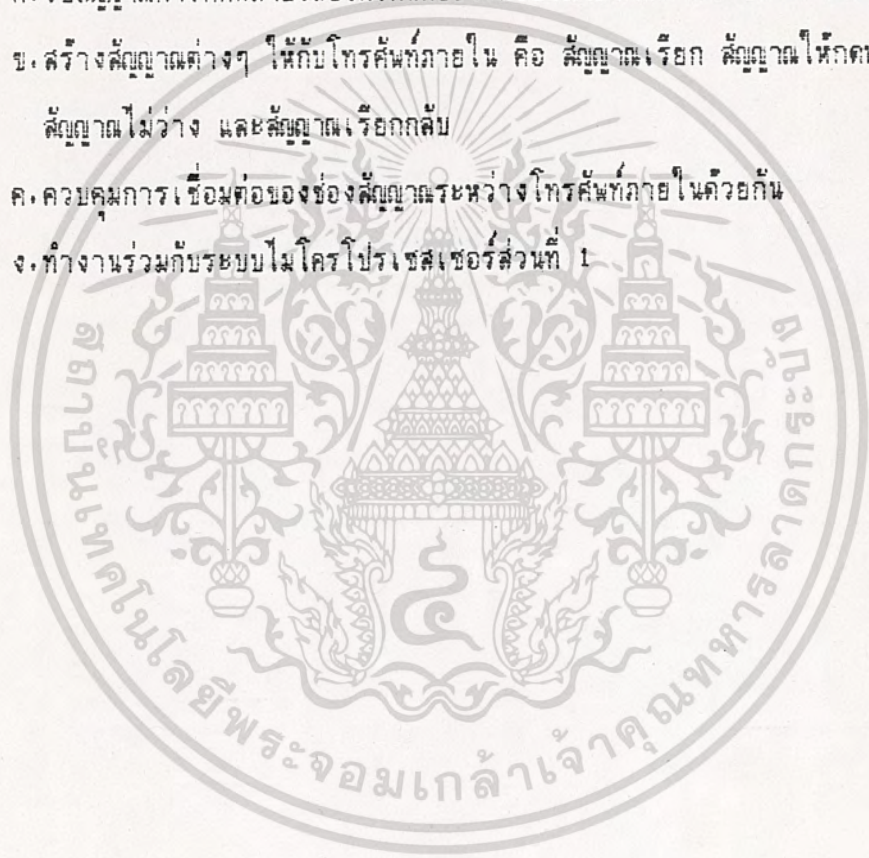
ข. รับสัญญาณหมายเลขจากสายนอก ไม่ว่าจะเป็น แบบกดปุ่ม หรือ แบบหมุน เพื่อกำหนดเครื่องลูกที่ต้องการจะติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ส่งสัญญาณต่างๆสู่สายนอก คือ สัญญาณตอบรับสายนอก สัญญาณไม่ว่าง สัญญาณเรียกกลับ  
 สัญญาณหลังจากกดเลข 0 ของสายนอก และ สัญญาณในการพักสาย  
 ง. ควบคุมการเชื่อมต่อ ของช่องสัญญาณระหว่าง สายนอกกับสายใน  
 จ. ร่วมกันทำงานกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่สอง

-ส่วนที่ 2 ประกอบด้วย ส่วนติดต่อกับสายโทรศัพท์ภายใน (internal line interface)  
 และระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2

- ก. รับสัญญาณการกดหมายเลขโทรศัพท์ของเครื่องภายในและนำมาประมวลผล
- ข. สร้างสัญญาณต่างๆ ให้กับโทรศัพท์ภายใน คือ สัญญาณเรียก สัญญาณให้กดหมายเลข  
 สัญญาณไม่ว่าง และสัญญาณเรียกกลับ
- ค. ควบคุมการเชื่อมต่อของช่องสัญญาณระหว่างโทรศัพท์ภายในด้วยกัน
- ง. ทำงานร่วมกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 1



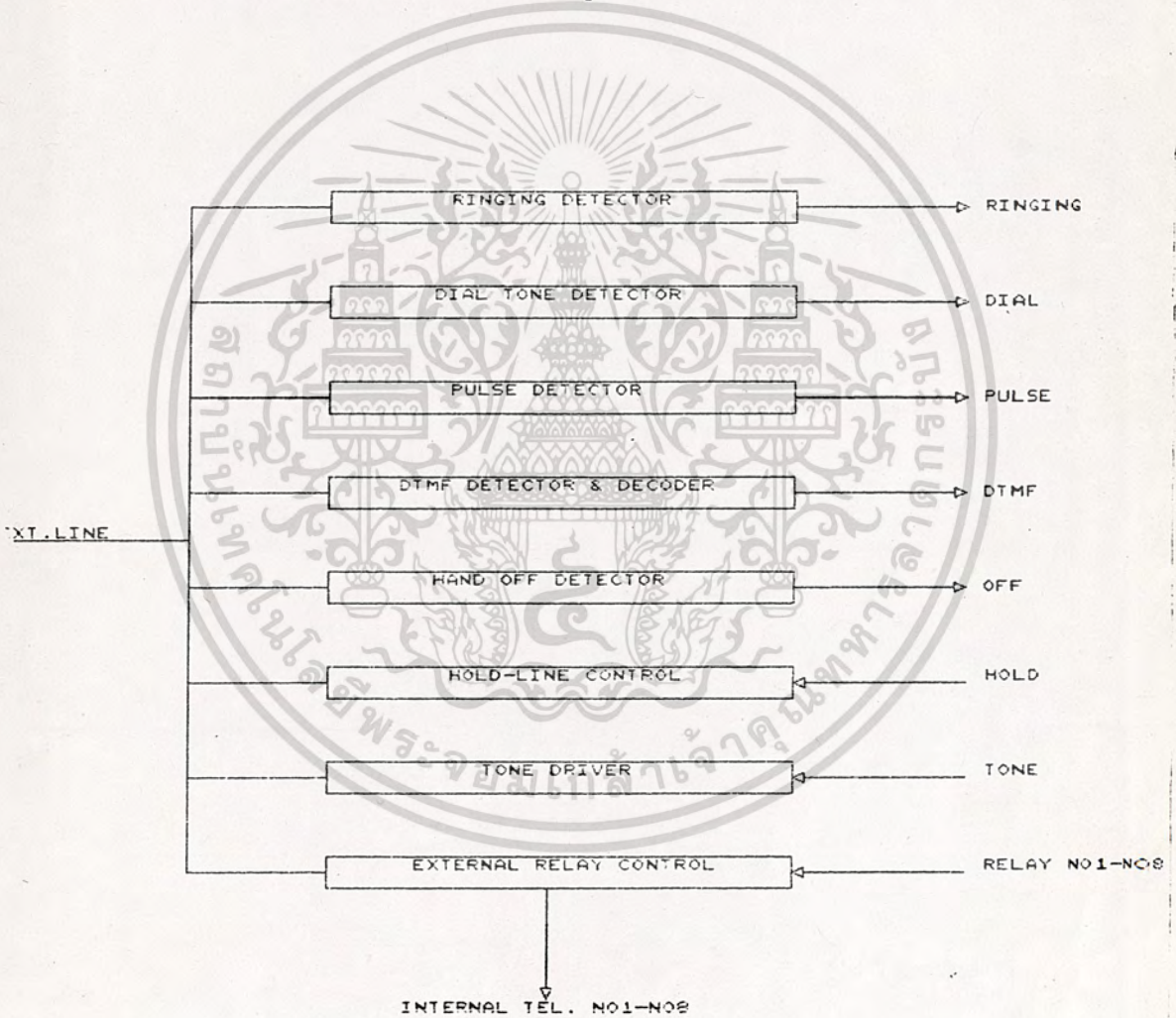
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### การสร้างและการทดลอง

ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย

-ส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายนอก(external line interface) ส่วนนี้ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่าง  
คู่สายโทรศัพท์ภายนอกกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 1 เพื่อให้CPUเข้าใจและสามารถทำงาน  
ได้ตามต้องการ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆดังรูป

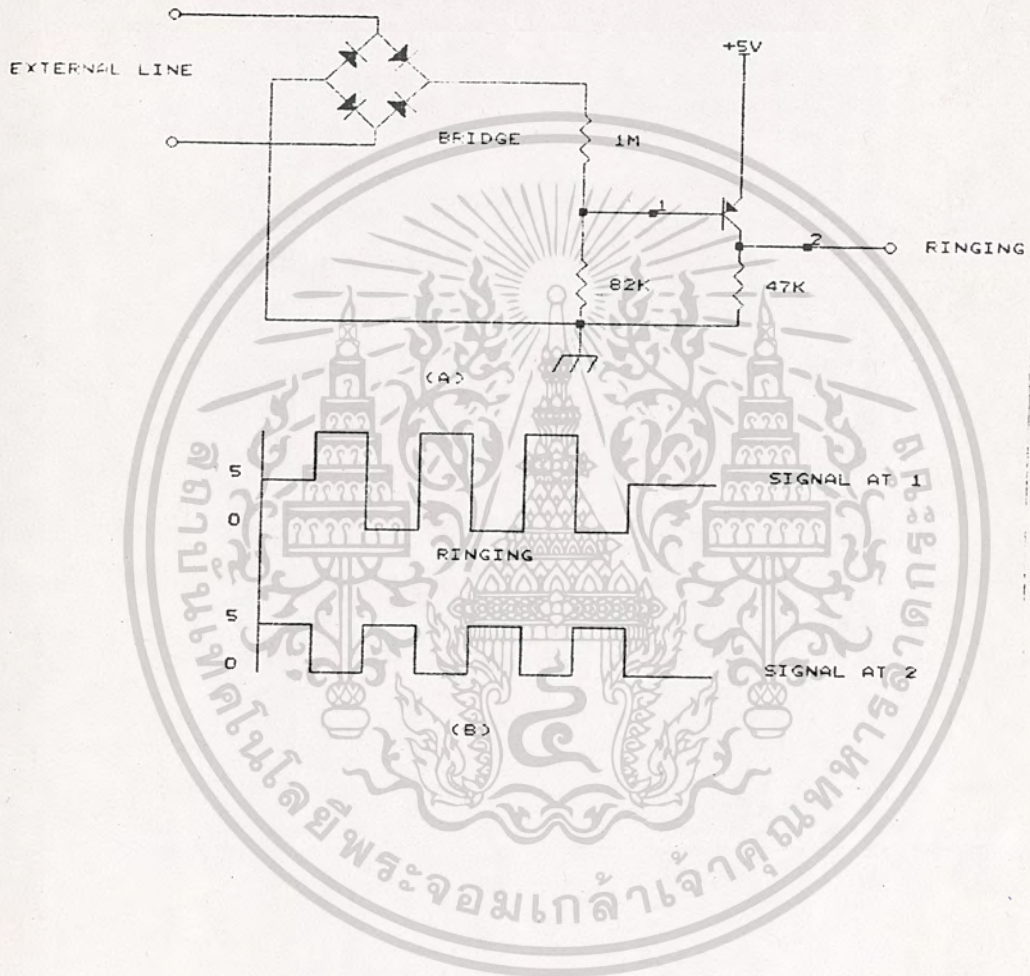


รูปที่ 2 ส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของวงจรต่างๆที่ใช้งาน

1. ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรือก (RINGING DETECTOR)

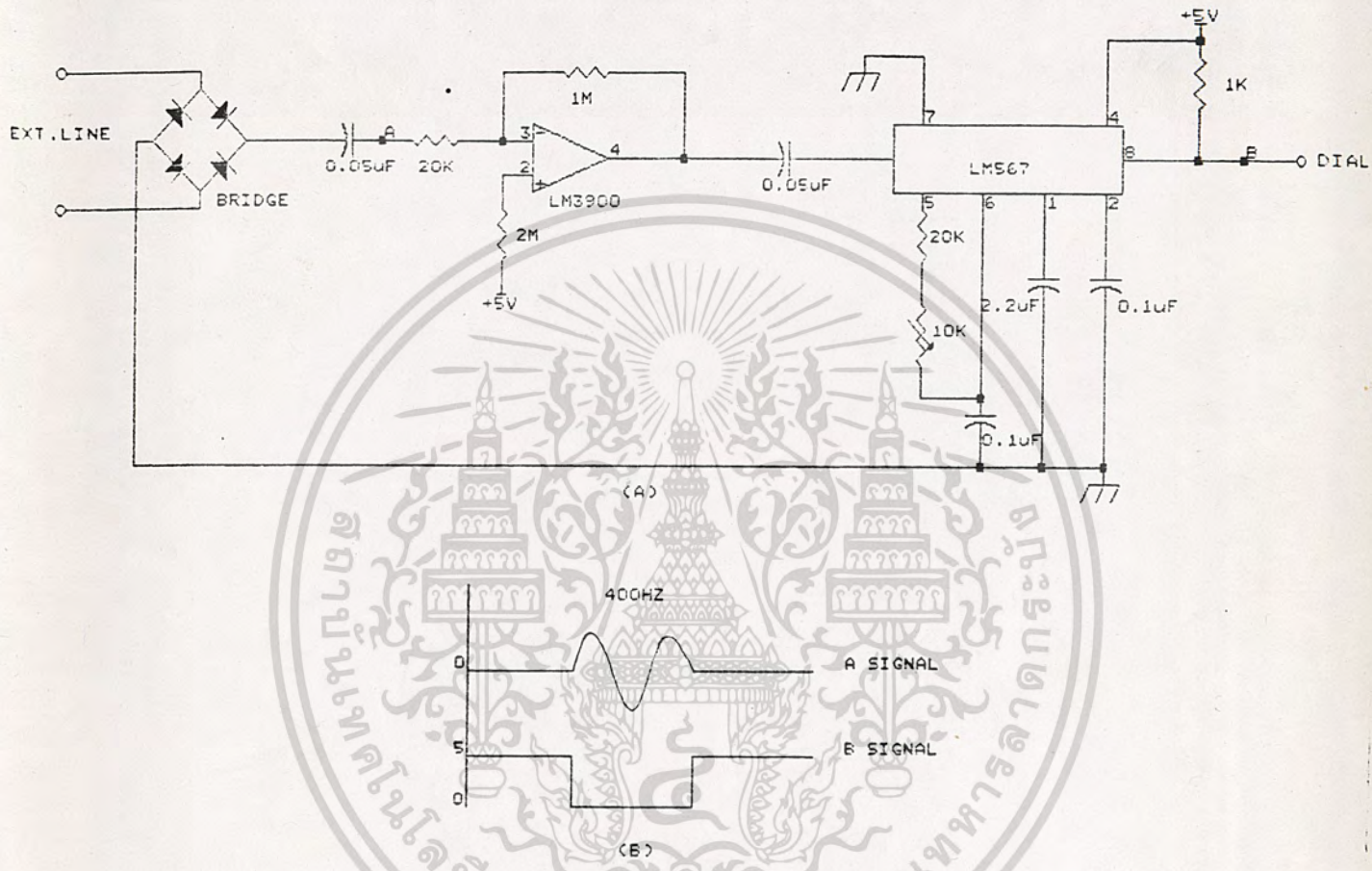


รูปที่ 8 A. วงจรตรวจสอบสัญญาณเรือก

B. ลักษณะของสัญญาณ

จากรูปที่ 8 จะเห็นว่าที่จุด 1 ทำการแบ่งแยกศักดาไฟฟ้าของสายนอกในภาวะปกติไว้ให้ต่ำกว่า 5 โวลต์ แต่ขณะที่มีสัญญาณเรือกศักดาไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไปมา ที่จุด 1 จะมีขนาดของสัญญาณบางช่วงสูงกว่า 5 โวลต์ ทำให้สัญญาณที่จุด 2 เปลี่ยนแปลงตามใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนตรวจสอบสัญญาณไค้อล (DIALTONE DETECTOR) จะตรวจสอบสัญญาณ dial ซึ่งมี  
ความถี่ 400 Hz จากสายนอก

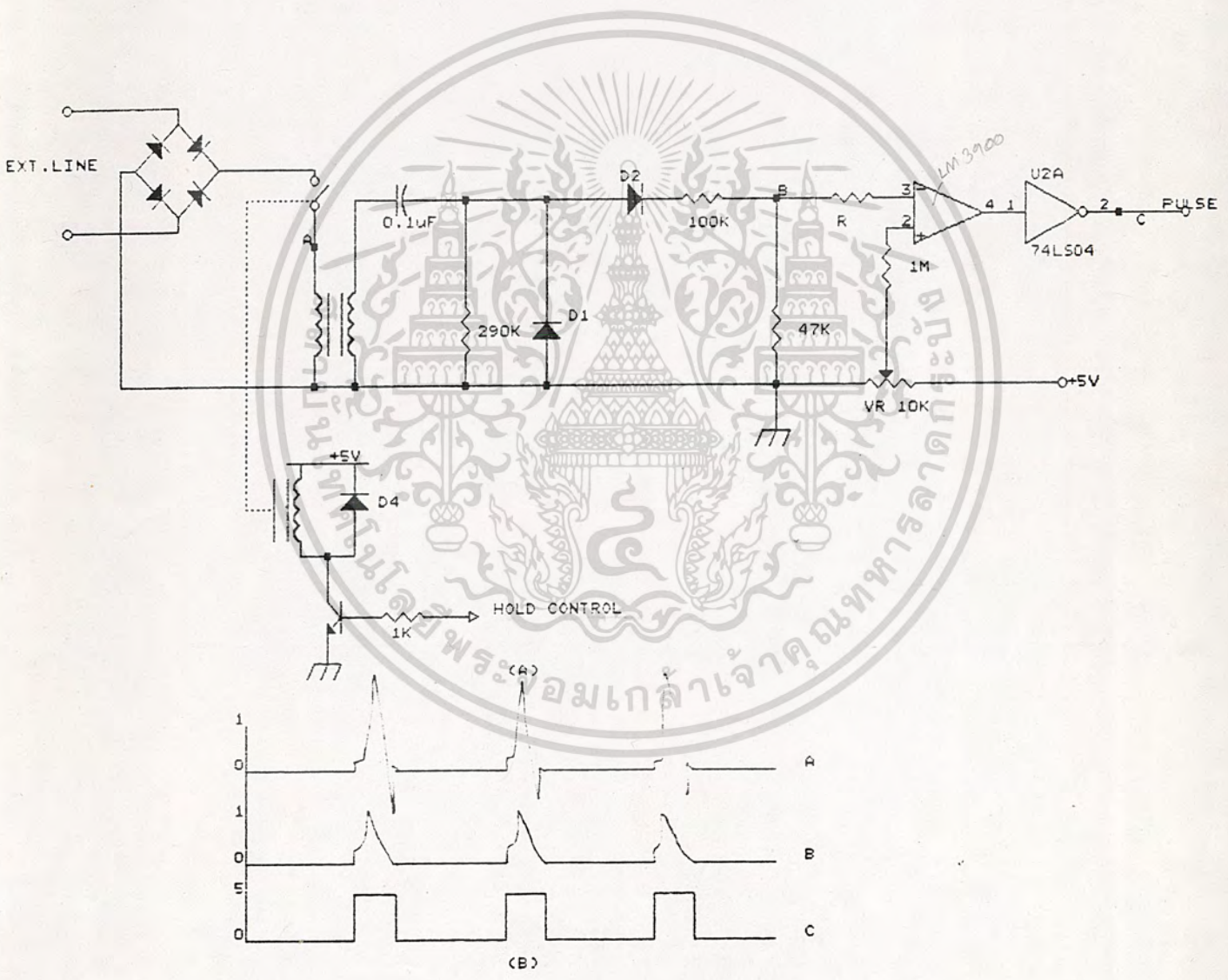


รูปที่ 4 A. วงจรตรวจสอบสัญญาณไค้อล  
B. ลักษณะของสัญญาณ

จากรูปที่ 4 ใช้ IC เบอร์ 567 ซึ่งเป็นวงจรอครห์สความถี่ ส่วนของ IC LM3900  
คือเป็นส่วนขยายขนาดของสัญญาณให้มีขนาดพอที่จะให้ IC เบอร์ 567 ทำงานได้ ซึ่งเมื่อจุด A  
เอกสารนี้มีสัญญาณความถี่ 400 Hz เมื่อไค้ที่จุด B สัญญาณจะตกลงมาที่ 0 โวลต์  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๘. ส่วนตรวจสอบสัญญาณพัลส์ (PULSE DETECTOR) และส่วนรับสายโทรศัฟท์ (HOLD LINE)

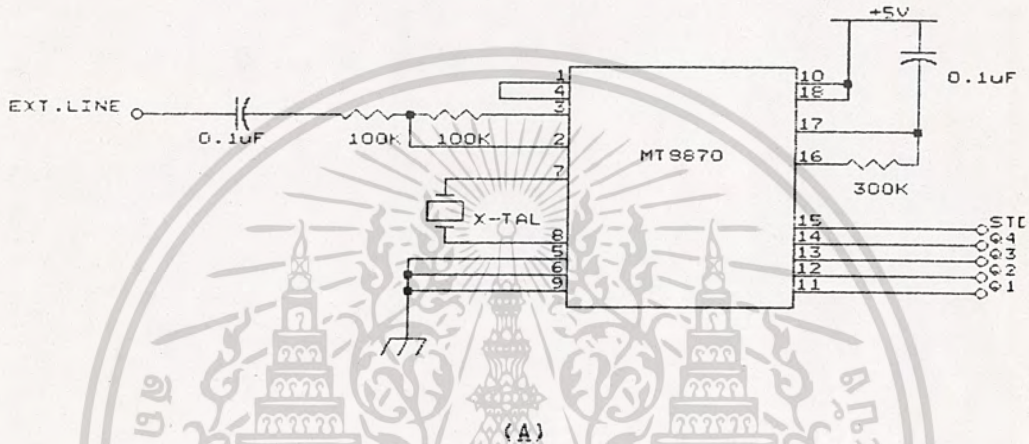
ส่วนนี้จะทำการตรวจสอบสัญญาณพัลส์จากสายนอก หรือสัญญาณหมายเลขที่ ๘ และ ๙ ที่กำหนด การติดต่อกับเครื่องลูก วงจรนี้จะทำหน้าที่แปลงรูปของสัญญาณพัลส์ให้อยู่ในรูปที่ CPU เข้าใจ เมื่อโทรศัฟท์สายนอกเรียกเข้ามา จะใช้ขดลวดทรานส์ฟอร์เมอร์คัปปลิ่ง ที่มีค่าความต้านทาน DC ประมาณ 600 โอห์ม ซึ่งเป็นค่าความต้านทานของโทรศัฟท์ขดแยกๆ ดังแสดงในรูปที่ 5 จะเห็นว่าสัญญาณที่รับเข้ามาที่จุด A เมื่อผ่าน D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> แล้ว จะมีแต่สัญญาณช่วงบวก IC LM3900 จะตรวจจับศักดาไฟฟ้าที่สูงกว่า 0.6 โวลต์ แล้วจึงผ่านไปยัง IC 7404 เพื่อส่งให้ CPU อีกที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนรูปที่ 5 A. วงจรตรวจสอบสัญญาณพัลส์ และรับสายโทรศัฟท์ ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลอกเลียนแบบและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ B. ลักษณะของสัญญาณ

4. ส่วนตรวจสอบและถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF DETECTOR & DECODER)

ส่วนนี้ใช้ IC MT8870 ถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากคู่สายภายนอกให้อยู่ในรูปที่ CPU เข้าใจ สัญญาณ DTMF เข้ามา จะถูกแปลงเป็นสัญญาณ LOGIC เลข BINARY 4 BIT ทาง  $Q_4-Q_1$  ตามหมายเลขที่ส่งมา หลังจากที  $Q_4-Q_1$  เปลี่ยนสถานะตามหมายเลขที่กดจะมีสัญญาณ  $Std$  ตามมาสัญญาณนี้จะต่อไปยังขาอินเทอร์รัพท์ (Interrupt) ของ CPU เพื่อให้ CPU กระโดดไปทำงานยังโปรแกรมจัดการเกี่ยวกับสัญญาณ DTMF



NO.	TOE	$Q_4$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	NO.	TOE	$Q_4$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$
1	H	0	0	0	1	8	H	1	0	0	0
2	H	0	0	1	0	9	H	1	0	0	1
3	H	0	0	1	1	0	H	1	0	1	0
4	H	0	1	0	0	*	H	1	0	1	1
5	H	0	1	0	1	#	H	1	1	0	0
6	H	0	1	1	0	ANY	L	Z	Z	Z	Z
7	H	0	1	1	1						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

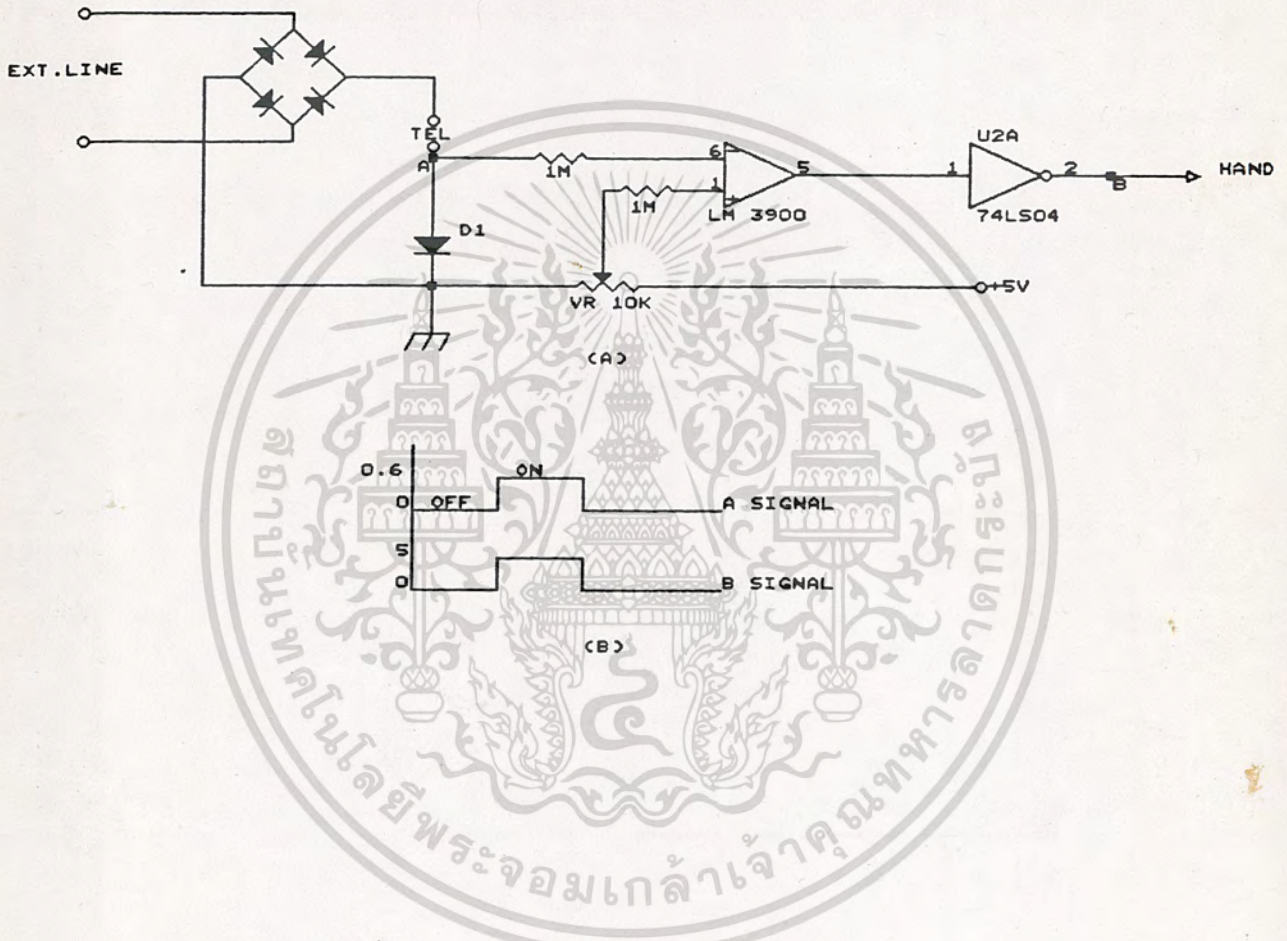
รูปที่ 6 A. วงจรตรวจสอบและถอดรหัสสัญญาณ DTMF

B. แสดงสถานะของ MT8870 ที่ถอดรหัสได้เมื่อกดปุ่มหมายเลขต่างๆ



๕. ส่วนตรวจสอบสัญญาณยกหู (HAND OFF-DETECTOR)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบการยกหูและวางหูของเครื่องโทรศัพท์ภายในที่กำลังต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก



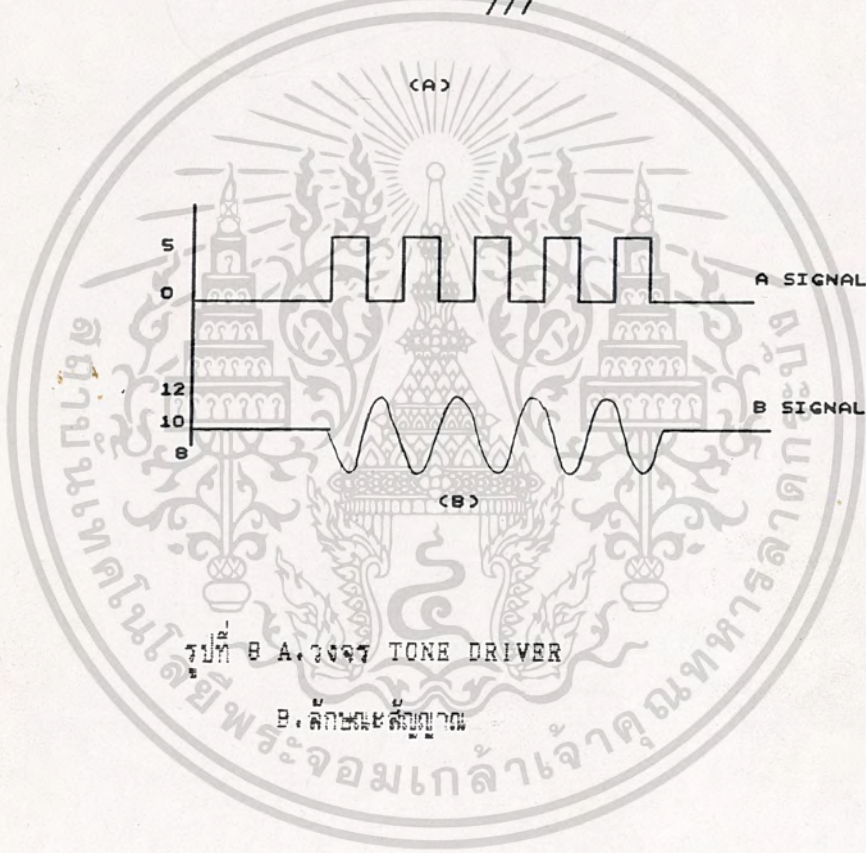
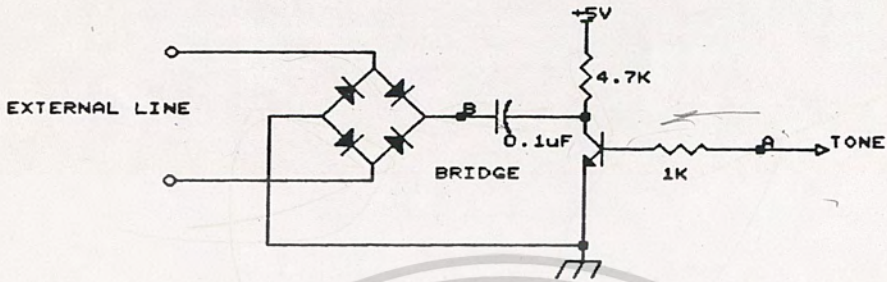
รูปที่ 7 A. วงจรตรวจสอบสัญญาณยกหู

B. ลักษณะของสัญญาณ

จากรูปที่ 7 IC LM3900 ทำหน้าที่ตรวจสอบจัมระดับของศักดาไฟฟ้า โดยมีการตั้งระดับของศักดาไฟฟ้าไว้ที่ 0.5 โวลต์ จาก VR 10K สัญญาณที่จุด A จะมีได้ก็ต่อเมื่อมีการยกหู กระแสจะไหลผ่าน D<sub>1</sub> ที่เกิดศักดาคร่อม D<sub>1</sub> ประมาณ 0.6 โวลต์ ซึ่งทำให้ LM3900 ทำงานส่งสัญญาณผ่าน IC 7404 ไปยังจุด B

6. ส่วนส่งสัญญาณออกคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (TONE DRIVER)

ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงต่างๆตามที่ CPU กำหนด แล้วส่งต่อไปยังคู่สายภายนอก

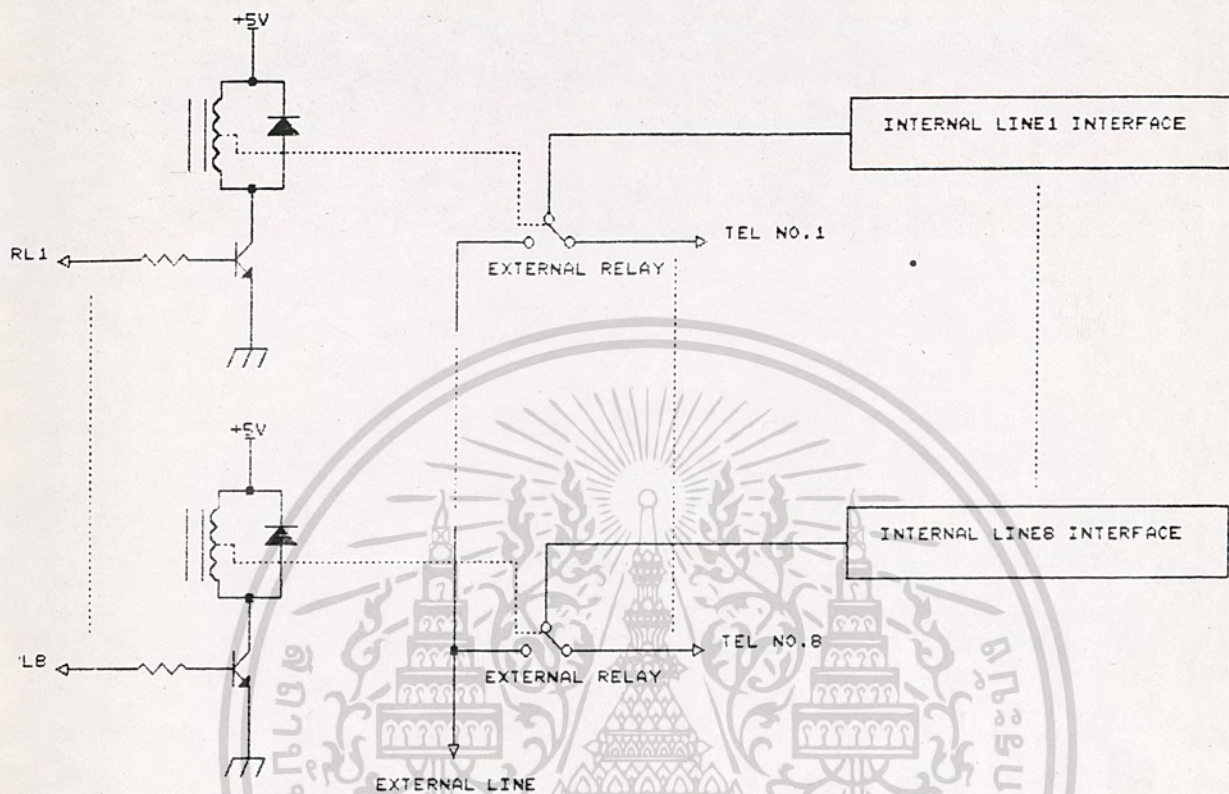


รูปที่ 8 A.2097 TONE DRIVER  
B. ลักษณะสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 7. ส่วนควบคุมรีเลย์สายนอก (EXTERNAL LINE INTERFACE)

ส่วนนี้ทำหน้าที่ควบคุมการเชื่อมต่อคู่สายภายนอกกับคู่สายภายใน

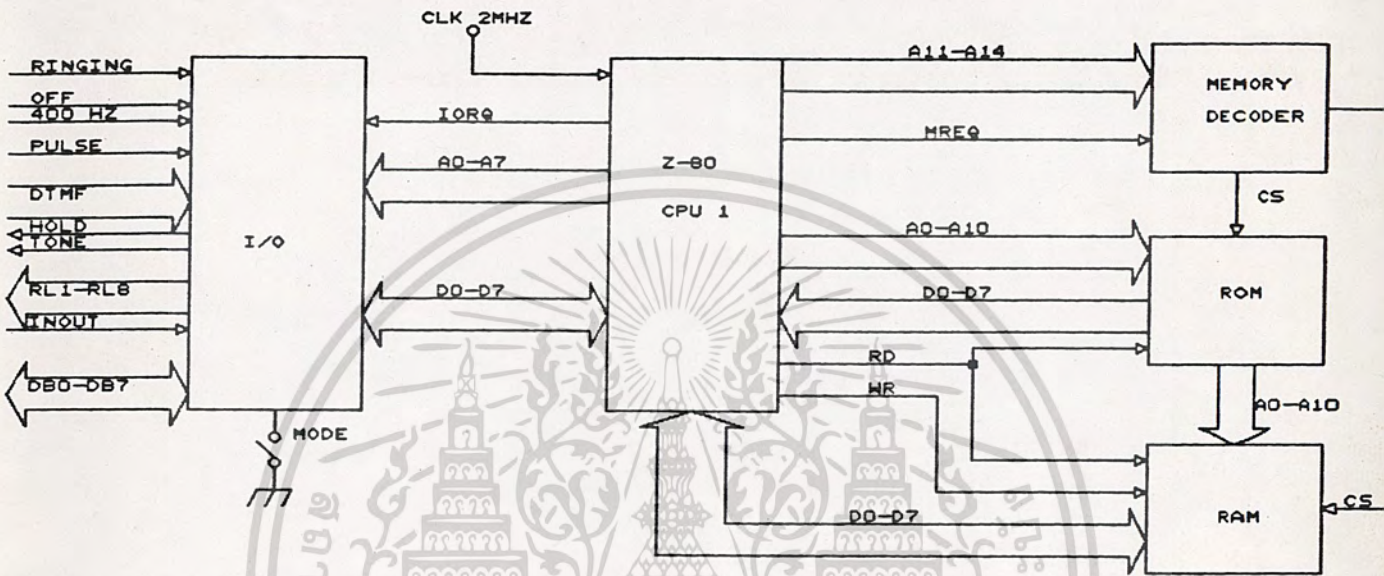


รูปที่ 9 แสดงส่วนควบคุมรีเลย์สายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ส่วน CPU 1 ประกอบด้วย

1. ตัวไมโครโปรเซสเซอร์ ใช้เบอร์ Z-80 เป็นส่วนประมวลผลกลางทั้งหมด เนื่องจากมีราคาถูกและสะดวกในการเขียนโปรแกรม



รูปที่ 10 บล็อกไดอะแกรมของส่วน CPU 1

2. หน่วยความจำ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

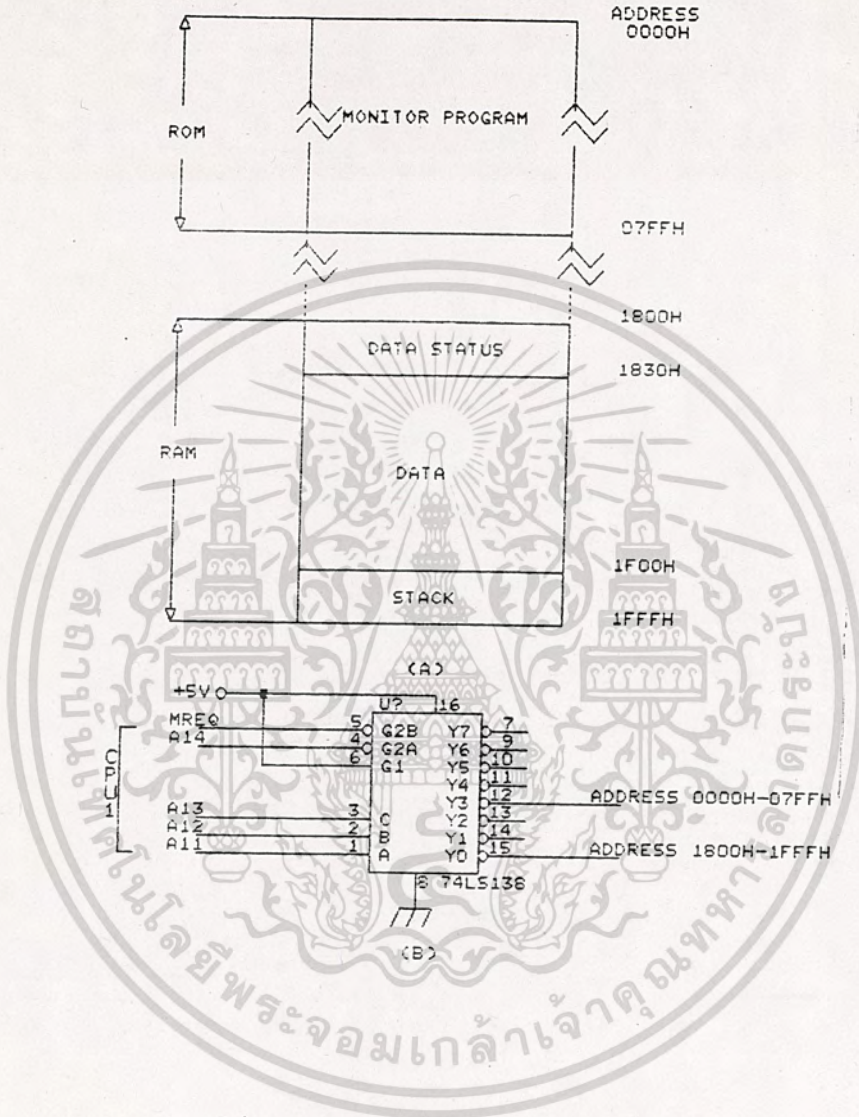
- รอม ใช้เก็บโปรแกรมหลักในการควบคุมการทำงานเกี่ยวกับการติดต่อภายนอกทั้งหมด ในที่นี้ใช้ IC EPROM 2716 มีความจุ 2K\*8 ไบต์
- แรม ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวบางอย่างในการทำงานของโปรแกรม ในที่นี้ใช้ IC RAM 6116 2K\*8 ไบต์

3. วงจรถอดรหัสหน่วยความจำ (MEMORY DECODER) เนื่องจากมีหน่วยความจำ 2 ชนิด

จึงต้องมีวงจรแยกตำแหน่งของหน่วยความจำดังนี้

- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
- ADDRESS 0000H-07FFH เป็นตำแหน่งที่ CPU ติดต่อกับ ROM
- ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีก้ารนำไปใช้
- ADDRESS 1800H-1FFFH เป็นตำแหน่งที่ CPU ติดต่อกับ RAM

การแยกตำแหน่งนี้ใช้การควบคุมของสัญญาณจาก Z-80  $A_{11}$ ,  $A_{12}$ ,  $A_{13}$ ,  $A_{14}$  และ MREQ เป็นตัวกำหนดโดยใช้ IC 74LS138 ดังรูปที่ 11



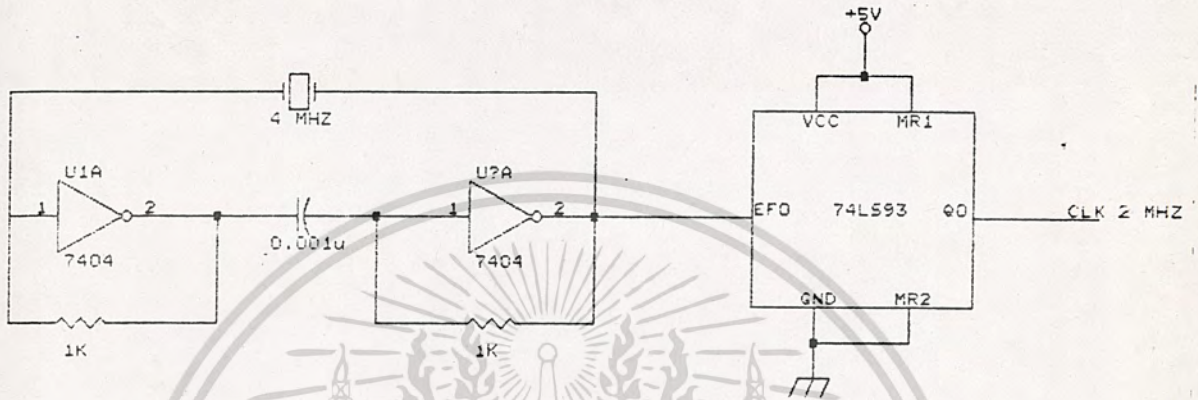
รูปที่ 11 A. แผนภาพการใช้งานหน่วยความจำ

B. วงจรถอดรหัสหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. CLOCK 2 MHz ใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับ Z-80 ได้จากวงจร OSCILLATOR

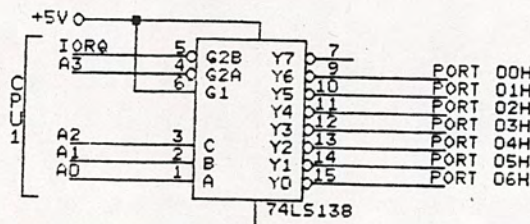
ที่มี Crystal 4 MHz เป็นตัวควบคุมความถี่ Oscillate จากนั้นป้อนเข้าวงจร DIVIDER ให้ได้ความถี่ 2 MHz



รูปที่ 12 วงจรกำเนิดความถี่ 2 MHz

5. INPUT/OUTPUT PORT

ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก และติดต่อกับ CPU 2 ของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2 ด้วย การแบ่งแยกข้อมูลใช้ลักษณะของจุดสัญญาณเข้าและจุดสัญญาณออกที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละจุดจะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของข้อมูลของ CPU การแบ่งแยกแต่ละจุดออกจากกันใช้สัญญาณ  $A_0, A_1, A_2, A_3$  และ IORQ ทำงานร่วมกับ IC 74LS138



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 13 วงจรแยกจุดสัญญาณเข้า/ออก

## รายละเอียดของจุดสัญญาณทั้งหมดแสดงได้ดังนี้

PORT	SIGNAL	DATA
00H	RINGING	D <sub>0</sub>
00H	OFF	D <sub>1</sub>
00H	INTOUT	D <sub>2</sub>
01H	DB <sub>0</sub> -DB <sub>7</sub> (IN DATA FROM CPU 2)	D <sub>0</sub> -D <sub>7</sub>
02H	HOLD	D <sub>0</sub>
02H	TONE	D <sub>1</sub>
03H	RL-RL	D <sub>0</sub> -D <sub>7</sub>
04H	DB <sub>0</sub> -DB <sub>7</sub> (OUT DATA TO CPU 2)	D <sub>0</sub> -D <sub>7</sub>
05H	PULSE	D <sub>0</sub>
05H	DTMF	D <sub>0</sub> -D <sub>7</sub>
06H	400 Hz	D <sub>0</sub>
06H	MODE	D1

สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ส่วนจุดสัญญาณออก (OUTPUT PORT) ประกอบด้วย

- HOLD (สัญญาณรับสาย) เป็นสัญญาณออกไปควบคุมให้ RELAY ทำการเชื่อมต่อ LOAD ให้กับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก เพื่อรับสายในกรณีที่มีโทรศัพท์เข้ามาหรือในกรณี ที่จะพักสายโทรศัพท์เอาไว้
- TONE เป็นสัญญาณเสียงต่างๆที่ควบคุมจาก CPU เพื่อส่งออกไปให้โทรศัพท์ภายนอกรู้สภาวะต่างๆ

-RL1-RL8 ควบคุมการเชื่อมต่อรีเลย์ของคู่สายภายในกับคู่สายภายนอกเข้าด้วยกัน การดำเนินการนี้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้ง MODE ที่ เป็นกรกำหนดว่าจะให้เครื่องทำงานแบบโอนสายอัตโนมัติหรือแบบธรรมดา

2. ส่วนจุดสัญญาณเข้า (INPUT PORT) ส่วนนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณต่างๆที่ได้มาจากการทำงานของส่วนติดต่อคู่สายภายนอก ประกอบด้วยสัญญาณ

-RINGING เมื่อโทรศัพท์ภายนอกมีสัญญาณเรียกเข้ามา

-OFF (สัญญาณวางหู) แสดงสภาวะการใช้โทรศัพท์ภายในที่กำลังเชื่อมต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก

-สัญญาณ DIAL (400 Hz) แสดงสัญญาณ DIAL ที่มาจากองค์การโทรศัพท์

-PULSE ตรวจจับสัญญาณหมนหมาย เลขของโทรศัพท์ภายนอกในกรณีที่ต้องการติดต่อเข้าเครื่องลูกโดยตรง กรณีที่โทรศัพท์ภายนอกเป็นแบบหมน

-DTMF ตรวจจับสัญญาณความถี่ของโทรศัพท์ภายนอกในกรณีที่ต้องการติดต่อเข้าเครื่องลูกโดยตรง กรณีที่โทรศัพท์ภายนอกเป็นแบบกดปุ่ม

3. ส่วนจุดสัญญาณเชื่อมต่อกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2 ประกอบด้วย

- สัญญาณโทรศัพท์ภายในต้องการสายนอก (INTOUT) รับสัญญาณจาก CPU 2 ซึ่งจะบอกให้ทราบว่ามิโทรศัพท์ภายในต้องการใช้สายนอกหรือไม่

- สัญญาณบัลลิตติดต่อ ( $DB_0 - DB_7$ ) จะเชื่อมต่อกับส่วนบัลลิตติดต่อของ CPU 2 ด้วย มีลักษณะเป็นลอจิก 3 สภาวะ (Tri-State Logic) ทำหน้าที่รับข่าวสารซึ่งกันและกันโดยมีการกำหนดให้

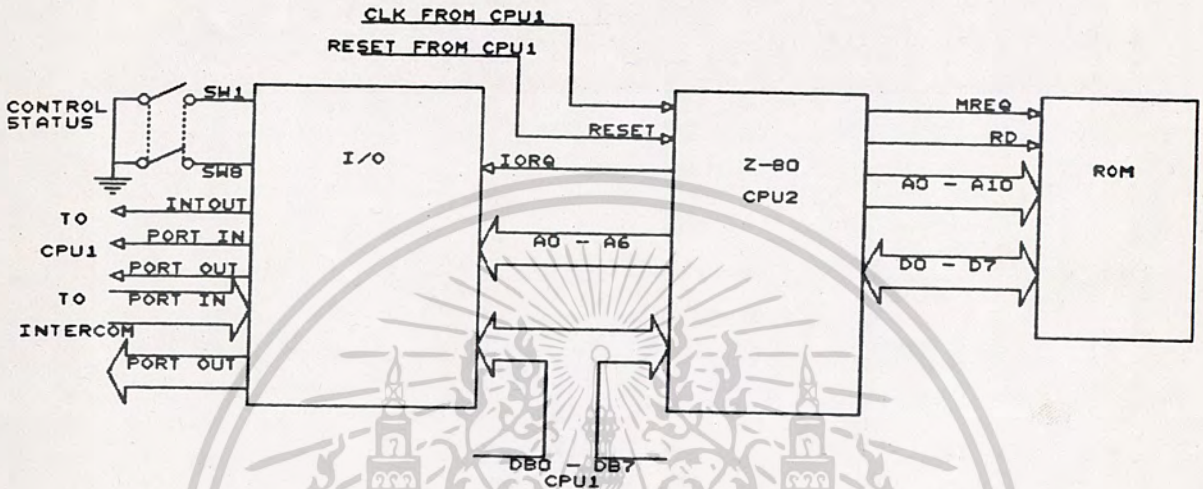
PORT 01H ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก CPU 2

PORT 04H ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยัง CPU 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2

## ส่วนประกอบของวงจรมีดังรูปที่ 14



รูปที่ 14

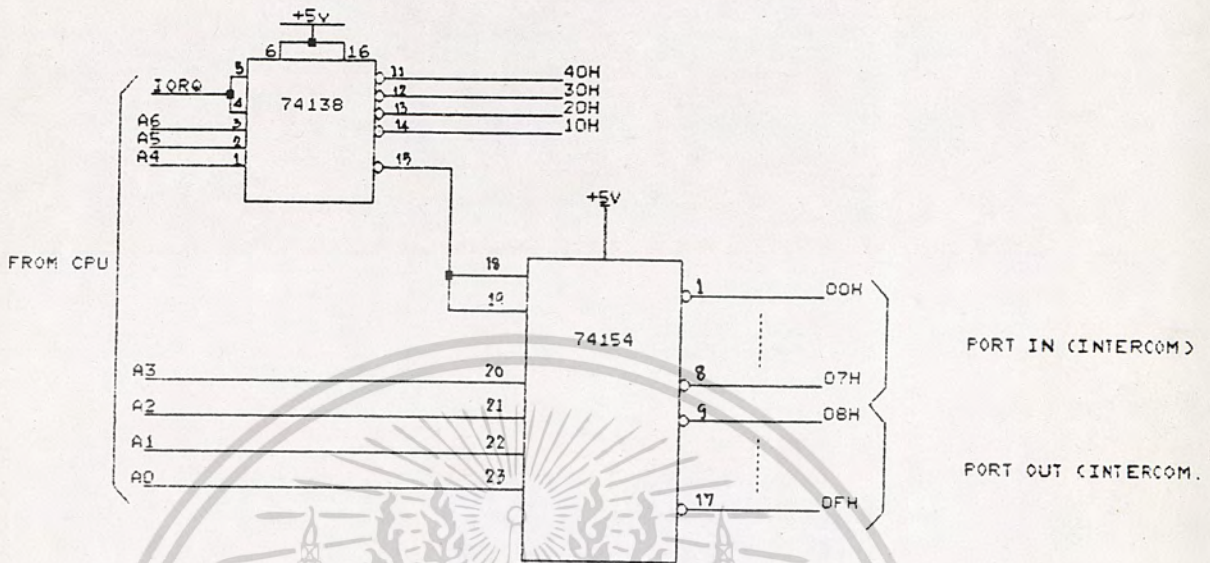
ในส่วนของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2 จะประกอบด้วย

1. ตัวไมโครโปรเซสเซอร์ ใช้เบอร์ Z-80 ทำหน้าที่ประมวลผลกลางทั้งหมด
2. สัญญาณ CLOCK และ RESET ใช้ร่วมกับ CPU 1 โดยต่อตรงเข้าด้วยกัน
3. หน่วยความจำจะใช้เพียง ROM อย่างเดียว ใช้เก็บโปรแกรมควบคุมระบบทั้งหมด โดยมีตำแหน่งที่ 0000H-07FFH ควบคุมจาก CPU ในการเลือกหน่วยความจำจึงสามารถต่อตรงเข้า ROM เลย คือ MREQ, RD, A<sub>0</sub>-A<sub>10</sub> และ D<sub>0</sub>-D<sub>7</sub> จะใช้ EPROM 2716 ขนาดความจุ 2 K \* 8 ไบต์
4. ส่วนเชื่อมต่อระหว่างระบบ CPU 2 กับภายนอก ส่วนนี้จะทำหน้าที่ติดต่อกับข้อมูลของ

ทรานส์ฟายน์และทำหน้าที่ติดต่อกับ CPU 1 การแบ่งแยกข้อมูลต่างๆ ใช้จุดสัญญาณเข้าและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ออกที่แตกต่างไป โดยแต่ละจุดจะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งข้อมูลของ CPU การแบ่งแยก ไม่วารณิใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ แต่ละจุดออกจากกันใช้สัญญาณ A<sub>0</sub>, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub> และ IORQ โดยทำงานร่วมกับ

IC 74LS138 และ IC 74LS154 ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 วงจรแยกจุดสัญญาณเข้า/ออก

โดยความสัมพันธ์ของจุดสัญญาณแสดงได้ดังนี้

PORT	SIGNAL	DATA
00H-07H	PORT IN (FOR INTERCOM)	NOT USE
08H-0FH	PORT OUT (FOR INTERCOM)	NOT USE
10H	INTOUT	D <sub>0</sub>
20H	PORT OUT (DATA TO CPU 1)	NOT USE
30H	PORT IN (DATA FROM CPU 2)	NOT USE
40H	SW <sub>1</sub> -SW <sub>8</sub>	D <sub>0</sub> -D <sub>7</sub>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเชื่อมต่อระหว่างระบบไมโครโปรเซสเซอร์กับภายนอก แบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

1. ส่วนควบคุมสถานะทรานซิสเตอร์ภายใน (CONTROL) ส่วนนี้จะรับสัญญาณจาก SW<sub>1</sub>-SW<sub>8</sub> โดยแต่ละ SW จะแทนทรานซิสเตอร์ภายในหมายเลข 1-8 ตามลำดับ ส่วนนี้จะเป็นตัวกำหนดว่าทรานซิสเตอร์ภายในหมายเลขอะไรที่สามารถใช้ได้และไม่ได้ โดยกำหนดจากสัญญาณของ SW ถ้า SW ปิด คือต่อลงสู่ GND แสดงว่าใช้ได้ ถ้าเปิดก็แสดงว่าทรานซิสเตอร์หมายเลขนั้นใช้ไม่ได้ ส่วนนี้จะมีประโยชน์กรณีที่ใช้ทรานซิสเตอร์ภายในไม่ครบทั้ง 8 ตัว

2. ส่วนติดต่อกับ CPU 1 ประกอบด้วย

-สัญญาณขอสายนอกจากทรานซิสเตอร์ภายใน (INTOUT) จะส่งสัญญาณให้ CPU 1 ทราบว่าต้องการใช้สายนอก

-จุดสัญญาณเข้า (PORT IN) อยู่ที่ตำแหน่ง 30H ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก CPU 1

-จุดสัญญาณออก (PORT OUT) อยู่ที่ตำแหน่ง 20H ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยัง CPU 1

-ส่วนบัลลิตติดต่อกับ ใช้ D<sub>0</sub>-D<sub>7</sub> ต่อเข้าโดยตรงกับ DB<sub>0</sub>-DB<sub>7</sub> เพราะ DB<sub>0</sub>-DB<sub>7</sub> มีลักษณะเป็น LOGIC 3 สถานะ โดยไม่รบกวน D<sub>0</sub>-D<sub>7</sub> จาก CPU

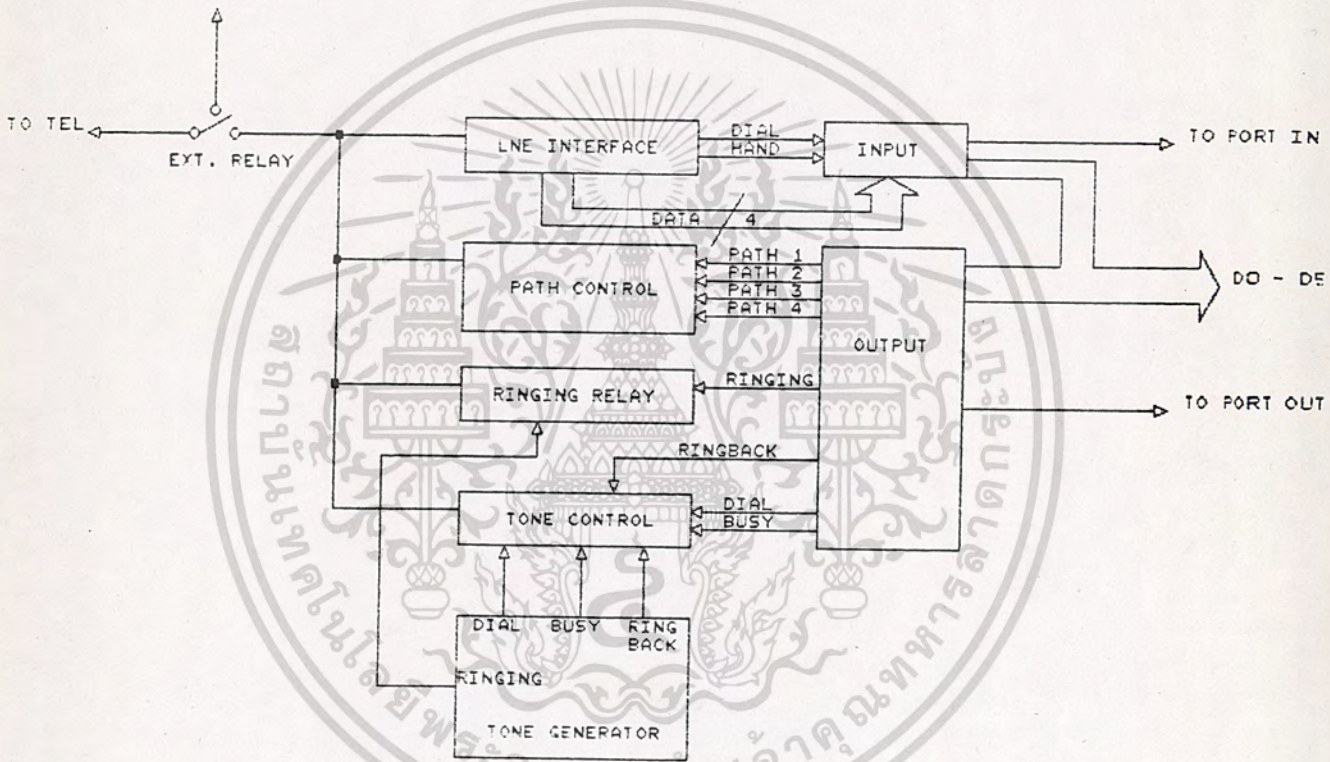
3. ส่วนติดต่อกับภายในของทรานซิสเตอร์ภายในมีจุดเข้ากับจุดออกคนละจุดกัน แสดงตำแหน่งได้คือ

TEL NO.	PORT IN	PORT OUT
1	00H	08H
2	01H	09H
3	02H	0AH
4	03H	0BH
5	04H	0CH
6	05H	0DH
7	06H	0EH
8	07H	0FH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายใน

ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์ภายในเข้าด้วยกัน และเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายนอก การติดต่อของโทรศัพท์ภายในทุกเครื่องจะติดต่อกันโดยใช้ส่วนนี้ ควบคุมด้วย CPU 2 วงจรคร่าวๆแสดงได้ดังรูปที่ 16



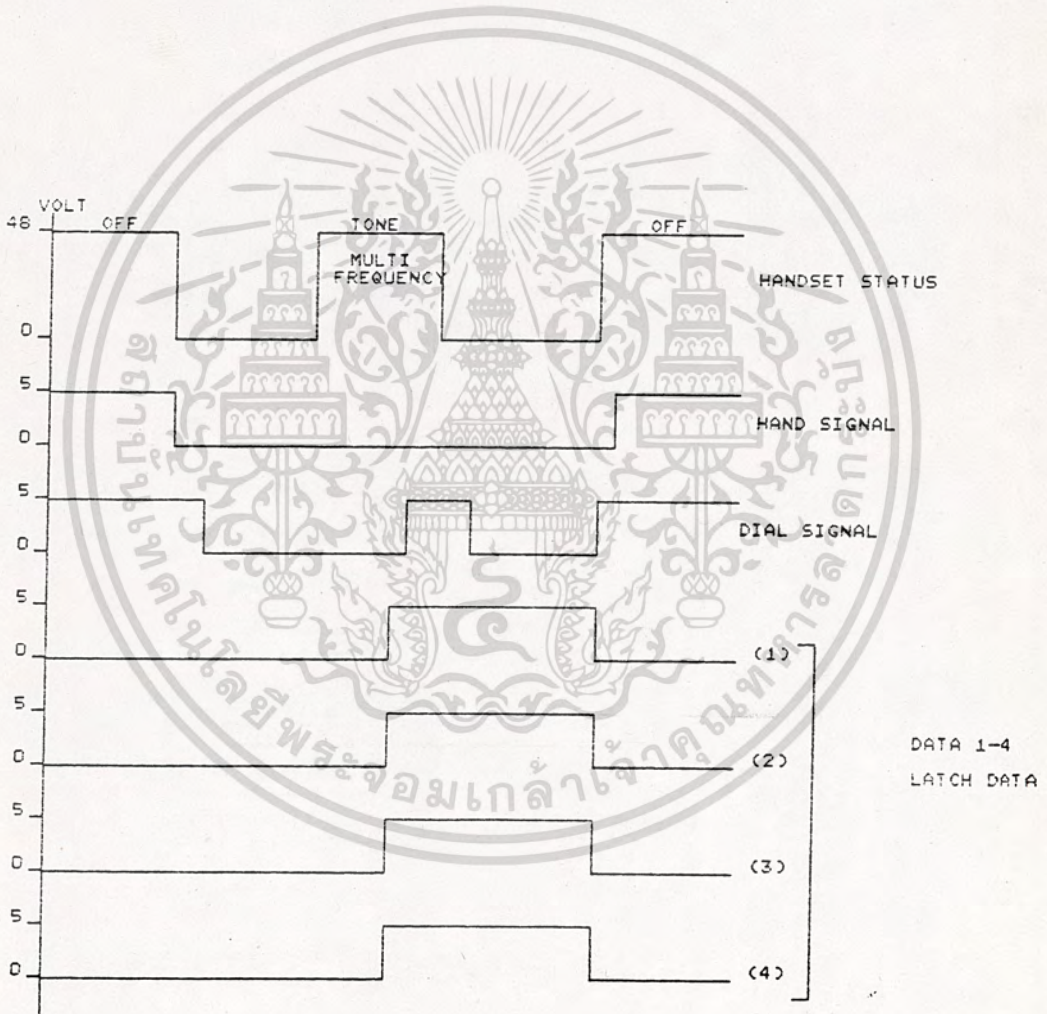
รูปที่ 16 แสดงส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งประกอบด้วย

1. ส่วนตรวจสอบสถานะของสายโทรศัพท์ (LINE INTERFACE) ส่วนนี้นับได้ว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุด เพราะจะต้องตรวจสอบสถานะของโทรศัพท์ เพื่อส่งให้ CPU ทราบตลอดเวลา เพื่อให้ได้ควบคุมโทรศัพท์ได้ถูกต้อง ส่วนนี้ให้สัญญาณออกมา 3 ชนิดคือ

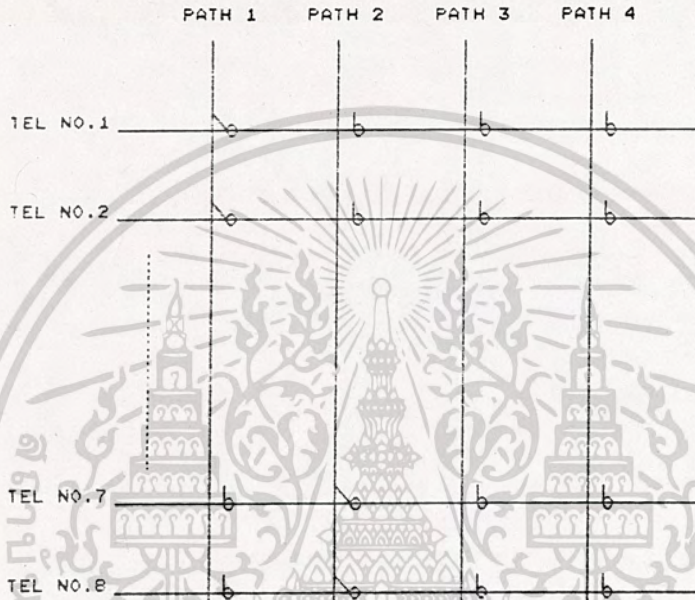
- HAND สัญญาณหึ่ง บอกให้ CPU รู้ว่าโทรศัพท์ยกหูหรือวางหูอยู่
- DIAL สัญญาณหมุน บอกให้ CPU รู้ว่าโทรศัพท์กำลังถูกกดหมายเลขอยู่
- DATA สัญญาณข้อมูล บอกให้ CPU รู้ว่าโทรศัพท์หมายเลขใดที่ต้องการติดต่อ



รูปที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณ HAND, DIAL และ DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนควบคุมสัญญาณติดต่อ (PATH CONTROL) ทำหน้าที่ควบคุมช่องทางการติดต่อระหว่างโทรศัพท์ภายในด้วยกัน โดยมีทางเดินทั้งหมด 4 ช่องทาง ลักษณะการควบคุมใช้ ANALOG SWITCH เบอร์ 4066 ทำการเชื่อมต่อช่องทางตามที่ CPU ต้องการ



รูปที่ 18 แสดงช่องทางการติดต่อของโทรศัพท์ภายใน

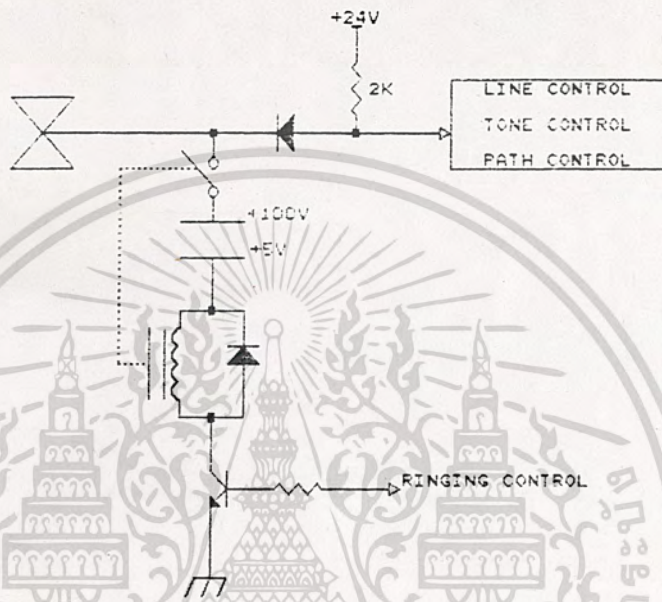
จะเห็นว่า PATH 1 TEL.NO.1 และ TEL.NO.2 ติดต่อกัน และที่ PATH 2 TEL.NO.7 และ TEL.NO.8 ติดต่อกัน จะเห็นว่ายังมีเหลือช่องทางเดินอีก 2 ช่อง ดังนั้นจึงสามารถใช้ TEL. ได้พร้อมกันทีเดียว 8 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนควบคุมสัญญาณเรียก (RINGING RELAY)

ส่วนเรียกนี้ เป็นสัญญาณกระตุ้นมีขนาดสูงถึง 100 โวลต์ จึงต้องใช้ RELAY

เป็นทางผ่าน



รูป 19

4. ส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ (TONE CONTROL) จะควบคุมให้สัญญาณโทรศัพท์ตัวใดตัวหนึ่งจากสัญญาณยกหูให้หมุน, สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณไม่ว่างให้ออกไปที่เครื่องโทรศัพท์ได้ตามที่ CPU ต้องการ

5. ส่วนผลิตสัญญาณโทรศัพท์ (TONE GENERATOR) จะทำการผลิตสัญญาณโทรศัพท์ทั้งหมด คือ สัญญาณยกหูให้หมุน, สัญญาณเรียกกลับ, สัญญาณไม่ว่าง และสัญญาณเรียก

6. ส่วนหน้าสัมผัสรีเลย์สายนอก (EXT. RELAY) จะทำให้โทรศัพท์ภายในสามารถพูดคุยกับสายนอกได้ ส่วนนี้ถูกควบคุมโดย CPU 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภารกิจการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ส่วนสัญญาณเข้า (INPUT) ส่วนนี้จะรับสัญญาณหญิง, สัญญาณหมอน, และสัญญาณข้อมูลจากส่วนตรวจสอบสถานะของโทรศัพท์ เพื่อส่งต่อไปยัง CPU โดยจะใช้จุดสัญญาณเข้ามาควบคุมความสัมพันธ์แสดงดังนี้

SIGNAL	DATA
DATA 1	D <sub>0</sub>
DATA 2	D <sub>1</sub>
DATA 3	D <sub>2</sub>
DATA 4	D <sub>3</sub>
DIAL	D <sub>4</sub>
HAND	D <sub>5</sub>

8. ส่วนสัญญาณออก (OUTPUT) ส่วนนี้จะส่งสัญญาณควบคุมไปยังส่วนช่องการติดต่อ, ส่วนรีเลย์สัญญาณเรียก และส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ โดยใช้ D<sub>0</sub>-D<sub>5</sub> มาควบคุมดังนี้

SIGNAL	DATA
RINGING	D <sub>0</sub>
RINGBACK TONE	D <sub>1</sub>
DIAL TONE	D <sub>2</sub>
BUSY TONE	D <sub>3</sub>
PATH 1	D <sub>4</sub>
PATH 2	D <sub>5</sub>
PATH 3	D <sub>6</sub>
PATH 4	D <sub>7</sub>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### โปรแกรมควบคุมระบบของเครื่องผสมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

โปรแกรมหลักที่ใช้จะมีอยู่ 2 ส่วน เนื่องจากมีไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ระบบ โดยส่วนแรกจะควบคุมเกี่ยวกับการติดต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก และโปรแกรมส่วนที่สอง จะควบคุมเกี่ยวกับการติดต่อระหว่างโทรศัพท์ภายในด้วยกัน โปรแกรมทั้งสองส่วนสามารถติดต่อกันได้ โดยผ่านทางบัสดิจิตอลที่เชื่อมต่อถึงกันระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์ โปรแกรมทั้ง 2 ส่วนคือ

1. โปรแกรมภายนอก (EXTERNAL PROGRAM) ควบคุมการติดต่อภายนอก

2. โปรแกรมภายใน (INTERNAL PROGRAM) ควบคุมการติดต่อภายใน

ลักษณะการติดต่อของโปรแกรมภายนอกไปยังโปรแกรมภายในคือ

- บอกว่าสายนอกต้องการต่อเข้ากับสายในหรือไม่

- บอกว่าสายนอกต้องการต่อกับสายในเบอร์อะไร

- บอกว่าสายนอกว่างหรือไม่

ลักษณะการติดต่อของโปรแกรมภายในไปยังโปรแกรมภายนอกคือ

- บอกลักษณะของสายในทั้งหมดว่างหรือไม่

- บอกว่าสายในต้องการต่อกับสายนอกหรือไม่

ในขณะที่โปรแกรมภายนอกติดต่อไปยังโปรแกรมภายในจะส่งข้อมูล 1 ไบต์ ไปให้ดังนี้

D<sub>0</sub> \_\_\_\_\_

D<sub>1</sub> \_\_\_\_\_

D<sub>2</sub> \_\_\_\_\_

D<sub>3</sub> \_\_\_\_\_

D<sub>4</sub> \_\_\_\_\_

D<sub>5</sub> \_\_\_\_\_

D<sub>6</sub> \_\_\_\_\_

D<sub>7</sub> \_\_\_\_\_

บอกหมายเลขโทรศัพท์ภายใน

บอกสถานะสายนอก

X

X

X

D<sub>0</sub> จะบอกสถานะของสายนอก โดยถ้าเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

0 แสดงว่าสายนอกว่าง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 แสดงว่าสายนอกไม่ว่าง

หรือ บอกว่าสายนอกต้องการต่อเข้ากับสายใน

$D_3 - D_0$  เป็นตัวบอกหมายเลขโทรศัพท์ภายใน ดังนี้

$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$	TEL.NO.
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8

กรณีที่โปรแกรมภายในติดต่อไปยังโปรแกรมภายนอก จะส่งข้อมูล 1 ไบท์ ไปให้ดังนี้

DATA	$D_7$	$D_6$	$D_5$	$D_4$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$
TEL NO.	8	7	6	5	4	3	2	1

แต่ละบิตจะแทนสถานะของโทรศัพท์ภายในแต่ละตัว โดยถ้าเป็น

- 0 แสดงว่า ว่าง
- 1 แสดงว่า ไม่ว่าง

กรณีที่สายในต้องการต่อออกสายนอก โปรแกรมภายในจะติดต่อไปยังโปรแกรมภายนอก

โดยผ่านทางสายต่อระหว่างบัสชื่อ INTOUT โดยถ้าเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 0 อีก แสดงว่าต้องการต่อออกสายนอก อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

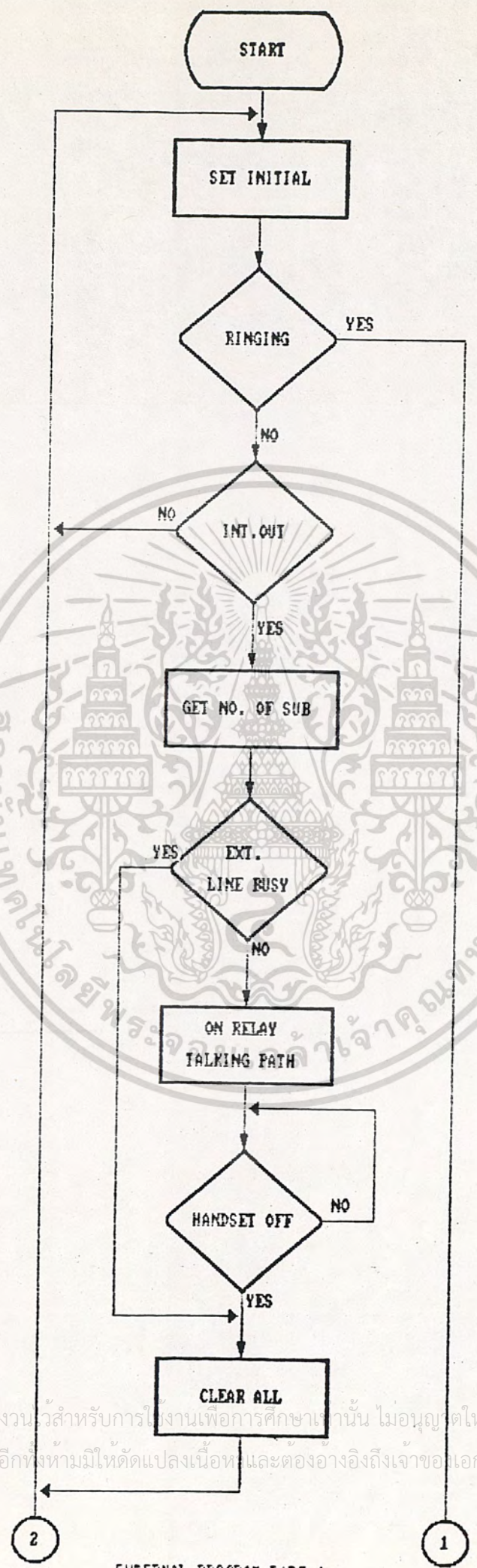
- 1 แสดงว่ายังไม่ต้องการต่อออกสายนอก

## บทที่ 4

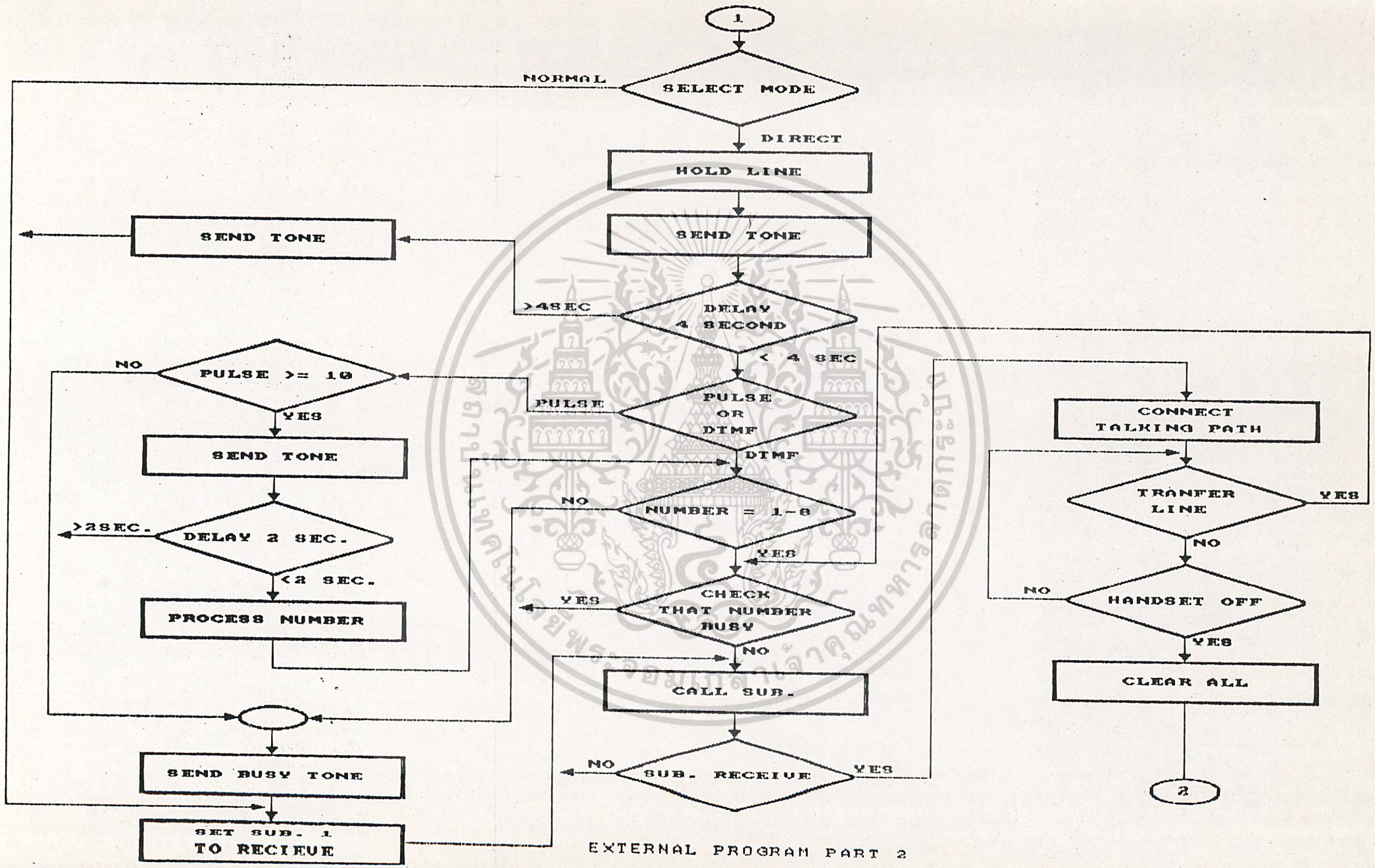
## โปรแกรมควบคุมระบบ



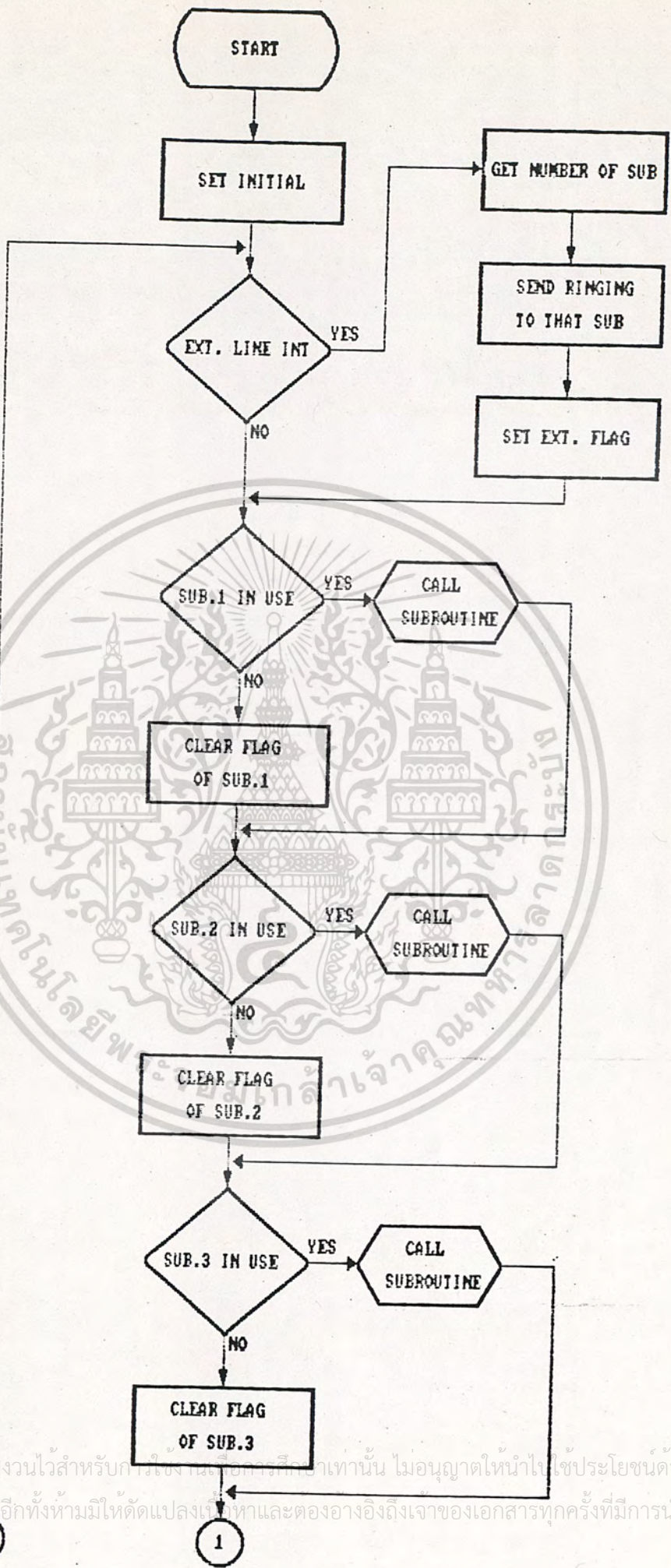
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



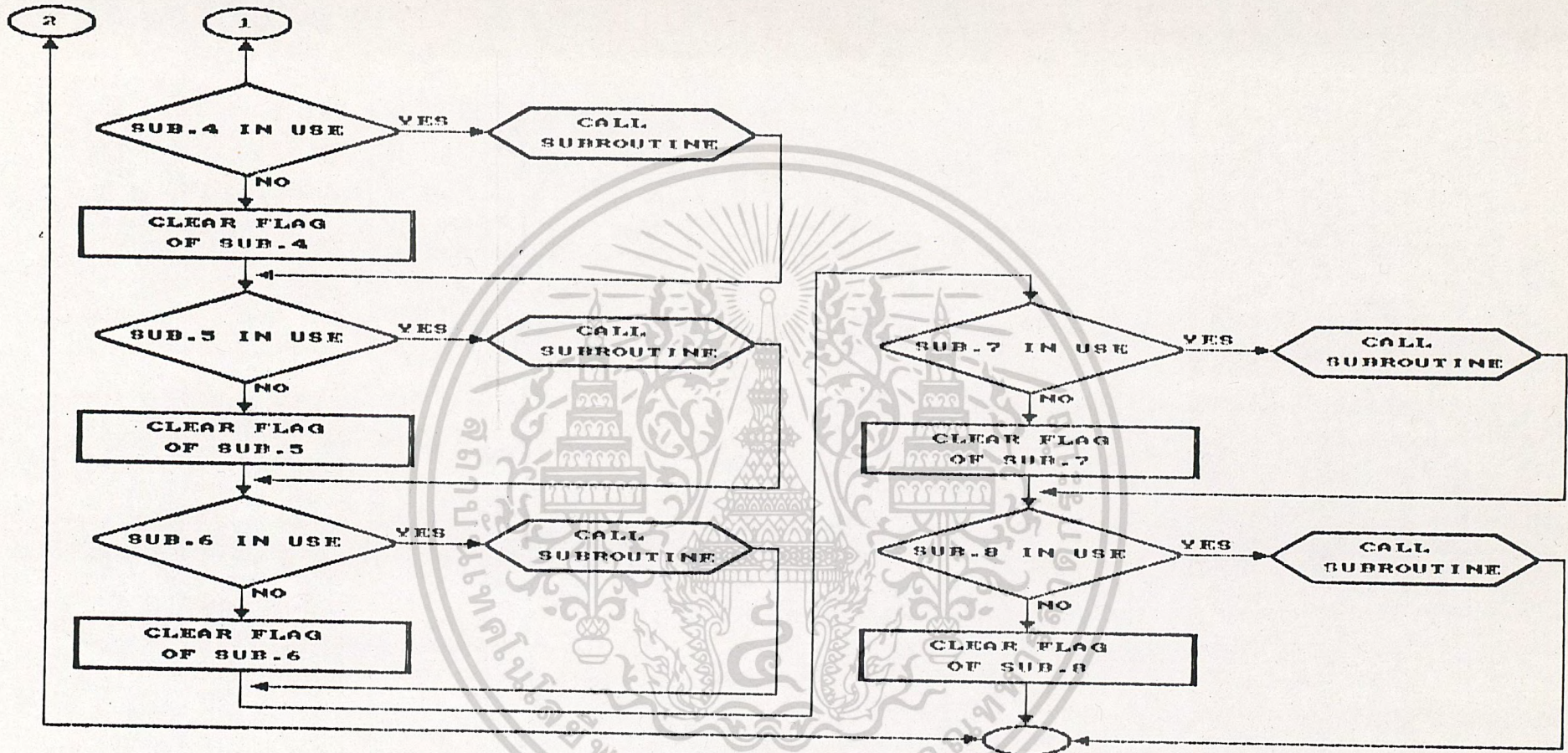
EXTERNAL PROGRAM PART 2



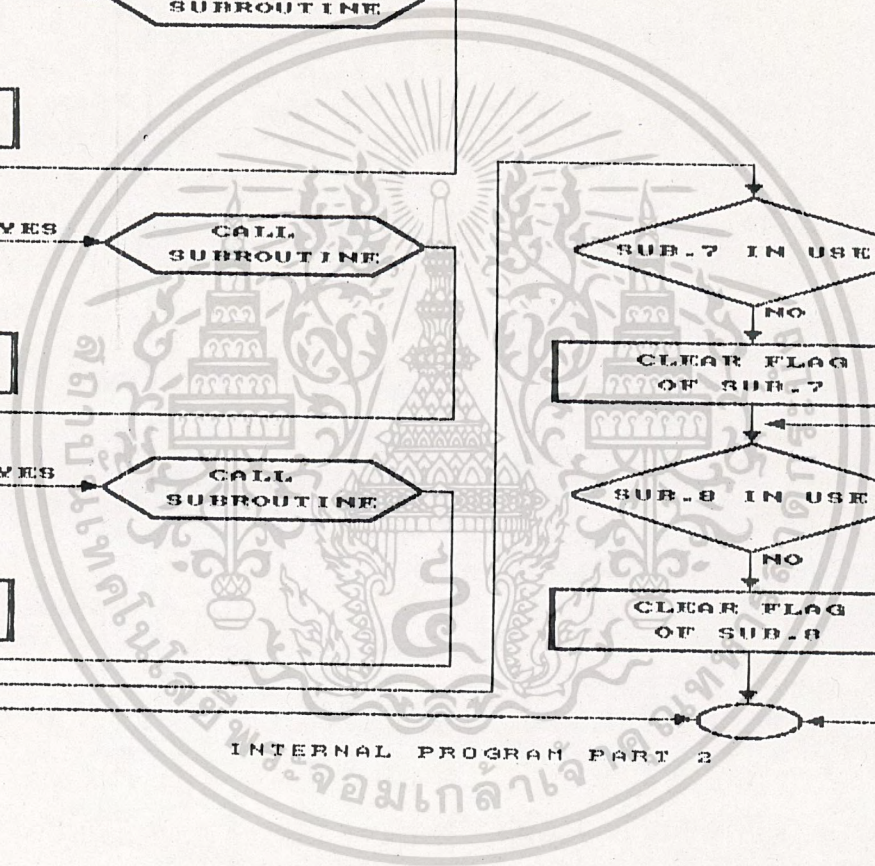
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับก... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

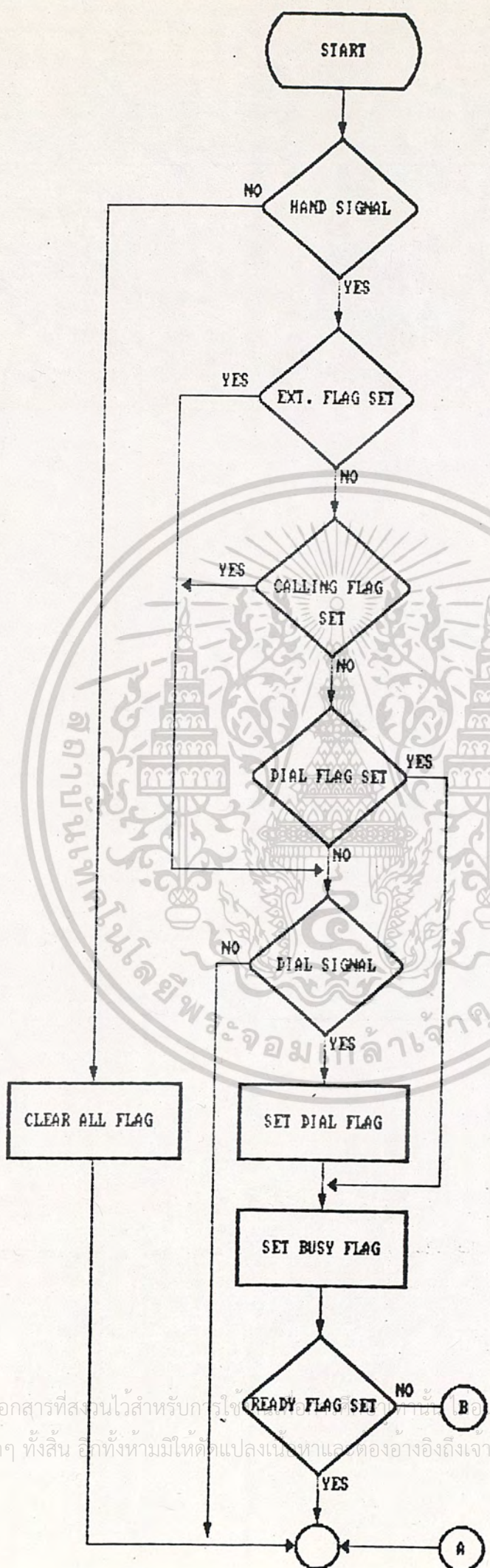
2

1

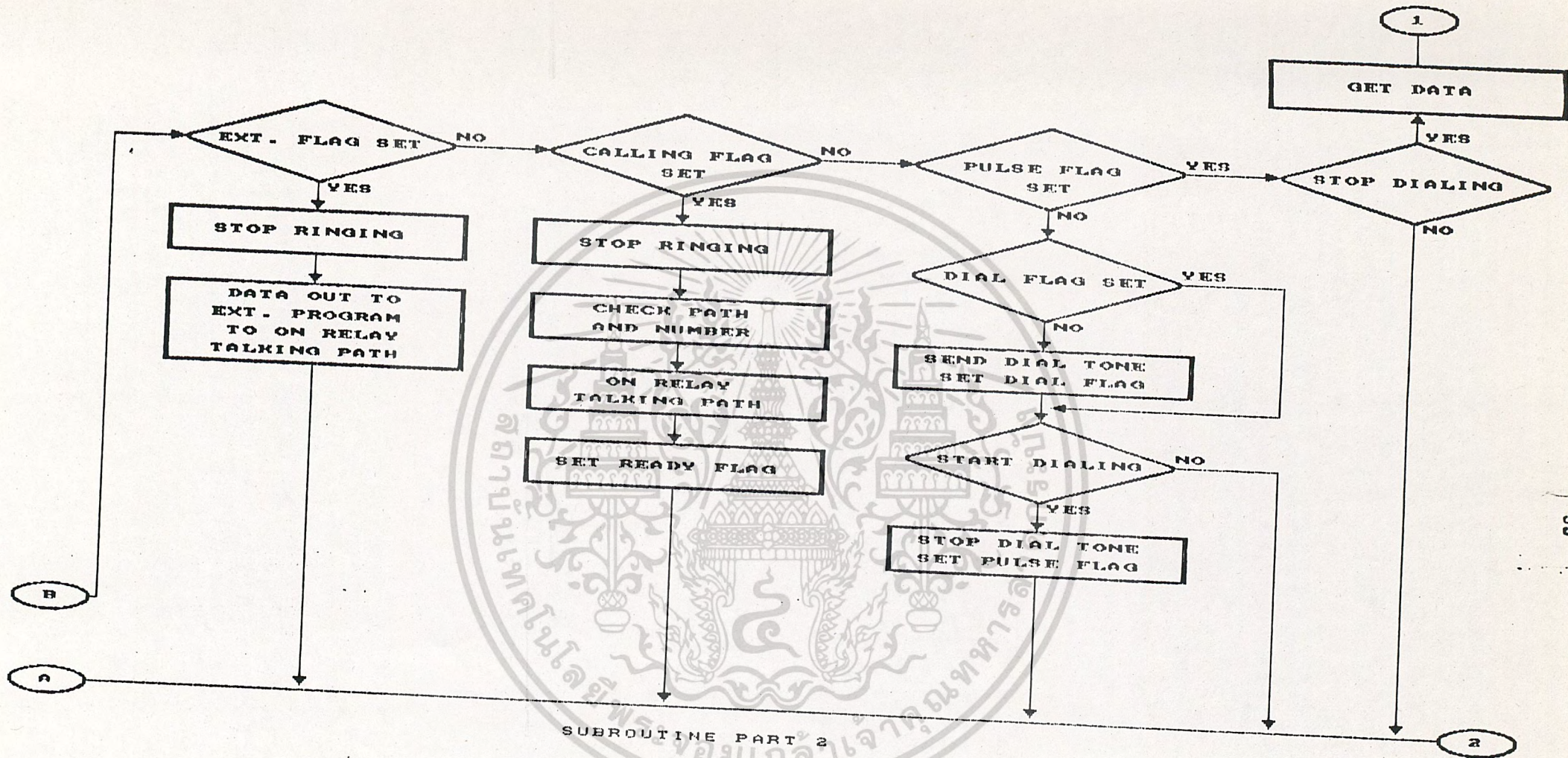


INTERNAL PROGRAM PART 2

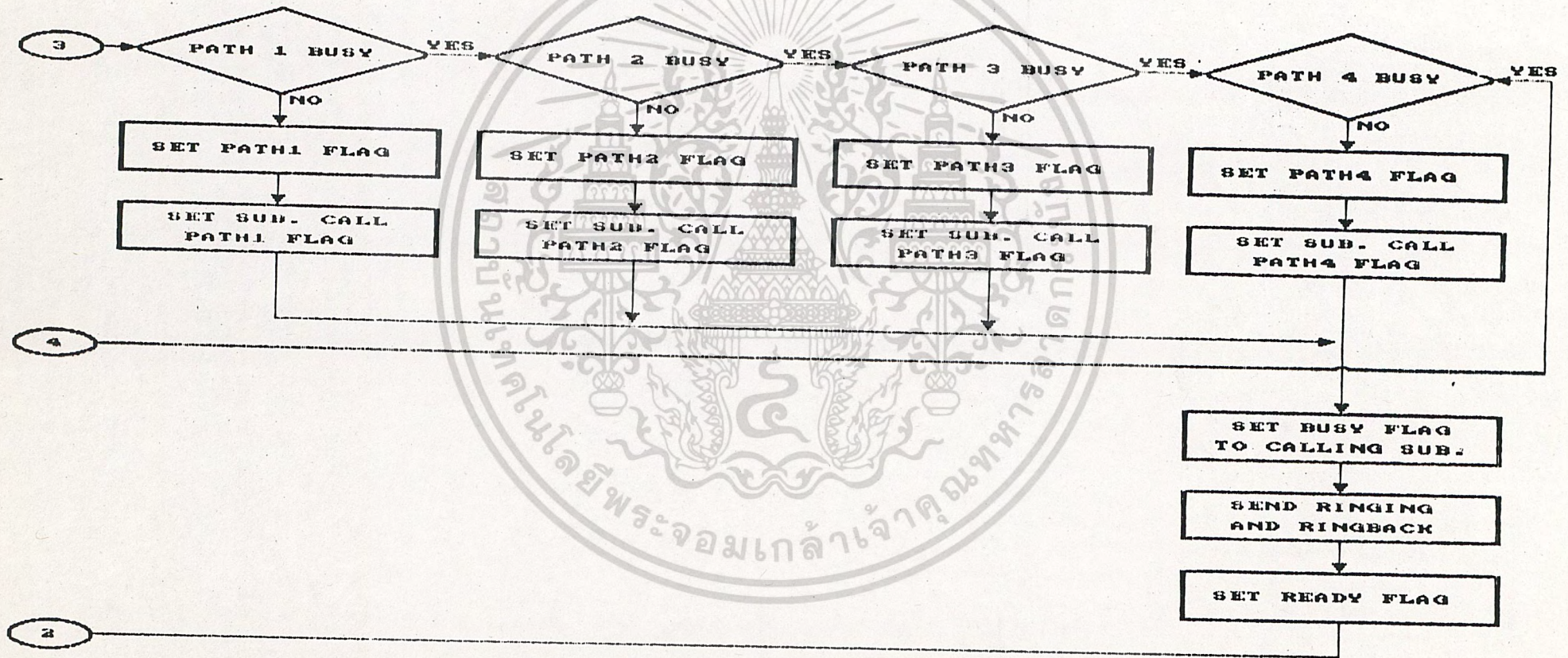




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของสำนักงานเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SUBROUTINE PART 2



## บทที่ 5

## บทสรุป

ปฏิยานุพันธ์ของโครงการ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) ซึ่งเป็นแบบ เข้า 1 คู่สายภายนอก ออก 8 คู่สายภายใน สามารถโอนจากสายนอกติดต่อกับเครื่องลูกโดยไม่ต้องผ่าน โอเปอเรเตอร์ ซึ่งการควบคุมต่างๆทั้งหมดในการทำงาน เช่น การส่งสัญญาณต่างๆ ของโทรศัพท์ การเชื่อมเส้นทางการติดต่อ (SPEECH PATH) การโอนสายภายนอกกับสายภายใน การเชื่อมติดต่อกับสายภายในด้วยกันเอง และอื่นๆอีก ทั้งหมดนี้จะถูกควบคุมด้วย ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ และเครื่องที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้ได้ทั้งระบบแบบพัลส (pulse) และ แบบกดปุ่ม (DTMF) ทั้งสายนอกและสายใน อีกทั้งสามารถกำหนดการใช้เครื่องลูกได้ ซึ่งผู้จัดทำคิดว่าเป็นการเหมาะสมอย่างยิ่งใน สำนักงานขนาดเล็ก ทางด้านราคาแล้วไม่สูงเลย นับว่าเป็นประโยชน์อย่างมากทีเดียว

ส่วนในการทดลองด้านต่างๆ และการสร้างเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินี้ สามารถวิเคราะห์ปัญหา และ ข้อบกพร่อง ได้ดังนี้

1 ส่วนประมวลผลกลาง ( CPU ) ได้ใช้ CPU เบอร์ Z-80 ก็เพราะว่า

- ความสะดวก และ ค่อนข้าง
- ทำการ debug โปรแกรม ได้ง่าย โดยใช้ single board ซึ่งสามารถหาใช้ได้ โดยสะดวกต่างกับ controller เบอร์อื่น ซึ่ง การ debug โปรแกรม ค่อนข้างลำบาก
- ราคาของ Z-80 ถูกกว่า controller เบอร์อื่นๆ มาก

2 ส่วน เส้นทางการติดต่อของเสียง ( SPEECH PATH ) ซึ่งใช้ IC เบอร์ 4066 นั้นจากการทดลองพบว่า โวลเตจที่ส่งมาจาก CPU นั้น ไม่สามารถทริก (trig) ขา control ของ IC เบอร์ 4066 ได้ เนื่องจาก ระดับสัญญาณจาก Z-80 จะประมาณ 3 โวลต์ จึงต้องทำการขับ (drive) โวลเตจให้สูงขึ้น เพื่อ ทำการทริก (trig) ขา control จึงสามารถทำงานได้

3 สัญญาณกระดิ่ง จากการทดลองพบว่า สัญญาณดังไม่เพราะ แต่จากการคำนวณตามเอกสารที่เป็นเอกสารที่ส่งมาให้สำหรับเครื่องนี้เพื่อที่จะหาสัญญาณที่จำเป็นในการคำนวณว่ากรณีใดๆแล้ว ค่าความต้านทานและค่าตัวเก็บประจุ นั้นถูกต้อง จึงคิดว่าน่าจะเป็นที่ ทรานซิสเตอร์ ขยายสัญญาณไม่เพียงพอ ทำให้ ต้องใช้ทรานซิสเตอร์ อีกตัวช่วยในการขยายสัญญาณ

ข้อเสนอแนะในการที่จะพัฒนา เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) สรุปได้ดังนี้

- 1 ส่วนของแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งเป็นส่วนที่กินพื้นที่ และน้ำหนักมาก ถ้าเราใช้ในการพันหม้อแปลง ควรจะเปลี่ยนเป็น supply แบบ switching จะช่วยลดขนาดและน้ำหนัก ลงได้อย่างมาก
- 2 สัญญาณต่างๆ ที่ใช้ใน PABX เราสามารถใช้ IC แทน ได้ เพื่อลดเวลา ในการประกอบ hardware สามารถลดขนาดของเครื่อง และมั่นใจในการทำงานได้เป็นอย่างดี
- 3 ส่วน เส้นทางการติดต่อของเสียง (SPEECH PATH) ควรจะใช้ cross matrix switch หรือไมก็ประยุกต์เทคโนโลยีทางด้านการสื่อสาร เช่น digital speech path เป็นต้น ซึ่งจะให้ผลที่ดีกว่า IC เบอร์ 4066
- 4 ส่วนประมวลผลกลาง (CPU) ในอนาคต ควรจะใช้พวกตัว controller โดยตรง มากกว่า Z-80 เช่น IC ตระกูล mcs51 ซึ่งกำลังเข้ามาเป็นที่นิยม เนื่องจาก IC ตระกูลนี้ผลิตมาเพื่องานควบคุมโดยเฉพาะแต่ขณะนี้ราคายังสูงอยู่ ต่อไป ราคาก็จะต่ำลง และ single board สำหรับ debug โปรแกรมก็จะทำให้ง่าย และมีราคาถูก

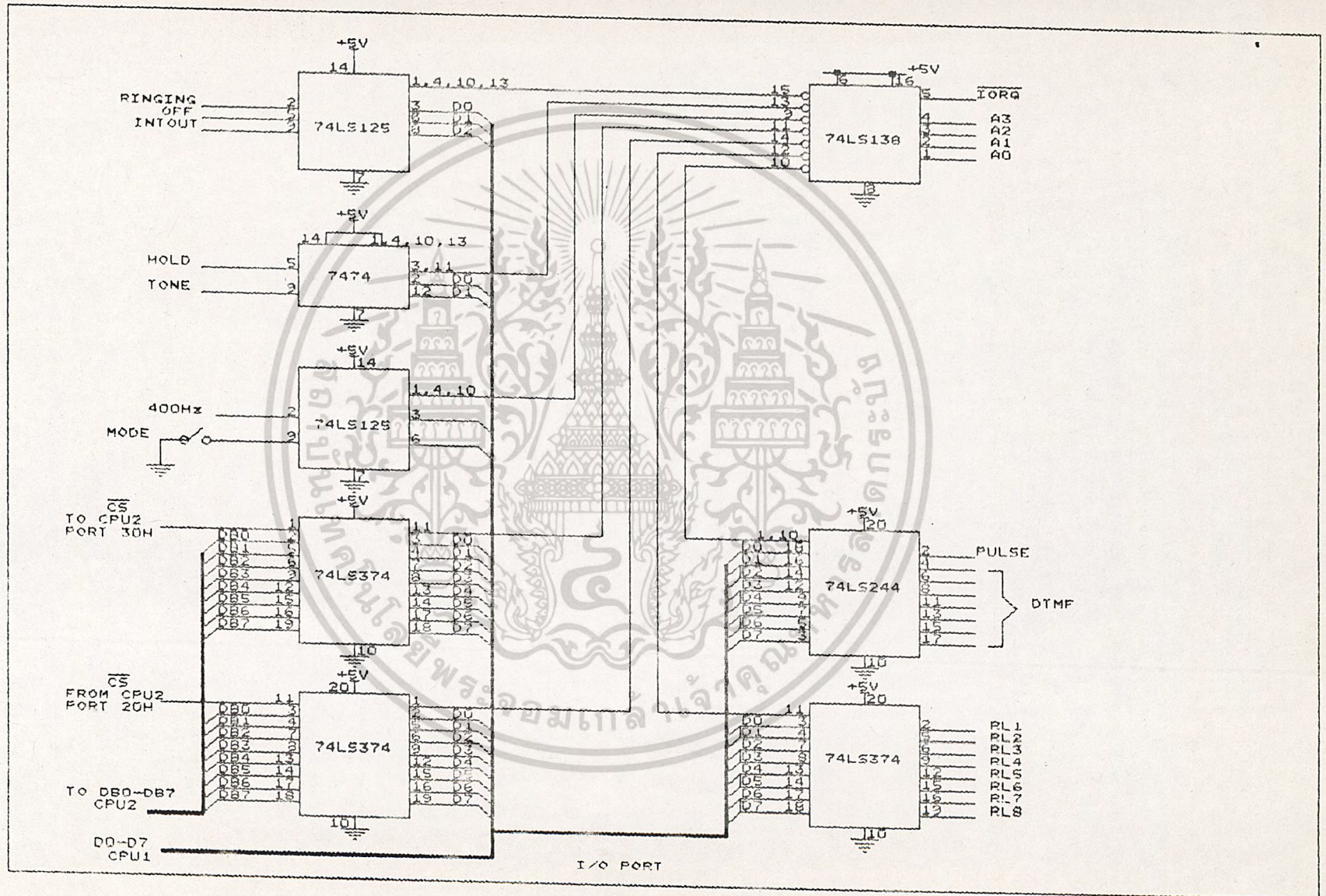
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

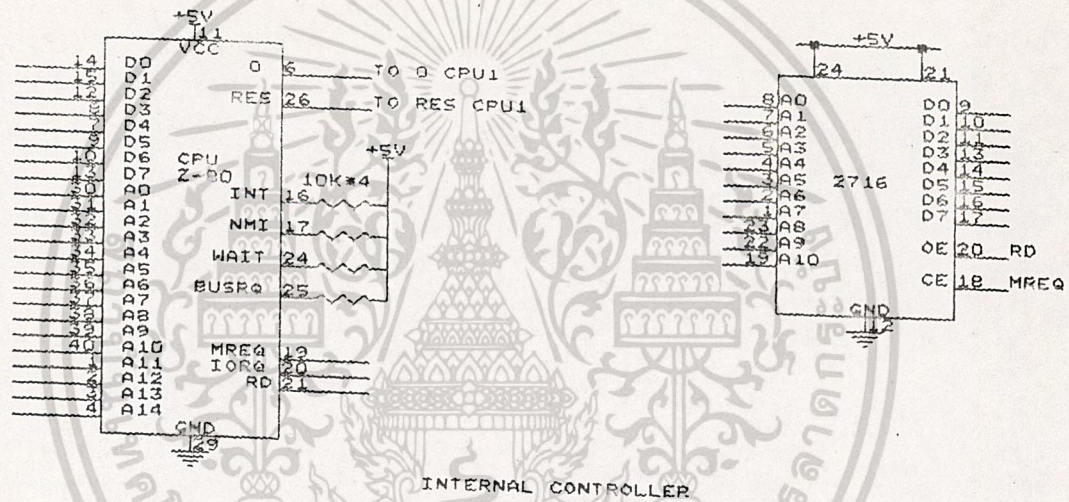
ภาคผนวก

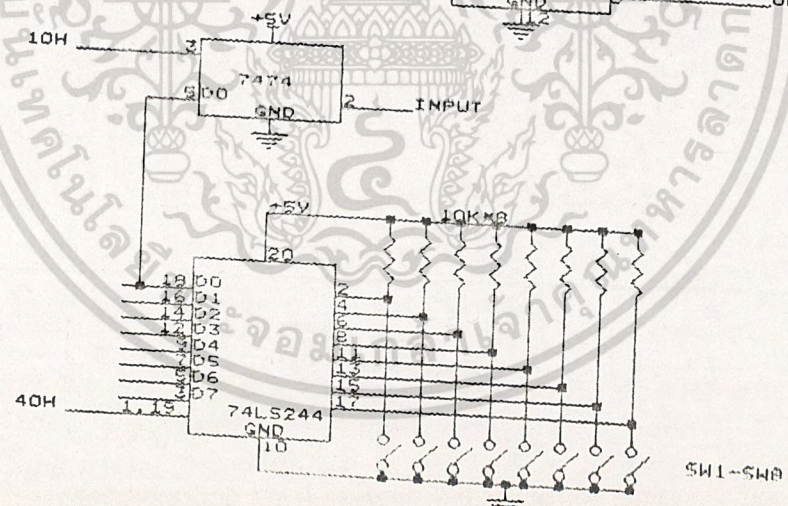
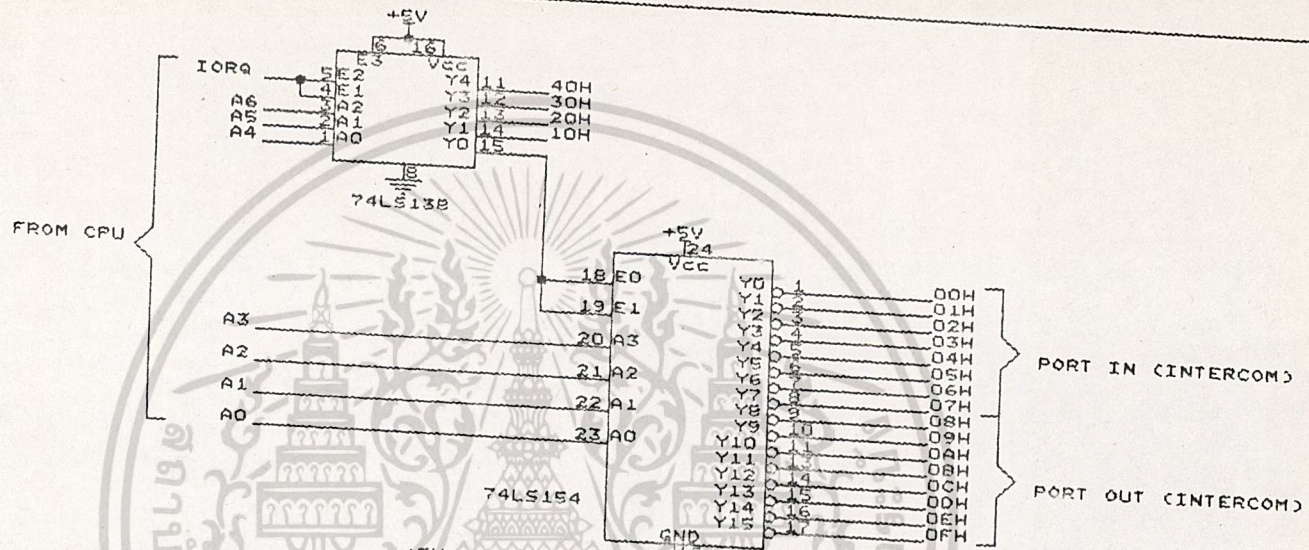


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

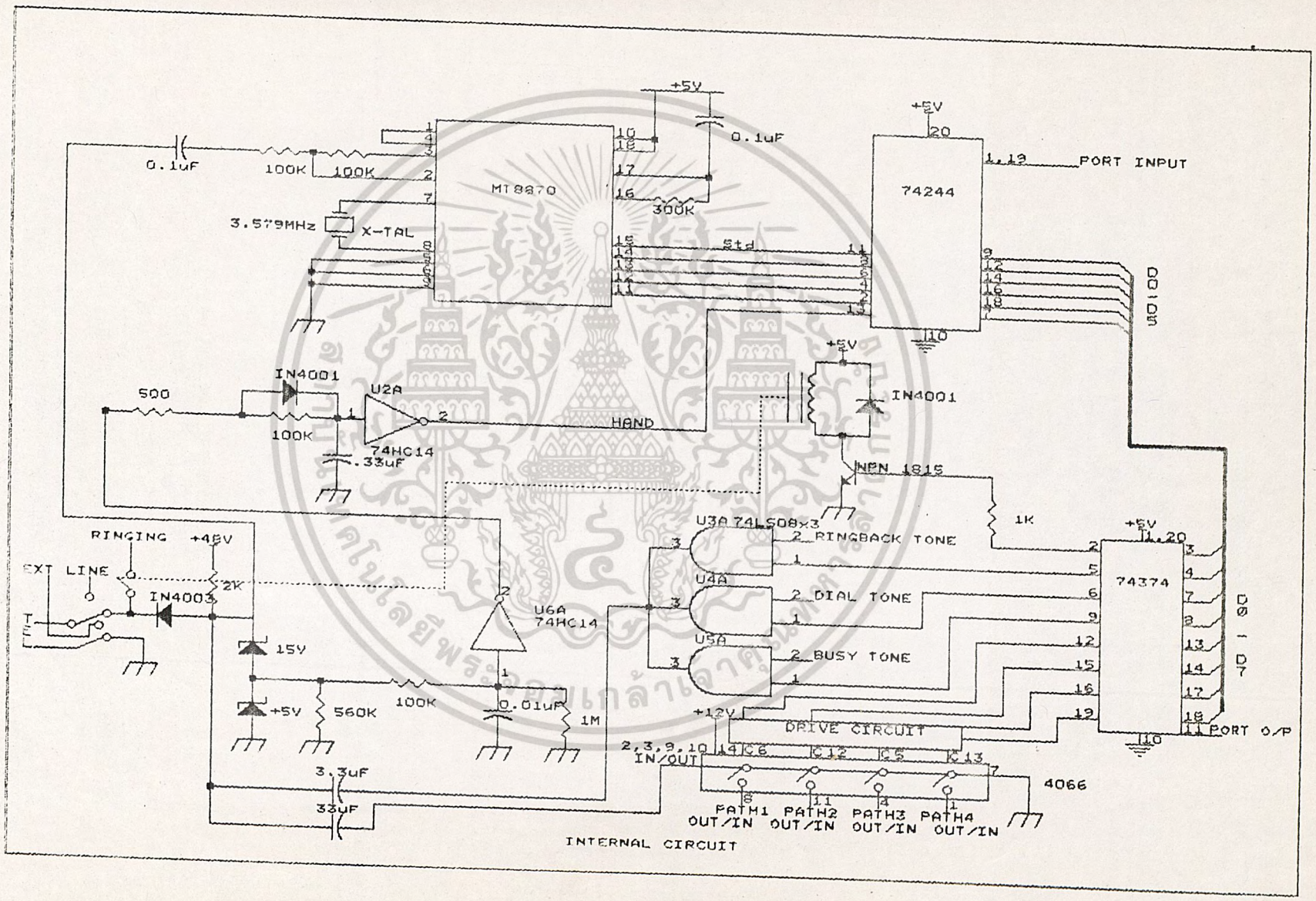


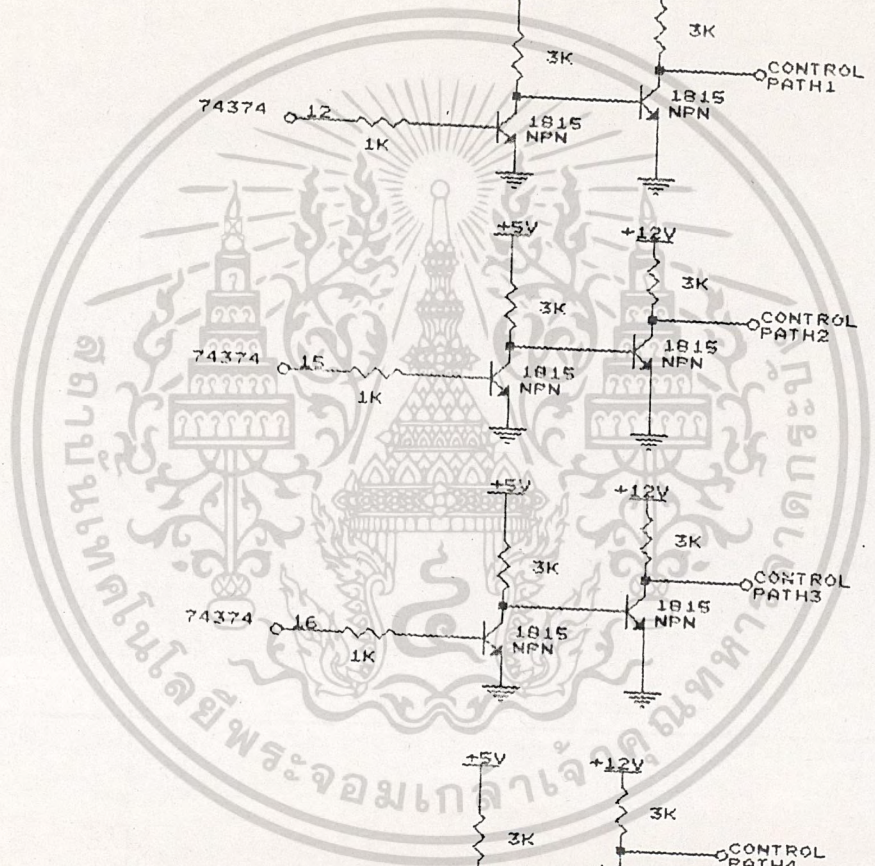
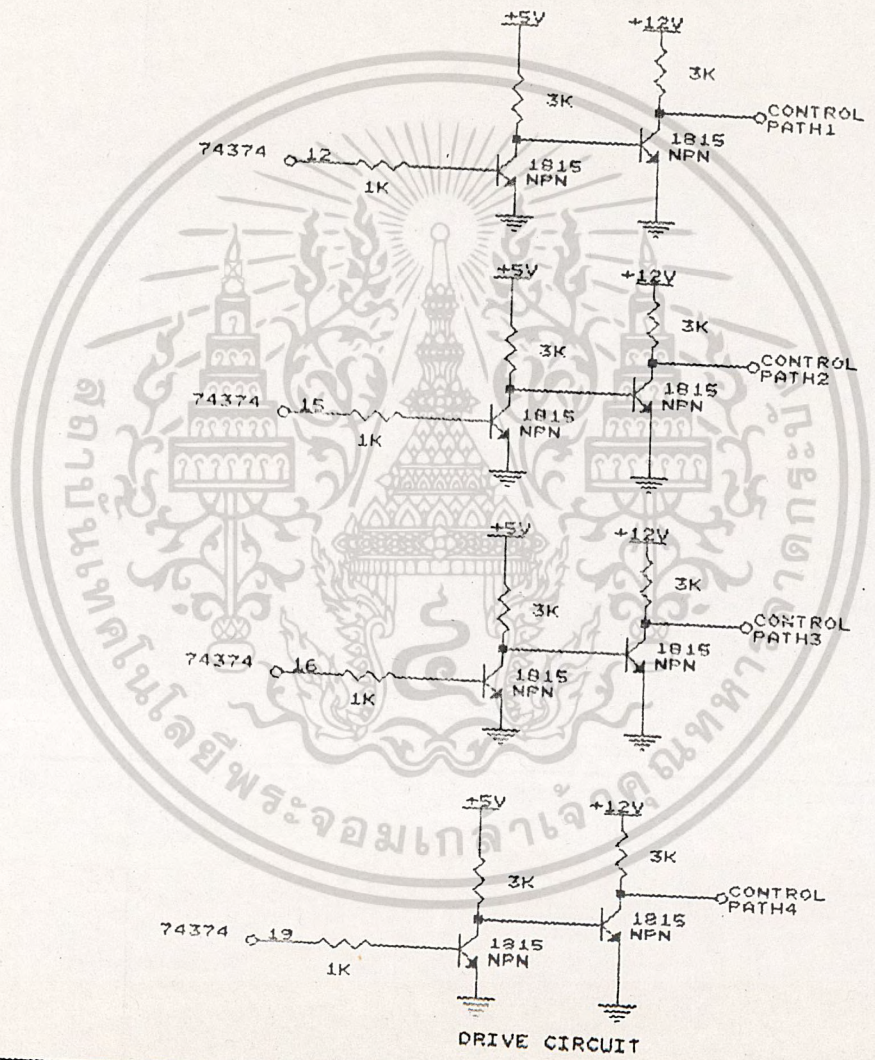


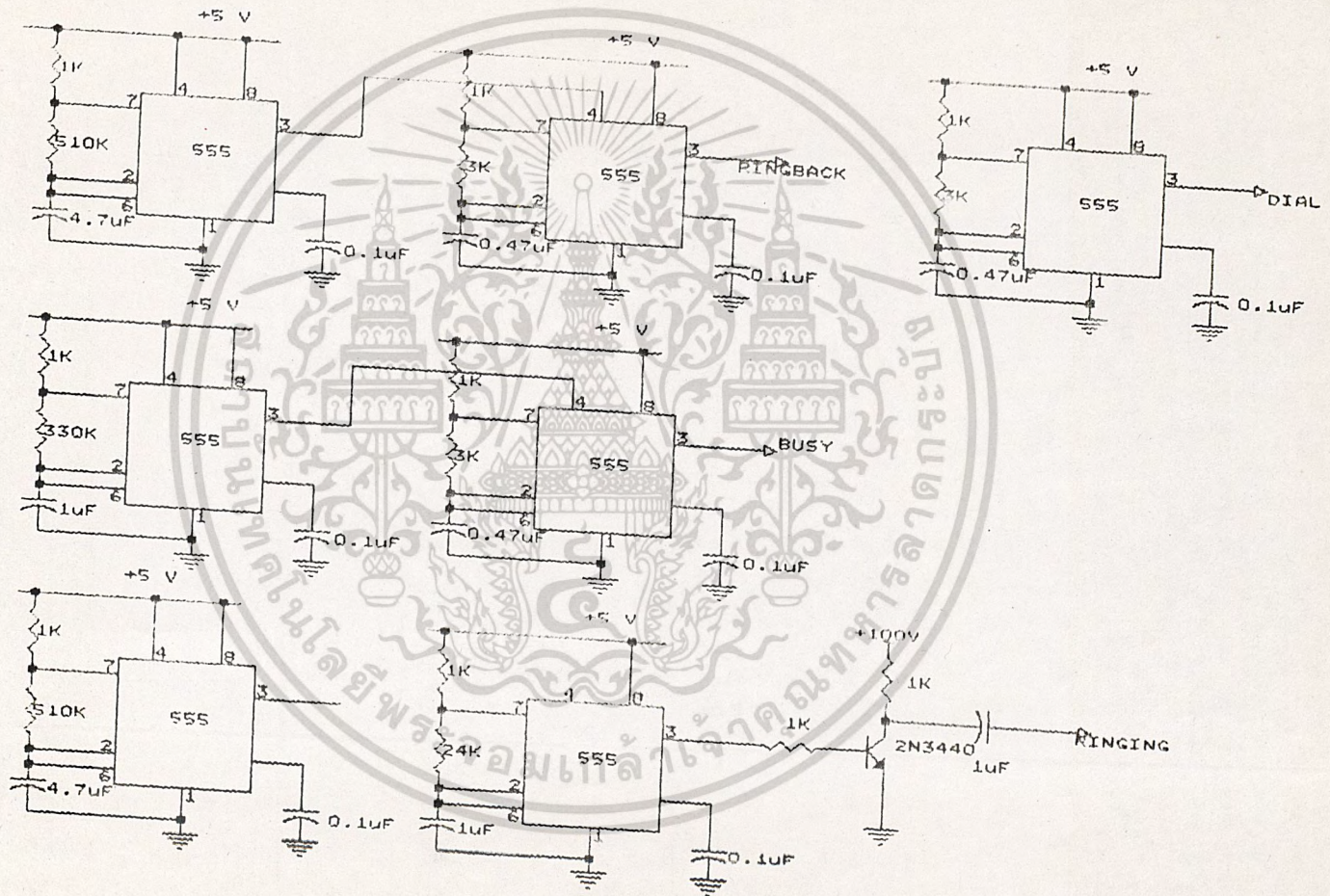




INTERNAL PORT AND DIP SWITCH SET SUB IN USE







TONE GENERATOR CIRCUIT

## กิตติกรรมประกาศ

ผลงาน และ วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ตามเป้าประสงค์ อันเนื่องมาจาก ความร่วมมือกัน ของเพื่อนร่วมงานในกลุ่มเป็นอย่างดี เมื่อหลายคนที่คอยช่วยเหลือ และหลายคนที่คอยให้กำลังใจ อีกทั้งยังมีปริญญานิพนธ์ ที่คอยเอาใจใส่ และสนับสนุน อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตติกร วราวุฒศิริพันธ์ที่คอยดูแล ให้ความสะดวก ในการใช้เครื่องมือต่างๆ และให้คำปรึกษาแก่กลุ่มโครงการเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณ ทุกๆท่านที่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

1. Lance A. Levental, "Z80 Assembly Language Programming", McGraw-Hill, New York, 1980
2. Handbook, "TTL Databook", Texas Instruments Inc., U.S.A., 1981
3. Handbook, "CMOS Databook", National Semiconductor Inc., U.S.A., 1980
4. ยืน กุ้ววรรณ , วัฒนา เชียงกล, " ไมโครโปรเซสเซอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์ ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, พ.ศ. 2521
5. จิโรจน์ ศรีนามวงศ์, " เครื่องขุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ แบบ 1 คู่สายภายนอก ขยาย 8 คู่สายภายใน " , วิทยาลัยพณิชยการสำหรับปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พ.ศ. 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้