

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

Private Automatic Branch Exchange (PABX)



ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **ปีการศึกษา 2536** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033298

หัวข้อปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาอัตโนมัติ

โดย

นายทศพร ธรรมรงค์จ้อย เลขประจำตัว 34131211

นายวิชิต สิงหะยม เลขประจำตัว 34131226

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. นิกุล สุขุมตันติ

ภาควิชา เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2536

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติให้  
ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญาโท

ประธานกรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

## Private Automatic Branch Exchange (PABX)

โดย นายทศพร ธรรมรงค์จ้อย  
นายวิจิต สิงทะยม

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. นิกร สุขุมตันติ

### บทคัดย่อ

พวกเราทางคณะผู้จัดทำรู้สึกยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ได้มีโอกาสทำโปรเจกต์เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ซึ่งเครื่องที่ทำขึ้นเองนี้จะมีต้นทุนที่ต่ำ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทำระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติมาใช้

สำหรับตึกสำนักงาน หรือคอนโดมิเนียม ที่มีความจำเป็นต้องใช้โทรศัพท์จำนวนมาก

ในขณะที่จำนวนเลขหมายโทรศัพท์มีอยู่อย่างจำกัดนั้น ระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติคือสิ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ โดยที่ระบบจะมีความสามารถขยายเลขหมายโทรศัพท์จำนวน 2 เลขหมายให้สามารถใช้งานได้เสมือนมี 8 เลขหมาย นอกจากการติดต่อภายนอกผ่านองค์การโทรศัพท์แล้ว ยังสามารถติดต่อภายในระหว่างโทรศัพท์เครื่องลูกด้วยกัน โดยที่ไม่ผ่านองค์การโทรศัพท์ ซึ่งเป็นสิ่งที่เสริมให้เห็นประโยชน์ในการนำระบบ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติมาใช้

### ABSTRACT

We are very pleased to have an opportunity to carry out Private Automatic Branch Exchange (PABX) project that is made for reducing the cost.

For the office building and condominium, general telephone systems are very difficult to extend more telephone-number.

Because of this limiting-extension problem. Private Automatic Branch Exchange (PABX) is a solution for this problem.

The capacity of the PABX of this project:

- 2 incoming lines ( 2 telephone-numbers )
- 8 extension lines ( 8 internal telephone-numbers )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- available for both external and internal communications

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้าที่
โครงสร้างชั้นพื้นฐานของ PABX	1
สัญญาณต่างๆ ภายในระบบชุมสายโทรศัพท์	2
โครงสร้างและการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้น	4
ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 1	8
ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2	14
โครงสร้างโปรแกรม	31
วิธีการใช้งานเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ	48
ภาคผนวกที่ 2 แสดงวงจรใช้งานโดยละเอียด	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

### Private Automatic Branch Exchange (PABX)

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ คือ เครื่องมือที่ใช้ขยายคู่สายโทรศัพท์ให้มากขึ้น ในลักษณะการทำงานที่ทางด้านผู้ใช้จะเป็นฝ่ายควบคุมเองเป็นส่วนใหญ่ ทำให้อำนวยความสะดวก ในการสื่อสารให้ดียิ่งขึ้น

#### ระบบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ หน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์สายนอก และโทรศัพท์สาย ในเข้าด้วยกันให้ถูกต้องตามต้องการเครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่เสนอในวิทยานิพนธ์นี้เน้นถึงราคาในการผลิต ต่ำสามารถผลิตได้เองภายในประเทศ โดยที่ยังมีขีดความสามารถใกล้เคียงกับการใช้โทรศัพท์ขององค์การ โทรศัพท์มากความสามารถของเครื่องชุมสายที่พัฒนานี้ คือการที่ผู้โทรศัพท์จากภายนอกสามารถติดต่อถึง เครื่องลูกเครื่องใดเครื่องหนึ่งได้โดยมีหลักการปฏิบัติงานใช้วิธีตั้งเสียงกระดิ่งให้ดังเครื่องใดเครื่องหนึ่งแล้ว เมื่อสายนอกเข้ามาเครื่องที่ตั้งไว้จะรับสายและดึงสายภายในเพื่อทำการโอนในลักษณะนี้จึงเปรียบเสมือนว่า เครื่องลูกทุกตัวจะมีเบอร์โทรศัพท์สายนอกเฉพาะลงไปในแต่ละตัวหรือเป็นการขยายคู่สายโทรศัพท์ให้มากขึ้นนั่นเองการตั้งเสียงกระดิ่งให้ดังที่เครื่องใดเครื่องหนึ่งนั้นสามารถกำหนดได้โดยอาศัยซอฟต์แวร์ (Software) ของอุปกรณ์ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นผู้กำหนด โดยทั่วไปจะตั้งที่เครื่องเบอร์ 1 ไว้

#### ขีดความสามารถของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

การพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์ PABX ทำให้ได้ขีดความสามารถ ดังนี้

1. สามารถขยายคู่สายโทรศัพท์ของเลขหมายโทรศัพท์ธรรมดาจาก 2 คู่สาย (2เลขหมาย) เป็น 8 คู่สายให้ผู้เข้าใช้ได้ 8 ราย (8 Extensions) หรือ 8 เครื่องลูก
2. สามารถต่อเข้าโดยหมุนเลขหมาย 7 ตัว (เลขหมายโทรศัพท์ธรรมดา เลขหมายเต็ม)แล้ว จะมีสัญญาณดังขึ้นที่เลขหมายที่จัดเอาไว้ต่อจากนั้นให้หมุนเลขหมายอีก 2 ตัว คือ 11 ถึง 18 เพื่อ ต่อเข้าหาเครื่องลูกที่ต้องการ เครื่องที่ 1 ถึง เครื่องที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องลูกสามารถต่อถึงกันได้ โดยหมายเลข 11-18
4. เครื่องลูกสามารถเรียกออกข้างนอกได้ โดยหมุน "9" จะได้สัญญาณไดอัล (Dial Tone) จากชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์
5. ถ้าการหมุนต่อเข้ามายังเครื่องลูกจะมีสัญญาณกระดิ่งเรียก (Ringing) ที่เครื่องลูกเบอร์เลขหมายที่ตั้งไว้



ภาพที่ 1 แสดงการแยกคู่สายโทรศัพท์ของระบบ

สัญญาณต่างๆภายในระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์

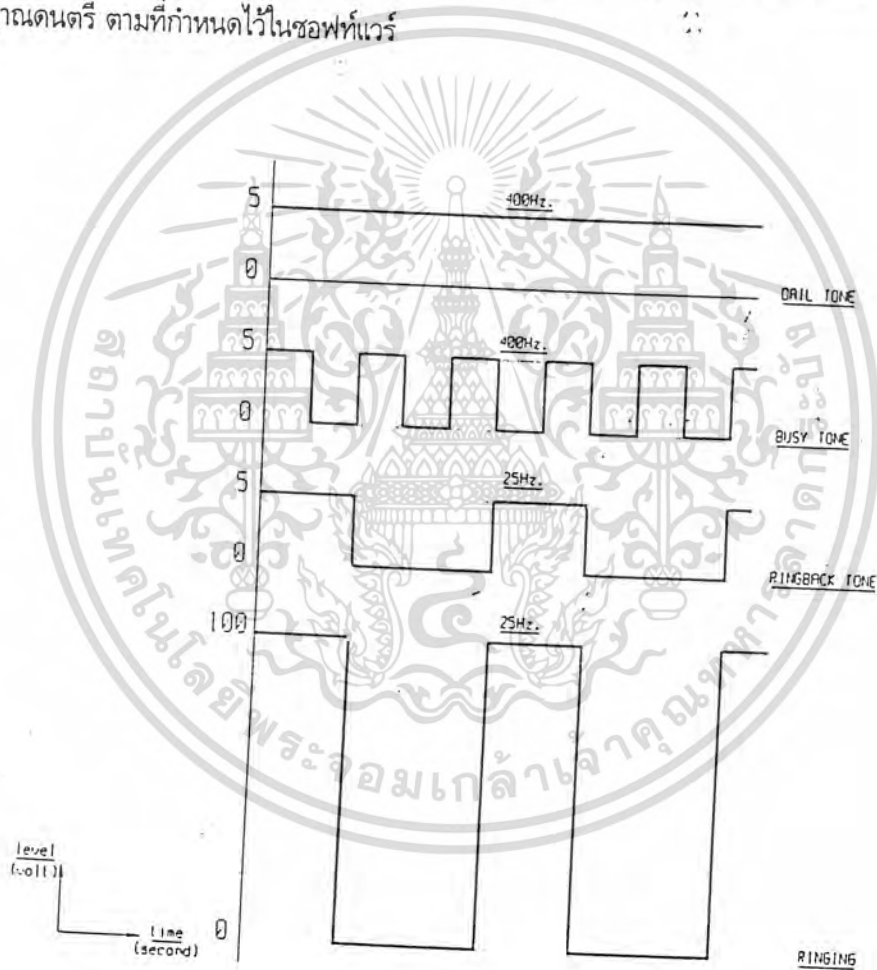
1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าเครื่องชุมสายโทรศัพท์ พร้อมแล้วที่จะให้ผู้ใช้โทรศัพท์หมุนหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อด้วย มีลักษณะเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 25 เฮิรท์ (400 Hz) ต่อเนื่องกันตลอด
2. สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากหมุนหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อแล้วว่า สามารถติดต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการได้ มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่ประมาณความถี่ประมาณ 25 เฮิรท์ ดังและเงียบเป็นช่วงๆ กล่าวคือ ดังประมาณ 1 วินาที และเงียบประมาณ 2 วินาที
3. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากหมุนหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วยทราบว่าไม่สามารถติดต่อคู่สายนั้นได้ มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 400 เฮิรท์ ดังและเงียบในช่วงเวลา 0.3 วินาที เท่ากัน

4. สัญญาณเรียก (Ringing) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ ภายใน เพื่อแจ้งให้ทราบว่าผู้อื่นต้องการติดต่อด้วย มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 25 เฮิรท์ มีขนาด (Amplitude) ประมาณ 100 โวลท์ (Volt) ติดและดับเป็นช่วงๆ เหมือนและพร้อมกับ สัญญาณเรียกกลับ

5. สัญญาณพักสายโทรศัพท์ (Hold-line Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ส่งไปให้ สายนอก เพื่อแจ้งให้ทราบว่า กำลังอยู่ในช่วงทำการโอนสายโทรศัพท์อยู่ที่ห้อยก่อน มีลักษณะเป็น สัญญาณดนตรี ตามที่กำหนดไว้ในซอฟต์แวร์



ภาพ 2 ลักษณะช่วงเวลาของสัญญาณต่างๆ ในระบบเครื่อง PABX

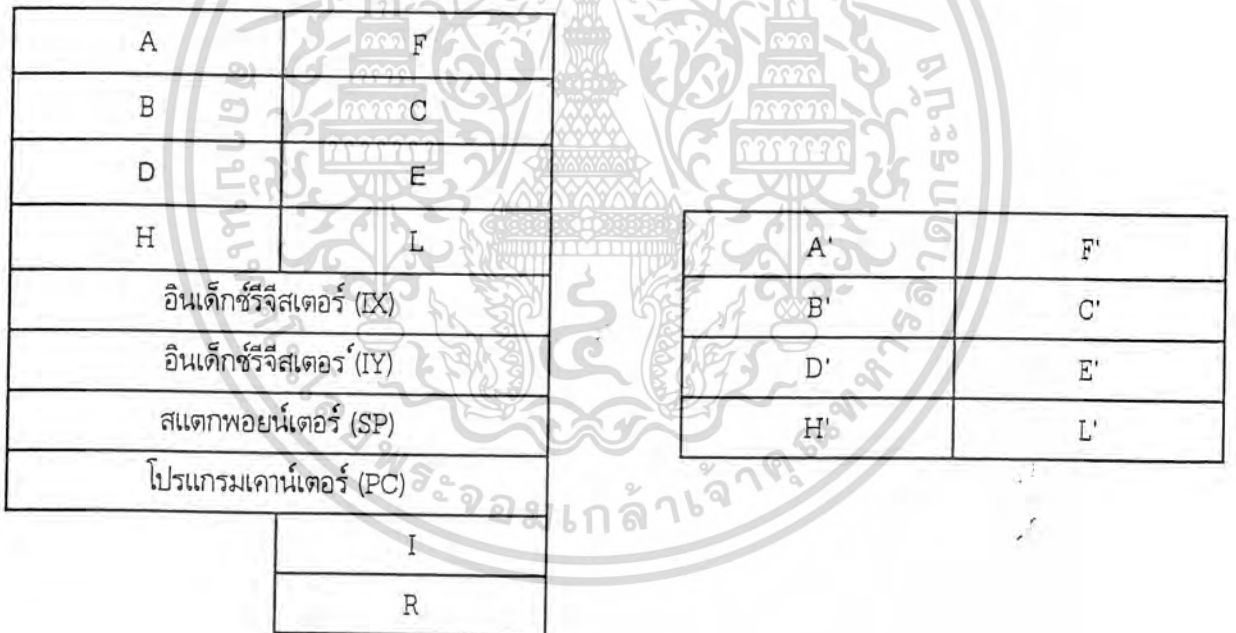
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงสร้างและการทำงานของเครื่องขมสายโทรศัพท์

### PABX - SYSTEM

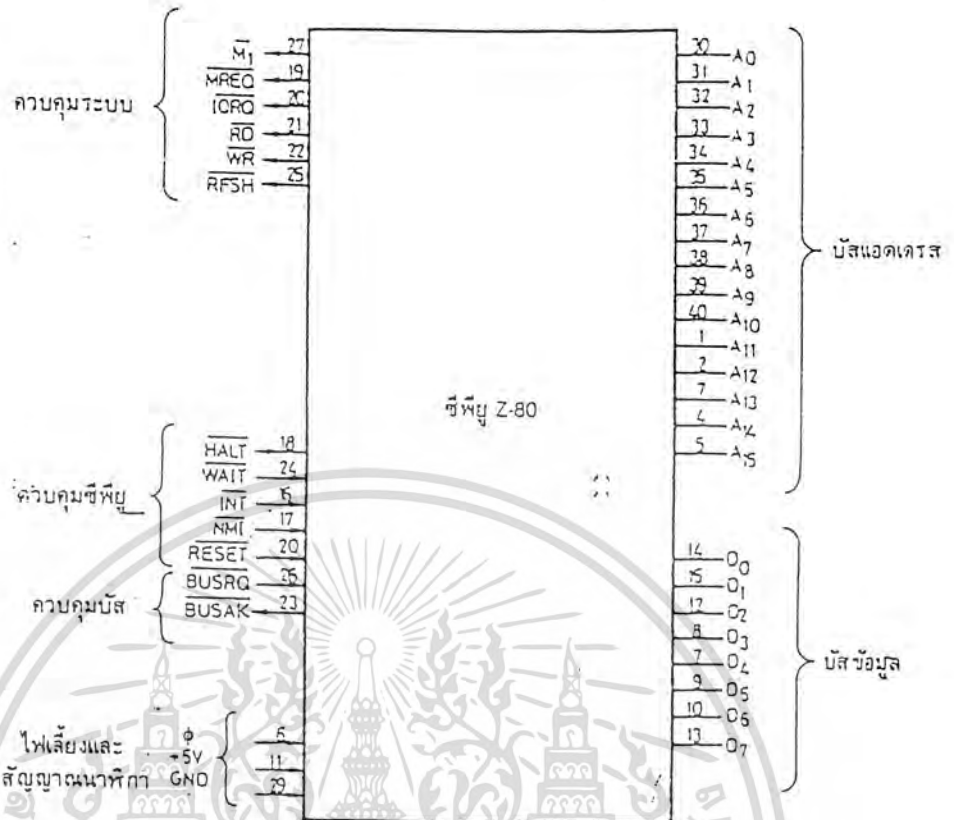
ในปัจจุบันเทคโนโลยีของการผลิตวงจรถนขนาดใหญ่ (Large Scale Integration หรือ LSI)เจริญก้าวหน้าไปอย่างมาก ทำให้สามารถบรรจุวงจรถนอิเล็กทรอนิกส์หลายๆ วงจรในแผ่นเดียว ซึ่งเรียกว่า ชิพ (Chip) ได้ ดังนั้นจึงสามารถบรรจุวงจรถนต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ คือ หน่วยควบคุม (Control Unit) หน่วยคำนวณ (Arithmetic and Logic Unit) หน่วยความจำ (Memory) บางส่วนและวงจรถนควบคุมการส่งและรับสัญญาณภายนอกบางส่วนเข้าไปในชิพเดียว เรียกว่า ไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งสามารถประมวลผลข้อมูลต่อๆ และควบคุมหน่วยอื่นๆ ให้ทำงานไปด้วยกันได้

#### 3.1 โครงสร้างหลักของเครื่องขมสายโทรศัพท์



ภาพที่ 3 (ก) รีจิสเตอร์ภายใน Z-80 CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



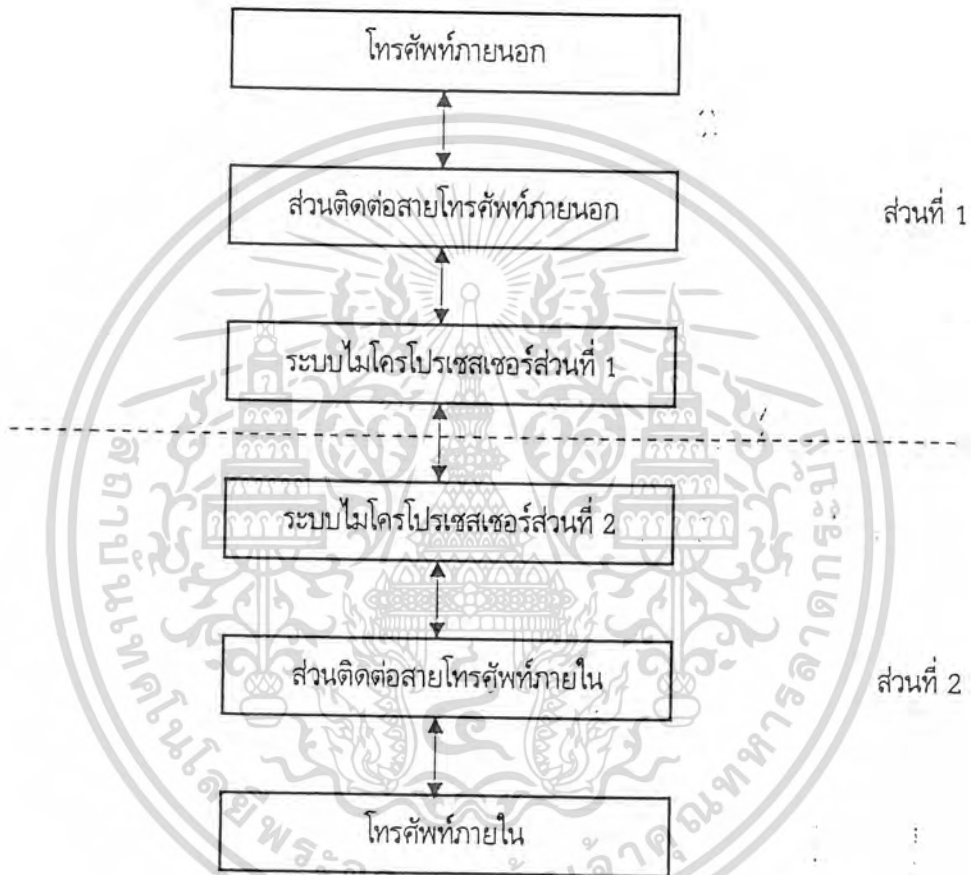
(ข) โครงสร้างและสัญญาณต่างๆ ของ Z-80 CPU

Z-80 CPU เป็นหน่วยประมวลผลกลางที่มีข้อมูลขนาด 8 บิต (D0 ถึง D7) ขนาด 16 บิต (A0 ถึง A15) มีรีจิสเตอร์ (Register) หลักขนาด 8 บิต ใช้งานทั่วไป 8 รีจิสเตอร์ คือ A, F, B, C, D, E, H และ L มีรีจิสเตอร์สำรองขนาด 8 บิต ใช้งานอีก 8 รีจิสเตอร์ A', F', B', C', D', E', H' และ L' มีรีจิสเตอร์ใช้งานขนาด 8 บิต 2 รีจิสเตอร์ คือ I และ R และมีรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะขนาด 16 บิต อีก 4 รีจิสเตอร์ คือ IX, IY, SP และ PC และ Z-80 CPU นี้ มีคำสั่งใช้งานได้ถึง 158 คำสั่ง สามารถใช้สัญญาณนาฬิกา (Clock) มากทำงานได้ถึง 2.5 MHz

เพื่อที่จะให้การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้นง่ายต่อการพัฒนา จึงได้มีการประยุกต์นำเอาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ระบบ ทำงานร่วมกันในการควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ โดยได้แบ่งให้ระบบแรกทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมติดต่อกับสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ ส่วนอีกระบบหนึ่งก็จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ภายในระบบทั้ง 8 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังแสดงโครงสร้างหลักในรูปของบล็อกไดอะแกรมได้ดังภาพ 4



ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างหลักของเครื่อง PABX

จากโครงสร้างของเครื่อง PABX ในภาพ 4 สามารถอธิบายการทำงานในแต่ละส่วน  
ได้ดังนี้.-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 ที่ประกอบด้วยระบบติดต่อสายโทรศัพท์ภายนอก,ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 1-  
จะทำงานดังนี้

1. รับสัญญาณต่างๆ จากสายนอก คือ สัญญาณเรียก, สัญญาณไม่ว่าง,สัญญาณเรียกกลับ, เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจที่จะควบคุมต่างๆ
2. รับสัญญาณหมายเลขจากสายนอก แบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) เพื่อนำมากำหนดหมายเลขโทรศัพท์เครื่องลูกที่จะต้องการติดต่อ
3. ส่งสัญญาณต่างๆ สู่สายนอก คือ สัญญาณตอบรับสายนอก,สัญญาณไม่ว่าง, สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณในการพักสาย
4. ควบคุมการเชื่อมต่อช่วงสัญญาณติดต่อ (Talking Path) ระหว่างสายโทรศัพท์ภายนอก และภายใน
5. ติดต่อและร่วมประสานการทำงานกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2

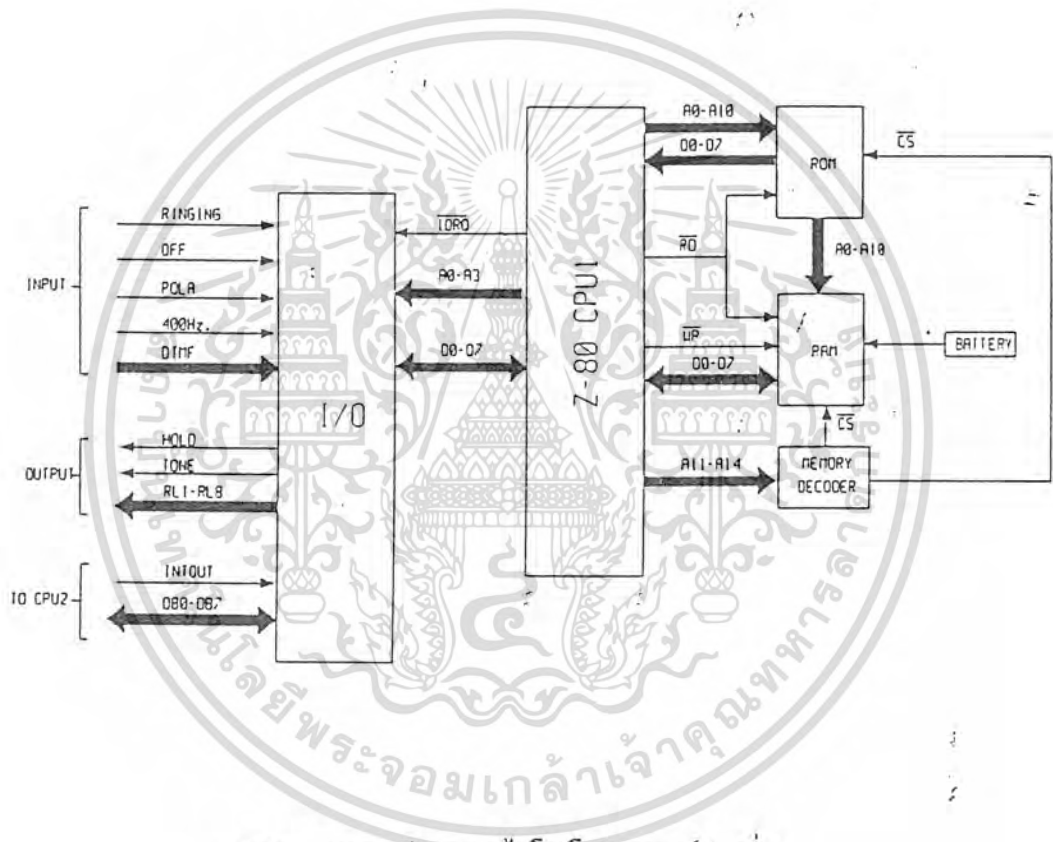
ส่วนที่ 2 ที่ประกอบด้วยระบบติดต่อสายโทรศัพท์ภายใน และระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 2  
จะทำงานดังนี้

1. สร้างสัญญาณต่างๆ ให้กับโทรศัพท์ภายใน คือ สัญญาณเรียก,สัญญาณเรียกกลับ,สัญญาณไม่ว่าง และสัญญาณให้หมอน
2. รับสัญญาณการหมุนโทรศัพท์ของโทรศัพท์ภายใน เพื่อนำมาปฏิบัติตามต้องการ
3. ควบคุมการเชื่อมต่อของช่องสัญญาณติดต่อ ระหว่างโทรศัพท์ภายในด้วยกัน
4. ติดต่อและร่วมประสานการทำงานกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 1

รายละเอียดของระบบไมโครโปรเซสเซอร์แสดงได้ดังภาพ 5 (วงจรถูกแสดงในภาคผนวกที่ 2 )



ภาพ 5 รายละเอียดระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 1

ในส่วนของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 1 จะประกอบด้วย

- ตัวไมโครโปรเซสเซอร์ใช้เบอร์ Z-80 ทำหน้าที่เป็นส่วนประมวลผลกลางทั้งหมด
- สัญญาณนาฬิกา (Clock) ที่กำหนดให้ Z-80 CPU เพื่อให้ ซีพียู ทำงานได้ วงจรที่ออกแบบไว้

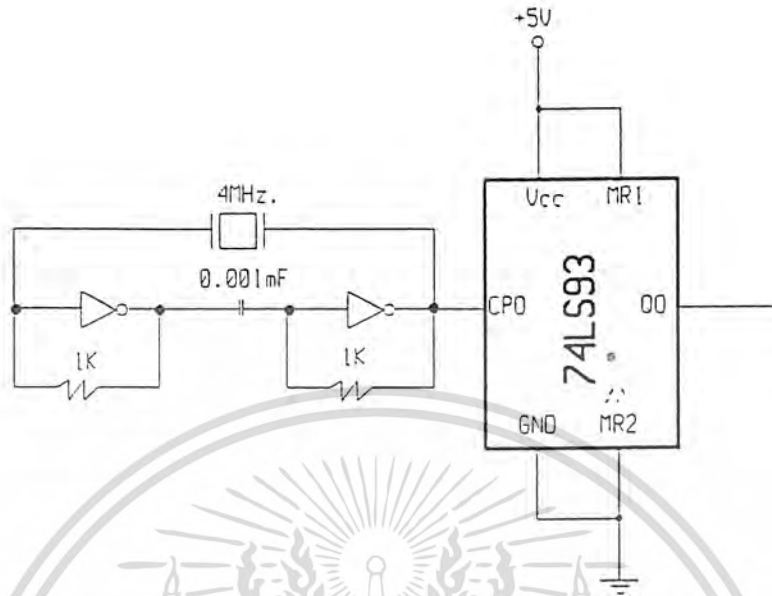
เป็น Astable multivibrator มีความถี่ 2 เมกกะเฮิร์ต ได้จากวงจร ออสซิลเลเตอร์

(Oscillator) ที่มี Crystal เป็นตัวควบคุมความถี่ออสซิลเลทที่ความถี่ 4 เมกกะเฮิร์ต จากนั้นป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เข้าวงจร divider (IC 74LS93 ) เพื่อให้ได้ความถี่เป็น 2 เมกกะเฮิร์ต



ภาพที่ 6 วงจรสร้างความถี่ 2 MHz

-หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำที่ออกแบบไว้ในระบบไมโครโปรเซสเซอร์นี้ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. หน่วยความจำแบบอ่านอย่างเดียว (Read Only Memory หรือ ROM) เราจะเขียนข้อมูลเข้าไปในหน่วยความจำชนิดนี้เพียงครั้งเดียว และข้อมูลนั้นจะอยู่ตลอดไปแม้จะไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม เวลาใช้งาน ซีพียู จะอ่านข้อมูลออกมาเพียงอย่างเดียวใช้เป็นทีเก็บโปรแกรมหลัก (Monitor Program) คือโปรแกรมควบคุมการทำงานด้านสายโทรศัพท์ภายนอกทั้งหมด หน่วยความจำชนิดนี้ใช้ไอซีเบอร์ EPROM 2716 ซึ่งมีความจุ 2k x 8 ไบต์

2. หน่วยความจำแบบแรนดอม (Random Access Memory หรือ RAM) เป็นหน่วยความจำชนิดที่เก็บข้อมูลได้ และขณะเดียวกัน ซีพียู สามารถจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลในหน่วยความจำนั้นได้หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นหน่วยความจำที่อ่านออกมาและเขียนไปได้ (Read Write Memory) ตลอดเวลาที่ไฟเลี้ยง (Supply) อยู่ถ้าเราปิดเครื่องข้อมูลเหล่านั้นจะหายไป แต่ในการออกแบบครั้งนี้ได้มีส่วนของแบตเตอรี่ (Battery) เพิ่มเติมลงไป ทำให้หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033298

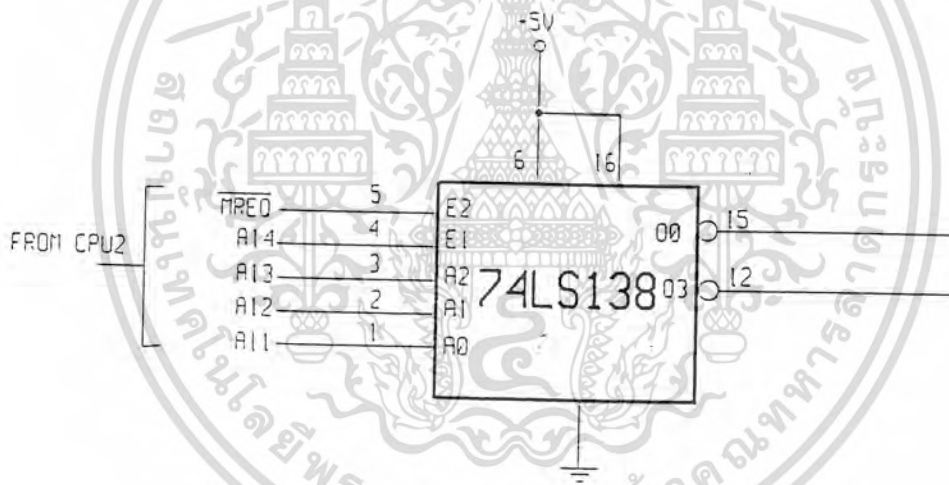
ความจำนี้ ข้อมูลจะคงอยู่ตลอดเวลา เพราะไฟเลี้ยงจากแบตเตอรี่ หน่วยความจำนี้จะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวบางอย่างในการทำงานของโปรแกรม หน่วยความจำชนิดนี้ใช้ ไอซีเบอร์ RAM 6116 ซึ่งมีความจุ 2k x 8 ไบท์

-วงจรถอดรหัสหน่วยความจำ (Memory Decoder)

เนื่องจากระบบไมโครโปรเซสเซอร์มีหน่วยความจำ 2 อย่าง จำเป็นต้องมีวงจรีแยกตำแหน่งของหน่วยความจำทั้ง 2 ชนิดดังนี้-

- ตำแหน่ง (Address) 0000 H ถึง 07 FFH เป็นตำแหน่งที่ ซีพียู ใช้ติดต่อกับรอม (ROM)
- ตำแหน่ง 1800 H ถึง 1 FFFH เป็นตำแหน่งที่ ซีพียู ใช้ติดต่อกับแรม (RAM) การแยกตำแหน่งนี้

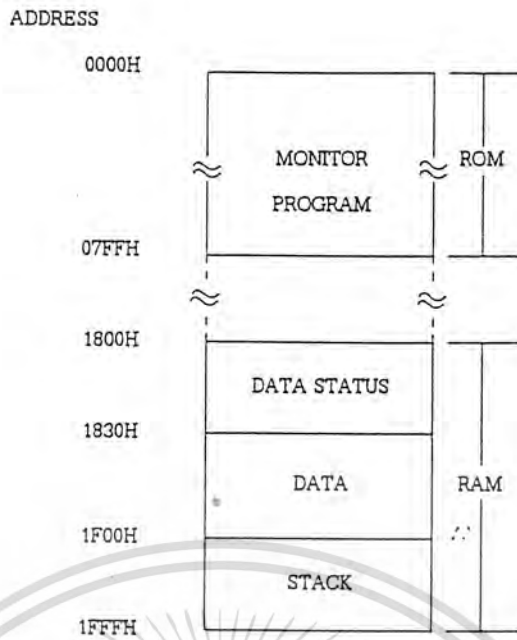
ใช้การควบคุมของสัญญาณจาก Z-80 CPU คือ A11,A12,A13,A14, และ MREQ เป็นตำแหน่งกำหนด โดยใช้ IC 74LS138 เป็นตัวแยกดังภาพ 7



ภาพที่ 7 วงจรถอดรหัสหน่วยความจำ

จากการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำทำให้สามารถแสดงตารางการใช้งานของหน่วยความจำ (Memory Map) ดังภาพ 8

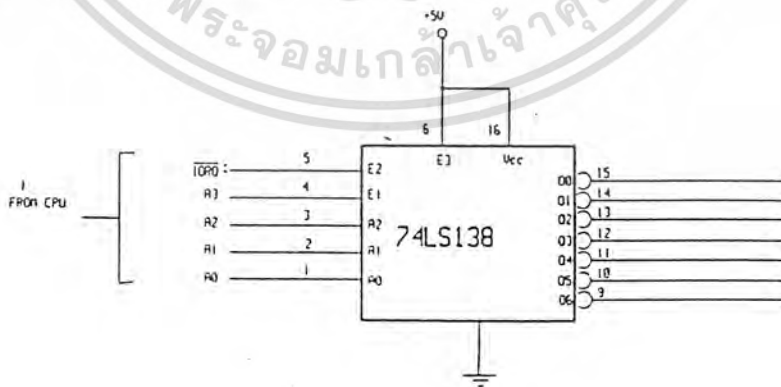
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 8 ตารางแสดงการใช้งานของหน่วยความจำ

- ส่วนเชื่อมต่อระหว่างระบบไมโครโปรเซสเซอร์กับภายนอก (Input/Output interface)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลทางด้านโทรศัพท์ภายนอก กับหน้าที่ติดต่อกับ ซีพียู ตัวที่ 2 ภายในระบบด้วย การแบ่งแยกข้อมูลต่างๆ จะใช้ลักษณะของจุดสัญญาณเข้าและจุดสัญญาณออก (Input/output Port) ที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละจุดมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของข้อมูล (Data) ของ ซีพียู การแบ่งแยกแต่ละจุดออกจากกันจะใช้สัญญาณ A0,A1,A2,A3, และ IORQ ทำงานร่วมกับ IC 74LS138 ซึ่งจะกำหนดได้ดังภาพ 9



ภาพที่ 9 วงจรแยกจุดสัญญาณเข้าออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของจุดสัญญาณทั้งหมดแสดงได้ดังภาพ 10

PORT	SIGNAL	DATA
00H	RINGING	D0
00H	OFF	D1
00H	INOUT	D2
00H	POLA	D3
01H	DB0-DB7 (IN DATA FROM CPU2)	D0-D7
02H	HOLD	D0
02H	tone	D1
03H	RL1-RL5	D0-D7
04H	DB0-DB7 (OUT DATA TO CPU2)	D0-D7
06H	400 Hz	D0

ภาพที่ 10 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของจุดสัญญาณเข้าออกกับตำแหน่งข้อมูลส่วนเชื่อมต่อระหว่างระบบไมโครโปรเซสเซอร์กับภาพนอกสามารถแยกกลุ่มออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้-

1. ส่วนจุดสัญญาณเข้า (Input Port) ส่วนนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณต่างๆ ที่ได้มาจากการทำงานของส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายนอก จะประกอบด้วยสัญญาณ
  - สัญญาณเรียก (Ringing) เมื่อโทรศัพท์สายนอกมีสัญญาณเรียกเข้ามายังระบบ
  - สัญญาณวางหู (Off) แสดงสภาวะการใช้โทรศัพท์ภายในที่กำลังติดต่อกับ สายโทรศัพท์ภายนอก
  - สัญญาณชั๊วไฟ (Pola) แสดงภาวะไฟชั๊วบวก หรือ ลบ ของสายโทรศัพท์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สัญญาณเรียกหมน (400 Hz) แสดงสัญญาณได้อัลที่มาจากองค์การโทรศัพท์
- สัญญาณ ดิตีเอ็มเอฟ (DTMF) ตรวจจับสัญญาณความถี่ของโทรศัพท์ภายนอกในกรณีที่จะติดต่อเข้าถึงโทรศัพท์ภายในโดยตรง และโทรศัพท์ภายนอกเป็นแบบกดปุ่ม

### สัญญาณจุด

#### 2. ส่วนจุดสัญญาณออก(Output Port) ส่วนนี้ประกอบด้วย

- สัญญาณรับสาย (Hold) เป็นสัญญาณที่จะออกไปควบคุมให้รีเลย์ (Relay) ทำการเชื่อมต่อโหลด (Load) ให้กับสายโทรศัพท์ภายนอก เพื่อรับสายในกรณีที่มีโทรศัพท์เข้ามาหรือในกรณี จะพักสายโทรศัพท์ไว้
- สัญญาณเสียง (Tone) เป็นเสียงสัญญาณต่างๆ ที่ควบคุมจาก ซีพียู เพื่อส่งออกให้โทรศัพท์ภายนอกรู้สภาวะต่างๆ
- สัญญาณรีเลย์ (RL1 - RL8) จะควบคุมการเชื่อมรีเลย์ของโทรศัพท์ภายในกับสายโทรศัพท์ภายนอกเข้าด้วยกัน

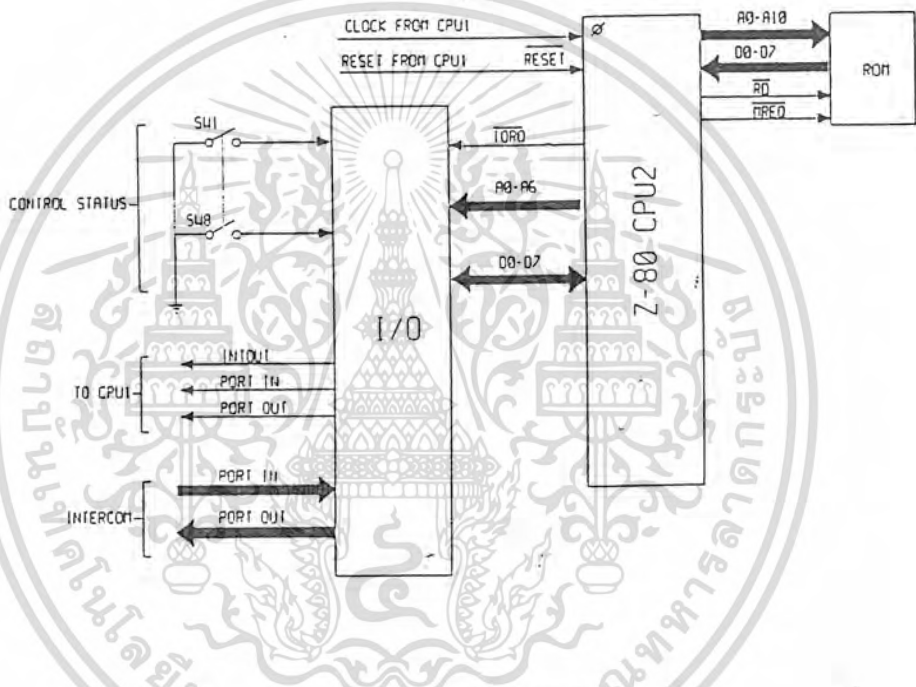
#### 3. ส่วนจุดสัญญาณที่ติดต่อกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2 ประกอบด้วย

- สัญญาณโทรศัพท์ภายในต้องการสายนอก (Intout) จะรับสัญญาณจาก ซีพียู ส่วนที่ 2 ซึ่งจะบอกให้ ทราบว่ามีโทรศัพท์ภายในต้องการใช้สายนอกหรือไม่
- สัญญาณบัสดิตต่อ (DB0 - DB7) จะเชื่อมต่อกับส่วนบัสดิตต่อของ ซีพียู ส่วนที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นลอจิก 3 สภาวะ (Tri-State Logic) ทำหน้าที่รับส่งข่าวสารซึ่งกันและกันโดยมีการกำหนดให้จุดสัญญาณ 01H ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก ซีพียูส่วนที่ 2 จุดสัญญาณ 04H ทำหน้าที่ ส่งข้อมูลไปยัง ซีพียู ส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2

รายละเอียดของระบบไมโครโปรเซสเซอร์แสดงได้ดังภาพ 11 (วงจรถูกแสดงในภาคผนวกที่ 2)



ภาพที่ 11 รายละเอียดระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2

ในส่วนของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2 จะประกอบด้วย

- ตัวไมโครโปรเซสเซอร์ใช้เบอร์ Z-80 ทำหน้าที่ประมวลผลกลางทั้งหมด
- สัญญาณนาฬิกาและสัญญาณรีเซ็ต (Reset) ใช้ร่วมกับส่วนของ ซีพียู 1 โดยต่อตรงด้วยกัน

เพื่อความประหยัด โดยที่การใช้งานยังคงเหมือนเดิม

- หน่วยความจำในส่วนนี้จะใช้เพียงรอม แต่อย่างเดียวใช้เก็บโปรแกรมควบคุมระบบทั้งหมด

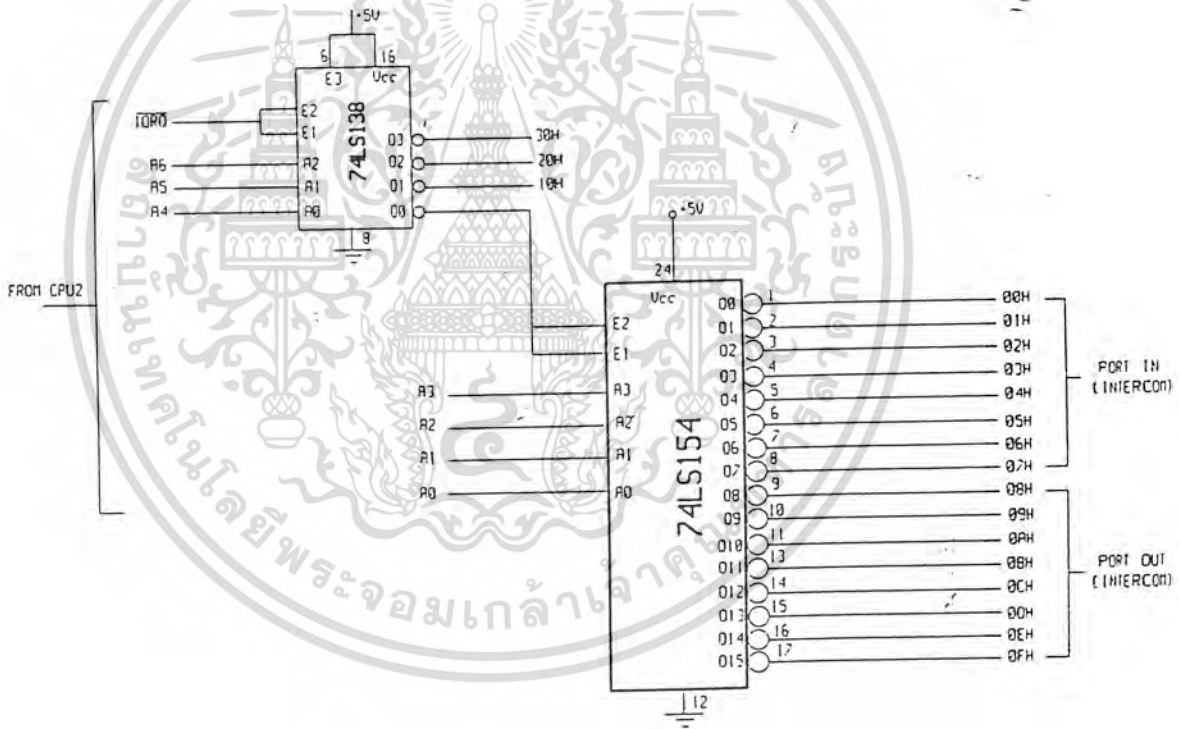
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีตำแหน่งที่ 0000H-07FFH ขาสัญญาณจาก ซีพียูในการเลือกหน่วยความจำจึงสามารถต่อตรง  
 เข้ารอบได้โดยตรง คือ MREQ,RD,A0-A10 และ D0-D7 หน่วยความจำนี้ใช้ไอซีเบอร์ EPROM 2716  
 ซึ่งมีความจุ 2k x 8 ไบท์

- ส่วนเชื่อมต่อระหว่างระบบไมโครโปรเซสเซอร์กับภายนอก

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ติดต่อกับข้อมูลของโทรศัพท์ภายใน กับทำหน้าที่ติดต่อกับ ซีพียู ตัวที่

- 1 การแบ่งแยกข้อมูลต่างๆ ใช้จุดสัญญาณเข้าและจุดสัญญาณออกที่แตกต่างไปโดยแต่ละจุดจะมี  
 ความสัมพันธ์กับตำแหน่งข้อมูลของ ซีพียู การแบ่งแยกแต่ละจุดออกจากกันใช้สัญญาณ A0,A1,A2,  
 A3,A4,A5,A6 และ IORQ ทำงานร่วมกับ IC74LS138 กับ IC74LS154 ดังภาพ 12



ความสัมพันธ์ของจุดสัญญาณทั้งหมดแสดงได้ดังภาพ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>PORT</u>	<u>SIGNAL</u>	<u>DATA</u>
00H-07H	PORT IN(FOR INTERCOM)	NOT USE
08H-0FH	PORT OUT(FOR INTERCOM)	NOT USE
10H	INTOUT	DO
20H	PORT OUT(DATA TO CPU1)	NOT USE
30H	PORT IN(DATA FROM CPU1)	NOT USE

ภาพที่ 13 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของจุดสัญญาณเข้าออกกับตำแหน่งข้อมูล

ส่วนเชื่อมต่อระหว่างระบบไมโครโปรเซสเซอร์กับภายนอกสามารถแยกกลุ่มออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. ส่วนติดต่อกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย

- สัญญาณที่ส่งไปขอสายนอกจากโทรศัพท์ภายใน (Input) จะส่งสัญญาณไปที่ ซีพียู 1 ทราบว่า

มีโทรศัพท์ภายในต้องการใช้สายนอก

- ส่วนจุดสัญญาณเข้า (Port in) อยู่ที่ตำแหน่ง 30H ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก ซีพียู 1
- ส่วนจุดสัญญาณออก (Port out) อยู่ที่ตำแหน่ง 20 H ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยัง ซีพียู 1
- ส่วนบัสดิตต่อ ได้ใช้ DO-D7 จากซีพียูไปต่อเข้ากับบัสดิตต่อของซีพียู 1 คือ DBO-DB7 โดยตรง

เพราะ DBO ถึง DB7 มีลักษณะเป็นลอจิก 3 สภาวะ สามารถต่อได้โดยไม่รบกวน DO-D7 จาก ซีพียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ส่วนติดต่อกับโทรศัพท์ภายในประกอบด้วยจุดสัญญาณเข้าและออกอย่างละจุดต่อโทรศัพท์ภายใน 1 หมายเลข เพราะฉะนั้นในกรณีโทรศัพท์ทั้งหมด 8 ตัว จึงต้องมีจุดสัญญาณทั้งหมด 16 จุด แสดงตำแหน่ง ได้ดังภาพ 14

TEL.NO	PORT IN	PORT OUT
11	00H	08H
12	01H	09H
13	02H	0AH
14	03H	0BH
15	04H	0CH
16	05H	0DH
17	06H	0EH
18	07H	0FH

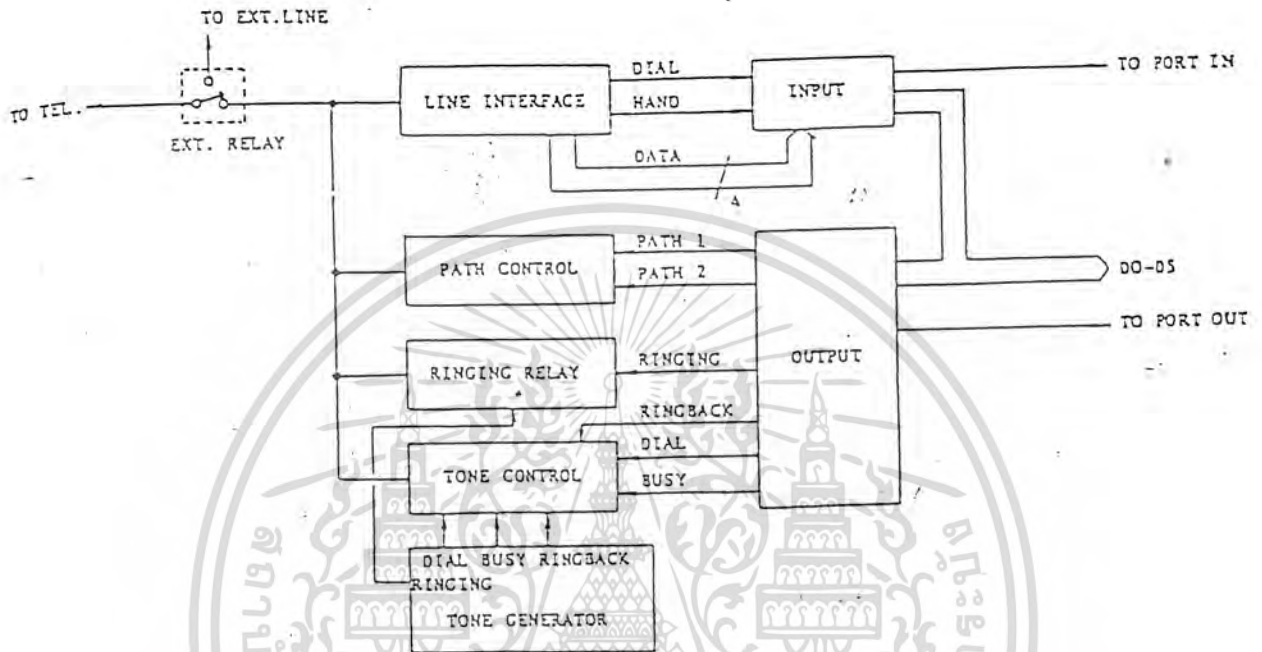
ภาพที่ 14 แสดงจุดสัญญาณเข้าออกควบคุมโทรศัพท์ภายใน

ระบบติดต่อสายโทรศัพท์ภายใน

ส่วนที่จะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์ภายในกับ ซีพียู ส่วนที่ 2 ทำให้การส่ง หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับสัญญาณระหว่างทั้ง 2 สามารถจะเข้าใจกันได้ ในโทรศัพท์ภายในทั้งหมด 8 ตัว จะมีส่วนนี้อยู่ทั้งหมด 8 ชุด เหมือนๆ กันเชื่อมต่ออยู่ ดังแสดงรายละเอียดของแต่ละชุดได้ดังภาพ 15 (วงจรถะเอียดแสดง ในภาคผนวกที่ 2)



ภาพที่ 15 รายละเอียดของส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายใน

ในส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายใน ประกอบด้วย

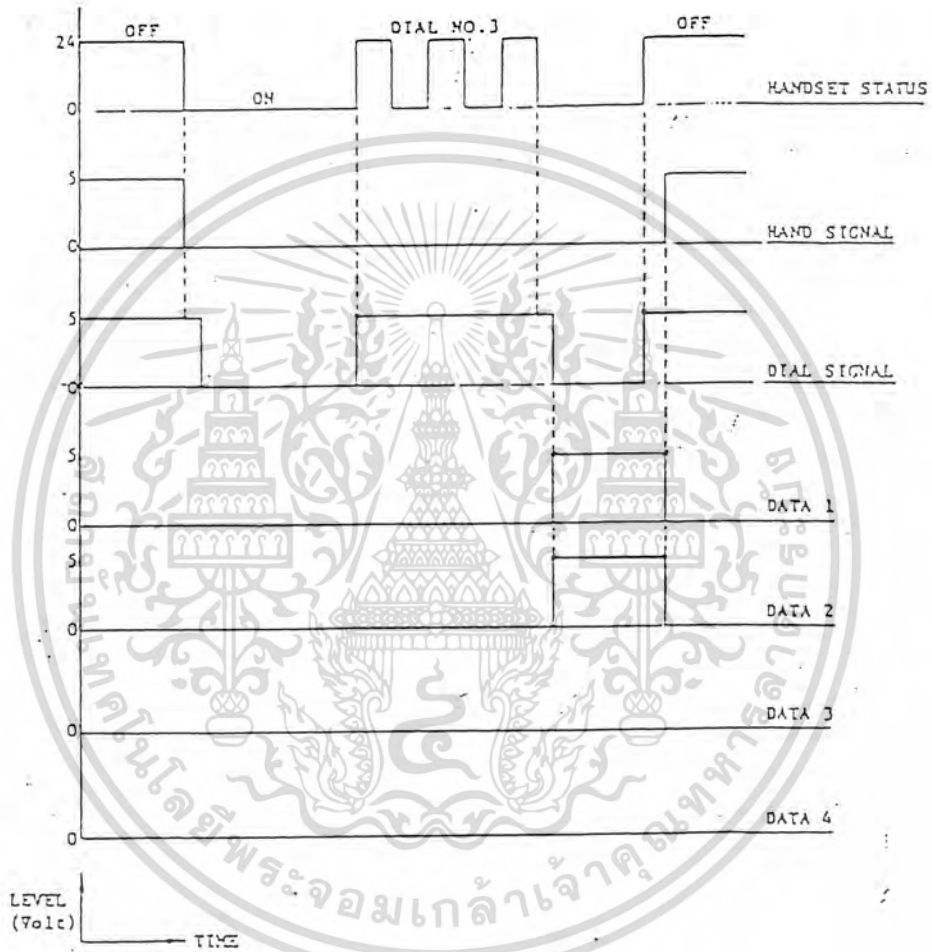
- ส่วนตรวจสถานะของสายโทรศัพท์ (Line Interface) ส่วนนี้นับได้ว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุด

เพราะจะต้องคอยตรวจดูสถานะของโทรศัพท์เพื่อให้ ซีพียู ทราบตลอดเวลาเพื่อจะได้ควบคุมโทรศัพท์ที่ถูกต้อง ส่วนนี้จะให้สัญญาณออกมา 3 อย่างคือ

1. สัญญาณหูฟัง (Hand) จะเป็นสัญญาณบอกให้ ซีพียู รู้ว่าโทรศัพท์ยกหูหรือวางหูอยู่
2. สัญญาณหมุน (Dial) จะเป็นสัญญาณบอกให้ ซีพียู รู้ว่าโทรศัพท์กำลังถูกหมุนหน้าปัดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

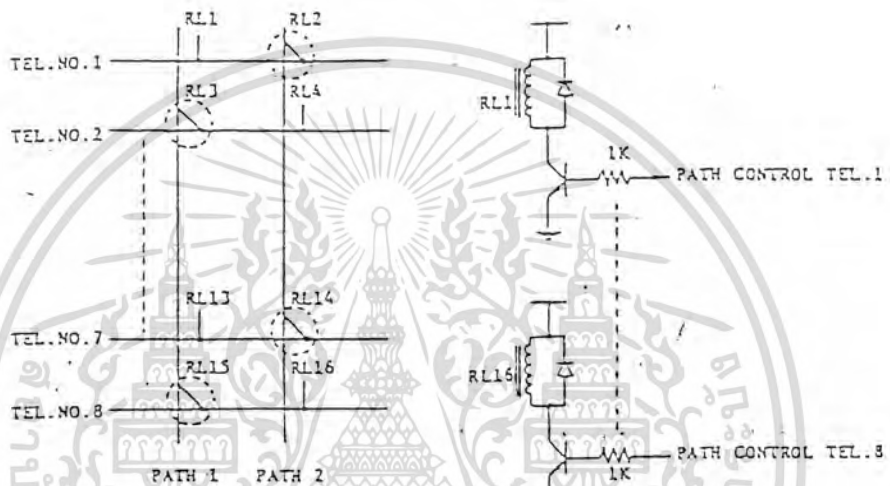
3. สัญญาณข้อมูล (Data) จะเป็นข้อมูลออกมาหลังจากการหมุนโทรศัพท์ว่าหมุนหมายเลขอะไร ข้อมูลจะอยู่ในรูปของเลขฐาน 2 ตั้งแต่ 0 ถึง 10 จึงมีสัญญาณทั้งหมด 4 ขาออกมา สัญญาณทั้ง 3 นี้แสดงความสัมพันธ์ได้ดังภาพ 16



ภาพที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณ HAND, DIAL และ DATA กับการทำงานของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนควบคุมช่องทางการติดต่อ (Path Control) จะควบคุมช่องทางการติดต่อระหว่างโทรศัพท์ภายในด้วยกัน โดยจะมีช่องทางการติดต่อทั้งหมด 2 ช่องทาง ลักษณะการควบคุมก็เป็นการบังคับให้รีเลย์ทำการเชื่อมต่อช่องทางตามที่ ซีพียู ต้องการ ดังแสดงได้ดังภาพ 17



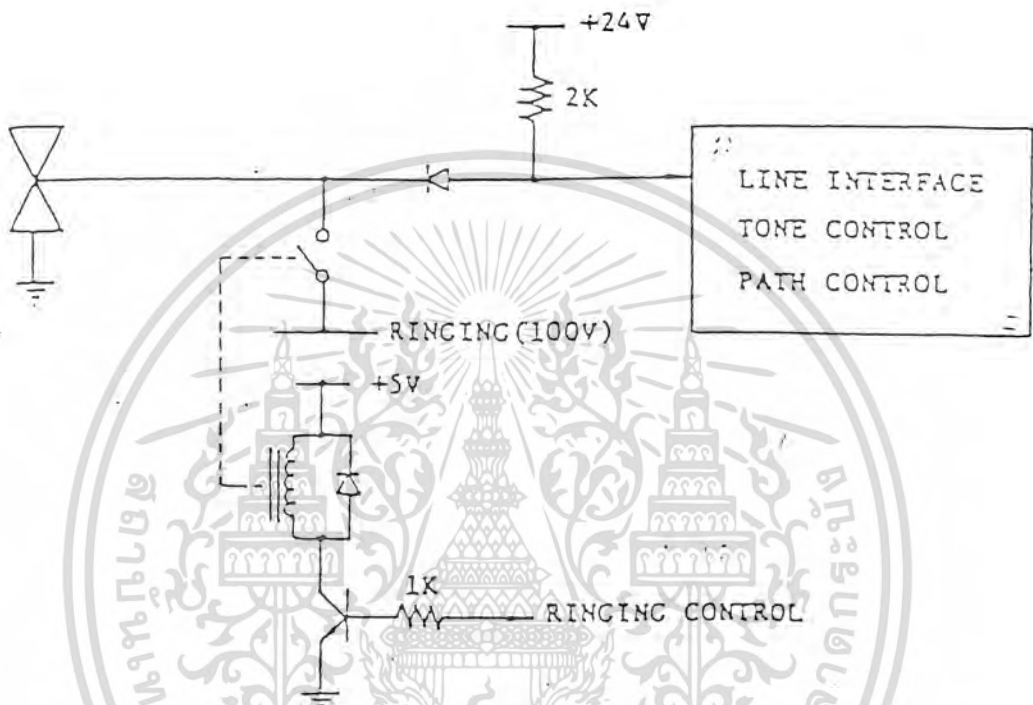
ภาพที่ 17 แสดงการเชื่อมต่อช่องทางการติดต่อ

จากภาพที่ 3.15 จะเห็นว่าในช่องการติดต่อที่ 1 จะมีโทรศัพท์หมายเลข 2 และ 8 ต่ออยู่ และช่องการติดต่อที่ 2 จะมีโทรศัพท์หมายเลข 1 และ 7 ก็คุยกันได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนรีเลย์ สัญญาณเรียก (Ringing Relay)

สัญญาณเรียก เป็นสัญญาณที่มีขนาดสูงมากประมาณ 100 โวลต์ จึงจำเป็นต้องมีหน้าสัมผัสของรีเลย์มาทำการเชื่อมต่อสัญญาณนี้กับโทรศัพท์



ภาพที่ 18 แสดงส่วนรีเลย์สัญญาณเรียก

- ส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Control) จะควบคุมให้สัญญาณโทรศัพท์ที่ตัวไดโอดตัวหนึ่งจากสัญญาณยกหูให้หมุน, สัญญาณเรียกกลับและสัญญาณไม่ว่างให้ไปออกที่เครื่องโทรศัพท์ได้ตามที่ ซีพียู ต้องการ
- ส่วนผลิตสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Generator) จะทำการผลิตสัญญาณโทรศัพท์ทั้งหมด คือ... สัญญาณยกหูให้หมุน, สัญญาณเรียกกลับ, สัญญาณไม่ว่าง และสัญญาณเรียก
- ส่วนหน้าสัมผัสรีเลย์ภายนอก (Ext. Relay) จะทำให้โทรศัพท์ภายในสามารถพูดคุย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับสายนอกได้ ส่วนหน้าสัมผัสนี้จะถูกควบคุมจาก ซีพียู ส่วนที่ 1

- ส่วนสัญญาณเข้า (Input) ส่วนนี้จะรับสัญญาณหูฟัง, สัญญาณหมุนและสัญญาณข้อมูลจาก ส่วนตรวจสอบสถานะของโทรศัพท์เพื่อส่งต่อไปยัง ซีพียู โดยจะใช้จุดสัญญาณเข้ามาควบคุม ความสัมพันธ์ของข้อมูลแสดงได้ดังภาพ 19

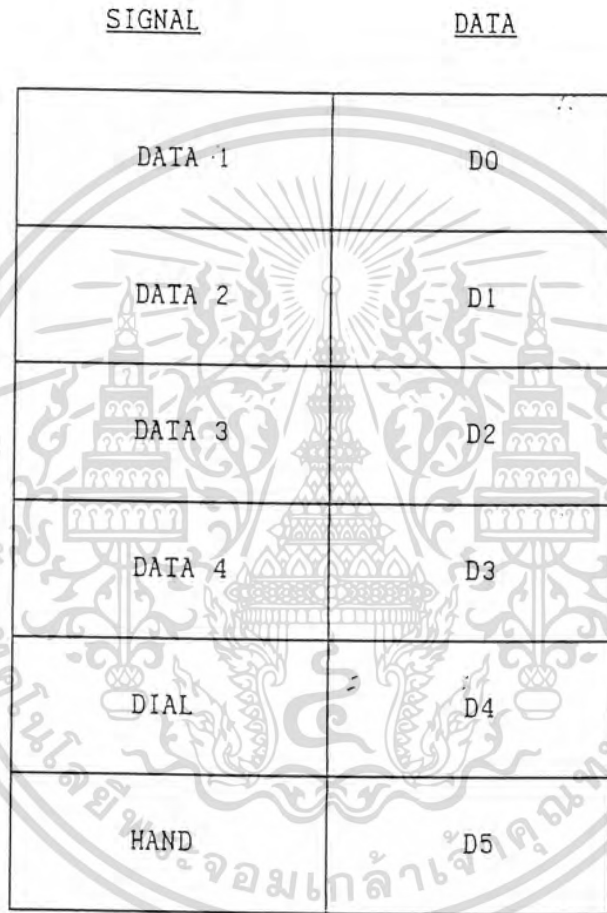
<u>SIGNAL</u>	<u>DATA</u>
DATA 1	D0
DATA 2	D1
DATA 3	D2
DATA 4	D3
DIAL	D4
HAND	D5

ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ของสัญญาณเข้ากับข้อมูล

- ส่วนสัญญาณออก (Output) ส่วนนี้จะส่งสัญญาณควบคุมไปให้ส่วนควบคุมช่องการติดต่อ, ส่วนรีเลย์สัญญาณเรียก และส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ โดยจะให้ความสัมพันธ์ของจุดสัญญาณออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และข้อมูล DO-D5 มาควบคุมดังภาพ 20

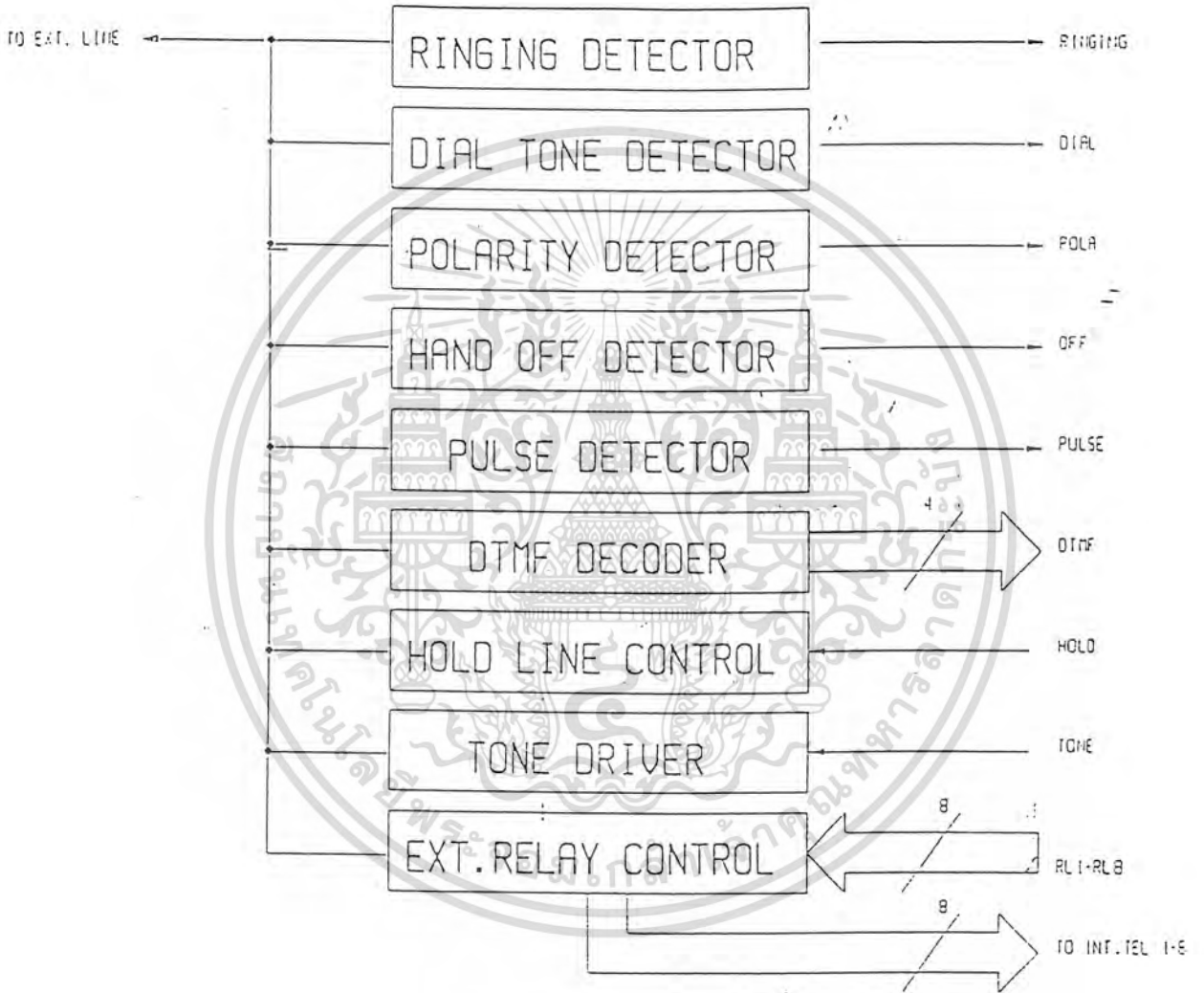


ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ของสัญญาณออกกับข้อมูล DO-D5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบติดต่อสายโทรศัพท์ภายนอก

ส่วนนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างสายโทรศัพท์ภายนอกกับ ซีพียู ส่วนที่ 1 ทำให้การรับและส่งสัญญาณระหว่างทั้ง 2 สามารถเข้าใจกันได้ โดยมีรายละเอียดดังภาพ 21

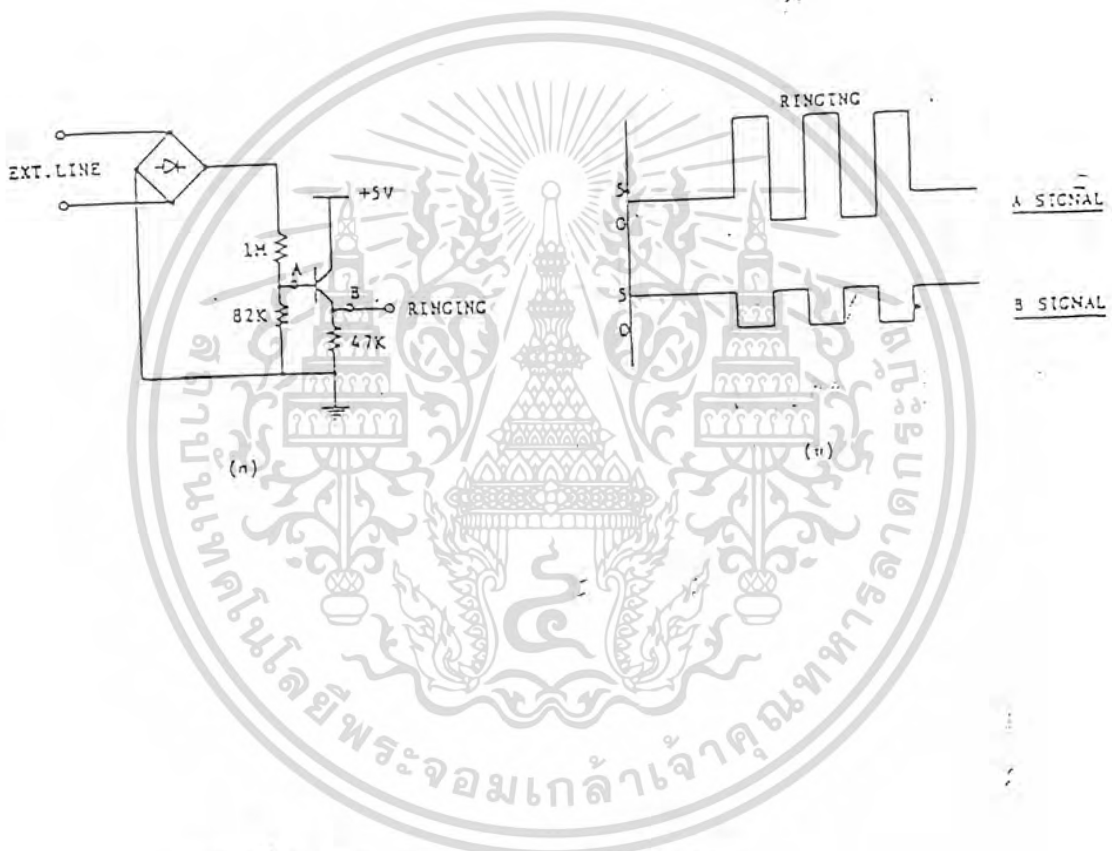


ภาพที่ 21 รายละเอียดของส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนติดต่อสายโทรศัพท์ภายนอกจะประกอบด้วย

- ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก (Ringing Detector) จะทำการตรวจสอบสัญญาณเรียกที่มาจากสายโทรศัพท์ภายนอกเพื่อส่งให้ ซีพียู ทราบ ดูวงจรใช้งานได้ดังภาพ 22



ภาพที่ 22 (ก) แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก

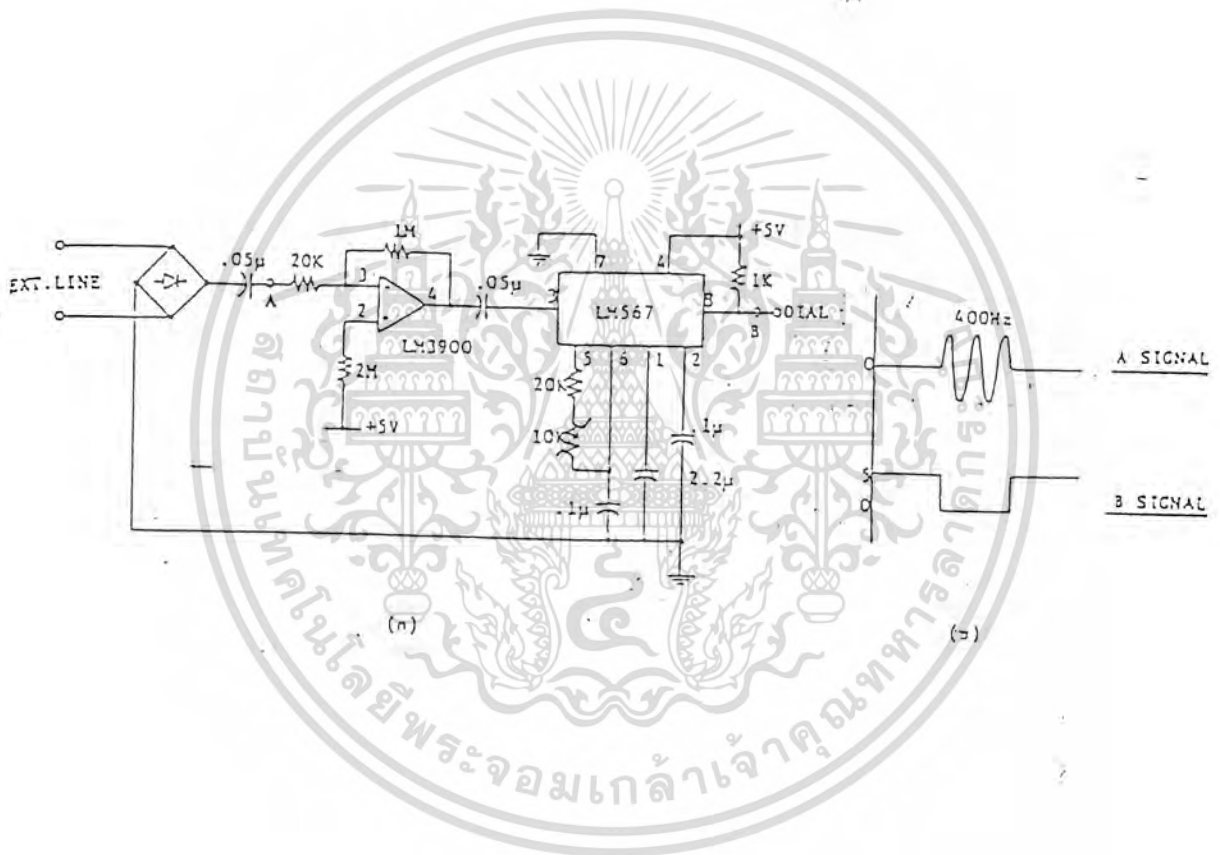
(ข) แสดงลักษณะของสัญญาณเมื่อมีการทำงาน

จากภาพของสัญญาณในภาพ 22 (ข) จะเห็นว่าที่จุด A ซึ่งทำการแบ่งแยกศักดาไฟฟ้าของสายนอกในสภาวะปกติไว้ให้ต่ำกว่า +5 โวลต์ ทำให้สัญญาณที่จุด B มีค่าสูงขึ้นไป 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ในขณะที่มีสัญญาณเรียกเข้ามา สถานะของคัทตาไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไปมากกว่าเดิมทำให้จุด A ขนาดสัญญาณบางช่วงจะมีค่าสูงกว่า 5 โวลต์ จึงทำให้สัญญาณที่ +B มีลักษณะเปลี่ยนแปลง

- ส่วนตรวจสอบสัญญาณไดอัล (Dial Tone Detector) จะตรวจสอบสัญญาณไดอัล จากสายโทรศัพท์ภายนอกที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิรท์ ในที่นี้จะใช้คุณสมบัติของไอซี เบอร์ 567 ซึ่งเป็นวงจรตรวจจับสัญญาณเสียง (Tone Decoder) มาใช้งานดังภาพ 23



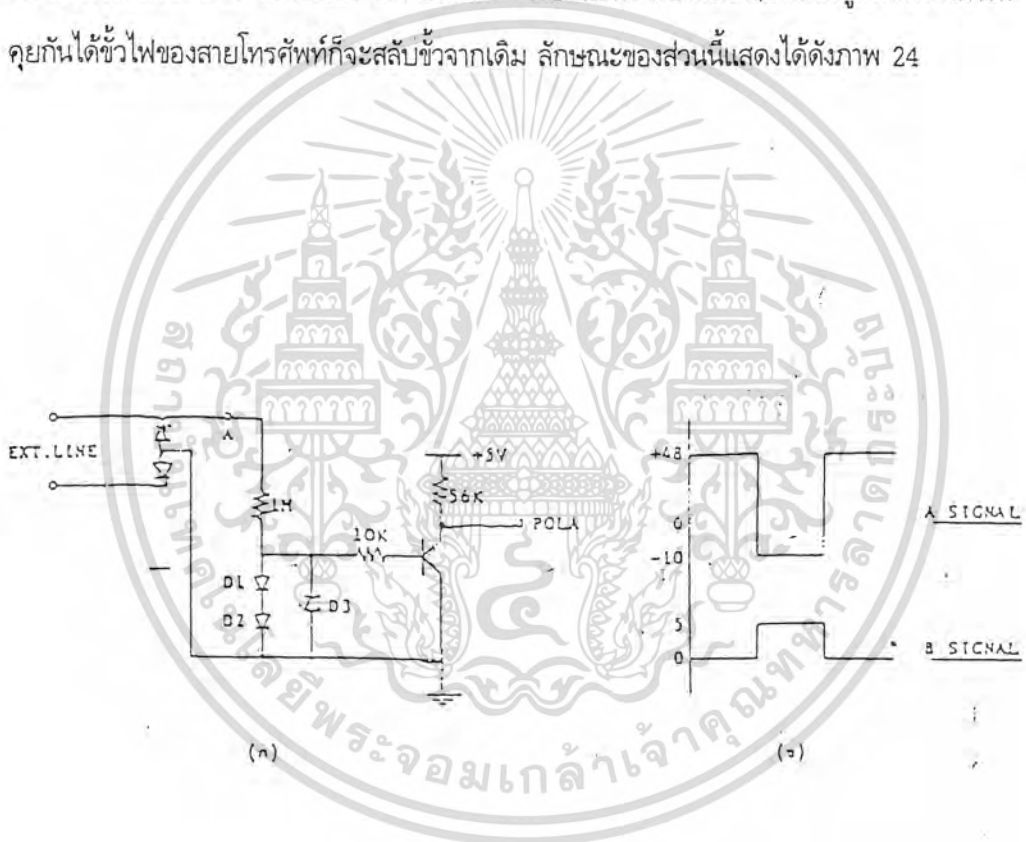
ภาพที่ 23 (ก) แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณไดอัล

(ข) แสดงลักษณะของสัญญาณเมื่อมีการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพ 23 (ก) ส่วนของ IC LM3900 ต่อส่วนขยายสัญญาณให้มีขนาดใหญ่พอที่จะให้ ส่วนของ IC 567 ทำงานได้ จากสัญญาณที่ A และ B จะเห็นว่าเมื่อจุด A มีสัญญาณความถี่ 400 เฮิรท์ เมื่อใดที่จุด B สัญญาณจะตกลงมาที่ 0 โวลต์เสมอ

- ส่วนตรวจสอบสัญญาณขั้วไฟ (Polarity Detector) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบขั้ว ของสายโทรศัพท์ภายนอกกว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพื่อให้ซีพียูใช้ในการตัดสินใจว่ามีการคิด เงินในการโทรศัพท์สายนอกหรือยัง เพราะโดยปกติเมื่อมีการโทรศัพท์ถึงกันถ้าหากคู่สนทนาสามารถ คุยกันได้ขั้วไฟของสายโทรศัพท์ก็จะสลับขั้วจากเดิม ลักษณะของส่วนนี้แสดงได้ดังภาพ 24



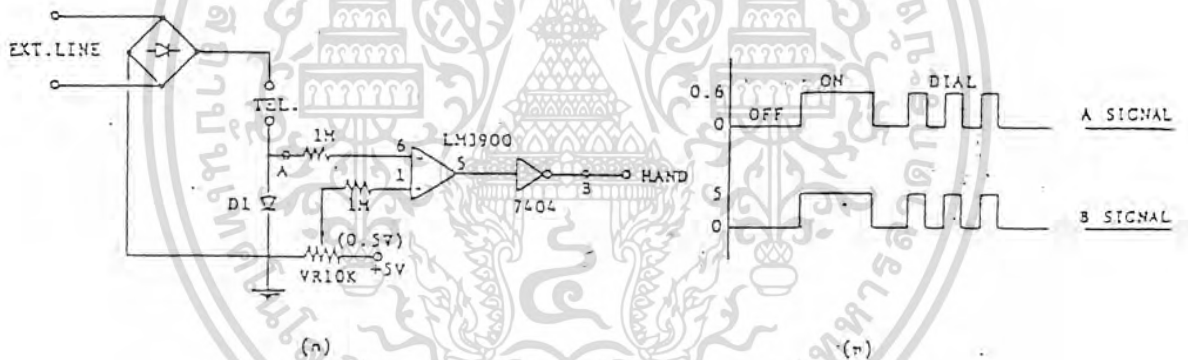
ภาพที่ 24 (ก) แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณขั้วไฟ

(ข) แสดงลักษณะของสัญญาณเมื่อมีการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่จุด A จะมีการเปลี่ยนแปลงตามสายโทรศัพท์ภายนอก ส่วนของ D1,D2 และ D3 มีไว้เพื่อป้องกันไม่ให้สัญญาณเรียกจากสายนอกที่มีขนาดสูง ทำให้ส่วนของวงจรนี้เสียได้ สัญญาณที่จุด B จะเปลี่ยนตามสัญญาณที่จุด A ดังภาพ 24 (ข)

- ส่วนตรวจสอบสัญญาณยกหู (Hand-off Detector) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบการยกหูฟัง หรือวางหูฟังของเครื่องโทรศัพท์ภายใน ที่ใช้ต่อกับสายโทรศัพท์ภายนอก ส่วนนี้แสดงได้ดังภาพ 25



ภาพที่ 25 (ก) แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณยกหูฟัง

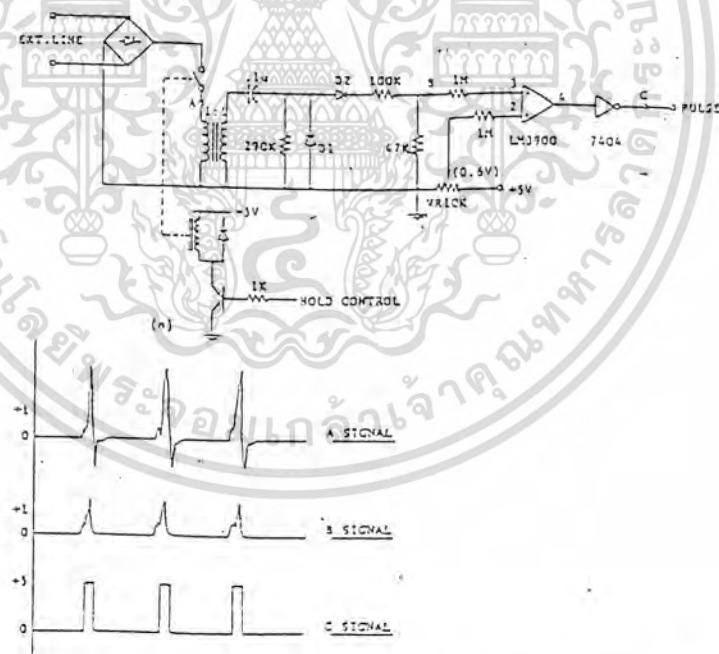
(ข) แสดงลักษณะของสัญญาณเมื่อมีการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของ IC LM3900 จะประกอบกันเป็นวงจรตรวจจับระดับของศักดาไฟฟ้าโดยมีการตั้งระดับของศักดาไฟฟ้าไว้ที่ 0.5 โวลต์จาก VR.10K .. สัญญาณที่จุด A จะมีได้ก็ต่อเมื่อการยกหูฟังโทรศัพท์ขึ้นกระแสะจะไหลผ่าน D1 ทำให้เกิดศักดาไฟฟ้าคร่อม D1 ประมาณ 0.6 โวลต์ซึ่งจะทำให้ IC LM3900 ทำงานส่งสัญญาณผ่าน IC 7404 ไปยังจุด B ได้ดังแสดงในภาพ 25 (ข)และเช่นเดียวกันเมื่อโทรศัพท์มีการหมุนหน้าปัดขึ้นสัญญาณก็จะเกิดขึ้นเช่นกัน

- ส่วนตรวจสอบสัญญาณพัลส์ (Pulse Detector) และส่วนรับสายโทรศัพท์ (Hold-line)

ส่วนนี้จะทำการตรวจสอบสัญญาณพัลส์ที่สายนอกส่งมาเพื่อกำหนดการติดต่อโดยตรงกับเครื่องโทรศัพท์ภายในหรือสัญญาณตัวที่ 8 หรือ 9 ของโทรศัพท์ภายนอกนั้นเองสัญญาณที่ได้จากส่วนนี้จะเป็นการทำให้รูปของ..สัญญาณพัลส์ที่ได้รับให้อยู่ในรูปที่สวยงามและทำให้ ชีพียู เข้าใจ ส่วนของการรับสายโทรศัพท์ เมื่อโทรศัพท์สายนอกเรียกเข้ามา จะใช้ชุดลวดของทรานส์ฟอร์มเมอร์(Transformer) ที่มีค่าความต้านทาน (DC. Resistance) เท่ากับความต้านทานของโทรศัพท์เครื่องหนึ่งเวลายกหู คือประมาณ 600 โอห์มเป็นตัวรับสายนอก ดังแสดงได้ภาพ 26



ภาพที่ 26 (ก) แสดงวงจรของส่วนตรวจสอบสัญญาณพัลส์ และส่วนรับสายโทรศัพท์

(ข) แสดงลักษณะของสัญญาณเมื่อมีการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่รับเข้ามาที่จุด A เมื่อผ่านส่วนของ D1 และ D2 แล้ว สัญญาณที่ได้จะมีแต่สัญญาณช่วงบวกเท่านั้นส่วนของ IC LM3900 จะตรวจจับศักดาไฟฟ้าที่สูงกว่า 0.6 โวลท์ และจึงส่งต่อไปยัง IC 7404 เพื่อส่งไปให้ ซีพียู อีกที

- ส่วนส่งสัญญาณออกสายโทรศัพท์ภายนอก (Tone Driver) ส่วนนี้จะรับสัญญาณของ ซีพียูซึ่งจะเป็นสัญญาณเสียงต่างๆ ตามที่ ซีพียู กำหนด แล้วส่งต่อไปยังสายโทรศัพท์ภายนอกให้ได้ขนาดตามต้องการ ดังภาพ 27



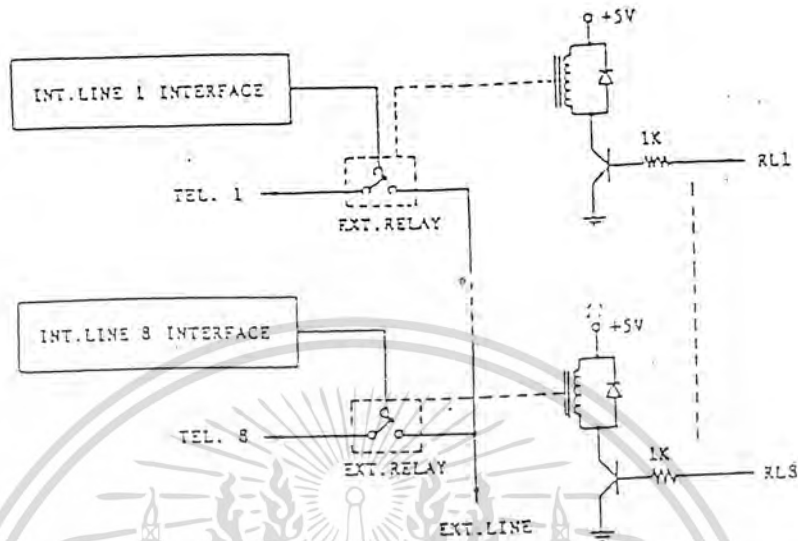
ภาพที่ 27 (ก) แสดงวงจรส่งสัญญาณออกสายโทรศัพท์ภายนอก

(ข) แสดงลักษณะของสัญญาณเมื่อมีการทำงาน

- ส่วนควบคุมรีเลย์สายนอก (Ext. Relay Control) ส่วนนี้จะเป็นส่วนควบคุมให้สายนอกเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายในหมายเลขใดตามต้องการจากสัญญาณของ ซีพียู โดยจะนำสัญญาณ RL1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง RL8 มาใช้ดังภาพ 28



ภาพที่ 28 แสดงวงจรของส่วนควบคุมรีเลย์สายนอก  
โปรแกรมควบคุมระบบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์  
Monitor Program of PABX-DED

การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ในการควบคุมเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินั้น ส่วนสำคัญที่จะทำให้เครื่องชุมสายมีคุณสมบัติสูง คือ ส่วนของโปรแกรมควบคุมระบบ เปรียบเสมือน หัวใจในการทำงาน ซึ่งจะดีมากเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับความสามารถของโปรแกรมเท่านั้น

- โครงสร้างของโปรแกรม

โปรแกรมหลักที่ใช้ในเครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่พัฒนา จะมีอยู่ 2 ส่วน เนื่องจากมี ซีพียู ในการทำงาน 2 ตัว โดยที่โปรแกรมแรกจะทำหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอกเพียง อย่างเดียว และอีกโปรแกรมจะควบคุมเกี่ยวกับคู่สายโทรศัพท์ภายในเพียงอย่างเดียว แต่โปรแกรม

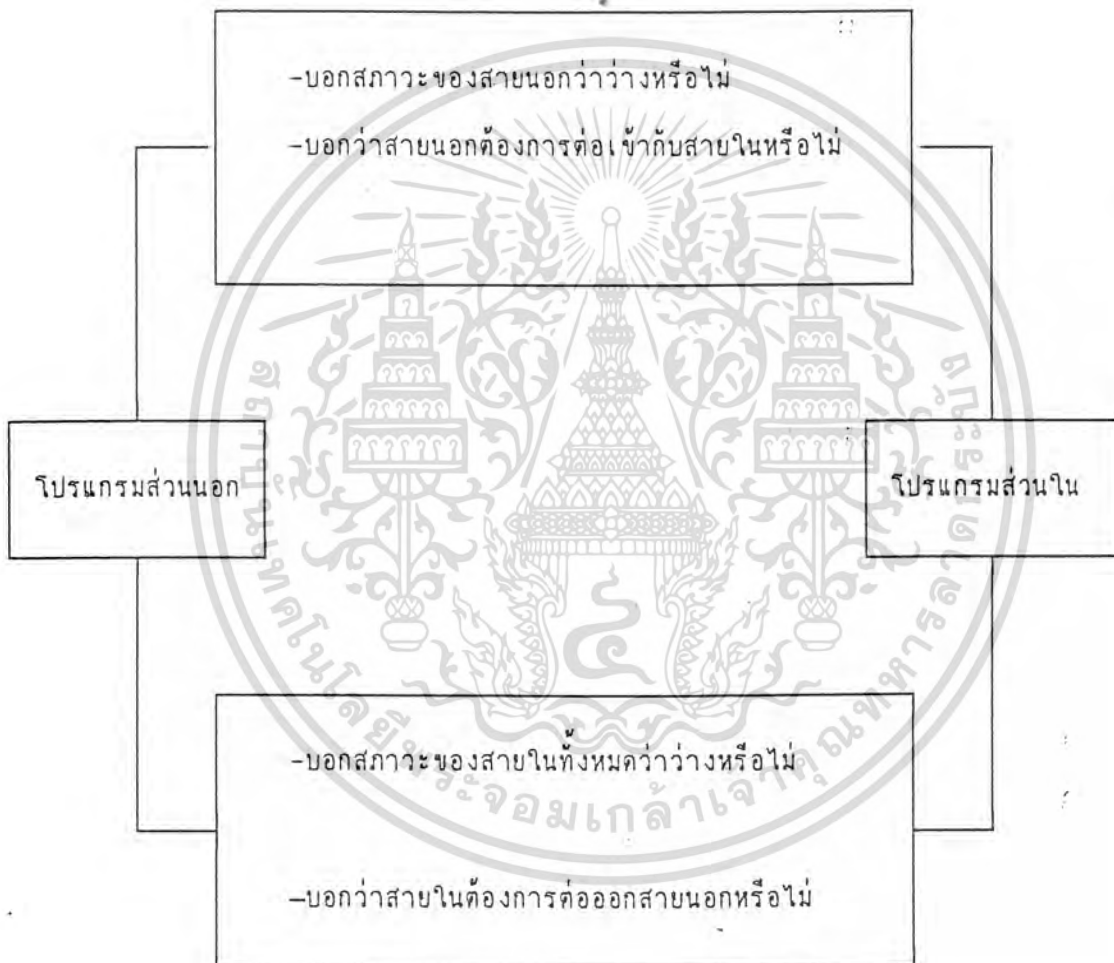
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งสองนี้จะสามารถติดต่อกันได้โดยผ่านทางบัสที่เชื่อมระหว่าง ซีพียู จะแบ่งโปรแกรมทั้ง 2 ออกเป็นดังนี้

1. โปรแกรมส่วนนอก (External Program) ทำหน้าที่ควบคุมคู่สายโทรศัพท์ภายนอก
2. โปรแกรมส่วนใน (Internal Program) ทำหน้าที่ควบคุมคู่สายโทรศัพท์ภายใน

- การติดต่อของโปรแกรมส่วนนอกกับโปรแกรมส่วนใน

ลักษณะการติดต่อกันของโปรแกรมทั้งสองจะทำในกรณี ตามภาพ 29



ภาพที่ 29 แสดงการติดต่อของโปรแกรมส่วนนอกกับโปรแกรมส่วนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 29 แสดงการติดต่อของโปรแกรมส่วนนอกกับโปรแกรมส่วนใน ในกรณีที่โปรแกรมส่วนนอก ติดต่อไปยังโปรแกรมส่วนในจะใช้ข้อมูล 1 ไบท์ส่งไปให้ดังนี้

D7    D6    D5    D4    D3    D2    D1    D0

x	x	x					
---	---	---	--	--	--	--	--

D4 บอกรสภาวะของสายนอก โดยถ้าเป็นลอจิก

1. แสดงว่าสายนอกไม่ว่างกำลังถูกใช้อยู่ หรือบอกว่าสายนอกต้องการต่อเข้ากับสายใน
0. แสดงว่าสายนอกว่าง

D0-D3 จะเป็นตัวบอกหมายเลขของโทรศัพท์ภายใน โดยจะเป็นเลขฐาน 2 จาก 1-6 ดังนี้

D3	D2	D1	D0	TEL.NO.
0	0	0	1	11
0	0	1	0	12
0	0	1	1	13
0	1	0	0	14
0	1	0	1	15
0	1	1	0	16
0	1	1	1	17
1	0	0	0	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ โปรแกรมส่วนใน ติดต่อยังโปรแกรมส่วนนอก แบ่งออกเป็น

-การบอกสถานะของโทรศัพท์ภายใน จะใช้ข้อมูล 1 ไบท์ส่งไปให้ดังนี้-

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
18	17	16	15	14	13	12	11

TEL .NO .

แต่ละบิตจะแทนสถานะของโทรศัพท์ภายในแต่ละตัว

D0-D7 จะแทนสถานะของโทรศัพท์ภายในแต่ละตัวจาก 1-8 ตามลำดับ โดยมีลอจิก

1 แสดงว่าไม่ว่างกำลังถูกใช้งานอยู่

0 แสดงว่าว่าง

การบอกความต้องการสายโทรศัพท์ภายนอก จะติดต่อโดยทางสายที่ต่อระหว่างบัสชื่อ...

โดยจะมีลอจิก

1 แสดงว่ายังไม่ต้องการสายโทรศัพท์ภายนอก

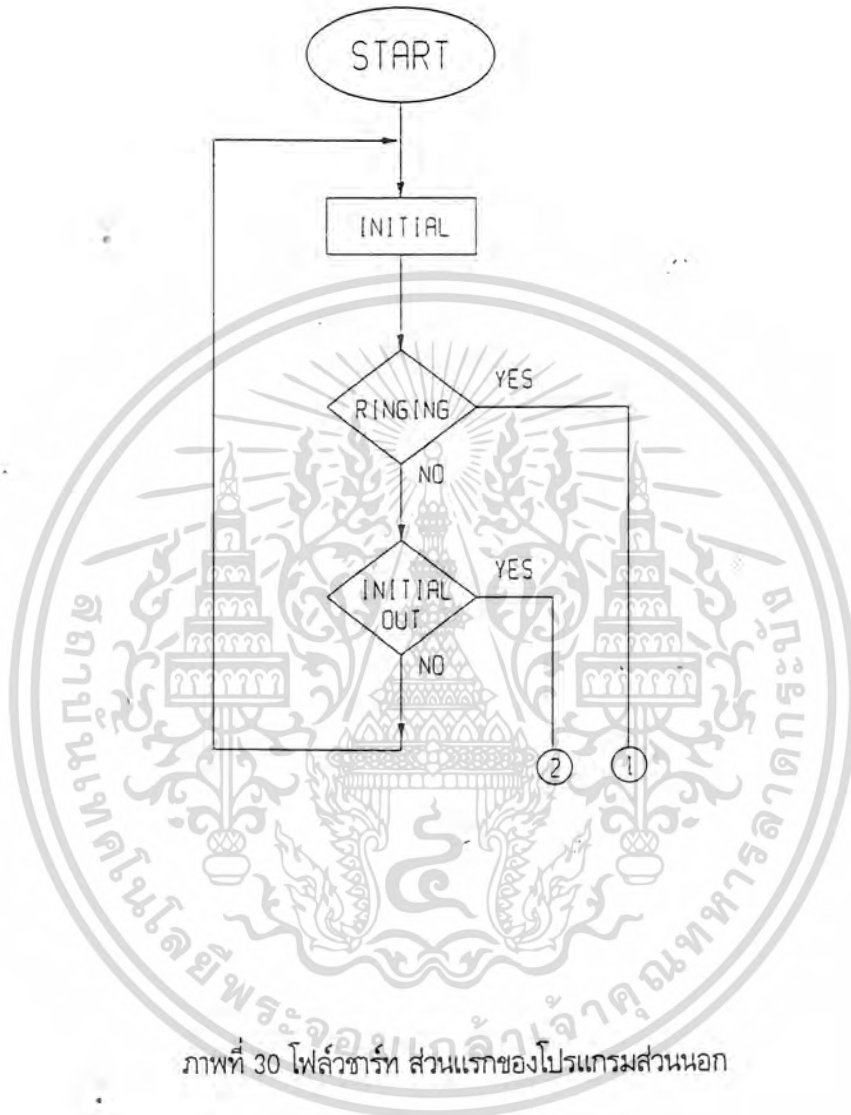
0 แสดงว่าต้องการสายโทรศัพท์ภายนอก

4.3 โปรแกรมส่วนนอก

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนนอก แสดงเป็นโฟลว์ชาร์ตได้ดังภาพ 30,31

และ 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

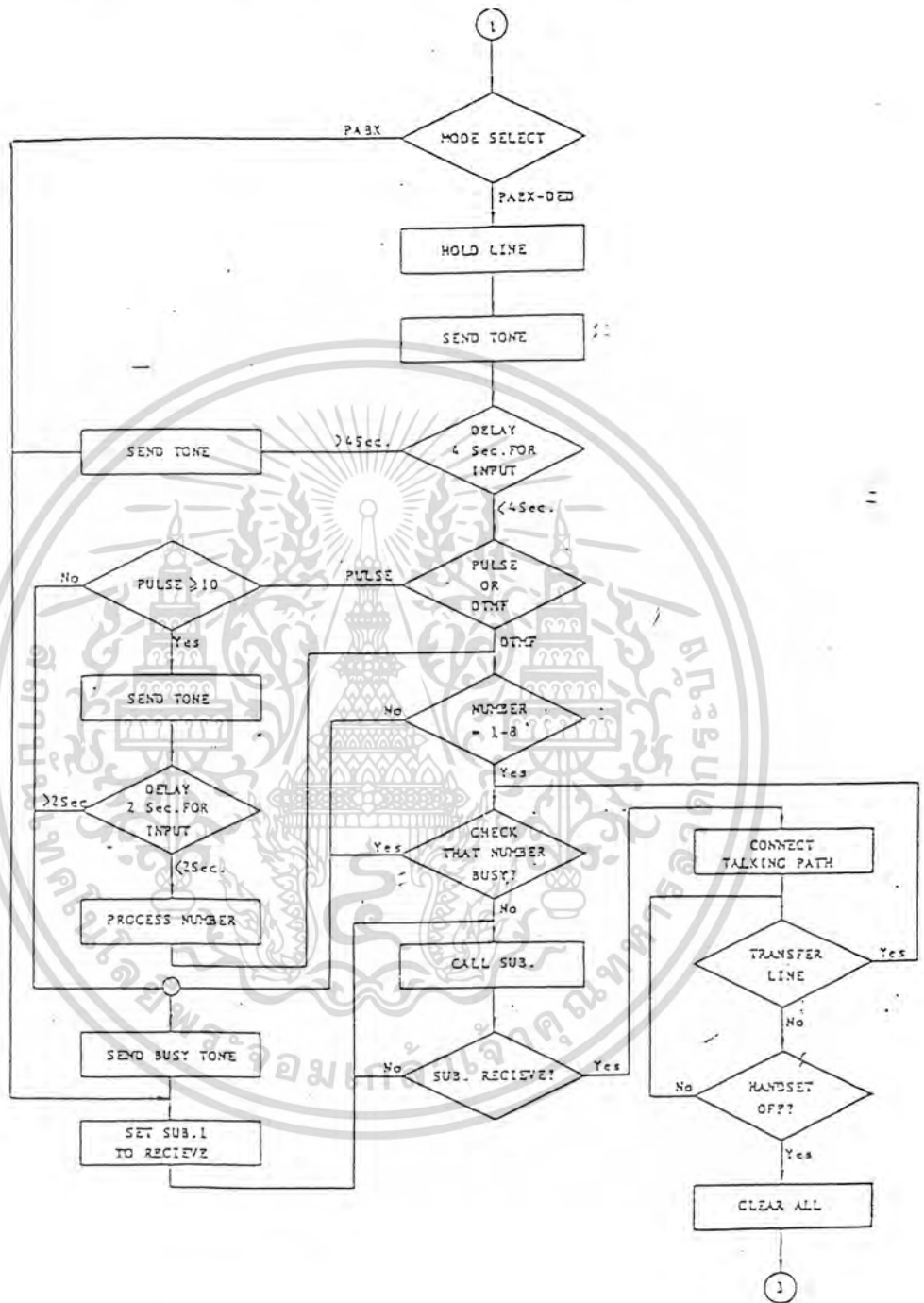


ภาพที่ 30 โฟลว์ชาร์ท ส่วนแรกของโปรแกรมส่วนนอก

อธิบายการทำงานของส่วนแรกของโปรแกรมได้ดังนี้ คือ เมื่อเริ่มต้นโปรแกรม จะมีการจัดการเกี่ยวกับสถานะปกติ (Initial) ของระบบให้เรียบร้อย คือ จัดการเกี่ยวกับสถานะสายนอกจัดการให้เรียบร้อยในระบบอยู่ในสถานะยังไม่ทำงานทั้งหมด และจัดการติดต่อกับโปรแกรมส่วนในให้ทราบสถานะปกติ หลังจากนั้นจะมาตรวจสอบว่ามีสัญญาณเรียกจากทางโทรศัพท์สายนอกหรือไม่ ถ้ามีก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปยังโปรแกรมส่วนที่ 1 ถ้าไม่มีก็จะตรวจสอบว่าส่วนของโปรแกรมส่วนในมีความต้องการโทรศัพท์ ภายนอกหรือไม่ ถ้ามีก็จะไปยังโปรแกรมส่วนที่ 2 ถ้าไม่มีก็จะไปเริ่มต้นโปรแกรมใหม่



ภาพที่ 31 โฟลว์ชาร์ท ส่วนที่ 2 ของโปรแกรมส่วนนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

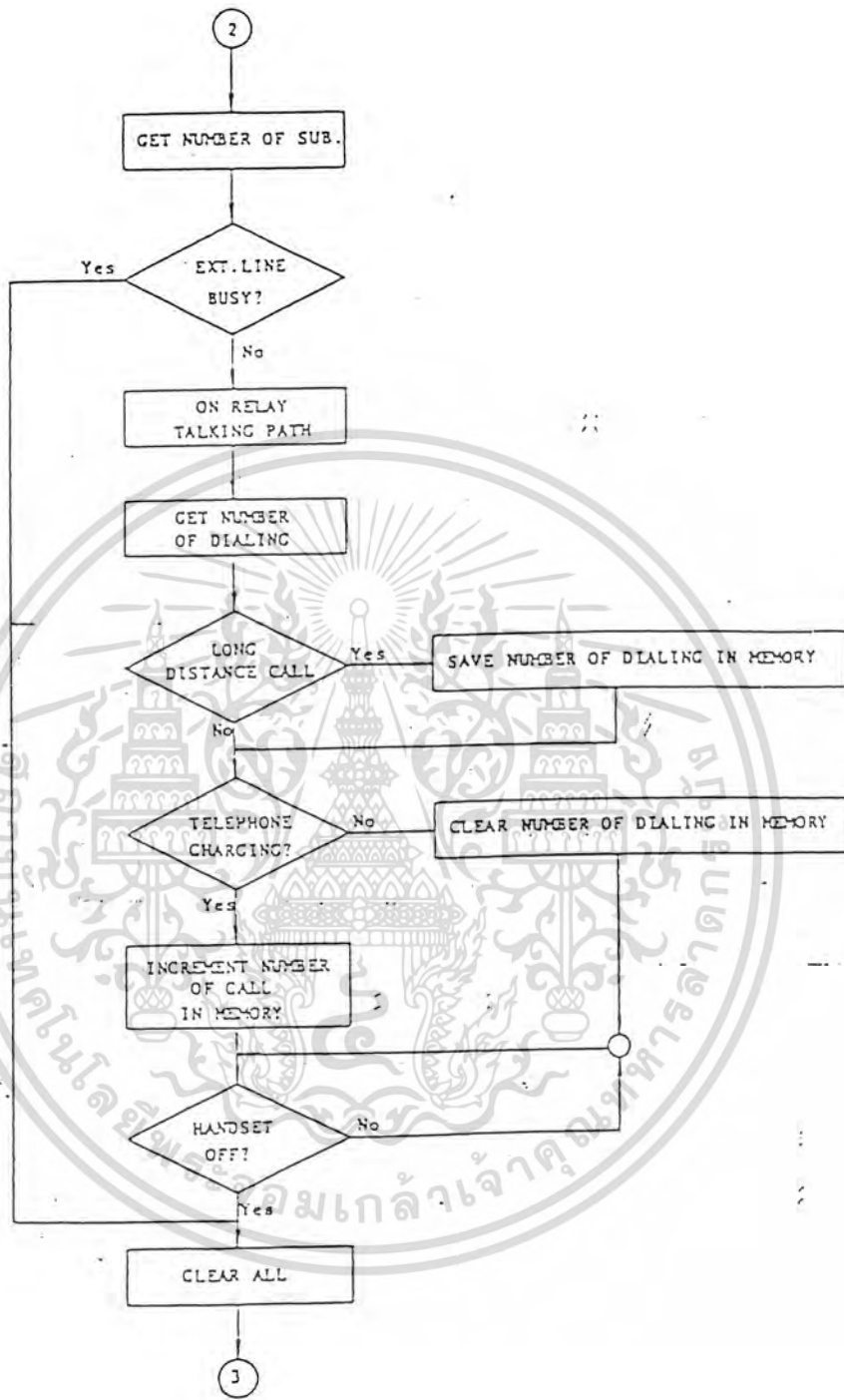
อธิบายโปรแกรมในส่วนที่ 2 ได้ดังนี้ หลังจากตรวจสอบสัญญาณเรียกแล้ว  
หมายเลข 1 มีสัญญาณเรียก(หรือหมายเลขที่ตั้งไว้)เพื่อรับสายโทรศัพท์ภายนอกจากนั้นจะ  
โอนสายไปยังเครื่องลูก

2. การติดต่อสายในโดย ซีพียู สามารถจะทราบได้จากสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่ 1  
(Interrupt Mode 1) ที่ได้จาก IC MT 8870 แล้ว ซีพียู สามารถจะทราบหมายเลขโทรศัพท์  
ที่ภายนอกต้องการทันที

หมายเลขที่ได้ออกมาจะถูกตรวจสอบว่าเป็นหมายเลข 11 ถึง 18 หรือไม่ ถ้าไม่ใช่  
โปรแกรมจะให้สัญญาณไม่ว่างแก่สายนอกแล้วให้โทรศัพท์เครื่องแรก รับสายแทนในกรณีที่มีหมายเลข  
อยู่ใน 11 ถึง 18 ก็จะตรวจสอบว่าโทรศัพท์ภายในหมายเลขนั้นว่างหรือไม่ จึงจะต่อส่งสัญญาณเรียกไป  
ให้จนกระทั่งมีการวางหูโทรศัพท์เล็กติดต่อกับสายนอก โปรแกรมก็จะย้อนกลับไปเริ่มต้นใหม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 32 โฟลว์ชาร์ท ส่วนที่ 3 ของโปรแกรมส่วนนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนที่ 3 ของโปรแกรมส่วนนอก อธิบายได้ดังนี้ เมื่อทางโปรแกรมส่วนในบอกความต้องการจะใช้สายโทรศัพท์ภายนอก โดยอ่านทางสัญญาณ INTOUT แล้ว โปรแกรมส่วนนอกจะนำเอาหมายเลขของโทรศัพท์ภายในที่ต้องการต่อสายนอกออกมาจากจุดสัญญาณข้อมูลที่เดิมเป็นตัวบอกสถานะของสายใน โดยขณะนี้โปรแกรมส่วนในจะส่งหมายเลขโทรศัพท์ออกมาแทนในขณะหนึ่งดังแสดงได้จากตารางภาพ 33

PORT 01H

INOUT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
1	X	X	X	X	X	X	X	X	สภาวะปกติ
0	หมายเลขโทรศัพท์								ความต้องการ- สายนอก
1	X	X	X	X	X	X	X	X	กลับสู่สภาวะปกติ

ภาพที่ 33 แสดงการส่งข้อมูลของโปรแกรมส่วนในในการบอกหมายเลขโทรศัพท์

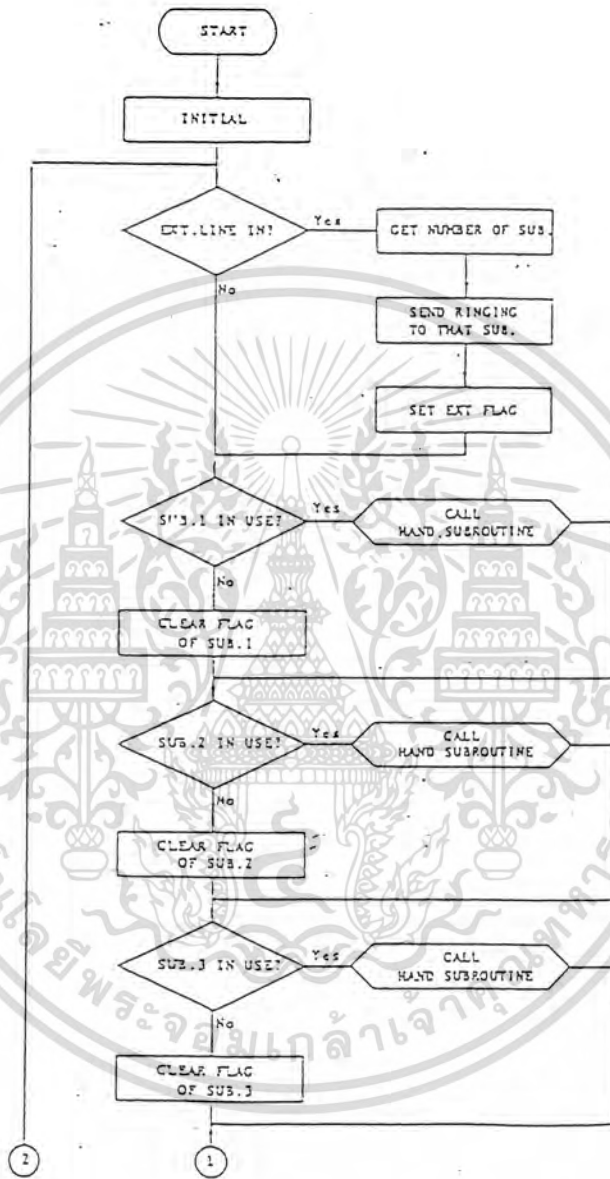
หลังจากได้หมายเลขแล้ว จะตรวจสอบสายโทรศัพท์ภายนอกเองว่าว่างหรือไม่ ถ้าไม่ว่างก็จะย้อนกลับไปทำโปรแกรมเริ่มต้นใหม่ ถ้าว่างก็จะควบคุมให้รีเลย์ทำการเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายนอกกับโทรศัพท์ภายในเข้าด้วยกัน หลังจากนั้นจะตรวจสอบหมายเลขที่หมุนออกสู่ภายนอกว่าโทรศัพท์มีการเสียเงินในการโทรหรือไม่ทางปลายสายได้สนทนาด้วยหรือไม่การตรวจสอบนี้ทำได้คือ จะใช้การกลับขั้วไฟของสายโทรศัพท์เป็นตัวบอกโดยที่หากทางด้านปลายสายรับสายแล้วขั้วไฟจะกลับตรงข้ามเสมอ ตามลักษณะของชุมสายขององค์การโทรศัพท์

โปรแกรมส่วนใน

การทำงานของโปรแกรมส่วนใน จะใช้ควบคุมเครื่องโทรศัพท์ภายในทั้งหมด 8 เครื่อง คือ การให้โปรแกรมเริ่มทำงานตั้งแต่โทรศัพท์หมายเลข 11 เรื่อยไปจนถึงโทรศัพท์หมายเลข 18

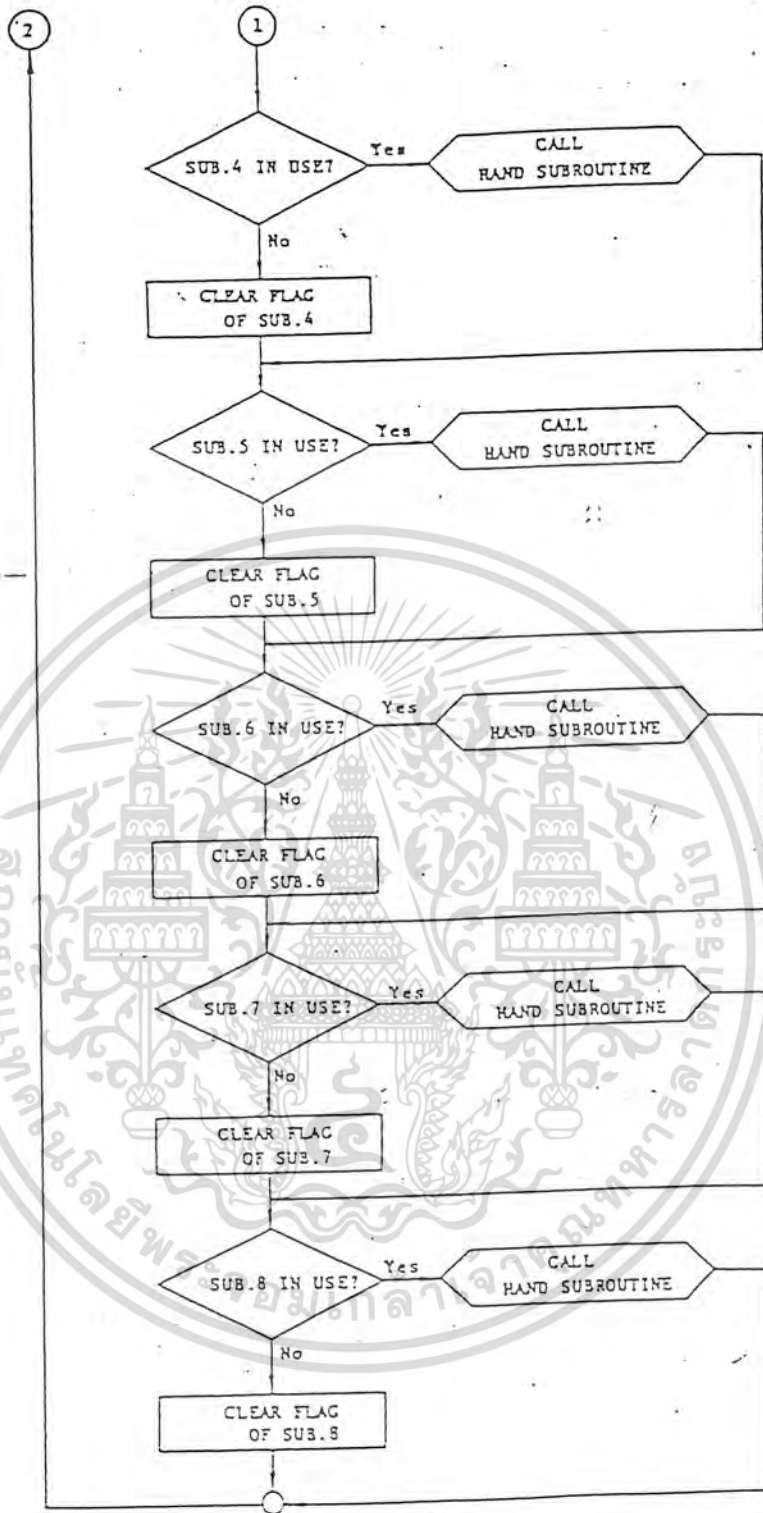
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะเสียเวลาคอยโทรศัพท์หมายเลขตามต้องการ สามารถใช้สัญญาณ Hold พักสายคอยได้  
 ขั้นตอนการทำงาน แสดงเป็นโฟลว์ชาร์ท ดังภาพที่ 34 และ 35



ภาพที่ 34 โฟลว์ชาร์ท แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนในส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 35 โฟลว์ชาร์ท แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนในส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายการทำงานได้ดังนี้.- เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมจะทำงานให้ระบบอยู่ในสภาวะปกติก่อนคือ การลบค่าของแฟลก (Flag) ที่ใช้ในระบบทั้งหมด และควบคุมให้รีเลย์ในระบบยังไม่ต้องทำงาน หลังจากนั้นจะตรวจสอบว่าโปรแกรมส่วนนอกต้องการให้สายโทรศัพท์ภายนอกต่อเข้ามายังโทรศัพท์ภายใน ระบบหรือไม่ ถ้าต้องการก็จะดึงข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์ออกมาแล้วส่งสัญญาณเรียกไปยังโทรศัพท์ หมายเลข 11 นั้นพร้อมกับเซ็ท (Set) Ext Flag ประจำโทรศัพท์ด้วย ต่อจากนั้นโปรแกรมจะ ตรวจสอบว่าโทรศัพท์หมายเลขตั้งแต่ 11 ถึง 18 มีตัวไหนถูกกำหนดให้ใช้ได้บ้างจากตำแหน่ง SW1-SW8 ของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนที่ 2 ถ้าไม่ถูกใช้ ก็จะลบค่าของแฟลกประจำโทรศัพท์ เครื่องนั้นๆ เสียแต่ถ้าถูกกำหนดให้ใช้ได้ก็จะมีโปรแกรมย่อยชื่อ HAND เป็นส่วนทำงานอีกที หลังจากนั้น โปรแกรมก็จะย้อนกลับไปเริ่มต้นใหม่

ส่วนของโปรแกรมย่อย HAND จะใช้ความสำคัญของแฟลกต่างๆ มาประจำในโทรศัพท์ ของปลายเครื่อง ตัวแฟลกเองก็เปรียบเสมือนเป็นตัวบ่งบอกสภาวะของโทรศัพท์เครื่องนั้นๆ ทำให้ การทำงานของโปรแกรมสามารถที่จะย้อนกลับมาดูสภาวะของโทรศัพท์เครื่องนั้นได้ตลอดเวลาโดย ไม่ต้องเสียเวลาในการคอย

แฟลกทั้งหมดจะใช้นาฬิกาความจำย่อยของ ซีพียู คือ รีจิสเตอร์ มาใช้งาน โดยที่ข้อมูลใน รีจิสเตอร์แต่ละตัวจาก D0 ถึง D7 จะใช้แทนโทรศัพท์หมายเลข 11 ถึง 18 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEL.NO.

REGISTER DATA

11	D0
12	D1
13	D2
14	D3
15	D4
16	D5
17	D6
18	D7

ภาพที่ 36 แสดงตำแหน่งข้อมูลในรีจิสเตอร์เทียบกับหมายเลขโทรศัพท์

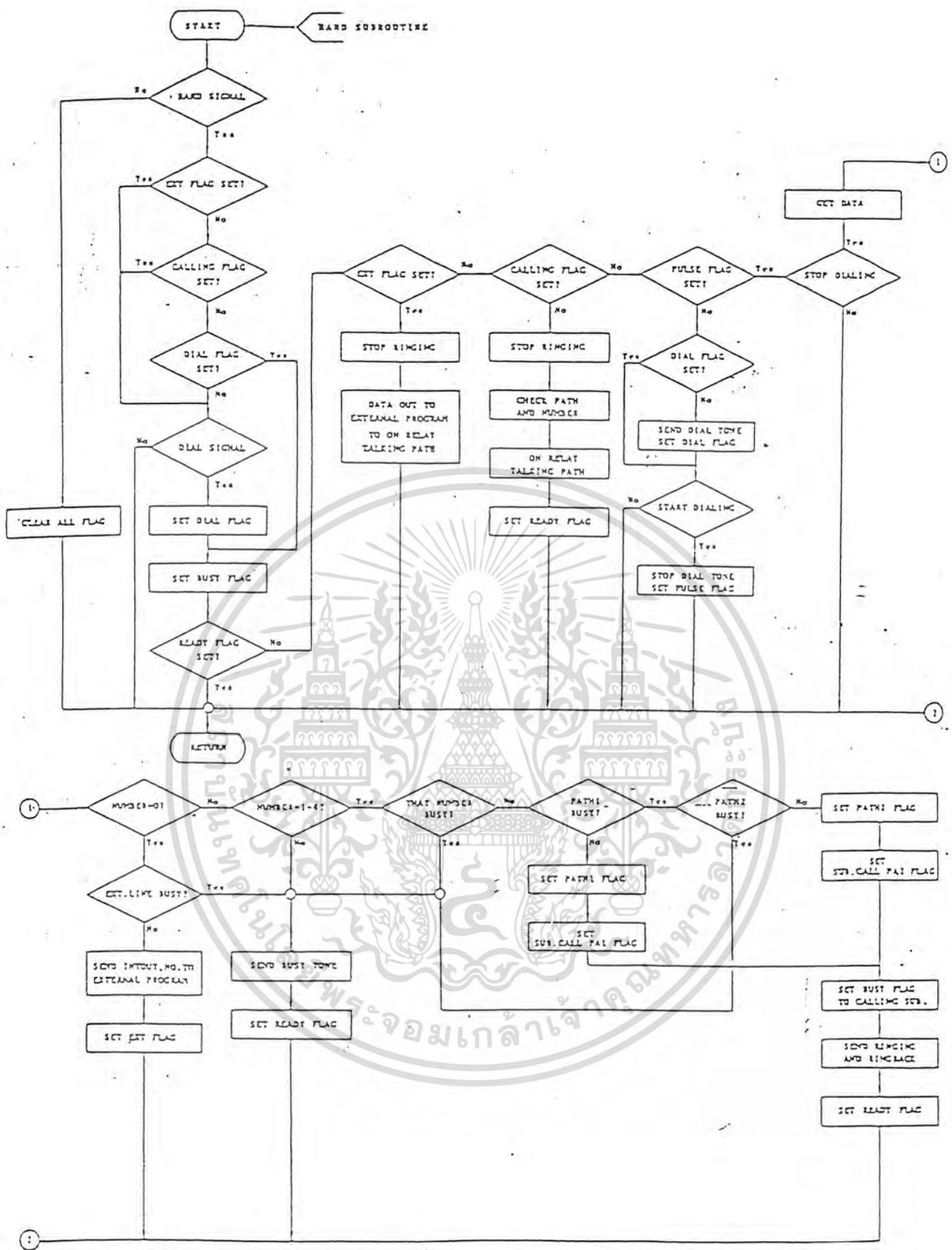
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แฟล็กที่ใช้ทั้งหมด และความหมายแสดงจากภาพที่ 37

REGISTER	FLAG	FUNCTION
B	BUSY FLAG	SET. โทรศัพท์ไม่ว่าง NOT SET. โทรศัพท์ว่าง
D	DIAL FLAG	SET. มีสัญญาณได้อีกมา NOT SET. ไม่มีสัญญาณได้อีก
E	EXT FLAG	SET. โทรศัพท์ต่อกับภายนอก NOT SET. โทรศัพท์ไม่ได้ต่อกับภายนอก
H	CALLING FLAG	SET. โทรศัพท์มีสัญญาณเรียก NOT SET. โทรศัพท์ไม่มีสัญญาณเรียก
L	READY FLAG	SET. สภาวะของโทรศัพท์กำหนดแล้ว NOT SET. สภาวะของโทรศัพท์ปกติ
B'	PULSE FLAG	SET. โทรศัพท์อยู่ในช่วงหน่วงหน้าปิดอยู่ NOT SET. โทรศัพท์ยังไม่ได้จนกระทั่งปิด
D'	PATH1 FLAG	SET. ช่องติดต่อที่ 1 ไม่ว่าง NOT SET. ช่องติดต่อที่ 1 ว่าง
E'	PATH2 FLAG	SET. ช่องติดต่อที่ 2 ไม่ว่าง NOT SET. ช่องติดต่อที่ 2 ว่าง
H'	SUB.CALL PA1 FLAG	SET. โทรศัพท์ถูกเรียกใช้ช่องติดต่อที่ 1 NOT SET. โทรศัพท์ไม่ถูกเรียก
L'	SUB.CALL PA2 FLAG	SET. โทรศัพท์ถูกเรียกใช้ช่องติดต่อที่ 2 NOT SET. โทรศัพท์ไม่ถูกเรียก

ภาพที่ 37 แสดงการใช้งานของแฟล็กทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 38 โฟลว์ชาร์ท แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย HAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายการทำงานของโปรแกรมได้ดังนี้.- โปรแกรมช่วงแรกจะตรวจสอบว่าสัญญาณยกหู จากวงจรมีหรือไม่ถ้าไม่มี คือ ไม่ได้ใช้โทรศัพท์ โปรแกรมก็จะเคลียร์(Clear) แฟลชของโทรศัพท์ เครื่องนั้นๆ ทั้งหมดแล้วกลับสู่โปรแกรมหลัก ถ้าหากมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น โปรแกรมก็จะตรวจดู EXT F. ว่าเซ็ทหรือไม่ถ้าไม่ก็จะตรวจ CALLING F. และต่อไปยัง DIAL F. (ช่วงนี้เป็นการทำงานในกรณีที่ ยกหูโทรศัพท์รับจากสัญญาณเรียก ซึ่งต้องการให้มีสัญญาณหมุนต่อจะถือเป็นการยกหูจริงๆ) หลังจากนั้นจะ

ตรวจดูว่าสัญญาณหมุนพร้อมหรือยัง (สัญญาณหมุนจะตามสัญญาณยกหูเล็กน้อย) เมื่อพร้อมแล้วก็จะเซ็ท... DIAL F. และ BUST F. เพื่อให้รู้ว่าโทรศัพท์เครื่องนี้ไม่ว่างแล้ว จากนั้นจะตรวจ READY F. ว่า โทรศัพท์เครื่องนี้ ถูกกำหนดสถานะต่างๆ เรียบร้อยแล้วหรือยัง ถ้าเรียบร้อยก็จะไปยังโปรแกรมหลัก ถ้ายังไม่เรียบร้อย EXT F. ว่าที่ยกหูโทรศัพท์นี้เพื่อรับสายนอกหรือไม่ ถ้าเป็นกรณีก็จะหยุดสัญญาณเรียก แล้วส่งข้อมูลไปบอกทางโปรแกรมส่วนนอกให้เชื่อมต่อโทรศัพท์ภายในกับสายโทรศัพท์ภายนอกได้ แต่ถ้าไม่ใช่ก็จะตรวจดู CALLING F. ว่ายกหูโทรศัพท์เพื่อการติดต่อภายในหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะหยุด สัญญาณเรียกแล้วหมุนหน้าปัดอยู่หรือไม่ ถ้าไม่ก็จะส่งสัญญาณไดอัลให้โทรศัพท์เครื่องนี้เพื่อพร้อมที่จะหมุน โทรศัพท์ ถ้าเริ่มหมุน PULSE F. จะถูกเซ็ท และหมุนเสร็จข้อมูลที่เข้ามาจะถูกตรวจว่าเป็นศูนย์หรือไม่ (หมุน 0 บนหน้าปัดโทรศัพท์จะได้ข้อมูล 0) ถ้าใช่แสดงว่าต้องการต่อออกสายนอก ถ้าสายนอกว่าง ก็จะบอกข้อมูลให้ทางโปรแกรมส่วนนอก จัดการเชื่อมต่อสาย...นอกให้ ถ้าสายนอกไม่ว่างจะมีสัญญาณ ไม่ว่างเกิดขึ้นแล้วจะเซ็ท READY F. ให้เรียบร้อยในกรณีที่หมุนหมายเลข 11-18 จะเป็นการเรียก โทรศัพท์ภายในด้วยกัน ซึ่งถ้าตรวจสอบว่าว่างก็จะมีการหาช่องทางติดต่อให้ ถ้าว่างก็จะมีการส่งสัญญาณ เรียกไปยังโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อ พร้อมทั้งมีสัญญาณเรียกกลับให้มาโดยจะมีการเซ็ท PATH1 F. หรือ PATH2 F. และ SUBCALL PA2 F. ด้วยนอกจากกรณีนี้โปรแกรมจะให้สัญญาณไม่ว่างเหมือนช่วงตรวจสอบ สายนอกไม่ว่างเช่นเดียวกัน ต่อจากนั้นโปรแกรมก็จะกลับไปยังโปรแกรมหลักต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเรียกแล้วหมุนหน้าปัดอยู่หรือไม่ ถ้าไม่ก็จะส่งสัญญาณไดอัลให้โทรศัพท์เครื่องนี้เพื่อพร้อมที่จะหมุนโทรศัพท์ ถ้าเริ่มหมุน PULSE F. จะถูกเซ็ท และหมุนเสร็จข้อมูลที่เข้ามาจะถูกตรวจว่าเป็นศูนย์หรือไม่ (หมุน 0 บนหน้าปัดโทรศัพท์จะได้ข้อมูล 0) ถ้าใช่แสดงว่าต้องการต่อออกสายนอก ถ้าสายนอกว่างก็จะบอกข้อมูลให้ทางโปรแกรมส่วนนอก จัดการเชื่อมต่อสาย...นอกให้ ถ้าสายนอกไม่ว่างจะมีสัญญาณไม่ว่างเกิดขึ้นแล้วจะเซ็ท READY F. ให้เรียบร้อยในกรณีนี้ที่หมุนหมายเลข 11-18 จะเป็นการเรียกโทรศัพท์ภายในด้วยกัน ซึ่งถ้าตรวจสอบว่าว่างก็จะมี การหาช่องทางติดต่อให้ ถ้าว่างก็จะมี การส่งสัญญาณเรียกไปยังโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อ พร้อมทั้งมีสัญญาณเรียกกลับให้มาโดยจะมีการเซ็ท PATH1 F. หรือ PATH2F. และ SUBCALL PA2 F. ด้วยนอกจากกรณีนี้โปรแกรมจะให้สัญญาณไม่ว่างเหมือนช่วงตรวจสอบสายนอกไม่ว่างเช่นเดียวกัน ต่อจากนั้นโปรแกรมก็จะกลับไปยังโปรแกรมหลักต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการใช้งาน เครื่อง PABX

### 1. การโทรติดต่อภายใน

#### วิธีการ

1. ยกหูโทรศัพท์ขึ้น
2. กดหมายเลขเครื่องภายใน (11-18) จะมีสัญญาณ กระดิ่งดังที่ปลายทาง
3. เริ่มสนทนา
4. วางหูโทรศัพท์ เมื่อสนทนาเสร็จ

### 2. การโทรออก

#### วิธีการ

1. ยกหูโทรศัพท์ขึ้น
2. กดหมายเลข 9 พร้อมรอสัญญาณพร้อมจากองค์การโทรศัพท์
3. เมื่อได้ยินสัญญาณ กดหมายเลขเครื่องปลายทาง

### 3. การรับสายแทน (ตั้งสาย)

การรับสายแทนเครื่องที่กำลังมีกระดิ่งดังอยู่

#### วิธีการ

1. ยกหูโทรศัพท์ขึ้น
2. กดหมายเลข 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. การพักสาย

##### วิธีการ ทำการพักสาย

1. กดที่วางหู 1 ครั้ง

ยกเลิกการพักสาย

1. กดที่ที่วางหู 1 ครั้ง

#### 5. การโอนสายนอกโดยแจ้งให้ผู้โอนทราบ

##### วิธีการ

1. กดที่วางหู 1 ครั้ง

2. กดหมายเลขภายในเครื่อง (เลข 11-18)

3. คอยจนมีเสียงตอบรับ

4. ถ้าเครื่องปลายทางไม่ว่าง สามารถเรียกสายคืนได้ โดยการกดที่วางหู 1 ครั้ง

#### 6. การตั้งให้เครื่องอื่นรับสายแทน

##### วิธีการ

1. กดที่วางหู

2. กดหมายเลข 3

3. กดหมายเลขเครื่องภายใน (11-18)

4. วางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

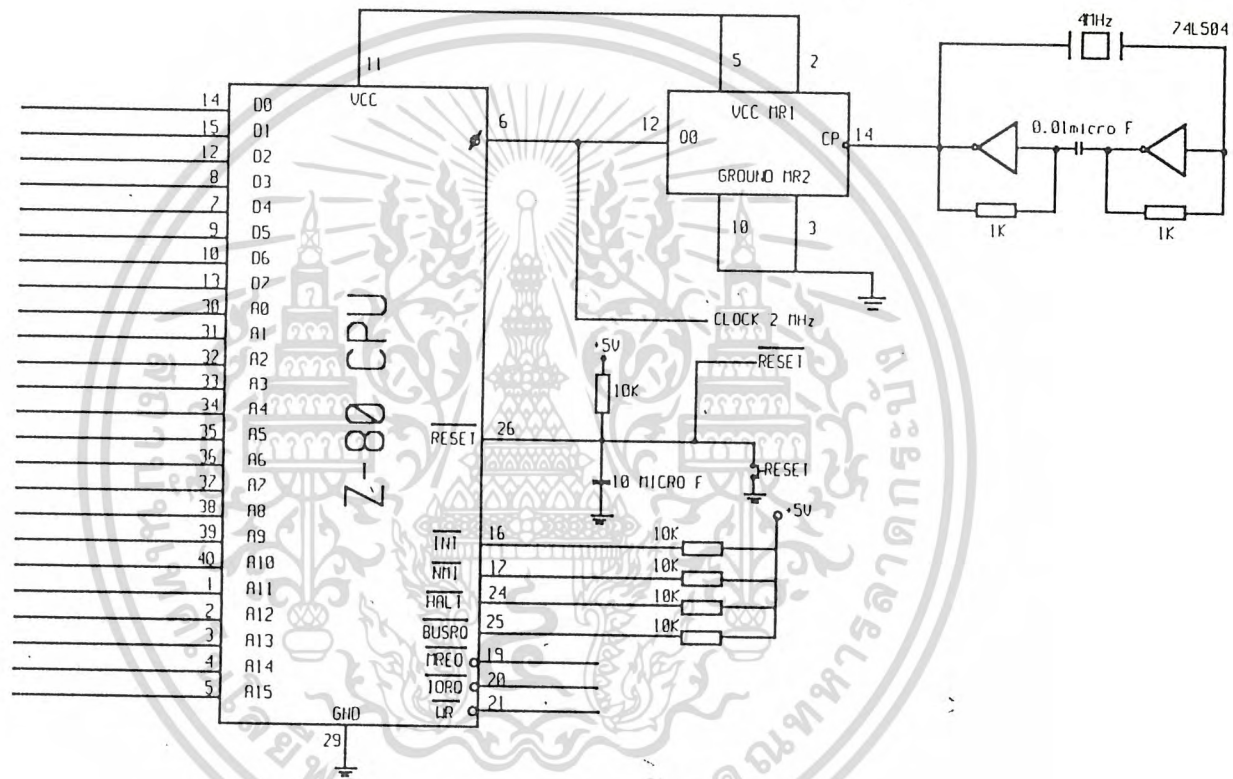
ภาคผนวกที่ 2

แสดงวงจรถ้าใช้งานโดยละเอียด

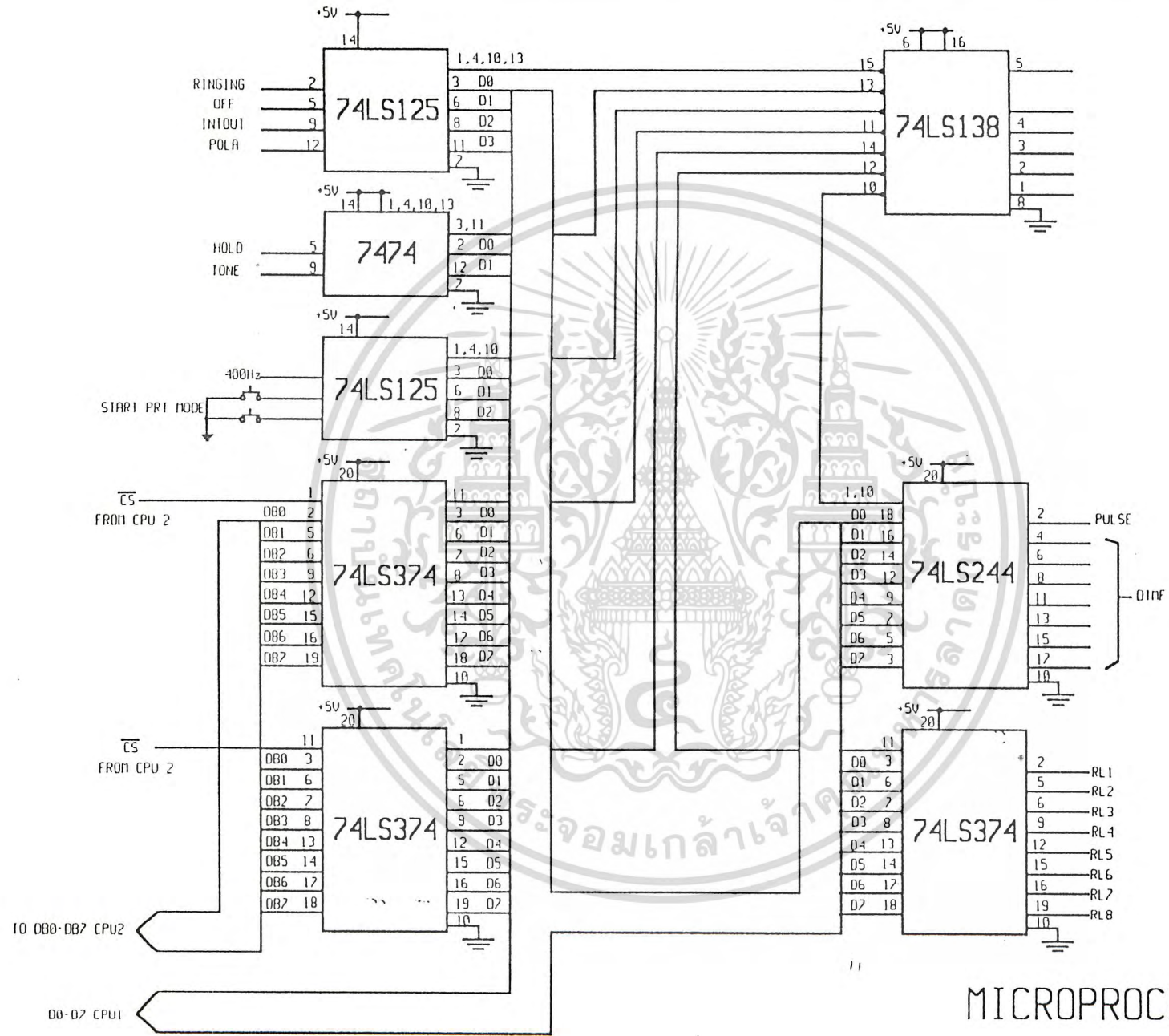


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



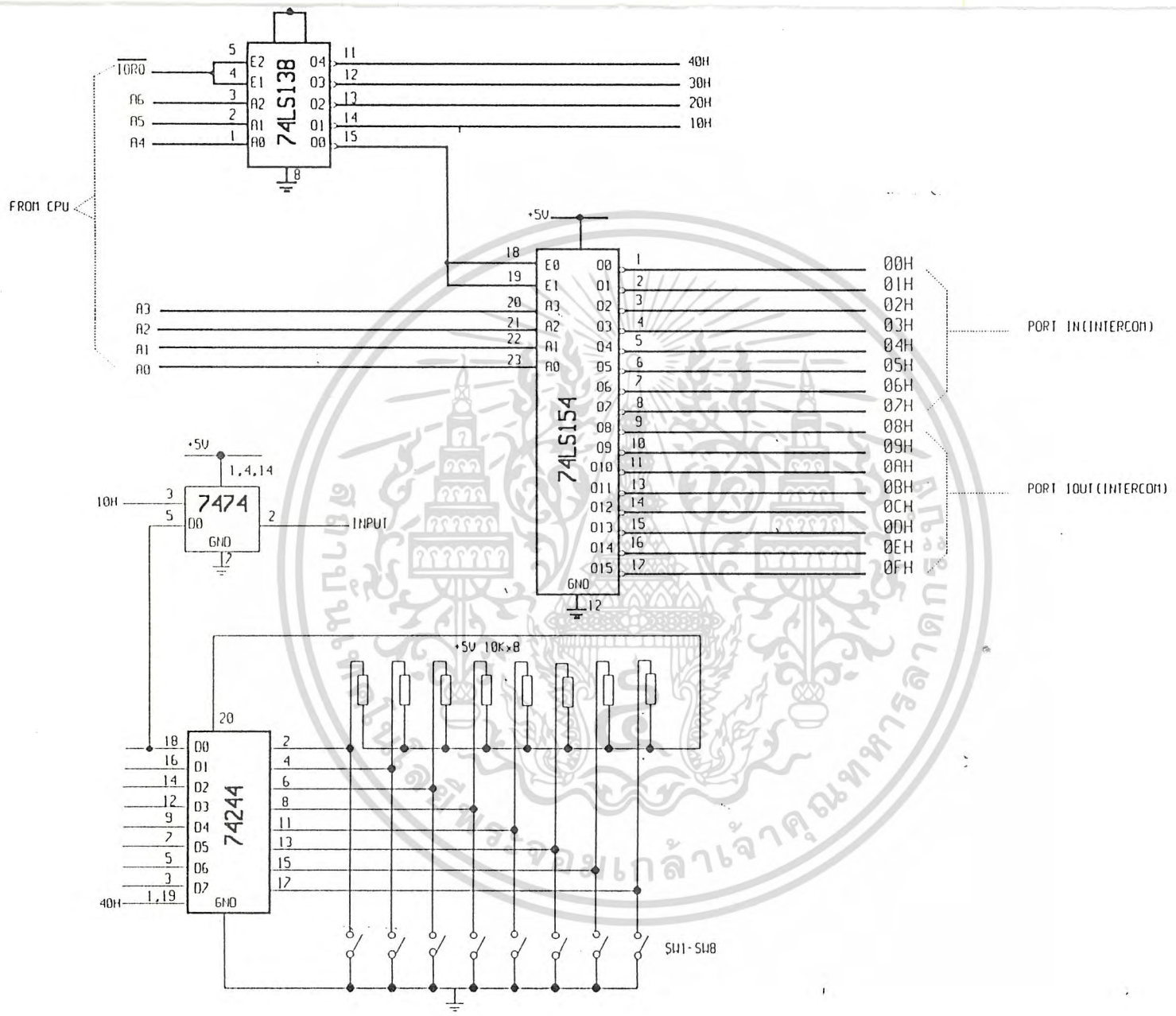


MICROPROCESSOR PART 1.

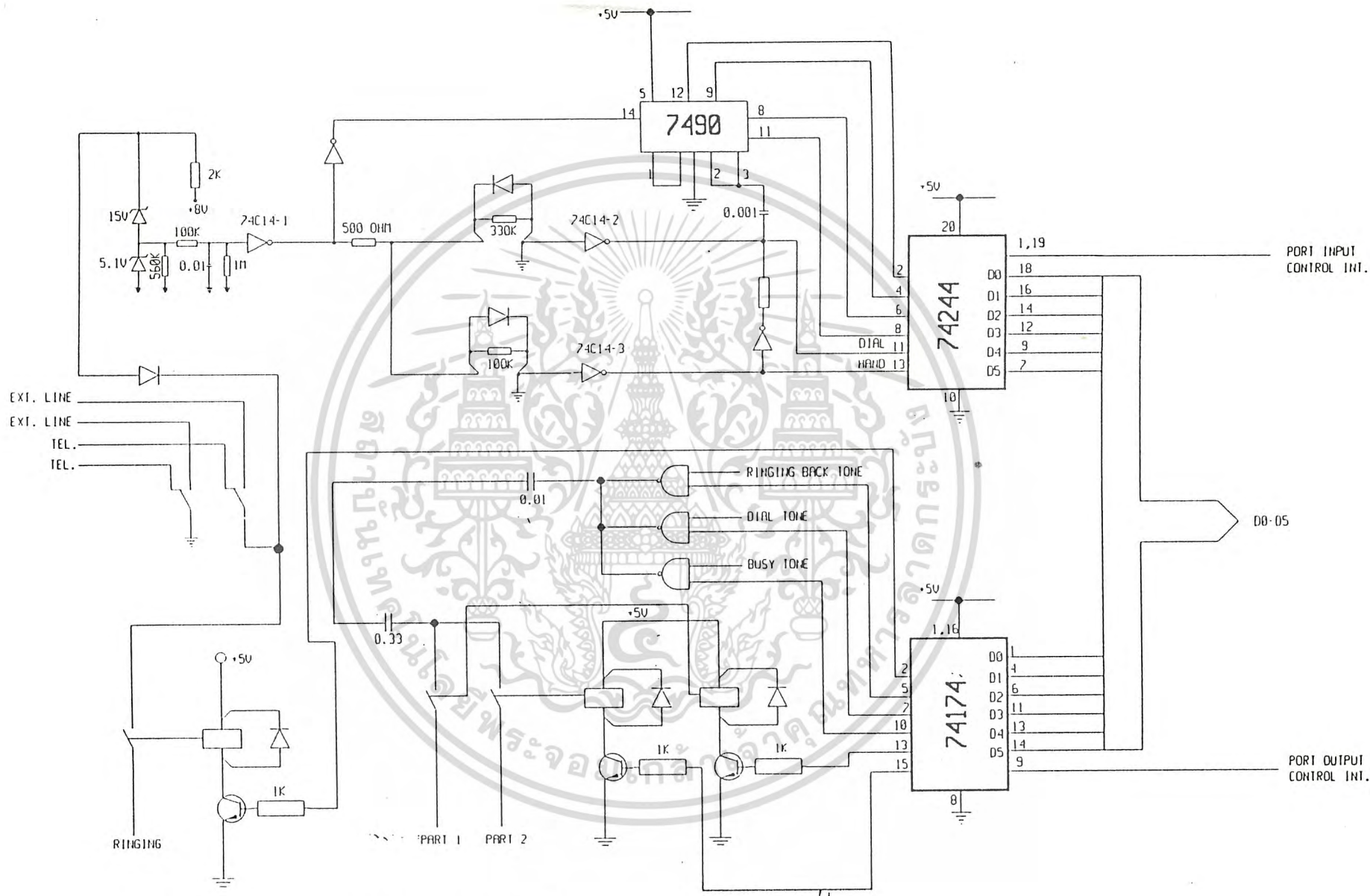


MICROPROCESSOR PART 1









INTERNAL CONTROL SYSTEM