# ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็ก

# PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย


| | | |
|---|---|---|
| นาย คมสัน | ชินอมรพงษ์ | 34162107 |
| นาย เอกสิทธิ์ | สุรภักดิ์ | 34162140 |
| นาย กฤษฎา | รังษี | 34162141 |
| นาย ชาญยุทธ | นนทสินธิ์ | 34162149 |
| นาย ณรงค์ศักดิ์ | สิทธิกานนท์ | 34162151 |
| นางสาว ปาริชาต | ตังติสานนท์ | 34162121 |
| นาย สุรัติ | ลาวัง | 34162134 |
| นาย พรเทพ | สุขศรีวิไลกุล | 34162122 |
| นาย สุรสีห์ | สาระธนะ | 34162133 |


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032608

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2535

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็ก

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE (PABX)


ผู้จัดทำ

| | | | |
|---|---|---|---|
| นาย | คมสัน | ชินอมรพงษ์ | 34162107 |
| นาย | เอกสิทธิ์ | สุรภักดิ์ | 34162140 |
| นาย | กฤษฎา | รังษี | 34162141 |
| นาย | ชาญยุทธ | นนทสินธิ์ | 34162149 |
| นาย | ณรงค์ศักดิ์ | สิทธิกานนท์ | 34162151 |
| นางสาว | ปาริชาต | ดังติสานนท์ | 34162121 |
| นาย | สุรัติ | ลาวัง | 34162134 |
| นาย | พรเทพ | สุขศรีวิไลกุล | 34162122 |
| นาย | สุรสิห์ | สาระธนะ | 34162133 |

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ภากร ยุตะสังกาศ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



032608

# เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็ก


นาย คมสัน ชินอมรพงษ์

นาย เอกสิทธิ์ สุรภักดิ์

นาย กฤษฎา รังษี

นาย ชาญชุทธ เนตรไพบูย์

นาย ณรงค์ศักดิ์ สิทธิกานันท์

นางสาว ปาริชาต ตังติสานนท์

นาย สุรัติ ลาวัง

นาย พรเทพ สุขศรีวิไลกุล

นาย สุรสิห์ สาระธนะ

อ. ภากร พุทะสังกาศ

อาจารย์ที่ปรึกษา



บทคัดย่อ

โครงงานที่ได้จัดทำขึ้นนี้เป็นการสร้างเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็ก (Private Automatic Branch Exchange)ขนาดที่มีคู่สายภายใน 256 คู่สาย ซึ่งควบคุมการทำงานโดยไมโครโปรเซสเซอร์ Z 80180 ในระบบ SPC (stored program control) และแสดงผลของโปรแกรมซึ่งแสดงถึงสถานะการใช้โทรศัพท์แต่ละเครื่องที่กำลังใช้งานอยู่ และสามารถโปรแกรมการใช้งาน PABX ด้วย Function Key และแสดงผลของโปรแกรมด้วยจอ LCD ขนาด 16 character 4 line



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE


Mr. Komson Chinamornphong

Mr. Aekasit Suraphak

Mr. Grissada Rungsee

Mr. Chanyut Nonthasin

Mr. Naongsak sittikanont

Miss. Parichart Tungtisanun

Mr. Surat Rawung

Mr. Porntep Suksrivilaikul

Mr. Surasee Saratana

Pharkorn Hutasungkard

Advisor



Abtract

The underlying purpose of this report is to demonstrate a built-up system of Private Automatic Branch Exchage, using 12 internal line and 4 external line interface, control by Microprocessor Z80180.

The system shows a total usage of each inhouse telephone line and allows the operater to transfer or conect inward call internally and for external via PABX system (Using function key). Updated results of line status (occupancy/vacancy) will be displayed on LCD screen, spaced 16 characters, 4 lines.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ


| | | |
|---|---|---|
| บทนำ | | 1 |
| บทที่ 1 | วัตถุประสงค์ | 3 |
| บทที่ 2 | ทฤษฎีและหลักการ | |
| | 2.1 อินพุทเอาท์พุทของ CPU Z80 | 5 |
| | 2.2 ตำแหน่งของพอร์ท | 6 |
| | 2.3 การสร้างสัญญาณ IOW และ IOR | |
| | 2.4 การสร้างสัญญาสำหรับอ่านข้อมูลจากอินพุทพอร์ท | 10 |
| | 2.5 วงจรสมบูรณ์ของ อินพุท เอาท์พุท พอร์ท | 11 |
| | 2.6 ลำดับการทำงานของสัญญาณต่าง ๆ | 12 |
| บทที่ 3 | การออกแบบหลักการสร้างโปรแกรม | |
| | 3.1 หลักการทำงานของชุด DISPLAY AND PROGRAM | 15 |
| | 3.2 การออกแบบ | 16 |
| | 3.3 การทำงานของวงจร | 17 |
| | 3.4 การเขียน SOFT WARE | 19 |
| | 3.5 PROTOCAL | 20 |
| บทที่ 4 | การออกแบบวงจรส่วน cross point | 30 |
| บทที่ 5 | การออกแบบและการสร้าง | 34 |
| | - วงจรถอดรหัสสัญญาณการเลือก PORT | |
| | - วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF | |
| | - วงจรการ INTERRUPT | |
| | - ส่วนควบคุมการทำงาน | |
| | - ระบบสัญญาณภายในชุมสายโทรศัพท์ | |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 การส่งสัญญาณสวนทิศทาง 44
- ปัญหาของการส่งสัญญาณ
- การทำงานวงจรไฮบริดจ์
บทที่ 7 ออปเปอร์เรชั่นแอมบลิไฟเออร์ 50
- วงจรเชิงเส้นพื้นฐาน
1. วงจรขยายแบบกลับขั้ว (Inversting Amplifier)
2. วงจรตามแรงดัน (Voltage follower Amplifier)
3. วงจรขยายความแตกต่าง (Different Amplifie)
4. วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Compartor Circiut)
บทที่ 8 การออกแบบ SLIC 60
- ส่วนที่จ่ายแรงดันให้กับเครื่องโทรศัพท์
- การทำงานของวงจร
บทที่ 9 วงจรเชื่อมต่อสายนอก 66
- ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง
- ส่วนที่ทำหน้าที่รับสายหรือยกหู
บทที่ 10 ผลการทดลอง
- สรุป
- การใช้งาน
- โปรแกรมควบคุมชุด CONTROL
- โปรแกรมควบคุมชุด PABX
- วงจรทั้งหมด
- หนังสืออ้างอิง
- กิตติกรรมประกาศ
- ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทนำ

ในยุคปัจจุบันนี้คุณคงปฏิเสธไม่ได้ว่าเป็นยุคของข้อมูลข่าวสาร เนื่องด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีต่างๆ ที่ได้พัฒนาคิดค้นขึ้น ทำให้การติดต่อสื่อสารในที่ต่างๆ บนโลกนี้สามารถทำได้ง่าย และสะดวกรวดเร็ว บทบาทของการติดต่อสื่อสาร จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศอย่างมากเพราะว่าไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของราชการหรือเอกชนก็ตาม ต่างก็ต้องการระบบการสื่อสารที่ดี เพื่อประโยชน์ในการดำเนินงานธุระกิจนั้นๆและโทรศัพท์ก็เป็นระบบหนึ่งของการติดต่อสื่อสารที่มีความจำเป็นสำหรับทุกๆหน่วยงาน การจัดสรรจำนวนหมายเลขโทรศัพท์ หรือความสามารถในการตอบรับของผู้ใช้จะขึ้นอยู่กับองค์การโทรศัพท์ ถ้าหากหน่วยงานหรือส่วนธุรกิจของของเอกชน เช่น โรงแรม , คอนโดมิเนียม ฯ มีความจำเป็นจะต้องการมีโทรศัพท์ในการใช้งานในส่วนต่างๆ หรือให้ลูกค้าเป็นจำนวนมากๆ การขอหมายเลขโทรศัพท์กับองค์การโทรศัพท์เป็นจำนวนมากๆจะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองและเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้นด้วยจึงเกิดความคิดที่จะเพิ่มจำนวนหมายเลขจากสายขององค์การโทรศัพท์ ด้วยการสร้างชุดชุมสายอัตโนมัติ PABX ขึ้น (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE ) แต่ในท้องตลาด PABX ที่มีขายส่วนมากจะเป็นขนาดเล็ก

ในโครงการนี้จึงได้เสนอ PABX ที่มีขนาดความสามารถเพิ่มขึ้น คือสามารถต่อคู่สายภายในได้ 256 คู่สาย พร้อมทั้งการติดตั้งใช้งานที่ง่าย และมีประสิทธิภาพ การทำงานของเครื่องจะแบ่งแยกหน้าที่ออกเป็นส่วนๆ แต่ละส่วนจะมี Microprocessor เป็นตัวควบคุมการทำงานโดยอิสระ ในส่วนของโครงงานเล่มนี้จะกล่าวถึงเฉพาะบางส่วนของ PABX เท่านั้น คือส่วนแสดงสถานะการทำงานของโทรศัพท์แต่ละคู่สาย และโปรแกรมการใช้งานของ PABX ซึ่งส่วนนี้จะถูกใช้งานและควบคุมโดย OPERATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

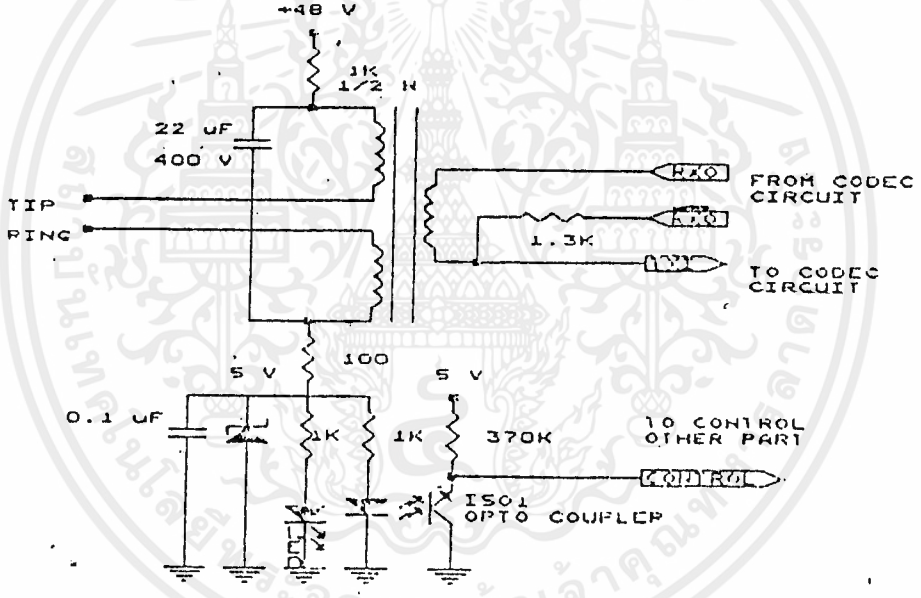
# บทนำ

## ส่วนวงจรเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์ย่อยภายใน PABX

## SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT

## (SLIC)

SLIC เป็นภาคแรกที่รับสถานะของโทรศัพท์ เช่น การยกหู และ วางหูโทรศัพท์ การส่งสัญญาณกระดิ่งไปให้โทรศัพท์เพื่อเป็นสัญญาณเรียก เป็นต้น โดยถือว่าโทรศัพท์เป็นส่วนหนึ่งของวงจรนี้ โทรศัพท์โดยทั่วไปจะมีค่าเป็น High Impedance ขณะวางหู แรงดันตกคร่อมคู่สายจะมีค่าเป็น 48 โวลท์ และมีค่าเป็น Low Impedance เมื่อยกหู แรงดันตกคร่อมคู่สายจะลดลงเหลือประมาณ 8 โวลท์




รูปแสดงตัวอย่างวงจร SLIC ที่ใช้ไฮบริดทรานฟอร์มเมอร์

จากวงจรในรูปขณะที่วางหูโทรศัพท์ Impedance ของโทรศัพท์จะมีค่าสูง ซึ่งจะมีแรงดัน 48 โวลท์ตกคร่อมเครื่องโทรศัพท์ ทำให้ไม่มีกระแสไหลในวงจร แต่เมื่อยกหูโทรศัพท์นั้นจะทำให้ Impedance ของโทรศัพท์ลดลง กระแสจะไหลในวงจรทั้งหมด รวมทั้งวงจรแสดงสถานะของโทรศัพท์ สำหรับทรานฟอร์เมอร์ทำหน้าที่เป็นไฮบริด (High Transformer) โดย Rx จะเป็นอินพุทที่รับสัญญาณมาจากส่วน Crosspoint Switching ส่วน Tx เป็นเอาท์พุทที่ส่งสัญญาณเสียงจากวงจรคู่สายโทรศัพท์ไปยังวงจร Crosspoint Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## 1. วัตถุประสงค์

1.1 แสดงสถานะและควบการใช้งานของโทรศัพท์

1.2 สามารถติดต่อกับคู่สายภายนอกได้

1.3 สามารถควบคุมการใช้คู่สายจากชุดควบคุมได้

## 2. ขอบเขต

2.1 แสดงสถานะของคู่สายด้วย LED

2.2 ส่วนควบคุมแสดงผลด้วย LCD และ KEYDOARD

2.3 สามารถต่อคู่สายภายนอกได้ 4 คู่สาย

2.4 สามารถต่อคู่สายภายในได้ 12 คู่สาย

2.5 [illegible] KEYDOARD ของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เป้าหมาย

1. สามารถทดสอบ การทำงานโดยรับสายนอก แลล้วรับรหัสต่อสายในได้ 4 คู่สาย หากสายในเบอร์ที่ต้องการต่อไม่ว่างก็จะไปต่อ OPERATOR ให้
2. ส่วน HARD WAVE มี 2 สายนอก 4 สายใน สามารถขยายได้ถึง 4 สายนอก 12 สายใน โดยเพิ่มเติม SOFT WARE

## การทดสอบ

1. ส่วน SET FUNCTION และ DISPLAY STATAS สามารถ SET LOCK การ โทรของสายใน และ แสดงผลคู่สายภายใน ได้ถึง 25 คู่สาย
2. ต่อสายโทรศัพท์ ของชุมสาย เข้าขั้ว EXT 1 แล้ว โทรเข้าเบอร์นั้นหลังจากกดหมายเลขโทรศัพท์สายนอกแล้ว PABX รับสายก็กดรหัสต่อท้ายเลือกติดต่อคู่สายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

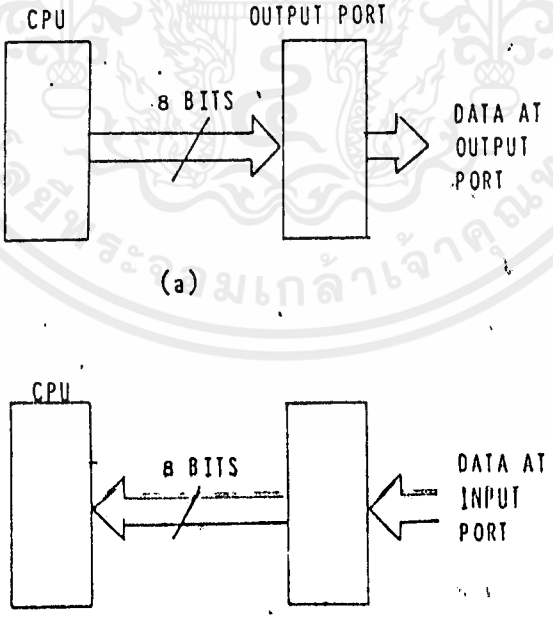
# บทที่ 2

## การต่อซีพียูกับอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท

การใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์ นอกจากจะมีการรับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำแล้วจะต้องมีการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกด้วย ซึ่งการรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์ภายนอก จะมีลักษณะคล้ายกับการติดต่อกับหน่วยความจำแบบสแตติกแรมคือ มีทั้งการอ่านและการเขียนข้อมูล

### 2.1 อินพุทเอาท์พุทของ ซีพียู Z80

การรับส่งข้อมูลระหว่าง Z80 กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังรูปที่ 1.1a และ 1.1b เมื่อ Z80 ต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกจะต่องมีการใช้สัญญาณต่างๆ ดังนี้คือ บัสแอดเดรส บัสข้อมูลและสัญญาณควบคุม ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการรับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำการติดต่อระหว่างซีพียูกับอุปกรณ์ภายนอกจะเป็นไปตามคำสั่งซอฟท์แวร์ ว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งการเขียนหรือการอ่านข้อมูลจะกระทำได้ครั้งละ 8 บิท

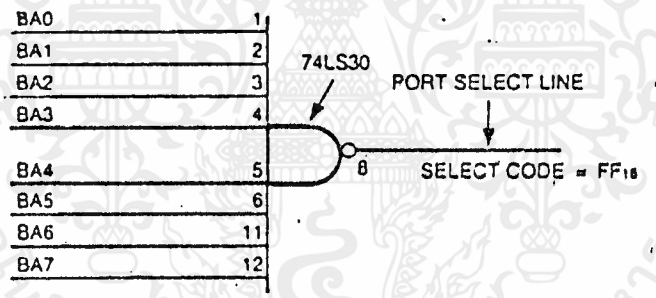



รูปที่ 1.1 การรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ตำแหน่งของพอร์ท

Z-80 จะมีขาแอดเดรสที่สามารถกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ภายนอกได้ทั้งหมดรวม 256 ตำแหน่งๆ ละ 8 บิท ขาแอดเดรสของหน่วยความจำกับแอดเดรสของอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท จะใช้ร่วมกันคือ A0-A7 การใช้อุปกรณ์ภายนอกอาจจะไม่ใช้ทั้งหมด 256 ตำแหน่ง เช่น ถ้าเราต้องการตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทเพียง 5 ตำแหน่ง เราก็ใช้ขาแอดเดรสเพียง 3 ขาก็เพียงพอขาแอดเดรสของ Z80 ที่ทำหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกคือ A0-A7 ซึ่งเราจะนำสัญญาณจากขาเหล่านี้มาทำการถอดรหัสเพื่อให้ตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทตามต้องการ รูป 2.2 แสดงการเลือกแอดเดรสวิธีหนึ่งซึ่งมีค่าตำแหน่งของแอดเดรสเท่ากับ FFH ซึ่งวงจรจะให้ค่าเอาท์พุทมีค่าลอจิก 0 เมื่ออินพุททุกตัวมีค่าเป็น 1 หมด เมื่อซีพียูต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกที่มีตำแหน่ง FFH ซีพียูจะต้องให้สัญญาณที่ขา A0-A7 มีค่าลอจิก 1 ทั้งหมด



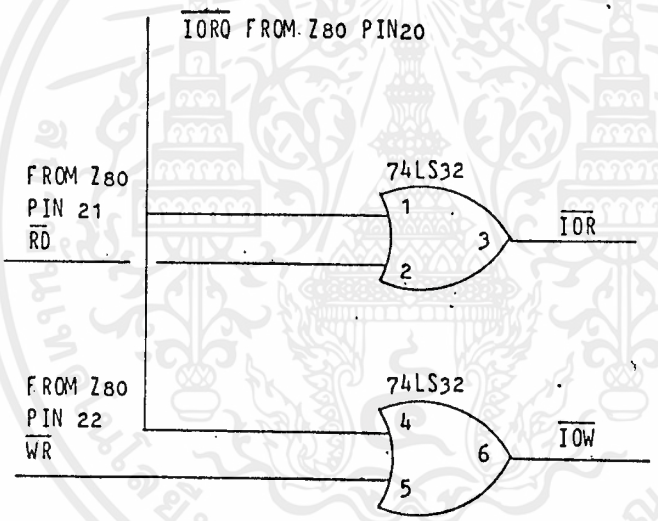

รูปที่ 2.2 การกำหนดตำแหน่งพอร์ท

2.3 การสร้างสัญญาณ $\overline{IOW}$ และ $\overline{IOR}$

เมื่อ Z80 ต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกสัญญาณ $\overline{IORQ}$ จะแอคทีฟเราจะนำสัญญาณนี้ไปรวมกับสัญญาณ $\overline{RD}$ และ $\overline{WR}$ เพื่อทำเป็นสัญญาณ $\overline{IOR}$ และ $\overline{IOW}$ สำหรับควบคุมการอ่านและเขียนอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท รูป 2.3 แสดงถึงวงลอจิกที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณ $\overline{IOR}$ และ $\overline{IOW}$

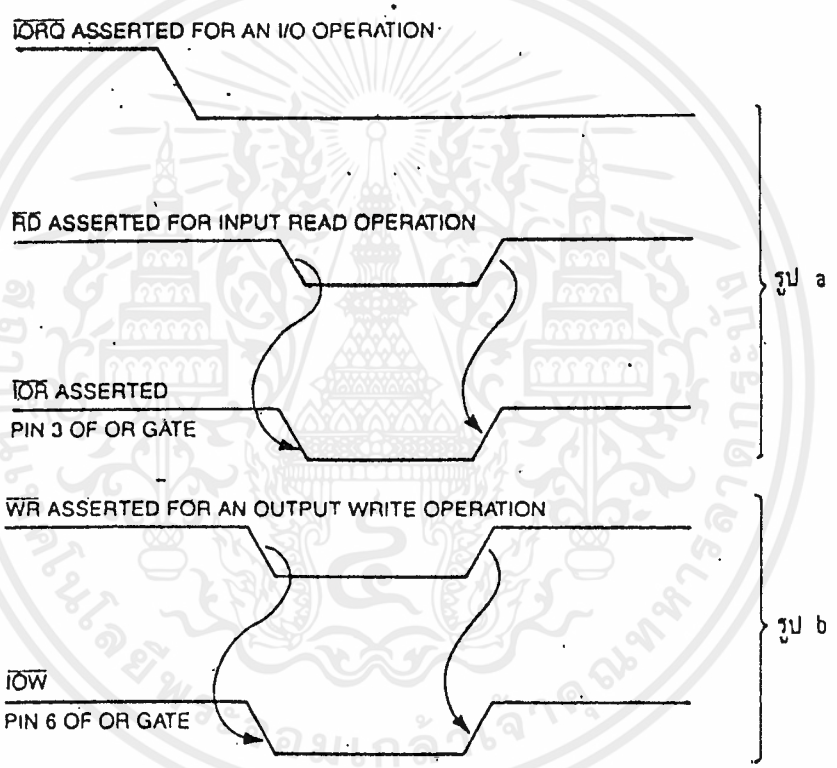
เอกสารนี้เป็นกรรมสิทธิ์ของ [illegible] ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสัญญาณ $\overline{IOR}$ จะแอคทีฟเมื่อมีการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก และ $\overline{IOW}$ จะแอคทีฟเมื่อมีการเขียนข้อมูลลงไปยังอุปกรณ์ภายนอก และไดอะแกรมเวลาแสดงได้ดังรูป 2.4a และ 2.4b สัญญาณการเขียนข้อมูล Z80 จะเป็นสัญญาณที่กำหนดการเขียนข้อมูลลงไปยังอุปกรณ์ภายนอกที่ถูกเลือก เมื่อสัญญาณ $\overline{IOR}$ กับสัญญาณเลือกตำแหน่งแอคทีฟพร้อมกันก็จะเป็นการส่งข้อมูลออกไปยังอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นเอาท์พุท




รูปที่ 2.3 การสร้างสัญญาณ $\overline{IOR}$ และ $\overline{IOW}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

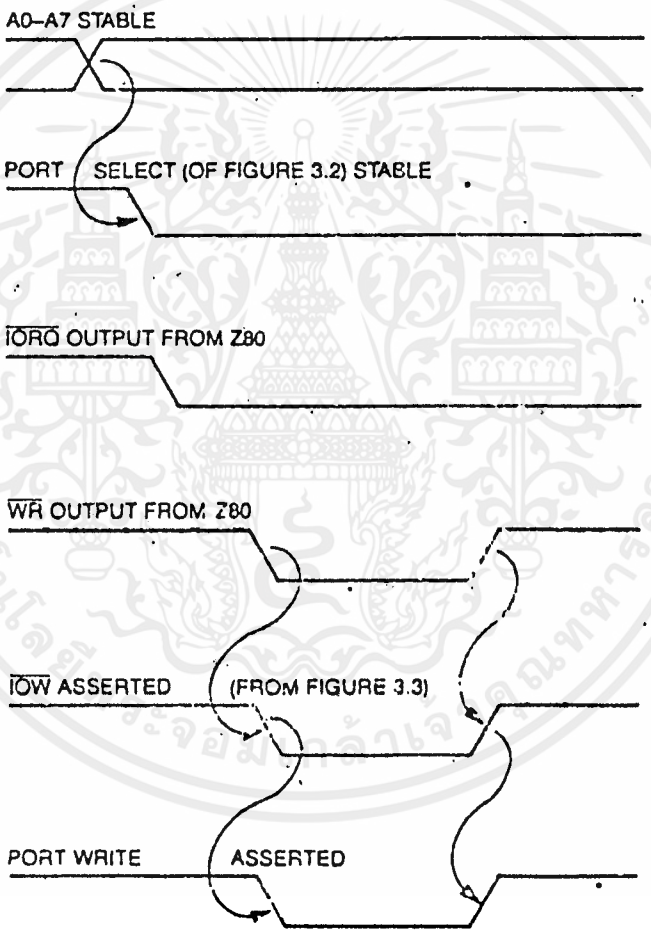



รูปที่ 2.4 ไดอะแกรมเวลาของสัญญาณ $\overline{IOR}$ และ $\overline{IOW}$

สำหรับไดอะแกรมเวลาของการเขียนข้อมูลจะเป็นดังรูปที่ 2.5 ซึ่งสัญญาณเหล่านี้สามารถนำมาสร้างวงจรลอจิกได้ดังรูป 2.6 ซึ่งมีการทำงานดังนี้ เมื่อซีพียูต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุป

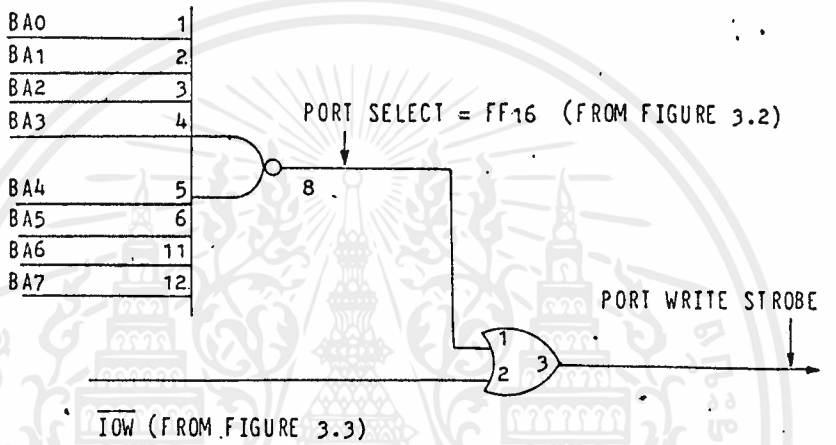
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีภายนอกที่ตำแหน่งที่ต้องการคือ FF16 สัญญาณที่ A0-A7 จะต้องมีค่าลอจิก 1 ทั้งหมดซึ่งจะทำให้เอาท์พุทของแนนท์เกทมีค่าลอจิก 0 ไปต่อเข้ากับออร์เกทซึ่งมีอินพุทอีกด้านหนึ่งต่ออยู่กับ $\overline{IOW}$ เมื่อ $\overline{IOW}$ มีค่าลอจิก 0 พร้อมกับสัญญาณเลือกพอร์ทจะทำให้เกิดลอจิก 0 ขึ้นที่ เอาท์พุทของออร์เกทในช่วงเวลานี้ซีพียูจะส่งข้อมูลไปยังบัสข้อมูลด้วย ก็จะทำให้ข้อมูลส่งไปยังเอาท์พุทพอร์ทเราเรียกสัญญาณที่ออกจากออร์เกทในรูป 3.6 ว่า Port write strobe




รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมเวลาของการเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
032608




รูปที่ 3.6 การสร้างสัญญาณ PORT WRITE STROBE

2.4 การสร้างสัญญาณสำหรับอ่านข้อมูลจากอินพุทพอร์ท

สำหรับการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกเข้ามายังซีพียูนั้น ไดอะแกรมเวลาของสัญญาณต่างๆ แสดงได้ดังรูปที่ 2.7 ในรูปนี้สัญญาณ $\overline{IOR}$ จะมีลักษณะคล้ายกับสัญญาณ $\overline{IOW}$ ที่ใช้ในกรณีของการเขียนข้อมูล สัญญาณ $\overline{IOR}$ ได้มาจากสัญญาณ $\overline{RD}$ กับ $\overline{IORQ}$

การทำงานของสัญญาณในรูป 2.7 จะเป็นดังนี้ เมื่อสัญญาณ $\overline{RD}$ มีค่าลอจิก 0 ข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะส่งเข้ามายังบัสข้อมูล และซีพียูจะอ่านข้อมูลเข้าไปยังรีจิสเตอร์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสัญญาณ $\overline{RD}$ ก็จะเปลี่ยนเป็น 1 ซึ่งแสดงว่าการอ่านข้อมูลจบลงแล้ว รูป 3.8 แสดงวงจรลอจิกสำหรับสร้างสัญญาณ $\overline{IOR}$ วิธีหนึ่งซึ่งวงจรจะคล้ายกับการสร้างสัญญาณ $\overline{IOW}$ มรากล่าวมาแล้ว

## 2.5 วงจรสมบูรณ์ของ อินพุท เอาท์พุท พอร์ท

จากที่กล่าวมาแล้ว เราสามารถนำวิธีการรับและส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกมาสร้างเป็นวงจรที่สมบูรณ์ได้ดังรูปที่ 2.9 ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้ติดต่อกับอินพุท เอาท์พุทได้ครั้งละ 8 บิท ซึ่งการทำงานจะมีลำดับขั้นดังนี้

ช่วงของการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ภายนอก

1. ขา A0-A7 จะถูกกำหนดให้มีค่าของพอร์ทตามที่ต้องการ และ A0-A7 จะถูกดีโค้ดออกมาเป็นตำแหน่งของพอร์ทตามที่ต้องการ

2. ซีพียูจะส่งข้อมูลออกไปยังบัสข้อมูล D0-D7 ในรูปที่ 3.9 จะเป็นอินพุทของไอซีเบอร์ 74LS374

3. สัญญาณ $\overline{IORQ}$ ของซีพียูซึ่งเป็นสัญญาณที่กำหนดการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกจะแอคทีฟ

4. สัญญาณ $\overline{WR}$ จะมีค่าลอจิก 0 ซึ่งทำให้เอาท์พุทของออร์เกทได้ค่าลอจิก 0 ด้วย และเมื่อสัญญาณ $\overline{WR}$ ของซีพียูเปลี่ยนเป็นลอจิก 1 จะทำให้สัญญาณที่ขา 11 ของไอซี 74LS374 เปลี่ยนจาก 0 กลายเป็น 1 ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่บัสข้อมูลส่งผ่านไปยังไอซี 74LS374 ที่เอาท์พุทของไอซี 74LS374 เราต่อ LED ไว้ถ้าหากเอาท์พุทมีค่าลอจิก 0 ก็จะทำให้ LED ติด และเมื่อเอาท์พุทมีค่าลอจิก 1 จะทำให้ LED ดับ

ช่วงของการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก

1. ขา A0-A7 จะถูกเซทให้มีค่าของพอร์ทตามที่ต้องการซึ่ง A0-A7 จะถูกนำไปดีโค้ดเช่นเดียวกับการเขียนข้อมูล

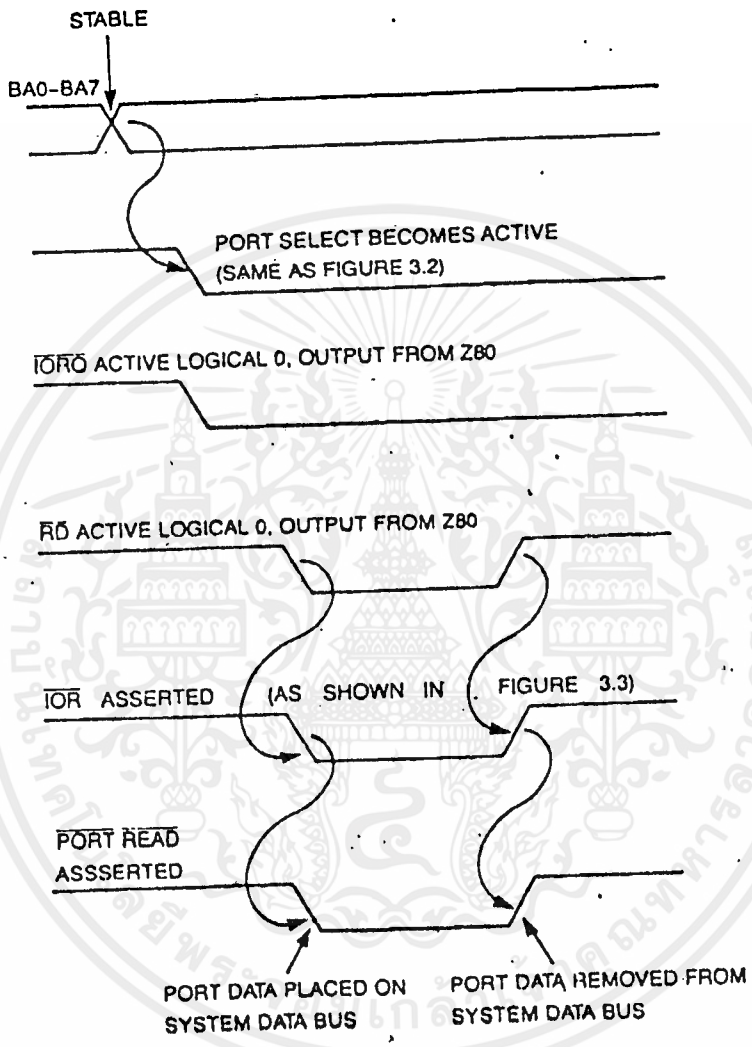
2. สัญญาณ $\overline{IORQ}$ จะมีค่าลอจิก 0 ซึ่งเป็นสัญญาณที่กำหนดการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

3. สัญญาณ $\overline{RD}$ มีค่าลอจิก 0 ถูกนำไปสร้างสัญญาณ $\overline{IOR}$

4. ในช่วงของสัญญาณ $\overline{IOR}$ จะเป็นช่วงที่ซีพียูพร้อมที่จะรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกสัญญาณ $\overline{IOR}$ ที่รวมกับสัญญาณเลือกพอร์ทได้เอาท์พุทออกไปควบคุมขา 1 และขา 19 ของไอซี 74LS244 เพื่อให้สัญญาณจากสวิทช์เข้ามายังบัสข้อมูลระบบ และซีพียูข้อมูลเข้าไปยังรีจิสเตอร์ภายในต่อไป

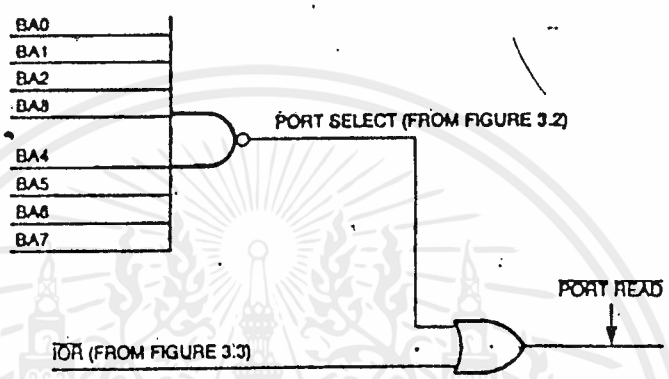
5. เมื่อซีพียูรับข้อมูลแล้วจะเซทสัญญาณ $\overline{RD}$ ให้มีค่าเป็น 1 ซึ่งจะทำให้ข้อมูลจากพอร์ทอินพุทถูกตัดออกจากบัสข้อมูล และเป็นการจบขบวนการอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.7 ไดอะแกรมเวลาของการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.8 การสร้างสัญญาณ PORT READ

3.6 ลำดับการทำงานของสัญญาณต่างๆ

การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของซีพียู เราสามารถสรุปการทำงานของสัญญาณต่างๆ ได้ดังนี้

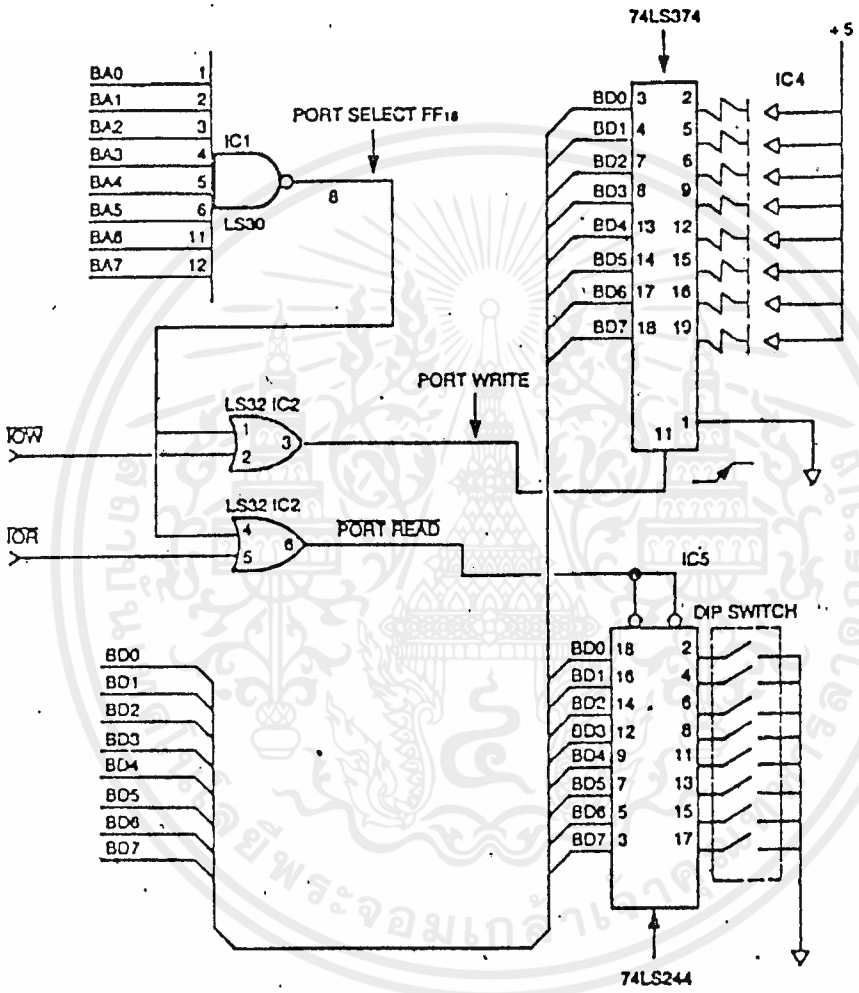
ในช่วงของการส่งข้อมูลออก

1. A0-A7 ถูกเซทให้ค่าตามตำแหน่งที่ต้องการ
2. ค่าของข้อมูลที่ต้องการส่งจะถูกส่งออกไปยังบัสข้อมูล
3. สัญญาณ $\overline{IORQ}$ มีค่าลอจิก 0
4. สัญญาณ $\overline{WR}$ มีค่าลอจิก 0

ในช่วงของการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. A0-A7 ถูกเซทให้มีค่าตามตำแหน่งที่ต้องการ
2. สัญญาณ $\overline{IORQ}$ มีค่าลอจิก 0
3. สัญญาณ $\overline{RD}$ มีค่าลอจิก 0




รูปที่ 2.9 วงจรสมบูรณ์ของอินพุทเอาท์พุท

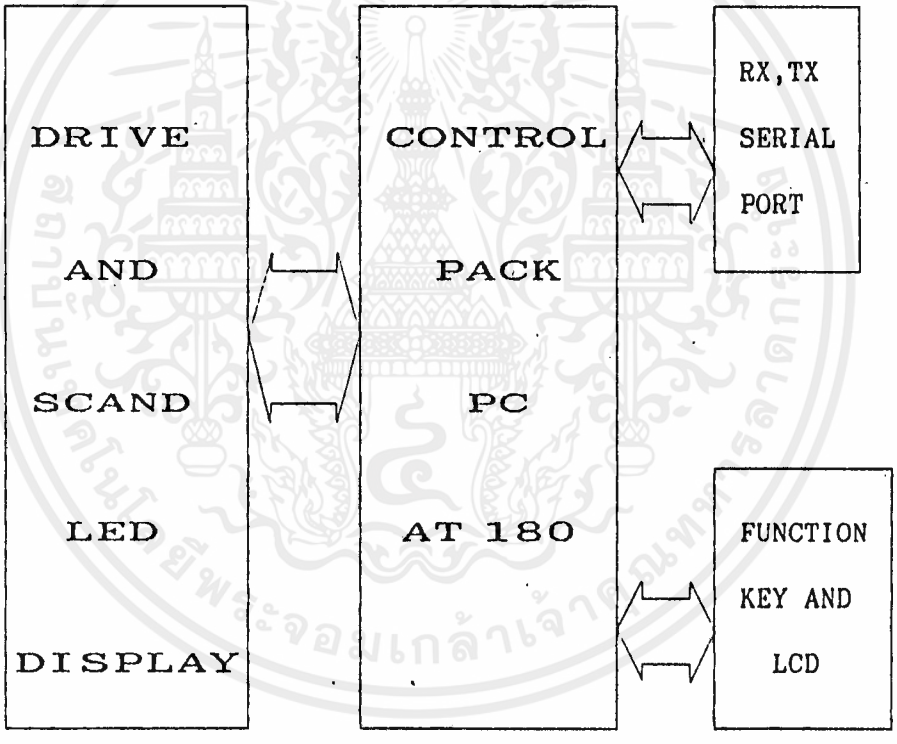
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## การออกแบบและการสร้าง

### 3.1 หลักการทำงานของชุด DISPLAY AND PROGRAM

การทำงานทั้งหมดของชุดนี้จะใช้ CPU Z 80180 เป็นตัวควบคุมซึ่งการทำงานหลักๆ จะประกอบด้วย SCAN DISPLAY การรับส่งข้อมูลผ่าน SERIAL PORT และการรับคำสั่งจาก FUNCTION KEY ซึ่งสามารถเขียนเป็น BLOCK DIAGRAM ได้ดังรูปที่ 1




รูปที่ 1 Block diagram ของระบบ

ซึ่งปกติการทำงานหลักจะอยู่ที่การแสดงสถานะของการใช้สายโทรศัพท์แต่ละเครื่อง โดย LED และ LCD ซึ่งสถานะการใช้สายของโทรศัพท์จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ เมื่อโทรศัพท์เครื่องใดยกหู LED ที่ตำแหน่งของโทรศัพท์เครื่องนั้นจะติด โดย LCD จะแสดงหมายเลขซึ่งเกิดจากการกดปุ่มโทรศัพท์ของผู้ใช้นั้นๆ ส่วนด้านของการรับส่งข้อมูลจะเกิดขึ้นเมื่อมีการติดต่อ

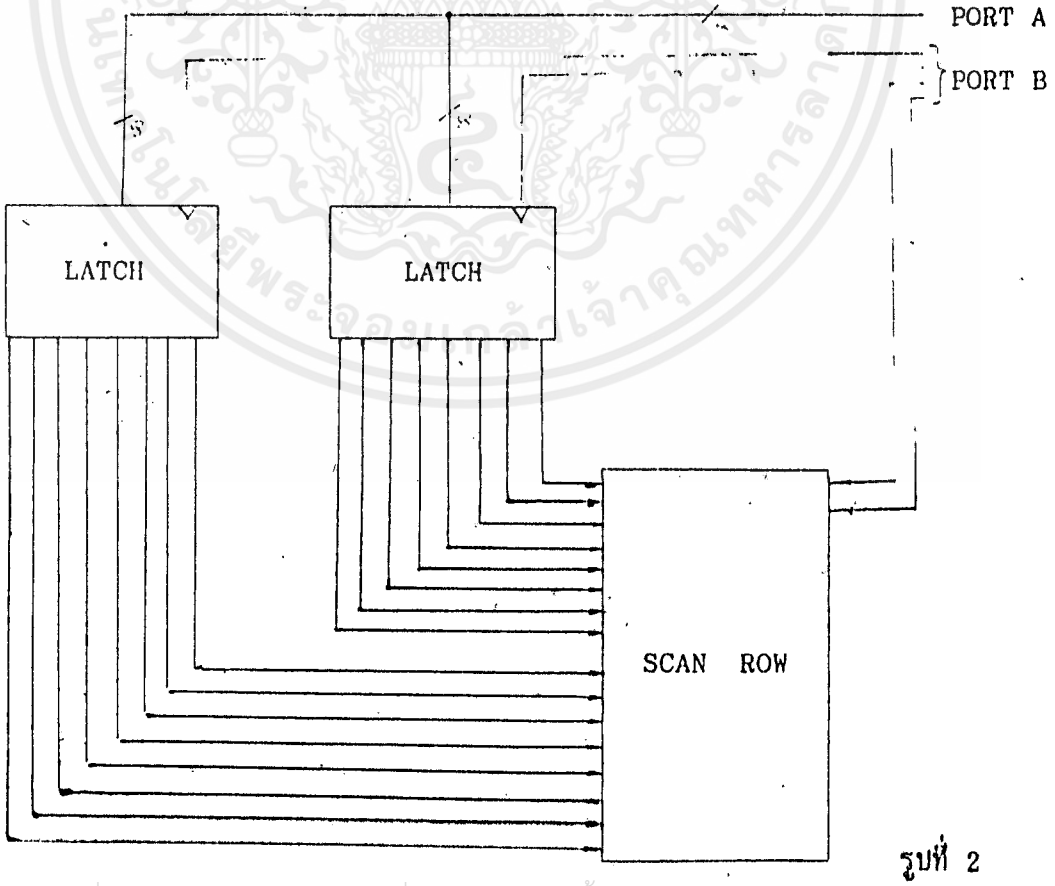
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างชุด DISPLAY นี้กับชุด CONTROL MATRIX SWITCH ซึ่งจะใช้การอินเตอร์รัพ และส่วนของ FUNCTION KEY จะทำหน้าที่ส่ง CODE คำสั่งมาให้ CPU เพื่อทำการตอบสนองตามความหมายของ FUNCTION แต่ละปุ่ม เมื่อกดปุ่ม LCD ก็จะทำหน้าที่แสดง MENU ของแต่ละปุ่มที่กด และเช่นเดียวกันกับการรับส่งข้อมูล เนื่องจากไม่ต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นในส่วนของ FUNCTION KEY นี้ เราก็จะใช้การอินเตอร์รัพ เช่นกัน คือ เมื่อกดปุ่มเท่านั้นจึงจะเกิดการอินเตอร์รัพ

## 3.2 การออกแบบวงจร

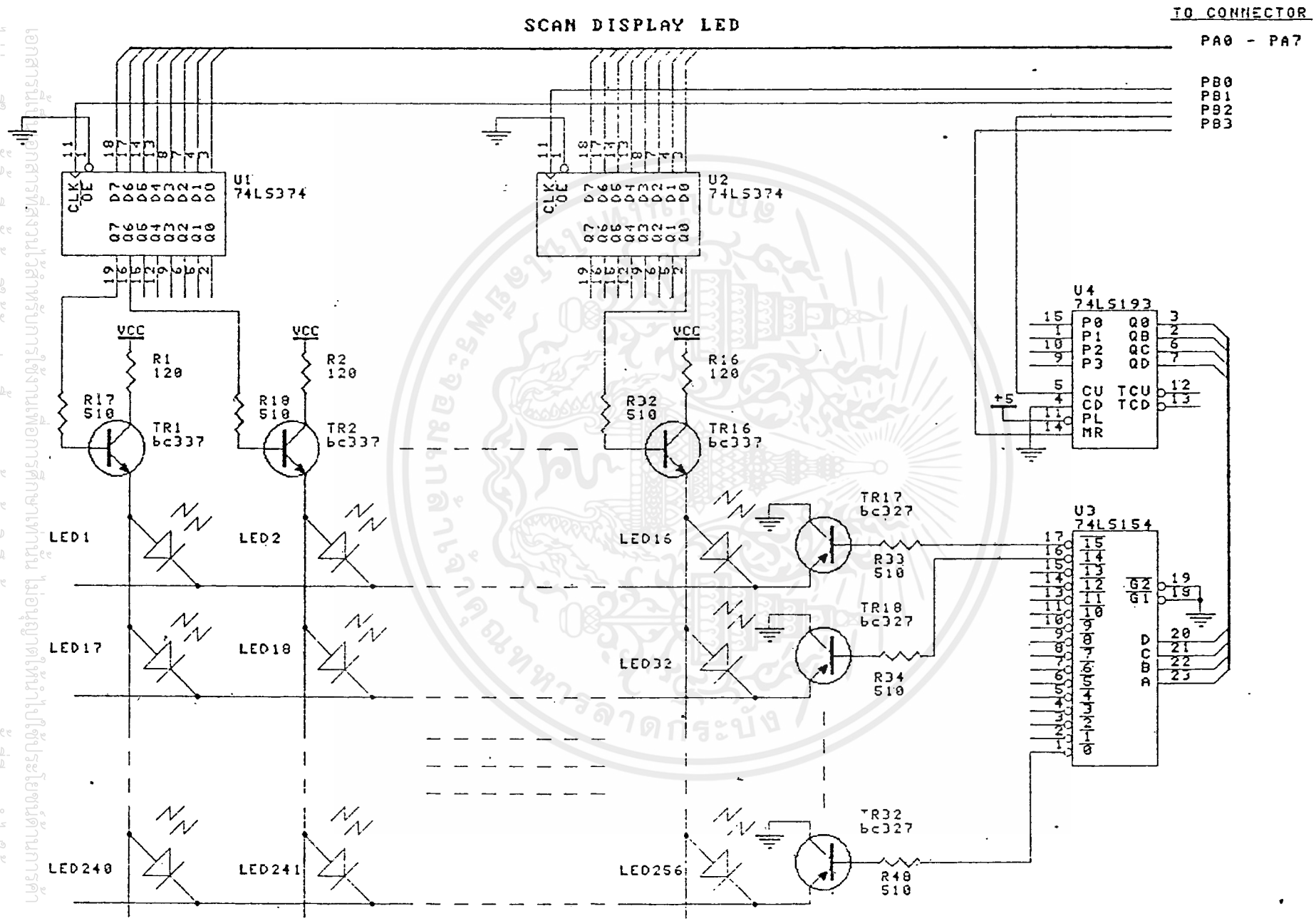
- DRIVE AND SCANLED DISPLAY

วงจรส่วนนี้เราจะใช้ LED ในการแสดงสถานะของการใช้งานโทรศัพท์ แต่ละเครื่องซึ่งสามารถแสดงได้สูงสุด 256 เครื่อง เมื่อเครื่องไหนที่กำลังใช้โทรศัพท์อยู่ LED จะติด ซึ่งจะต้องใช้ LED ทั้งหมด 256 ดวง เพื่อเป็นการประหยัด PORT จึงใช้การแสดงผลแบบ MATRIX ขนาด 16 * 16 ใช้ PORT ทั้งหมด 2 PORT ใช้เป็น PORT ในการส่งข้อมูล 1 PORT และใช้เป็น PORT ในการ CONTROL 1 PORT ดังรูปที่ 2



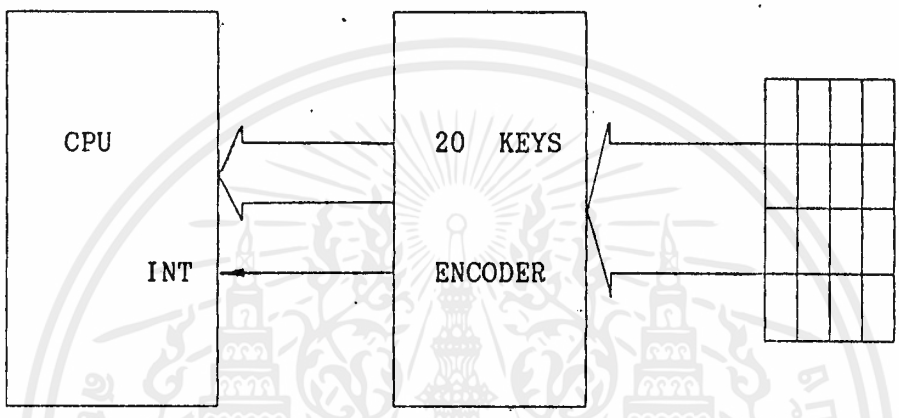

รูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


SCAN DISPLAY LED
TO CONNECTOR
PA0 - PA7
PB0
PB1
PB2
PB3
U1
74LS374
U2
74LS374
U4
74LS193
U3
74LS154
VCC
R1
120
R2
120
R16
120
R17
510
R18
510
R32
510
TR1
bc337
TR2
bc337
TR16
bc337
TR17
bc327
TR18
bc327
TR32
bc327
R33
510
R34
510
R48
510
LED1
LED2
LED16
LED17
LED18
LED32
LED240
LED241
LED256
+5

- FUNCTION KEY AND LCD

วงจรส่วนนี้เป็นวงจรสำหรับ KEY FUNCTION ซึ่งใช้ในการโปรแกรมควบคุม PABX มี 20 คีย์ ซึ่งจะใช้ IC ENCODER แบบ MATRIX เป็นตัวส่ง CODE จากการกดคีย์ต่างๆให้ CPU โดยการอินเตอร์รัพจะเกิดขึ้นเมื่อมีการกดคีย์เท่านั้น โดยที่ CODE แต่ละ CODE ที่ส่งออกมาจะถูกแปลความหมายและตอบสนอง ซึ่งจะใช้ SOFTWARE เป็นตัวจัดการ



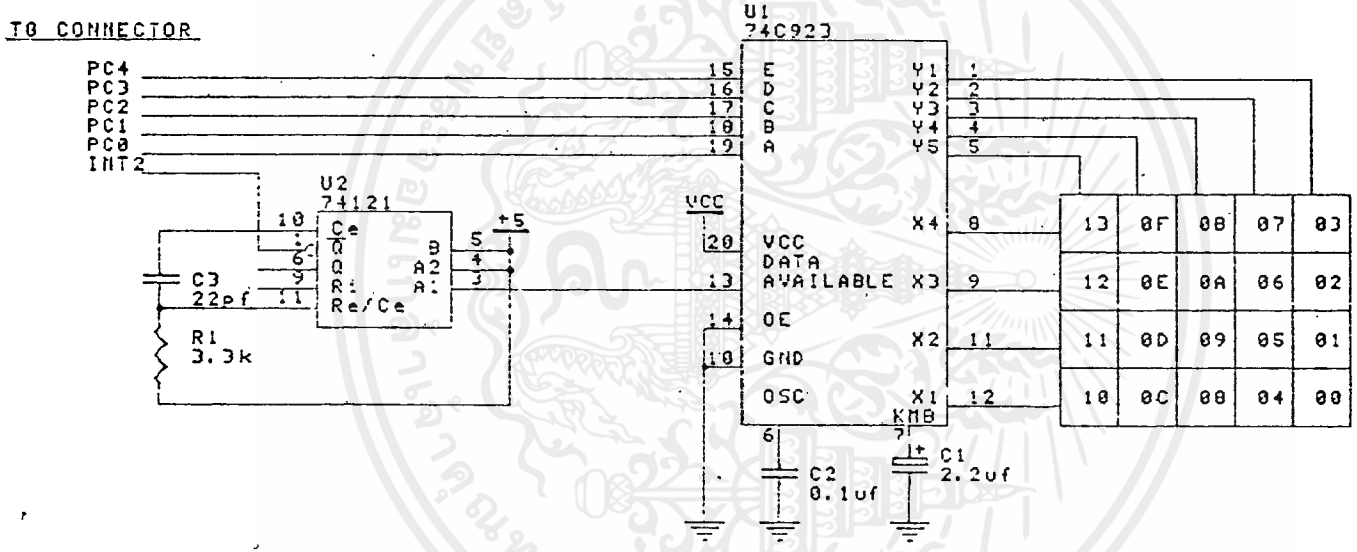

รูปที่ 3 BLOCK DIAGRAM ของ FUNCTION KEY

3.3 <u>การทำงานของวงจร</u>

- DRIVE AND SCAND LED DISPLAY

จากรูปวงจร SCAN DISPLAY ซึ่งจะใช้ PORT A ในการส่งข้อมูล เมื่อส่งให้ IC 74CS374 ทำการ LATCH ข้อมูลไว้ โดยการส่งข้อมูลครั้งหนึ่งเราจะได้ 8 BITS ดังนั้นเราจึงต้องทำการส่งข้อมูล 2 ครั้งผ่าน PORT A เพื่อให้ได้ DATA 16 BITS นำไป DRIVE TR NPN เพื่อเป็นตัวขับ LED ในทาง COLUMN ซึ่งข้อมูลที่ส่งออกมาก็จะเป็นสถานะการใช้งานของโทรศัพท์ซึ่งเก็บไว้ใน MEMORY ส่วนการ SCAN ทาง ROW จะใช้ IC 74LS154 ซึ่งเป็น IC 4T016 DECODER โดยอินพุททั้ง 4 ของ IC ต่อมาจาก OUT PUT ของ IC 74LS193 ซึ่งเป็น IC BINARY COUNTER และจะถูกควบคุมให้ทำการนับและ CLEAR โดย PORT B บิท 2 กับ 3 ส่วน OUT PUT ของ 74LS154 จะนำไป DRIVE TR PNP เพื่อเป็นตัวขับ LED ในทาง ROW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

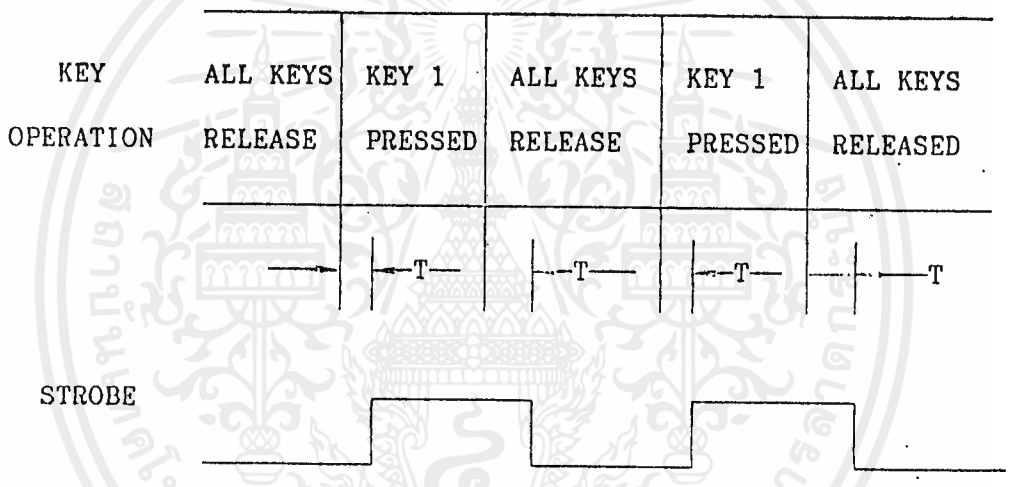



SCAN 20 KEYS ENCODER

- FUNCTION KEY AND LCD

วงจรส่วนนี้จะใช้ IC 74C923 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัว SCAN KEYBOARD ขนาด 20 คีย์ เมื่อกดคีย์จะเกิด PULSE ที่ขา DATA AVAILABLE ดังรูปที่ 1 ก. ซึ่งจะเป็นการแก้ดีเบาท์ที่เกิดจากการกดคีย์โดยค่า T จะสามารถเปลี่ยนได้โดยการเปลี่ยนค่า C ที่ขา KBM เราจะนำเอาขอบขาขึ้นของ PULSE นี้ไปทริก IC 74121 ซึ่งทำหน้าที่เป็น MONOSTABLE เมื่อให้ได้ PULSE แบบแคบๆ 1 PULSE เมื่อมีการกดคีย์โดยค่า T จาก OUT PUT ของ IC ตัวนี้สามารถคำนวณได้จากสูตร

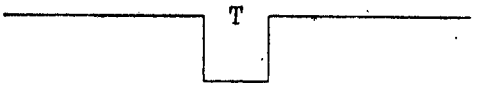
T = 1.1 * RC ดังรูปที่ 2 ข.




| PREVIOUS KEYCODE AVAILABLE | KEYCODE FOR KEY 1 AVAILABLE | KEYCODE FOR KEY 2 AVAILABLE |
|---|---|---|

รูปที่ 1 ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2. ข.

3.4 <u>การเขียน Soft ware</u>

ในส่วนของ software จะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ main program recive data ,funtion keep และจะกล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละส่วนต่อไป

- MAIN PROGRAM

โปรแกรมส่วนนี้จะทำหน้าที่ control hardware ส่วนของการสแกน display ซึ่งเป็นแบบ matrix เนื่องจากการส่งข้อมูลเราใช้ port a เพียง port เดียว ซึ่งจะได้ข้อมูลแค่ 8 บิต ดังนั้นโปรแกรมส่วนนี้จะควบคุมให้มีการ out port 2 ครั้ง จึงจะได้ data 16 bits และการ out ข้อมูลแบบละครั้ง ตราจะต้อง latch ข้อมูลข้างเอาไว้โดยโปรแกรมจะต้องควบคุมสร้าง pulse ไปเป็นสัญญาน latch ให้ IC 74LS374 แต่ละตัว เนื่องจากข้อมูล 1 bits จะแทนสถานะของเครื่องโทรศัพท์ 1 เครื่อง ดังนั้นจึงต้อง out data ทั้งหมด 32 bytes ซึ่งจะได้ครบ 256 ตำแหน่ง

- RECIVE DATA

โปรแกรมส่วนนี้จะเป็นโปรแกรมย่อยที่ตอบสนองการอินตรัพท์ที่เกิดขึ้นจาก serial port โดยจะรับข้อมูลที่ส่งมาจากชุด control matrix ข้อมูลที่รับเข้ามาจะถูแปลความหมายซึ่งเป็นข้อมูลที่บอกว่าโทรศัพท์เครื่องไหนกำลังใช้งานโปรแกรมส่วนนี้จะทำการเช็คบิต ของตำแหน่งโทรศัพท์เครื่องนั้นให้เป็น "0" OR "1" แล้วแต่ข้อมูลที่ส่งมาว่าโทรศัพท์กำลังใช้หรือเลิกใช้

- FUNTION KEY

โปรแกรมส่วนนี้ก็เป็นโปรแกรมย่อยที่ตอบสนองการอินเตอร์รัพท์จากการกดคีย์จะรับข้อมูลมาจากคีย์และทำการแปลความหมายจากข้อมูลที่รับมา จัดการเกี่ยวกับ LCD แสดงเป็น MANU ของคีย์แต่ละคีย์ และส่วนของการส่งข้อมูลให้ชุด CONTROL MATRIX SW.

ส่วนขั้นตอนของโปรแกรมแต่ละส่วนจะแสดงโดย FLOW CHART ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROTOCAL KEY FILE PROL.ASM

- การส่งและรับข้อมูลระหว่างตัวเครื่อง PABX และชุด OPERATION CONTROL จะส่งเป็น ASCII CODE แบ่งเป็น

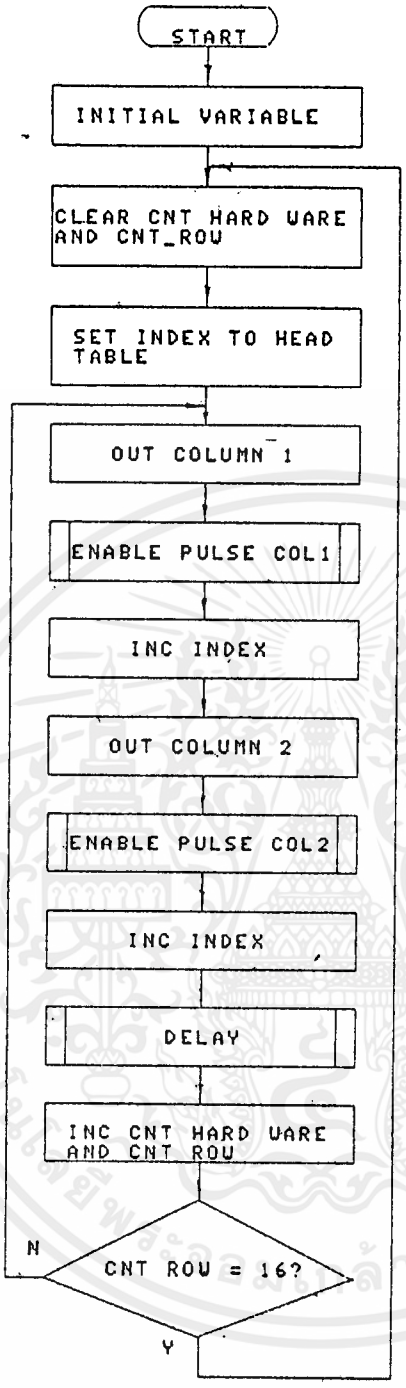
_ การส่งข้อมูลจาก OPERATION CONTROL จะใช้ทั้งหมด 7 BYTE ประกอบด้วย

ตัวที่ 1 จะเป็นเครื่องหมาย #
ตัวที่ 2 จะเป็นเครื่องหมายของหมายเลขเครื่องซึ่งเป็นเลขฐาน 16
ตัวที่ 3 จะเป็น ASCII N หรือ F ; N=NO, F=OFF
ตัวที่ 4 จะเป็น ASCII I ; I=INTERNAL
ตัวที่ 5 จะเป็น ASCII N หรือ F ;N=ON, F=OFF
ตัวที่ 6 จะเป็น ASCII E ; E=EXTERNAL
ตัวที่ 7 จะเป็น ASCII Z เป็นตัวบอกสิ้นสุดการส่งชุดข้อมูล

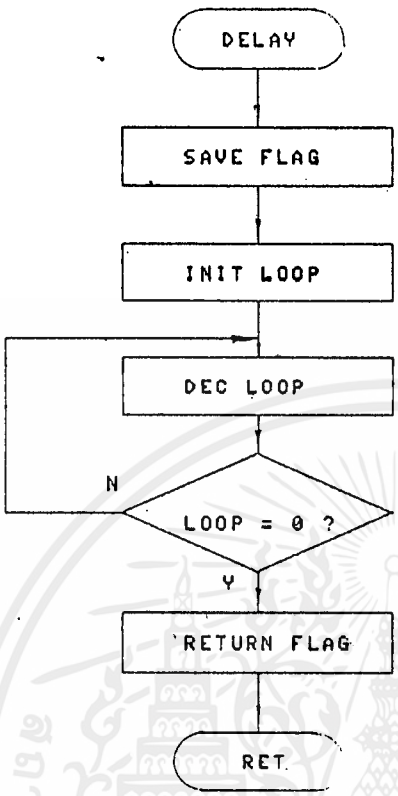
_ การส่งข้อมูลจากเครื่อง PABX มา OPERATION CONTROL ประกอบด้วย ข้อมูลซึ่งเป็น ASCII CODE 5 BYTE

ตัวที่ 1 จะเป็นเครื่องหมาย # เป็นตัวบอกว่าเริ่มต้นการส่งข้อมูล
ตัวที่ 2 จะเป็นเครื่องหมายเครื่อง เป็นเลขฐาน 16
ตัวที่ 3 จะเป็น ASCII N หรือ F ; N=ON , F=OFF
ตัวที่ 4 จะเป็น ASCII I หรือ E ; I=INTERNAL , E=EXTERNAL
ตัวที่ 5 จะเป็น ASCII Z เป็นตัวบอกว่าเป็นการสิ้นสุดการสั่งชุดคำสั่ง

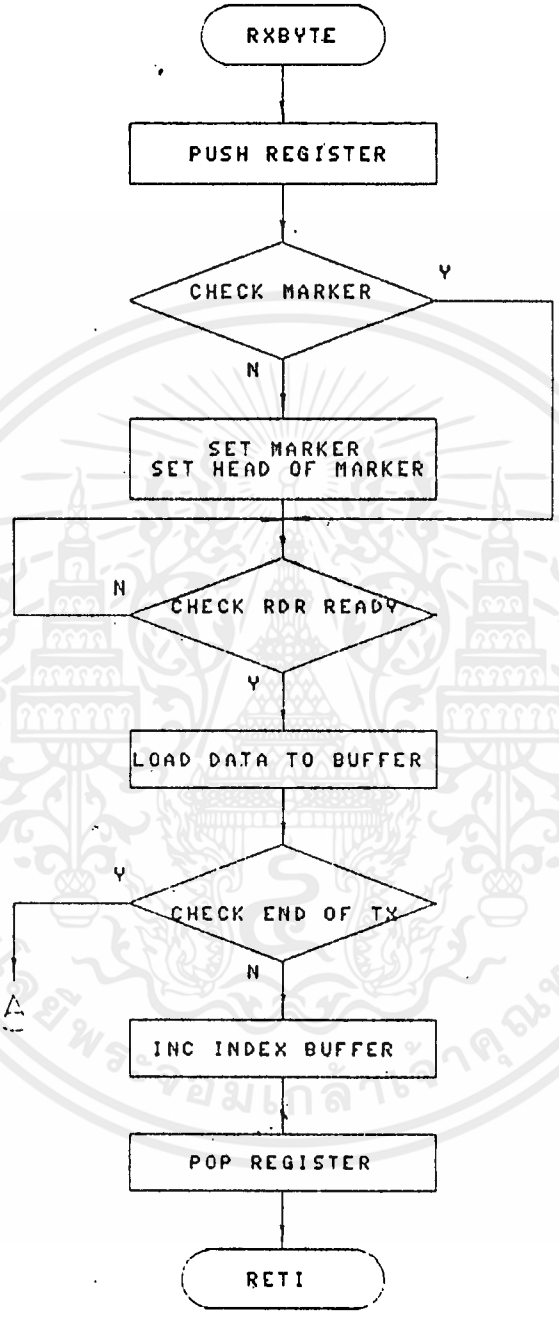
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



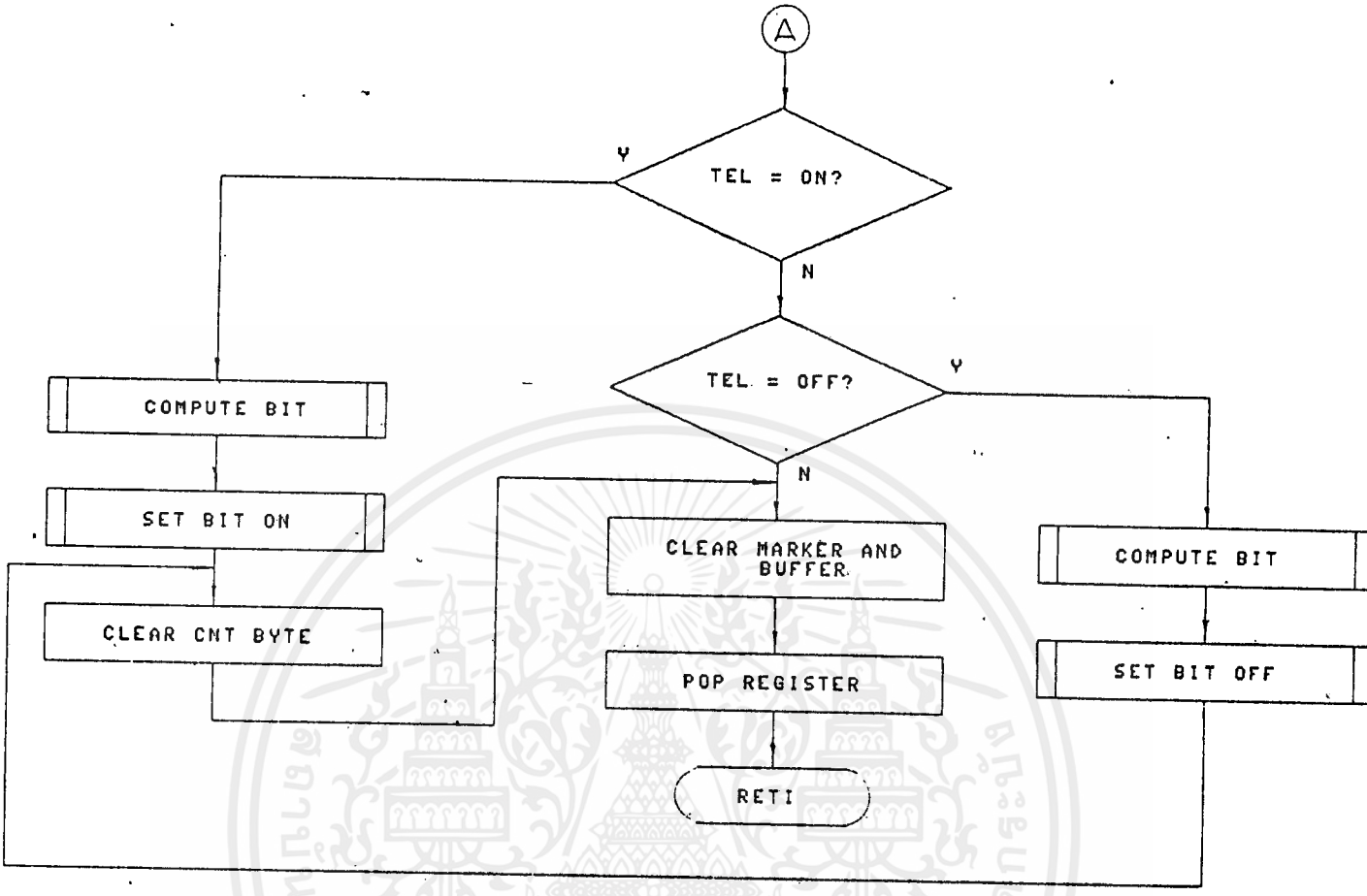

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



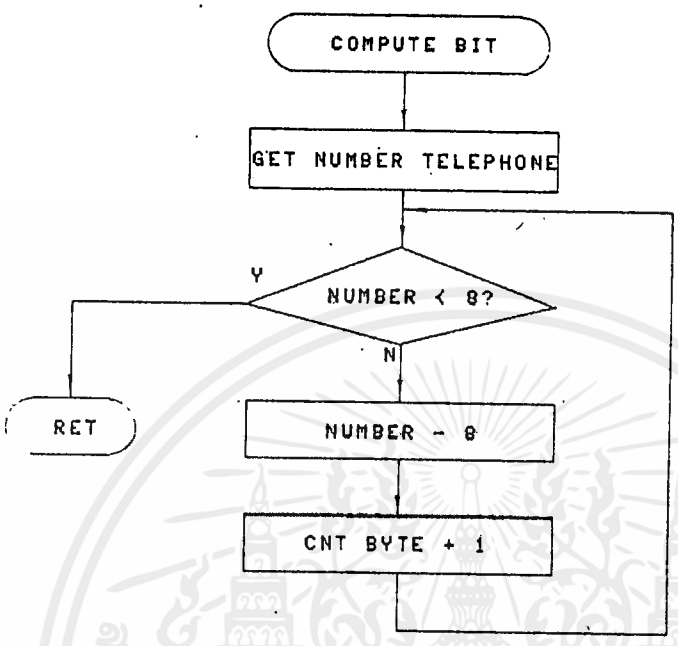

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



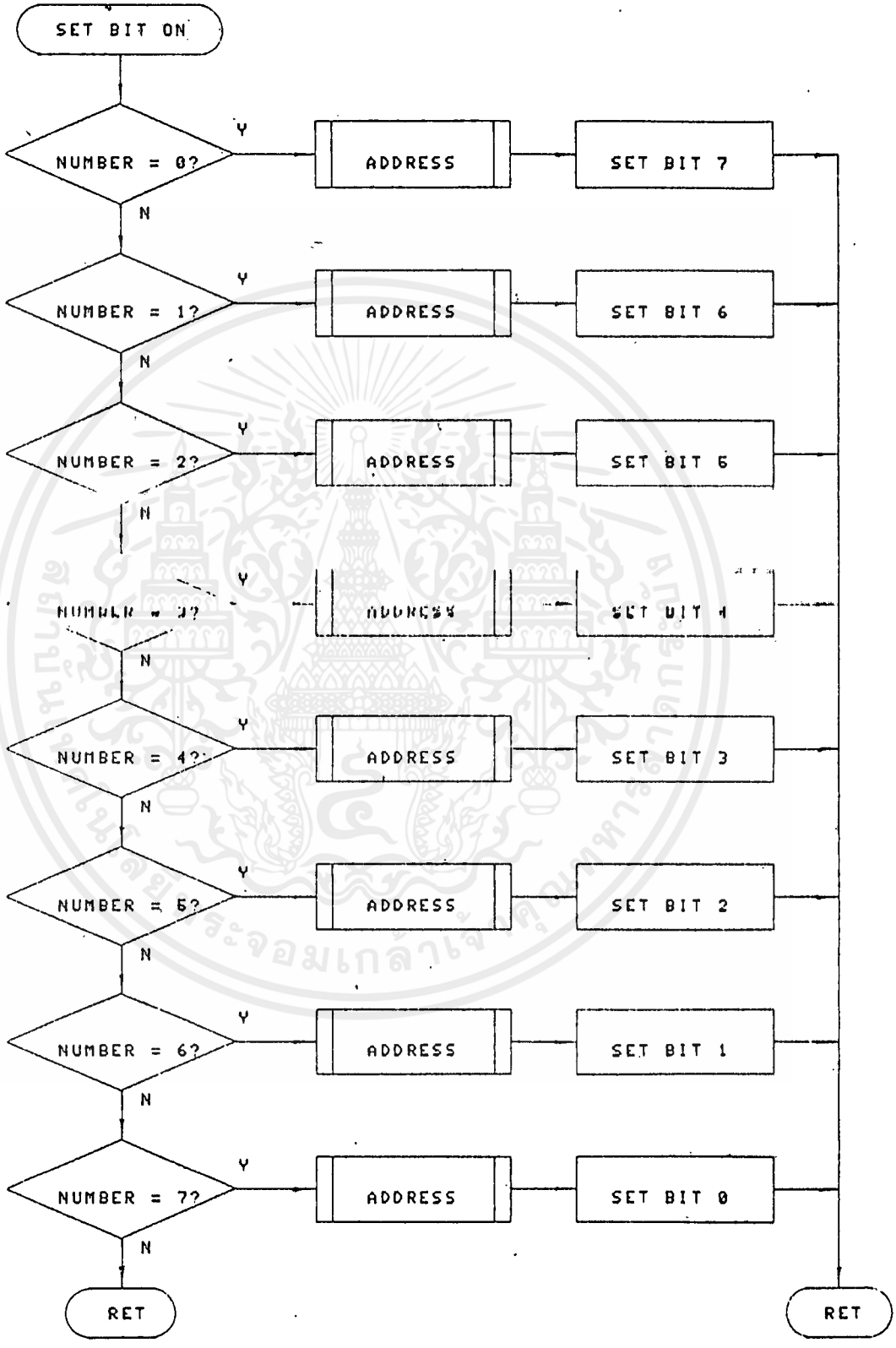

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



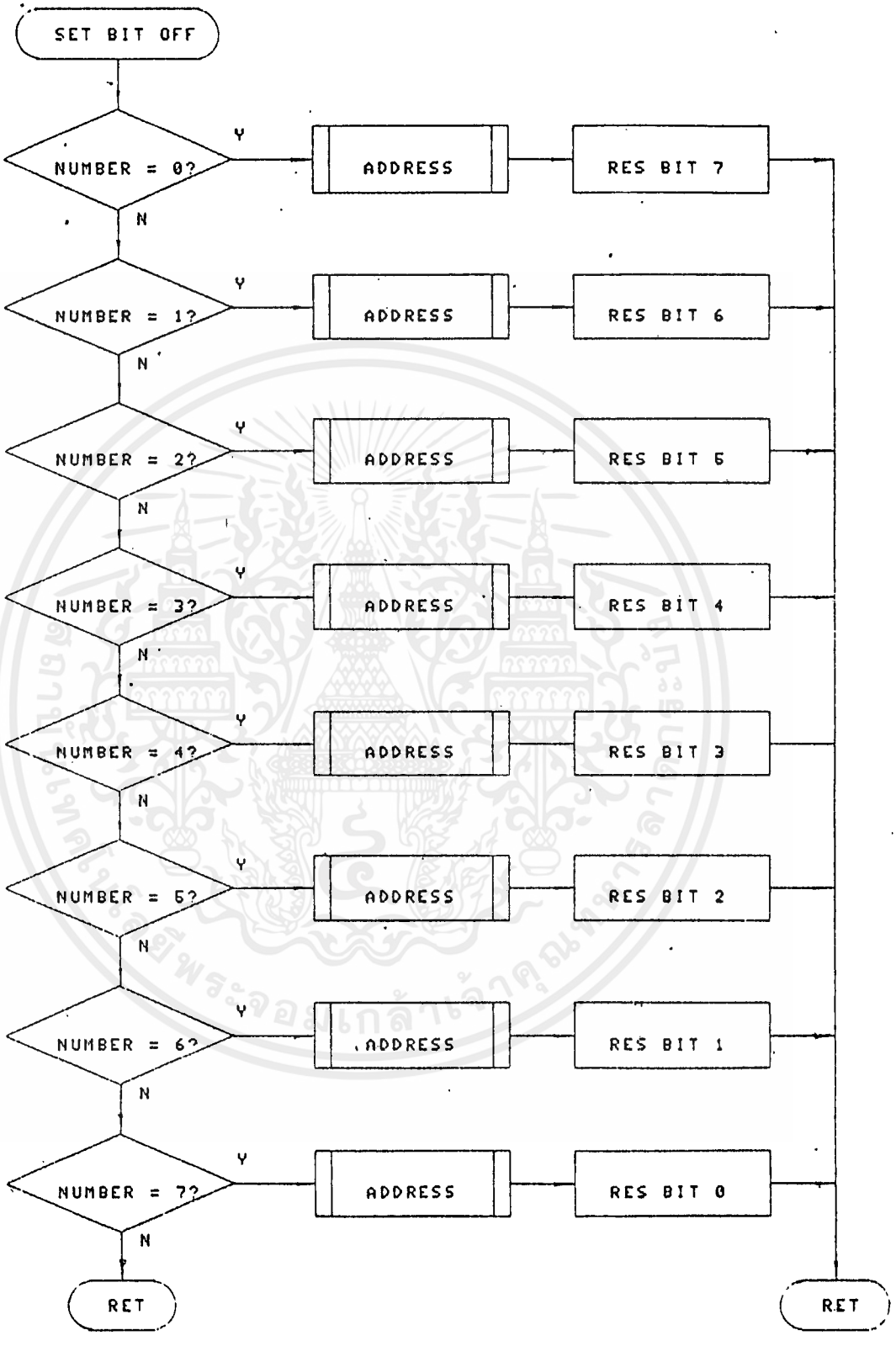

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



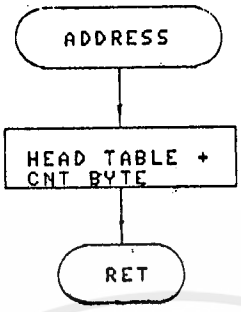

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# การออกแบบวงจรส่วน CI SPOINT

# DECODER

# SWITCH AND MULTIPLEXER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การออกแบบวงจรส่วน cross point switch.

การออกแบบในส่วนนี้จะใช้ matrix switch ขนาด 16*20 ซึ่งจะมี 4 คู่สายภายนอกและ 12 คู่สายภายใน ซึ่งจะใช้ microprocessor Z80180 เป็นตัวประมวลผลและ control input output ของระบบ

ส่วนการควบคุมจะใช้ port number 80H - 89H ซึ่งใช้ IC TTL เบอร์74LS154 เป็นตัว decode

port number 80H จะทำหน้าที่ตรวจสอบ hook status ของเครื่องโทรศัพท์เครื่องที่ 1-8 (D0-D7)

port number 81H จะทำหน้าที่ตรวจสอบ hook status number 9-12 (D0-D3)และตรวจสอบ ring king จากคู่สายภายนอก 4 เครื่อง(D4-D7)

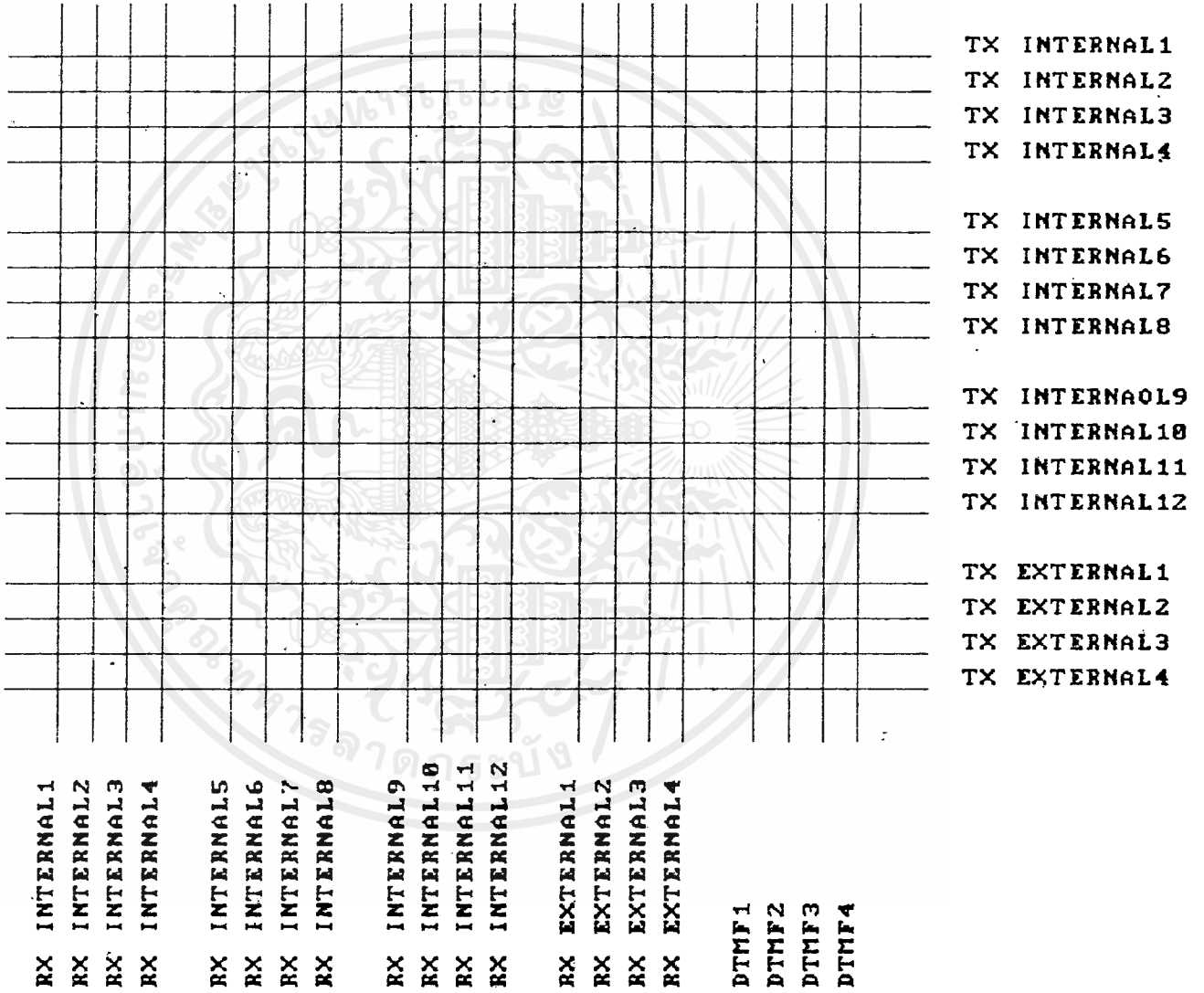
port number 82H จะตรวจสอบ status DTMF และ indata จาก DTMF (D0-D3)

port number 85H จะทำหน้าที่ ennable ให้ data จาก DTMF เข้าประมวลผลใน CPU ซึ่งใช้ร่วมกับ port number 82H

port number 86H จะทำหน้าที่ควบคุมสัญญาน tone ต่างๆ ซึ่งจะมี ring back busy และ dial tone (D0-D3) จะต่อไปยัง address ของ ICMC14067 (D4-D6)จะต่อไปยัง add ของ ICMC14051 และ BIT D7 จะต่อที่ IN H ของ IC ทั้ง 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# FIG. CROSS POINT SWITCH CIRCUIT



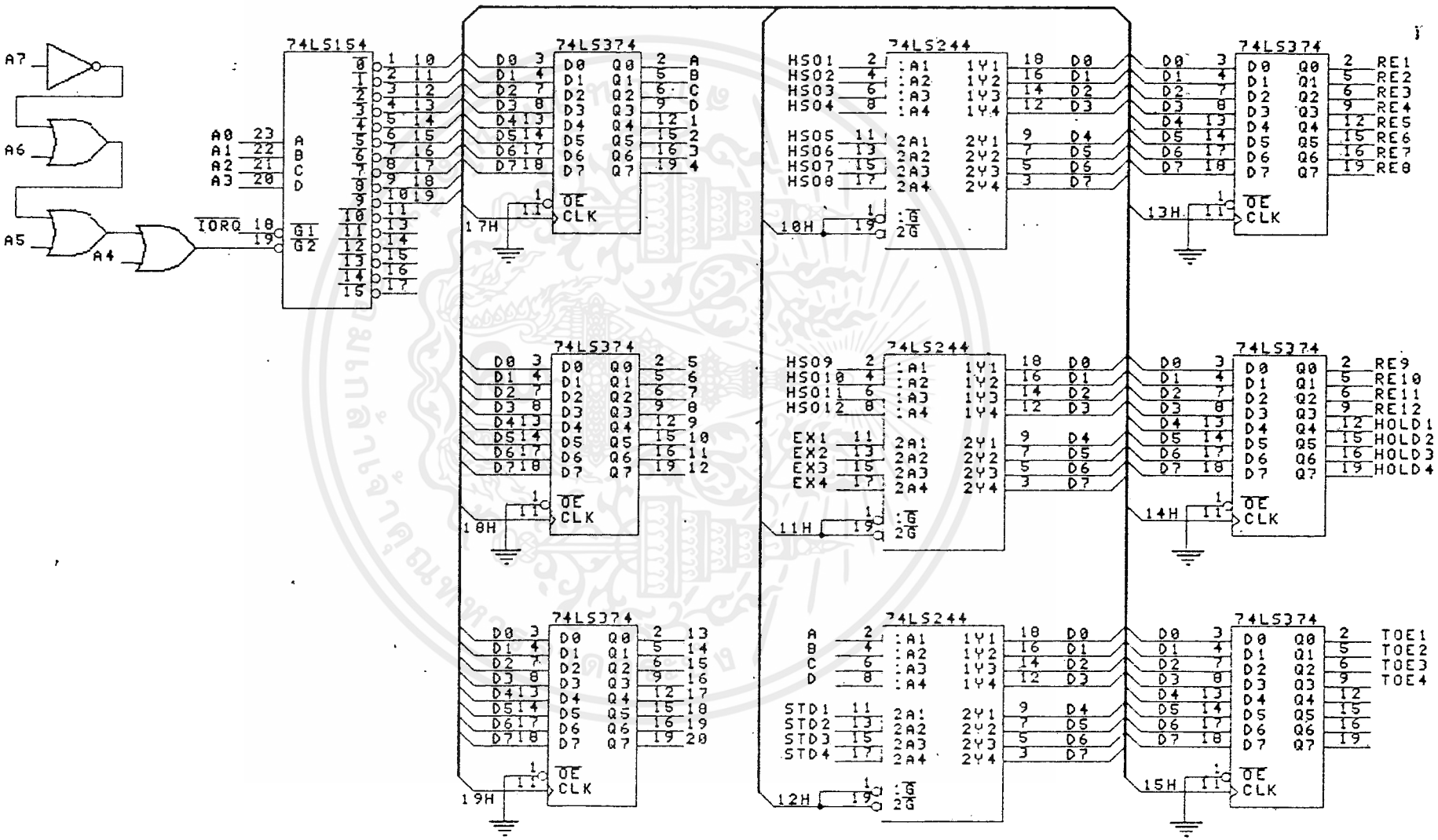



FIG. PORT CONTROL CIRCUIT

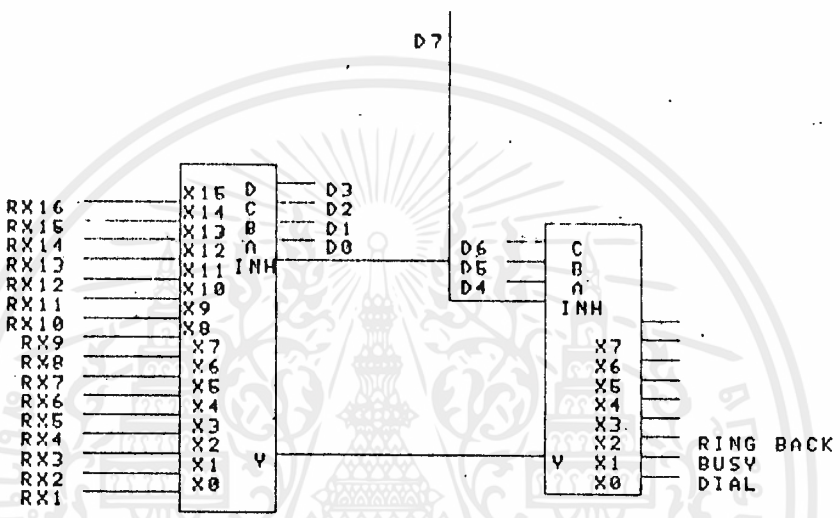



FIG. TONE CIRCUIT MULTIPLEX SWITCH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

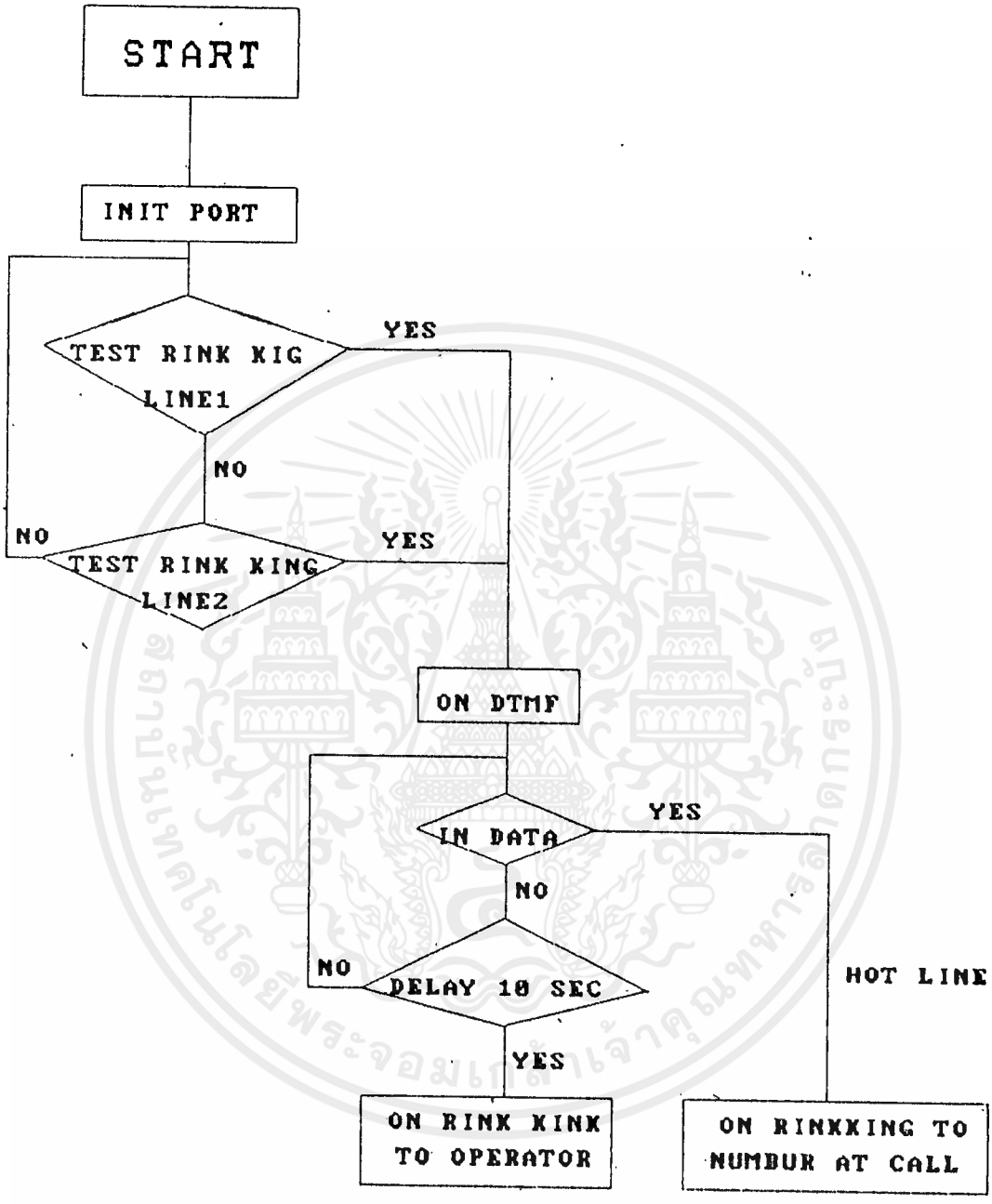
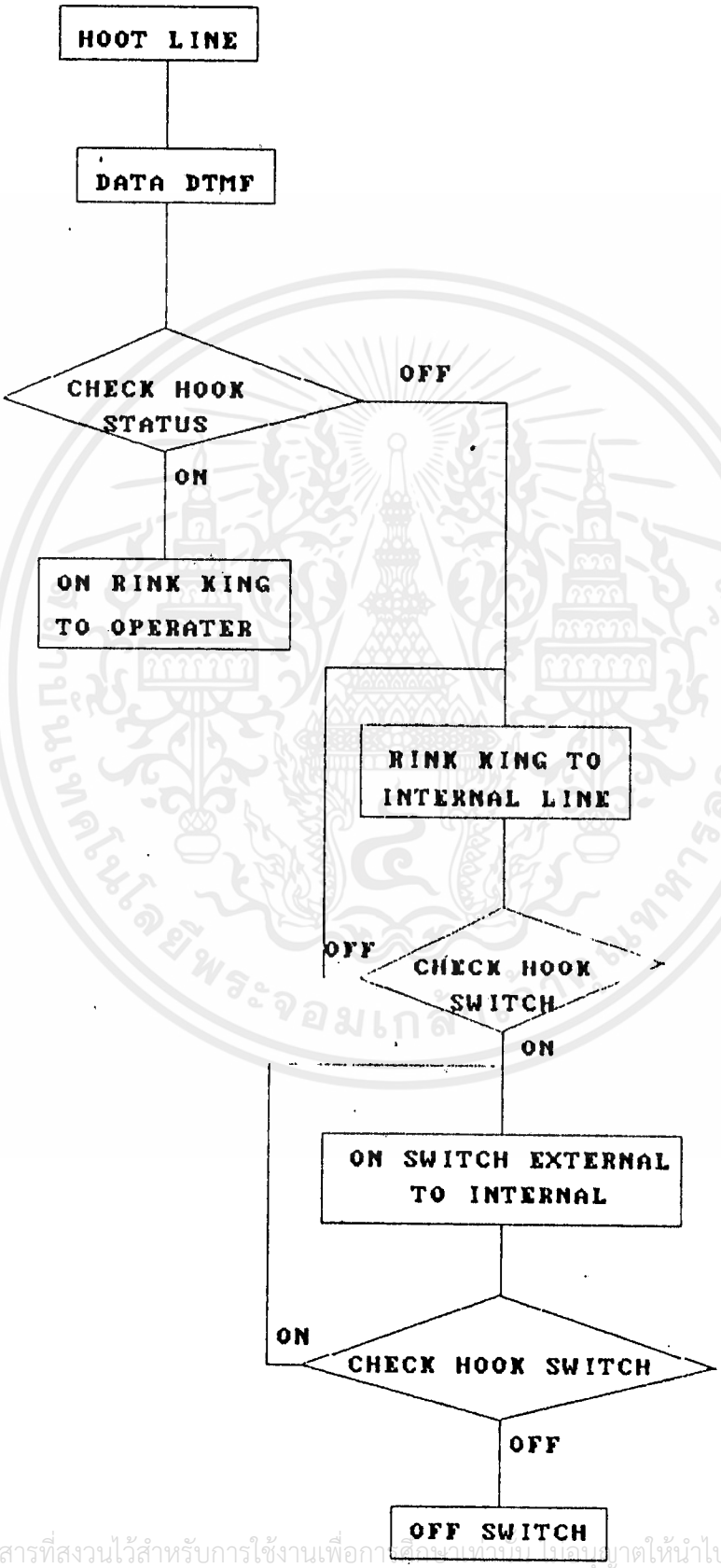


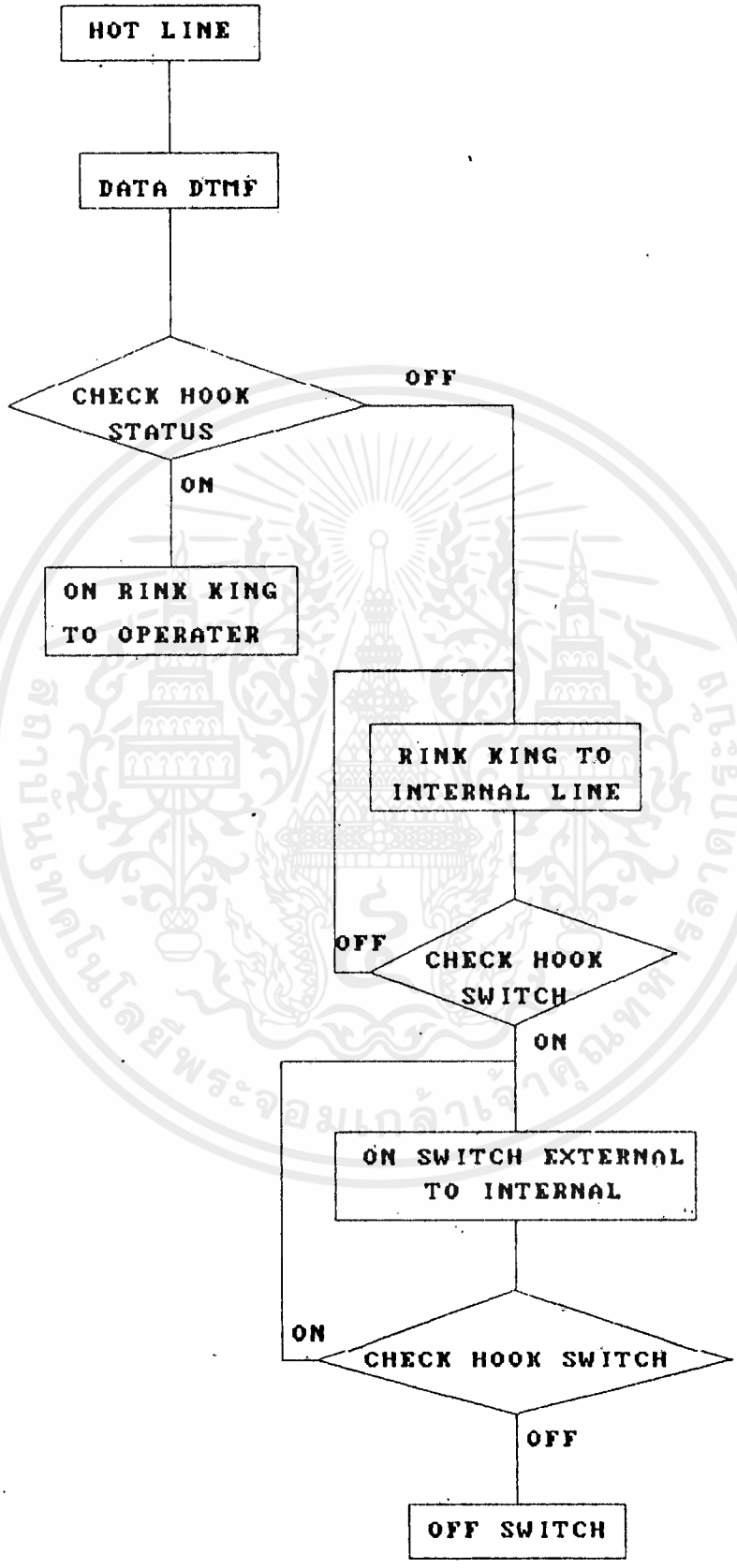

FIG. FLOWCHAT การทำงานของ SORFWARE ส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIG. FLOWCHAT แสดงการทำงานของ SORF WARE ส่วนที่2




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

## ทฤษฎีและหลักการ

### คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF. reciver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (guard time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

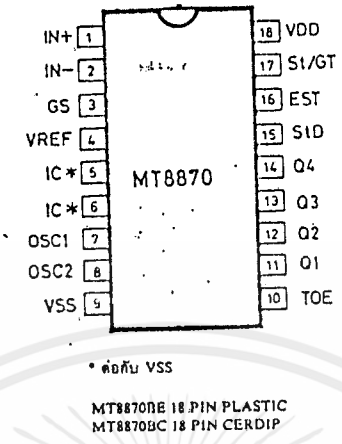
### การนำ MT 8870 ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้งานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อยหรือ PABX
- ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางด้านโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

### โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี $iso^2$-cmos ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของการนับทางดิจิตอล เพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความ-ถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออป-แอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาต์พุตเป็นวงจรแลตช์-3 สถานะ รูปที่ 2.1 แสดงขาของ MT8870 และรูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะภายนอกของ MT 8870

| $F_{LOW}$ | $F_{HIGH}$ | NO | TOE | $Q_4$ | $Q_3$ | $Q_2$ | $Q_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 697 | 1209 | 1 | H | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 697 | 1336 | 2 | H | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 697 | 1477 | 3 | H | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 770 | 1209 | 4 | H | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 770 | 1336 | 5 | H | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 770 | 1477 | 6 | H | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 852 | 1209 | 7 | H | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 852 | 1336 | 8 | H | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 852 | 1477 | 9 | H | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 941 | 1336 | 0 | H | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 941 | 1209 | * | H | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 941 | 1477 | # | H | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 697 | 1633 | A | H | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 770 | 1633 | B | H | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 852 | 1633 | C | H | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 941 | 1633 | D | H | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - | - | ANY | L | Z | Z | Z | Z |

รูปที่ 2.2 แสดงรหัสซึ่งถอดได้ในแต่ละความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชั่นการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน

1. ภาคกรองความถี่ (filter section)
2. ภาคถอดรหัส (decoder section)
3. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)
4. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)

ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่คือช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตช์คาปาซิเตอร์ ( six-order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตราฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (early steering) ก็จะแอคทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดงในรูปที่ 2.2

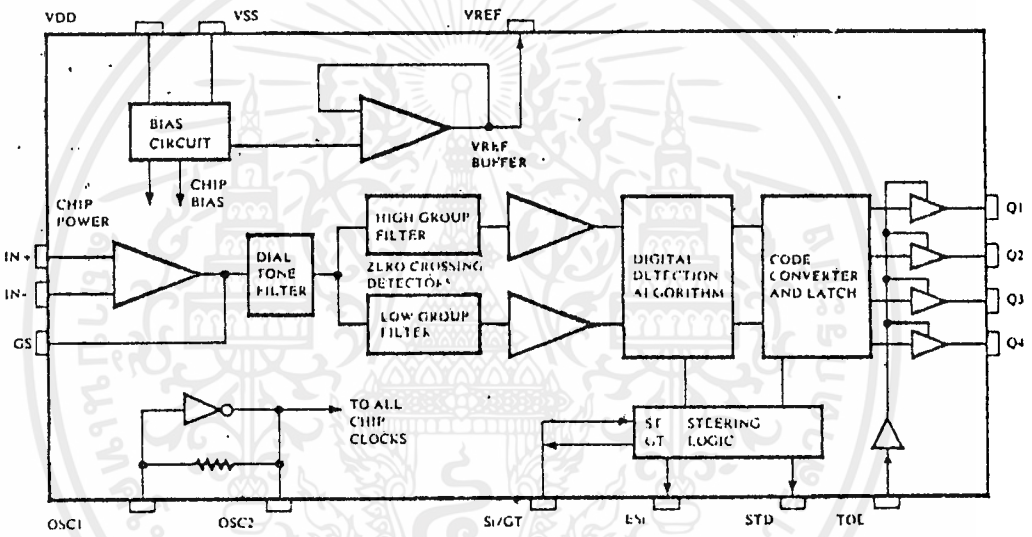
ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนด หรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลาเวลายาวเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อมาภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็น "high" นาน ใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 2.4 เมื่อขา EST เป็น "high" ทำให้ $v_c$ สูงขึ้นตัวเก็บประจุ C จะคายประจุ ทำให้แรงดัน $v_c$ สูงขึ้นจนถึงค่า

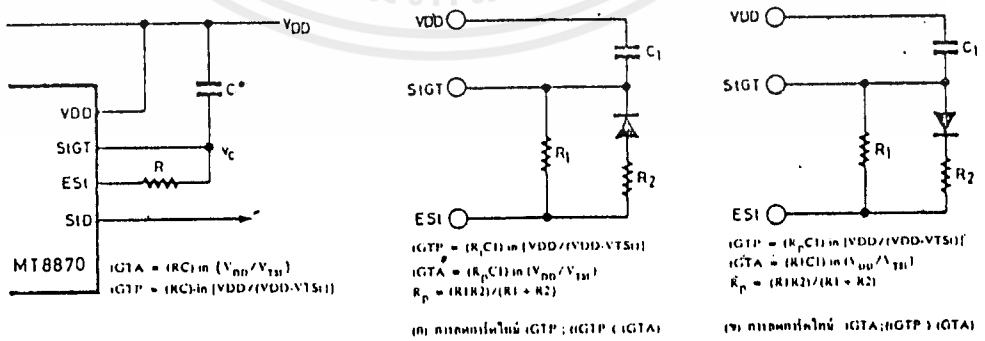
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัส จึงถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต รายละเอียดการทำงานขอให้ดูจากแผนภูมิเวลา หรือ ไทมิ่งไดอะแกรม (timing diagram) ในรูป-ที่ 2.7 จะเข้าใจได้ง่ายกว่า

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (gard time) นั้น หมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับ หรือ มากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้น ถูกต้องหรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์-นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่า หรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดู ได้จากรูปที่ 2.4

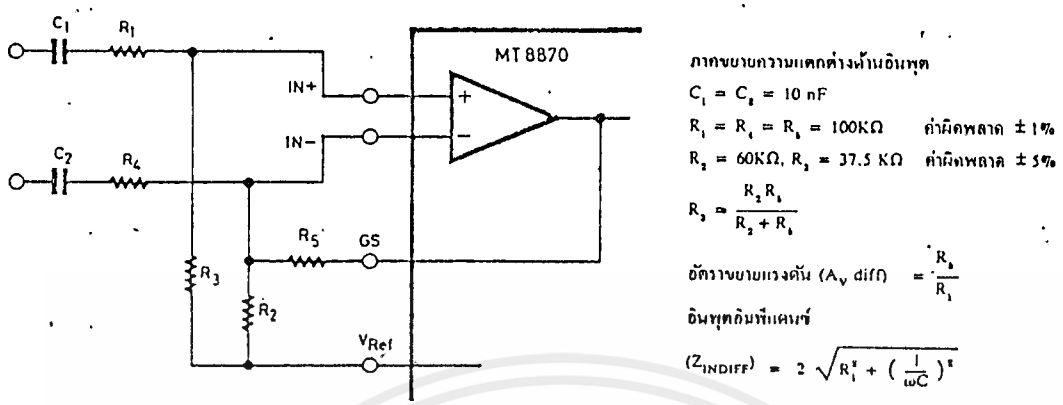



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างภายใน MT8870




รูปที่ 2.4 แสดงการต่อ และสูตรหาค่าเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.5 แสดงการต่อภาคอินพุต และสูตรในการคำนวน

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

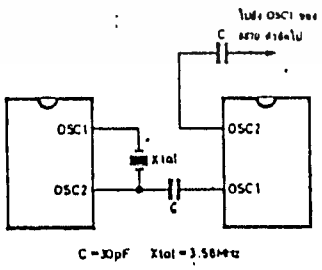
วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปในรูปที่ 2.5 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุตซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

อัตราขยาย ( $A_V$ diff ) = R5/R1

อินพุตอิมพีแดนซ์ ( Zindiff ) = 2 ≅ $R1^2$ + ( 1/wc )$^2$

ภาคกำหนดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่อยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 $MH_Z$ ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในรูปที่ 2.6




รูปที่ 2.6 แสดงการต่อ X'TAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายขั้นตอนการทำงาน

A - ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาต์พุตไม่เปลี่ยน

B - ความถี่ #n ถูกตรวจพบ มีคาบเวลาที่ถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้ที่เอาต์พุต

C - จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้องเอาต์พุตยังแลตช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D - เอาต์พุตเปลี่ยนไปเป็นไฮอิมพีแดนซ์

E - ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบ คาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้

F - ความถี่ #n+1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลตช์อยู่

G - จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

อธิบายคำศัพท์

$V_{in}$ - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา

EST - Early Steering output ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง

St/Gt - Steering input / Guard Time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก

Q1-Q4 - เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต

STD - Delayed Steering output ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไปมีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

TOE - Tone Output Enable (input) ใช้ควบคุม Q1-Q4 ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ

$t_{REC}$ - คาบเวลานานที่สุดที่ตรวจสอบพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง

$t_{REC}$ - คาบเวลาสั้นที่สุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณที่ถูกต้อง

$t_{ID}$ - เวลาสั้นที่สุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ

$t_{DD}$ - เวลานานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

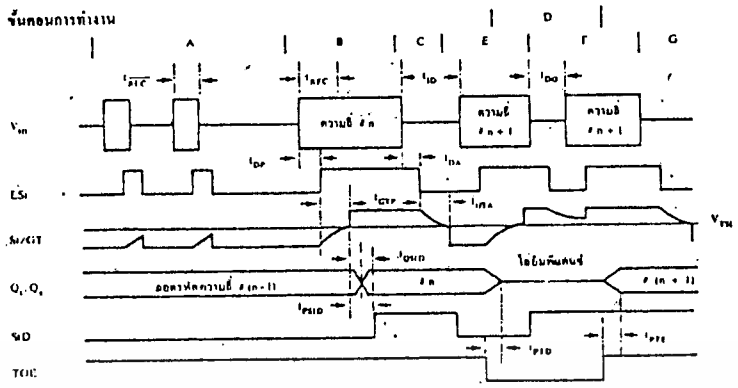
$t_{DP}$ - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

$t_{DA}$ - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

$t_{GTP}$ - การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF

tGTA - การ์ไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

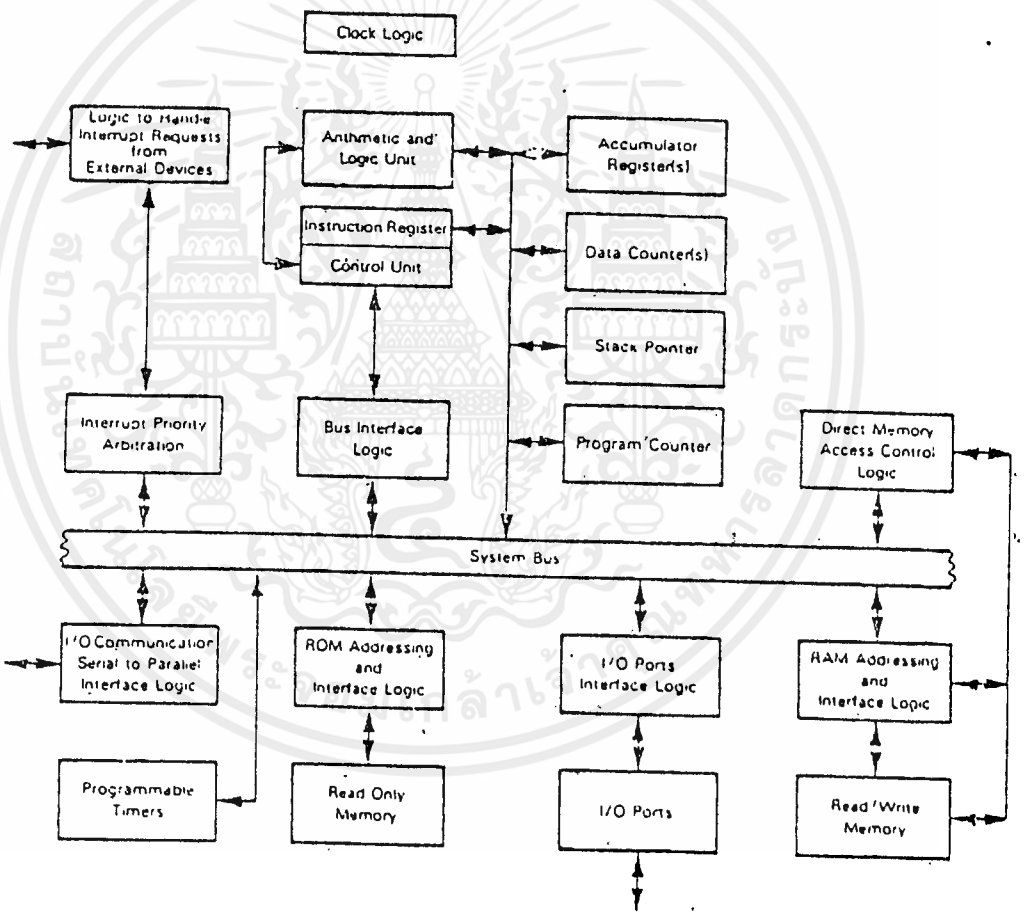



รูปที่ 2.7 แสดงรูปสัญญาณตามขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ( MICROPROCESSOR SYSTEM )

การออกแบบระบบไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อ จะนำมาควบคุมการทำงานของส่วนการถอดระหัสสัญญาณ DTMF นั้น ในโครงงานนี้ใช้ Z-80 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง ( CPU ) เพื่อทำหน้าที่คำนวนทางคณิตศาสตร์ ลอจิก รับส่งข้อมูลและติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยมีรายละเอียดโครงสร้างของ Z-80 CPU ดังนี้




รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ Z-80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาการใช้งาน

A0-A15(ADDRESS BUS) : เป็นขาสัญญาณเอาท์พุทแบบ TRI-STATEKK ใช้บ่งบอกตำแหน่งหน่วยความจำได้ถึง 65536 ตำแหน่ง A0-A7 จะแสดงตำแหน่งของพอร์ทที่ Z80 ต้องการติดต่อด้วย

D0-D7 (DATA BUS) : เป็นขาสัญญาณเอาท์พุทแบบ TRI-STATE แบบสองทิศทางซึ่งเป็นทางผ่านของข้อมูล ระหว่าง Z80 กับหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุท

M1 (MACHINE CYCLE ONE) เป็นขาเอาท์พุทที่ลอจิก "0" ขา M1 นี้จะแอคทีฟที่ Z80 ทำการเฟทช์ออพโคดของคำสั่ง ในกรณีที่คำสั่งจะเฟทช์เข้ามานั้นมีขนาด 2 ไบต์ M1 จะแอคทีฟในทุก ๆ ไซเคิลการเฟทช์แต่ละไบท์

MREQ (MEMORY REQUEST) เป็นสายเอาท์พุทแบบ TRI-STATE จะแอคทีฟที่ลอจิก "0" เพื่อเป็นการบ่งบอกว่า Z80 กำลังทำการติดต่อกับหน่วยความจำ

IORQ (INPUT/OUTPUT REQUEST) เป็นสายเอาท์พุทแบบ TRI-STATE จะแอคทีฟที่ลอจิก "0" เพื่อเป็นการบ่งบอกว่า Z80 กำลังทำการติดต่อกับอุปกรณ์ I/O และเมื่อ IORQ และ M1 แอคทีฟทั้งคู่จะเป็นการบ่งบอกกสนตอบรับการอินเทอร์รัพท์ (INTERRUPT ACKNOWLEDGE)

RD (MEMORY READ) เป็นขาเอาท์พุท TRI-STATE จะแอคทีฟที่ลอจิก "0" เมื่อ Z80 ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ I/O และ Z80 จะรับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไปเมื่อสัญญาณนี้เปลี่ยนระดับลอจิกจาก "0" เป็น "1"

WR (MEMORY WRITE) เป็นขาเอาท์พุทแบบ TRI-STATE จะแอคทีฟที่ลอจิก "0" เมื่อ Z80 ต้องการส่งข้อมูลออกไปให้หน่วยความจำหรืออุปกรณ์ I/O

HALT (HALT STATE) เป็นขาเอาท์พุทจะแคทีฟที่ลอจิก "0" เมื่อ Z80 อยู่ในสภาวะของการ HALT คือ CPU จะทำคำสั่ง NOP เพื่อให้เกิดการรีเฟรชได้ และ Z80 จะหลุดพ้นจากสภาวะ HALT เมื่อได้รับการรีเซ็ทหรืออินเทอร์รัพท์

WAIT เป็นขาอินพุทที่แอคทีฟที่ลอจิก "0" และจะมีการตรวจสอบสัญญาณนี้ที่ขอบขาลงของคล็อกลูกที่ 2 ของทุก ๆ MACHINE CYCLE เมื่อมีการตรวจสอบพบว่าขาอินพุทนี้แอคทีฟจะมีการแทรก WAIT STATE ให้กับแต่ละ MACHINE CYCLE เพื่อเป็นการรอให้อุปกรณ์ภายนอกให้ทันกับการทำงานของ Z80 และ Z80 จะแทรก WAIT STATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนกว่าจะมีการตรวจสอบพบว่าขา WAIT จะมีลอจิกเป็น 1

INT (INTERRUPT REQUEST) เป็นขาอินพุทที่แอคทีฟที่ลอจิก "0"ZBO จะตรวจสอบระดับสัญญาณที่ขานี้ทุก ๆ การสิ้นสุดของ INSTRICTION CYCLE (LAST STATE)

NMI (NON MASKABLE INTERRUPT) เป็นขาอินพุทที่แอคทีฟที่ลอจิก "0" สัญญาณNON MASKABLE INTERRUPT เป็นสัญญาณที่มีระดับความสำคัญในการของ INTERRUPT สูงกว่าสัญญาณ INTERRUPT REQUEST Z80 จะตอบรับการ INTERRUPT โดยที่เราไม่สามารถ DISABLE ได้ด้วย SOFTWARE

RESET เป็นขาอินพุทที่แอคทีฟที่ลอจิก "0" สัญญาณนี้จะทำการ INITIALIZE CPU โดยการทำรีเซ็ท INTERRUPT FLIP-FLOP และเซ็ทค่าในโปรแกรมเคาน์เตอร์ (PROGRAM COUNTER) ให้เป็น 0000H และในสภาวะการรีเซ็ทนี้ บัสแอดเดรสและบัสข้อมูลจะอยู่ในสภาวะ HIGH IMPEDENCE และสัญญาณและควบคุมต่าง ๆ จะอยู่ในสภาวะ INACTIVE

BUSRQ (BUS REQUEST) เป็นขาอินพุทที่แอคทีฟที่ลอจิก "0" สัญญาณ BUS REAUEST เป็นสัญญาณที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าสัญญาณ NON MASKABLE INTERRUPT และมีการตรวจสัญญาณนี้ทุก ๆ การสิ้นสุดของ MACHINE CYCLE อุปกรณ์ภายนอกจะให้สัญญาณนี้แก่ Z80 เมื่อต้องการใช้บัสข้อมูลและบัสแอดเดรสโดยเปรียบเสมือนว่าเป็นการถอด Z80 ออกจากระบบบัส

BUSAK (BUS ACKNOWLEDGE) เป็นขาอินพุทที่แอคทีฟที่ลอจิก "0" ขานี้จะแอคทีฟเมื่อ Z80 ตอบสนองการต่อสัญญาณ BUS REQUEST และจะทำให้บัสข้อมูล บัสควบคุมและบัสแอดเดรสมีสภาวะเป็น HIGH IMPEDANCE ซึ่งทำให้อุปกรณ์ภายนอกเหล่านี้ได้โดยไม่มีผลต่อ CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6

## การออกแบบและการสร้าง

ระบบการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่ทำขึ้นมานี้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ซึ่งแสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 3.1

3.1 วงจร DECODE สัญญาณเลือก พอร์ท

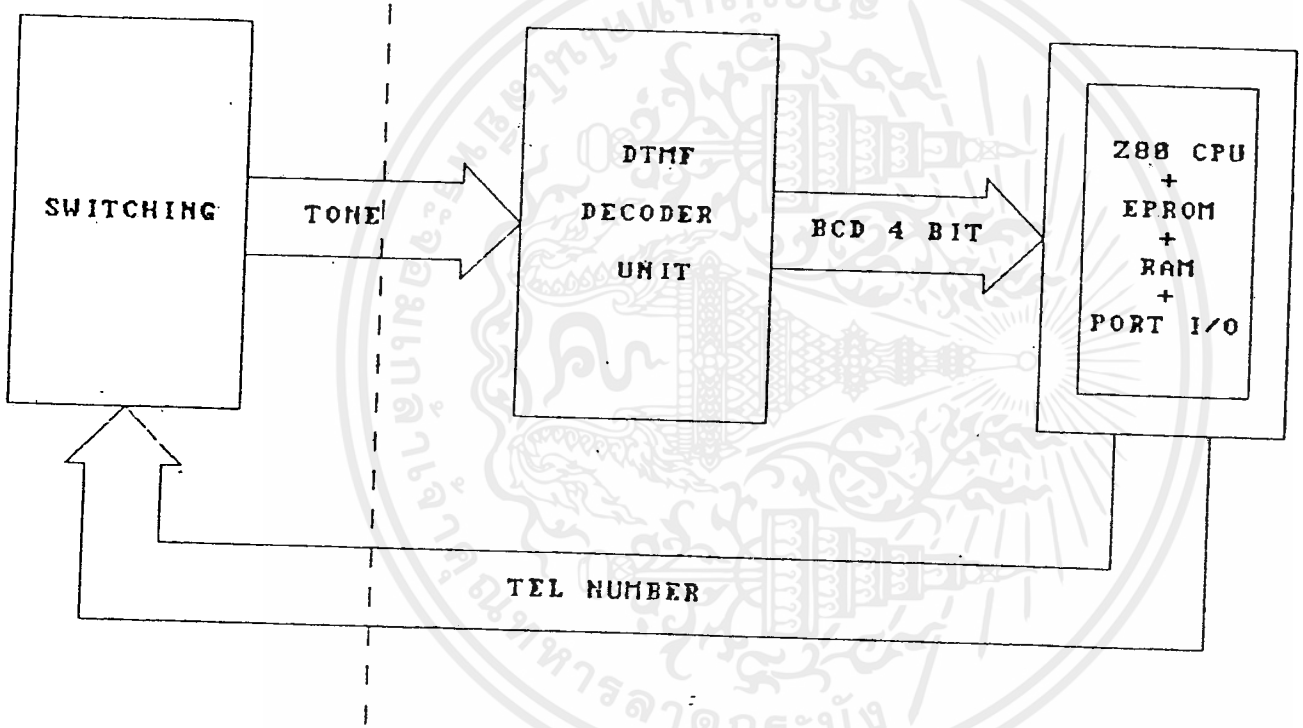
เนื่องจากการที่เรานำเอา IC MT8870 จำนวนหลายตัวมาต่อกับระบบไมโครนั้น ก็เปรียบเสมือนกับเป็นพอร์ท อินพุท ของระบบด้วยเหมือนกัน ดังนั้นจึงต้องมีการให้สัญญาณ PORT SELECT กับตัว IC ด้วย โดยได้จาก IC 74LS138 ดังแสดงได้ดังรูป

3.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่ที่เกิดจากการกดหมายเลขโทรศัพท์ให้ออกมาเป็นเลขฐาน 2 จำนวน 4 บิต ซึ่งส่วนนี้ใช้ IC MT8870 ดังที่กล่าวมาในตอนต้น มาทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ โดยสัญญาณ DTMF จะเข้ามาทางขา Ring ของเครื่องโทรศัพ์ มาเข้าตัว IC นี้ จากนั้น IC จะทำการถอดรหัสออกมาเป็นเลขฐาน 2 ทางขา Q4,Q3,Q2,Q1 และในตอนที่เรากดปุ่มเครื่องโทรศัพท์จะทำให้ขา STD ของ IC MT8870 มีสัญญาณระดับหนึ่งออกมา เพื่อบอกให้เราทราบว่ามีการกดปุ่มของเครื่องโทรศัพท์ จากการทดลองและออกแบบเราได้นำเอาขา STD นี้มาทำการผ่าน อินเวอร์เตอร์ แล้วนำไปเข้าขา INTERRUPT ของ IC Z80 CPU เหตุที่ใช้การ interrupt เนื่องจากจำนวนของ IC MT8870 ในการทำงานมีจำนวนหลายตัว จะเป็นการทำให้ CPU ไม่ต้องเสียเวลาในการคอยตรวจสอบอุปกรณ์ จะมีการตรวจสอบก็ต่อเมื่อ CPU ถูก INTERRUPT จาก ขา STD ของ DTMF และขานี้ยังนำไปใช้ในการเป็นสัญญาณ ให้กับอินพุทพอร์ท เพื่อตรวจสอบว่า INTERRUPTมาจาก IC DTMF ตัวใด จะได้รับข้อมูลจาก IC ตัวนั้นเข้ามายังระ-บบ

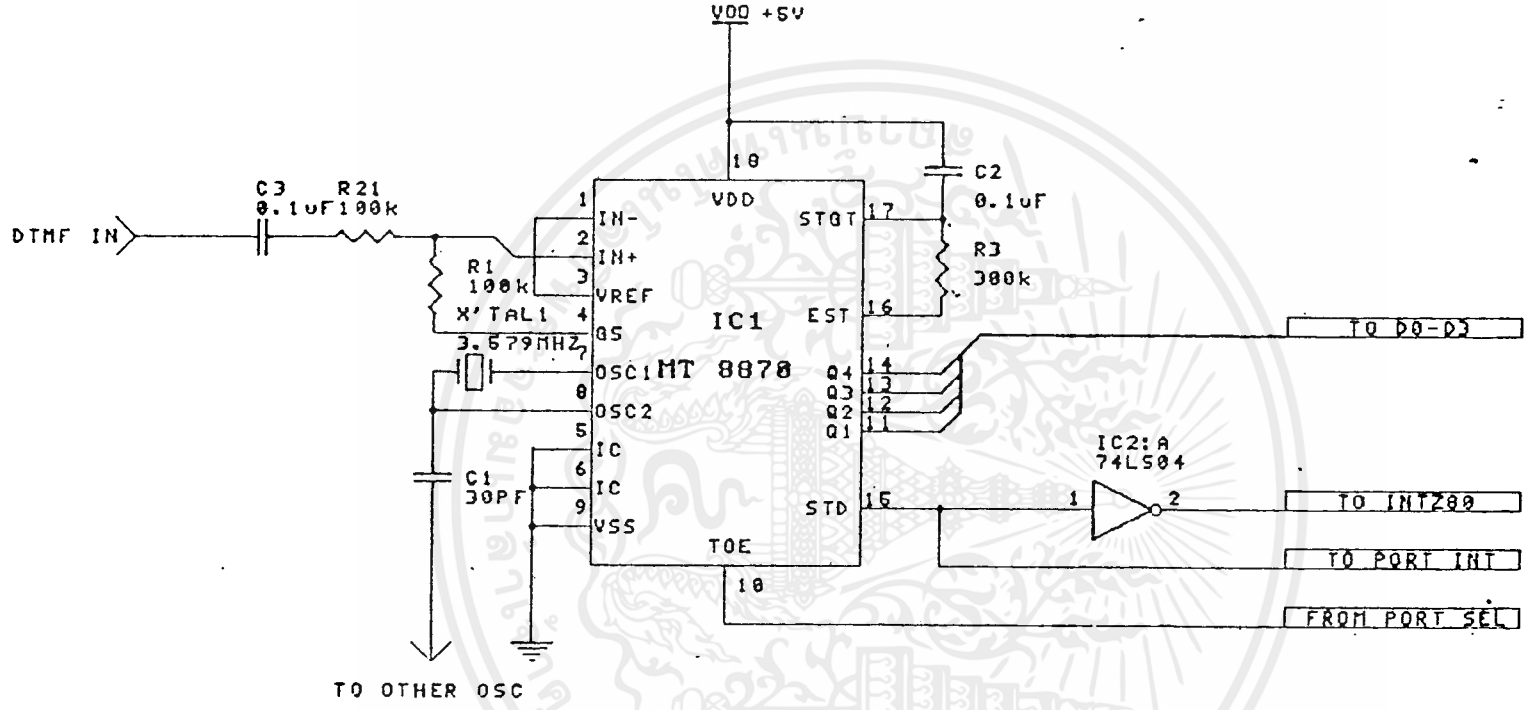
การนำข้อมูลจาก MT8870 เข้าไปที่บัสข้อมูลในตอนแรกเราใช้ พอร์ทอินพุทมาช่วยเป็นตัวเชื่อมกับระบบ แต่เนื่องจากเมื่อระบบใหญ่ขึ้นจะทำให้สิ้นเปลือง จึงได้มีการแก้ไขวงจรโดยเชื่อมต่อระหว่าง IC DTMF กับระบบโดยตรง โดยควบคุมจากสัญญาณ PORT SELECT เข้าที่ขา TOE (Tone Output Enable) ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



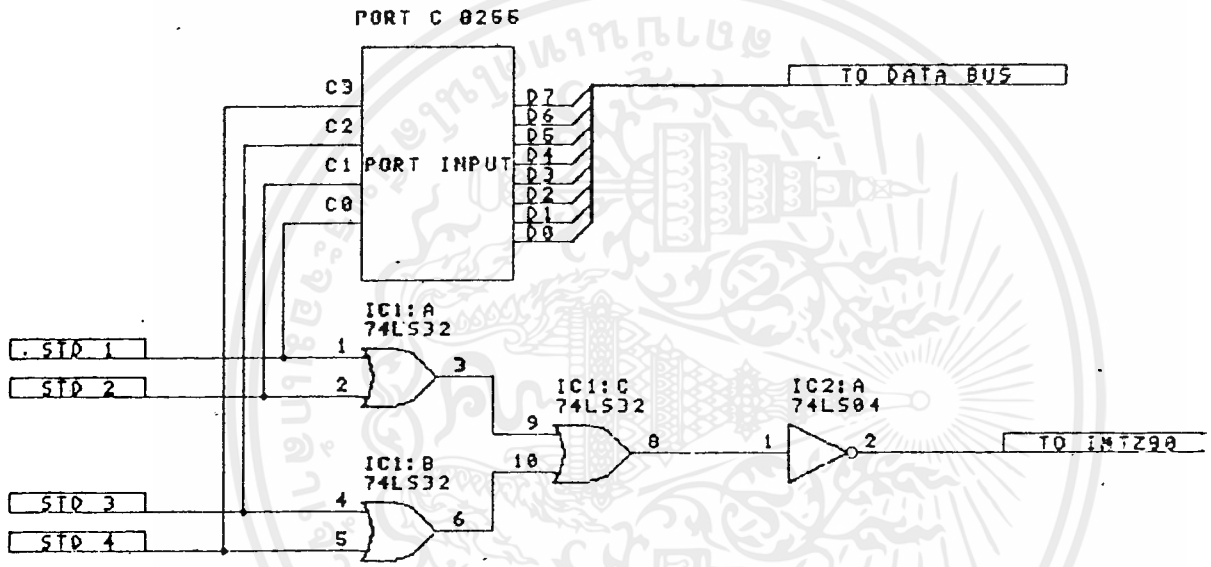

| | | |
|---|---|---|
| Title: BLOCK DIAGRAM | | |
| Size: A | Number: | Revision: |
| Date: 23-OCT 1992 | | Sheet of |
| File: BLD/44 | | Drawn By: |

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

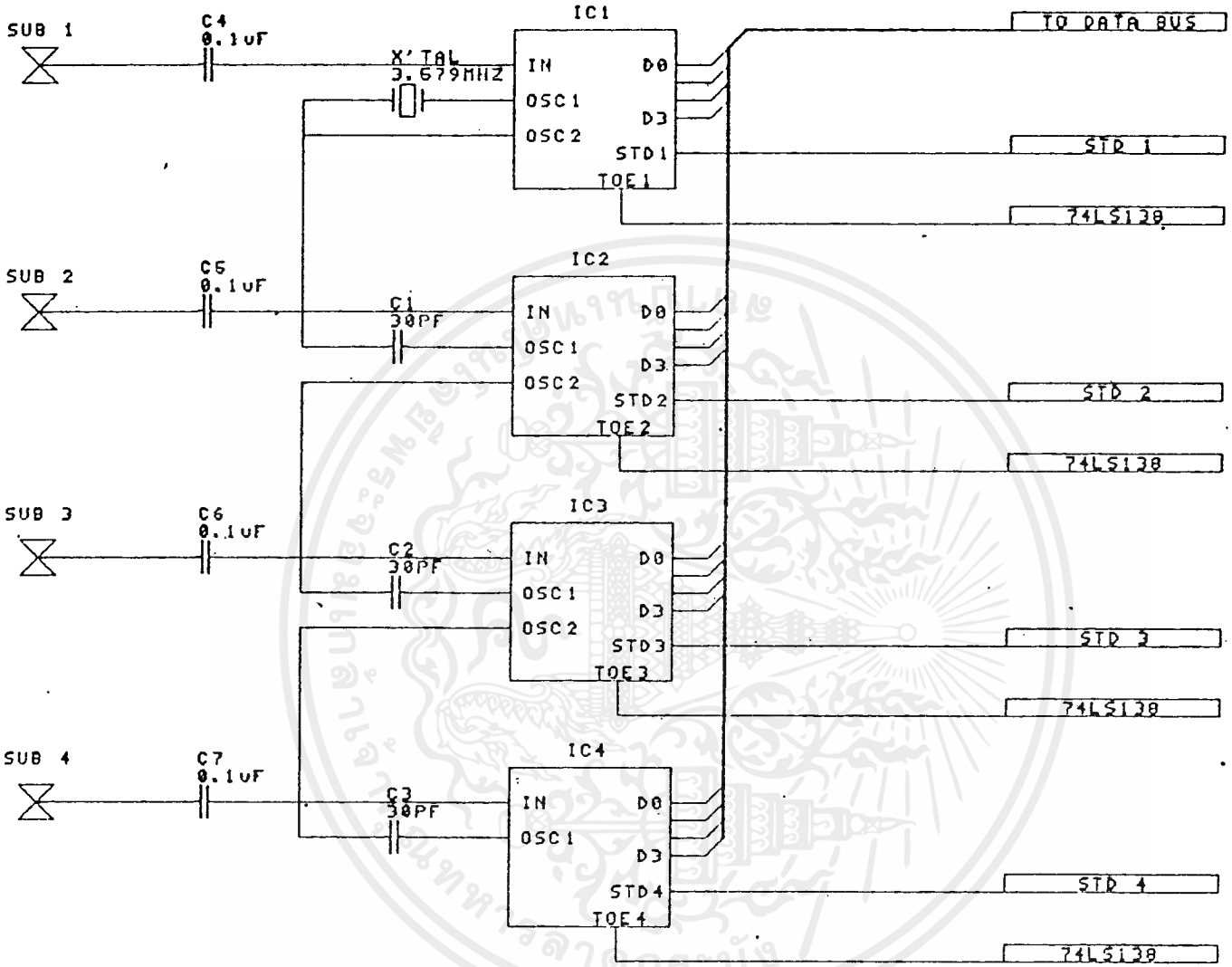



| | | |
|---|---|---|
| Title: DTMF DECODER UNIT | | |
| Size: A | Number: | Revision: |
| Date: 23-OCT 1992 | Sheet of | |
| File: TONE/80 | Drawn By: | |

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย




| | | | |
|---|---|---|---|
| Title | POLLING INTERRUPT | | |
| Size A | Number | Revision | |
| Date: 23-OCT-1992 | Sheet: of | | |
| File: INTZ80 | | | |




| | | |
|---|---|---|
| Title: MT8870 IC1-IC4 | | |
| Size: A | Number: | Revision: |
| Data: 23-OCT 1992 | | Sheet of |
| File: MUL711 | | Drawn By: |

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วงจร INTERRUPT

วิธีการ POLLING นี้เป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกประหยัดที่สุดในระบบที่มีอุปกรณ์หลายชิ้น ที่ทีการของ INTERRUPT ได้ สำหรับวิธีการที่จะเชื่อมต่ออุปบรณ์เหล่านี้เข้าด้วยกันตามวิธี POLLING นี้ก็คือ นำเอาขา INT ของอุปกรณ์แต่ละชิ้นมาเข้าอินพุทของ NOR GATE แล้วนำเอาท์พุทของ NOR GATE ไปต่อเข้ากับขา INT ของ CPU ด้วยวิธีนี้ CPU สามารถที่จะรับรู้การขอ อินเทอร์รัพท์ได้ (ไม่ว่าอุปกรณ์ชิ้นใดจะทำการขออินเตอร์รัพท์) และ CPU จะตรวจสอบว่าอุปรณ์ชิ้นใดที่ทำการของอินเตอร์รัพท์ โดยการตรวจสอบระดับลอจิกที่ขาอินพุทของ NOR GATE ตัว CPU จะต้องตัดสินใจเองว่าจะให้อุปกรณ์ชิ้นใดมีความสำคัญสูงกว่ากัน

การทำงานของวงจร DTMF หลาย ๆ ชุดนั้น เราจำเป็นที่จะต้องใช้การ INTERRUPT CPU เข้ามาช่วย เพื่อเป็นการประหยัดเวลาการทำงานของ CPU โดยการ INTERRUPT นั้น เราใช้สัญญาณจากขา STD ของ IC MT8870 ทุกตัวนำมาเข้าวงจร NOR GATE ที่มีจำนวนอินพุทเท่ากับจำนวนของ IC MT8870 จากนั้นนำเอาเอาท์พุทของวงจร NOR GATE ไปเข้าที่ขา INTERRUPT ของ CPU และ อินพุทของ NOR GATE ทั้งหมดนำไปต่อเขากับพอร์ทอินพุทที่มีจำนวนบิต เท่ากับจำนวนตัว DTMF เพื่อใช้ในการตรวจสอบในตอนรับข้อมูลเข้าจาก IC DTMF ตัวใด ดังแสดงได้ดังรูป

3.4 ส่วนควบคุมการทำงานนี้ ซึ่งวงจรส่วนนี้เป็นหัวใจการทำงานของชุดถอดรหัสสัญญาณ DTMF ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ Z-80 จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานส่วนต่าง โดยในที่นี้เราเลือกใช้บอร์ดที่มีคุณสมบัติดังนี้

CPU ใช้ CPU ยอดนิยม Z80 CPU เป็น CPU ประจำบอร์ด โดยเราใช้เบอร์ Z84C00-6 ของ ZILOG ซึ่งเทียบเท่า Z80 B แบบ CMOS ใช้กำลังงานต่ำสามารถต่อใช้กับความถี่ได้สูงสุด 6 MHz

ROM หรือ EPROM โดยบอร์ด CP-Z80V2 จะต่อใช้ EPROM เป็น MONITER PROGRAM ได้ 2 เบอร์ คือ เบอร์ 2764 หรือ เบอร์ 27256 โดยการเลือก JUMPER J1 หน่วยความจำนี้จะ DECODE อยู่ระหว่าง ADDRESS 0000H ถึง 7FFFH

RAM บอร์ด CP-Z80V2 จะต่อเลือกใช้หน่วยความจำ RUM ได้ 2 เบอร์ด้วยกันคือ เบอร์ 6264 ขนาด 8K BYTE หรือเบอร์ 62256 ขนาด 32K BYTE โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้ JUMPER J2 หน่วยความจำนี้จะ DECODE อยู่ในตำแหน่ง 8000H ถึง FFFFH ใน RAM นี้ยังสามารถต่อใช้เก็บข้อมูลในกรณีไฟดับ โดยต่อใส่แบตเตอรี่ขนาดเล็ก 3 V แบบตัวกลมใหญ่ BACK UP ข้อมูลใช้ J6 ในการ ON/OFF BATTERY

PORT บอร์ด CP-Z80V2 จะมี IC PORT 8255 ให้ใช้งานได้ 2 ตัว หรือ 6 PORT ต่อใช้งานโดยจะต่อออก PORT ทางขั้ว 34 PIN มาตารฐาน อีทีที 2 ชุด ทำให้สามารถเลือกใช้ต่อกับอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสัญญาณต่าง ๆ ภายในชุมสายโทรศัพท์

ลักษณะของสัญญาณต่าง ๆ ภายในระบบชุมสายอัตโนมัติที่มีการพัฒนาขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. สัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าเครื่องชุมสายโทรศัพท์ พร้อมแล้วที่จะให้ผู้ใช้กดหรือหมุนหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วย

ลักษณะของสัญญาณ เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดังต่อเนื่องกันตลอด

2. สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบ หลังจากการกดหรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อด้วย ให้ทราบว่าไม่สามารถติดต่อคู่สายนั้นได้

ลักษณะของสัญญาณ เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดัง 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที

3. สัญญาณเรียกกลับ (RINGBACK TONE) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้ทราบ หลังจากกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อ ให้ทราบว่าสามารถติดต่อคู่สายโทรศัพท์ ที่ต้องการจะติดต่อได้แล้ว

ลักษณะของสัญญาณ เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดัง 1 วินาที และดับ 3 วินาที

4. สัญญาณเรียก (RINGING TONE) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายใน ทำให้กระดิ่งโทรศัพท์ดังขึ้น เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีผู้ต้องการจะติดต่อด้วย

ลักษณะของสัญญาณ เป็นสัญญาณ AC 50 Hz ที่มีขนาดประมาณ 100 โวลต์ ดัง และ ดับ เป็นช่วง ๆ และพร้อมกับสัญญาณเรียกกลับ

ลักษณะและช่วงเวลาของสัญญาณต่าง ๆ แสดงดังรูป

รายละเอียด และคุณลักษณะของสัญญาณต่าง ๆ ในโทรศัพท์ ได้กล่าวไปแล้ว ในส่วนนี้จะกล่าวถึง วิธีการสร้างสัญญาณต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว

เอกสารนี้ [illegible] ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สัญญาณให้หมุน (DIAL TONE)

วงจรสร้างสัญญาณให้หมุนโดยใช้ IC TIMER เบอร์ 555 สร้างเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ กำเนิดสัญญาณที่ความถี่ประมาณ 400 Hz โดยมีหลักการคำนวณดังนี้

$$f\ (DIAL) = 1.44/(R_a + 2R_b)*C$$

$$= 1.44/(0.82+360)*1000*.01uF$$

$$= 400\ Hz$$

$$DUTY\ CYCLE = R_b/(R_a+2R_b)$$

$$= 180/(0.82+360)$$

$$= 0.5$$

2. สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE)

วงจรสร้างสัญญาณไม่ว่างใช้ IC TIMER เบอร์ 555 2 ตัว สร้างเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ โดยตัวแรกสร้างเป็นที่มีความถี่ 400 Hz ซึ่งมีหลักการเหมือนวงจรให้หมุน ส่วนตัวที่ 2 สร้างเป็นสัญญาณที่มีความถี่ 1 Hz ซึ่งมีวิธีการคำนวนดังนี้

ON = 0.5 Sec OFF = 0.5 Sec

$$f = 1.44/(5.6+300)*1000*4.7uF$$

$$= 1\ Hz$$

$$DUTY\ CYCLE = 150/(5.6+300)$$

$$= 0.49$$

แล้วนำสัญญาณทั้ง 2 มารวมกัน โดยผ่าน AND GATE แล้วจะได้สัญญาณไม่ว่างที่สมบูรณ์

3. สัญญาณเรียกกลับ (RINGBACK TONE)

วงจรสร้างสัญญาณเรียกกลับ มีหลักการและวิธีการสร้าง สัญญาณไม่ว่าง ซึ่งใช้ IC TIMER เบอร์ 555 2 ตัว โดยที่ตัวแรกสร้างเป็นสัญญาณความถี่ 400 Hz ส่วนตัวที่สองสร้างเป็นสัญญาณที่มีความถี่ 0.25 Hz ซึ่งมีหลักการคำนวณดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ON = 1 Sec OFF = 3 Sec

f = 1.44/(60+60)*1000*47uF

= 0.25 Hz

DUTY CYCLE = 1/4

แล้วนำสัญญาณทั้ง 2 มารวมกัน โดยผ่าน AND GATE แล้วจะได้สัญญาณเรียกกลับที่สมบูรณ์

4. สัญญาณเรียก (RINGING TONE)

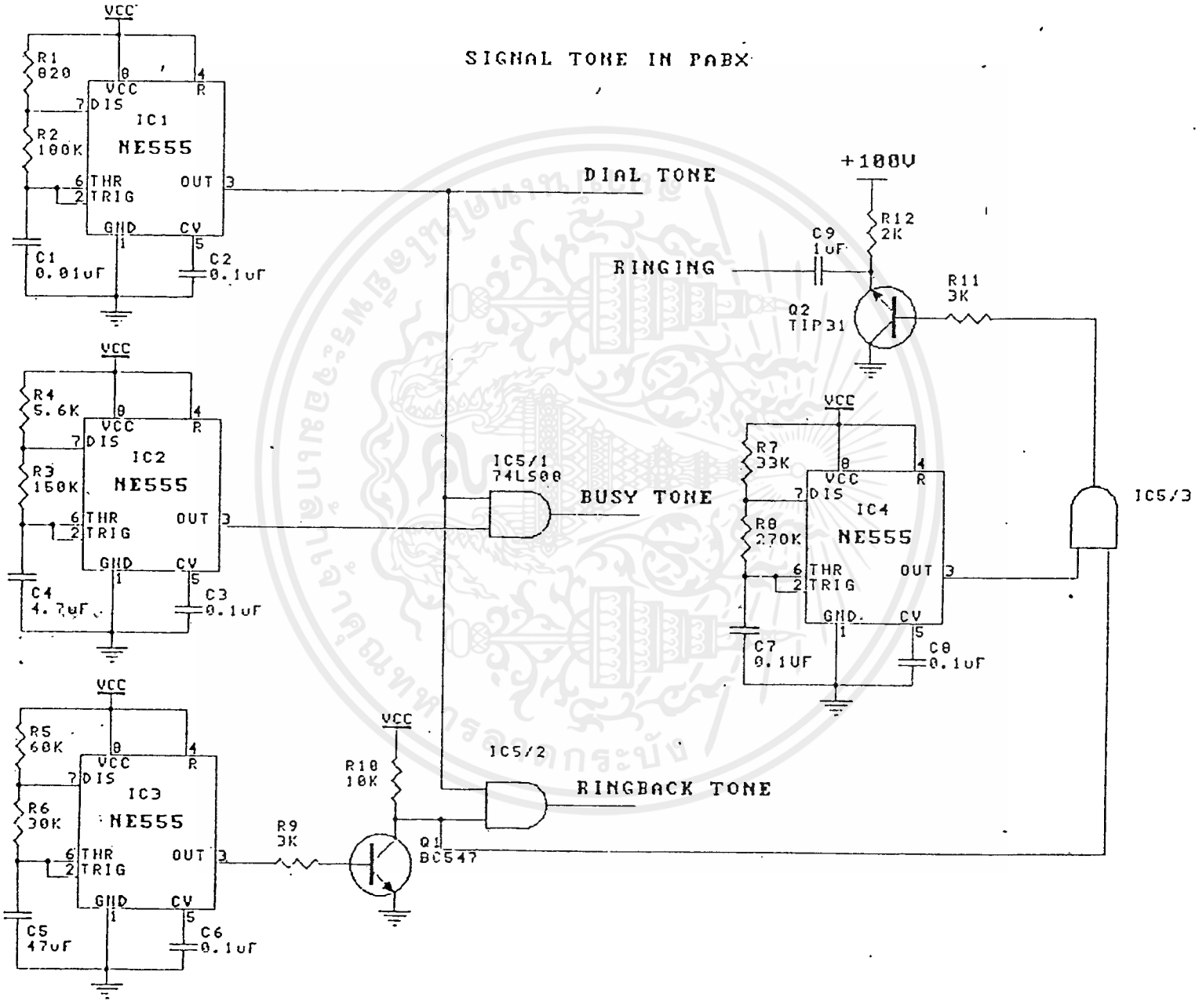
วงจรสร้างสัญญาณเรียก ใช้ IC TIMER เบอร์ 555 2 ตัว โดยที่ตัวแรกสร้างเป็นสัญญาณที่ความถี่ 0.25 Hz ส่วนตัวที่สองสร้างเป็นสัญญาณที่มีความถี่ 25 Hz ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังนี้

f = 1.44/(33+540)*1000*0.1uF

= 25 Hz

แล้วนำสัญญาณทั้ง 2 มารวมกัน โดยผ่าน AND GATE แล้วผลที่ได้มาต่อเข้า เบสของ เพาร์เวอร์ ทรานซิสเตอร์ (POWER TRANSISTOR) เพื่อขยายเป็นสัญญาณ ไฟ AC

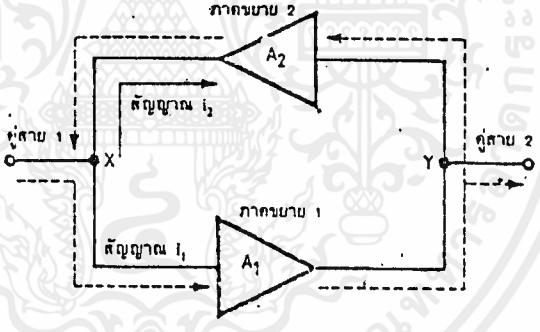
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


SIGNAL TONE IN PABX
VCC
R1
820
R2
100K
C1
0.01uF
C2
0.1uF
IC1
NE555
DIS
THR
TRIG
OUT
GND
CV
R
DIAL TONE
+100V
R12
2K
C9
1uF
RINGING
R11
3K
Q2
TIP31
R4
5.6K
R3
150K
C4
4.7uF
C3
0.1uF
IC2
IC5/1
74LS00
BUSY TONE
R7
33K
R8
270K
C7
0.1UF
C8
0.1uF
IC4
IC5/3
R5
60K
R6
30K
C5
47uF
C6
0.1uF
IC3
R9
3K
R10
10K
Q1
BC547
IC5/2
RINGBACK TONE

# บทที่ 7
# การส่งสัญญาณสวนทิศทาง

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารโดยเฉพาะระบบโทรศัพท์มีความสำคัญมาก นอกจากที่จะที่ให้พูดคุยติดต่อสื่อสารกันได้ด้วยเสียงพูดแล้ว ยังช่วยในการเชื่อมต่อส่งข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้อีกด้วย แต่ถ้าระยะระหว่างชุมสายมีความห่างไกลกันมมากสัญญาณที่ส่งออกไปจะถูกลดทอนลงตามระยะทาง ทำให้สัญญาณที่รับได้ปลายทางมีระดับต่ำเกินไป จำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณในระหว่างทาง ซึ่งเรียกว่า *ตัวทวนสัญญาณ* (repeater unit)

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้ 2 สายอย่างเช่นในประเทศไทย สายสัญญาณ 2 เส้นนี้ จะเป็นตัวผ่านสัญญาณทั้ง 2 ทิศทางในขณะเดียวกัน ปัญหาก็คือ หากจะมีการขยายสัญญาณจะใช้ด้านใดเป็นอินพุตด้านใดเป็นเอาต์พุต?



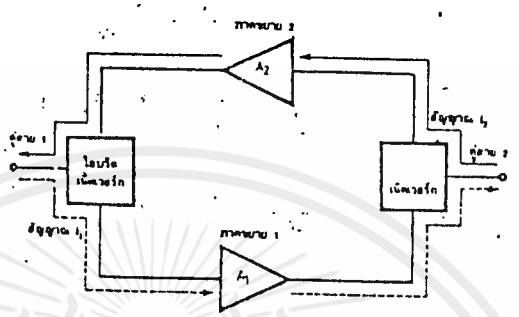

รูปที่ 1.1 การเกิดหลูปป้อนกลับเมื่อไม่มีวงจรไฮบริด

## ปัญหาของการส่งสัญญาณ

เมื่อมีการทวนสัญญาณจะมีปัญหาอะไรเกิดขึ้นจากรูปที่ 1 เป็นการแก้ปัญหาลักษณะหนึ่งโดยใช้ภาคขยายสัญญาณวางสลับทิศทางกัน มี $A_1$ และ $A_2$ เป็นอุปกรณ์ทวนสัญญาณ โดยมีการขยายในทิศทางตรงกันข้าม ถ้าสมมุติคู่สาย 1 มีการส่งสัญญาณขึ้น ก็จะมีสัญญาณ i ซึ่งเข้าที่จุด X แล้วแยกเป็น $i_1$ และ $i_2$ สัญญาณ $i_2$ ไม่สามารถผ่านวงจรขยาย $A_2$ ได้ เพราะผิดทิศทาง แต่สัญญาณ $i_1$ จะถูกขยายโดยวงจรขยาย $A_1$ แล้วไหลเข้าที่จุด Y สัญญาณ $i_1$ บางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะถูกขยายโดยวงจรขยาย $A_2$ อีกครั้ง ทำให้สัญญาณ $i_1$ เดินทางครบหลูปเกิดการป้อนกลับแบบบวกทำให้เกิดการออสซิลเลตขึ้น การแก้ปัญหานี้ก็ต้องนำวงจรที่สามารถกันสัญญาณ $i_1$ ไม่ให้ไหลย้อนกลับเข้าไปในวงจรขยาย $A_2$ ได้ ต่อไว้ที่จุด Y และ X ซึ่งวงจรนั้นก็คือ *วงจรไฮบริด* ซึ่งก็จะเป็นดังรูปที่ 2



รูปที่ 1.2 การแก้การเกิดสภาพออสซิเลตโดยเพิ่มวงจรไฮบริด

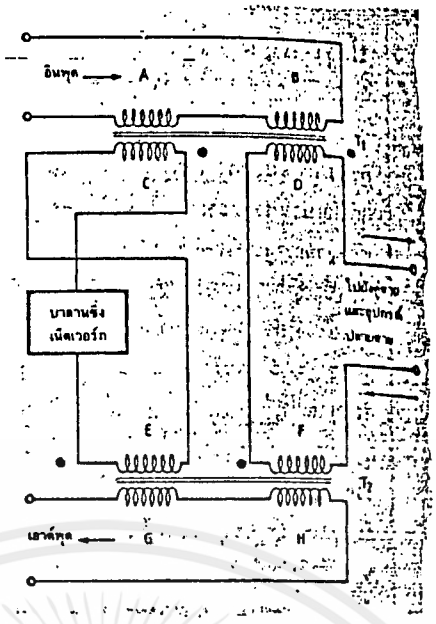
**การทำงานของวงจรไฮบริด**

วงจรไฮบริดแสดงไว้ในรูปที่ 3 ประกอบด้วย *บาลานซิ่งเน็ตเวอร์ก* และหม้อแปลง $T_1$ และ $T_2$ จุดที่เห็นเป็นตัวชี้ถึงเฟสของขดลวด ถ้าไม่ถูกต้องแล้ววงจรก็ไม่สามารถทำงานได้

เริ่มต้นเมื่อมีสัญญาณเข้ามาทางอินพุตที่ขดลวด A และ B ทางด้านปฐมภูมิ ทำให้เกิดการคัปปลิ้งไปยังขดลวด C และ D ทางด้านทุติยภูมิตามลำดับ เนื่องจากการคัปปลิ้งของขดลวด B จะทำให้มีสัญญาณปรากฏที่ขดลวด D,F และโหลด ดังนั้นสัญญาณจึงไปปรากฏที่ฝูสาย ขณะ 00000เดียวกันขดลวด F ก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดสัญญาณที่ขดลวด H ด้วย

ทางด้านขดลวด C ก็เกิดมีสัญญาณคัปปลิ้งจากขดลวด A เช่นกัน ไหลผ่านบาลานซิ่งเน็ตเวอร์ก และขดลวด E ซึ่งขดลวด E ก็จะคัปปลิ้งไปยังขดลวด G อีก โดยมีค่าเท่ากับสัญญาณที่ขด H แต่มีทิศทางตรงกันข้ามหรือต่างเฟสกัน 180 องศา จึงเกิดการหักล้างกัน เป็นผลทำให้ไม่มีสัญญาณจากอินพุตไปปรากฏที่เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

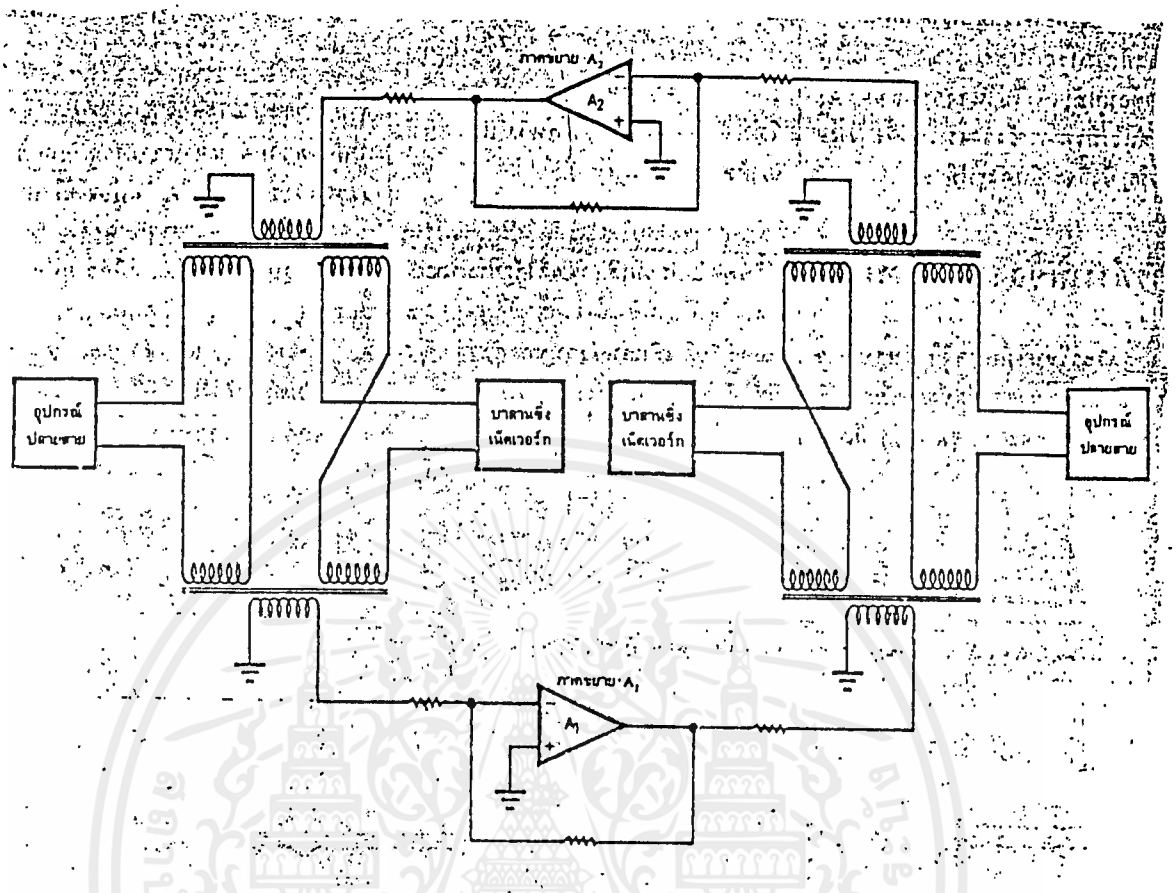



รูปที่ 1.3 วงจรไฮบริดเน็ตเวอร์ก

วงจรไฮบริดนี้จะกันไม่ให้สัญญาณที่อินพุตไปปรากฏที่เอาต์พุตได้อย่าง 100% ก็ต่อเมื่อบาลานซิ่งเน็ตเวอร์กมีอิมพีแดนซ์เท่ากับอิมพีแดนซ์รวมของคู่สาย ซึ่งมีทั้งค่าความต้านทานและค่ารีแอกแตนซ์รวมอยู่ด้วย

คราวนี้ถ้าเกิดมีการส่งสัญญาณมาจากคู่สายบ้าง สัญญาณก็จะไหลผ่านขดลวด D,F เกิดการคัปปลิ้งไปยังขด B,H ตามลำดับ ที่ขดลวด H จึงมีสัญญาณปรากฏผ่านขดลวด G ด้วย จึงเกิดการคัปปลิ้งสัญญาณไปที่ขดลวด E ซึ่งจะไหลผ่านบาลานซิ่งเน็ตเวอร์กและขดลวด C ด้วย และจะเหนี่ยวนำให้เกิดสัญญาณที่ขดลวด A อีก ซึ่งมีค่าเท่ากับสัญญาณเหนี่ยวนำที่ขดลวด B อันเนื่องมาจากขดลวด D ต่างเฟสกัน 180 องศา ฉะนั้นจึงไม่มีสัญญาณออกไปทางอินพุตของวงจรไฮบริด ดังนั้นวงจรขยายที่ต่อร่วมกับไฮบริดเน็ตเวอร์ก เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวทวนสัญญาณก็จะเป็นดังรูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



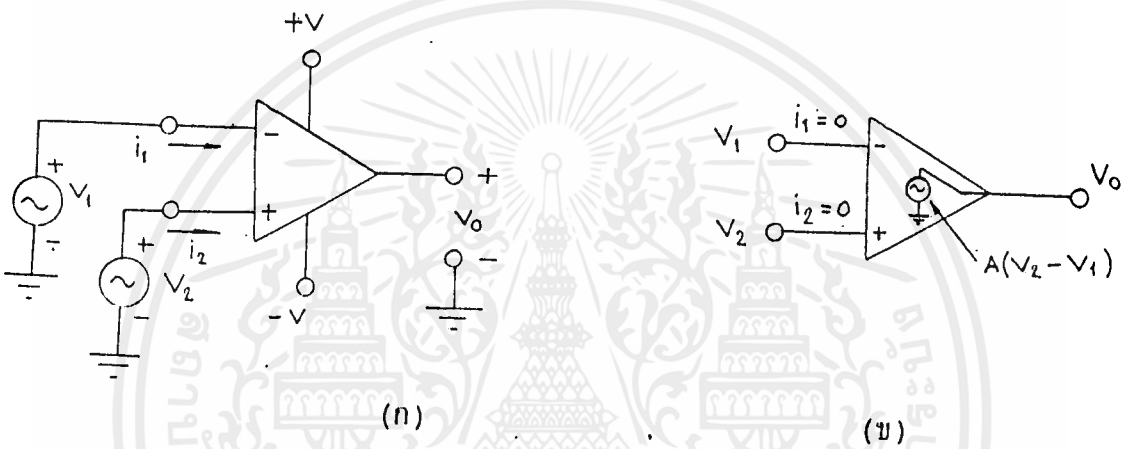

รูปที่ 1.4 วงจรสมบูรณ์ของการทวนสัญญาณ โดยใช้วงจรขยายร่วมกับไฮบริดเน็ตเวอร์ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

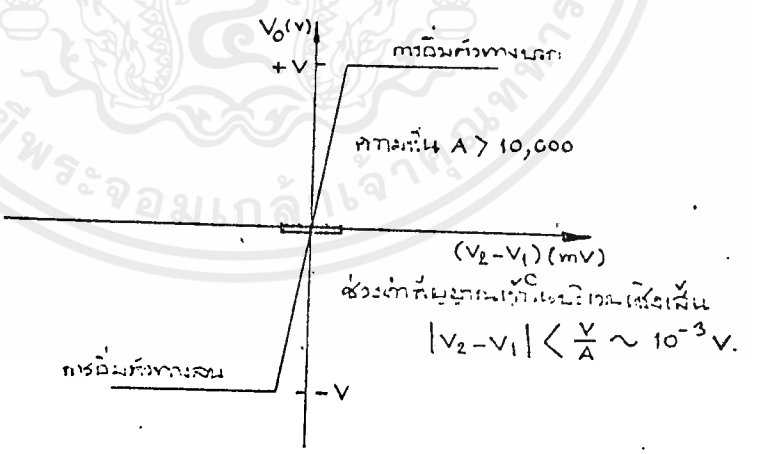
## ออปเปอเรชั่นแนลแอมปลิไฟเออร์

ออปเปอเรชั่นแนลแอมปลิไฟเออร์ (Oerational amplifier) หรือที่เรียกว่าออปแอมป์นั้น เป็น Integrated circuit ทำหน้าที่เป็น amplifier ซึ่งมี 2 อินพุท 1 เอาท์พุท สามารถขยายสัญญาณไฟฟ้าหรือสัญญาณที่มีความถี่ต่ำ สัญญลักษณ์และ equivalent circuit แสดงในรูปที่ 2.1




รูปที่ 2.1 (ก) สัญลักษณ์ของออปแอมป์

(ข) equivalent circuit




รูปที่ 2.2 คุณสมบัติของ อินพุท-เอาท์พุท

ออปแอมป์เป็น Differential Amplifier ที่มี 2 อินพุท โดยอินพุทหนึ่งเป็นอินพุทแบบ Inverting โดยแสดงด้วยเครื่องหมาย (-) และอีกอินพุทเป็นแบบ Non-Inverting โดยแสดงด้วยเครื่องหมาย (+) และมี 1 เอาท์พุท ออปแอมป์ต้องการแหล่งจ่ายไฟทั้งบวกและลบ ทั่วไปอยู่ในช่วง 5 ถึง 15 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออปแอมป์ขณะที่ไม่มีการป้อนกลับนั้น จะมีลักษณะเป็น open-loop มีคุณสมบัติในทางอุดมคติดังนี้

1)gain ในสภาวะ open-loop จะเป็นอนันต์

2)ความต้านทานขาเข้า(Input Resistance)เป็นอนันต์

3)ความต้านทานขาออก(Output Resistance)เป็นศูนย์

4)ช่วงกว้างของการตอบสนองความถี่(Bandwidth)เป็นอนันต์

5)แรงดันเอาท์พุทจะเป็นศูนย์ เมื่อแรงดันทางอินพุทเป็นศูนย์

แต่ในทางปฏิบัติจะไม่มีออปแอมป์ที่มีคุณสมบัติในอุดมคติที่กล่าวมา 5 ข้อนี้ ทั้งนี้เพราะมีข้อจำกัดทางคุณลักษณะทางฟิสิกส์ของสารตัวนำที่ใช้

คุณสมบัติของออปแอมป์แต่ละตัวจะเป็นไปตาม data sheet ที่ทางบริษัทผู้ผลิตให้มา โดยจะบอกขีดจำกัดและคุณสมบัติต่างๆคือ

1.Supply voltage (Vs) เป็นแรงดันบวกและลบสูงสุดของแหล่งจ่ายไฟที่สามารถจ่ายให้แก่ออปแอมป์ได้

2.Internal Power Dissipation ($P_D$) เป็นกำลังสูงสุด ที่ออปแอมป์สามารถกระจายออก เมื่ออุณหภูมิรอบๆไม่ต่ำกว่าที่กำหนด

3.Differential Input Voltage ($V_{ID}$)เป็นแรงดันสูงสุดที่สามารถจ่ายคร่อมอินพุทบวกและลบ

4.Input Voltage ($V_{ICM}$) เป็นแรงดันสูงสุดที่สามารถจ่ายให้อินพุททั้งสองเทียบกับกราวน์

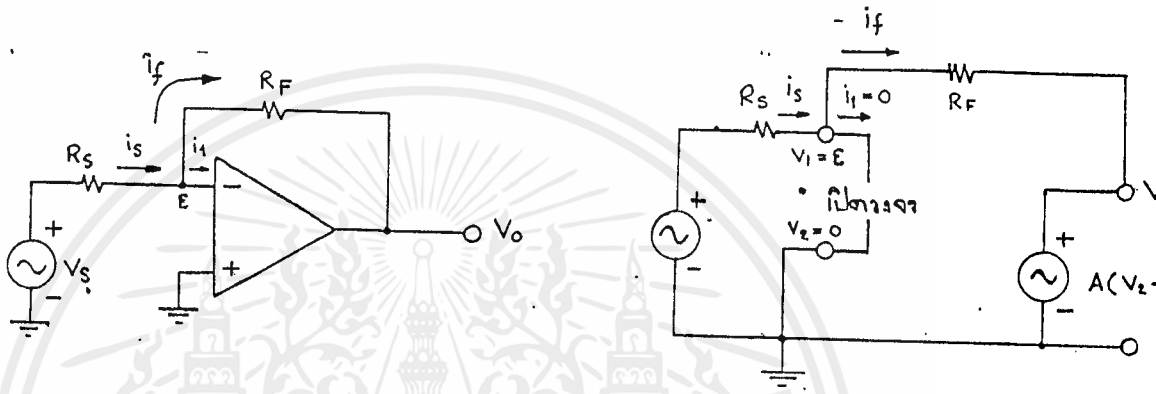
5.Operating Temperature ($T_A$) เป็นช่วงอุณหภูมิซึ่งออปแอมป์จะทำงานภายใต้ข้อมูลที่ผู้ผลิตกำหนด

6.Output Short-Circuit Duration เป็นจำนวนเวลาที่เอาท์พุทเกิดการลัดวงจรลงกราวน์แล้วไม่ทำให้เสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเชิงเส้นพื้นฐาน

1.วงจรขยายแบบกลับขั้ว (Inverting Amplifier) เป็นการต่อวงจรภายนอกเพื่อให้ออปแอมป์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟกระแสตรงหรือกระแสสลับ โดยได้สัญญาณเอาท์พุทตรงข้ามกับสัญญาณอินพุท ดังแสดงในรูปที่ 2.3




รูปที่ 2.3 วงจร Inverting

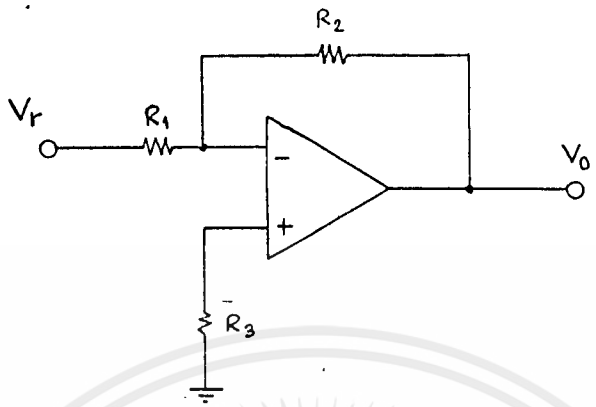
แรงดันเอาท์พุทจะได้ตามสมการ

$$V_o = -[R_2 * V_i]/R_1$$

เครื่องหมายลบในสมการแสดงว่า เมื่อแรงดันอินพุทเป็นบวก จะทำให้แรงดันเอาท์พุทเป็นลบ ในทางกลับกันเมื่อแรงดันอินพุทเป็นลบ จะทำให้แรงดันเอาท์พุทเป็นบวก ดังนั้นสัญญาณเอาท์พุทจะตรงข้ามกับสัญญาณอินพุท คือ สัญญาณเอาท์พุทจะเอาท์พุทจะ out off phase กับ สัญญาณอินพุท 180 องศา

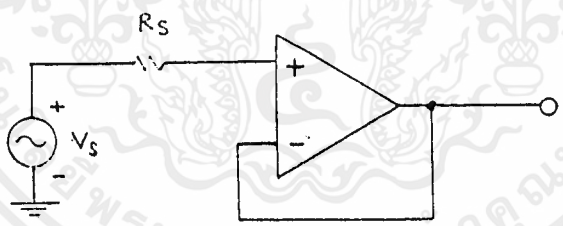
ไอซีจำพวกออปแอมป์จะมี input dias current ($I_b$) กล่าวคือ เมื่อไม่มีสัญญาณอินพุท จะมีกระแสไหลผ่านความต้านทาน $R_1$ และ $R_2$ ดังนั้นจะมีแรงดันอินพุททำให้แรงดันเอาท์พุท $V_{os} = I_b R_2$ จึงแก้ไขโดยการต่อ $R_3$ ระหว่างขา Non-inverting(+) อินพุทและกราวน์ ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.4 แสดงการต่อความต้านทาน เพื่อแก้ output vlotage offset

2.วงจรตามแรงดัน (Vlotage follower amplifier) หรือเรียกสั้นๆ ว่า source follower แสดงในรูปที่ 2.5

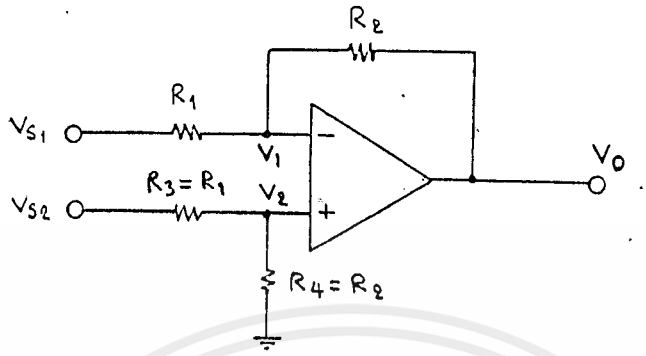



รูปที่ 2.5 วงจร Vlotage follower

จากรูปเป็นการต่อวงจรภายนอกเพื่อให้ออปแอมป์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ แบบ Non-inverting amplifier โดยมีอัตราขยายสัญญาณเป็นหนึ่งเท่า คือ สัญญาณของแรงดันเอาท์พุทจะ in phase และเท่ากับสัญญาณของแรงดันอินพุท

3.วงจรขยายความแตกต่าง (different amplifier) เป็นวงจรขยายความแตกต่างของสัญญาณ มี 2 input คือ Inverting และ Non-inverting ของออปแอมป์ดังแสดงในรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.6 วงจร different amplifier

จากรูปใช้หลักการของ Superposition คือ ศิดว่า $V_2$' ลัดวงจรลงกราวต์ดัง นั้นแรงดันเอาท์พุทจะเท่ากับ

$$V_{O1} = -R_F/R_1 * V_2$$

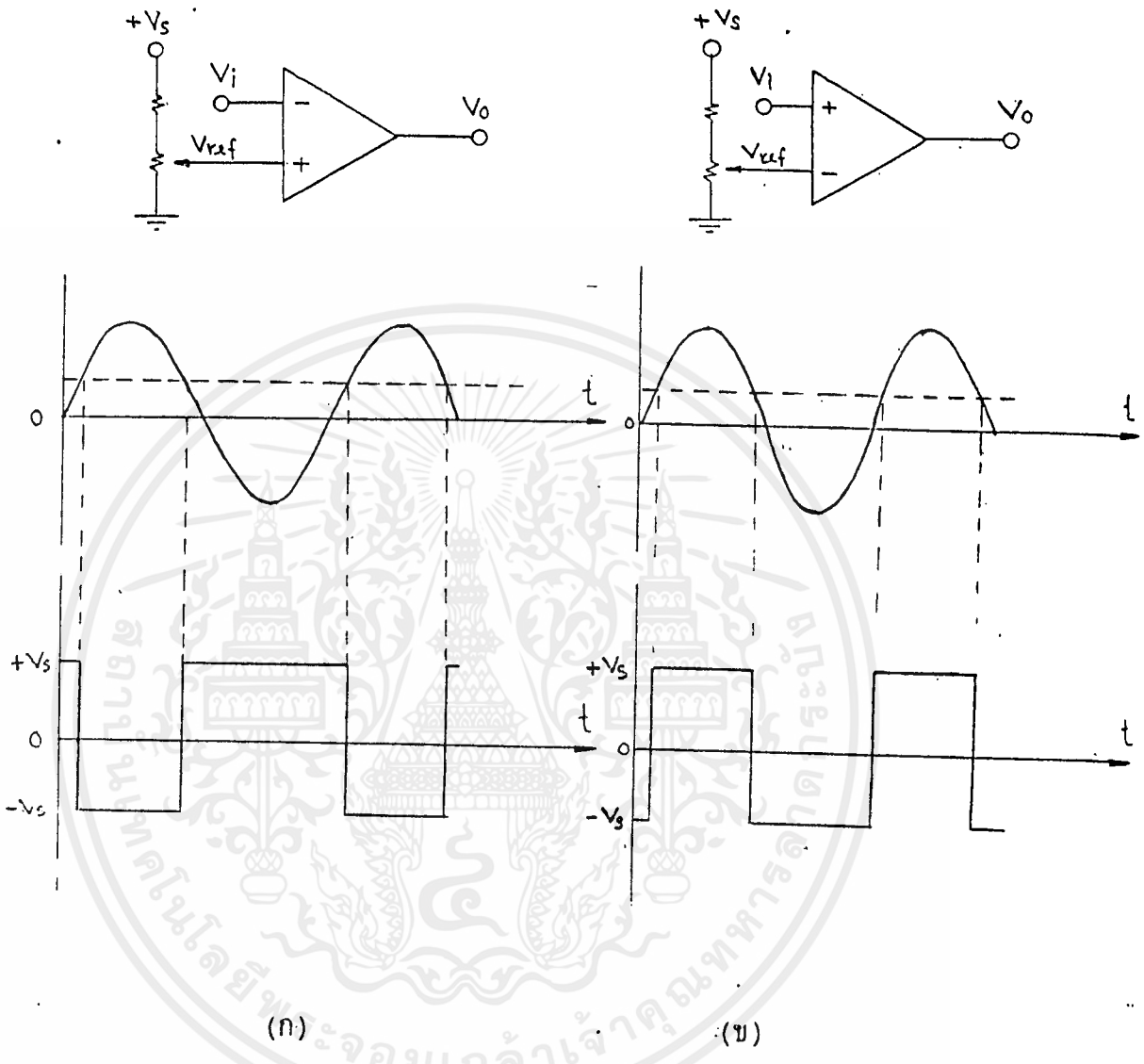
$$= [1+(R_F/R_1)]*[(R_3/(R_2+R_3))]*V_2$$

ดังนั้น

$$V_O = V_{O1}+V_{O2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Comparator circuit) เป็นการต่อวงจรเพื่อให้ออปแอมป์ทำหน้าที่เป็น วงจรเปรียบเทียบแรงดันอินพุท กับแรงดันอ้างอิง ดังแสดงในรูปที่ 2.7




รูปที่ 2.7 วงจร Comparator

วงจรในรูปที่ 12 (ก) มี $V_{ref}$ ที่ขา Non-Inverting และที่ขา Inverting เป็นขาสัญญาณอินพุท $V_1$ แรงดันเอาท์พุท $V_O$ จะเป็น $+V_S$ เมื่อ $V_i < V_{ref}$ และแรงดันเอาท์พุท $V_O$ จะเป็น $-V_S$ เมื่อ $V_i > V_{ref}$

วงจรในรูปที่ 12 (ข) มี $V_{ref}$ ที่ขา Inverting และที่ขา Non-inverting เป็นขาสัญญาณอินพุท $V_1$ แรงดันเอาท์พุท $V_O$ จะเป็น $+V_S$ เมื่อ $V_i > V_{ref}$ และแรงดันเอาท์พุท $V_O$ จะเป็น $-V_S$ เมื่อ $V_i < V_{ref}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 9

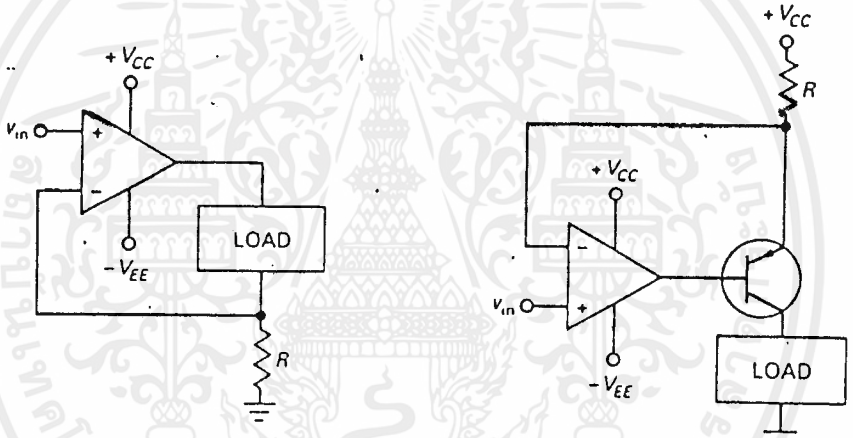
## การออกแบบ SLIC

**ส่วนที่จ่ายแรงดันให้กับเครื่องโทรศัพท์**

ในส่วนนี้จะใช้หลักการของวงจร Voltage-Controlled Current source นำมาสร้างวงจรจ่ายกระแสคงที่

VOLTAGE-CONTROLLED CURRENT SOURCE

วงจรขยายสัญญาณของ OP-AMP ป้อนกลับแบบไม่กลับเฟสของสัญญาณ (Noninverting Amp) ปกติจะทำหน้าที่เป็นวงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแส




(a) โหลดลอย (b) โหลดต่อลงดิน

รูปที่ 3.1 วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแส

จาก Ohm's low สามารถเขียนสมการของกระแสเอาต์พุตจะได้

$$i_{out} = \frac{v_{in}}{R}$$

แต่ถ้าต้องการให้โหลดมีขั้วข้างหนึ่งต่อลงกราวด์ เราสามารถประยุคจากวงจรพื้นฐานจะแสดงได้ดังรูป (b) การใส่ทรานซิสเตอร์จะช่วยให้วงจรจ่ายกระแสได้มากขึ้นกว่าเดิม สามารถเขียนสมการหาค่ากระแสเอาต์พุตคือ

$$i_{out} = \frac{V_{CC} - v_{in}}{R}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดของกระแสเอาต์พุต กระแสเบสในทรานซิสเตอร์จะเท่ากับ $i_{out}/\beta_{dc}$ แต่ Op-Amp จะเป็นตัวจ่ายกระแสเบส $i_{out}/\beta_{dc}$ น้อยกว่า $I_{out(max)}$ ของ OP AMP อยู่ในช่วง 10 ถึง 25 mA

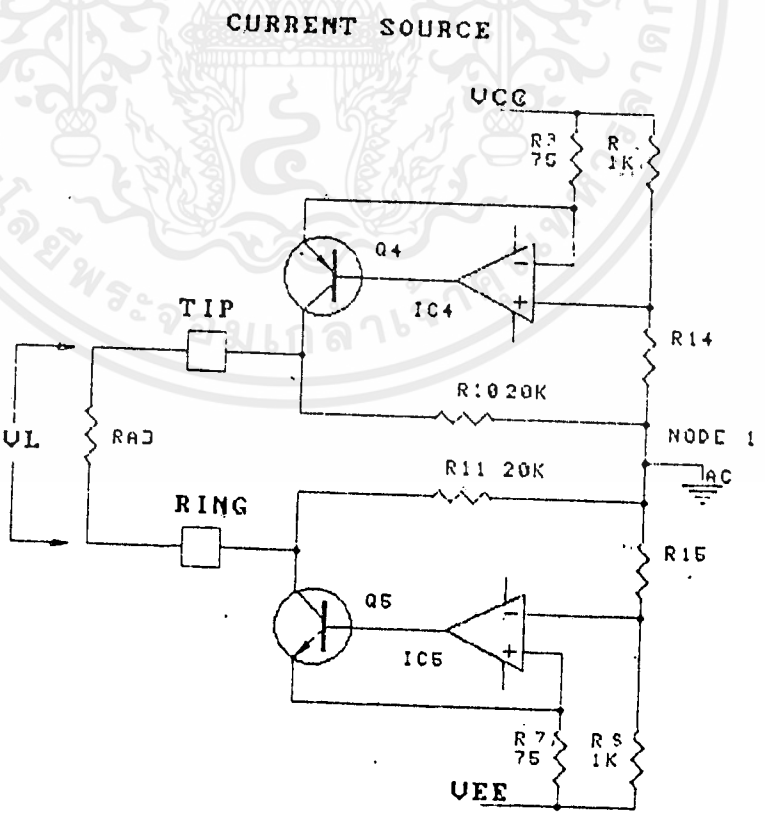
จากวงจรในรูป (b) สามารถทำเป็นวงจรจ่ายกระแสคงที่ โดยให้ค่า $v_{in}$ คงที่ ไม่ว่าเราจะเปลี่ยนแปลงความต้านทานของโหลดกระแสก็ยังคงเท่าเดิม

จากหลักการดังกล่าวนำมาสร้างเป็นวงจรเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์กับภายใน(PABX) ดังวงจรต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

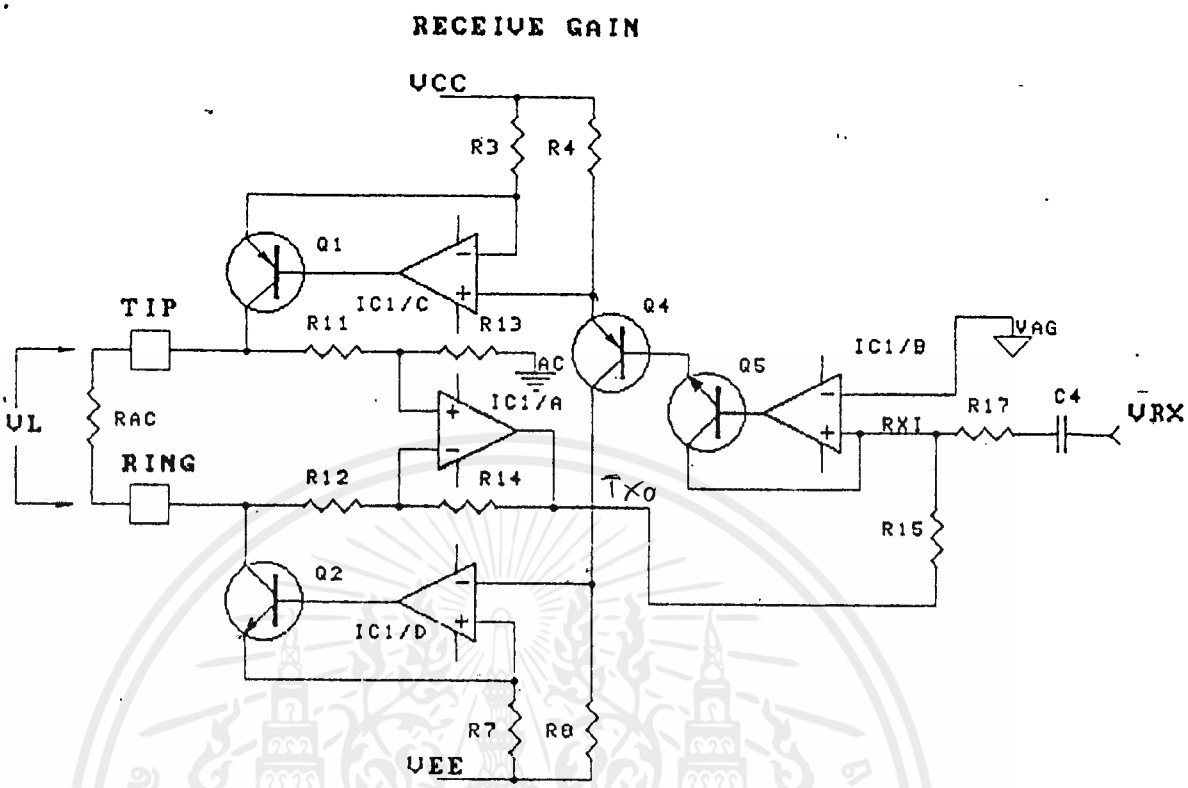
การทำงานของวงจร

วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์ (Subscriber Loop Interface Circuit) SLIC แสดงวงจรที่สมบูรณ์ในรูป พิจารณาส่วนจ่ายกระแสคงที่ให้กับโทรศัพท์เมื่อโทรศัพท์วางจะเป็น high impedance $Q_1$ และ $Q_2$ จะนำกระแสเต็มที่ แต่ไม่มีกระแสไหลผ่าน $R_3$ และ $R_7$ ที่ คู่สาย Tip กับ Ring มีแรงดันตกคร่อมเท่ากับ $V_{EE}$ เมื่อยกหูโทรศัพท์จะเป็น low impedance ทำให้มีกระไหลผ่าน $R_3$ และ $R_7$ สำหรับกระแสที่ไหลผ่าน $R_3$จะถูกป้อนกลับเข้าขา inverting ของ IC 1/C และขา noninverting ต่อ $R_4$ กับ $R_5$ ต่อเป็น Voltage divider เพื่อเป็นแรงดันอ้างอิงให้กับ IC 1/C เปรียบเทียบกันทำให้ $Q_1$ นำกระแสลดลง $R_9$ และ $R_{10}$ จะเป็นตัวตรวจจับแรงดันที่ไหลด ถ้ากระแสที่จ่ายให้ $Q_1$ เกินกว่ากระแสที่เข้าไปยัง $Q_2$ node 1 จะเป็น บวกมากกว่า $R_9$,$R_{10}$ จะลดกระแสที่ $Q_1$ ทำให้นำกระแสน้อยลง และจะเพิ่มกระแสให้ $Q_2$ นำกระแสเพิ่มขึ้น ทำให้ที่คู่สาย Tip,Ring มีสภาพแรงดันคงที่แน่นอน ในทางตรงกันข้ามถ้า $Q_2$ นำกระแสมากกว่า $Q_1$ node 1 จะเป็นลบมากกว่า $R_9$,$R_{10}$ จะตรวจและทำให้แหล่งจ่ายกระแสทั้งสองกลับมาจ่ายกระแสที่เท่ากันทั้งสองข้าง




รูปที่ 3.2 Differntial 20mA current source

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



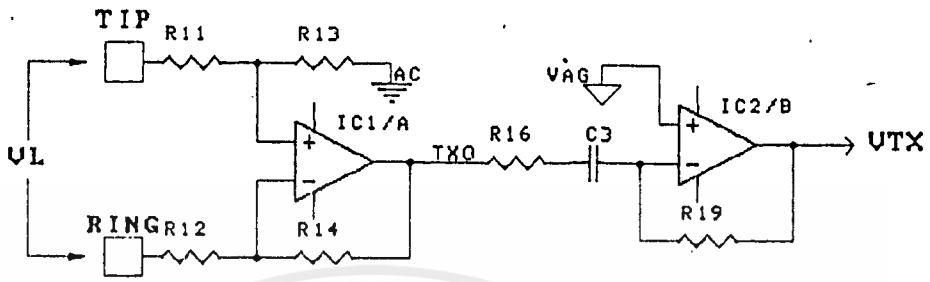

รูปที่ 3.3 RECEIVE GAIN

กระแสไฟตรงที่เอาท์พุต IC 1/B (TXO) จะถูกป้อนกลับเข้าที่ RXI ไปเข้าขา inverting IC 1/A เป็นวงจร BUFFER ต่อเข้า B ของ Q ขา C ต่อเข้าจุดแรงดันอ้างอิงของ IC 1/D (ขา noninverting) ส่วน ขา E ก็ต่อเข้าจุดแรงดันอ้างอิงของ IC 1/C

การรับ จะเชื่อมสัญญาณแรงดันไฟสลับ(VRX)เปลี่ยนเป็นกระแสผ่าน $R_{21}$ เข้าIC 1 /B เกณฑ์การรับสามารถตั้งได้มีการกำหนดค่า ของ $R_{21}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSMIT GAIN

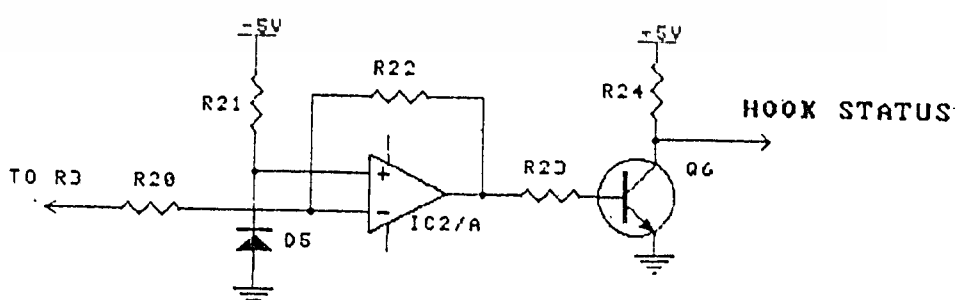



รูปที่ 3.4 TRANSMIT GAIN

$R_{11}$ และ $R_{12}$ ต่อจากคู่สาย Tip กับ Ring เข้า IC 1/B เป็นวงจร diferential amplifier ขยายสัญญาณความแตกต่าง จากคู่สายสัญญาณเสียงจะส่งไปที่เอาท์พุต IC1/B (TXO)

กระแสไฟฟ้าสลับที่ได้จะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดัน คือวงจรที่ประกอบด้วย opAmp ic 2 /1และ opAmp จะถูกป้อนกลับด้วย $R_{22}$ แรงดัน OUTPUT (VTX) จะถูกส่งเป็น 4 เส้น เกณฑ์การส่งสามารถตั้งได้โดย ตัวต้านทานป้อนกลับของ opAmp คือ $R_{22}$

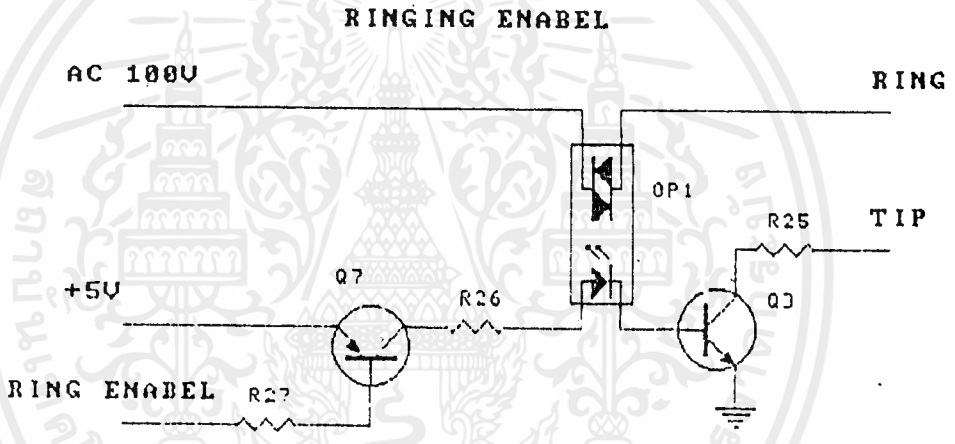
LOGIC INTERFACE (HOOK STATUS)




รูปที่ 3.5 LOGIC INTERFACE (HOOK STATUS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแสดงสภาวะการยกหูโทรศัพท์ (HOOK STATUS) พิจารณาผ่าน $R_3$ ในวงจรจ่ายกระแสคงที่ในส่วนที่ 1 เมื่อวางหูโทรศัพท์จะมีกระแสไหลผ่าน $R_3$ น้อยมากและมีแรงดันตกคร่อมประมาน 0.6 โวลท์ เนื่องจากการนำกระแสของ Q1 เมื่อยกหูจะมีกระแสไหลผ่าน R1 มีแรงดันตกคร่อม $R_3$ เท่ากับความต้านทาน $R_3$ คูณด้วยกระแสที่ไหลผ่าน $R_3$ เท่ากับ-1.5 V ต่อเข้าวงจรเปรียบเทียบ IC 2/2 กับแรงดันอ้างอิงที่ขา noninverting คือ -0.7 V ถ้ายกหูโทรศัพท์ขา inverting จะเป็นลบมากกว่า noninverting ทำให้ output มีกระแส BIAS ให้กับทรานซิสเตอร์ Q6 นำกระแส output Hook status มี logic "0" เมื่อวางหู OUTPUT ของวงจรเปรียบเทียบจะเท่ากับ 0 โวทส์ ทำให้ไม่มีกระแสไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ Q6 ไม่นำกระแส output Hook status จะมีสภาวะเป็น "1"




รูปที่ 3.6 RINGING ENABLE

ส่วนต่อสัญญาน Ringing 100 Vac 25 Hz ให้กับโทรศัพท์เราใช้ opto coupled triac แทนการใช้ relay ส่วนการต่อสัญญาน Ringing จะถูกควบคุมด้วยขา Ringing Enable ปกติเราจะให้ขานี้มีสภาวะเป็น"1"(5V) เมื่อต้องการต่อสัญญาน Ringing ให้โทรศัพท์เราจะให้ขา Ringing Enable เป็น"0"(0V) ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q7 Q3 นำกระแส คือต่อ 100 Vac เข้ากับโทรศัพท์ และไดโอด D4ลัดวงจรไปยังแหล่งจ่าย VEE และยอมให้สัญญาน Ringing voltage บนสาย Ring ที่เกินไปยังแหล่งจ่ายแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 10

## วงจรเชื่อมต่อสายนอก

## (External Line Interface Circuit)

### การทำงานของวงจร

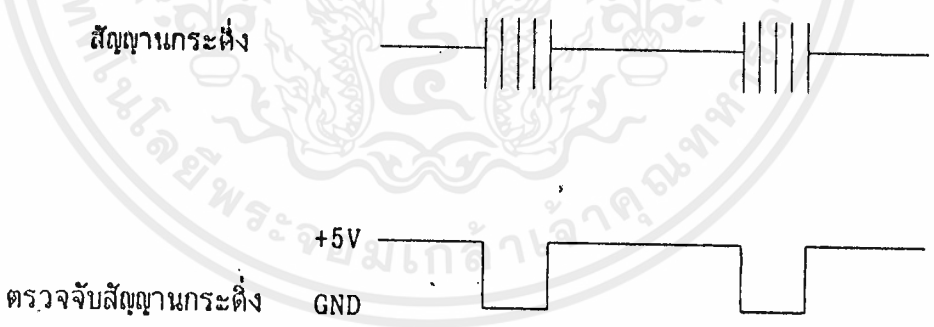
วงจรสมบรูณ์ในรูป 2 จะประกอบไปด้วย

1.ส่วนตรวจจับสัญญานกระดิ่ง

2.ส่วนที่ทำหน้าที่รับสายหรือยกหู

### ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

การทำงานจะใช้หลักการแปลงกระแสสลับของสัญญานกระดิ่งให้เป็นกระแสตรงพร้อมกับลดขนาดของสัญญาน และสร้างสัญญานนั้นให้เป็นสัญญานดิจิตอลหนึ่งลูกต่อสัญญานกระดิ่งหนึ่งครั้ง ซึ่งได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3 ดังวงจรในรูปที่ 2 สัญญานดิจิตอลที่ได้จะส่งไปยังภาคประมวลผลเพื่อนับจำนวนครั้งของสัญญานกระดิ่งต่อไป

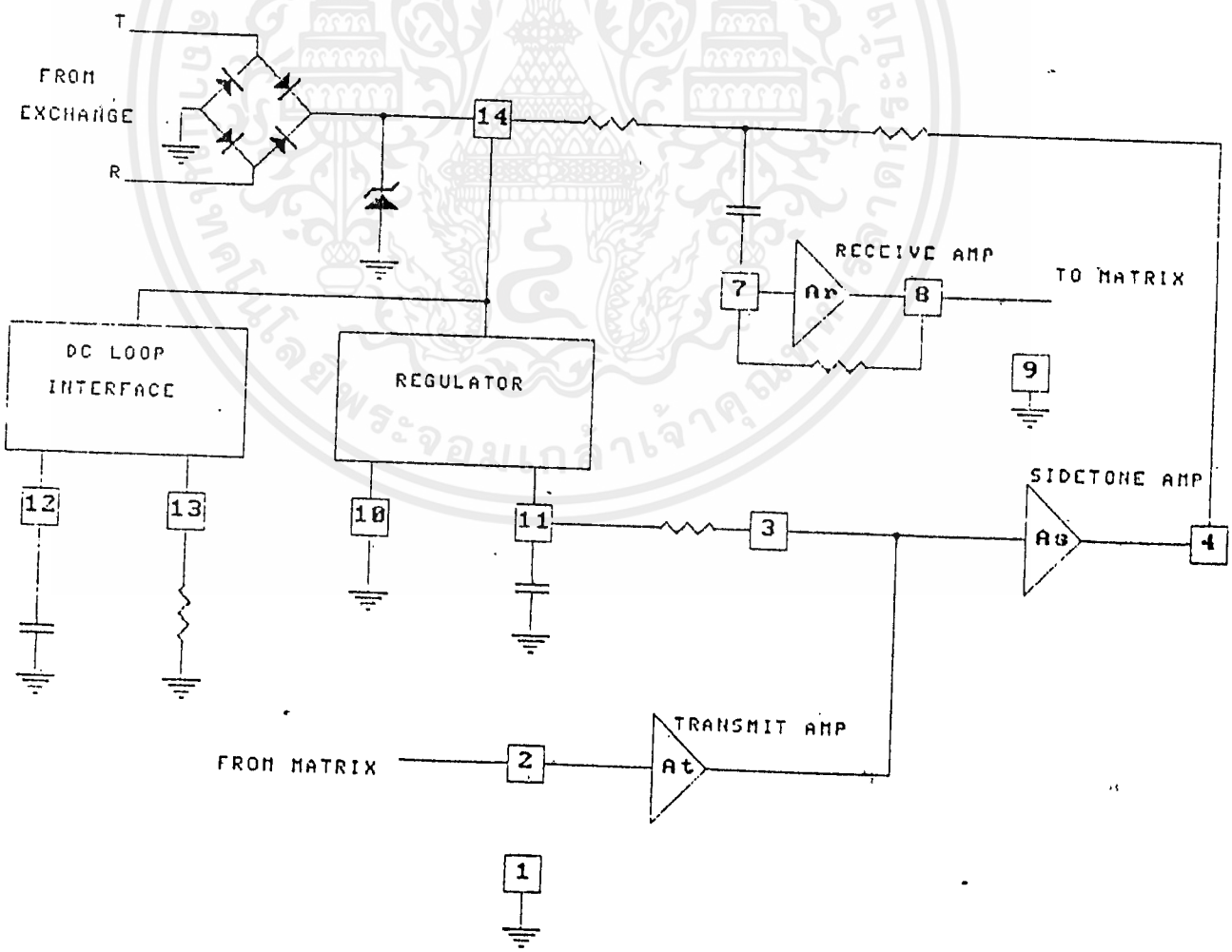



รูปที่ 3 แสดงสัญญานเข้าและออกจากวงจรตรวจจับสัญญานกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ทำหน้าที่รับสายหรือยกหู

ส่วนนี้จะทำหน้าที่เสมือนยกหูโดยอัตโนมัติ เมื่อนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งครบตามที่กำหนดหรือตั้งไว้ โดยภาคประมวลผลจะส่งสัญญาณไปที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ทำงาน ทำให้คู่สายโทรศัพท์ต่อเข้ากับวงจรควบคุมเสียงพูดแบบสองทิศทาง (Two way speech circuit) เพราะเป็นส่วนที่ทำงานเกี่ยวกับเสียงพูดที่เราจะพูดผ่านทางไมโครโฟน หรือสัญญาณเสียงที่จะได้ยินจากคู่สนทนา ซึ่งเป็นหน้าที่ของส่วนนี้โดยตรง ข้อสำคัญในการออกแบบวงจรหน้าที่ควบคุมสัญญาณเสียงนี้ก็คือการแมตชิ่ง อิมพีแดนซ์ ของวงจรซึ่งจะต้องพยามทำให้มีความสมดุลย์กันเพื่อให้การส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพมากที่สุดนั่นเองซึ่งใช้ IC เบอร์ MC 34014 เป็นวงจรควบคุมเสียงพูด(Speech circuit) ในรูปที่ 4 เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรควบคุมเสียงพูดซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญๆคือ วงจรรับสัญญาน วงจรส่งสัญญาน วงจรควบคุมความดังเสียงพูดของตัวเอง(Side tone amplifier) วงจรเชื่อมต่อกับไฟกระแสตรง (DC Loop interface)และวงจรเรกูเลเตอร์




รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของ MC 34014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

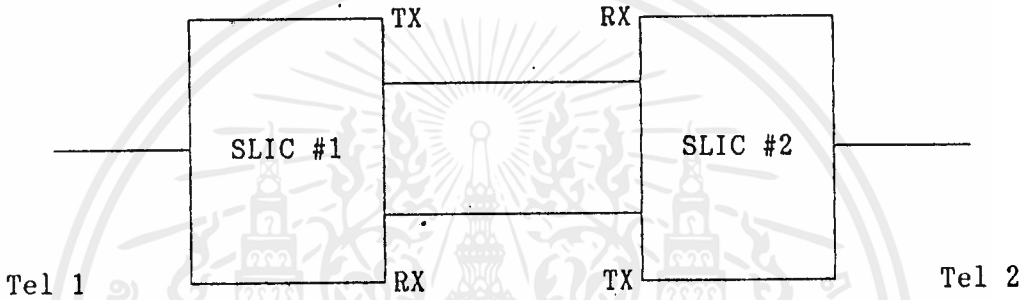
วงจรควบคุมเสียงพูดที่เชื่อมต่อกับสายส่งสัญญาณจากวงจรบริดจ์เรคติไฟร์ จะมีอุปกรณ์จำพวกความต้านทานภายนอก เพื่อปรับอัตราขยายของวงจรรับส่งสัญญาณและควบคุมระดับความดังของเสียงพูดตัวเองตลอดจนการปรับผลตอบสนองความถี่ด้วย

วงจรเชื่อมต่อกับไฟกระแสตรงจะถูกปรับค่าแรงดันได้ด้วย $R_5$ เพื่อชดเชยผลอันเนื่องมาจากความยาวของสายส่งสัญญาณนั่นเอง ส่วนความดังของเสียงพูดที่ผู้พูดได้ยินเสียงตัวเองจะถูกปรับค่าได้ด้วยการปรับค่า $R_2$ IC MC 34014 นี้สามารถทำงานที่ระดับแรงดันไฟเสียงที่ต่ำสุดเท่ากับ 1.5 V จุดนี้เองที่ทำให้วงจรมีความยืดหยุ่นมากในการนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

จากการทดลองสร้างวงจร SLIC ขึ้นมา 2 ชุดด้วยกันแล้วนำมาวงจรทั้ง 2 มาต่อถึงกัน โดยสัญญาณ Transmit ตัวที่ 1 ต่อเข้ากับ Recive ตัวที่ 2 และขาสัญญาณ Transmit ตัวที่ 2 ต่อกับขา Recive ตัวที่ 1 โดยได้ทำการทดลองส่วนต่าง ๆ คือส่วนจ่ายแรงดันให้กับโทรศัพท์ ส่วนขยายสัญญาณเสียง, ส่วนตรวจสอบสภาวะการยกและวางหูโทรศัพท์, ส่วนส่งสัญญาณเสียงออกไปตามคู่สาย, ส่วนป้อน Ringing ให้กับโทรศัพท์




รูปที่ 5.1 แสดงบล็อกการต่อ SLIC เพื่อทดลอง

**ส่วนจ่ายแรงดันให้กับเครื่องโทรศัพท์**

ในสภาวะวางหูโทรศัพท์จะมีแรงดันตกคร่อมสายโทรศัพท์ 23 โวลท์ เมื่อยกหูโทรศัพท์จะมีกระแสไหลวัดแรงดันจะลดลงประมาณ 8 ถึง 10 โวลท์ กระแสที่ไหลในโทรศัพท์วัดได้เท่ากับ 20 mA ทดลองเอาตัวต้านทานต่ออนุกรมกับโทรศัพท์แทนการใช้สายโทรศัพท์ที่ยาวมาก ๆ ผลที่ได้คือ กระแสที่ไหลในโทรศัพท์ยังคงวัดได้เท่ากับ 20 mA เหมือนเดิม

**ส่วนขยายสัญญาณเสียงจากคู่สาย**

การทดลองในส่วนนี้ถ้าเราให้เกณฑ์การขยายมากเกินไปจะเกิดการออสซิลเลตได้ เกณฑ์การขยายสามารถตั้งได้โดยการเพิ่ม และลดค่า $R_{19}$

**ส่วนตรวจสอบสภาวะการยกและวางหูโทรศัพท์**

เมื่อยกหูโทรศัพท์จะให้สภาวะเป็น '0'(0 โวลท์) และขณะวางหูโทรศัพท์จะมีสภาวะเป็น '1'(5 โวลท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนส่งสัญญาณ Ringing ให้กับโทรศัพท์

เมื่อให้อินพุท Ring Enable มีสภาวะเป็น '1' (5 โวลท์) วงจรจะต่อสัญญาณ Ringing 100 โวลท์ เข้ากับเครื่องโทรศัพท์กระดิ่งที่โทรศัพท์จะดัง เมื่อ Ring Enable เป็น '0' วงจรก็จะตัดสัญญาณ Ringing ออกจากเครื่องโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## — สรุป

จากการศึกษาและทดลอง SLIC เป็นภาคแรกที่จะติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับส่วน Switching เป็นตัวจ่ายแรงดันให้กับโทรศัพท์และรับส่งสัญญาณเสียง ในการเดินสายโทรศัพท์ระยะทางไกลทำให้เกิดการลดทอนของสัญญาณเสียง จึงต้องนำสัญญาณที่รับเข้ามาผ่านวงจรขยายสัญญาณให้แรงขึ้นเสียก่อน

การส่งสัญญาณ Ringing ในโครงงานนี้จะใช้ OPTO TRIAC เป็นตัวตัดต่อการส่งสัญญาณ Ringing ไปยังโทรศัพท์ การส่งสัญญาณ Ringing โดยใช้ OPTO TRIAC มีข้อดีคือเวลาส่งจะ RINGING จะไม่ได้ยินเสียงต่อหน้าสัมผัสเหมือน RYLAY และทำให้อายุการใช้งานนานขึ้น ส่วนปล่อย RINGING จะถูกควบคุมด้วย CPU ของส่วน Switching คือที่โทรศัพท์จะได้ยินเสียงกระดิ่ง ดัง 1 วินาที เงียบ 3 วินาที ส่วนการตรวจสภาวะการยกหูโทรศัพท์ CPU จะตรวจสอบว่าถ้ารับสภาวะเข้ามาเป็น '0' แสดงว่ามีการยกหูโทรศัพท์ ถ้าเป็น '1' แสดงว่าโทรศัพท์ยังวางอยู่

ปัญหาที่เกิดขึ้น

ในการประกอบอุปกรณ์ลงแผ่นปริ้นท์เอนกประสงค์ 1 แผง จะมี SLIC อยู่ 4 ตัวด้วยกัน การเดินสายไฟก็ถูกต้องทุกอย่าง แต่วงจรไม่ทำงาน คือ เมื่อต่อโทรศัพท์แล้วยกหูโทรศัพท์ปรากฏว่าไม่มีกระแสไหลในวงจรโทรศัพท์เลย เนื่องจากมีเศษตะกั่วกระเด็นออกมาลัดวงจรที่จุดนั้น ๆ เวลาบัดกรี

การแก้ปัญหาใช้ทินเนอร์ล้างแผ่นปริ้นท์ด้านที่เดินสายไฟให้สะอาด แล้วทายางสนทับลงไปอีกที่หนึ่ง เพื่อกันการลัดวงจรของสายและจุดบัดกรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

ชุดทดลองในการทดลอง ซึ่งได้ออกแบบและทดลองวงจร ผลที่ได้จะเป็นไปตามการออกแบบและสามารถนำไปใช้งานได้ดี ทำการรับส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนผลการทดลองของวงจรที่ทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ได้ถูกต้องตามกฎของการใช้งานของโทรศัพท์ โดยสามารถทำงานได้ทั้ง 4 ชุด ในการทดลองเรามีชุดกำเนิดสัญญาณ DTMF เพียงชุดเดียว การทดลองจึงยังไม่สมบูรณ์ในส่วนที่ต้องการควบคุมจากโปรแกรมอยู่อีกมาก จึงต้องมีการพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะ

ในช่วงแรกวงจรถอดรหัสบางครั้งไม่สามารถทำการถอดรหัสได้ทันเมื่อมีสัญญาณ DTMF เข้ามาในช่วงเวลาสั้นๆ จึงได้แก้ไขวงจรส่วนนี้ใหม่จึงสามารถทำงานได้ทันต่อความต้องการของผู้ใช้

ส่วนปัญหาด้าน SOFTWARE ซึ่งการรับส่งข้อมูลจะเกิดการผิดพลาด เมื่อเซ็ตค่า Baud rate ไม่เหมาะสมกับ Clock ของ CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน OPERATION CONTROL

ในส่วนของชุด CONTROL ชุดนี้จะประกอบไปด้วย LED แสดงสถานะการใช้สาย 256 ดวง KEYS ในการโปรแกรม LCD ในการแสดงสถานะการกดคีย์

_ การแสดงสถานะการใช้สายของ LED

ถ้า LED กระพริบหมายถึงคู่สายภายในเครื่องนั้นกำลังใช้สายติดต่อกันภายในหรือกำลังรับสาย

ถ้า LED กระพริบหมายถึง เครื่องภายในกำลังใช้สายโทรออกสายนอก

ถ้า LED ดับแสดงว่าสายว่าง

_ การใช้งานปุ่มต่าง ๆ

0 - 9 - ปุ่มตัวเลข 0-9 ใช้ในสายของเครื่องให้ไม่สามารถจะ LOCK

LOCK - ใช้สำหรับ LOCK การใช้สายของเครื่องให้ไม่สามารถโทรทั้งสายใน และภายนอก โดยใช้ร่วมกับคีย์ และคีย์

- ใช้สำหรับเลื่อน CURSOR ในการเลือกว่าต้องการ LOCK สายให้ไม่สามารถโทรภายใน หรือ ภายนอกบนจอ LCD

_ ปุ่มนี้ใช้สำหรับกดให้สาย LOCK หรือไม่ LOCK ซึ่งจะเป็นภายในหรือภายนอก ขึ้นอยู่กันตำแหน่ง CURSOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CPU "64180.tbl"
        HOF "INT8"

IL:     EQU 33H
OMCR:   EQU 3EH
CBAR:   EQU 3AH
STACK:  EQU 0FFF0H
VECLOW: EQU 0080H

PADDR:          EQU  87H                ;PORT CONTROL ADDR. M
PSSW1:          EQU  88H                ;PORT SELECT SW IC  M
PSSW2:          EQU  89H                ;PORT SELECT SW IC  M

CNTLA1:         EQU  01H                ;PARAMETER OF ASCI
CNTLB1:         EQU  03H
STAT1:          EQU  05H
TDR1:           EQU  07H
RDR1:           EQU  09H

        ORG 0000H

STRAT:  XOR A
START1: NOP
        DEC A
        JR NZ,START1
        JP INIT

        ORG VECLOW

INT1:   DWL EMPTY
INT2:   DWL EMPTY
PRT0:   DWL EMPTY
PRT1:   DWL EMPTY
DMA0:   DWL EMPTY
DMA1:   DWL EMPTY
CSIO:   DWL EMPTY
ASIC0:  DWL EMPTY
ASIC1:  DWL RXBYTE1

EMPTY:  NOP

        ORG 0100H

INIT:   LD A,0
        OUT0 (38H),A
        OUT0 (39H),A
        LD   A,0F8H
        OUT0 (3AH),A
        LD SP,STACK
        LD HL,VECLOW
        LD A,H
        LD I,A
        LD A,L
        OUT0 (IL),A

        LD   A,6                ;ENABLE EXTERNAL I/P INT1,INT2
        OUT0 (34H),A
        EI                      ;ENABLE ALL MASKABLE INTERRUPTS
        LD   A,64H              ;INIT ASCI CH1
        OUT0 (CNTLA1),A         ;BOUAD RATE 4800
        LD   A,02H              ;START,8,N,1
        OUT0 (CNTLB1),A
        LD   A,8
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือนำไปหาประโยชน์ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ทำการดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        OUT0 (STAT1),A

        LD A,0FFH           ;INITIAL PABX STATUS
        OUT (83H),A
        LD A,0FH
        OUT (84H),A
        XOR A
        OUT (85H),A
        OUT (87H),A
        OUT (88H),A
        OUT (89H),A
        LD A,0FFH
        OUT (86H),A
        CALL CLEAR

BEGIN:  LD A,(TALK1)        ;READ STATUS
        CP 01H              ;IF EXT.1 IS CONNECTING THEN
        JP Z,READY1         ;GOTO READY1 FOR CHECK HANG ON
        CALL RING
        CP 00H
        JP Z,BYPASS
        CALL DTMF
        CALL PAUSE
        CP 00H
        JP Z,OPER
        CALL HOTLINE
        LD A,(T_NUM)
        CALL CHECK_LOCK
        CP 01H
        JR Z,OPER
        LD A,(T_NUM)
        CP 01H
        JP Z,SUB1
        CP 02H
        JP Z,SUB2
        CP 03H
        JP Z,SUB3
        JP OPER

SUB1:   IN A,(80H)
        BIT 0,A             ;CHECK HOOK STATUS OF SUB1
        JP Z,OPER           ;JUMP TO OPER IF BUSY
        LD A,0FEH
        OUT (83H),A         ;ENABLE RINGING TO SUB1
        LD A,1CH
        OUT (86H),A         ;SEND RINGBACK TONE TO EXT.1

RING1:  IN A,(80H)
        BIT 0,A
        JR NZ,RING1
        JP OK               ;IF TEL. HANG UP JUMP TO OK

SUB2:   IN A,(80H)
        BIT 1,A             ;CHECK HOOK STATUS OF SUB2
        JP Z,OPER           ;JUMP TO OPER IF BUSY
        LD A,0FDH
        OUT (83H),A         ;ENABLE RINGING TO SUB2
        LD A,1CH
        OUT (86H),A         ;SEND RINGBACK TONE TO EXT.1

RING2:  IN A,(80H)
        BIT 1,A
        JR NZ,RING2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JP OK                   ;IF TEL. HANG UP JUMP TO OK

SUB3:   IN A,(80H)
        BIT 2,A                 ;CHECK HOOK STATUS OF SUB3
        JP Z,OPER               ;JUMP TO OPER IF BUSY
        LD A,0FBH
        OUT (83H),A             ;ENABLE RINGING TO SUB3
        LD A,1CH
        OUT (86H),A             ;SEND RINGBACK TONE TO EXT.1

RING3:  IN A,(80H)
        BIT 2,A
        JR NZ,RING3
        JP OK                   ;IF TEL. HANG UP JUMP TO OK

OPER:   LD A,04H
        LD (T_NUM),A            ;SET TEL. NUMBER TO 4
        LD A,0F7H
        OUT (83H),A             ;ENABLE RINGING TO SUB4
        LD A,1CH
        OUT (86H),A             ;SEND RINGBACK TONE TO EXT.1

RING4:  IN A,(80H)
        BIT 3,A
        JR NZ,RING4             ;IF TEL. HANG UP THEN OK

OK:     LD A,0FFH
        OUT (83H),A             ;DISABLE RINGING AT SUB.
        OUT (86H),A             ;STOP RINGBACK TONE AT EXT.1
        LD A,(T_NUM)
        DEC A
        OR 0C0H                 ;MASK NUMBER OF TEL. FOR CONNECT TO EXT
        LD (NUM_CONN),A
        CALL SWITCH_ON
        CALL ON_SLIP            ;REPORT TO DISPLAY STATION
        LD HL,TALK1             ;SET TALKING OF EXT.1
        LD (HL),01H

READY1: LD A,(NUMCONNTEL13)
        CP 0C0H                 ;CHECK CONNECTING SUB.1
        JR NZ,NOT1
        IN A,(80H)
        BIT 0,A                 ;CHECK HOOK STATUS OF SUB.1
        JR Z,BYPASS             ;IF HANG ON
        CALL DELAY2
        IN A,(80H)              ;TEST AGAIN
        BIT 0,A                 ;CHECK HOOK STATUS OF SUB.2
        JR Z,BYPASS             ;IF HANG ON
        LD A,0H                 ;THEN
        JP CLR                  ;CUT SW.

NOT1:   LD A,(NUMCONNTEL13)
        CP 0C1H                 ;CHECK CONNECTING SUB.2
        JR NZ,NOT2
        IN A,(80H)
        BIT 1,A                 ;CHECK HOOK STATUS OF SUB.2
        JR Z,BYPASS             ;IF HANG ON
        CALL DELAY2
        IN A,(80H)              ;TEST AGAIN
        BIT 1,A                 ;CHECK HOOK STATUS OF SUB.2
        JR Z,BYPASS             ;IF HANG ON
        LD A,01H                ;THEN
        JP CLR                  ;CUT SW.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NOT2:   LD A,(NUMCONNTEL13)
        CP 0C2H             ;CHECK CONNECTING SUB.3
        JR NZ,NOT3
        IN A,(80H)
        BIT 2,A             ;CHECK HOOK STATUS OF SUB.3
        JR Z,BYPASS         ;IF HANG ON
        CALL DELAY2
        IN A,(80H)          ;TEST AGAIN
        BIT 2,A             ;CHECK HOOK STATUS OF SUB.2
        JR Z,BYPASS         ;IF HANG ON
        LD A,02H            ;THEN
        JP CLR              ;CUT SW.

NOT3:   LD A,(NUMCONNTEL13)
        CP 0C3H             ;CHECK CONNECTING SUB.4
        JR NZ,BYPASS
        IN A,(80H)
        BIT 3,A             ;CHECK HOOK STATUS OF SUB.4
        JR Z,BYPASS         ;IF HANG ON
        CALL DELAY2
        IN A,(80H)          ;TEST AGAIN
        BIT 3,A             ;CHECK HOOK STATUS OF SUB.2
        JR Z,BYPASS         ;IF HANG ON
        LD A,03H            ;THEN

CLR:    PUSH AF
        CALL SWITCH_OFF     ;STOP THE CONVERSATION
        POP AF
        CALL OFF_SLIP       ;REPORT TO DISPLAY STATION
        LD A,0FH
        OUT (84H),A         ;STOP HOLDING
        LD HL,TALK1         ;CLEAR TALKING OF EXT.1
        LD (HL),00H

BYPASS: JP BEGIN

;*************************************************************
HOTLINE: LD A,01H
        OUT (85H),A          ;ENABLE DATA OF DTMF.1
        NOP                  ;WAIT FOR TONE DATA
        NOP
        NOP
        IN A,(82H)
        AND 0FH              ;MASK NUMBER OF TEL.
        LD (T_NUM),A         ;KEEP TEL. NUMBER
        XOR A
        OUT (85H),A          ;DISABLE TONE OUTPUT OF DTMF.1
        RET
;*************************************************************
PAUSE:  PUSH BC
        LD B,0FFH            ;SET COUNTER FOR WAIT INTERNAL LINE NUM
WAIT:   IN A,(82H)
        BIT 4,A              ;CHECK STD1 OF DTMF.1
        JR NZ,WAIT1          ;IF HAS STD THEN CONNECT HOT LINE
        CALL DELAY
        DEC B
        JR NZ,WAIT
        LD A,00H             ;NO DTMF
        JR WAIT2
WAIT1:  LD A,01H             ;HAVE DTMF
WAIT2:  POP BC
        RET
;*************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DTMF:   LD A,1FH
        OUT (84H),A          ;HOLD EXT. LINE 1
        LD A,80H
        OUT (89H),A          ;STROBE MC 145100
        XOR A
        OUT (87H),A          ;DATA IN LOGIC LOW
        LD A,80H
        OUT (87H),A          ;DATA IN LOGIC HIGH
        XOR A
        OUT (89H),A          ;CLEAR STROBE
        RET
;*************************************************************
RING:   PUSH BC
        IN A,(81H)
        BIT 4,A              ;CHECK EXT. LINE 1 STATUS
        JP NZ,RG2
        CALL DELAY1
        IN A,(81H)
        BIT 4,A
        JR NZ,RG2
        LD A,01H             ;RINGING OK
        JR RG3
RG2:    LD A,00H             ;NO RINGING
RG3:    POP BC
        RET
;*************************************************************
DELAY:  PUSH BC
        LD B,40H
DA2:    LD C,0FFH
DA3:    DEC C
        JR NZ,DA3
        DJNZ DA2
        POP BC
        RET

DELAY1: PUSH BC
        LD B,0F0H
DA21:   LD C,0FFH
DA31:   DEC C
        JR NZ,DA31
        DJNZ DA21
        POP BC
        RET

DELAY2: CALL DELAY1
        CALL DELAY1
        CALL DELAY1
        CALL DELAY1
        RET

;*************************************************************
CLEAR:  LD B,0FFH
        LD HL,T_NUM
        XOR A
CLEAR1: LD (HL),A
        INC HL
        DJNZ CLEAR1
        RET
;*************************************************************

ON_SLIP:LD A,"#"
        CALL TXBYTE
        LD A,(T_NUM)
        DEC A
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LD A,"Z"
        CALL TXBYTE
        RET

;*************************************************************

OFF_SLIP: PUSH AF
          LD A,"#"
          CALL TXBYTE
          POP  AF
          CALL TXBYTE
          LD A,"F"
          CALL TXBYTE
          LD A,"I"
          CALL TXBYTE
          LD A,"Z"
          CALL TXBYTE
          RET

;*************************************************************************
;#########################################################################
;#  PROGRAM CONTROL SWITCHING
;#     INPUT  > NUMBER TELEPHONE TO CONNECT
;#     OUTPUT > ADDR.SW, NUM.SW
;#  PROGRAMMER BY MR.AEKASIT SURAPHAK
;#########################################################################

  SWITCH_ON:      CALL SAVECONN
                  CALL FIND_SW
                  CALL SW_ON                    ;OUT DATA CONTROL
                  LD   A,(NUM_CONN)
                  RLCA                          ;SWAP TEL1,TEL2
                  RLCA
                  RLCA
                  RLCA
                  LD   HL,NUM_CONN              ;SAVE TO NUM CONNECT
                  LD   (HL),A
                  CALL FIND_SW
                  CALL SW_ON
                  RET
;*************************************************************************
;*************************************************************************
  SWITCH_OFF:     LD   HL,NUMCONNTEL1           ;GET INPUT NUM TEL I
                  LD   DE,0
                  LD   E,A
                  ADD  HL,DE

                  LD   A,(HL)                   ;PUT NUMTEL FOR OFF
                  LD   HL,NUM_CONN
                  LD   (HL),A

                  CALL FIND_SW
                  CALL SW_OFF                   ;OUT DATA CONTROL
                  LD   A,(NUM_CONN)
                  RLCA                          ;SWAP TEL1,TEL2
                  RLCA
                  RLCA
                  RLCA
                  LD   HL,NUM_CONN              ;SAVE TO NUM CONNECT
                  LD   (HL),A
                  CALL FIND_SW
                  CALL SW_OFF
                  RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************
FIND_SW:        LD    HL,NUMSW                ;CLEAR NUMBER SWITCH
                LD    (HL),00H

                LD    A,(NUM_CONN)            ;MASK NUMBER TEL1
                AND   0F0H
                RLCA
                RLCA
                RLCA
                RLCA
                CALL  COMPUTE_ROW

                CP    0
                JR    Z,ROW1
                CP    1
                JR    Z,ROW2
                CP    2
                JR    Z,ROW3
                CP    3
                JR    Z,ROW4
                RET

ROW1:           LD    A,(NUM_CONN)
                AND   0FH
                CALL  COMPUTE_COL
                CP    0
                JP    Z,SET_ADDR0
                CP    1
                JP    Z,SET_ADDR1
                CP    2
                JP    Z,SET_ADDR2
                CP    3
                JP    Z,SET_ADDR3
                RET

ROW2:           LD    A,(NUM_CONN)
                AND   0FH
                CALL  COMPUTE_COL
                CP    0
                JP    Z,SET_ADDR4
                CP    1
                JP    Z,SET_ADDR5
                CP    2
                JP    Z,SET_ADDR6
                CP    3
                JP    Z,SET_ADDR7
                RET

ROW3:           LD    A,(NUM_CONN)
                AND   0FH
                CALL  COMPUTE_COL
                CP    0
                JP    Z,SET_ADDR8
                CP    1
                JP    Z,SET_ADDR9
                CP    2
                JP    Z,SET_ADDR10
                CP    3
                JP    Z,SET_ADDR11
                RET

ROW4:           LD    A,(NUM_CONN)
                AND   0FH
                CALL  COMPUTE_COL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CP    0
                JP    Z,SET_ADDR12
                CP    1
                JP    Z,SET_ADDR13
                CP    2
                JP    Z,SET_ADDR14
                CP    3
                JP    Z,SET_ADDR15
                RET

COMPUTE_ROW:    ADD   A,00H                    ;CLEAR CY
                CP    4
                JR    C,ENDR
                INC   (HL)
                INC   (HL)
                INC   (HL)
                INC   (HL)
                SUB   4
                JR    COMPUTE_ROW
ENDR:           RET                            ;RETURN VALUE BY A

;*****************************************************************************
COMPUTE_COL:    ADD   A,00H                    ;CLEAR CARRY FLAG
                CP    4                        ;IF COL > 4 THEN
                JR    C,ENDC
                INC   (HL)                     ;INC NUMSW
                SUB   4
                JR    COMPUTE_COL
ENDC:           RET                            ;RETURN VALUE BY A

;*****************************************************************************
SET_ADDR0:      LD    HL,CON_ADDR              ;SAVE ADDR TO VAR ADI
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR1:      LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    01H
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR2:      LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    02H
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR3:      LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    03H
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR4:      LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    04H
                LD    (HL),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

SET_ADDR5:      LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    05H
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR6:      LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    06H
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR7:      LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    07H
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR8:      LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    08H
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR9:      LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    09H
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR10:     LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    0AH
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR11:     LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    0BH
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR12:     LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    0CH
                LD    (HL),A
                RET

SET_ADDR13:     LD    HL,CON_ADDR
                LD    A,(HL)
                AND   0F0H
                OR    0DH
                LD    (HL),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    RET

SET_ADDR14:         LD    HL,CON_ADDR
                    LD    A,(HL)
                    AND   0F0H
                    OR    0EH
                    LD    (HL),A
                    RET

SET_ADDR15:         LD    HL,CON_ADDR
                    LD    A,(HL)
                    AND   0F0H
                    OR    0FH
                    LD    (HL),A
                    RET

;*****************************************************************************
SAVECONN:           LD    A,(NUM_CONN)                ;SAVE NUM TEL1,TEL2
                    RLCA                              ;WHICH CONNECT
                    RLCA
                    RLCA
                    RLCA
                    LD    C,A
                    AND   0FH

                    LD    DE,0                        ;ADD NUM TEL WITH HE
                    LD    E,A                         ;BUFFER IS POINTER T
                    LD    HL,NUMCONNTEL1              ;DATA
                    ADD   HL,DE

                    LD    A,(NUM_CONN)
                    LD    (HL),A

                    AND   0FH                         ;SAVE NUM TEL2,TEL1
                    LD    DE,0
                    LD    E,A
                    LD    HL,NUMCONNTEL1
                    ADD   HL,DE

                    LD    A,C
                    LD    (HL),A

                    RET

;*****************************************************************************
SW_ON:              LD    A,(CON_ADDR)                ;SET ADDR OF SWITCH
                    OUT   (PADDR),A

                    LD    HL,SEL_SW2                  ;SET PIN STROBE "1"
                    SET_  7,(HL)
                    LD    A,(HL)
                    OUT   (PSSW2),A

                    LD    HL,STAT_DATA_IN
                    LD    (HL),"N"
                    CALL  SEL_BIT                     ;SET DATA IN SELECT
                    NOP                               ;NUM SWITCH "1"
                    NOP

                    LD    HL,SEL_SW2                  ;SET PIN STROBE "0"
                    RES   7,(HL)
                    LD    A,(HL)
                    OUT   (PSSW2),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

;*****************************************************************
SEL_BIT:        LD    A,(NUMSW)                ;CHECK NUM SWITCH
                ADD   A,00H                      ;IF >= 8 THEN
                CP    8                        ;JMP TO SELSW2
                JR    NC,SELSW2

                LD    HL,SEL_SW1
                CP    00H
                JP    Z,SEL0
                CP    01H
                JP    Z,SEL1
                CP    02H
                JP    Z,SEL2
                CP    03H
                JP    Z,SEL3
                CP    04H
                JP    Z,SEL4
                CP    05H
                JP    Z,SEL5
                CP    06H
                JP    Z,SEL6
                CP    07H
                JP    Z,SEL7
                RET

SELSW2:         LD    HL,SEL_SW2
                CP    08H
                JP    Z,SEL8
                CP    09H
                JP    Z,SEL9
                CP    0AH
                JP    Z,SEL10
                CP    0BH
                JP    Z,SEL11
                CP    0CH
                JP    Z,SEL12
                CP    0DH
                JP    Z,SEL13
                CP    0EH
                JP    Z,SEL14
                RET

SEL0:           LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
                JR    Z,SEL_ON0
                CP    "F"
                JR    Z,SEL_OFF0
                RET

SEL_ON0:        SET_  0,(HL)                   ;SET BIT DATA IN OF
                LD    A,(HL)                   ;SWITCH MC 142100
                OUT   (PSSW1),A
                RET

SEL_OFF0:       RES   0,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW1),A
                RET

SEL1:           LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

SEL_ON1:        SET_ 1,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW1),A
                RET

SEL_OFF1:       RES  1,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW1),A
                RET

SEL2:           LD   A,(STAT_DATA_IN)
                CP   "N"
                JR   Z,SEL_ON2
                CP   "F"
                JR   Z,SEL_OFF2
                RET

SEL_ON2:        SET_ 2,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW1),A
                RET

SEL_OFF2:       RES  2,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW1),A
                RET

SEL3:           LD   A,(STAT_DATA_IN)
                CP   "N"
                JR   Z,SEL_ON3
                CP   "F"
                JR   Z,SEL_OFF3
                RET

SEL_ON3:        SET_ 3,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW1),A
                RET

SEL_OFF3:       RES  3,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW1),A
                RET

SEL4:           LD   A,(STAT_DATA_IN)
                CP   "N"
                JR   Z,SEL_ON4
                CP   "F"
                JR   Z,SEL_OFF4
                RET

SEL_ON4:        SET_ 4,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW1),A
                RET

SEL_OFF4:       RES  4,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW1),A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SEL5:           LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
                JR    Z,SEL_ON5
                CP    "F"
                JR    Z,SEL_OFF5
                RET

SEL_ON5:        SET_  5,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW1),A
                RET

SEL_OFF5:       RES   5,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW1),A
                RET

SEL6:           LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
                JR    Z,SEL_ON6
                CP    "F"
                JR    Z,SEL_OFF6
                RET

SEL_ON6:        SET_  6,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW1),A
                RET

SEL_OFF6:       RES   6,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW1),A
                RET

SEL7:           LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
                JR    Z,SEL_ON7
                CP    "F"
                JR    Z,SEL_OFF7
                RET

SEL_ON7:        SET_  7,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW1),A
                RET

SEL_OFF7:       RES   7,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW1),A
                RET

SEL8:           LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
                JR    Z,SEL_ON8
                CP    "F"
                JR    Z,SEL_OFF8
                RET

SEL_ON8:        SET_  0,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW2),A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SEL_OFF8:       RES   0,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW2),A
                RET

SEL9:           LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
                JR    Z,SEL_ON9
                CP    "F"
                JR    Z,SEL_OFF9
                RET

SEL_ON9:        SET_  1,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW2),A
                RET

SEL_OFF9:       RES   1,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW2),A
                RET

SEL10:          LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
                JR    Z,SEL_ON10
                CP    "F"
                JR    Z,SEL_OFF10
                RET

SEL_ON10:       SET_  2,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW2),A
                RET

SEL_OFF10:      RES   2,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW2),A
                RET

SEL11:          LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
                JR    Z,SEL_ON11
                CP    "F"
                JR    Z,SEL_OFF11
                RET

SEL_ON11:       SET_  3,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW2),A
                RET

SEL_OFF11:      RES   3,(HL)
                LD    A,(HL)
                OUT   (PSSW2),A
                RET

SEL12:          LD    A,(STAT_DATA_IN)
                CP    "N"
                JR    Z,SEL_ON12
                CP    "F"
                JR    Z,SEL_OFF12
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SEL_ON12:       SET_ 4,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW2),A
                RET

SEL_OFF12:      RES  4,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW2),A
                RET

SEL13:          LD   A,(STAT_DATA_IN)
                CP   "N"
                JR   Z,SEL_ON13
                CP   "F"
                JR   Z,SEL_OFF13
                RET

SEL_ON13:       SET_ 5,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW2),A
                RET

SEL_OFF13:      RES  5,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW2),A
                RET

SEL14:          LD   A,(STAT_DATA_IN)
                CP   "N"
                JR   Z,SEL_ON14
                CP   "F"
                JR   Z,SEL_OFF14
                RET

SEL_ON14:       SET_ 6,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW2),A
                RET

SEL_OFF14:      RES  6,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW2),A
                RET

;*****************************************************************************

SW_OFF:         LD   A,(CON_ADDR)           ;SET ADDR OF SWITCH
                OUT  (PADDR),A

                LD   HL,SEL_SW2             ;SET PIN STROBE "1"
                SET_ 7,(HL)
                LD   A,(HL)
                OUT  (PSSW2),A

                LD   HL,STAT_DATA_IN
                LD   (HL),"F"
                CALL SEL_BIT                ;SET DATA IN SELECT
                NOP                         ;NUM SWITCH "1"
                NOP

                LD   HL,SEL_SW2             ;SET PIN STROBE "0"
                RES  7,(HL)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                OUT   (PSSW2),A

                RET

;*****************************************************************************

;#############################################################
;*************** INTERRUPT SERVICE ROUTINE *******************
;#############################################################

;***** THIS FUNCTION IS ASCI INTERRUPT SERVICE ROUTINE *****

RXBYTE1:        DI
                PUSH AF
                PUSH BC
                PUSH DE
                PUSH HL
                PUSH IX
                PUSH IY

                LD    A,"#"           ;MARKER SET TABLE
                LD    HL,MARK_TABLE
                CP    (HL)
                JR    Z,NO_MARK

                LD    A,"#"           ;MARK HEAD TABLE
                LD    (HL),A
                LD    HL,BUFFER       ;SET HEAD OF BUFFER
                LD    (HEAD),HL

NO_MARK:        LD    HL,(HEAD)       ;LOAD DATA TO BUFFER
WAIT_RX:        IN0   E,(STAT1)       ;CHKECK RDR READY
                BIT   7,E
                JR    Z,WAIT_RX

                IN0   A,(RDR1)
                LD    (HL),A
                LD    B,A             ;SAVE DATA FORM ASCI

                EX    DE,HL           ;SAVE PRESENT HEAD
                LD    HL,CNT_BUFF     ;WHEN USE IIL
                INC   (HL)
                LD    A,(CNT_BUFF)    ;CHECK END OF TX
                CP    7
                JR    C,NO_CMD


                LD    A,B
                CP    "Z"
                JR    Z,COMMAND
                JR    C_B_M

NO_CMD:         EX    DE,HL
                INC   HL              ;SAVE HEAD WHEN NO COMMAND
                LD    (HEAD),HL       ;INC POINTER

                POP   IY              ;RETURN VALUE REGISTER
                POP   IX
                POP   HL
                POP   DE
                POP   BC
                POP   AF
                EI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    RETI
;***************** END OF ASCI INTERRUPT ********************

  COMMAND:          CALL SET_BIT_INT
                    CALL SET_BIT_EXT

  C_B_M:            LD   B,10H          ;CLEAR BUFFER
                    LD   A,00H
                    LD   HL,BUFFER
  CLEAR_B:          LD   (HL),A
                    INC  HL
                    DJNZ CLEAR_B

                    LD   HL,MARK_TABLE ;CLEAR MARKER
                    LD   (HL),00H
                    LD   HL,CNT_BUFF   ;CLEAR COUNTER BUFFER WHEN FULL
                    LD   (HL),00H

                    POP  IY             ;RETURN VALUE REGISTER
                    POP  IX
                    POP  HL
                    POP  DE
                    POP  BC
                    POP  AF
                    EI
                    RETI
;***************** EDN OF ASCI INTERRUPT *************
;################## FUNCTION OF RXBYTE1 ################

SET_BIT_INT:        LD   HL,STATUS_LOCK
                    LD   (HL),"I"
                    LD   HL,CNT_BYTE
                    LD   (HL),00H

                    LD   A,(BUFFER+2)
                    CP   "N"
                    JR   Z,SET_ON
                    CP   "F"
                    JR   Z,SET_OFF
                    RET

SET_ON:             LD   A,(BUFFER+1)
                    CALL COMPUTE_BIT
                    CALL SET_BIT_ON
                    RET

SET_OFF:            LD   A,(BUFFER+1)
                    CALL COMPUTE_BIT
                    CALL SET_BIT_OFF
                    RET

;*****************************************************

SET_BIT_EXT:        LD   HL,STATUS_LOCK
                    LD   (HL),"E"
                    LD   HL,CNT_BYTE
                    LD   (HL),00H

                    LD   A,(BUFFER+4)
                    CP   "N"
                    JR   Z,SET_ON1
                    CP   "F"
                    JR   Z,SET_OFF1
                    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SET_ON1:        LD    A,(BUFFER+1)
                CALL  COMPUTE_BIT
                CALL  SET_BIT_ON
                RET

SET_OFF1:       LD    A,(BUFFER+1)
                CALL  COMPUTE_BIT
                CALL  SET_BIT_OFF
                RET

;*************************************************

  COMPUTE_BIT:  LD    HL,CNT_BYTE    ;SET COUNTER
                ADD   A,00H          ;CLEAR CARRY FLAG
  LOOP_C:       CP    08H
                JR    C,END_COMPUTE
                SUB   08H
                INC   (HL)
                JR    LOOP_C
  END_COMPUTE:  RET                  ;PASS VALUE BY A

;***************** END OF COMPUTE ********************

   SET_BIT_ON:  CP    00H
                JR    Z,SET_BIT7
                CP    01H
                JR    Z,SET_BIT6
                CP    02H
                JR    Z,SET_BIT5
                CP    03H
                JR    Z,SET_BIT4
                CP    04H
                JR    Z,SET_BIT3
                CP    05H
                JR    Z,SET_BIT2
                CP    06H
                JR    Z,SET_BIT1
                CP    07H
                JR    Z,SET_BIT0
                RET

  SET_BIT7:     CALL  ADDRESS
                SET_ 7,(HL)
                RET

  SET_BIT6:     CALL  ADDRESS
                SET_ 6,(HL)
                RET

  SET_BIT5:     CALL  ADDRESS
                SET_ 5,(HL)
                RET

  SET_BIT4:     CALL  ADDRESS
                SET_ 4,(HL)
                RET

  SET_BIT3:     CALL  ADDRESS
                SET_ 3,(HL)
                RET

  SET_BIT2:     CALL  ADDRESS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SET_ 2,(HL)
                RET

SET_BIT1:       CALL ADDRESS
                SET_ 1,(HL)
                RET

SET_BIT0:       CALL ADDRESS
                SET_ 0,(HL)
                RET

ADDRESS:        LD   A,(CNT_BYTE) ;SET ADDRESS OF BYTE TO SET BIT
                LD   E,A
                LD   D,00H

                LD   A,(STATUS_LOCK) ;CHECK INT ,EXT
                CP   "I"
                JR   Z,INT
                CP   "E"
                JR   Z,EXT
                RET

INT:            LD   HL,STATUS_LOCK
                LD   (HL),00H
                LD   HL,TABLE1
                JR   ADD

EXT:            LD   HL,STATUS_LOCK
                LD   (HL),00H
                LD   HL,TABLE2

ADD:            ADD  HL,DE
                RET                    ;PASS VALUE BY HL
;***************** END OF SET_BIT_ON ***************************

SET_BIT_OFF:    CP   00H
                JR   Z,RES_BIT7
                CP   01H
                JR   Z,RES_BIT6
                CP   02H
                JR   Z,RES_BIT5
                CP   03H
                JR   Z,RES_BIT4
                CP   04H
                JR   Z,RES_BIT3
                CP   05H
                JR   Z,RES_BIT2
                CP   06H
                JR   Z,RES_BIT1
                CP   07H
                JR   Z,RES_BIT0
                RET

RES_BIT7:       CALL ADDRESS
                RES  7,(HL)
                RET

RES_BIT6:       CALL ADDRESS
                RES  6,(HL)
                RET

RES_BIT5:       CALL ADDRESS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    RET

RES_BIT3:           CALL ADDRESS
                    RES  3,(HL)
                    RET

RES_BIT2:           CALL ADDRESS
                    RES  2,(HL)
                    RET

RES_BIT1:           CALL ADDRESS
                    RES  1,(HL)
                    RET

RES_BIT0:           CALL ADDRESS
                    RES  0,(HL)
                    RET
;***************** END OF SET_BIT_OFF ***********************

;*****************************************************************************

TEST_BIT:           CP   00H
                    JR   Z,BIT_7
                    CP   01H
                    JR   Z,BIT_6
                    CP   02H
                    JR   Z,BIT_5
                    CP   03H
                    JR   Z,BIT_4
                    CP   04H
                    JR   Z,BIT_3
                    CP   05H
                    JR   Z,BIT_2
                    CP   06H
                    JR   Z,BIT_1
                    CP   07H
                    JR   Z,BIT_0
                    RET

BIT_7:              CALL ADDRESS
                    BIT  7,(HL)
                    RET

BIT_6:              CALL ADDRESS
                    BIT  6,(HL)
                    RET

BIT_5:              CALL ADDRESS
                    BIT  5,(HL)
                    RET

BIT_4:              CALL ADDRESS
                    BIT  4,(HL)
                    RET

BIT_3:              CALL ADDRESS
                    BIT  3,(HL)
                    RET

BIT_2:              CALL ADDRESS
                    BIT  2,(HL)
                    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

BIT_0:          CALL ADDRESS
                BIT  0,(HL)
                RET

;*****************************************************************

TXBYTE:         IN0  E,(STAT1)      ;GET VALUE BY REG. A
                BIT  1,E
                JR   Z,TXBYTE
                OUT0 (TDR1),A
                CALL DELAY
                RET

;*****************************************************************

CHECK_LOCK:     LD   HL,STATUS_LOCK
                LD   (HL),"I"
                LD   HL,CNT_BYTE    ;CLEAR CNT BYTE
                LD   (HL),00H
                CALL COMPUTE_BIT
                CALL TEST_BIT
                JR   NZ,CH1
                LD   A,00H          ;UNLOCK
                JR   CH2
CH1:            LD   A,01H          ;LOCK
CH2:            RET                 ;SEND STATUS BY ZERO FLAG

;*****************************************************************

                ORG  8000H

T_NUM:          DFB  00H                    ;NUMBER OF TEL. FROM
TALK1:          DFB  00H                    ;HOLDING STATUS EXTE
NUM_CONN:       DFB  00H                    ;NUMBER TEL1,TEL2 TO
NUMSW:          DFB  00H                    ;NUMBER SWITCH
CON_ADDR:       DFB  00H                    ;DATA TO CONTROL DTM
SEL_SW1:        DFB  00H                    ;DATA IN CONTROL SW
SEL_SW2:        DFB  00H                    ;DATA IN CUNTROL SW
STAT_DATA_IN:   DFB  00H                    ;SHOW STATE OF PIN D

STATUS_LOCK:    DFB  00H
MARK_TABLE:     DFB  00H                    ;POINTOR TO HEAD TAB
CNT_BUFF:       DFB  00H                    ;COUNTER OF NUMBER B
CNT_BYTE:       DFB  00H                    ;COUNTER ADDRESS OF
HEAD:           DWL  00H                    ;PARAMETER OF ASCI

;************************ FOR FUNCTION SWITCH OFF **********************
NUMCONNTEL1:    DFB  00H                    ;NUM TEL CONN WITH T
NUMCONNTEL2:    DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL3:    DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL4:    DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL5:    DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL6:    DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL7:    DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL8:    DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL9:    DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL10:   DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL11:   DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL12:   DFB  00H                    ;       ----
NUMCONNTEL13:   DFB  00H                    ;       ----
```

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NUMCONNTEL14:   DFB   00H                              ;          ----
NUMCONNTEL15:   DFB   00H                              ;          ----
NUMCONNTEL16:   DFB   00H                              ;          ----

TABLE1:         DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H  ;STA
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H

TABLE2:         DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H  ;STA
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H

BUFFER:         DFS   10


                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CPU "64180.TBL"
                HOF "INT8"
                ORG  0000H

CNTLA1:         EQU  01H          ;PARAMETER OF ASCI
CNTLB1:         EQU  03H
STAT1:          EQU  05H
TDR1:           EQU  07H
RDR1:           EQU  09H
                                  ;PARAMETER OF LCD
PSIGN:          EQU  0C0H        ;WRITE INSTRUCTION CODE
PDATA:          EQU  0C2H        ;WRITE DATA TO DD RAM
PREAD:          EQU  0C4H        ;READ BESY FLAG ADN ADDRESS
PDATA1:         EQU  0C6H        ;READ DATA FORM DD RAM

PORT_A:         EQU  0E0H         ;PORT NUMBER
PORT_B:         EQU  0E1H
PORT_C:         EQU  0E2H
INIT_PORT:      EQU  0E3H

KEY1:           EQU  00H          ;CONSTANT OF KEYS
KEY2:           EQU  01H
KEY3:           EQU  02H
KEY4:           EQU  03H
KEY5:           EQU  04H
KEY6:           EQU  05H
KEY7:           EQU  06H
KEY8:           EQU  07H
KEY9:           EQU  08H
KEY10:          EQU  09H
KEY11:          EQU  0AH
KEY12:          EQU  0BH
KEY13:          EQU  0CH
KEY14:          EQU  0DH
KEY15:          EQU  0EH
KEY16:          EQU  0FH
KEY17:          EQU  10H
KEY18:          EQU  11H
KEY19:          EQU  12H
KEY20:          EQU  13H

                JP   INITIAL

;***************** INTERRUPT VECTER ************************************
                ORG  0080H
INTVECT:
INT1:           DWL  EMPTY
INT2:           DWL  KBD_HIT
PRT0:           DWL  EMPTY
PRT1:           DWL  EMPTY
DMA0:           DWL  EMPTY

DMA1:           DWL  EMPTY
CSIO:           DWL  EMPTY
ASCI0:          DWL  EMPTY
ASCI1:          DWL  RXBYTE1

EMPTY:          SLP
                RETI

                ORG  100H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INITIAL:
                LD    A,8                ;SET MMU
                OUT0  (38H),A
                OUT0  (39H),A
                LD    A,0F8H
                OUT0  (3AH),A
                LD    SP,0FFF0H

                LD    A,89H              ;INITIAL PORT CONTROL OF MA
                OUT   (INIT_PORT),A      ;PORT A,B O/P    C I/P

                LD    A,0
                OUT   (PORT_A),A
                LD    A,3
                CALL  EN_PULSE


                LD    HL,STATUS_LOCK     ;CLEAR VARIABLE
                LD    B,0F0H
CLRVAR:         LD    (HL),00H
                INC   HL
                DJNZ  CLRVAR

                JP    BEGIN

TAB1:           DFB "#KING MONGKUT'S#"   ; DATA OF LCD DISPLAY
                DFB "# INSTITUTE OF #"
                DFB "# TECHNOLOGY   #"
                DFB "# LADKRABANG   #"

TAB2:           DFB "LOCK PHONE # ___"
                DFB "STATUS     LOCK  "
                DFB "INTERNAL         "
                DFB "EXTERNAL         "

TAB3:           DFB " PRIVATE >>>>>>>"
                DFB " AUTOMATIC >>>>>"
                DFB " BRANCH >>>>>>>>"
                DFB " EXCHANGE >>>>>>"

T_ON:           DFB  "ON    "

T_OFF:          DFB  "OFF   "



BEGIN:          LD    HL,INTVECT         ;UPPER VECT BYTE
                LD    A,H
                LD    I,A
                LD    A,L
                OUT0  (33H),A            ;INTVECT LOW IL

                LD    A,6                ;ENABLE EXTERNAL I/P INT1,INT2
                OUT0  (34H),A
                EI                       ;ENABLE ALL MASKABLE INTERRUPTS

                LD    A,64H              ;INIT ASCI CH1
                OUT0  (CNTLA1),A         ;BOUAD RATE 4800
                LD    A,21H              ;START,8,N,1
                OUT0  (CNTLB1),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LD    A,8
                OUT0  (STAT1),A


LOGO:           CALL  INITLCD       ;SHOW LOGO ON LCD DISPLAY
                LD    HL,TAB1
                LD    A,1
                CALL  WRLINE
                LD    A,2
                CALL  WRLINE
                LD    A,3
                CALL  WRLINE
                LD    A,4
                CALL  WRLINE

                CALL  DELAY1
                CALL  DELAY1
                CALL  DELAY1
                CALL  DELAY1
                CALL  DELAY1
                CALL  DELAY1

                LD    HL,TAB3
                LD    A,1
                CALL  WRLINE
                LD    A,2
                CALL  WRLINE
                LD    A,3


                CALL  WRLINE
                LD    A,4
                CALL  WRLINE

;***************** LOOP SCAN DISPLAY LED **********************

RESET_CNT_B:    LD    E,0           ;RESET CNT BLINK
SCAN:           LD    A,04H         ;CLEAR HARDWARE CNT
                CALL  EN_PULSE
                LD    HL,CNT_ROW    ;CLEAR SOFTWARE CNT
                LD    (HL),00H
                LD    IX,TABLE1     ;SET INDEX TO HEAD TABLE
                LD    IY,TABLE2

SCAN1:          LD    HL,S_BLINK
                LD    A,0FFH
                CP    (HL)
                JR    NZ,OUT1
                CALL  BLINK
                JR    OUT2

OUT1:           LD    A,(IX+0)      ;OUT DATA COL1
OUT2:           OUT   (PORT_A),A
                LD    A,01H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

                CALL  EN_PULSE
                INC   IX            ;INC INDEX
                INC   IY
```

```
                LD    HL,S_BLINK
                LD    A,0FFH
                CP    (HL)
                JR    NZ,OUT3
                CALL  BLINK
                JR    OUT4

OUT3:           LD    A,(IX+0)        ;OUT DATA COL2
OUT4:           OUT   (PORT_A),A
                LD    A,02H
                CALL  EN_PULSE
                INC   IX              ;INC INDEX
                INC   IY

                CALL  DELAY

                XOR   A               ;CLEAR LED BEFOR OUT
                OUT   (PORT_A),A      ;NEW ROW
                LD    A,03H
                CALL  EN_PULSE



                LD    A,08H
                CALL  EN_PULSE        ;INC HARDWARE CNT
                LD    HL,CNT_ROW      ;INC SOFTWARE CNT
                INC   (HL)

                LD    A,10H           ;CHECK END OF ROW
                CP    (HL)
                JR    NZ,SCAN1

                INC   E               ;CHECK CNT BLINK
                LD    A,12H
                CP    E

                JR    NZ,SCAN
                LD    HL,S_BLINK      ;TOGGLE STATUS BLINK
                LD    A,(HL)
                XOR   0FFH
                LD    (HL),A
                JR    RESET_CNT_B

;***************** END   LOOP SCAN DISPLAY **********************

BLINK:          LD    A,(IX+0)        ;TOGGLE BIT BLINK
                LD    B,(IY+0)



                XOR   B
                RET

EN_PULSE:       OUT   (PORT_B),A      ;GENERATE PULSE
                LD    B,06H
EP1:            DJNZ  EP1
                XOR   A
                OUT   (PORT_B),A
                RET

DELAY:          LD    B,1
DEL:            NOP
                PUSH  BC
                LD    B,0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DEL1:           NOP
                DJNZ DEL1
                POP  BC
                DJNZ DEL
                RET

DELAY1:         LD   B,0
DEL2:           NOP
                PUSH BC
                LD   B,0


DEL3:           NOP
                DJNZ DEL3
                POP  BC
                DJNZ DEL2
                RET

;############  FUNCTION OF LCD  ###############
;**********  INITIAL LCD DISPLAY  *************

INITLCD:        LD A,00111000B          ;function set 38H
                                        ;DL=1 8 bit,N=1 1/16 duty,F
                OUT  (PSIGN),A
                CALL DELAY
                CALL DELAY              ;DELAY > 4.1 ms
                LD A,00001111B          ;display on/off control
                                        ;D=1 off,C=1 cursor on,B=1
                OUT  (PSIGN),A
                CALL DELAY
                LD A,00000110B          ;entry mode set
                                        ;I/D=1 increment,S=0 right
                OUT  (PSIGN),A
                CALL DELAY



CLEAR_LCD:      LD A,00000001B          ;clear all display
                OUT  (PSIGN),A
                CALL READ
                RET

;*********  WRITE LINE 16 CHAR  **********

WRLINE:         CP   1
                JR   Z,WRL1
                CP   2
                JR   Z,WRL2
                CP   3
                JR   Z,WRL3
                CP   4
                JR   Z,WRL4
                RET                     ;NO WRITE LINE

WRL1:           LD A,00H
                CALL GOTO
                JR WRLM

WRL2:           LD A,40H
                CALL GOTO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JR WRLM

WRL3:           LD A,10H
                CALL GOTO
                JR WRLM

WRL4:           LD A,50H
                CALL GOTO

WRLM:           LD B,16                 ;16 CHR
WRL:            LD D,(HL)
                PUSH BC
                CALL WRBYTE
                POP BC
                INC HL
                DJNZ WRL
                RET                     ;RETURN OF WRITE LINE

;********** GOTO POSITION  **********

GOTO:           SET_ 7,A                ;set DD RAM
                OUT (PSIGN),A
                CALL READ
                RET


;*********** READ BESY FLAG  *********

READ:           IN A,(PREAD)            ;WAIT UNTIL BESY
                BIT 7,A
                JR NZ,READ
                RET

;*********** WRITE DATA SUB  *********

WRBYTE:         LD A,D                  ;write data
                OUT (PDATA),A
                CALL READ
                RET

;#################################################################
;*************** INTERRUPT SERVICE ROUTINE ******************
;#################################################################

;***** THIS FUNCTION IS ASCI INTERRUPT SERVICE ROUTINE *****

RXBYTE1:        DI
                PUSH AF
                PUSH BC
                PUSH DE


                PUSH HL
                PUSH IX
                PUSH IY

                LD   A,"#"              ;MARKER SET TABLE
                LD   HL,MARK_TABLE
                CP   (HL)
                JR   Z,NO_MARK

                LD   A,"#"              ;MARK HEAD TABLE
                LD   (HL),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LD    HL,BUFFER       ;SET HEAD OF BUFFER
                LD    (HEAD),HL

NO_MARK:        LD    HL,(HEAD)       ;LOAD DATA TO BUFFER
WAIT:           IN0   E,(STAT1)       ;CHKECK RDR READY
                BIT   7,E
                JR    Z,WAIT
                IN0   A,(RDR1)
                LD    (HL),A
                LD    B,A             ;SAVE DATA FORM ASCI


                EX    DE,HL           ;SAVE PRESENT HEAD



                LD    HL,CNT_BUFF     ;WHEN USE HL
                INC   (HL)
                LD    A,(CNT_BUFF)    ;CHECK END OF TX
                CP    5
                JR    C,NO_CMD


                LD    A,B
                CP    "Z"
                JR    Z,COMMAND
                JR    C_B_M

NO_CMD:         EX    DE,HL
                INC   HL              ;SAVE HEAD WHEN NO COMMAND
                LD    (HEAD),HL       ;INC POINTER

                POP   IY              ;RETURN VALUE REGISTER
                POP   IX
                POP   HL
                POP   DE
                POP   BC
                POP   AF
                EI
                RETI


;***************** END OF ASCI INTERRUPT ********************

COMMAND:        LD    A,(BUFFER+2)
                CP    "N"             ;TELEPHONE # TO USE
                JR    Z,SET_ON
                CP    "F"             ;END OF USER
                JR    Z,SET_OFF

C_B_M:          LD    B,10H           ;CLEAR BUFFER
                LD    A,00H
                LD    HL,BUFFER
CLEAR_B:        LD    (HL),A
                INC   HL
                DJNZ  CLEAR_B

                LD    HL,MARK_TABLE   ;CLEAR MARKER
                LD    (HL),00H
                LD    HL,CNT_BUFF     ;CLEAR COUNTER BUFFER WHEN FULL
                LD    (HL),00H

                POP   IY              ;RETURN VALUE REGISTER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    POP   IX
                    POP   HL
                    POP   DE


                    POP   BC
                    POP   AF
                    EI
                    RETI
;****************** EDN OF ASCI INTERRUPT *************
;################## FUNCTION OF RXBYTE1 ################
  SET_ON:           LD    HL,CNT_BYTE
                    LD    (HL),00H
                    LD    C,00H
                    LD    A,(BUFFER+1)
                    CALL  COMPUTE_BIT
                    LD    B,A           ;SAVE BIT FORM COMPUTE
                    CALL  SET_BIT_ON

                    LD    A,(BUFFER+3)  ;SET BIT BLINK ON
                    CP    "E"           ;IF PHONE CALL EX
                    JR    NZ,C_B_M
                    LD    C,"B"
                    LD    A,B
                    CALL  SET_BIT_ON

                    JR    C_B_M

  SET_OFF:          LD    HL,CNT_BYTE


                    LD    (HL),00H
                    LD    C,00H
                    LD    A,(BUFFER+1)
                    CALL  COMPUTE_BIT
                    LD    B,A
                    CALL  SET_BIT_OFF

                    LD    A,(BUFFER+3)  ;SET BIT BLINK OFF
                    CP    "E"           ;IF PHONE CALL EX
                    JR    NZ,C_B_M
                    LD    C,"B"
                    LD    A,B
                    CALL  SET_BIT_OFF

                    JR    C_B_M
;****************** END OF COMMAND ********************

;*****************************************************

  COMPUTE_BIT:      LD    HL,CNT_BYTE   ;SET COUNTER
                    ADD   A,00H         ;CLEAR CARRY FLAG
  LOOP_C:           CP    08H
                    JR    C,END_COMPUTE
                    SUB   08H

                    INC   (HL)
                    JR    LOOP_C
  END_COMPUTE:      RET                 ;PASS VALUE BY A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***************** END OF COMPUTE ********************

  SET_BIT_ON:     CP    00H
                  JR    Z,SET_BIT7
                  CP    01H
                  JR    Z,SET_BIT6
                  CP    02H
                  JR    Z,SET_BIT5
                  CP    03H
                  JR    Z,SET_BIT4
                  CP    04H
                  JR    Z,SET_BIT3
                  CP    05H
                  JR    Z,SET_BIT2
                  CP    06H
                  JR    Z,SET_BIT1
                  CP    07H
                  JR    Z,SET_BIT0
                  RET



  SET_BIT7:       CALL ADDRESS
                  SET_ 7,(HL)
                  RET

  SET_BIT6:       CALL ADDRESS
                  SET_ 6,(HL)
                  RET

  SET_BIT5:       CALL ADDRESS
                  SET_ 5,(HL)
                  RET

  SET_BIT4:       CALL ADDRESS
                  SET_ 4,(HL)
                  RET

  SET_BIT3:       CALL ADDRESS
                  SET_ 3,(HL)
                  RET

  SET_BIT2:       CALL ADDRESS
                  SET_ 2,(HL)
                  RET



  SET_BIT1:       CALL ADDRESS
                  SET_ 1,(HL)
                  RET

  SET_BIT0:       CALL ADDRESS
                  SET_ 0,(HL)
                  RET

  ADDRESS:        LD    A,(CNT_BYTE) ;SET ADDRESS OF BYTE TO SET BIT
                  LD    E,A
                  LD    D,00H
                  LD    HL,TABLE1

                  LD    A,(STATUS_LOCK) ;CHECK INT ,EXT
                  CP    "I"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JR    Z,INT
                CP    "E"
                JR    Z,EXT

                LD    A,"B"          ;CHECK SET BLINK
                CP    C
                JR    Z,BBB
                JR    ADD            ;SET TABLE STATUS LED


INT:            LD    HL,STATUS_LOCK
                LD    (HL),00H
                LD    HL,TABLE3
                JR    ADD

EXT:            LD    HL,STATUS_LOCK
                LD    (HL),00H
                LD    HL,TABLE4
                JR    ADD

BBB:            LD    HL,TABLE2

ADD:            ADD   HL,DE
                RET                  ;PASS VALUE BY HL
;***************** END OF SET_BIT_ON ***************************

SET_BIT_OFF:    CP    00H
                JR    Z,RES_BIT7
                CP    01H
                JR    Z,RES_BIT6
                CP    02H
                JR    Z,RES_BIT5
                CP    03H
                JR    Z,RES_BIT4


                CP    04H
                JR    Z,RES_BIT3
                CP    05H
                JR    Z,RES_BIT2
                CP    06H
                JR    Z,RES_BIT1
                CP    07H
                JR    Z,RES_BIT0
                RET

RES_BIT7:       CALL  ADDRESS
                RES   7,(HL)
                RET

RES_BIT6:       CALL  ADDRESS
                RES   6,(HL)
                RET

RES_BIT5:       CALL  ADDRESS
                RES   5,(HL)
                RET

RES_BIT4:       CALL  ADDRESS
                RES   4,(HL)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    RET

RES_BIT3:           CALL ADDRESS
                    RES  3,(HL)
                    RET

RES_BIT2:           CALL ADDRESS
                    RES  2,(HL)
                    RET
RES_BIT1:           CALL ADDRESS
                    RES  1,(HL)
                    RET

RES_BIT0:           CALL ADDRESS
                    RES  0,(HL)
                    RET
;***************** END OF SET_BIT_OFF ***********************

;#################################################################
;     THIS FUNTION IS KEYS INTERRUPT SERVICE ROUTINE
;#################################################################

KBD_HIT:            DI
                    PUSH AF


                    PUSH BC
                    PUSH DE
                    PUSH HL
                    PUSH IX
                    PUSH IY

                    LD   HL,MARK_KEYS
                    LD   A,"K"
                    CP   (HL)
                    JR   Z,MINNOR_KEYS

                    IN   A,(PORT_C)
                    CP   KEY13
                    JR   Z,K13
                    CP   KEY14
                    JR   Z,K14
                    CP   KEY15
                    JR   Z,K15
                    CP   KEY16
                    JR   Z,K16
                    CP   KEY18
                    JR   Z,K18
                    CP   KEY19
                    JR   Z,K19



                    CP   KEY20
                    JR   Z,K20
                    JR   RETURN

K13:                LD   HL,TAB2
                    LD   A,1
                    CALL WRLINE
                    LD   A,2
                    CALL WRLINE
                    LD   A,3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL WRLINE
                LD   A,4
                CALL WRLINE


                LD   HL,MARK_KEYS
                LD   (HL),"K"
                LD   HL,FUNC_KEYS
                LD   (HL),KEY13
                LD   HL,PSCURSOR
                LD   (HL),5FH

                LD   A,0DH          ;SET FIRST POSITION CURSOR
                CALL GOTO



                JR   RETURN

K14:            NOP
K15:            NOP
K16:            NOP
K18:            NOP
K19:            NOP
K20:            NOP

RETURN:         POP  IY
                POP  IX
                POP  HL
                POP  DE
                POP  BC
                POP  AF
                EI
                RETI

MINNOR_KEYS:    LD   HL,FUNC_KEYS
                LD   A,(HL)
                CP   KEY13
                JP   Z,MIN_KEY13
                CP   KEY14
                JP   Z,MIN_KEY14


                CP   KEY15
                JP   Z,MIN_KEY15
                CP   KEY16
                JP   Z,MIN_KEY16
                CP   KEY18
                JP   Z,MIN_KEY18
                CP   KEY19
                JP   Z,MIN_KEY19
                CP   KEY20
                JP   Z,MIN_KEY20
                JP   RETURN

MIN_KEY13:      LD   HL,CNT_DIGIT   ;CHECK 3 NUMBER ?
                LD   A,2
                CP   (HL)
                CALL NC,ASCII_TO_HEX

                LD   A,(CNT_DIGIT)
                CP   3
                JR   C,RETURN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CALL SHOW_STATUS

                    IN   A,(PORT_C)



                    CP   0BH
                    CALL Z,TOGGLE_NF
                    CP   0AH
                    CALL Z,TOGGLE_PS
                    CP   10H
                    CALL Z,ENTER

                    JP   RETURN

                    ;.............................

MIN_KEY14:          NOP                 ;TO DEVELOPMENT
MIN_KEY15:          NOP
MIN_KEY16:          NOP
MIN_KEY18:          NOP
MIN_KEY19:          NOP
MIN_KEY20:          NOP
                    JP   RETURN

;*****************************************************************************
ASCII_TO_HEX:       IN   A,(PORT_C)
                    CP   KEY1
                    JR   Z,ATOH
                    CP   KEY2



                    JR   Z,ATOH
                    CP   KEY3
                    JR   Z,ATOH
                    CP   KEY4
                    JR   Z,ATOH
                    CP   KEY5
                    JR   Z,ATOH
                    CP   KEY6
                    JR   Z,ATOH
                    CP   KEY7
                    JR   Z,ATOH
                    CP   KEY8
                    JR   Z,ATOH
                    CP   KEY9
                    JR   Z,ATOH
                    CP   KEY10
                    JR   Z,ATOH
                    RET                 ;RETURN OF ASCII_TO_HEX WHEN NOT

ATOH:               LD   E,A            ;SAVE VALUE NUMBER KEY FOR FUNC.
                    CALL SHOW_ASCII
                    CALL SUM
                    LD   HL,CNT_DIGIT ;INC COUNTER DIGIT

                    INC  (HL)
                    RET                 ;END OF ATOH
;*****************************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SHOW_ASCII:     LD    A,E
                ADD   A,30H
                LD    D,A              ;PASS VALUE BY REGISTER D
                CALL  WRBYTE
                RET
;*****************************************************************************

SUM:            LD    HL,CNT_DIGIT
                LD    A,0
                CP    (HL)
                JR    Z,ST
                LD    A,1
                CP    (HL)
                JR    Z,ND
                LD    A,2
                CP    (HL)
                JR    Z,TH
                RET

ST:             LD    D,64H


                MLT   DE
                LD    HL,TOTAL_HEX
                LD    A,E
                LD    (HL),A
                RET

ND:             LD    D,0AH
                MLT   DE
                LD    HL,TOTAL_HEX
                LD    A,E
                ADD   A,(HL)
                LD    (HL),A
                RET

TH:             LD    A,E
                LD    HL,TOTAL_HEX
                ADD   A,(HL)
                SUB   1
                LD    (HL),A           ;SAVE TOTAL
                RET                    ;END OF SUM
;*****************************************************************************

SHOW_STATUS:    LD    HL,STATUS_LOCK   ;COMPARE IN FUNC ADDRESS


                LD    (HL),"I"
                LD    HL,CNT_BYTE      ;CLEAR COUNTER BYTE
                LD    (HL),00H

                LD    A,(TOTAL_HEX)
                CALL  COMPUTE_BIT
                CALL  TEST_BIT
                JR    Z,SHOW_OFF

                LD    A,1AH            ;SHOW ON
                CALL  GOTO
                LD    HL,T_ON
                CALL  WRLOOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LD    HL,"IN"          ;SET DATA TO TX
                    LD    (STATUS_TX),HL

                    JR    CHK_O

SHOW_OFF:           LD    A,1AH
                    CALL  GOTO
                    LD    HL,T_OFF
                    CALL  WRLOOP



                    LD    HL,"IF"          ;SET DATA TO TX
                    LD    (STATUS_TX),HL

CHK_O:              LD    HL,STATUS_LOCK
                    LD    (HL),"E"
                    LD    HL,CNT_BYTE   ;CLEAR COUNTER BYTE
                    LD    (HL),00H

                    LD    A,(TOTAL_HEX)
                    CALL  COMPUTE_BIT
                    CALL  TEST_BIT
                    JR    Z,SHOW_OFF1

                    LD    A,5AH            ;SHOW ON
                    CALL  GOTO
                    LD    HL,T_ON
                    CALL  WRLOOP

                    LD    HL,"EN"
                    LD    (STATUS_TX+2),HL ;SET DATA TO TX

                    RET

SHOW_OFF1:          LD    A,5AH



                    CALL  GOTO
                    LD    HL,T_OFF
                    CALL  WRLOOP

                    LD    HL,"EF"
                    LD    (STATUS_TX+2),HL

                    RET
;*****************************************************************************

TEST_BIT:           CP    00H
                    JR    Z,BIT_7
                    CP    01H
                    JR    Z,BIT_6
                    CP    02H
                    JR    Z,BIT_5
                    CP    03H
                    JR    Z,BIT_4
                    CP    04H
                    JR    Z,BIT_3
                    CP    05H
                    JR    Z,BIT_2
                    CP    06H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CP    07H
                JR    Z,BIT_0
                RET

BIT_7:          CALL ADDRESS
                BIT   7,(HL)
                RET

BIT_6:          CALL ADDRESS
                BIT   6,(HL)
                RET

BIT_5:          CALL ADDRESS
                BIT   5,(HL)
                RET

BIT_4:          CALL ADDRESS
                BIT   4,(HL)
                RET

BIT_3:          CALL ADDRESS
                BIT   3,(HL)
                RET



BIT_2:          CALL ADDRESS
                BIT   2,(HL)
                RET

BIT_1:          CALL ADDRESS
                BIT   1,(HL)
                RET

BIT_0:          CALL ADDRESS
                BIT   0,(HL)
                RET

;*****************************************************************************

WRLOOP:         LD    B,5           ;SHOW "OFF" OR "ON"
WL:             LD    D,(HL)        ;ON LCD
                PUSH BC
                CALL WRBYTE
                POP   BC
                INC   HL
                DJNZ WL
                RET



;*****************************************************************************

TOGGLE_PS:      CALL READ           ;READ POSITION OF CURSOR
                LD    A,(PSCURSOR)
                CP    1FH
                JR    Z,DOWN
                CP    5FH
                JR    Z,UP
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DOWN:           LD    A,5FH          ;CURSOR DOWN
                CALL  GOTO
                LD    HL,PSCURSOR
                LD    (HL),5FH
                RET

UP:             LD    A,1FH          ;CURSOR UP
                CALL  GOTO
                LD    HL,PSCURSOR
                LD    (HL),1FH
                RET

;*****************************************************************************


TOGGLE_NF:      CALL  READ           ;CHECK POSITION OF CURSOR
                LD    A,(PSCURSOR)
                CP    1FH
                JR    Z,TOGGLE_UP
                CP    5FH
                JR    Z,TOGGLE_DOWN
                RET                  ;RET OF TOGGLE NF

TOGGLE_UP:      LD    A,1BH          ;CHECK PRESENT STATUS
                CALL  GOTO           ;OF INTERNAL
                IN    A,(PDATA1)
                CP    "N"
                CALL  Z,SET_OFF1
                CP    "F"
                CALL  Z,SET_ON1
                RET                  ;RET OF TOGGLE NF

TOGGLE_DOWN:    LD    A,5BH          ;CHECK PRESENT STATUS
                CALL  GOTO           ;OF EXTERNAL
                IN    A,(PDATA1)
                CP    "N"
                CALL  Z,SET_OFF2
                CP    "F"
                CALL  Z ,SET_ON2


                RET                  ;RET OF TOGGLE NF

SET_OFF1:       LD    HL,"IF"        ;SET DATA TO TX
                LD    (STATUS_TX),HL
                LD    HL,CNT_BYTE    ;CLEAR COUNTER BYTE
                LD    (HL),00H

                LD    HL,STATUS_LOCK ;SET ADDRESS TO INTERNAL
                LD    (HL),"I"       ;TABLE

                LD    A,(TOTAL_HEX)
                CALL  COMPUTE_BIT
                CALL  SET_BIT_OFF

                LD    A,1AH          ;SHOW OFF
                CALL  GOTO
                LD    HL,T_OFF
                CALL  WRLOOP
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SET_ON1:        LD    HL,"IN"
                LD    (STATUS_TX),HL
                LD    HL,CNT_BYTE
                LD    (HL),00H


                LD    HL,STATUS_LOCK
                LD    (HL),"I"

                LD    A,(TOTAL_HEX)
                CALL  COMPUTE_BIT
                CALL  SET_BIT_ON

                LD    A,1AH             ;SHOW ON
                CALL  GOTO
                LD    HL,T_ON
                CALL  WRLOOP
                RET

SET_OFF2:       LD    HL,"EF"           ;SET DATA TO TX
                LD    (STATUS_TX+2),HL
                LD    HL,CNT_BYTE       ;CLEAR COUNTER BYTE
                LD    (HL),00H

                LD    HL,STATUS_LOCK    ;SET ADDRESS TO EXTERNAL
                LD    (HL),"E"          ;TABLE

                LD    A,(TOTAL_HEX)
                CALL  COMPUTE_BIT
                CALL  SET_BIT_OFF


                LD    A,5AH             ;SHOW OFF
                CALL  GOTO
                LD    HL,T_OFF
                CALL  WRLOOP
                RET

SET_ON2:        LD    HL,"EN"
                LD    (STATUS_TX+2),HL
                LD    HL,CNT_BYTE
                LD    (HL),00H

                LD    HL,STATUS_LOCK
                LD    (HL),"E"

                LD    A,(TOTAL_HEX)
                CALL  COMPUTE_BIT
                CALL  SET_BIT_ON

                LD    A,5AH             ;SHOW ON
                CALL  GOTO
                LD    HL,T_ON
                CALL  WRLOOP
                RET
;*****************************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ENTER:          LD    A,(FUNC_KEYS)
                CP    KEY13
                JP    Z,EN13
```

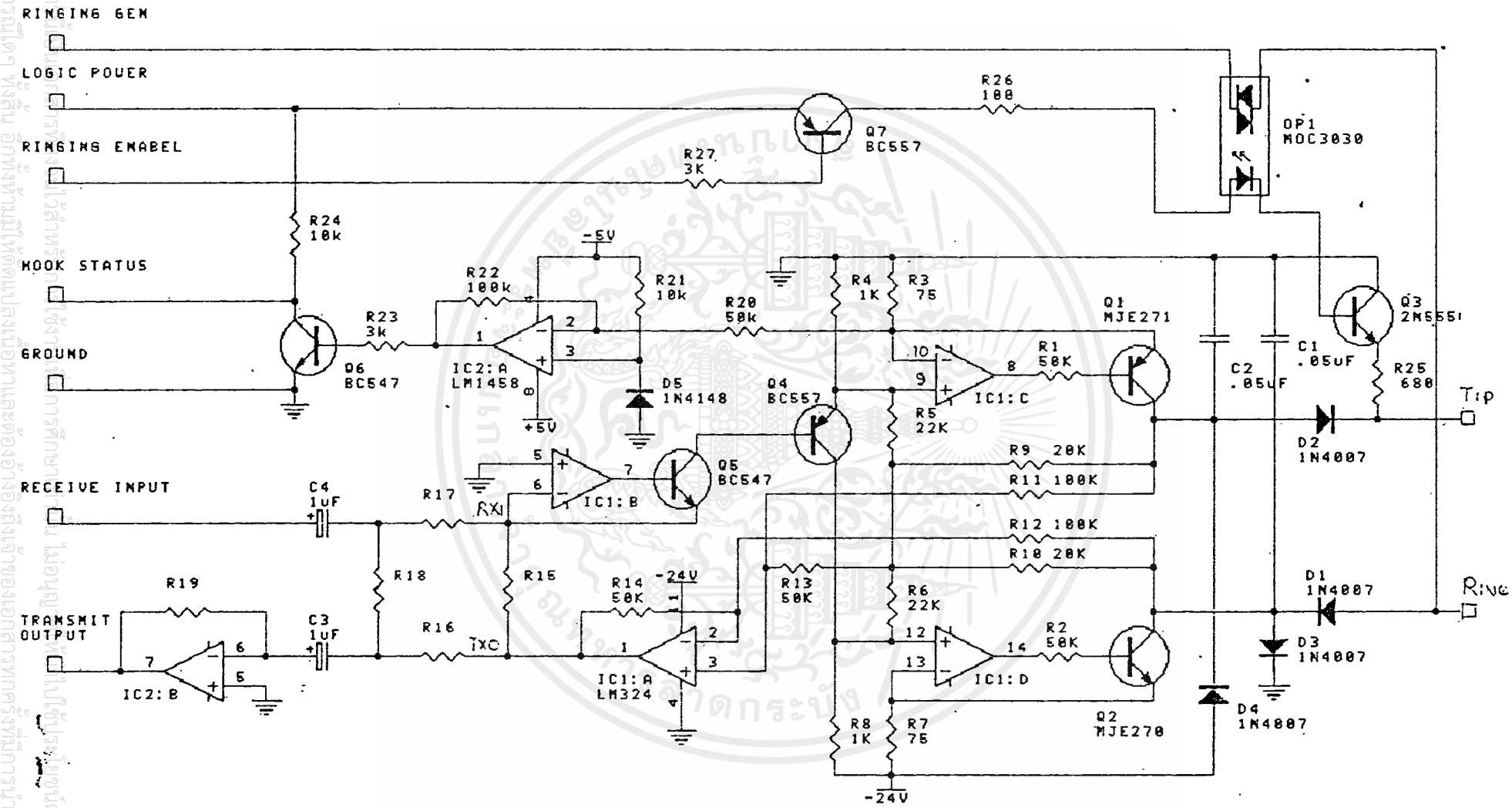
```
                CP    KEY14
                JP    Z,EN14
                CP    KEY15
                JP    Z,EN15
                CP    KEY16
                JP    Z,EN16
                CP    KEY18
                JP    Z,EN18
                CP    KEY19
                JP    Z,EN19
                CP    KEY20
                JP    Z,EN20
                RET                     ;RET OF ENTER

EN13:           LD    A,23H
                CALL  TXBYTE
                LD    A,(TOTAL_HEX)
                CALL  TXBYTE
                LD    A,(STATUS_TX)
                CALL  TXBYTE
                LD    A,(STATUS_TX+1)

                CALL  TXBYTE
                LD    A,(STATUS_TX+2)
                CALL  TXBYTE
                LD    A,(STATUS_TX+3)
                CALL  TXBYTE
                LD    A,"Z"             ;SEND END OF TX
                CALL  TXBYTE

                LD    HL,MARK_KEYS      ;CLEAR MARK KEYS
                LD    (HL),00H
                LD    HL,FUNC_KEYS      ;CLEAR MARK FUNC KEY
                LD    (HL),00H
                LD    HL,CNT_DIGIT      ;CLEAR COUNTER DIGIT
                LD    (HL),00H

                RET                     ;RET OF ENTER

TXBYTE:         IN0   E,(STAT1)
                BIT   1,E
                JR    Z,TXBYTE
                OUT0  (TDR1),A
                CALL  DELAY
                RET


EN14:           NOP                     ;TO DEVELOPMENT
EN15:           NOP
EN16:           NOP
EN18:           NOP
EN19:           NOP
EN20:           NOP
                RET                     ;RET OF ENTER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

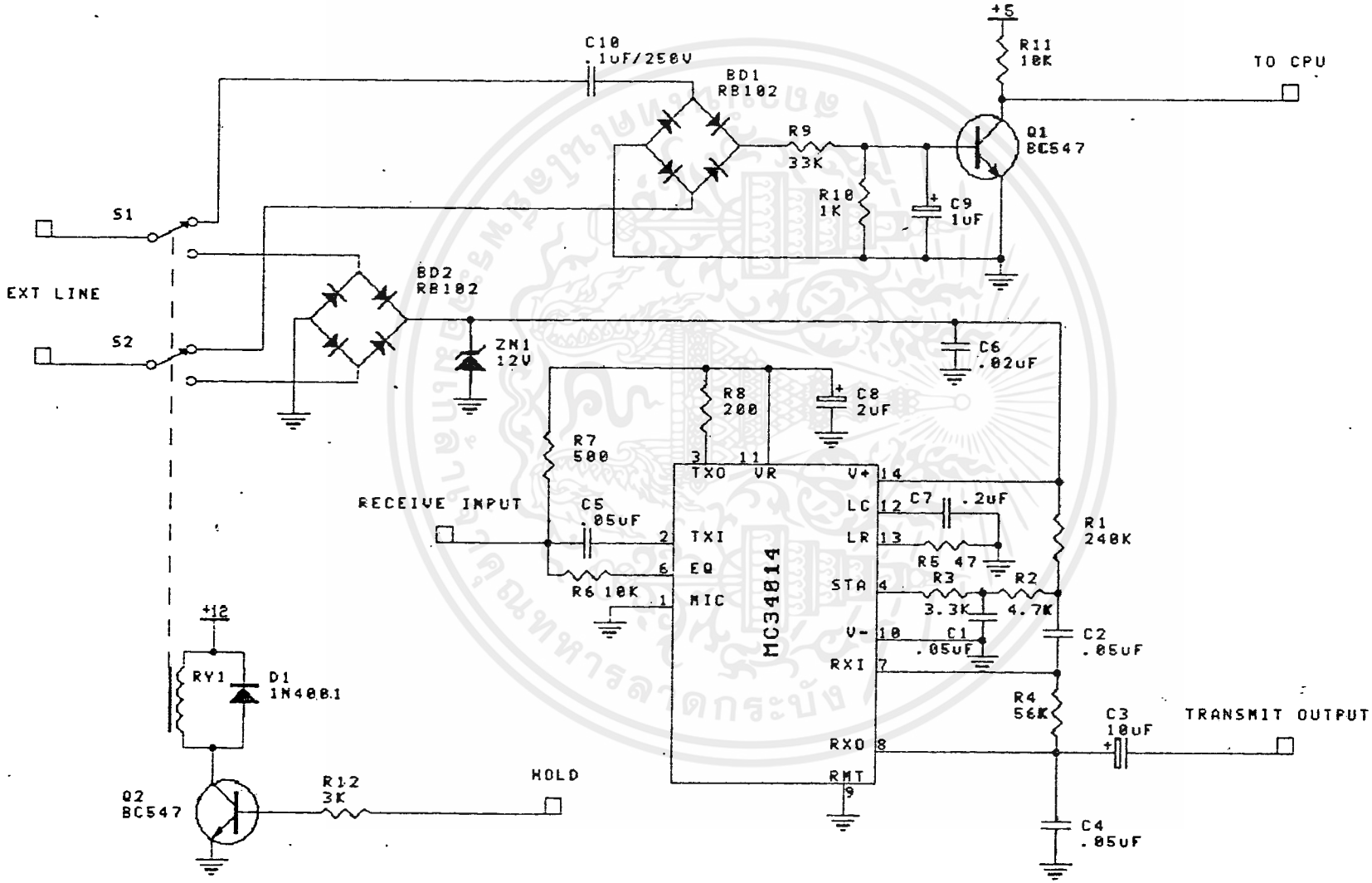
```
;*****************************************************************************

                ORG   8000H
```

```
STATUS_LOCK:    DFB   00H          ;CHK INT,EXT FOR KEYS
CNT_DIGIT:      DFB   00H          ;COUNTER OF DIGIT
TOTAL_HEX:      DFB   00H          ;SUM OF HEX
MARK_KEYS:      DFB   00H          ;CHK FUNC KEYS PRESS
FUNC_KEYS:      DFB   00H          ;SAVE FUNC KEYS
S_BLINK:        DFB   00H          ;CHECK BLINK
CNT_ROW:        DFB   00H          ;COUNTER OF SCAN ROW
MARK_TABLE:     DFB   00H          ;POINTOR TO HEAD TABLE
CNT_BUFF:       DFB   00H          ;COUNTER OF NUMBER BUFFER
CNT_BYTE:       DFB   00H          ;COUNTER ADDRESS OF BIT SET


PSCURSOR:       DFB   00H          ;PRESENT POSITION CURSOR
STATUS_TX:      DWL   00H          ;DATA TO TRANSMIT
                DWL   00H
HEAD:           DWL   00H          ;PARAMETER OF ASCI

TABLE1:         DFB   00FH,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   0FFH,0FFH,000H,000H,0FFH,0FFH,000H,000H
                DFB   0FFH,0FFH,000H,000H,0FFH,0FFH,000H,000H

TABLE2:         DFB   009H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H

TABLE3:         DFB   0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H

TABLE4:         DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH
                DFB   000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H,000H
                DFB   0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH,0AAH


BUFFER:         DFS   10

                END
```

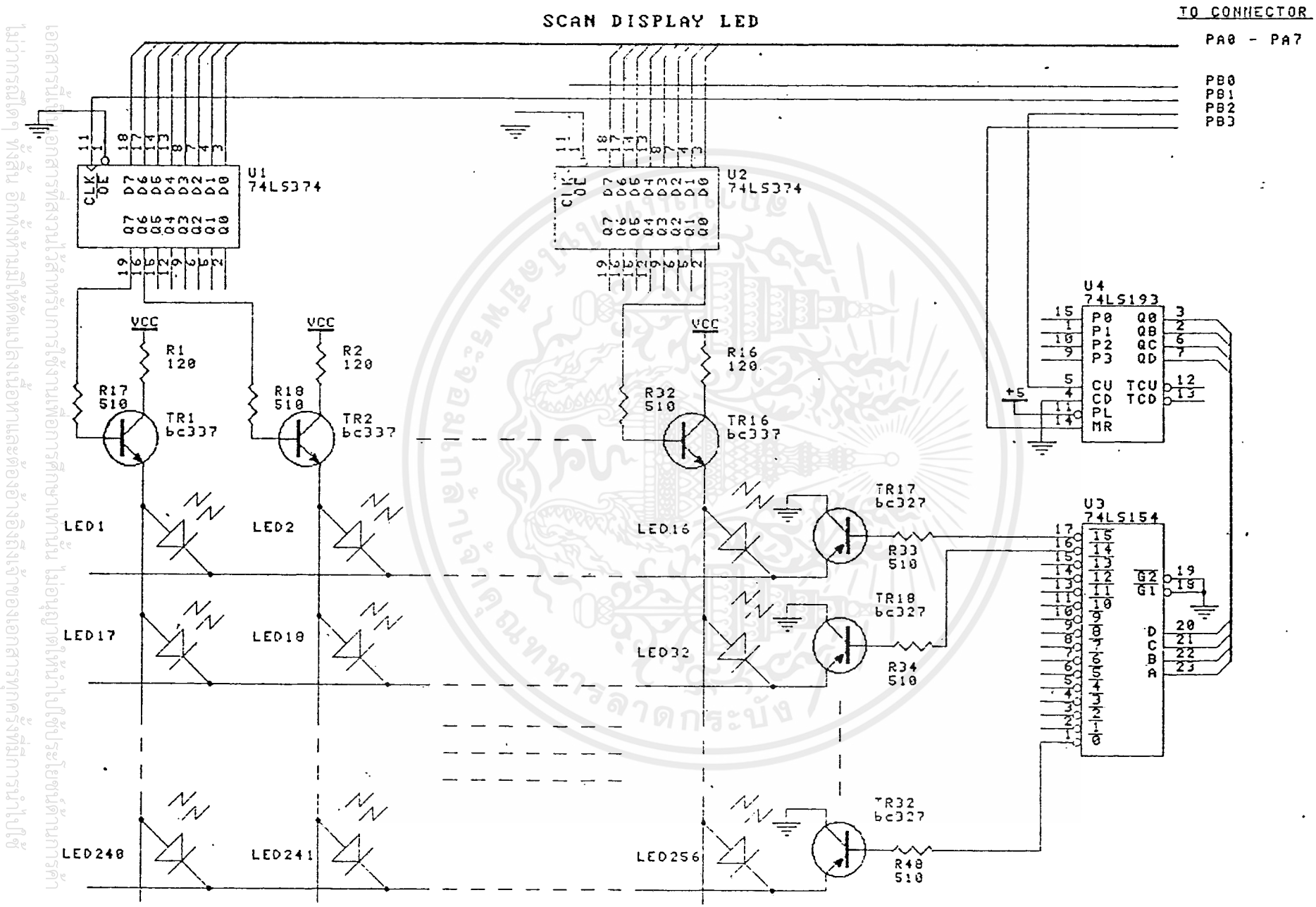
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

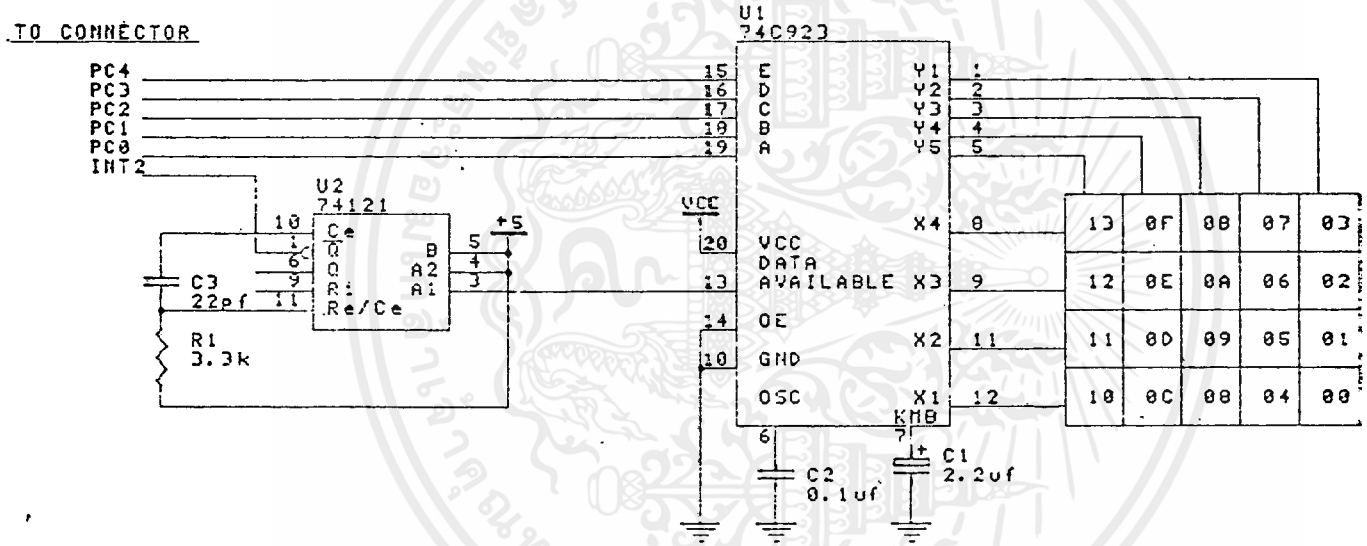



SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT



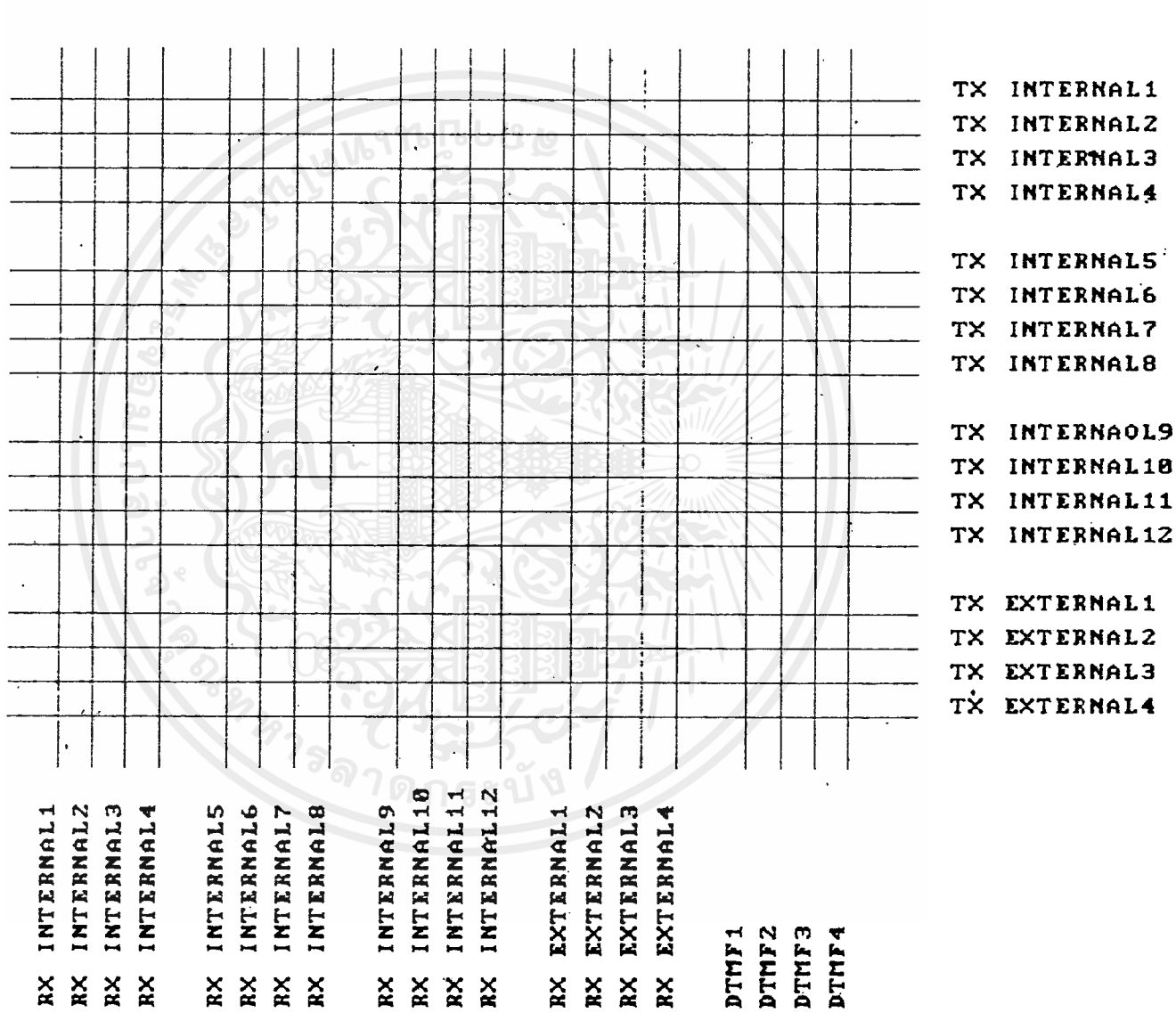

EXTERNAL LINE


SCAN DISPLAY LED
TO CONNECTOR
PA0 - PA7
PB0
PB1
PB2
PB3
U1
74LS374
U2
74LS374
U4
74LS193
U3
74LS154
VCC
R1
120
R2
120
R16
120
R17
510
R18
510
R32
510
TR1
bc337
TR2
bc337
TR16
bc337
TR17
bc327
TR18
bc327
TR32
bc327
R33
510
R34
510
R48
510
LED1
LED2
LED16
LED17
LED18
LED32
LED240
LED241
LED256
+5
P0
P1
P2
P3
CU
CD
PL
MR
Q0
QB
QC
QD
TCU
TCD
G2
G1
D
C
B
A




SCAN 20 KEYS ENCODER

# FIG. CROSS POINT SWITCH CIRCUIT



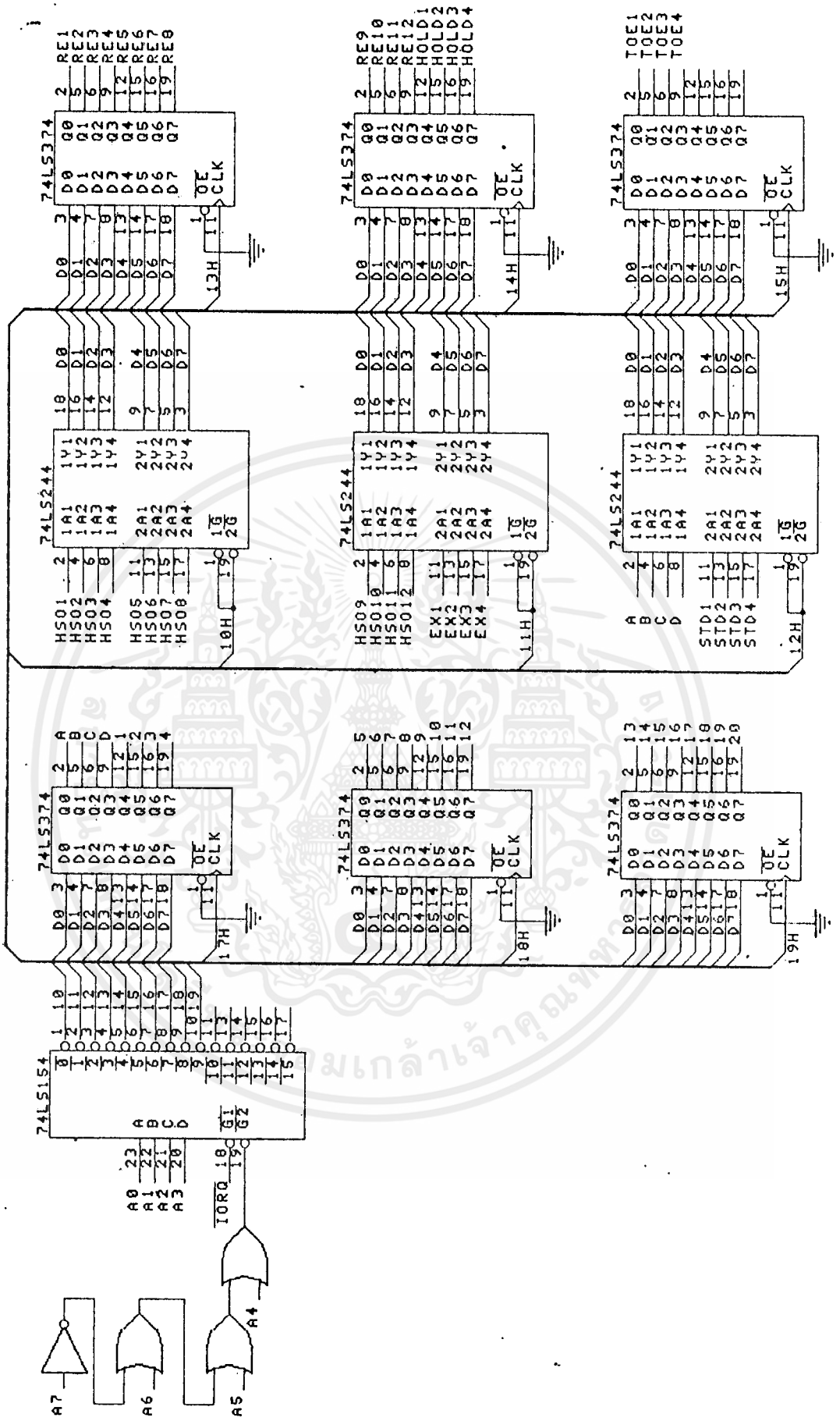
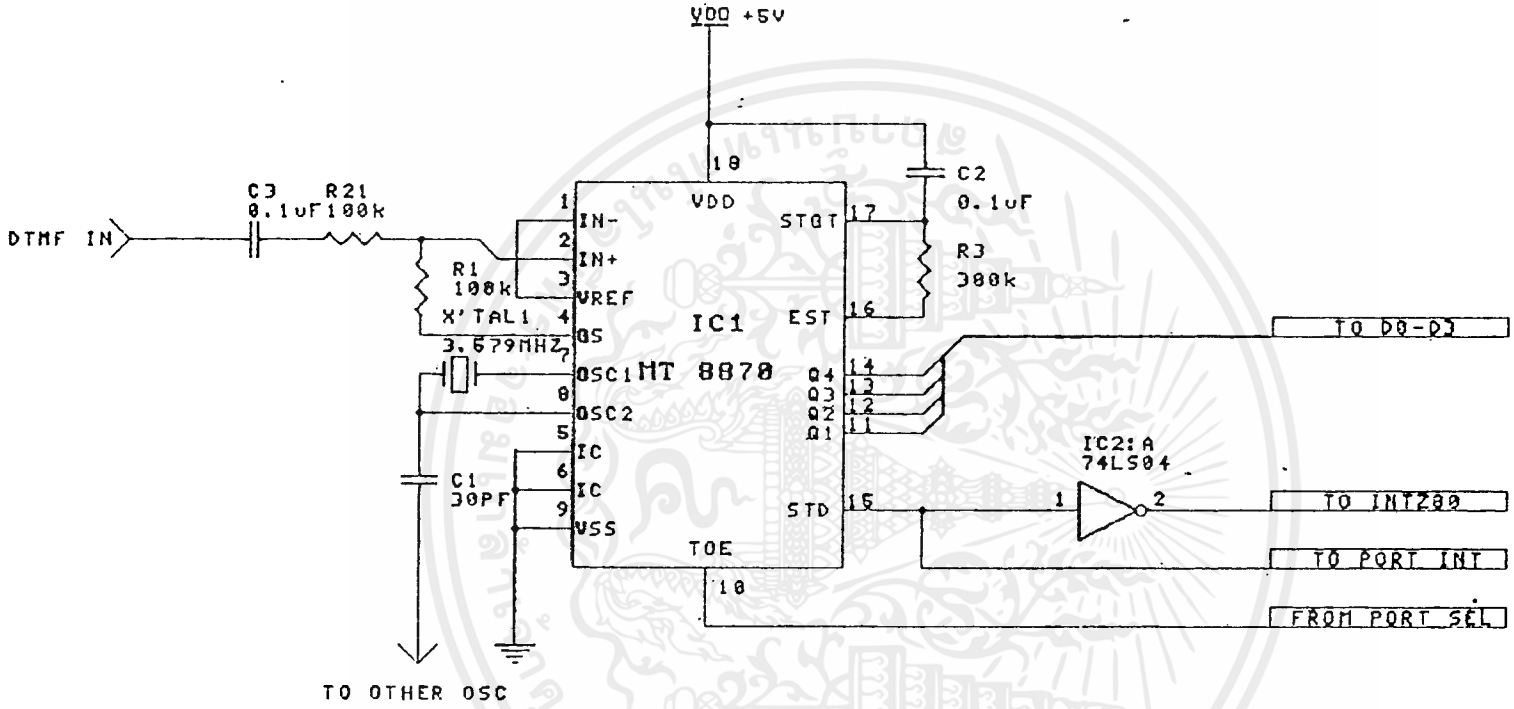
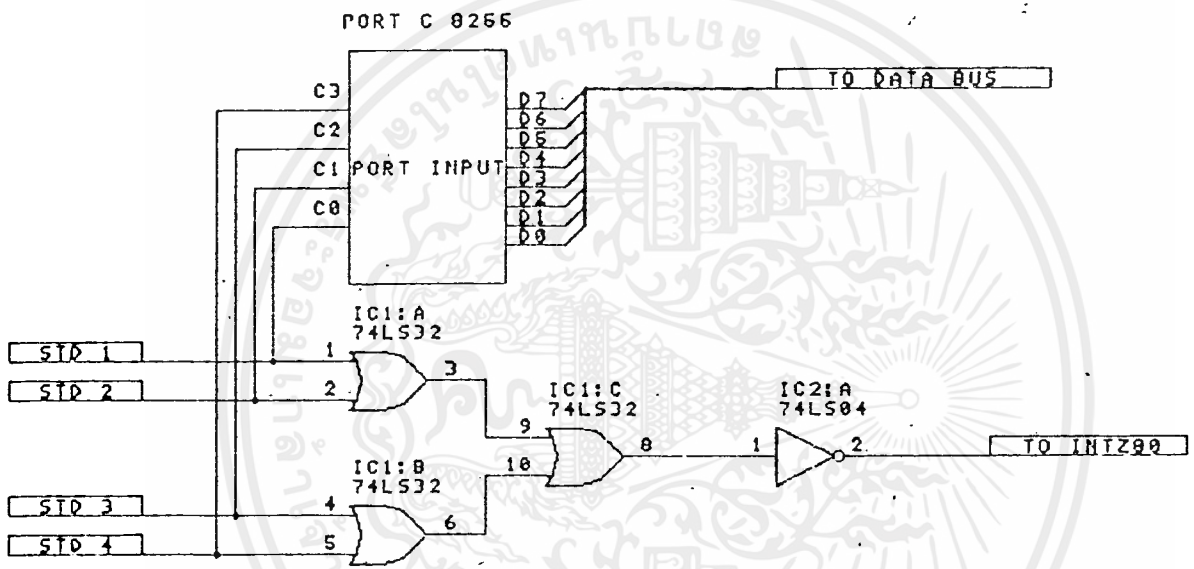



FIG. PORT CONTROL CIRCUIT

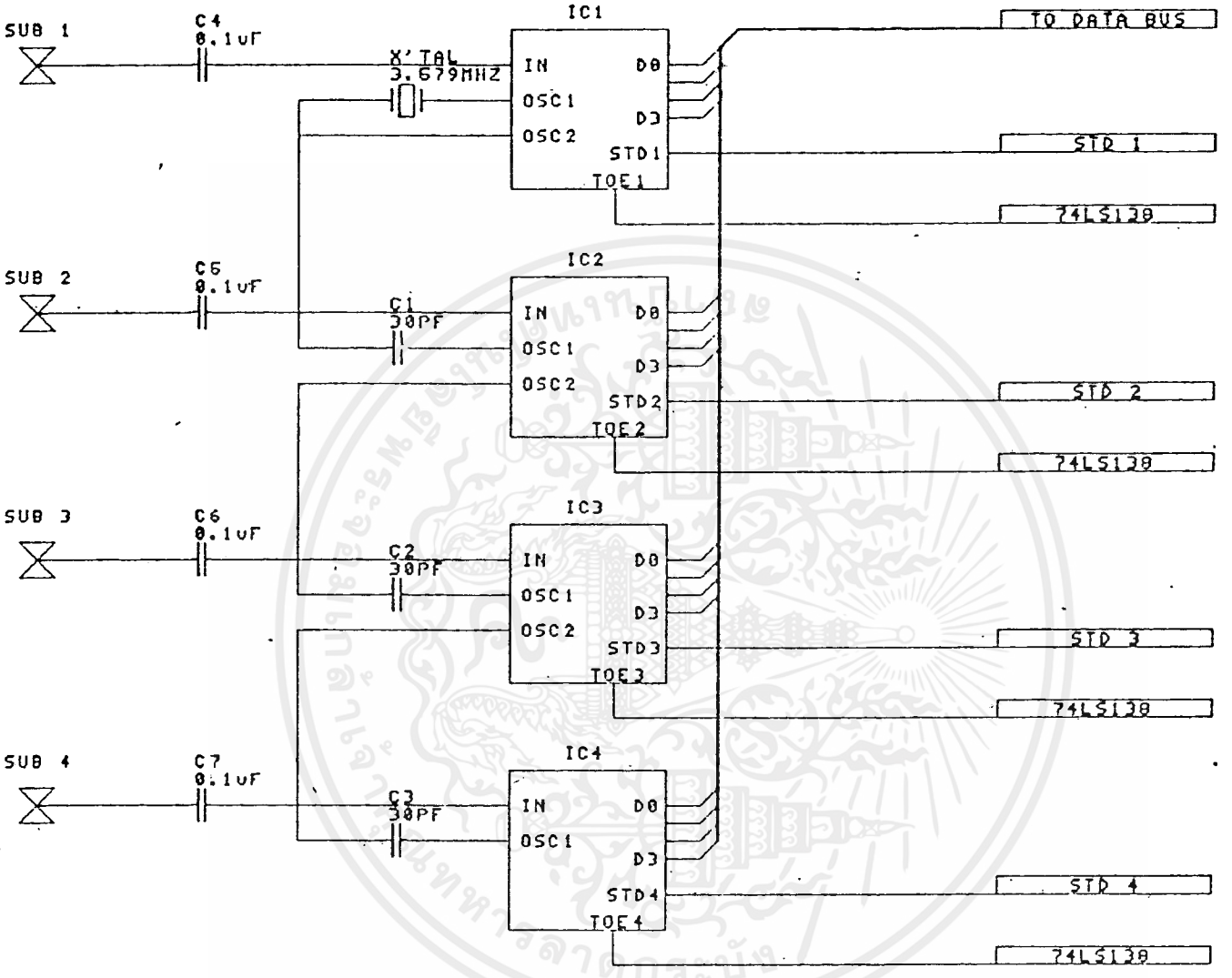
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




| | | |
|---|---|---|
| Title: DTMF DECODER UNIT | | |
| Size: A | Number: | Revision: |
| Date: 23-OCT 1992 | | Sheet of |
| File: TONE/00 | | Drawn By: |

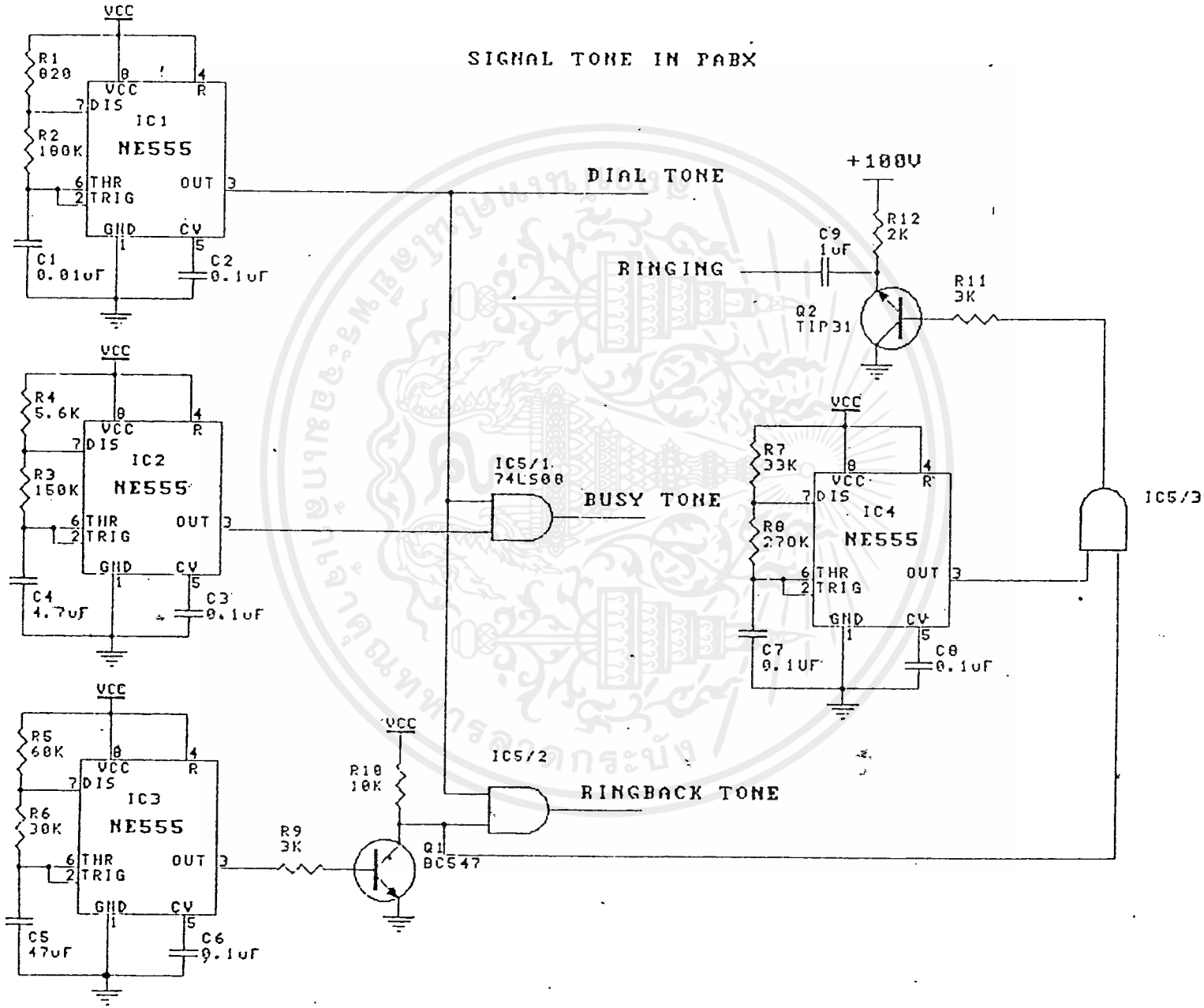



| | | |
|---|---|---|
| Title: POLLING INTERRUPT | | |
| Size: A | Number: | Revision: |
| Date: 23-OCT 1992 | Sheet of | |
| File: INT799 | Drawn By: | |




| | | |
|---|---|---|
| Title | MT8870 IC1-IC4 | |
| Size A | Number | Revision |
| Date: 23-OCT 1992 | | Sheet of |
| File: MVL/11 | | Drawn By: |

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


SIGNAL TONE IN PABX
VCC
R1
820
IC1
NE555
DIS
THR
TRIG
OUT
GND
CV
R
R2
100K
C1
0.01uF
C2
0.1uF
DIAL TONE
+100V
R12
2K
C9
1uF
RINGING
R11
3K
Q2
TIP31
R4
5.6K
IC2
R3
150K
C4
4.7uF
C3
0.1uF
IC5/1
74LS08
BUSY TONE
R7
33K
IC4
R8
270K
C7
0.1UF
C8
0.1uF
IC5/3
R5
68K
IC3
R6
30K
C5
47uF
C6
0.1uF
R9
3K
R10
10K
Q1
BC547
IC5/2
RINGBACK TONE

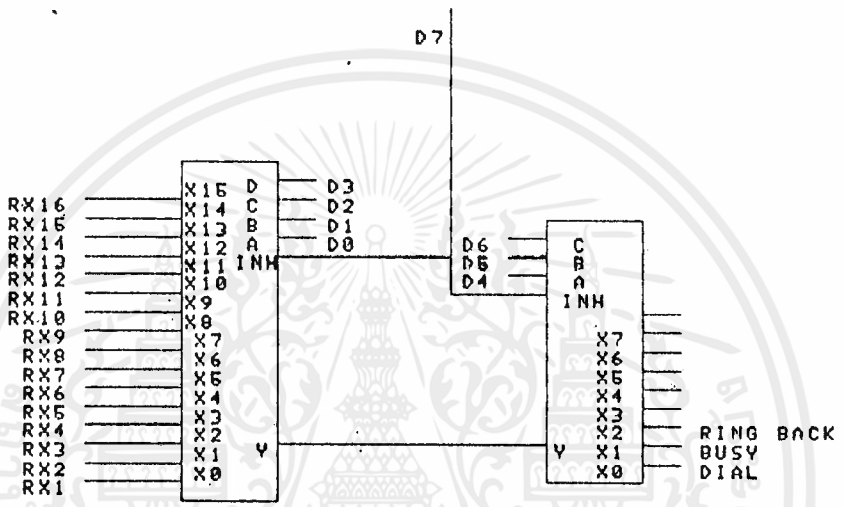
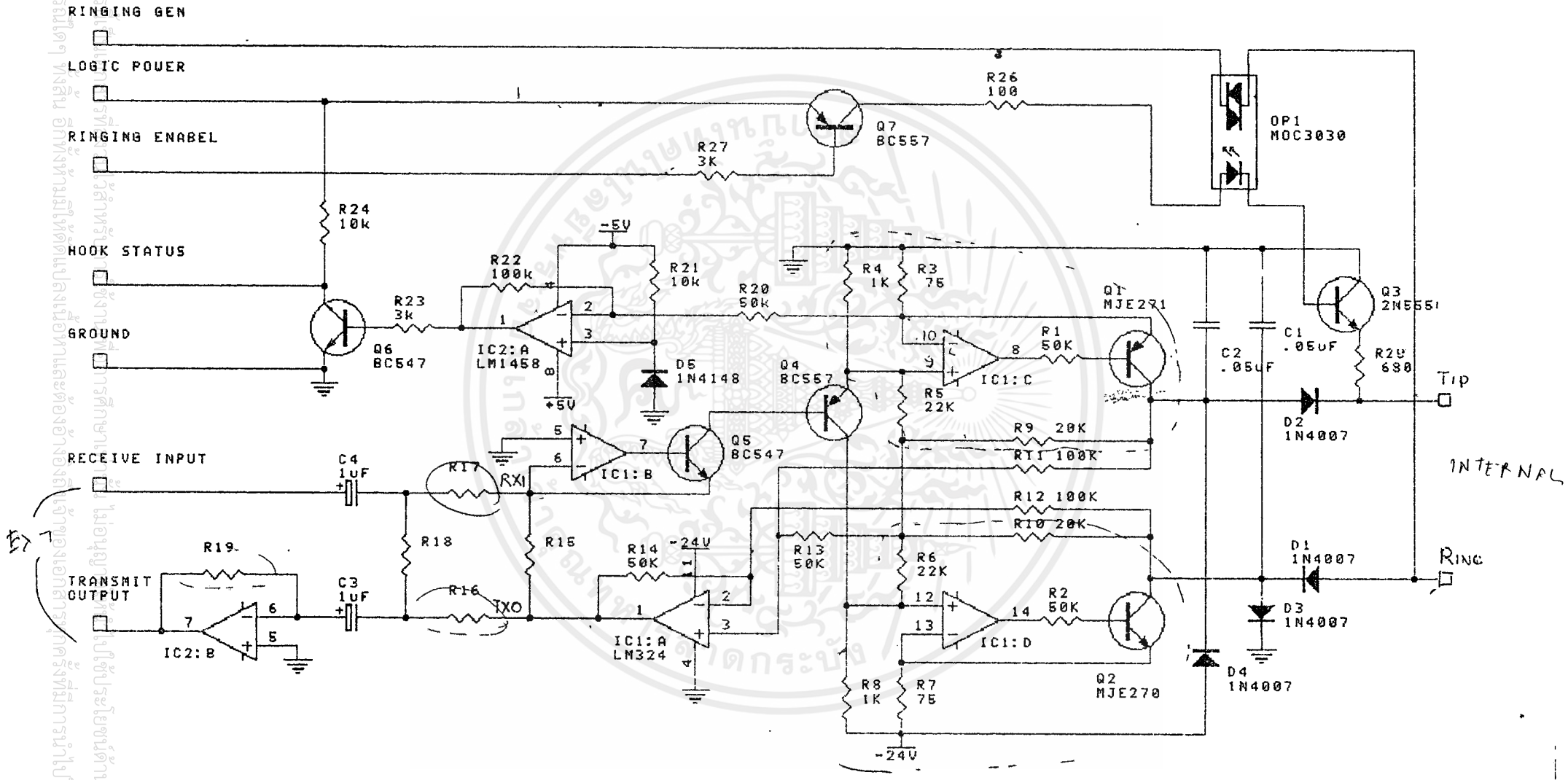
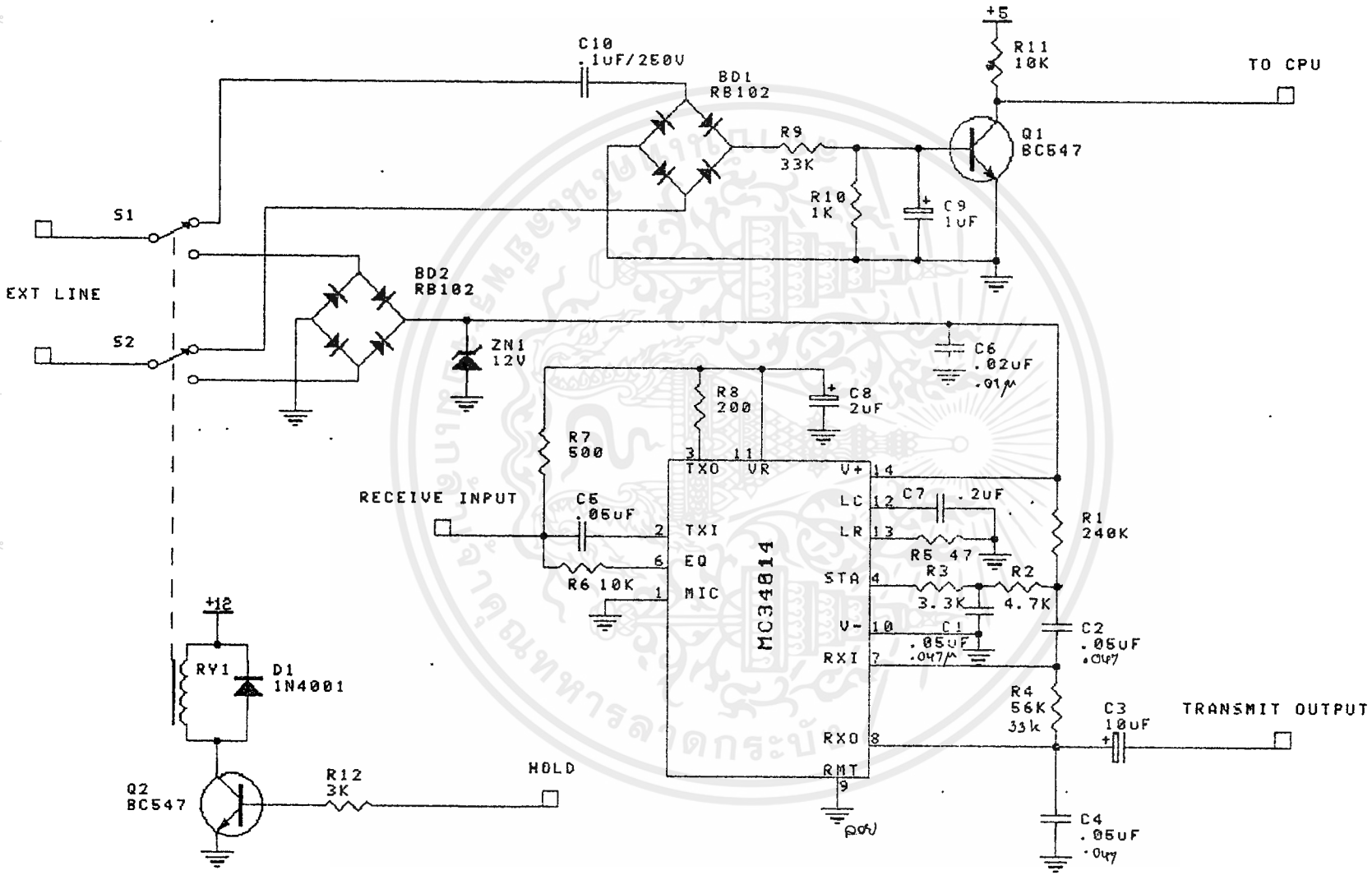



FIG. TONE CIRCUIT MULTIPLEX SWITCH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT




EXTERNAL LINE

# หนังสืออ้างอิง


1. น.ต. ธวัชชัย เสื่อนฉวี "เทคโนโลยีโทรศัพท์ " หน้า 141-154
2. ทฤษฎี คู่มือการใช้งาน (USER MANUAL) ของ FORTH
3. ทฤษฎี คู่มือการใช้งานการใช้ KEY TELEPHONE ของ GOLD STAR
4. คู่มือการใช้งาน บริษัท อีทีที จำกัด

   คู่มือ REAL TIME CLOCK

   คู่มือไอซีไมโครโปรเซสเซอร์ ( Z 80180, Z 180 MPU )

   คู่มือ CP-AT180 CONTROL PACK ADVANCE

   คู่มือ ET-DEBUGGER AT180

   คู่มือ DOT MATRIX LCD MODULE
5. หนังสือคู่มือ ZILOG (INTELLIGENT PERIPHERAL CONTROLLERS)
6. อาจารย์ วรพงษ์ รัตนโภคา "เทคนิคการเชื่อมต่อ Z 80"

   หน้า 33-40, หน้า 53-72



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ ภากร หุตะสังกาศ สำหรับคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ ความรู้ที่อาจารย์กรุณาชี้แนะและคำสั่งสอนต่างๆ แก่การทำงานทั้งโครงงานและการดำเนินงาน ในช่วงเวลาของการทำงาน

พ่อแม่และเครือญาติ, อาจารย์ทุกท่าน, และเพื่อนๆที่มีส่วนร่วมให้กำลังใจและให้กำลังใจในการทำงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

หนังสือทุกเล่ม สำหรับความรู้อันทรงคุณค่า

และคณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้า ลาดกระบัง สำหรับประสบการณ์ทางวิชาการในครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC34014

## Specifications and Applications Information

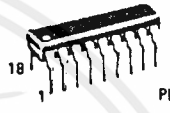
### TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

The MC34014 is a Telephone Speech Network integrated circuit which incorporates adjustable transmit, receive, and sidetone functions, a dc loop interface circuit, tone dialer interface, and a regulated output voltage for a pulse tone dialer. Also included is an equalization circuit which compensates gains for line length variations. The conversion from 2-to-4 wire is accomplished with a supply voltage as low as 1.5 volts. The MC34014 is packaged in a standard 18-pin (0.3" wide) plastic DIP, a 20-pin surface mount PLCC package, and a 20-pin SOIC package.

- Transmit, Receive, and Sidetone Gains Set by External Resistors
- Loop Length Equalization for Transmit, Receive, and Sidetone Functions
- Operates Down to 1.5 volts (V+) in Speech Mode
- Provides Regulated Voltage for CMOS Dialer
- Speech Amplifiers Muted During Pulse and Tone Dialing
- DTMF Output Level Adjustable with a Single Resistor
- Compatible with 2-Terminal Electret Microphones
- Compatible with Receiver Impedances of 150 Ω and Higher

### TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT

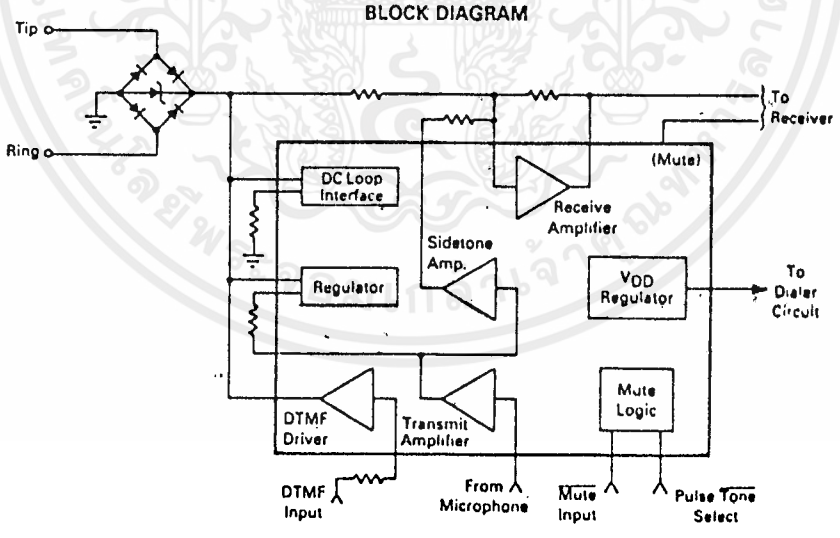



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707-02

DW SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751D-03
SO-20L

FN SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 775-02
PLCC-20

### BLOCK DIAGRAM






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2

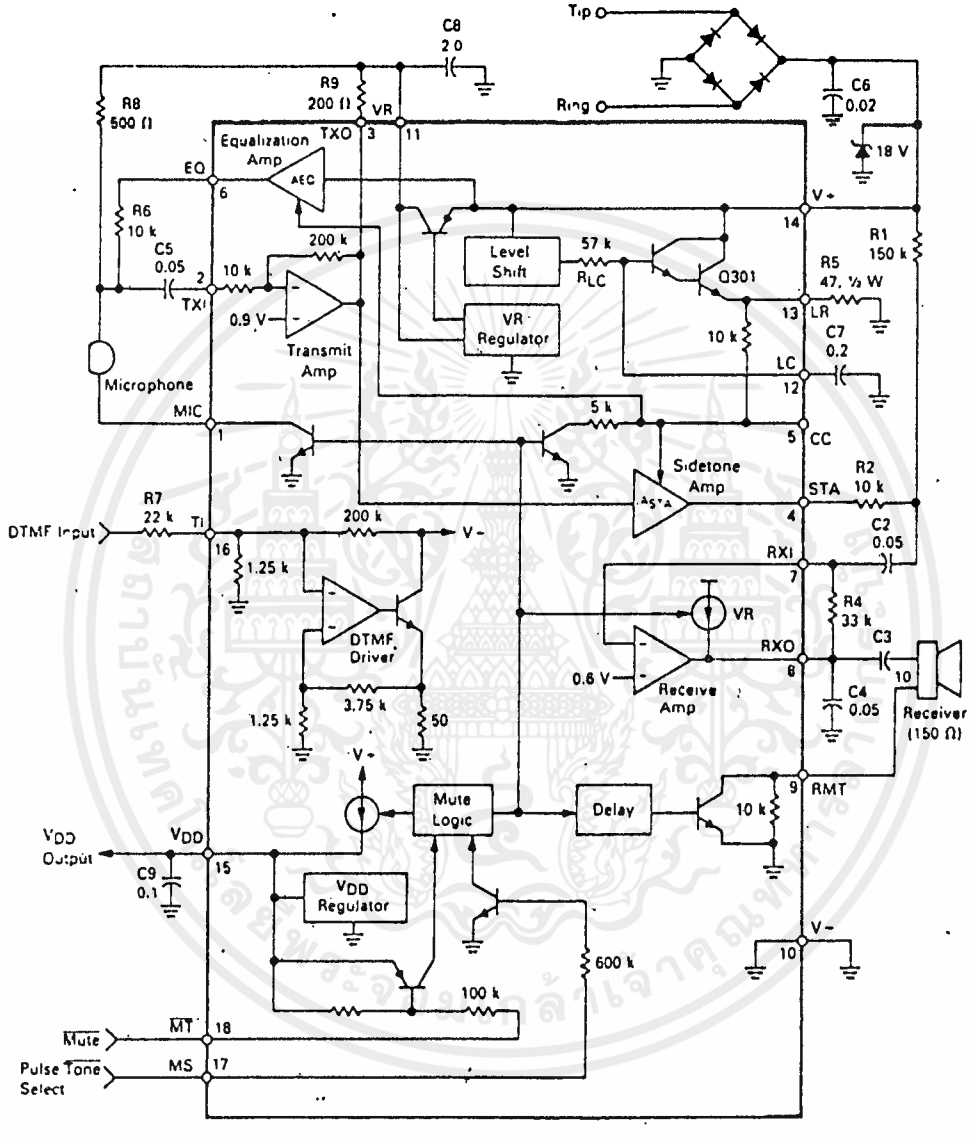
PIN DESCRIPTION (See Figure 1)

| Pin # SOIC | Pin # PLCC | Pin # DIP | Name | Description |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 | MIC | Microphone negative supply. Bias current from the electret microphone is returned to V– through this pin, through an open collector NPN transistor whose base is controlled by an internal mute signal. During dialing, the transistor is off, disabling the microphone. |
| 2 | 3 | 2 | TXI | Transmit amplifier input. Input impedance is 10 kΩ. Signals from the microphone are input through capacitor C5 to TXI. |
| 3 | 4 | 3 | TXO | Transmit amplifier output. The ac signal current from this output flows through the $V_R$ series pass transistor via R9 to drive the line at V–. Increasing R9 will decrease the signal at V–. The output is biased at +0.65 V to allow for maximum swing of ac signals. The closed loop gain from TXI to TXO is internally set at 26 dB. |
| 4 | 6 | 4 | STA | Sidetone amplifier output. Input to this amplifier is TXO. The signal at STA cancels the sidetone signals in the receive amplifier. The signal level at STA increases with loop length. |
| 5 | 7 | 5 | CC | Compensation Capacitor. A capacitor from CC to ground will compensate the loop length equalization circuit when additional stability is required. In most applications, CC remains open. |
| 7 | 8 | 6 | EQ | Equalization amplifier output. A portion of the V– signal is present on this pin to provide negative feedback around the transmit amplifier. The feedback decreases with increasing loop length, causing the ac impedance of the circuit to increase. |
| 8 | 9 | 7 | RXI | Receive amplifier input. Input impedance is >100 kΩ. Signals from the line and sidetone amplifier are summed at RXI. |
| 9 | 10 | 8 | RXO | Receive Amplifier output. RXO is biased by a 2.5 mA current source. Feedback maintains the dc bias voltage at +0.65 V. Increasing R4 (between RXO and RXI) will increase the receive gain. C4 stabilizes the amplifier. C3 couples the signals to the receiver. The 2.5 mA current source is reduced to 0.4 mA when dialing. |
| 10 | 11 | 9 | RMT | Receiver Mute. The ac receiver current is returned to V– through an open collector NPN transistor and a parallel 10 kΩ resistor. The base of the NPN is controlled by an internal mute signal. During dialing the transistor is off, leaving the 10 kΩ resistor in series with the receiver. |
| 11 | 12 | 10 | V– | Negative supply. The most negative input connected to Tip and Ring through the polarity guard diode bridge. |
| 12 | 13 | 11 | VR | Regulated voltage output. The VR voltage is regulated at 1.2 V and biases the microphone and the speech circuits. An internal series pass PNP transistor allows for regulation with a line voltage as low as 1.5 V. Capacitor C8 stabilizes the regulator. |
| 13 | 14 | 12 | LC | DC load capacitor. An external capacitor C7 and an internal resistor form a low pass filter between V– and LR to prevent ac signals from being loaded by the dc load resistor R5. Forcing LC to V– will turn off the dc load current and increase the V– voltage. |
| 14 | 15 | 13 | LR | DC load resistor. Resistor R5 from LR to V– determines the dc resistance of the telephone and removes power across part of the chip. The LR pin is biased 2.8 volts below the V– voltage (4.5 volts in the tone dialing mode). |
| 15 | 16 | 14 | V+ | Positive supply. V+ is the positive line voltage from Tip & Ring through the polarity guard bridge. All sections of the MC34014 are powered by V+. |
| 17 | 18 | 15 | $V_{DD}$ | $V_{DD}$ regulator. $V_{DD}$ is the output of a shunt type regulator with a nominal voltage of 3.3 V. The nominal output current is increased from 550 µA to 2 mA when dialing. Capacitor C9 stabilizes the regulator and sustains the $V_{DD}$ voltage during pulse dialing. |
| 18 | 19 | 16 | TI | Tone input. The DTMF signal from a dialer circuit is input at TI through an external resistor R7. The current at TI is amplified to drive the line at V–. Increasing R7 will reduce the DTMF output levels. The input impedance at TI is nominally 1.25 kΩ. |
| 19 | 20 | 17 | MS | Mode select. This pin is connected through an internal 600 kΩ resistor to the base of an NPN transistor. A Logic "1" (>2.0 V) selects the pulse dialing mode. A Logic "0" (<0.3 V) selects the tone dialing mode. |
| 20 | 1 | 8 | $\overline{MT}$ | Mute input. $\overline{MT}$ is connected through an internal 100 kΩ resistor to the base of a PNP transistor with the emitter at $V_{DD}$. A Logic "0" (<1.0 V) will mute the network for either pulse or tone dialing. A Logic "1" (>$V_{DD}$ – 0.3 V) puts the MC34014 into the speech mode. |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT




NOTE. Pin numbers are for 18 pin DIP.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS** (Voltages referred to V -, $T_A$ = 25°C) (See Note 1.)

| Parameter | Value | Units |
|---|---|---|
| V+ Voltage | −1.0, +18 | Vdc |
| $V_{DD}$ (externally applied, V+ = 0) | −1.0, +6 | Vdc |
| $V_{LR}$ | −1.0, V+ − 3.0 | Vdc |
| $\overline{MT}$, MS Inputs | −1.0, $V_{DD}$ +1.0 | Vdc |
| Storage Temperature | −65, +150 | °C |

NOTE 1 Devices should not be operated at these values. The "Recommended Operating Conditions" provide conditions for actual device operation.

**RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS**

| Parameter | Value | Units |
|---|---|---|
| V+ Voltage (Speech Mode)<br>(Tone Dialing Mode) | +1.5 to +15<br>+3.3 to +15 | Vdc<br>Vdc |
| $I_{TXO}$ (Instantaneous) | 0 to 10 | mA |
| Ambient Temperature | −20 to +60 | °C |

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Refer to Figure 1) ($T_A$ = 25°C)

| Parameter | Symbol | Min | Typ | Max | Units |
|---|---|---|---|---|---|
| **LINE INTERFACE** | | | | | |
| V− Voltage | V+ | | | | Vdc |
| $I_{loop}$ = 20 mA (Speech/Pulse Mode) | | 2.6 | 3.2 | 3.8 | |
| $I_{loop}$ = 30 mA (Speech/Pulse Mode) | | 3.0 | 3.7 | 4.4 | |
| $I_{loop}$ = 120 mA (Speech/Pulse Mode) | | 7.0 | 8.2 | 9.5 | |
| $I_{loop}$ = 20 mA (Tone Mode) | | 4.1 | 4.9 | 5.7 | |
| $I_{loop}$ = 30 mA (Tone Mode) | | 4.6 | 5.4 | 6.2 | |
| V− Current (Pin 12 Grounded) | I+ | | | | mA |
| V+ = 1.7 V (Speech Mode) | | 4.0 | 6.6 | 8.5 | |
| V+ = 12 V (Speech/Pulse Modes) | | 5.5 | 8.4 | 12.5 | |
| V+ = 12 V (Tone Mode) | | 6.0 | 8.8 | 14.0 | |
| LR Level Shift (V+ − $V_{LR}$) | $\Delta V_{LR}$ | | | | Vdc |
| (Speech/Pulse Mode) | | — | 2.7 | — | |
| (Tone Mode) | | — | 4.3 | — | |
| LC Terminal Resistance | $R_{LC}$ | 36 | 57 | 94 | kΩ |
| **VOLTAGE REGULATORS** | | | | | |
| VR Voltage (V+ = 1.7 V) | $V_R$ | 1.1 | 1.2 | 1.3 | Vdc |
| Load Regulation (0 mA < $I_R$ < 6.0 mA) | $\Delta V_{RLD}$ | — | 20 | — | mV |
| Line Regulation (2.0 V < V+ < 6.5 V) | $\Delta V_{RLN}$ | — | 25 | — | mV |
| $V_{DD}$ Voltage (V+ = 4.5 V) | $V_{DD}$ | 3.0 | 3.3 | 3.8 | Vdc |
| Load Regulation (0 < $I_{DD}$ < 1.6 mA) (Dialing Mode) | $\Delta V_{DDLD}$ | — | 0.25 | — | Vdc |
| Line Regulation (All Modes) (4.0 V < V+ < 9.0 V) | $\Delta V_{DDLN}$ | — | 50 | — | mV |
| Max. Output Current (Speech Mode) | $I_{DDSP}$ | 375 | 550 | 1000 | μA |
| Max. Output Current (Dialing Mode) | $I_{DDDL}$ | 1.6 | 2.0 | 3.6 | mA |
| $V_{DD}$ Leakage Current (V+ = 0, $V_{DD}$ = 3.0 V) | $I_{DDLK}$ | — | — | 1.5 | μA |
| **SPEECH AMPLIFIERS** | | | | | |
| Transmit Amplifier | | | | | |
| Gain (TXI to TXO) | $A_{TXO}$ | — | 20 | — | V/V |
| TXO Bias Voltage (Speech/Pulse Mode) | $V_{TXOSP}$ | 0.45 | 0.52 | 0.60 | x $V_R$ |
| TXO Bias Voltage (Tone Mode Mode) | $V_{TXODL}$ | VR − 25 | VR − 5.0 | — | mV |
| TXO High Voltage (Speech/Pulse Mode) | $V_{TXOH}$ | VR − 25 | VR − 5.0 | — | mV |
| TXO Low Voltage (Speech/Pulse Mode) | $V_{TXOL}$ | — | 125 | 250 | mV |
| TXI Input Resistance | $R_{TXI}$ | — | 10 | — | kΩ |
| Receive Amplifier | | | | | |
| RXO Bias Voltage (All Modes) | $V_{RXO}$ | 0.45 | 0.52 | 0.60 | x VR |
| RXO Source Current (Speech Mode) | $I_{RXOSP}$ | 1.5 | 2.0 | — | mA |
| RXO Source Current (Pulse/Tone Mode) | $I_{RXODL}$ | 200 | 400 | — | μA |
| RXO High Voltage (All Modes) | $V_{RXOH}$ | VR − 100 | VR − 50 | — | mV |
| RXO Low Voltage (All Modes) | $V_{RXOL}$ | — | 50 | 150 | mV |



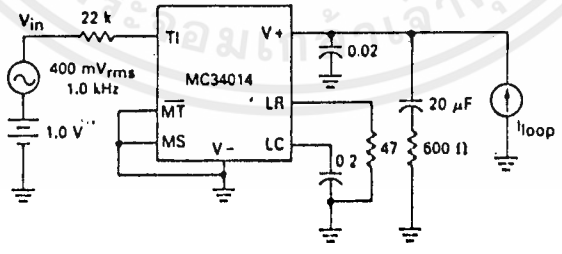
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — (continued) ($T_A$ = 25°C)

| Parameter | Symbol | Min | Typ | Max | Units |
|---|---|---|---|---|---|
| **MICROPHONE, RECEIVER CONTROLS** | | | | | |
| MIC Saturation Voltage (Speech Mode, I = 500 μA) | $V_{OL_{MIC}}$ | — | 50 | 125 | mV |
| MIC Leakage Current (Dialing Mode, Pin 1 = 3.0 V) | $I_{MIC_{LK}}$ | — | 0 | 5.0 | μA |
| RMT Resistance (Speech Mode)<br>(Dialing Mode) | $R_{RMT_{SP}}$<br>$R_{RMT_{DL}}$ | —<br>5.0 | 8.0<br>10 | 15<br>18 | Ω<br>kΩ |
| RMT Delay (Dialing to Speech) | $t_{RMT}$ | 2.0 | 4.0 | 20 | ms |
| **DIALING INTERFACE** | | | | | |
| $\overline{MT}$ Input Resistance | $R_{MT}$ | 58 | 100 | — | kΩ |
| $\overline{MT}$ Input High Voltage | $V_{IHMT}$ | $V_{DD}$ - 0.3 | — | — | Vdc |
| $\overline{MT}$ Input Low Voltage | $V_{ILMT}$ | — | — | 1.0 | Vdc |
| MS Input Resistance | $R_{MS}$ | 280 | 600 | — | kΩ |
| MS Input High Voltage | $V_{IHMS}$ | 2.0 | — | — | Vdc |
| MS Input Low Voltage | $V_{ILMS}$ | — | — | 0.3 | Vdc |
| TI Input Resistance | $R_{TI}$ | — | 1.25 | — | kΩ |
| DTMF Gain (See Figure 2) ($V_+/V_{in}$) | $A_{DTMF}$ | 3.2 | 4.8 | 6.2 | dB |
| **SIDETONE AMPLIFIER** | | | | | |
| Gain (TXO to STA)<br>(Speech Mode) @ $V_{LR}$ = 0.5 V<br>(Speech Mode) @ $V_{LR}$ = 2.5 V<br>(Pulse Mode) @ $V_{LR}$ = 0.2 V<br>(Pulse Mode) @ $V_{LR}$ = 1.0 V | $A_{STA}$ | <br>—<br>—<br>—<br>— | <br>- 15<br>- 21<br>- 15<br>- 21 | <br>—<br>—<br>—<br>— | dB |
| STA B as Voltage (All Modes) | $V_{STA}$ | 0.65 | 0.8 | 0.9 | x $V_R$ |
| **EQUALIZATION AMPLIFIER** | | | | | |
| Gain (V+ to EQ)<br>(Speech Mode) @ $V_{LR}$ = 0.5 V<br>(Speech Mode) @ $V_{LR}$ = 2.5 V<br>(Pulse Mode) @ $V_{LR}$ = 0.2 V<br>(Pulse Mode) @ $V_{LR}$ = 1.0 V | $A_{EQ}$ | <br>—<br>—<br>—<br>— | <br>- 12<br>- 2.5<br>- 12<br>- 2.5 | <br>—<br>—<br>—<br>— | dB |
| EQ B as Voltage<br>(Speech Mode) @ $V_{LR}$ = 0.5 V<br>(Pulse Mode) @ $V_{LR}$ = 0.5 V<br>(Speech, Pulse) @ $V_{LR}$ = 2.5 V | $V_{EQ}$ | <br>—<br>—<br>— | <br>0.66<br>1.3<br>3.3 | <br>—<br>—<br>— | Vdc |

NOTE: Typical values are not tested or guaranteed.

FIGURE 2 — DTMF DRIVER TEST






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2

**SYSTEM SPECIFICATIONS** ($T_A$ = 25 C) (See Figures 1-4)

| Parameter * | | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|
| Tip-Ring Voltage (including polarity guard bridge drop of 1.4 V) | | | | | Vdc |
| (Speech Mode) | $I_{loop}$ = 5.0 mA | — | 2.4 | — | |
| | $I_{loop}$ = 10 mA | — | 3.9 | — | |
| | $I_{loop}$ = 20 mA | — | 4.6 | — | |
| | $I_{loop}$ = 40 mA | — | 5.6 | — | |
| | $I_{loop}$ = 60 mA | — | 6.6 | — | |
| Transmit | | | | | |
| Gain from $V_S$ to V+ (Figure 3) ($I_{loop}$ = 20 mA) | | 28 | 30 | 31 | dB |
| Gain change as $I_{loop}$ is increased to 60 mA | | -6.0 | -4.5 | -3.6 | dB |
| Distortion | | — | 2.0 | — | % |
| Output noise | | — | 11 | — | dBrnc |
| Receive | | | | | |
| $V_{RXO}$ $V_S$ (f = 1.0 kHz, $I_{loop}$ = 20 mA) (See Figure 4) | | -16 | -15 | -13 | dB |
| Receive gain change as $I_{loop}$ is increased to 60 mA | | -5.0 | -3.0 | -2.0 | dB |
| Distortion | | — | 2.0 | — | % |
| Sidetone Level | | | | | dB |
| $V_{RXO}$ V- (Figure 3) | | | | | |
| | $I_{loop}$ = 20 mA | — | -36 | — | |
| | $I_{loop}$ = 60 mA | — | -21 | — | |
| Sidetone Cancellation | | 20 | 26 | — | dB |
| $\left[\frac{V_{RXO}}{V-}\text{ (Figure 4)}\right]_{dB}$ - $\left[\frac{V_{RXO}}{V+}\text{ (Figure 3)}\right]_{dB}$ $I_{loop}$ = 20 mA | | | | | |
| DTMF Driver | | 3.2 | 4.8 | 6.2 | dB |
| V- $V_{in}$ (Figure 2) | $I_{loop}$ = 20 mA | | | | |
| AC Impedance | | | | | Ω |
| Speech mode (incl. $C_6$, See Figure 4) | $I_{loop}$ = 20 mA | — | 750 | — | |
| $Z_{ac}$ = (600)V- ($V_S$ - V+) | $I_{loop}$ = 60 mA | — | 300 | — | |
| Tone mode (including $C_6$) | 20 mA < $I_{loop}$ < 60 mA | — | 1650 | — | |

NOTE. Typicals are not tested or guaranteed.

FIGURE 3 — TRANSMIT AND SIDETONE LEVEL TEST

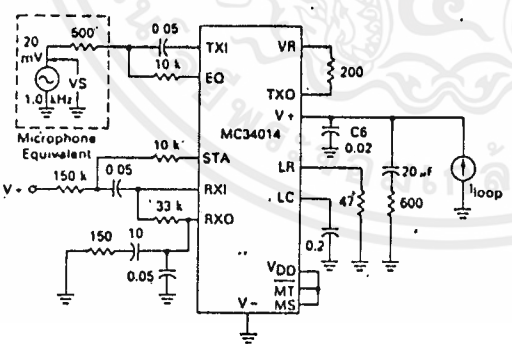
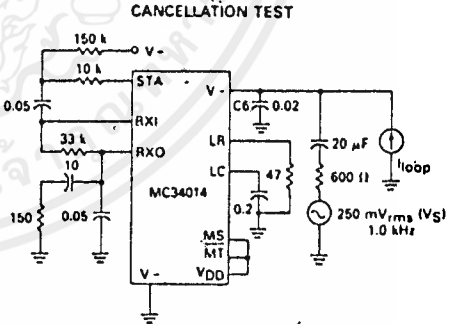



FIGURE 4 — AC IMPEDANCE, RECEIVE AND SIDETONE CANCELLATION TEST






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้