



เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ
ELECTRONIC PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE



โดย
นายจักรี ทานทองคำ
นายจิรัชย์ จิรแสงทอง
นายนิเชษฐ์ วิจารย์
นายสุพรชัย บุรณพานนท์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2534

T 34249 ก (

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารที่ 009597

หัวข้อปริญญาบัตร เครื่องชুমสายโทรทัศน์สาขาอัตโนมัติ

ELECTRONIC PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE



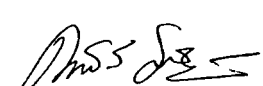
- โดย
1. นาย จักริ ทานทองคำ
 2. นาย จิรัชัย จิรแสงทอง
 3. นาย พิเชษฐ์ วิจารณ์
 4. นาย สุพรชัย บุรณานนท์

ภาควิชา เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ไพศาล สิทธิโยภาสกุล
อาจารย์ ชวลิต เบลจางคประเสริฐ

คณะกรรมการศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้ปริญญาบัตรฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญาบัตร


..... ประธานกรรมการ
()
..... กรรมการ
()
..... กรรมการ
(.....)
..... กรรมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตนัมมิตี

โดย

นาย จักรี หนานทองคำ
นาย จิรัชัย จิรแสงทอง
นาย ศิเชษฐ์ วิจารณ์
นาย สุพรชัย ปุรณานนท์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ไพศาล สิทธิชัยภาสกุล

อาจารย์ ชวลิต เบลจางคประเสริฐ

ปีการศึกษา 2534

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์นี้นำเสนอโครงร่างของ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขา
อัตนัมมิตี ซึ่งมีคุณสมบัติ ที่ผู้เรียกสามารถติดต่อเข้าถึงผู้สายภายในได้ โดย
ตรง ไม่ต้องผ่านรอเบอร์เรเตอร์ ทางที่สั้นเวลา มีความประหยัด เป็น
ส่วนต่อรวมมากกว่า แล้วจึงใช้งานได้สะดวกกว่า เครื่องชุมสายสาขาอัตนัมมิตี ที่
นำเสนอนี้ จะช่วยผู้ที่ต้องการศึกษาถึงโครงร่างและหลักการของ เครื่อง
ชุมสายอัตนัมมิตี เข้าใจได้ดี มีความรู้มากกว่า และลดต้นทุนในการ
ผลิต เพราะอุปกรณ์ทุกชิ้นที่นำ สามารถหาได้ในประเทศไทย

แต่อย่างไรก็ดี งานนี้ยังมีปัญหาเหมือนบางส่วนประกอบต่าง ๆ มา

ทดลองประกอบจริง ไม่ครบบริบรูชเชอร์ไม่สามารถควบคุมได้ตามที่คาดหวัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานับ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
และเนื่องจากเวลาในการท างานชิ้นนี้มีจำกัด จึงทางให้ส่งต่างปัญหาที่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
เพียงเท่านั้น

ELECTRONIC PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

JAKKREE HANTONGKOM
JIRACHAI JIRASANGTONG
FICHET VIJARN
SUPONCHAI BURANANANON

ADVISER
FAISAN SITHIYOPASAKUL
CHOVALIT BENJANGKAPRASERT

ABSTRACT

This thesis presents the structure of a FABX with direct extension operation which need not any operator to control the PABX, gives results in more economic, more private, easier and faster operation. This thesis is almost useful for persons who want to study the concept of the PABX, also makes less difficult and lower in costs of the production because all the deveces used in this thesis are available in the country.

This PABX, however, still have some problems when all parts were assembled together for any possible to use it in daily operation. Microprocessor can not control the system as expected and for the short period of time for improving the system make the problems still so far.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
บทที่ 3 โครงสร้างและหลักการ	11
บทที่ 4 ผลการทางาน	22
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์	33
เอกสารอ้างอิง	34
กิตติกรรมประกาศ	35
ภาคผนวก	36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นไปอย่างรวดเร็ว ความเจริญก้าวหน้าเหล่านี้แผ่ขยายไปทั่วทุกภาคของอาศัย การสื่อสาร และการคมนาคม จึงสามารถกล่าวได้ว่า การคมนาคมและการสื่อสาร เป็นสื่อกลางของความเจริญก้าวหน้าทั้งมวลบนโลก

การสื่อสารมีอยู่หลายรูปแบบ ที่จะกล่าวถึงในที่นี้ คือการสื่อสารทางโทรศัพท์ โทรศัพท์เป็นเครื่องมือนำสื่อสารที่สะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการใช้งาน ตลอดจนต่างใช้ง่ายน้อยกว่า ถ้าคิดเปรียบเทียบกับการสื่อสารระบบอื่น ๆ เช่น โทรศัทพ์ หรือโทรเลข เป็นต้น

ระบบโทรศัพท์ซึ่งเป็นระบบซึ่งน่าสนใจที่จะค้นหาและพัฒนาระบบการสื่อสารต่อไป การที่จะโทรศัพท์จากที่หนึ่งไปยังที่ต่าง ๆ ได้ จำเป็นต้องผ่านชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งในปัจจุบันส่วนมากจะเป็นแบบอัตโนมัติ ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติมีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่มาก ๆ แล้วแต่ความเหมาะสมกับการใช้งาน ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติขนาดกลาง เป็นเครื่องชุมสายที่นิยมใช้กันมากในวงการธุรกิจ และอุตสาหกรรม เช่น บริษัทหรือห้างร้านใหญ่ และโรงงานต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งเราต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ทางราคาแพง เครื่องชุมสายมีขนาดใหญ่มากกว่าแค่การติดตั้งซ่อมแซมและบำรุงรักษา ส่วนควบคุมการทางานของระบบทั้งหมด ใช้งานจริงเชิงเส้น (Linear circuit) ซึ่งทางานช้า ตัดแปลงแก้ไข และพัฒนาได้ยาก ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงทางานให้เกิดแนวความคิด ที่นำเอาระบบไมโครโปรเซสเซอร์มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนควบคุม การทางานของ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขา แทนระบบเก่า เพราะไมโครโปรเซสเซอร์ทางานด้วยโปรแกรม (Program) การแก้ไข และพัฒนาโปรแกรม ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ (Software) ย่อมทางานได้สะดวก รวดเร็ว และดีกว่าการแก้ไขวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ดังนั้นปริญญาบัตรนี้ จึงเสนอเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดกลาง ที่ใช้ระบบไมโครปริปริเซเซอร์ เป็นส่วนควบคุมการทำงานทำ
งให้เครื่องมีขนาดเล็ก ง่ายแก่การเคลื่อนย้ายและติดตั้ง ทั้งยังราคาถูกกว่า
มาก จนขณะที่ทำงานได้รวดเร็วและยืดความสามารถของ เครื่องสูง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

ชุมสายโทรศัพท์ชนิดต่าง ๆ

ชุมสายโทรศัพท์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่ ชุมสายที่มีผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง และชุมสายที่ไม่มีผู้เช่าต่อเข้า

1. ชุมสายที่มีผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ผู้สาขาและชุมสายท้องถิ่น

- ผู้สาขา (Private Branch Exchange) PBX และ FABX ถูกนำมาใช้ในสำนักงาน ฯลฯ เพื่อใช้ต่อกันภายในได้โดยไม่ต้องผ่านเครื่องชุมสายของผู้สาขา เช่น calls-back, abbreviated dialling และ conference calls เป็นต้น นอกจากนี้เบอร์ภายในยังสามารถต่อไปยังชุมสายท้องถิ่น เพื่อเรียกไปยังเบอร์ภายนอกได้ด้วย ผู้สาขามีขนาดตั้งแต่จำนวน 2-3 เสิ้กเทนชั่น จนถึงจำนวนหลาย ๆ พันเสิ้กเทนชั่น

- ชุมสายท้องถิ่น (Local Exchange) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ Large urban exchanges และ Rural exchanges ลาจเออแชนเธิ้กซ์เซนส์ หมายถึง ชุมสายท้องถิ่นซึ่งเป็น สวิตซ์ซิ่ง เซ็นเตอร์ (Switching centre) สำหรับแทรกพิด จากผู้เช่าภายในพื้นที่ของตัวเอง ชุมสายแบบนี้ มีขนาดตั้งแต่ร้อย ๆ เลขหมายจนถึงจำนวนไม่มีจำกัด ความจจำกัดจำนวนนั้นขึ้นอยู่กับราคา ค่าสายของผู้เช่า มายังชุมสาย ชุมสายแบบนี้มักจะมีในเมืองและชุมชนขนาดใหญ่ ส่วนรูแรนเธิ้กซ์เซนส์ คือ ชุมสายที่มีขนาดเล็ก ขนาดตั้งแต่สิบ ๆ หมายเลข จนถึงจำนวนพัน ๆ หมายเลข มักจะมีในเมืองและชุมชนขนาดเล็ก เนื่องจากรูแรนเธิ้กซ์เซนส์มีขนาดเล็ก และแทรกพิด ไปยังเซ็นทรอล เธิ้กซ์เซนส์ (Central exchange) หรือ ลาจเออแชน เธิ้กซ์เซนส์ สูง หน้าที่ทางสวิตซ์ซิ่ง บางอย่างของ รูแรน เธิ้กซ์เซนส์ จะเป็นหน้าที่ของ เซ็นทรอลเธิ้กซ์เซนส์ การค้นหาเอาหน้าที่ของ รูแรน เธิ้กซ์เซนส์ มารวมไว้ที่ เซ็นทรอล เธิ้กซ์เซนส์ นั้น เป็นการประหยัดเงิน และเนทเวิร์ค (net work)

2. ชุมสายต่อผ่าน (Transit Exchange)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเมื่อออกสืบพิมพ์ใหม่ไปจะป็นประโยชน์แก่การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ ไม่มีผู้เช่าต่อตรงเข้ามาถึงชุมสาย การทำงานของเครื่องชุมสายต่อผ่าน
นี้ จะต้องทำงานอย่างรวดเร็วเพราะ การที่ผู้เรียก เรียกว่าไปยังผู้ถูกเรียกนั้น
อาจจะต้องผ่านชุมสายต่อผ่านจำนวนหลาย ๆ ชุมสายก็ได้ ชุมสายต่อผ่านยัง
แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ชุมสายต่อผ่านห้องถิ่น (Tandem Exchange) และ
ชุมสายต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

ระบบสวิตชิง (Switching system) ชนิดต่าง ๆ

1. ระบบสวิตชิงด้วยมือ (Manual Switching System)

หลักการของการสวิตชิงทำงานด้วยมือ การต่อสายสื่อสารในแผง
สวิตช์ กระทำกันด้วยมือ โดยพนักงานโทรศัพท์ (operator) มีแผงสวิตช์
แมกเน็ท (Magneto Switchboard) และแผงสวิตช์แบตเตอรี่ร่วม (Com
mon Battery Switchboard) แผงสวิตช์แมกเน็ทใช้สำหรับต่อวงจรของ
ผู้เช่าที่สิ้นสุดที่แต่ละเครื่องโทรศัพท์ภายในอาคาร ของผู้เช่า พร้อมทั้งมีเซลล์
ปฐมภูมิ (Primary Cell) สำหรับเสียง และเครื่องกำเนิดเสียงกระแส
แม่เหล็กด้วย แผงสวิตช์แม่เหล็กร่วมได้มาจากกำลังจ่ายแผงสวิตช์แมกเน็ท
เพื่อความสะดวกในการทำงาน และการบำรุงรักษา ระบบนี้ใช้แบตเตอรี่สะสม
(Storage Battery) ติดตั้งที่ชุมสายกลางสำหรับเสียง (Speech) และ
การสื่อสารแผงสวิตช์แบตเตอรี่ ใช้สำหรับต่อวงจรของผู้เช่า และใช้เป็นแผง
สวิตช์ทางไกล (Toll Switchboard) และใช้สอบถามหมายเลขโทรศัพท์
โทรศัพท์แบบใช้พนักงานต่อ แบ่งแยกออกไปตามแหล่งกำเนิดของ
พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับปากพูด (Transmitter) มีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ
ระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง (Local Battery System) และระบบ
แบตเตอรี่ร่วม (Common Battery System)

โทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง แหล่งกำเนิดของพลังงาน
ไฟฟ้าสำหรับปากพูด และเครื่องกำเนิดสัญญาณเรียก จะรวมกันอยู่ในเครื่อง
โทรศัพท์แต่ละเครื่อง คำว่า ประจำเครื่อง (Local) หมายความว่า แหล่ง
กำเนิดของพลังงานไฟฟ้าสำหรับปากพูด และสัญญาณเรียก เป็นส่วนหนึ่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จทรศัพท์แต่ละเครื่อง แยกแต่ละประจำเครื่อง จะจ่ายกระแส สำหรับวงจร
ปากพูด ส่วนมือหมุนเครื่องทำไฟ (Hand Genertor) หรือแมกเน็ทจะจ่าย
กระแสสำหรับสัญญาณกระดิ่งแม่เหล็ก

2. ระบบสวิทช์อัตโนมัติ (Automatic Switching System)

แผงสวิทช์อัตโนมัติแบบขั้นต่อขั้น (Step By Step Automatic Switch) ระบบนี้จะทำงานตามกระแสพัลส์ของหน้าปัทม์ที่ถูกเหนี่ยวนำ
ให้เกิดขึ้น จากการหมุนเลขหน้าปัทม์เครื่องจทรศัพท์ของผู้เข้าที่เป็นผู้เรียกหมุน
หมายเลข 3054 ซึ่งเป็นเลขหมายของผู้ที่ถูกเรียกโดยผู้เข้าที่เป็นผู้เรียกจะ
หมุนหมายเลข 3 เป็นหมายเลขแรกก่อน สวิทช์เลือกตัวแรก ก็จะเลื่อนไป
ตามตำแหน่งที่ 3 ซึ่งจะเลื่อนไปโดยกระแสพัลส์จากการหมุนนั่นเอง จากนั้นก็หมุน
หมายเลขของผู้ที่ถูกเรียกหมายเลขต่อไปซึ่งก็คือ 0-5-4 สวิทช์เลือกตัวที่ 2
ถึง 4 ก็จะเลื่อนไปตามตำแหน่งที่ถูกกำหนดจากการหมุน จะเห็นได้ว่าจำนวน
เลขหมายของผู้เข้านั้น จะกำหนดจากจำนวนของสวิทช์ทั้งหมด เช่น สวิทช์
เลือกตัวที่ 1 มี 10 จุด, ตัวที่ 2 มี 10 จุด, ตัวที่ 3 มี 10 จุด, และ
ตัวที่ 4 มี 10 จุด เราสามารถกำหนดจำนวนหมายเลขได้ $10 \times 10 \times 10 \times 10$
 $= 10000$ หมายเลข ต่อจากนั้นได้พัฒนา ทางให้มีเฟรมที่ต่อออก ที่เครื่องต่อ
(connector) โดยการทางานจะยังคงใช้กระแสพัลส์จากการหมุนหน้าปัทม์ของ
ผู้เข้าที่ต้องการเรียกเช่นเดิม เพียงแต่ว่าจำนวนของเส้น ของสวิทช์เลือกนั้น
เพิ่มได้มาก

จากการทางานทั้งหมด เราสามารถสรุปได้ว่าเครื่องเลือก (selector) จะจับเลขที่ละตัวด้วยพัลส์ของหน้าปัทม์ และต่อสายที่ละสาย เรา
เรียกวิธีการขั้นต่อขั้น (Step By Step)

3. ระบบสวิทช์แบบควบคุมร่วม

ในระบบนี้ ส่วนที่ประกอบเป็นแขนแนล และส่วนควบคุมแขนแนล
แยกจากกัน แต่ละส่วนควบคุมแขนแนลจะร่วมกัน เมื่อผู้พูดยกจทรศัพท์ วงจร
ควบคุมจะได้รับการทำงานของอุปกรณ์วงจรของผู้เข้า ซึ่งติดตั้งที่ขุมสาย
เฉพาะสายของผู้เข้าทุกสายและหาว่าโทรหาหมายเลขของผู้เรียก นั่นคือผู้เรียก
จะถูกต่อไปยัง รัจจิสเตอร์ แล้วรัจจิสเตอร์จะส่งสัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปยังผู้เรียกเพื่อบอกให้ทราบว่า เขาอาจจะ หมุนเลขบนหน้าปัทม์ (หรือกดปุ่ม) ไปได้แล้วเมื่อรีซีสเตอร์ ได้รับสัญญาณควบคุม เช่น สัญญาณหน้าปัทม์ (Dial Signal) จากผู้เรียก เรียบร้อยแล้ว วงจรควบคุมจะค้นหาตำแหน่งของผู้ถูกเรียก ถ้าสายว่าง ก็จะต่อผู้เรียก กับผู้ถูกเรียกทันที จนขบวนการนี้ หน่วยงานควบคุมเข้าไปเกี่ยวข้อง เมื่อต้องการเท่านั้น และการพูดโทรศัพท์จะอยู่ในระบบแขนงแอลอย่าง เดียวในระบบควบคุมร่วมนี้ มีระบบตรวจสอบรหัสซึ่งและระบบอิเล็กทรอนิกส์รหัสซึ่งเกี่ยวข้องอยู่ด้วย ระบบแรกใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน ส่วนระบบหลัง เป็นระบบใหม่ กำลังได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว การใช้งาน และความสามารถในการทำงาน ของสวิทช์ชนิดครบวงจร

1. การใช้งาน (Applicability)

สวิทช์ตรวจสอบ เป็นสวิทช์ท้องถิ่นชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับ ติดต่อกันระหว่างผู้เข้าโดยตรง นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นสวิทช์เรียก หรือสวิทช์แทนเดมออก และเข้าท้องถิ่นและทางไกล

2. ความสามารถในการทำงาน (Capacity)

ความสามารถในการทำงานของสวิทช์ กำหนดโดยปลายสาย และความสามารถในการควบคุมการติดต่อหรือแตรฟฟิค (Traffic) จนกรณีของสวิทช์ระบบควบคุมร่วม ความสามารถในการควบคุมแตรฟฟิค ขึ้นอยู่กับเวลารอของอุปกรณ์ร่วม และองค์ประกอบอื่น ๆ สำหรับสวิทช์ตรวจสอบชนิดซี 400 ความสามารถต่อเฟรม เท่ากับ 86 Erlangs เนื่องด้วยจำนวนสูงสุดของเฟรมในหนึ่งหน่วยสวิทช์ เท่ากับ 32 ดังนั้นความสามารถในการรับแตรฟฟิค (Traffic Capacity) ต่อหน่วยสวิทช์ซึ่งเท่ากับ 2752 Erlangs

4. ชุดสายโทรศัพท์ระบบดิจิตอล (SPC:Store Program Control)

เมื่อทุกอย่างเป็นดิจิตอลหมด ระบบโดยตรงย้ายข่าวสารจะสมบูรณ์ ดังนั้นระบบโทรศัพท์จึงหันเข้าสู่ชุดดิจิตอลเต็มตัว เพื่อตอบสนองระบบโดยตรงสร้างข่าวสารได้ โดยชุดสายโทรศัพท์ มีภาระเอาเทคนิควิธีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ เรียกเป็นลักษณะพิเศษว่าระบบ SPC ซึ่งมีภาระงานของระบบดูเพลกเข้ามาใช้ แต่จาเป็นในส่วนควบคุมกลาง (Central Con

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

trol) และส่วนความจำ (File Memory) เท่านั้น หรือนำมาใช้ทั้งระบบ
เลยก็ได้

จากที่กล่าวมา เป็นความก้าวหน้าของระบบขุมสายโทรศัพท์ แบบ
ดิจิทัล ซึ่งเป็นหนึ่งของโครงสร้างพื้นฐานของระบบโครงข่ายข่าวสาร (INS)
ที่สมบูรณ์ในอนาคตอันใกล้

ระบบโทรศัพท์ที่ใช้งานปัจจุบัน

ระบบโทรศัพท์ที่ใช้งานปัจจุบันนี้ มีอยู่ 2 ระบบ คือ

1. **โทรศัพท์แบบพัลส์** เป็นระบบโทรศัพท์ที่ส่งสัญญาณหมายเลข เป็น
พัลส์ โดยที่จำนวนพัลส์จะเท่ากับจำนวนหมายเลขที่หมุนหรือกด เช่น ถ้าหมุน
หมายเลข 5 ก็จะมีพัลส์ออกมา 5 ลูก เป็นต้น ซึ่งโทรศัพท์แบบนี้กำลังจะ
เลิกใช้แล้ว
2. **โทรศัพท์แบบความถี่** เป็นโทรศัพท์ที่นิยมใช้กันจนปัจจุบันโทรศัพท์
แบบนี้ จะส่งความถี่ 2 ความถี่ 1 คู่พร้อมกัน เพื่อแทนหมายเลขหนึ่งหมายเลข
ซึ่งมีตารางความถี่ ตามหมายเลขตั้งตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่สูง ความถี่ต่ำ	Column 1 1209 Hz	Column 2 1339 Hz	Column 3 1477 Hz	Column 4 1633 Hz
Row1 679 Hz	1	2	3	A
Row2 770 Hz	4	5	6	B
Row3 852 Hz	7	8	9	C
Row4 941 Hz	*	0	#	D

ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งกลุ่มความถี่ เรียงตามคีย์ของโทรศัพท์

ตัวอย่างเช่น ถ้าเรากดหมายเลข 4 ก็จะมีความถี่ออกมา 2 ความถี่ คือ 770 เฮิรท์ และ 1209 เฮิรท์ เป็นต้น

เครื่องชุมสายสาขาอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange)

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ คือเครื่องมือที่ผู้ใช้ขยายตู้สายโทรศัพท์ให้มากขึ้น ในลักษณะการทางานที่ทางด้านผู้ใช้ จะเป็นฝ่ายควบคุมเอง เป็นส่วนหนึ่ง ทางให้อำนวยความสะดวก ในการสื่อสารให้ดียิ่งขึ้น ระหว่างบุคคลในโรงงาน หรือบริษัท เป็นต้น ดังนั้นถ้าเครื่องชุมสายโทรศัพท์ สาขาอัตโนมัติ มีขีดความสามารถสูงเท่าใด ก็จะอำนวยความสะดวกและความคล่องตัวในการติดต่อสื่อสารมากขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานเครื่องชุมสายวิทยุคมนาคม จะทำหน้าที่ในการ เชื่อมต่อโทรศัพท์สาย
นอก และสายในเข้าด้วยกันโดยมีจอเบอเรเตอร์ทำหน้าที่ควบคุมอยู่และจำลอง
การทำงานให้คล้ายกับขององค์การโทรศัพท์ แต่งานเครื่องชุมสายที่เสนอขึ้นมา
ได้ทำการลดราคา ต้นทุนการผลิตให้ถูกลง และสามารถทำได้ในประเทศ

สัญญาต่าง ๆ ภายในระบบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ลักษณะสัญญาต่าง ๆ ภายในเครื่องนี้ เป็นดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน (Dial tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้งานทราบว่า เครื่องชุมสายโทรศัพท์พร้อมแล้ว ที่จะให้ผู้ใช้งานโทรศัพท์หมุน หรือกดหมายเลข ที่ต้องการจะติดต่อด้วย มีลักษณะเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ ต่อเนื่องกันตลอด
2. สัญญาณเรียกกลับ (Ringback tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งแก่ผู้ใช้งานโทรศัพท์หลังจากการหมุนหรือกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อแล้ว ว่าสามารถติดต่อคู่สายที่ต้องการได้ มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ ดังแล้วเงียบเป็นช่วง ๆ กล่าวคือดังประมาณ 1 วินาที และเงียบประมาณ 2 วินาที สลับกัน
3. สัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งแก่ผู้ใช้งานโทรศัพท์ หลังจากการหมุนหรือกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วย หมายความว่าไม่สามารถติดต่อคู่สายนั้นได้ มีลักษณะเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 500 เฮิรตซ์ ดังและเงียบเป็นช่วงเวลา 0.3 วินาที เท่า ๆ กัน
4. สัญญาณเรียก (Ringing tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายใน เพื่อแจ้งให้ผู้ใช้งานว่ามีผู้ยื่นต้องการติดต่อด้วย มีลักษณะเป็น สัญญาณความถี่ประมาณ 25 เฮิรตซ์ ขนาดประมาณ 100 v ติดต่อกันเป็นช่วง ๆ เหมือนและพร้อมไปกับสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

009597

หลักการทางาน

1. กรณีเรียกจากตู้สายภายใน

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ เครื่องพีเอซี เอ็กซ์ ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนมาที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียก หลังจากนั้นผู้เรียกสามารถจะเลือกติดต่อกับตู้สายอื่น ๆ ได้ 2 กรณี คือ

1.1 ผู้เรียกต้องการที่จะติดต่อกับตู้สายภายนอก ซึ่งมีตู้สายที่ ๑ ติดต่อกับตู้สายภายนอกขององค์การโทรศัพท์อยู่ 1 ตู้สาย เมื่อได้รับสัญญาณให้หมุน ก็หมุนหรือกดหมายเลข ๑ แล้วตามด้วยหมายเลขของผู้ที่ต้องการที่จะติดต่อดีว

1.2 ผู้เรียกต้องการที่จะติดต่อกับตู้สายภายในเครื่องอื่น ๆ เมื่อได้ยินสัญญาณให้หมุน ก็จะต้องกดหมายเลข 1 แล้วตามด้วยหมายเลขประจำเครื่องภายใน ที่ต้องการจะติดต่อดีว ซึ่งมีอยู่จำนวน 4 หมายเลข เมื่อกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อดีวแล้วไม่ว่าจะเป็นกรณีใด ถ้าไม่สามารถติดต่อดีวได้ เนื่องจากตู้สายไม่ว่าง เครื่องก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างกลับมาให้ผู้เรียก เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ก็จะต่อตู้สาย ๑ ที่สามารถพูดติดต่อกันได้

2. กรณีเรียกจากตู้สายภายนอก

เมื่อผู้เรียกหมุนหมายเลข 7 ตัว ประจำเครื่อง ที่ติดตั้งเข้ากับเครื่องชุมสายซึ่งจะมีอยู่ 1 เลขหมาย ที่ได้รับจากองค์การโทรศัพท์ ถ้าตู้สายนั้นไม่ว่างกำลังมีการใช้งานอยู่ ทางผู้เรียกก็จะได้รับสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) แต่เลขหมายของตู้สายที่หมุนเข้ามาว่าง เครื่องชุมสายย่อย ก็จะต่อตู้สายเข้ากับชุมสายขององค์การโทรศัพท์ โดยเครื่องชุมสายก็จะทำการติดต่อกับเครื่องภายในเครื่องใดเครื่องหนึ่งโดยอัตโนมัติ โดยจะทำการตรวจสอบสภาวะว่างของเครื่องภายในที่ละเครื่อง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

โครงสร้างและหลักการ

เครื่องข่ายสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ที่นำเสนอจนปริมาณผลิตภัณฑ์นี้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้คือ

- ส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hard ware) จะเป็นส่วนวงจรทั้งหมดของตัวเครื่องข่ายสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

- ส่วนทางด้านซอฟต์แวร์ (Soft ware) จะเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคำสั่งที่ผู้ใช้ควบคุมการทำงาน ของเครื่องข่ายสายโทรศัพท์ สาขาอัตโนมัติ ให้สามารถทำงานได้ตรงตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ข้างต้น

โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์

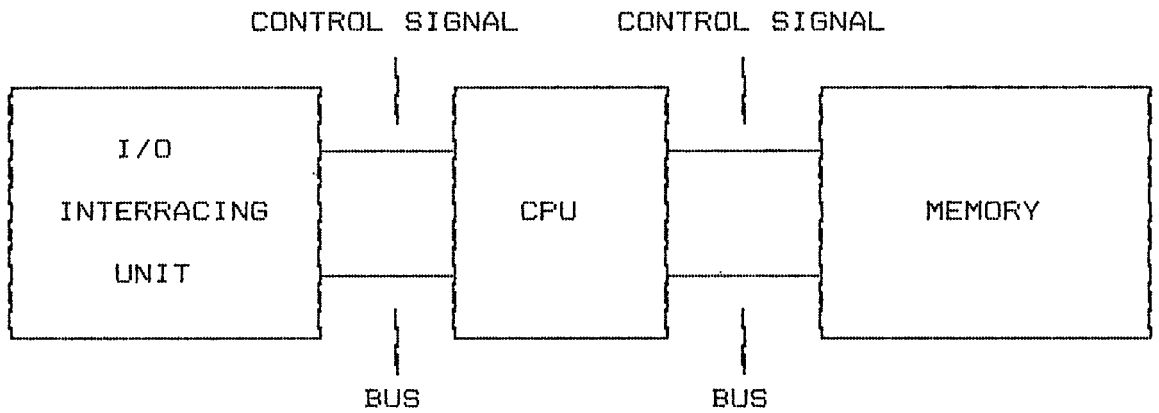
เราสามารถแบ่งส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์ ออกเป็นส่วน ๆ เพื่อป้องกันการสับสนดังต่อไปนี้คือ

1. ส่วนควบคุมหรือส่วนระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor)
2. ส่วนวงจรภาคอินพุท (Input)
3. ส่วนสร้างสัญญาณต่าง ๆ
4. ส่วนวงจรภาคเอาต์พุท (Output)
5. ส่วนวงจรช่องทางเดินสัญญาณ (Speech Path)
6. ส่วนควบคุมการติดต่อสายนอก (External Control Unit)

1. โครงสร้างระบบไมโครโปรเซสเซอร์

ณปัจจุบันเทคโนโลยี ของการผลิตวงจรรวมขนาดใหญ่ (Large Scale Integration) ทำให้ภายในชิป (CHIP) เดียว สามารถจะบรรจุวงจรร้อย ๆ ของคอมพิวเตอร์ คือ หน่วยควบคุม (CONTROL UNIT) หรือหน่วยคำนวณ (Arithematics and Logic Unit), หน่วยความจำ (MEMORY) บางส่วน และวงจรควบคุมการส่งและรับสัญญาณภายนอก บางส่วน เข้าไปในชิปเพียงชิปเดียว ซึ่งโครงสร้างของ ระบบไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารสามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของระบบไมโครโปรเซสเซอร์

โดย CPU: เป็นหน่วยประมวลผลกลางทำหน้าที่คำนวณทางคณิตศาสตร์ และแยกประเภทข้อมูล

MEMORY: เป็นที่เก็บโปรแกรมหลัก

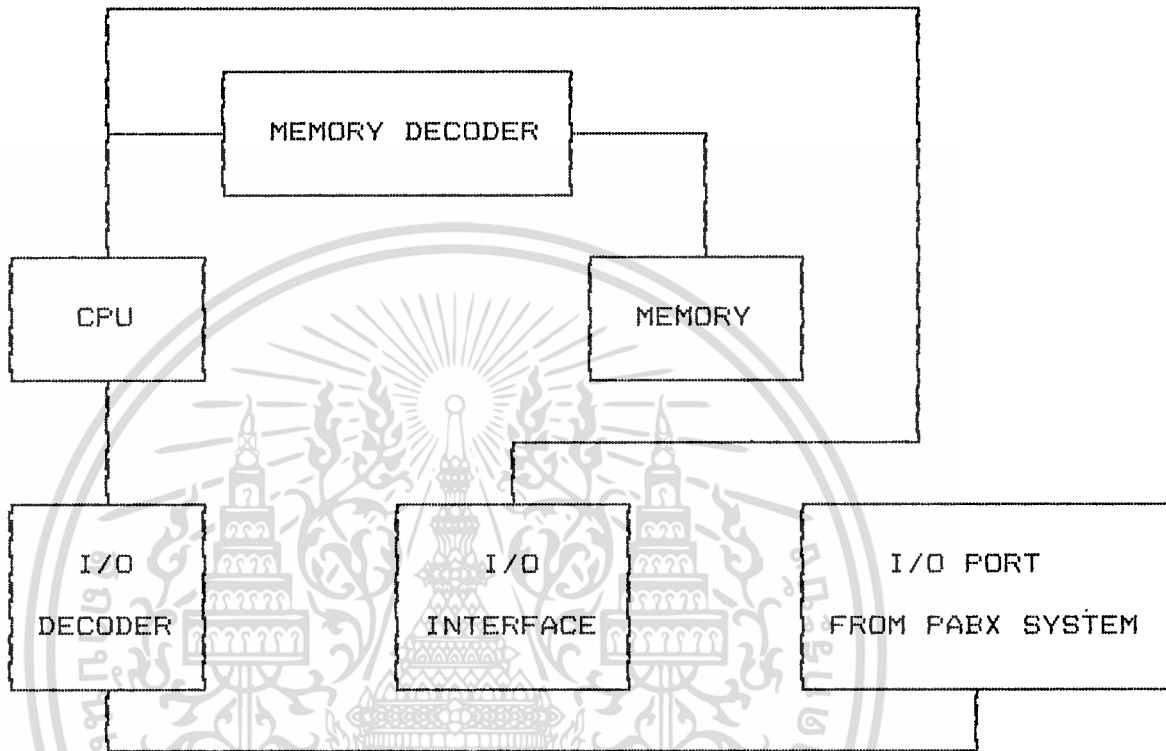
I/O INTERFACING UNIT: ด้รับส่งข้อมูลจากภายนอก การเลือกใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ จะต้องคำนึงถึงจำนวนคำสั่ง ความยาก ง่ายของการเขียนโปรแกรม ความเร็วในการทำงาน จนที่ผู้ใช้ Z-80 เป็น ซีพียู แต่ไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องอาศัยวงจรอื่น ๆ ประกอบด้วย เพื่อ ใช้งานได้คือ วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock) วงจรถอดรหัส (De-coder) เพื่อให้ซีพียูทำงาน และควบคุมหน่วยอื่นได้

การออกแบบระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องขุดสาย
โทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

จากบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 2 จะเห็นว่าจะต้องประกอบด้วย Z-80 CPU ซึ่งจะต้องต่อหน่วยความจำเข้าไปอีก หากที่ใดมีส่วนถอดรหัสความจำ (Memory decoder) ซีพียูจะต้องมีการรับข้อมูล จากระบบขุดสายโทรศัพท์ นามาคำนวณ และตัดสินใจตามข้อกำหนดของโปรแกรม แล้วส่งข้อมูลออกไป ควบคุมการทำงานของเครื่องขุดสายโทรศัพท์ การติดต่อรับส่งข้อมูล ระหว่าง ระบบทั้งสองต้องผ่านตัวเชื่อมกลางที่เรียกว่า Interface และเนื่องด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบชุมสาย เป็นระบบที่มีขนาดใหญ่มากที่สุดที่ซีพียู จะต้องส่งและรับข้อมูล (I/O Port) หลายจุด ซึ่งจำเป็นต้องมีส่วนถอดรหัสการรับส่งข้อมูลเข้าออก (I/O Decoder) ด้วย



รูปที่ 2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบไมโครจิปรีเซสเซอร์

1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Z-80 CPU)

หน่วยประมวลผลกลางมีข้อมูลขนาด 8 บิต(D0-D7) และมีAddress Bus ขนาด 16 บิต (A0-A15) มี Register หลักขนาด 8 บิต มี 8 ตัวคือ A, B, C, D, E, F, H, L และมี Register สำรอง ขนาด 8 บิต อีก 8 ตัว คือ A', B', C', D', E', F', H', L' และมี Register 9 ตัว เฉพาะ ขนาด 8 บิตอีก 2 ตัว คือ X และ Y นอกจากนี้ยังมีขนาด 16 บิตอีก ดังนี้ IX, IY, SP, PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำที่ใช้งานการออกแบบนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ หน่วยความจำแบบอ่านอย่างเดียว (Read Only Memory หรือ ROM) เราจะเขียนข้อมูลเข้าไปในหน่วยความจำชนิดนี้เพียงครั้งเดียว แต่ข้อมูลนั้น จะอยู่ตลอดไปแม้ว่าจะไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม เวลาใช้งานซีพียูจะอ่านข้อมูลออกมาเพียงอย่างเดียว ๑๕ เป็นที่เก็บโปรแกรมหลัก คือ โปรแกรมควบคุม การทำงานของ เครื่องขุมสายทรศัพท์ทั้งหมด ซีพียูจะอ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำนี้ และปฏิบัติตามขั้นตอนของโปรแกรม จะเห็นว่าเราสามารถตัดแปลง แก้ไขและพัฒนาขีดความสามารถของ เครื่องขุมสายด้วยวิธีแก้ไขโปรแกรมส่วนนี้ หน่วยความจำชนิดนี้ ๑๕ไอซีเบอร์ EPROM 2732 ซึ่งมีความจำ 4 กิโลไบต์ และมีหน่วยความจำแบบแรนดอม (Random Access Memory หรือ RAM) เป็นหน่วยความจำชนิดที่เก็บข้อมูลได้ และขณะเดียวกันซีพียูสามารถจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลในหน่วยความจำนั้นได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นหน่วยความจำที่อ่านออกมาและเขียนเข้าไปได้ตลอดเวลาที่ยังมีไฟเลี้ยง ถ้าเราปิดเครื่อง ข้อมูลเหล่านั้นก็จะหายไป จนที่นี้ ๑๕ไอซีเบอร์ 6116 ซึ่งมีความจำ 2 กิโลไบต์ เมื่อนำเอาหน่วยความจำทั้งสองชนิดมาใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีการ แยกตำแหน่งของหน่วยความจำทั้งสองชนิด ดังนี้ คือ

- ตำแหน่ง 0000H-1FFFH เป็นตำแหน่งที่ ซีพียู ๑๕ติดต่อกับ ROM
 - ตำแหน่ง 2000H-27FFH เป็นตำแหน่งที่ ซีพียู ๑๕ติดต่อกับ RAM
- จดยกการถอดรหัสหน่วยความจำหาได้จดยกอาศัยลอจิกของ A13 ของ ซีพียูเป็นตัวกำหนด ถ้าลอจิกของ A13 เป็น 0 จะ ๑๕หน่วยความจำชนิด ROM และถ้าลอจิกของ A13 มีค่าเป็น 1 จะ ๑๕หน่วยความจำชนิด RAM

1.3 วงจรเชื่อมระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์และพีเอชไอ (Input/Output Interface)

วงจรมีประกอบด้วยบัฟเฟอร์ 2 ทางต่อกับซีพียู เพื่อหาหน้าที่ส่งข้อมูลออกเมื่อซีพียูต้องการส่งสัญญาณออกไปควบคุม เครื่องขุมสายทรศัพท์ จึงเรียกส่วนนี้ว่า จุดสัญญาณออก หรือ เอาท์พุทพอร์ท (Output Port) หรือรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้า เมื่อต้องการจะทราบสถานะต่าง ๆ ภายในของระบบชุดสายโทรตีฟท์โดย ซีพียู เป็นตัวส่งสัญญาณควบคุมมายังวงจรนี้ เรียกส่วนนี้ว่า จุดสัญญาณเข้า หรือ อินพุท พอร์ต (Input Port) และเมื่อไม่มีการติดต่อระหว่าง 2 ระบบนี้ จะหาหน้าที่แต่ละระบบทั้งสองนี้แยกออกจากกัน

1.4 วงจรถอดรหัสจุดสัญญาณเข้าออก (Input / Output Decoder)

เนื่องจากระบบไมโครโปรเซสเซอร์ที่ออกแบบ ควบคุมเครื่องชุดสายโทรตีฟท์นี้จะต้องใช้จุดสัญญาณออก 5 พอร์ต และจุดสัญญาณเข้า 5 พอร์ต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวงจรเพื่อใช้ ซีพียู เลือกใช้จุดสัญญาณเข้าและออก พอร์ตใดบ้าง วงจรนั้นก็คือวงจรถอดรหัสจุดสัญญาณเข้าออก (I/O Decoder) ใช้ไอซีเบอร์ 74LS154 ซึ่งเป็นตัวถอดรหัสจาก 4 อินพุทออก 16 เอาท์พุทต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมจากซีพียู

1.5 วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา

สัญญาณนาฬิกาเป็นสัญญาณที่สำคัญมาก ใช้ประกอบเข้ากับซีพียู เพื่อใช้ ซีพียู ทำงานได้ วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาที่ออกแบบไว้เป็น Astable multivibrator มีความถี่ 1.789 เมกกะเฮิร์ต ได้จากวงจรออสซิลเลเตอร์ ที่ มีตรีสโตนเป็นตัวควบคุมความถี่ที่ออสซิลเลทที่มีความถี่ 3.579 เมกกะเฮิร์ต แล้วหารความถี่ให้ได้ 1.789 เมกกะเฮิร์ต

การควบคุมเครื่องชุดสายสาขาอัตโนมัติด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์

การควบคุมเครื่องชุดสายจะหาได้โดยอาศัยสัญญาณควบคุมที่ได้มาจาก ซีพียู โดยปกติแล้ว สัญญาณต่าง ๆ ในระบบชุดสายโทรตีฟท์ส่วนมาก จะเป็นสัญญาณอนาลอกที่มีศักดาหลาย ๆ แบบ ซึ่งจำเป็นต้องมีการออกแบบวงจรสร้างหรือแปลงสัญญาณเหล่านั้นเพื่อสามารถป้อนให้ซีพียูรับรู้ เมื่อซีพียูรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ ก็จะนำมาพิจารณาตัดสินใจตามข้อกำหนดของโปรแกรม โดยพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมกับสถานะเดิม ซึ่งเก็บเป็นข้อมูลไว้ใน RAM แล้วจากนั้น ก็จะส่งสัญญาณควบคุมออกทางจุดสัญญาณออก พร้อมกับเก็บข้อมูลของสถานะใหม่ไว้ใน RAM ด้วย เพื่อให้ซีพียูใช้ในการพิจารณาครั้งต่อไป

จากหลักการควบคุมของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่าจะต้องมีการกำหนดชื่อจุดสัญญาณเข้า และจุดสัญญาณออก จุดวงจรถอดรหัสจุดสัญญาณเข้าออก เพื่อให้ซีพียูสามารถเรียกใช้งานได้ จนปริญญานิพนธ์นี้ กำหนดชื่อพอร์ตต่าง ๆ เป็นเลขฐาน 16 ดังตารางที่ 2

หน่วยควบคุม	ชื่อจุดสัญญาณเข้า/ออก
ทรานส์ฟิรสาย 1	00
ทรานส์ฟิรสาย 2	01
ทรานส์ฟิรสาย 3	02
ทรานส์ฟิรสาย 4	03
ทรานส์ฟิรสายนอก 1	08 09

ตารางที่ 2 แสดงชื่ออินพุตและเอาต์พุตพอร์ตที่ใช้งานการควบคุม

2. ส่วนวงจรถอดอินพุต

วงจรถอดอินพุต คือส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมระหว่างทรานส์ฟิรสายทั้ง 4 เครื่อง กับซีพียู สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้คือ

2.1 ส่วนตรวจสอบสถานะของสายทรานส์ฟิร

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่คอยตรวจสอบสถานะต่าง ๆ ของทรานส์ฟิร เพื่อให้ซีพียูทราบตลอดเวลา เพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานส่วนนี้จะมีประจำอยู่ในเครื่องละชุด หากหน้าที่ดังต่อไปนี้คือ

1. ตรวจสอบสถานะของชุดโทรศัพท์ว่า ยกหูหรือวางหู โดยมี การสร้างสัญญาณหูฟัง (Handset bit signal) เพื่อแจ้งจีทีซีผู้โทรราบ
2. ตรวจสอบสถานะการหมุนโทรศัพท์แจ้งจีที ซีผู้โทรราบว่ามี การหมุนหน้าปัดโทรศัพท์ที่อยู่โดยการสร้างสัญญาณไดแอล(Dial bit signal) แจ้งจีที ซีผู้โทรราบโดยมีวงจรดังต่อไปนี้

- วงจรสร้างสัญญาณหูฟัง (Handset bit signal)

เมื่อทำการวางชุดโทรศัพท์ ศึกษาคircuitต่อมคู่สายโทรศัพท์ จะมีค่าเท่ากับ 48 จวลท์ เมื่อผ่านวงจรปรับขนาดตั้งวงจร แล้วจะมีค่า คัดดาประมาณ 5 จวลท์ งานทางองเดียวกัน เมื่อทำการยกชุดโทรศัพท์ ศึกษาคircuitต่อมคู่สายโทรศัพท์จะเหลือแต่ 6 จวลท์ แต่พอผ่านวงจรปรับขนาดสัญญาณ จะมีคัดดาประมาณ 0 จวลท์ ผลก็คือเราสามารถแจ้งความแตกต่าง ของคัดดา ทั้งสองอย่างบอกสถานะการแจ้งงานของหูฟังนี้ บอกสถานะการแจ้งงานโทรศัพท์ เพื่อแจ้งจีทีซีผู้โทรราบโดยป้อนเป็นบิต D4 จะมีลอจิก 1 และงานทางตรงกันข้าม เมื่อมีการยกชุดโทรศัพท์ บิต D4 จะมีลอจิกเป็น 0 ดังนั้นเราจึงเรียกบิต D4 ของอินพุทพอร์ทว่าเป็นบิตหูฟัง (Handset bit)

- วงจรสร้างสัญญาณไดแอล (Dial bit signal)

จากรูป วงจรนี้ เป็นตัวสร้างสัญญาณเพื่อแจ้งจีทีซีผู้ โทรราบว่าขณะนั้นมีการหมุนหน้าปัดโทรศัพท์อยู่โดยป้อนเป็น บิต D6 จีทีซีอินพุท พอร์ทโดยเมื่อมีการหมุนหน้าปัดโทรศัพท์บิต D6 จะมีลอจิกเป็น 1 ครอบคลุม พัลส์โทรศัพท์ที่ถูกส่งออกมาทั้งหมด และเมื่อพัลส์โทรศัพท์ หหมดไปแล้วสัญญาณ ไดแอลจะเป็นลอจิก 0 เราจึงเรียกบิต D6 นี้ว่า ไดแอลบิต (Dial bit)

2.2 ส่วนถอดรหัสความถี่สี่ที่เอ็มเอฟ

งานวงจรส่วนนี้จะทำการนับพัลส์และถอดรหัสความถี่สี่ที่เอ็มเอฟ ของเครื่องโทรศัพท์ภายในทั้ง 4 เครื่อง โดยจะได้เอาท์พุทเป็นสัญญาณข้อมูล ขนาด 4 บิต แจ้งจีที ซีผู้โทรราบว่าหมายเลขของโทรศัพท์เครื่องใด ที่ต้องการ จะติดต่อด้วยมีรายละเอียดดังนี้คือ

วงจรถอดรหัสความถี่สี่ที่เอ็มเอฟ (DTMF Receiver)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป ๑๕๖๕ MT 8870 เป็นตัวถอดรหัสความถี่
ดีทีเอ็มเอฟ วิทยุไอซีเบอร์นี้ เป็นไอซีฟังก์ชันพิเศษ สามารถทำการถอดรหัส
ความถี่ออกมาเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต ๑๕เอาต์พุตเป็นรหัสตั้งจนตาราง
ที่ 3 ส่วนการต่อ IC MT 8870 เข้ากับตู้สายทรานซิสต์ ซึ่งมีการทำงานดังนี้
ตัวมันจะทำการถอดรหัสความถี่ต่อเข้าที่ขา IN ในขณะที่ขา STD จะมีสถานะ
เป็น 1 ซึ่งขานี้จะนำไปเข้าเป็นบิต D7 ของอินพุตพอร์ท เพื่อเป็นตัวบอก
สัญญาณว่ากำลังทำการถอดรหัสอยู่ แต่เนื่องจากทรานซิสต์ทุกเครื่อง ๑๕ไอซี
MT 8870 ร่วมกันหมดทั้ง 8 เครื่อง ดังนั้นจะสามารถ ๑๕ได้ทีละเครื่องเท่านั้น
ซึ่งการจัดระเบียบการ ๑๕ไอซีเบอร์นี้อาศัยการควบคุมโดยทางโปรแกรมที่เขียน
เข้าไป ผลที่ได้จากการถอดรหัส คือ 0'1 - 0'4 ซึ่งเป็นเลขฐานสอง
จำนวน 4 บิต เช่นเดียวกับผลของวงจรมีบ่งชี้สามารถนำมา OR กันเพื่อนำไป
สู่ ซีพียู ได้โดยผ่านอินพุตพอร์ท

ส่วนบิต D4 มีไว้เพื่อทำการควบคุมการรีเซ็ต ซึ่งขานี้ต่ออยู่ในลักษณะ
OR กันของบิต D4 ของอินพุตพอร์ท (ไอซี 74244) ทั้ง 8 ตัว ที่ทำการเช่นนี้
ก็เพื่อ ๑๕สามารถ ๑๕เครื่อง ชุดสายนี้ได้ทั้งทรานซิสต์แบบหมุนและแบบกดปุ่ม กส่าว
คือ เมื่อ ๑๕ทรานซิสต์แบบหมุนสถานะของบิต D4 ที่เข้าอินพุตพอร์ทเป็นลอจิก 0
ทางสถานะของบิต D4 ที่ออกจากอินพุตพอร์ทก็มีลอจิกเป็น 0 ด้วย ทาง ๑๕
เอาต์พุตจากแอนดเกท (and gate) ของ 0'1, 0'2, 0'3, 0'4 เป็น 0
ทางบิต DO, D1, D2 และ D3 ขึ้นอยู่กับเอาต์พุตที่ได้จากวงจรมีบ่งชี้เท่านั้น
และงานทางตรงกันข้ามเมื่อ ๑๕ทรานซิสต์แบบกดปุ่มบิต D4 มีลอจิกเป็น 1 ทาง ๑๕
แอนดเกท (and gate) เปิดส่งข้อมูลบิต DO, D1, D2 และ D3 เป็นไอซี
MT 8870 อย่างเดียว

2.3 ส่วนของจุดสัญญาณเข้าหรืออินพุตพอร์ท (Input port)

งานส่วนของจุดสัญญาณเข้าหรืออินพุตพอร์ทนี้ จะเป็นตัวรับเพอร์
จัดจะนำข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับสภาวะของเครื่องทรานซิสต์ เช่น การวางหู
การยกหู และการหมุนหน้าปัทม์ทรานซิสต์ ที่ถูกป้อนเข้ากับบิตต่าง ๆ ของไอซี
74244 แจ้ง ๑๕ ซีพียูทราบลักษณะของข้อมูลบิตต่าง ๆ ที่อินพุตพอร์ท มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D0-D3 เป็นเอาร์ทูท ที่ได้จากวงจรนับพัลส์ และไอซี MT 8870 ๑๕ เพื่อบอกเครื่องโทรศัพท์จุดหมายปลายทาง

D4 เป็นบิทที่แสดงการวางวงจรนับพัลส์หรือไอซี MT 8870

D5 เป็นแฮนด์เซตบิท (Handset Bit) แสดงการยกหู และวางหู

D6 เป็นไดอัลบิท (Dial Bit) แสดงว่ามีกากรหมุนหน้า ปุ่มโทรศัพท์อยู่

D7 เป็นบิทที่แสดงการวางไอซี MT 8870

3. วงจรสร้างสัญญาณต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาแล้วว่า สัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้งานเครื่องชุมสายสาขา อัตราบิตนี้มีอยู่ 4 ชนิดสัญญาณทั้งหมด (Dial tone) สัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) สัญญาณเรียก (Ringing tone) และสัญญาณเรียกกลับ (Ringback tone) มีวงจรผลิตสัญญาณเหล่านั้น

4. วงจรภาคเอาร์ทูท

ในส่วนนี้จะเชื่อมต่อกับซีพียู ทาหน้าที่รับข้อมูลคำสั่งขนาด 8 บิต และหาหน้าที่ตามคำสั่งนั้น จัดเรียงหน้าที่จะออกเป็น

- ควบคุมการทางานของรีเลย์ (Relay) ควบคุมการเปิดปิดสัญญาณเรียก (Ringing tone) จัดจะเป็นไปตามคำสั่งที่มาจาก ซีพียู จัดวางไอซี เอาร์ทูท (Speech path) จะหาการควบคุมการเปิดปิดช่องทางสัญญาณโทรศัพท์ ทั้ง 2 ทาง เพื่อหาการต่อช่องทางสัญญาณให้แก่เครื่องโทรศัพท์ 2 เครื่องใด ๆ ก็ตามที ซีพียูต้องการได้

- ควบคุมการส่งสัญญาณไม่ว่าง สัญญาณทั้งหมด และ สัญญาณเรียกกลับ ซึ่งวงจรภาคนี้แบ่งออกได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรถอบคุมการส่งสัญญาณ เร็วก

เนื่องจากสัญญาณ เร็วกมีขนาดของสัญญาณสูงถึง 100 จวลท์ จึงจำเป็นต้องมีหน้าสัมผัสของรีเลย์ มาทำการเชื่อมต่อสัญญาณนี้กับทรานซิสต์ เมื่อต้องการให้ส่งสัญญาณ เร็วกให้แก่ทรานซิสต์ภายนอก ซีพียู จะส่งข้อมูลลอจิก 1 มายังปิน D5 ของจุดสัญญาณออกหรือเอาต์พุทพอร์ท ซึ่งต่ออยู่กับคอปยส์ของรีเลย์อยู่ ทางหัวมีกระแสไหลผ่านคอปยส์ของรีเลย์ ทางหัวสัมผัสของรีเลย์ปิด ทางหัวสัญญาณถูกส่งออกไปได้ และในทางตรงกันข้ามถ้าต้องการหยุดส่งสัญญาณ เร็วก ลอจิกของปิน D3 จะเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีกระแสไหลผ่านคอปยส์ของรีเลย์สวิตช์ก็ไม่มีทางาน

วงจรถอบคุมสัญญาณให้หมุน, สัญญาณไม่ว่างและสัญญาณ เร็วกกลับ เนื่องจากสัญญาณเหล่านี้มีขนาดต่ำกว่าประมาณ 5 จวลท์ ดังนั้นจึงสามารถใช้แอนด์เกต (AND GATE) เป็นตัวเปิดปิดสัญญาณได้ จากคุณสมบัติของแอนด์เกต เมื่อซีพียู ต้องการส่งสัญญาณไปยังทรานซิสต์ภายนอกก็เพียงแต่ส่ง ข้อมูลลอจิก 1 ไปด้านที่จุดสัญญาณออก ในทางตรงข้ามถ้าไม่ต้องการให้สัญญาณนั้นออกก็ส่ง ข้อมูลลอจิก 0 ไปแทน

5. วงจรช่องทางเดินสัญญาณ

งานการที่ทรานซิสต์ จะสามารถทำการหยุดด้วยกัน หรือทำการติดต่อกับทรานซิสต์อีกเครื่องได้นั้น เนื่องจากว่าทรานซิสต์ทั้ง 2 เครื่องนั้นจะต้องใช้ช่องสัญญาณติดต่อ (ROUTE) เดียวกัน การส่งสัญญาณผ่านขุมสายแบบเก่า นั้น ใช้รีเลย์ เป็นตัวส่งสัญญาณผ่าน แต่เนื่องจากรีเลย์มีข้อเสียบางประการ เช่น มีขนาดใหญ่อ ยู่สิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้ามาก ราคาแพง ดังนั้น งานการส่งสัญญาณผ่านของเครื่องขุมสายภายในขนาดเล็ก ที่สร้างขึ้นมานี้จึงใช้ อนาลอกสวิตช์ (Analog switch) แทนการใช้รีเลย์ในส่วนที่สัญญาณไม่แรงมากนัก ส่วนภาคที่มีสัญญาณแรงมากยังคงต้องใช้รีเลย์ เช่น เติมอยู่ ซึ่งสัญญาณที่มีความแรงมาก ได้แก่ สัญญาณ เร็วก เป็นต้น การใช้ออนาลอกสวิตช์แม้ว่าจะได้เปรียบรีเลย์ตรงที่มีขนาดเล็กและราคาถูกกว่า แต่ก็ยังมีข้อจำกัด ทางด้านขนาดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอยู่ข้าง ซึ่งงานที่นี้เราใช้เป็นไอซี 4066 ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้าย 555

แต่เครื่องตรวจจับสายงานทุกเครื่องมี วงจรอนาล็อกสวิตช์สายละ 2 ชุด ตามช่องทางเดินสัญญาณที่ 1 และ 2 ซึ่งสวิตช์ตัวนี้เป็นลักษณะที่ 1 ชุดมี 3 ขา ที่ขาทำงานให้สัญญาณเข้าที่ขาขาตขาหนึ่งและขาสัญญาณออกอีกขาหนึ่ง โดยที่ขาขาตอนทรอล (Control) หากการควบคุมการปิดเปิดว่าจะให้ขาเข้า และขาออกของสัญญาณนั้นต่อถึงกันหรือไม่ โดยให้สัญญาณไปบวก 5 จวลท์ หรือ เบรียบได้กับลอจิก 1-จะขาที่เลือกสำหรับสัญญาณเข้าออก ต่อเข้ากับสายงานแต่ละเครื่อง และอีกขาหนึ่งที่ไม่ใช่ขาตอนทรอล ต่อเชื่อมร่วมกันหมด ดังนั้นถ้าขาตอนทรอลถูกทริก (Trig) ก็เป็นลักษณะแสดงว่า ได้เชื่อมสายงานเข้ากับช่องสัญญาณติดต่อแล้ว ซึ่งขาตอนทรอลนี้ใช้จุดสัญญาณออกบิท D4, D5, D6 และบิท D5 ของเอาต์พุทพอร์ททำการควบคุมอยู่

6. หน่วยควบคุมสายนอก

ส่วนนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับทรานซิสเตอร์สายภายนอก 4 สาย กับหน่วยอื่น ๆ งานเครื่องพีเอบีเอ็กซ์ เช่น ซีพียู ซึ่งมีหลักการทางด้านดังนี้

เมื่อผู้เรียกหมุนหมายเลขของเครื่องตรวจจับ 7 ตัวของทางองค์การตรวจจับ เครื่องชุมสายก็จะทำการต่อเข้ากับเครื่องพีเอบีเอ็กซ์ แล้วจะส่งสัญญาณเรียกมายังเครื่องพีเอบีเอ็กซ์ เมื่อพีเอบีเอ็กซ์ทำการตรวจจับสัญญาณเรียกได้แล้ว ทางซีพียูก็จะส่งให้หน่วยเวลาไว้ 3 สัญญาณ กระทั่งก็เริ่มส่ง Ringing ไปยังเครื่องที่ว่าง หลังจากนั้นก็หา Path แล้วต่อทรานซิสเตอร์เครื่องที่ว่างเข้ากับตู้สายนอก

วงจรถวายสอบสัญญาณเรียก (Ringing detector)

จะทำการตรวจสอบสัญญาณเรียกที่เข้ามาจากภายนอก เพื่อจะให้ซีพียูทราบว่ามีการเรียกเข้ามา เนื่องจากสัญญาณเรียก เป็นสัญญาณที่มีขนาด 100 จวลท์ ดังนั้นก่อนป้อนเข้า CPU จะต้องปรับให้มีขนาด 5 จวลท์ โดยให้ไอซี 4N25 ซึ่งจะเป็น OPTO-ISOLATOR ทางให้ผลที่ได้ออกมาเป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดเหมือนกับสัญญาณเรียก แต่มีขนาดแค่ 5 จวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทำงาน

คุณสมบัติของ PABX ที่เสนอจนบริษัทสมัครนี้

1. ต่อกับสายนอกได้ 1 สาย สายงานจำนวนตั้งแต่ 1 สาย ถึง 8 สาย ครอบคลุมการขยายสายงาน ใช้งานได้ เสียบการ์ดเพิ่มเติม
2. สายงานสามารถสนทนาพร้อมกันได้ 4 เครื่อง และมีอีก 1 เครื่อง ที่จะใช้สายนอกพร้อมกับ 1 เครื่องนี้ได้ ใช้งานได้โดยกดหมายเลข "1" และตามด้วยหมายเลข เครื่องนั้น ๆ
3. สามารถโอนสายภายในด้วยกันหรือสายนอกเข้ากับเครื่องอื่น ๆ ได้ โดยการกดหมายเลข "2" แล้วตามด้วยหมายเลข เครื่องที่ต้องการโอนไปอยู่ที่ เช่น เครื่องที่ต้องการโอนไปที่นั้น หมายเลข "13" กี่กด "2" และ "13"
4. สามารถพักสายนอกได้ โดยการกดหมายเลข "3" เพื่อพักสาย และระหว่างพักสายก็จะมีเสียงดนตรีด้วย และยกเลิกการพักสายได้โดยการกดหมายเลข "4"
5. ประชุมสายได้ เช่น 1 สายนอกกับ 2 สายงาน หรือ 1 สายงาน กับ 2 สายงาน ใช้งานได้โดยการกดหมายเลข "5" แล้วตามด้วย เครื่องที่ต้องการเข้าร่วมประชุม
6. เมื่อมีสายนอกหรือสายงาน เรียกเครื่องใดเครื่องหนึ่งอยู่ เราสามารถรับแทนเครื่องที่ถูกเรียกนั้นได้ โดยการกดหมายเลข "6"
7. สายงานโทรออกสายนอกได้ โดยการกดหมายเลข "9" ก่อน
8. กดรหัสที่สามารถรับจากสายนอกได้โดยการกดหมายเลข "7" แล้ววางหู เมื่อต้องการยกเลิก ก็กดหมายเลข "0"
9. กดรหัสที่สามารถรับจากสายงานได้ โดยการกดหมายเลข "8" แล้ววางหู เมื่อต้องการยกเลิกก็กดหมายเลข "0"
10. เมื่อไฟดับ สายนอกจะถูกต่อตรงกับเครื่องหมายเลข 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของบริษัทสมัครนี้ 11. มี LED แสดงว่าเครื่องใดใช้งานอยู่ หรือมีสายนอกอยู่หรือไม่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 12. ห้ามใช้ทั้งโทรศัพท์ระบบหมุนและกดปุ่มเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่อง PABX

โครงสร้างจะมีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วน คือ ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ ซึ่งระบบของเรา ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงาน จึงมีซอฟต์แวร์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย หน้าที่ของแต่ละส่วน คือ

1. ฮาร์ดแวร์ (Hard Ware) จะเป็น ส่วนวงจรของเครื่อง ทั้งหมดรวมทั้ง ภาคจ่ายไฟด้วย จัดหาหน้าที่ทำงานตามคำสั่งจากซอฟต์แวร์นั่นเอง

2. ซอฟต์แวร์ (Soft Ware) จะเป็นโปรแกรม ควบคุมส่วน ฮาร์ดแวร์ ให้ทำงาน ตามวัตถุประสงค์ของเราว่า ต้องการให้เครื่องมีคุณสมบัติ เช่นไร

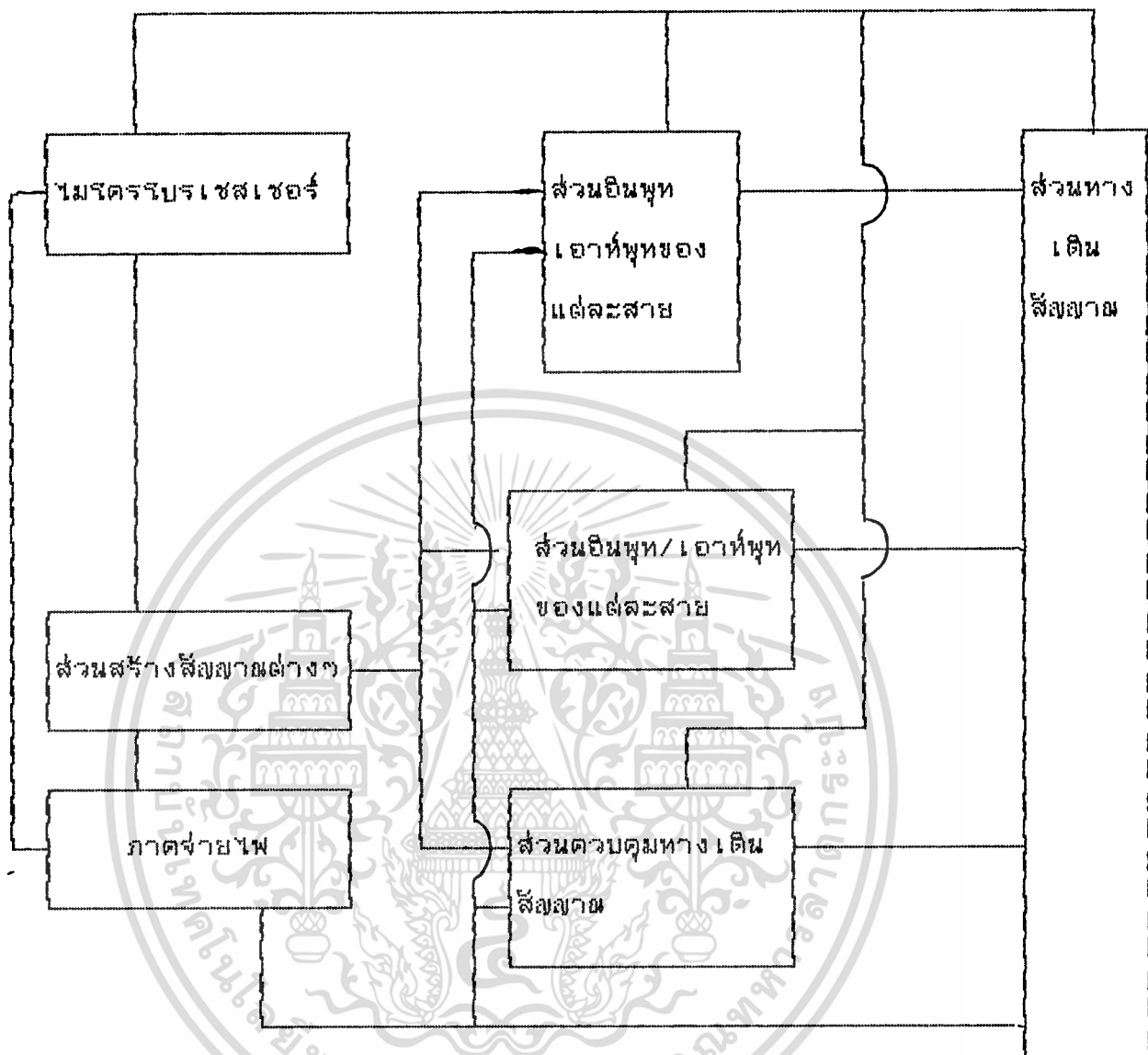
โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

สามารถแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

1. ส่วนควบคุม หรือส่วนระบบไมโครโปรเซสเซอร์
2. ส่วนสร้างสัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ในเครื่อง
3. ส่วนทางเดินสัญญาณ
4. ส่วนควบคุมการติดต่อสายนอก
5. ส่วนวงจรภาคอินพุท
6. ส่วนวงจรภาคเอาต์พุท
7. ส่วนวงจรภาคจ่ายไฟ

จัดสามารถเขียนการทำงานแสดงเป็น block diagram ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การทำงานของแต่ละส่วน

1. ส่วนระบบไมโครโปรเซสเซอร์

เราใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 ในการควบคุมระบบของเรา โดย RUN ที่ความถี่ 1.78 MHz วัตถุประสงค์ ในตำแหน่ง 0000-1FFF ในการเก็บโปรแกรมควบคุม และใช้หน่วยความจำในตำแหน่ง 2000 - 27FF (2 K Bytes) สำหรับเก็บค่าต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานขณะที่ปรับปรุงกรรมควบคุม กำลังทำงานอยู่ โดยที่ส่วนอินพุท/เอาต์พุท จะประกอบด้วยพอร์ทอินพุท และเอาต์พุท 16 พอร์ท โดยที่เบอร์พอร์ทต่าง ๆ ถูกจัดดังนี้

เบอร์	หน้าที่
00	อินพุท/เอาต์พุทของสายจูน เบอร์ที่ 1
01	อินพุท/เอาต์พุทของสายจูน เบอร์ที่ 2
02	อินพุท/เอาต์พุทของสายจูน เบอร์ที่ 3
03	อินพุท/เอาต์พุทของสายจูน เบอร์ที่ 4
04	อินพุท/เอาต์พุทของสายจูน เบอร์ที่ 5
05	อินพุท/เอาต์พุทของสายจูน เบอร์ที่ 6
06	อินพุท/เอาต์พุทของสายจูน เบอร์ที่ 7
07	อินพุท/เอาต์พุทของสายจูน เบอร์ที่ 8
08	อินพุท/เอาต์พุทของสายนอก
09	อินพุท/เอาต์พุทของสายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และรหัสรับเพื่อส่งทิศทาง งานการส่งข้อมูล ออกไปควบคุมสายแต่ละสาย และนำข้อมูลของแต่ละสาย เข้ามาใช้งานการตัดสัญญาณการควบคุมแต่ละสายต่อไป

2. ส่วนสร้างสัญญาณต่าง ๆ

ส่วนนี้จะสร้างสัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้งานเครื่องของเรา ซึ่งมีสัญญาณที่ต้องสร้างทั้งหมด 4 สัญญาณ คือ

1. สัญญาณให้หมุน (Dial tone) เป็นสัญญาณ รูปคลื่นสี่เหลี่ยม มีความถี่ประมาณ 400 Hz ต่อเนื่องกันตลอด

2. สัญญาณเรียกกลับ (Ringback tone) เป็นสัญญาณ ที่บอกผู้ใช้ว่า สามารถติดต่อคู่สายที่ต้องการได้ มีลักษณะเป็นคลื่นสี่เหลี่ยม ความถี่ 400 Hz ดัง 1 วินาที เงียบ 2 วินาที

3. สัญญาณเรียก (Ringing tone) คือสัญญาณที่เครื่อง PABX ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ภาพ งานที่มีผู้ต้องการติดต่อด้วย มีความถี่ประมาณ 25 Hz ขนาดประมาณ 100 V ดัง 1 วินาที เงียบ 2 วินาที เช่นเดียวกับสัญญาณ Ringback

4. สัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) คือสัญญาณ ที่แจ้งให้ทราบว่า คู่สายที่ต้องการติดต่อด้วยนั้น ไม่สามารถติดต่อได้ เป็นความถี่ประมาณ 500 Hz ดังและดับเป็นช่วง ๆ โดยห่างกันช่วงละ 0.3 วินาที เท่า ๆ กัน

3. ส่วนทางเดินสัญญาณ

การที่โทรศัพท์ภายในแต่ละสายจะติดต่อพูดคุยกันได้นั้น จะต้องใช้ทางเดินสัญญาณต่อกัน และใช้ทางเดินสัญญาณเดียวกัน โดยงานเครื่องของเราใช้ทางเดินสัญญาณ 2 ทาง ทางหนึ่งสามารถ ใช้เครื่องโทรศัพท์ภายในติดต่อกันพร้อมกันได้ 4 เครื่อง (2 เครื่องต่อหนึ่งทางเดินสัญญาณ) โดยการที่เราจะใช้ทางเดินสัญญาณอื่นใด ก็จะทำได้ โดยวิธีสวิตช์ติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ากับทางเดินสัญญาณนั้น ๆ วัตถุประสงค์ที่เราใช้เส็กทรานซิสเตอร์เป็นตัวตัดต่อทางที่มีขนาดเส็กกว่าการใช้รีเลย์มาก ส่วนทางเดินสัญญาณของสายนอกใช้รีเลย์ในการตัดต่อ เพราะต้องต่อกับคู่สายขององค์การโทรศัพท์ วัตถุประสงค์ซึ่งมีแรงดันค่อนข้างสูง ใช้เส็กทรานซิสเตอร์ไม่สามารถแทนได้

4. ส่วนควบคุมการตัดต่อสายนอก

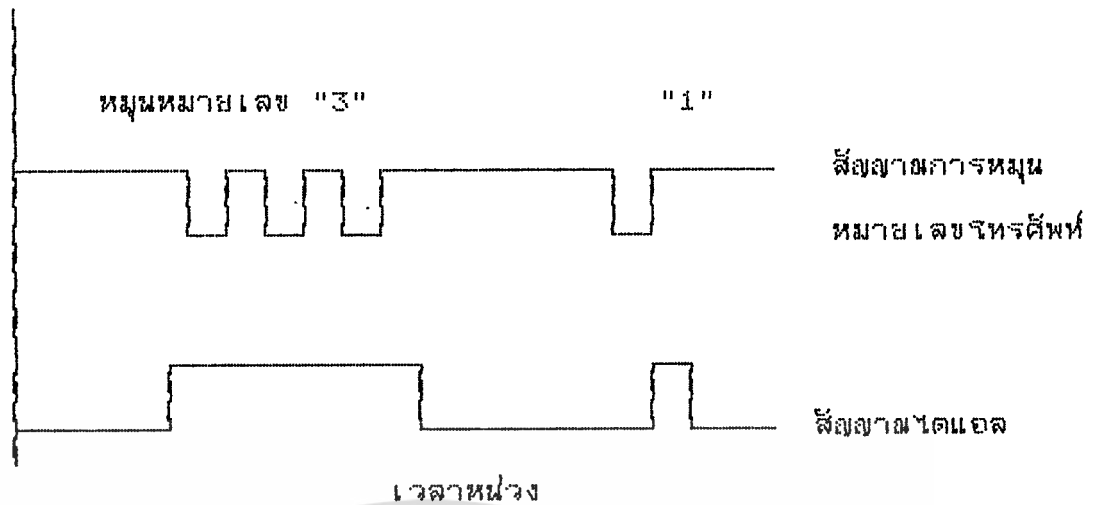
หาหน้าทีคอยตรวจสอบว่ามีสายนอกเรียกเข้ามาหรือไม่ เมื่อมีเรียกเข้ามา ก็จะทำการเรียกสายนอกเข้ากับสายนอก และยังควบคุมการพักสายนอกด้วย

5. ส่วนวงจรภาคอินพุท

เป็นส่วนที่สร้างสัญญาณต่าง ๆ ที่จำเป็นสองชิ้นแต่ละสายโทรศัพท์ เพื่อใช้ส่วนควบคุมมาเอาไปเป็นข้อมูล ในการควบคุมโทรศัพท์สายนั้น ๆ วัตถุประสงค์จะมีสองส่วนต่าง ๆ คือ

1. ส่วนสร้างสัญญาณหูฟัง (Handset Fit Signal) ใช้เป็นตัวตรวจจับว่า โทรศัพท์แต่ละเครื่องวางหูหรือวางยกหู
2. ส่วนสร้างสัญญาณดIAL (Dial Bit Signal) ส่วนนี้จะสร้างสัญญาณลอจิก "1" ในขณะที่มีการหมุนหมายเลข (โทรศัพท์ระบบหมุน) และเมื่อการหมุนสิ้นสุดลงสักครู่ก็จะเป็นลอจิก "0" สัญญาณอันนี้ใช้บรรยายช้กับโทรศัพท์ระบบหมุนเท่านั้น ใช้บรรยายช้ในการตรวจสอบว่าการหมุนหมายเลขแต่ละหมายเลขสิ้นสุดหรือยัง มีลักษณะสัญญาณดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3. ส่วนนับพัลส์ ใช้กับจทรตีพท์ระบบหมุนหมายเลขอะไร เพราะระบบควบคุมของเราเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ จึงต้องใช้วงจรมับพัลส์ มาช่วย เพื่อให้สามารถใส่เข้าด้วยกันได้

4. ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF ใช้กับจทรตีพท์ระบบกดปุ่ม ใช้เอชไอวีสำเร็จรูปในการทำงานเพื่อความสะดวก ถอดรหัสออกมาเป็นลักษณะเดียวกับวงจรมับพัลส์

5. ส่วนตรวจสอบชนิดของจทรตีพท์ เป็นส่วนที่ตรวจสอบชนิดของจทรตีพท์ที่นำมาต่อว่า เป็นแบบพัลส์หรือแบบหมุน เพื่อประโยชน์ในการควบคุม

6. ส่วนวงจรเอาต์พุต

เป็นส่วนที่ควบคุมการส่งสัญญาณต่าง ๆ ให้กับเครื่องจทรตีพท์ การเสียบทางเดินสัญญาณ วัตถุประสงค์ควบคุมจาก เอาต์พุตพอร์ทของส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ สัญญาณที่ส่งไปได้แก่ สัญญาณให้หมุน สัญญาณไม่วาง สัญญาณเรียกและสัญญาณเรียกกลับ รูปต่อไปนี้ เป็นรูปแสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนอินพุตและเอาต์พุต

7. ส่วนวงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับวงจรทั้งหมด โดยมีส่วนสร้างไฟ

ขนาด 5 V 2 A ขนาด 12 V 2 A และ 100 V 500 mA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี MT 8870 DTMF RECEIVER

MT 8870 เป็นไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (Integrated DTMF Receiver) ซึ่งหมายถึงการแปลงสัญญาณความถี่ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ๑ทีเป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่งไอซี MT 8870 แปลงความถี่โทรศัพท์ ๑ทีเป็นระบบเลขฐานสองขนาด 4 บิต ก่อนการออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ มักใช้ไอซีจากพวก เฟสล็อกคัลบซึ่งก่อให้เกิดปัญหามาก เช่น เรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจร ขนาดของวงจรที่ใหญ่ เพราะไอซีจำนวนมาก

คุณสมบัติของไอซี MT 8870

1. เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Receiver)
2. กินไฟน้อยใช้ไฟเสียงระดับเดียวกับ ซีดีแอล
3. สามารถตั้งอัตราขยายในตัวไอซีได้
4. สามารถปรับการ์ดใหม่ (Guard time) ได้
5. เป็นไอซีที่มีคุณภาพสูง

การนำไอซี MT 8870 ไปใช้งาน

1. นำไปใช้งานด้านรับโทรศัพท์
2. เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
3. ใช้งานเกี่ยวกับเครื่องคิดเลข
4. ใช้งานร่วมกับ คอมพิวเตอร์
5. ใช้งานเครื่องสุ่มสายขนาดย่อย หรือ ซีอีพีเอ็กซ์
6. ใช้งานด้านโทรศัพท์ทั่วไป
7. เครื่องกันขโมย
8. การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์

โครงสร้างภายในของไอซี MT 8870 ประกอบด้วย วงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัล เป็นไอซีที่สร้างโดยไอซีเทคโนโลยี ISO² COMS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ไอซีเทคนิค ของสวิทซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาปาซิเตอร์สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการ
นับทางดิจิทัล เพื่อตรวจจับ และถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลข
ฐานสองขนาด 4 บิต และใช้ช่วงเวลาพัลส์เข้ามา ส่วนภาคอินพุท
เป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ โดยส่งอุปกรณ์ภายนอก
เอาท์พุทเป็นวงจรถอดรหัส 3 สถานะ

การทำงานของภาชนะไอซี MT 8870

ภาชนะไอซี MT 8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter section)
2. ภาคถอดรหัส (Decoder section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering circuit)
4. ภาคขยายสัญญาณความถี่ต่าง (Differential input)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในช่วงนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่
คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรถอดรหัสอันดับ 6
ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (Six order switched capacitor band
pass filter) ซึ่งแยกความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วงคือ ช่วงความถี่สูง
และช่วงความถี่ต่ำ

ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอด
รหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการ
ตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อ
ป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่
ขา Est (early steering) จะแอดคัพ

ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงความถี่ที่เข้ามาว่า มีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจาก ระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มที่มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลา พอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วน ช่วงเวลายาวเท่าใด ตั้งแต่จุดจ่าย ความต้านทาน และ คาปาซิเตอร์ต่อ ภายนอก สัญญาณที่เข้า Est จะเป็น high นานใกล้เคียงกับระยะเวลา ที่มีความถี่ DTMF เข้ามา

สำหรับตัวกักร์คใหม่ หมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เรารั้งไว้โดย RC ก็คือ กักร์คใหม่นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานหรือมากกว่า เวลาที่รั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่า ก็จะไม่ มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT 8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถ ปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเข้าไป อัตราขยายความแตกต่างของ อินพุทและอิมพีแดนซ์ ได้ดังนี้

$$\text{อัตราขยาย (Av diff)} = R_2 / R_1$$

$$\text{อินพุทอิมพีแดนซ์ (Zin diff)} = 2(R_1^2 + 1/w^2c^2)^{1/2}$$

ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายในเพียงแต่ ใส่อคริสตัล ขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้ใช้งานได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

ส่วน HARDWARE

งานขมที่ออกแบบวงจรและทดลองการทำงานของวงจรบนแผงทดลองวงจรทุกส่วนสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งควบคุมการทำงานของวงจรโดยระบบ MANUAL แต่เมื่อประกอบวงจรทุกส่วนเข้าด้วยกัน ปรากฏว่า ส่วนสร้างสัญญาณ DIAL BIT ไม่สามารถทำงานได้ผลเหมือนที่ได้ทดลองไว้บนแผงทดลอง คือสัญญาณ DIAL BIT นี้จะต้องตกเป็นระดับ logic 0 เมื่อเรายกขั้วหนึ่งของทรานซิสเตอร์ขึ้นและจะเป็นระดับ logic 1 เมื่อทำการหมุนหมายเลข igit จะเป็นระดับ logic 1 ตลอดจำนวน pulse ของหมายเลขที่หมุน แต่ปรากฏว่าเมื่อยกขั้ว สัญญาณ DIAL BIT เป็น logic 1 ตลอดทั้งวงจรไม่สามารถตรวจสอบได้ว่า มีการหมุนหมายเลขหรือยัง จึงไม่สามารถใช้กับทรานซิสเตอร์ระบบหมุนได้ แต่ระบบ tone สามารถใช้งานได้

ส่วน SOFTWARE

โปรแกรมที่เขียนขึ้นสำหรับควบคุมเครื่องชุดสายอัตโนมัตินี้ ใช้โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี ซึ่งทั้งโปรแกรมมีขนาดเล็ก และการเขียนโปรแกรมก็ใช้หลักการของการเรียงโปรแกรมย่อย ทั้งยังง่ายต่อการตรวจสอบโปรแกรม แต่เมื่อนำโปรแกรมที่เขียนขึ้นไปใช้งานจริง ๆ ปรากฏว่าการทำงานของโปรแกรมประสบความล้มเหลวบ่อยครั้ง เนื่องจากถูกรบกวนจากสัญญาณ RINGING TONE ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าสูงถึง 100 จวล์ รมกวนเข้าไปยัง INPUT PORT ของระบบ ทั้งการตรวจสอบค่าต่าง ๆ ของ CPU เพื่อนำปัดลื่นใจในการดำเนินการควบคุมการทำงานของเครื่องชุดสายทรานซิสต์อัตโนมัตินั้นผิดพลาด เป็นเหตุทำให้เครื่องไม่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

(1) Lance A. Leventhal : "Z80 Assembly Language Programming." , McGRAW-HILL, 1988.

(2) Handbook : "The TTL Data Book For Design Engineers." , Texas Instruments Incorporater.

(3) DATABOOK : "IC Pin Configuration Databook" , Science, Engineering & Education Co, Ltd. , 1988.

(4) กนอมศักดิ์ บุญยะสิทธิ์พรหม : "เครื่องขุมสายทรานส์พีสาขาอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์" , วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง , 2527.

(5) ประจิด จิตวีรภัทร ปริญญาตรี วัชรรังษี และพงษ์สันต์ สวัสดิ์พาณิชย์ : "เครื่องขุมสายทรานส์พีย่อยสาขาอัตโนมัติ" , วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง , 2532.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ทั้งนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ไพศาล สิทธิธรรมาภรณ์ และอาจารย์ ชวลิต เบญจางคประเสริฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ณ ที่นี้ ที่ได้ให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านอุปกรณ์และคำแนะนำ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ ในการจัดทำ

ผู้จัดทำ

นายจักรี

พานทองคำ

นายจิรัชย์

จิระแสงทอง

นายศิเชษฐ์

วิจารณ์

นายสุพรัชย์

บุรณานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT FILENAME : PABX1.Z80

OUTPUT FILENAME : PABX1.OBJ

00	20	LINE1	EQU	2000H
04	20	LINE2	EQU	2004H
08	20	LINE3	EQU	2008H
0D	20	LINE4	EQU	200DH
11	20	EXTLINE	EQU	2011H
13	20	TIMER	EQU	2013H
14	20	RING1	EQU	2014H
15	20	RING2	EQU	2015H
16	20	RING3	EQU	2016H
17	20	DIAL1	EQU	2017H
18	20	DIAL2	EQU	2018H
19	20	DIAL3	EQU	2019H
1A	20	EXTTIME	EQU	201AH
1B	20	PATH1	EQU	201BH
1C	20	PATH2	EQU	201CH
1D	20	PATH3	EQU	201DH
20	20	PABX1	EQU	2020H
21	20	PABX2	EQU	2021H
22	20	PABX3	EQU	2022H
23	20	PABX4	EQU	2023H
24	20	RELAY	EQU	2024H
25	20	EXTRELAY	EQU	2025H

```

0000                                ORG 0
0000 18 51                            JR  START
0038                                ORG 0038H
0038 F5                              PUSH AF
0039 C5                              PUSH BC
003A D5                              PUSH DE
003B E5                              PUSH HL
003C 21 14 20                        LD  HL,RING1
003F 06 07                            LD  B,7
0041 3E 00                            LD  A,0
0043 4E          GETTIME:            LD  C,(HL)
0044 B9                              CP   C
0045 28 02                            JR  Z,GETTIME1
0047 0D                              DEC  C
0048 71                              LD  (HL),C
0049 23          GETTIME1:           INC  HL
004A 10 F7                            DJNZ GETTIME
004C E1                              POP  HL
004D D1                              POP  DE
004E C1                              POP  BC
004F F1                              POP  AF
0050 FB                              EI
0051 ED 4D                            RETI
0053 31 F0 27          START:        LD  SP,27F0H
0056 0E 00                            LD  C,0
0058 06 0A                            LD  B,0AH
005A 3E 00                            LD  A,0
005C ED 79          CLEAR:          OUT (C),A
005E 0C                              INC  C
005F 10 FB                            DJNZ CLEAR
0061 21 00 20                        LD  HL,2000H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0064	06 FF		LD B,OFFH
0066	77	CLEAR1:	LD (HL),A
0067	23		INC HL
0068	10 FC		DJNZ CLEAR1
006A	ED 56		IM 1
006C	06 05	INITIAL:	LD B,5
006E	0E 00		LD C,0
0070	21 00 20		LD HL,LINE1
0073	05	INITIAL1:	DEC B
0074	CA A5 05		JP Z,EXTCHECK
0077	51		LD D,C
0078	ED 78		IN A,(C)
007A	CB 6F		BIT 5,A
007C	20 24		JR NZ,HANDOF
007E	C3 00 07		JP HANDON
0081	0C	INITIAL2:	INC C
0082	3E 01		LD A,1
0084	B9		CP C
0085	28 06		JR Z,LIN2
0087	3C		INC A
0088	B9		CP C
0089	28 09		JR Z,LIN3
008B	18 0E		JR LIN4
008D	0E 01	LIN2:	LD C,1
008F	21 04 20		LD HL,LINE2
0092	18 DF		JR INITIAL1
0094	0E 02	LIN3:	LD C,2
0096	21 08 20		LD HL,LINE3
0099	18 DB		JR INITIAL1
009B	0E 03	LIN4:	LD C,3
009D	21 0D 20		LD HL,LINE4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

00A0	18 D1		JR	INITIAL1
00A2	C5	HANDOF:	PUSH	BC
00A3	E5		PUSH	HL
00A4	CB BE		RES	7, (HL)
00A6	23		INC	HL
00A7	23		INC	HL
00A8	CB 9E		RES	3, (HL)
00AA	CB 96		RES	2, (HL)
00AC	CB 8E		RES	1, (HL)
00AE	CB 86		RES	0, (HL)
00B0	2B		DEC	HL
00B1	2B		DEC	HL
00B2	CB 76		BIT	6, (HL)
00B4	20 21		JR	NZ, EXT
00B6	CB 6E		BIT	5, (HL)
00B8	20 19		JR	NZ, REOFF
00BA	CB 66		BIT	4, (HL)
00BC	C2 18 01		JP	NZ, RNGING
00BF	CB 5E		BIT	3, (HL)
00C1	C2 43 03		JP	NZ, RNGBCK
00C4	CB 56		BIT	2, (HL)
00C6	C2 DD 02		JP	NZ, DIAL
00C9	CB 4E		BIT	1, (HL)
00CB	C2 91 02		JP	NZ, BUSY
00CE	CB 46		BIT	0, (HL)
00D0	C2 0B 04		JP	NZ, TALK
00D3	E1	REOFF:	POP	HL
00D4	C1		POP	BC
00D5	18 AA		JR	INITIAL2
00D7	0E 08	EXT:	LD	C, 8
00D9	ED 78		IN	A, (C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

00DB	CB 6F		BIT 5,A
00DD	20 02		JR NZ,EXTOFF
00DF	18 F2		JR REOFF
00E1	3A 11 20	EXTOFF:	LD A,(EXTLINE)
00E4	CB BF		RES 7,A
00E6	32 11 20		LD (EXTLINE),A
00E9	21 24 20		LD HL,RELAY
00EC	3A 12 20		LD A,(2012H)
00EF	4F		LD C,A
00F0	97		SUB A
00F1	B9		CP C
00F2	28 0B		JR Z,RL1
00F4	3C		INC A
00F5	B9		CP C
00F6	28 0B		JR Z,RL2
00F8	3C		INC A
00F9	28 0C		JR Z,RL3
00FB	CB 9E		RES 3,(HL)
00FD	18 0A		JR CLEARRELAY
00FF	CB 86	RL1:	RES 0,(HL)
0101	18 06		JR CLEARRELAY
0103	CB 8E	RL2:	RES 1,(HL)
0105	18 02		JR CLEARRELAY
0107	CB 96	RL3:	RES 2,(HL)
0109	0E 09	CLEARRELAY:	LD C,9
010B	3A 24 20		LD A,(RELAY)
010E	ED 79		OUT (C),A
0110	E1		POP HL
0111	E5		PUSH HL
0112	CB B6		RES 6,(HL)
0114	CB EE		SET 5,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0116	18 BB	JR	REOFF
0118	23	RNGING:	INC HL
0119	CB 56	BIT	2, (HL)
011B	C2 AA 01	JP	NZ, RINGTIME1
011E	3A 15 20	LD	A, (RING2)
0121	47	LD	B, A
0122	CD 36 02	CALL	RINGTIME0
0125	23	INC	HL
0126	CB 8E	RES	1, (HL)
0128	21 13 20	LD	HL, TIMER
012B	CB B6	RES	6, (HL)
012D	CD 48 02	CALL	GETLIN
0130	CD 88 02	CALL	GETNUM
0133	B9	CP	C
0134	28 23	JR	Z, BACK1
0136	3C	INC	A
0137	B9	CP	C
0138	28 3A	JR	Z, BACK2
013A	3C	INC	A
013B	B9	CP	C
013C	28 51	JR	Z, BACK3
013E	21 0D 20	LD	HL, LINE4
0141	CB 9E	RES	3, (HL)
0143	CB CE	SET	1, (HL)
0145	23	INC	HL
0146	CB 8E	RES	1, (HL)
0148	21 23 20	LD	HL, PABX4
014B	CB 8E	RES	1, (HL)
014D	CB D6	SET	2, (HL)
014F	3A 23 20	LD	A, (PABX4)
0152	0E 03	LD	C, 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0154	ED 79		OUT (C),A
0156	C3 D3 00		JP REOFF
0159	21 00 20	BACK1:	LD HL,LINE1
015C	CB 9E		RES 3,(HL)
015E	CB CE		SET 1,(HL)
0160	23		INC HL
0161	CB 8E		RES 1,(HL)
0163	21 20 20		LD HL,PABX1
0166	CB 8E		RES 1,(HL)
0168	CB D6		SET 2,(HL)
016A	3A 20 20		LD A,(PABX1)
016D	0E 00		LD C,0
016F	ED 79		OUT (C),A
0171	C3 D3 00		JP REOFF
0174	21 04 20	BACK2:	LD HL,LINE2
0177	CB 9E		RES 3,(HL)
0179	CB CE		SET 1,(HL)
017B	23		INC HL
017C	CB 8E		RES 1,(HL)
017E	21 21 20		LD HL,PABX2
0181	CB 8E		RES 1,(HL)
0183	CB D6		SET 2,(HL)
0185	3A 21 20		LD A,(PABX2)
0188	0E 01		LD C,1
018A	ED 79		OUT (C),A
018C	C3 D3 00		JP REOFF
018F	21 08 20	BACK3:	LD HL,LINE3
0192	CB 9E		RES 3,(HL)
0194	CB CE		SET 1,(HL)
0196	23		INC HL
0197	CB 8E		RES 1,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0199	21 22 20	LD	HL,PABX3
019C	CB 8E	RES	1, (HL)
019E	CB D6	SET	2, (HL)
01A0	3A 22 20	LD	A, (PABX3)
01A3	0E 02	LD	C, 2
01A5	ED 79	OUT	(C), A
01A7	C3 D3 00	JP	REOFF
01AA	3A 14 20	RINGTIME1: LD	A, (RING1)
01AD	47	LD	B, A
01AE	CD 36 02	CALL	RINGTIME0
01B1	23	INC	HL
01B2	CB 96	RES	2, (HL)
01B4	21 13 20	LD	HL, TIMER
01B7	CB BE	RES	7, (HL)
01B9	CD 48 02	CALL	GETLIN
01BC	CD 88 02	CALL	GETNUM
01BF	B9	CP	C
01C0	28 23	JR	Z, BACK11
01C2	3C	INC	A
01C3	B9	CP	C
01C4	28 3A	JR	Z, BACK21
01C6	3C	INC	A
01C7	B9	CP	C
01C8	28 51	JR	Z, BACK31
01CA	21 0D 20	LD	HL, LINE4
01CD	CB 9E	RES	3, (HL)
01CF	CB CE	SET	1, (HL)
01D1	23	INC	HL
01D2	CB 96	RES	2, (HL)
01D4	21 23 20	LD	HL, PABX4
01D7	CB 8E	RES	1, (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษองานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

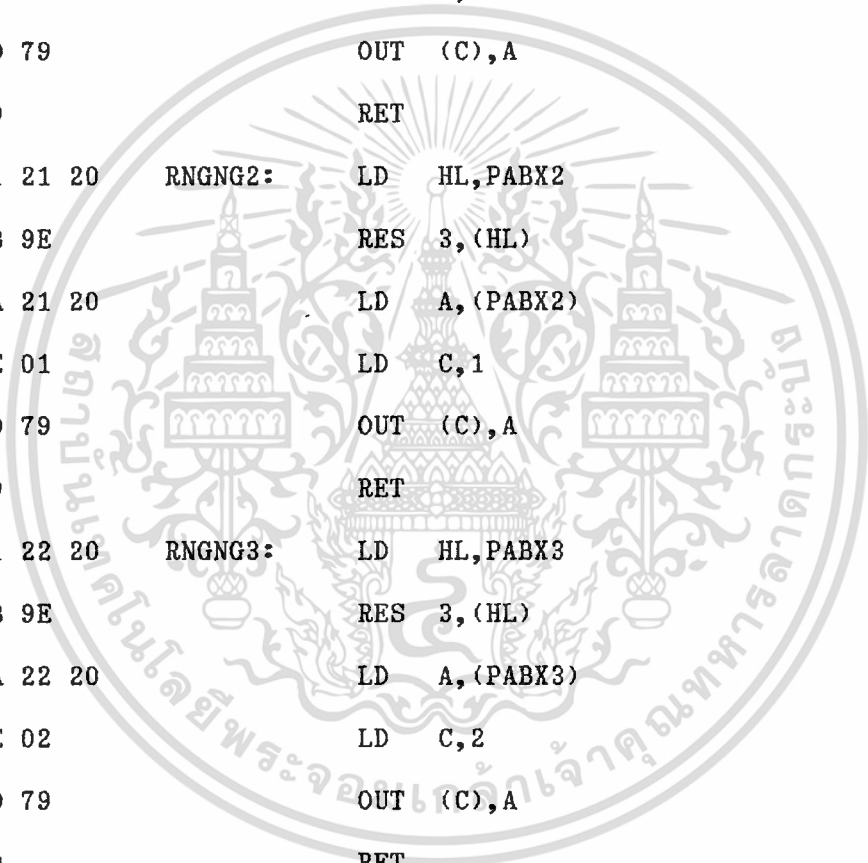
01D9	CB D6		SET 2, (HL)
01DB	3A 23 20		LD A, (PABX4)
01DE	0E 03		LD C, 3
01E0	ED 79		OUT (C), A
01E2	C3 D3 00		JP REOFF
01E5	21 00 20	BACK11:	LD HL, LINE1
01E8	CB 9E		RES 3, (HL)
01EA	CB CE		SET 1, (HL)
01EC	23		INC HL
01ED	CB 96		RES 2, (HL)
01EF	21 20 20		LD HL, PABX1
01F2	CB 8E		RES 1, (HL)
01F4	CB D6		SET 2, (HL)
01F6	3A 20 20		LD A, (PABX1)
01F9	0E 00		LD C, 0
01FB	ED 79		OUT (C), A
01FD	C3 D3 00		JP REOFF
0200	21 04 20	BACK21:	LD HL, LINE2
0203	CB 9E		RES 3, (HL)
0205	CB CE		SET 1, (HL)
0207	23		INC HL
0208	CB 96		RES 2, (HL)
020A	21 21 20		LD HL, PABX2
020D	CB 8E		RES 1, (HL)
020F	CB D6		SET 2, (HL)
0211	3A 21 20		LD A, (PABX2)
0214	0E 01		LD C, 1
0216	ED 79		OUT (C), A
0218	C3 D3 00		JP REOFF
021B	21 08 20	BACK31:	LD HL, LINE3
021E	CB 9E		RES 3, (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0220	CB CE		SET 1, (HL)
0222	23		INC HL
0223	CB 96		RES 2, (HL)
0225	21 22 20		LD HL, PABX3
0228	CB 8E		RES 1, (HL)
022A	CB D6		SET 2, (HL)
022C	3A 22 20		LD A, (PABX3)
022F	0E 02		LD C, 2
0231	ED 79		OUT (C), A
0233	C3 D3 00		JP REOFF
0236	3E 00	RINGTIME0:	LD A, 0
0238	B8		CP B
0239	20 07		JR NZ, REOFF1
023B	2B		DEC HL
023C	CB EE		SET 5, (HL)
023E	CB E6		SET 4, (HL)
0240	18 04		JR TURN
0242	E1	REOFF1:	POP HL
0243	C3 D3 00		JP REOFF
0246	00	TURN:	NOP
0247	C9		RET
0248	97	GETLIN:	SUB A
0249	BA		CP D
024A	28 15		JR Z, RNGNG1
024C	3C		INC A
024D	BA		CP D
024E	28 1E		JR Z, RNGNG2
0250	3C		INC A
0251	BA		CP D
0252	28 27		JR Z, RNGNG3
0254	21 23 20		LD HL, PABX4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0257	CB 9E		RES 3, (HL)
0259	0E 03		LD C, 3
025B	3A 23 20		LD A, (PABX4)
025E	ED 79		OUT (C), A
0260	C9		RET
0261	21 20 20	RNGNG1:	LD HL, PABX1
0264	CB 9E		RES 3, (HL)
0266	3A 20 20		LD A, (PABX1)
0269	0E 00		LD C, 0
026B	ED 79		OUT (C), A
026D	C9		RET
026E	21 21 20	RNGNG2:	LD HL, PABX2
0271	CB 9E		RES 3, (HL)
0273	3A 21 20		LD A, (PABX2)
0276	0E 01		LD C, 1
0278	ED 79		OUT (C), A
027A	C9		RET
027B	21 22 20	RNGNG3:	LD HL, PABX3
027E	CB 9E		RES 3, (HL)
0280	3A 22 20		LD A, (PABX3)
0283	0E 02		LD C, 2
0285	ED 79		OUT (C), A
0287	C9		RET
0288	DD E1	GETNUM:	POP IX
028A	DD E5		PUSH IX
028C	DD 4E 03		LD C, (IX+3)
028F	97		SUB A
0290	C9		RET
0291	CB 8E	BUSY:	RES 1, (HL)
0293	CB EE		SET 5, (HL)
0295	97		SUB A



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0296	BA		CP	D
0297	28 17		JR	Z,BUSY1
0299	3C		INC	A
029A	BA		CP	D
029B	28 22		JR	Z,BUSY2
029D	3C		INC	A
029E	BA		CP	D
029F	28 2D		JR	Z,BUSY3
02A1	21 23 20		LD	HL,PABX4
02A4	CB 96		RES	2,(HL)
02A6	3A 23 20		LD	A,(PABX4)
02A9	0E 03		LD	C,3
02AB	ED 79		OUT	(C),A
02AD	C3 D3 00		JP	REOFF
02B0	21 20 20	BUSY1:	LD	HL,PABX1
02B3	CB 96		RES	2,(HL)
02B5	3A 20 20		LD	A,(PABX1)
02B8	0E 00		LD	C,0
02BA	ED 79		OUT	(C),A
02BC	C3 D3 00		JP	REOFF
02BF	21 21 20	BUSY2:	LD	HL,PABX2
02C2	CB 96		RES	2,(HL)
02C4	3A 21 20		LD	A,(PABX2)
02C7	0E 01		LD	C,1
02C9	ED 79		OUT	(C),A
02CB	C3 D3 00		JP	REOFF
02CE	21 22 20	BUSY3:	LD	HL,PABX3
02D1	CB 96		RES	2,(HL)
02D3	3A 22 20		LD	A,(PABX3)
02D6	0E 02		LD	C,2
02D8	ED 79		OUT	(C),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วางกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

02DA	C3 D3 00		JP	REOFF
02DD	CB 96	DIAL:	RES	2, (HL)
02DF	CB EE		SET	5, (HL)
02E1	23		INC	HL
02E2	23		INC	HL
02E3	23		INC	HL
02E4	46		LD	B, (HL)
02E5	97		SUB	A
02E6	B8		CP	B
02E7	28 16		JR	Z, DIALCL1
02E9	3C		INC	A
02EA	B8		CP	B
02EB	28 20		JR	Z, DIALCL2
02ED	3C		INC	A
02EE	B8		CP	B
02EF	28 2A		JR	Z, DIALCL3
02F1	21 23 20		LD	HL, PABX4
02F4	CB 86		RES	0, (HL)
02F6	3A 23 20		LD	A, (PABX4)
02F9	0E 03		LD	C, 3
02FB	ED 79		OUT	(C), A
02FD	18 28		JR	DIALNUM
02FF	21 20 20	DIALCL1:	LD	HL, PABX1
0302	CB 86		RES	0, (HL)
0304	3A 20 20		LD	A, (PABX1)
0307	0E 00		LD	C, 0
0309	ED 79		OUT	(C), A
030B	18 1A		JR	DIALNUM
030D	21 21 20	DIALCL2:	LD	HL, PABX2
0310	CB 86		RES	0, (HL)
0312	3A 21 20		LD	A, (PABX2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0315	0E 01		LD	C,1
0317	ED 79		OUT	(C),A
0319	18 0C		JR	DIALNUM
031B	21 22 20	DIALCL3:	LD	HL,PABX3
031E	CB 86		RES	0,(HL)
0320	3A 22 20		LD	A,(PABX3)
0323	0E 02		LD	C,2
0325	ED 79		OUT	(C),A
0327	E1	DIALNUM:	POP	HL
0328	E5		PUSH	HL
0329	23		INC	HL
032A	23		INC	HL
032B	CB 7E		BIT	7,(HL)
032D	20 0A		JR	NZ,DIA1
032F	CB B6		RES	6,(HL)
0331	21 13 20		LD	HL,TIMER
0334	CB 9E		RES	3,(HL)
0336	C3 D3 00		JP	REOFF
0339	CB BE	DIA1:	RES	7,(HL)
033B	21 13 20		LD	HL,TIMER
033E	CB A6		RES	4,(HL)
0340	C3 D3 00		JP	REOFF
0343	CB 9E	RNGBCK:	RES	3,(HL)
0345	CB EE		SET	5,(HL)
0347	CD 71 03		CALL	BACKCL
034A	E1		POP	HL
034B	E5		PUSH	HL
034C	23		INC	HL
034D	CB 56		BIT	2,(HL)
034F	20 10		JR	NZ,RNGBCK1
0351	CB 8E		RES	1,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0353	21 13 20		LD HL, TIMER
0356	CB B6		RES 6, (HL)
0358	CD B1 03		CALL RINGCL
035B	23		INC HL
035C	CB 8E		RES 1, (HL)
035E	C3 D3 00		JP REOFF
0361	CB 96	RNGBCK1:	RES 2, (HL)
0363	21 13 20		LD HL, TIMER
0366	CB BE		RES 7, (HL)
0368	CD B1 03		CALL RINGCL
036B	23		INC HL
036C	CB 96		RES 2, (HL)
036E	C3 D3 00		JP REOFF
0371	97	BACKCL:	SUB A
0372	BA		CP D
0373	28 15		JR Z, BACKCL1
0375	3C		INC A
0376	BA		CP D
0377	28 1E		JR Z, BACKCL2
0379	3C		INC A
037A	BA		CP D
037B	28 27		JR Z, BACKCL3
037D	21 23 20		LD HL, PABX4
0380	CB 8E		RES 1, (HL)
0382	3A 23 20		LD A, (PABX4)
0385	0E 03		LD C, 3
0387	ED 79		OUT (C), A
0389	C9		RET
038A	21 20 20	BACKCL1:	LD HL, PABX1
038D	CB 8E		RES 1, (HL)
038F	3A 20 20		LD A, (PABX1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0392	0E 00		LD	C,0
0394	ED 79		OUT	(C),A
0396	C9		RET	
0397	21 21 20	BACKCL2:	LD	HL,PABX2
039A	CB 8E		RES	1,(HL)
039C	3A 21 20		LD	A,(PABX2)
039F	0E 01		LD	C,1
03A1	ED 79		OUT	(C),A
03A3	C9		RET	
03A4	21 22 20	BACKCL3:	LD	HL,PABX3
03A7	CB 8E		RES	1,(HL)
03A9	3A 22 20		LD	A,(PABX3)
03AC	0E 02		LD	C,2
03AE	ED 79		OUT	(C),A
03B0	C9		RET	
03B1	E1	RINGCL:	POP	HL
03B2	E5		PUSH	HL
03B3	23		INC	HL
03B4	23		INC	HL
03B5	23		INC	HL
03B6	46		LD	B,(HL)
03B7	97		SUB	A
03B8	B8		CP	B
03B9	28 1A		JR	Z,RINGCL1
03BB	3C		INC	A
03BC	B8		CP	B
03BD	28 28		JR	Z,RINGCL2
03BF	3C		INC	A
03C0	B8		CP	B
03C1	28 36		JR	Z,RINGCL3
03C3	21 23 20		LD	HL,PABX4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วารณี่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

03C6	CB 9E		RES 3, (HL)
03C8	21 0D 20		LD HL, LINE4
03CB	CB A6		RES 4, (HL)
03CD	0E 03		LD C, 3
03CF	3A 23 20		LD A, (PABX4)
03D2	ED 79		OUT (C), A
03D4	C9		RET
03D5	21 20 20	RINGCL1:	LD HL, PABX1
03D8	CB 9E		RES 3, (HL)
03DA	21 00 20		LD HL, LINE1
03DD	CB A6		RES 4, (HL)
03DF	3A 20 20		LD A, (PABX1)
03E2	0E 00		LD C, 0
03E4	ED 79		OUT (C), A
03E6	C9		RET
03E7	21 21 20	RINGCL2:	LD HL, PABX2
03EA	CB 9E		RES 3, (HL)
03EC	21 04 20		LD HL, LINE2
03EF	CB A6		RES 4, (HL)
03F1	3A 21 20		LD A, (PABX2)
03F4	0E 01		LD C, 1
03F6	ED 79		OUT (C), A
03F8	C9		RET
03F9	21 22 20	RINGCL3:	LD HL, PABX3
03FC	CB 9E		RES 3, (HL)
03FE	21 08 20		LD HL, LINE3
0401	CB A6		RES 4, (HL)
0403	3A 22 20		LD A, (PABX3)
0406	0E 02		LD C, 2
0408	ED 79		OUT (C), A
040A	C9		RET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

040B	23	TALK:	INC HL
040C	CB 6E		BIT 5, (HL)
040E	C2 DB 04		JP NZ, TALK1
0411	CB A6		RES 4, (HL)
0413	2B		DEC HL
0414	CB 86		RES 0, (HL)
0416	CB EE		SET 5, (HL)
0418	23		INC HL
0419	23		INC HL
041A	23		INC HL
041B	46		LD B, (HL)
041C	21 1C 20		LD HL, PATH2
041F	CB BE		RES 7, (HL)
0421	97		SUB A
0422	B9		CP C
0423	28 16		JR Z, P1
0425	3C		INC A
0426	B9		CP C
0427	28 20		JR Z, P2
0429	3C		INC A
042A	B9		CP C
042B	28 2A		JR Z, P3
042D	21 23 20		LD HL, PABX4
0430	CB AE		RES 5, (HL)
0432	3A 23 20		LD A, (PABX4)
0435	0E 03		LD C, 3
0437	ED 79		OUT (C), A
0439	18 28		JR TALKN
043B	21 20 20	P1:	LD HL, PABX1
043E	CB AE		RES 5, (HL)
0440	3A 20 20		LD A, (PABX1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0443	OE 00		LD C,0
0445	ED 79		OUT (C),A
0447	18 1A		JR TALKN
0449	21 21 20	P2:	LD HL,PABX2
044C	CB AE		RES 5,(HL)
044E	3A 21 20		LD A,(PABX2)
0451	OE 01		LD C,1
0453	ED 79		OUT (C),A
0455	18 0C		JR TALKN
0457	21 22 20	P3:	LD HL,PABX3
045A	CB AE		RES 5,(HL)
045C	3A 22 20		LD A,(PABX3)
045F	OE 02		LD C,2
0461	ED 79		OUT (C),A
0463	97	TALKN:	SUB A
0464	B8		CP B
0465	28 23		JR Z,PC1
0467	3C		INC A
0468	B8		CP B
0469	28. 3A		JR Z,PC2
046B	3C		INC A
046C	B8		CP B
046D	28 51		JR Z,PC3
046F	21 0D 20		LD HL,LINE4
0472	CB 86		RES 0,(HL)
0474	CB CE		SET 1,(HL)
0476	23		INC HL
0477	CB A6		RES 4,(HL)
0479	21 23 20		LD HL,PABX4
047C	CB D6		SET 2,(HL)
047E	CB AE		RES 5,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0480	3A 23 20		LD	A, (PABX4)
0483	0E 03		LD	C, 3
0485	ED 79		OUT	(C), A
0487	C3 D3 00		JP	REOFF
048A	21 00 20	PC1:	LD	HL, LINE1
048D	CB 86		RES	0, (HL)
048F	CB CE		SET	1, (HL)
0491	23		INC	HL
0492	CB A6		RES	4, (HL)
0494	21 20 20		LD	HL, PABX1
0497	CB D6		SET	2, (HL)
0499	CB AE		RES	5, (HL)
049B	3A 20 20		LD	A, (PABX1)
049E	0E 00		LD	C, 0
04A0	ED 79		OUT	(C), A
04A2	C3 D3 00		JP	REOFF
04A5	21 04 20	PC2:	LD	HL, LINE2
04A8	CB 86		RES	0, (HL)
04AA	CB CE		SET	1, (HL)
04AC	23		INC	HL
04AD	CB A6		RES	4, (HL)
04AF	21 21 20		LD	HL, PABX2
04B2	CB D6		SET	2, (HL)
04B4	CB AE		RES	5, (HL)
04B6	3A 21 20		LD	A, (PABX2)
04B9	0E 01		LD	C, 1
04BB	ED 79		OUT	(C), A
04BD	C3 D3 00		JP	REOFF
04C0	21 08 20	PC3:	LD	HL, LINE3
04C3	CB 86		RES	0, (HL)
04C5	CB CE		SET	1, (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

04C7	23		INC	HL
04C8	CB A6		RES	4, (HL)
04CA	21 22 20		LD	HL, PABX3
04CD	CB D6		SET	2, (HL)
04CF	CB AE		RES	5, (HL)
04D1	3A 22 20		LD	A, (PABX3)
04D4	0E 02		LD	C, 2
04D6	ED 79		OUT	(C), A
04D8	C3 D3 00		JP	REOFF
04DB	CB AE	TALK1:	RES	5, (HL)
04DD	2B		DEC	HL
04DE	CB 86		RES	0, (HL)
04E0	CB EE		SET	5, (HL)
04E2	23		INC	HL
04E3	23		INC	HL
04E4	23		INC	HL
04E5	46		LD	B, (HL)
04E6	21 1B 20		LD	HL, PATH1
04E9	CB BE		RES	7, (HL)
04EB	97		SUB	A
04EC	B9		CP	C
04ED	28 16		JR	Z, P11
04EF	3C		INC	A
04F0	B9		CP	C
04F1	28 20		JR	Z, P21
04F3	3C		INC	A
04F4	B9		CP	C
04F5	28 2A		JR	Z, P31
04F7	21 23 20		LD	HL, PABX4
04FA	CB A6		RES	4, (HL)
04FC	3A 23 20		LD	A, (PABX4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

04FF	0E 03		LD C,3
0501	ED 79		OUT (C),A
0503	18 28		JR TALKN1
0505	21 20 20	P11:	LD HL,PABX1
0508	CB A6		RES 4,(HL)
050A	3A 20 20		LD A,(PABX1)
050D	0E 00		LD C,0
050F	ED 79		OUT (C),A
0511	18 1A		JR TALKN1
0513	21 21 20	P21:	LD HL,PABX2
0516	CB A6		RES 4,(HL)
0518	3A 21 20		LD A,(PABX2)
051B	0E 01		LD C,1
051D	ED 79		OUT (C),A
051F	18 0C		JR TALKN1
0521	21 22 20	P31:	LD HL,PABX3
0524	CB A6		RES 4,(HL)
0526	3A 22 20		LD A,(PABX3)
0529	0E 02		LD C,2
052B	ED 79		OUT (C),A
052D	97	TALKN1:	SUB A
052E	B8		CP B
052F	28 23		JR Z,PC11
0531	3C		INC A
0532	B8		CP B
0533	28 3A		JR Z,PC21
0535	3C		INC A
0536	B8		CP B
0537	28 51		JR Z,PC31
0539	21 0D 20		LD HL,LINE4
053C	CB 86		RES 0,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

053E	CB CE		SET 1, (HL)
0540	23		INC HL
0541	CB AE		RES 5, (HL)
0543	21 23 20		LD HL, PABX4
0546	CB D6		SET 2, (HL)
0548	CB A6		RES 4, (HL)
054A	3A 23 20		LD A, (PABX4)
054D	0E 03		LD C, 3
054F	ED 79		OUT (C), A
0551	C3 D3 00		JP REOFF
0554	21 00 20	PC11:	LD HL, LINE1
0557	CB 86		RES 0, (HL)
0559	CB CE		SET 1, (HL)
055B	23		INC HL
055C	CB AE		RES 5, (HL)
055E	21 20 20		LD HL, PABX1
0561	CB D6		SET 2, (HL)
0563	CB A6		RES 4, (HL)
0565	3A 20 20		LD A, (PABX1)
0568	0E 00		LD C, 0
056A	ED 79		OUT (C), A
056C	C3 D3 00		JP REOFF
056F	21 04 20	PC21:	LD HL, LINE2
0572	CB 86		RES 0, (HL)
0574	CB CE		SET 1, (HL)
0576	23		INC HL
0577	CB AE		RES 5, (HL)
0579	21 21 20		LD HL, PABX2
057C	CB D6		SET 2, (HL)
057E	CB A6		RES 4, (HL)
0580	3A 21 20		LD A, (PABX2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0583	0E 01		LD	C,1
0585	ED 79		OUT	(C),A
0587	C3 D3 00		JP	REOFF
058A	21 08 20	PC31:	LD	HL,LINE3
058D	CB 86		RES	0,(HL)
058F	CB CE		SET	1,(HL)
0591	23		INC	HL
0592	CB AE		RES	5,(HL)
0594	21 22 20		LD	HL,PABX3
0597	CB D6		SET	2,(HL)
0599	CB A6		RES	4,(HL)
059B	3A 22 20		LD	A,(PABX3)
059E	0E 02		LD	C,2
05A0	ED 79		OUT	(C),A
05A2	C3 D3 00		JP	REOFF
05A5	21 11 20	EXTCHECK:	LD	HL,EXTLINE
05A8	CB 7E		BIT	7,(HL)
05AA	C2 6C 00		JP	NZ,INITIAL
05AD	0E 09		LD	C,9
05AF	ED 78		IN	A,(C)
05B1	CB 47		BIT	0,A
05B3	C2 81 06		JP	NZ,EXTCL
05B6	CB 6E		BIT	5,(HL)
05B8	20 14		JR	NZ,SEARCH
05BA	CB 76		BIT	6,(HL)
05BC	20 07		JR	NZ,DEXT
05BE	CB F6		SET	6,(HL)
05C0	3E 05		LD	A,5
05C2	32 1A 20		LD	(EXTTIME),A
05C5	3A 1A 20	DEXT:	LD	A,(EXTTIME)
05C8	47		LD	B,A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

05C9	97		SUB	A
05CA	B8		CP	B
05CB	C2 6C 00		JP	NZ,INITIAL
05CE	0E 00	SEARCH:	LD	C,0
05D0	DD 21 00 20		LD	IX,LINE1
05D4	DD 7E 00		LD	A,(IX+0)
05D7	CB 67		BIT	4,A
05D9	20 06		JR	NZ,SEARCH1
05DB	ED 78		IN	A,(C)
05DD	CB 6F		BIT	5,A
05DF	20 2C		JR	NZ,ENNUM
05E1	0C	SEARCH1:	INC	C
05E2	DD 7E 04		LD	A,(IX+4)
05E5	CB 67		BIT	4,A
05E7	20 06		JR	NZ,SEARCH2
05E9	ED 78		IN	A,(C)
05EB	CB 6F		BIT	5,A
05ED	20 1E		JR	NZ,ENNUM
05EF	0C	SEARCH2:	INC	C
05F0	DD 7E 08		LD	A,(IX+8)
05F3	CB 67		BIT	4,A
05F5	20 06		JR	NZ,SEARCH3
05F7	ED 78		IN	A,(C)
05F9	CB 6F		BIT	5,A
05FB	20 10		JR	NZ,ENNUM
05FD	0C	SEARCH3:	INC	C
05FE	DD 7E 0C		LD	A,(IX+0CH)
0601	CB 67		BIT	4,A
0603	C2 79 06		JP	NZ,ABUSYF
0606	ED 78		IN	A,(C)
0608	CB 6F		BIT	5,A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

060A	CA 79 06		JP	Z, ABUSYF
060D	79	ENNUM:	LD	A, C
060E	32 12 20		LD	(2012H), A
0611	97		SUB	A
0612	B9		CP	C
0613	28 1F		JR	Z, ENNUM1
0615	3C		INC	A
0616	B9		CP	C
0617	28 32		JR	Z, ENNUM2
0619	3C		INC	A
061A	B9		CP	C
061B	28 45		JR	Z, ENNUM3
061D	21 0D 20		LD	HL, LINE4
0620	CB E6		SET	4, (HL)
0622	23		INC	HL
0623	CB FE		SET	7, (HL)
0625	21 23 20		LD	HL, PABX4
0628	CB DE		SET	3, (HL)
062A	3A 23 20		LD	A, (PABX4)
062D	0E 03		LD	C, 3
062F	ED 79		OUT	(C), A
0631	C3 6C 00		JP	INITIAL
0634	21 00 20	ENNUM1:	LD	HL, LINE1
0637	CB E6		SET	4, (HL)
0639	23		INC	HL
063A	CB FE		SET	7, (HL)
063C	21 20 20		LD	HL, PABX1
063F	CB DE		SET	3, (HL)
0641	3A 20 20		LD	A, (PABX1)
0644	0E 00		LD	C, 0
0646	ED 79		OUT	(C), A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0648	C3 6C 00		JP INITIAL
064B	21 04 20	ENNUM2:	LD HL,LINE2
064E	CB E6		SET 4,(HL)
0650	23		INC HL
0651	CB FE		SET 7,(HL)
0653	21 21 20		LD HL,PABX2
0656	CB DE		SET 3,(HL)
0658	3A 21 20		LD A,(PABX2)
065B	0E 01		LD C,1
065D	ED 79		OUT (C),A
065F	C3 6C 00		JP INITIAL
0662	21 08 20	ENNUM3:	LD HL,LINE3
0665	CB E6		SET 4,(HL)
0667	23		INC HL
0668	CB FE		SET 7,(HL)
066A	21 22 20		LD HL,PABX3
066D	CB DE		SET 3,(HL)
066F	3A 22 20		LD A,(PABX3)
0672	0E 02		LD C,2
0674	ED 79		OUT (C),A
0676	C3 6C 00		JP INITIAL
0679	21 11 20	ABUSYF:	LD HL,EXTLINE
067C	CB EE		SET 5,(HL)
067E	C3 6C 00		JP INITIAL
0681	CB 76	EXTCL:	BIT 6,(HL)
0683	CA 6C 00		JP Z,INITIAL
0686	CB B6		RES 6,(HL)
0688	CB AE		RES 5,(HL)
068A	3A 1A 20		LD A,(EXTTIME)
068D	47		LD B,A
068E	3E 00		LD A,0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0690	B8		CP	B
0691	C2 6C 00		JP	NZ, INITIAL
0694	3A 12 20		LD	A, (2012H)
0697	47		LD	B, A
0698	97		SUB	A
0699	B8		CP	B
069A	28 1F		JR	Z, EXTCL1
069C	3C		INC	A
069D	B8		CP	B
069E	28 32		JR	Z, EXTCL2
06A0	3C		INC	A
06A1	B8		CP	B
06A2	28 45		JR	Z, EXTCL3
06A4	21 0D 20		LD	HL, LINE4
06A7	CB A6		RES	4, (HL)
06A9	23		INC	HL
06AA	CB BE		RES	7, (HL)
06AC	21 23 20		LD	HL, PABX4
06AF	CB 9E		RES	3, (HL)
06B1	3A 23 20		LD	A, (PABX4)
06B4	0E 03		LD	C, 3
06B6	ED 79		OUT	(C), A
06B8	C3 6C 00		JP	INITIAL
06BB	21 00 20	EXTCL1:	LD	HL, LINE1
06BE	CB A6		RES	4, (HL)
06C0	23		INC	HL
06C1	CB BE		RES	7, (HL)
06C3	21 20 20		LD	HL, PABX1
06C6	CB 9E		RES	3, (HL)
06C8	3A 20 20		LD	A, (PABX1)
06CB	0E 00		LD	C, 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

06CD	ED 79		OUT (C),A
06CF	C3 6C 00		JP INITIAL
06D2	21 04 20	EXTCL2:	LD HL,LINE2
06D5	CB A6		RES 4,(HL)
06D7	23		INC HL
06D8	CB BE		RES 7,(HL)
06DA	21 21 20		LD HL,PABX2
06DD	CB 9E		RES 3,(HL)
06DF	3A 21 20		LD A,(PABX2)
06E2	0E 01		LD C,1
06E4	ED 79		OUT (C),A
06E6	C3 6C 00		JP INITIAL
06E9	21 08 20	EXTCL3:	LD HL,LINE3
06EC	CB A6		RES 4,(HL)
06EE	23		INC HL
06EF	CB BE		RES 7,(HL)
06F1	21 22 20		LD HL,PABX3
06F4	CB 9E		RES 3,(HL)
06F6	3A 22 20		LD A,(PABX3)
06F9	0E 02		LD C,2
06FB	ED 79		OUT (C),A
06FD	C3 6C 00		JP INITIAL
0700	C5	HANDON:	PUSH BC
0701	E5		PUSH HL
0702	CB AE		RES 5,(HL)
0704	CB FE		SET 7,(HL)
0706	CB 76		BIT 6,(HL)
0708	C2 D3 00		JP NZ,REOFF
070B	CB 46		BIT 0,(HL)
070D	C2 D3 00		JP NZ,REOFF
0710	CB 66		BIT 4,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0712	C2 20 0B	JP	NZ,RINGON
0715	CB 56	BIT	2, (HL)
0717	C2 04 0A	JP	NZ,DIALON
071A	CB 4E	BIT	1, (HL)
071C	C2 D3 00	JP	NZ,REOFF
071F	CB 5E	BIT	3, (HL)
0721	C2 D3 00	JP	NZ,REOFF
0724	E5	PUSH	HL
0725	23	INC	HL
0726	23	INC	HL
0727	CB 5E	BIT	3, (HL)
0729	C2 13 08	JP	NZ,PUSH1
072C	E1	POP	HL
072D	CB D6	SET	2, (HL)
072F	97	SUB	A
0730	B9	CP	C
0731	CA 74 07	JP	Z,DIALS1
0734	3C	INC	A
0735	B9	CP	C
0736	CA AA 07	JP	Z,DIALS2
0739	3C	INC	A
073A	B9	CP	C
073B	CA DF 07	JP	Z,DIALS3
073E	21 23 20	LD	HL,PABX4
0741	CB C6	SET	0, (HL)
0743	3A 23 20	LD	A, (PABX4)
0746	0E 03	LD	C,3
0748	ED 79	OUT	(C),A
074A	21 13 20	LD	HL,TIMER
074D	CB 66	BIT	4, (HL)
074F	CA 63 07	JP	Z,D1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0752	CB DE		SET 3, (HL)
0754	3E 19		LD A, 19H
0756	32 18 20		LD (DIAL2), A
0759	21 0D 20		LD HL, LINE4
075C	23		INC HL
075D	23		INC HL
075E	CB F6		SET 6, (HL)
0760	C3 15 08		JP PUSH
0763	CB E6	D1:	SET 4, (HL)
0765	3E 19		LD A, 19H
0767	32 17 20		LD (DIAL1), A
076A	21 0D 20		LD HL, LINE4
076D	23		INC HL
076E	23		INC HL
076F	CB FE		SET 7, (HL)
0771	C3 15 08		JP PUSH
0774	21 20 20	DIALS1:	LD HL, PABX1
0777	CB C6		SET 0, (HL)
0779	3A 20 20		LD A, (PABX1)
077C	0E 00		LD C, 0
077E	ED 79		OUT (C), A
0780	21 13 20		LD HL, TIMER
0783	CB 66		BIT 4, (HL)
0785	CA 99 07		JP Z, D12
0788	CB DE		SET 3, (HL)
078A	3E 19		LD A, 19H
078C	32 18 20		LD (DIAL2), A
078F	21 00 20		LD HL, LINE1
0792	23		INC HL
0793	23		INC HL
0794	CB F6		SET 6, (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วารณี่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0796	C3 15 08		JP	PUSH
0799	CB E6	D12:	SET	4, (HL)
079B	3E 19		LD	A, 19H
079D	32 17 20		LD	(DIAL1), A
07A0	21 00 20		LD	HL, LINE1
07A3	23		INC	HL
07A4	23		INC	HL
07A5	CB FE		SET	7, (HL)
07A7	C3 15 08		JP	PUSH
07AA	21 21 20	DIALS2:	LD	HL, PABX2
07AD	CB C6		SET	0, (HL)
07AF	3A 21 20		LD	A, (PABX2)
07B2	0E 01		LD	C, 1
07B4	ED 79		OUT	(C), A
07B6	21 13 20		LD	HL, TIMER
07B9	CB 66		BIT	4, (HL)
07BB	CA CF 07		JP	Z, D13
07BE	CB DE		SET	3, (HL)
07C0	3E 19		LD	A, 19H
07C2	32 18 20		LD	(DIAL2), A
07C5	21 04 20		LD	HL, LINE2
07C8	23		INC	HL
07C9	23		INC	HL
07CA	CB F6		SET	6, (HL)
07CC	C3 15 08		JP	PUSH
07CF	CB E6	D13:	SET	4, (HL)
07D1	3E 19		LD	A, 19H
07D3	32 17 20		LD	(DIAL1), A
07D6	21 04 20		LD	HL, LINE2
07D9	23		INC	HL
07DA	23		INC	HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม้วากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

07DB	CB FE		SET 7, (HL)
07DD	18 36		JR PUSH
07DF	21 22 20	DIALS3:	LD HL, PABX3
07E2	CB C6		SET 0, (HL)
07E4	3A 22 20		LD A, (PABX3)
07E7	0E 02		LD C, 2
07E9	ED 79		OUT (C), A
07EB	21 13 20		LD HL, TIMER
07EE	CB 66		BIT 4, (HL)
07F0	CA 03 08		JP Z, D14
07F3	CB DE		SET 3, (HL)
07F5	3E 19		LD A, 19H
07F7	32 18 20		LD (DIAL2), A
07FA	21 08 20		LD HL, LINE3
07FD	23		INC HL
07FE	23		INC HL
07FF	CB F6		SET 6, (HL)
0801	18 12		JR PUSH
0803	CB E6	D14:	SET 4, (HL)
0805	3E 19		LD A, 19H
0807	32 17 20		LD (DIAL1), A
080A	21 08 20		LD HL, LINE3
080D	23		INC HL
080E	23		INC HL
080F	CB FE		SET 7, (HL)
0811	18 02		JR PUSH
0813	CB DE	PUSH1:	SET 3, (HL)
0815	4A	PUSH:	LD C, D
0816	ED 78		IN A, (C)
0818	CB 7F		BIT 7, A
081A	C2 2A 08		JP NZ, STDS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

081D	CD 4B 0E	CALL STDCH
0820	CA D3 00	JP Z,REOFF
0823	CB 96	RES 2,(HL)
0825	CB 8E	RES 1,(HL)
0827	C3 D3 00	JP REOFF
082A	CD 4B 0E STDS:	CALL STDCH
082D	C2 32 08	JP NZ,DATA
0830	CB CE	SET 1,(HL)
0832	CB 56 DATA:	BIT 2,(HL)
0834	C2 D3 00	JP NZ,REOFF
0837	CB 46	BIT 0,(HL)
0839	CA FA 08	JP Z,NUM1
083C	E6 0F	AND OFH
083E	CB D6	SET 2,(HL)
0840	CB 86	RES 0,(HL)
0842	CB 9E	RES 3,(HL)
0844	47	LD B,A
0845	3E 01	LD A,1
0847	E5	PUSH HL
0848	B8	CP B
0849	CA 6A 08	JP Z,NUM11
084C	3C	INC A
084D	B8	CP B
084E	CA 8E 08	JP Z,NUM12
0851	3C	INC A
0852	B8	CP B
0853	CA B2 08	JP Z,NUM13
0856	3C	INC A
0857	B8	CP B
0858	CA D6 08	JP Z,NUM14
085B	E1	POP HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่เว้นกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

085C	CB 96		RES 2, (HL)
085E	CB 8E		RES 1, (HL)
0860	2B		DEC HL
0861	2B		DEC HL
0862	CB CE		SET 1, (HL)
0864	CD 07 0E		CALL BSEND
0867	C3 D3 00		JP REOFF
086A	21 00 20	NUM11:	LD HL,LINE1
086D	CB 66		BIT 4, (HL)
086F	20 0E		JR NZ,L1BUSY
0871	CB 7E		BIT 7, (HL)
0873	20 0A		JR NZ,L1BUSY
0875	CB 76		BIT 6, (HL)
0877	20 06		JR NZ,L1BUSY
0879	CD 4A 0A		CALL CALLING
087C	C3 D3 00		JP REOFF
087F	E1	L1BUSY:	POP HL
0880	CB 8E		RES 1, (HL)
0882	CB 96		RES 2, (HL)
0884	2B		DEC HL
0885	2B		DEC HL
0886	CB CE		SET 1, (HL)
0888	CD 07 0E		CALL BSEND
088B	C3 D3 00		JP REOFF
088E	21 04 20	NUM12:	LD HL,LINE2
0891	CB 66		BIT 4, (HL)
0893	20 0E		JR NZ,L2BUSY
0895	CB 7E		BIT 7, (HL)
0897	20 0A		JR NZ,L2BUSY
0899	CB 76		BIT 6, (HL)
089B	20 06		JR NZ,L2BUSY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วางกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

089D	CD 4A 0A		CALL CALLING
08A0	C3 D3 00		JP REOFF
08A3	E1	L2BUSY:	POP HL
08A4	CB 8E		RES 1, (HL)
08A6	CB 96		RES 2, (HL)
08A8	2B		DEC HL
08A9	2B		DEC HL
08AA	CB CE		SET 1, (HL)
08AC	CD 07 0E		CALL BSEND
08AF	C3 D3 00		JP REOFF
08B2	21 08 20	NUM13:	LD HL,LINE3
08B5	CB 66		BIT 4, (HL)
08B7	20 0E		JR NZ,L3BUSY
08B9	CB 7E		BIT 7, (HL)
08BB	20 0A		JR NZ,L3BUSY
08BD	CB 76		BIT 6, (HL)
08BF	20 06		JR NZ,L3BUSY
08C1	CD 4A 0A		CALL CALLING
08C4	C3 D3 00		JP REOFF
08C7	E1	L3BUSY:	POP HL
08C8	CB 8E		RES 1, (HL)
08CA	CB 96		RES 2, (HL)
08CC	2B		DEC HL
08CD	2B		DEC HL
08CE	CB CE		SET 1, (HL)
08D0	CD 07 0E		CALL BSEND
08D3	C3 D3 00		JP REOFF
08D6	21 0D 20	NUM14:	LD HL,LINE4
08D9	CB 66		BIT 4, (HL)
08DB	20 0E		JR NZ,L4BUSY
08DD	CB 7E		BIT 7, (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

08DF	20 0A		JR	NZ,L4BUSY
08E1	CB 76		BIT	6,(HL)
08E3	20 06		JR	NZ,L4BUSY
08E5	CD 4A 0A		CALL	CALLING
08E8	C3 D3 00		JP	REOFF
08EB	E1	L4BUSY:	POP	HL
08EC	CB 8E		RES	1,(HL)
08EE	CB 96		RES	2,(HL)
08F0	2B		DEC	HL
08F1	2B		DEC	HL
08F2	CB CE		SET	1,(HL)
08F4	CD 07 0E		CALL	BSEND
08F7	C3 D3 00		JP	REOFF
08FA	CD BE 0D	NUM1:	CALL	CLDT
08FD	4A		LD	C,D
08FE	CB D6		SET	2,(HL)
0900	E5		PUSH	HL
0901	2B		DEC	HL
0902	2B		DEC	HL
0903	CB 96		RES	2,(HL)
0905	CD A5 0D		CALL	DTCH
0908	E6 0F		AND	OFH
090A	47		LD	B,A
090B	3E 0A		LD	A,0AH
090D	B8		CP	B
090E	28 1C		JR	Z,EXTC
0910	3E 01		LD	A,1
0912	B8		CP	B
0913	28 11		JR	Z,INTC
0915	E1		POP	HL
0916	CB 9E		RES	3,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0918	CB 96		RES 2, (HL)
091A	CB 8E		RES 1, (HL)
091C	2B		DEC HL
091D	2B		DEC HL
091E	CB CE		SET 1, (HL)
0920	CD 07 0E		CALL BSEND
0923	C3 D3 00		JP REOFF
0926	E1	INTC:	POP HL
0927	CB C6		SET 0, (HL)
0929	C3 D3 00		JP REOFF
092C	E1	EXTC:	POP HL
092D	CB 9E		RES 3, (HL)
092F	EB		EX DE, HL
0930	21 11 20		LD HL, EXTLINE
0933	CB 7E		BIT 7, (HL)
0935	20 15		JR NZ, EB
0937	CB 76		BIT 6, (HL)
0939	20 11		JR NZ, EB
093B	CB FE		SET 7, (HL)
093D	EB		EX DE, HL
093E	CB 96		RES 2, (HL)
0940	CB 8E		RES 1, (HL)
0942	2B		DEC HL
0943	2B		DEC HL
0944	CB F6		SET 6, (HL)
0946	CD 5B 09		CALL RLSET
0949	C3 D3 00		JP REOFF
094C	EB	EB:	EX DE, HL
094D	CB 8E		RES 1, (HL)
094F	CB 96		RES 2, (HL)
0951	2B		DEC HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0952	2B		DEC HL
0953	CB CE		SET 1, (HL)
0955	CD 07 0E		CALL BSEND
0958	C3 D3 00		JP REOFF
095B	21 24 20	RLSET:	LD HL, RELAY
095E	97		SUB A
095F	4A		LD C, D
0960	B9		CP C
0961	28 12		JR Z, R1
0963	3C		INC A
0964	B9		CP C
0965	28 18		JR Z, R2
0967	3C		INC A
0968	B9		CP C
0969	28 1E		JR Z, R3
096B	CB DE		SET 3, (HL)
096D	3A 24 20		LD A, (RELAY)
0970	0E 03		LD C, 3
0972	ED 79		OUT (C), A
0974	C9		RET
0975	CB C6	R1:	SET 0, (HL)
0977	3A 24 20		LD A, (RELAY)
097A	0E 00		LD C, 0
097C	ED 79		OUT (C), A
097E	C9		RET
097F	CB CE	R2:	SET 1, (HL)
0981	3A 24 20		LD A, (RELAY)
0984	0E 01		LD C, 1
0986	ED 79		OUT (C), A
0988	C9		RET
0989	CB D6	R3:	SET 2, (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

098B	3A 24 20		LD	A, (RELAY)
098E	0E 02		LD	C, 2
0990	ED 79		OUT	(C), A
0992	C9		RET	
0993	CB BE	CALS:	RES	7, (HL)
0995	2B		DEC	HL
0996	CB F6		SET	6, (HL)
0998	CD 5B 09		CALL	RLSET
099B	21 11 20		LD	HL, EXTLINE
099E	CB FE		SET	7, (HL)
09A0	CB B6		RES	6, (HL)
09A2	CB AE		RES	5, (HL)
09A4	C3 D3 00		JP	REOFF
09A7	4A	BACKON:	LD	C, D
09A8	97		SUB	A
09A9	B9		CP	C
09AA	28 1C		JR	Z, BACKON1
09AC	3C		INC	A
09AD	B9		CP	C
09AE	28 2C		JR	Z, BACKON2
09B0	3C		INC	A
09B1	B9		CP	C
09B2	28 3C		JR	Z, BACKON3
09B4	21 0D 20		LD	HL, LINE4
09B7	CB 9E		RES	3, (HL)
09B9	CB C6		SET	-0, (HL)
09BB	21 23 20		LD	HL, PABX4
09BE	CB 8E		RES	1, (HL)
09C0	3A 23 20		LD	A, (PABX4)
09C3	0E 03		LD	C, 3
09C5	ED 79		OUT	(C), A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 09C3 0E 03 LD C, 3
 ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 09C5 ED 79 OUT (C), A

09C7	C9		RET
09C8	21 00 20	BACKON1:	LD HL,LINE1
09CB	CB 9E		RES 3,(HL)
09CD	CB C6		SET 0,(HL)
09CF	21 20 20		LD HL,PABX1
09D2	CB 8E		RES 1,(HL)
09D4	3A 20 20		LD A,(PABX1)
09D7	0E 00		LD C,0
09D9	ED 79		OUT (C),A
09DB	C9		RET
09DC	21 04 20	BACKON2:	LD HL,LINE2
09DF	CB 9E		RES 3,(HL)
09E1	CB C6		SET 0,(HL)
09E3	21 21 20		LD HL,PABX2
09E6	CB 8E		RES 1,(HL)
09E8	3A 21 20		LD A,(PABX2)
09EB	0E 01		LD C,1
09ED	ED 79		OUT (C),A
09EF	C9		RET
09F0	21 08 20	BACKON3:	LD HL,LINE3
09F3	CB 9E		RES 3,(HL)
09F5	CB C6		SET 0,(HL)
09F7	21 22 20		LD HL,PABX3
09FA	CB 8E		RES 1,(HL)
09FC	3A 22 20		LD A,(PABX3)
09FF	0E 02		LD C,2
0A01	ED 79		OUT (C),A
0A03	C9		RET
0A04	23	DIALON:	INC HL
0A05	23		INC HL
0A06	CB 7E		BIT 7,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0A08	20 20	JR	NZ, DIALON1
0A0A	3A 18 20	LD	A, (DIAL2)
0A0D	47	LD	B, A
0A0E	97	SUB	A
0A0F	B8	CP	B
0A10	C2 15 08	JP	NZ, PUSH
0A13	CB B6	RES	6, (HL)
0A15	2B	DEC	HL
0A16	2B	DEC	HL
0A17	CB 96	RES	2, (HL)
0A19	CB CE	SET	1, (HL)
0A1B	CD BE 0D	CALL	CLDT
0A1E	4A	LD	C, D
0A1F	CD 07 0E	CALL	BSEND
0A22	21 13 20	LD	HL, TIMER
0A25	CB 9E	RES	3, (HL)
0A27	C3 D3 00	JP	REOFF
0A2A	3A 17 20	DIALON1: LD	A, (DIAL1)
0A2D	47	LD	B, A
0A2E	97	SUB	A
0A2F	B8	CP	B
0A30	C2 15 08	JP	NZ, PUSH
0A33	CB BE	RES	7, (HL)
0A35	2B	DEC	HL
0A36	2B	DEC	HL
0A37	CB 96	RES	2, (HL)
0A39	CB CE	SET	1, (HL)
0A3B	CD BE 0D	CALL	CLDT
0A3E	4A	LD	C, D
0A3F	CD 07 0E	CALL	BSEND
0A42	21 13 20	LD	HL, TIMER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0A45	CB A6		RES 4, (HL)
0A47	C3 D3 00		JP REOFF
0A4A	EB	CALLING:	EX DE,HL
0A4B	21 13 20		LD HL,TIMER
0A4E	CB 7E		BIT 7, (HL)
0A50	28 27		JR Z,CALLING1
0A52	3E 30		LD A,30H
0A54	32 15 20		LD (RING2),A
0A57	CB F6		SET 6, (HL)
0A59	E1		POP HL
0A5A	CB 96		RES 2, (HL)
0A5C	CB 8E		RES 1, (HL)
0A5E	2B		DEC HL
0A5F	CB CE		SET 1, (HL)
0A61	2B		DEC HL
0A62	CB DE		SET 3, (HL)
0A64	CD A0 0A		CALL BACKSEND
0A67	EB		EX DE,HL
0A68	CB E6		SET 4, (HL)
0A6A	23		INC HL
0A6B	CB CE		SET 1, (HL)
0A6D	23		INC HL
0A6E	23		INC HL
0A6F	71		LD (HL),C
0A70	78		LD A,B
0A71	D6 01		SUB 1
0A73	47		LD B,A
0A74	CD E0 0A		CALL RINGSEND
0A77	4A		LD C,D
0A78	C9		RET
0A79	3E 30	CALLING1:	LD A,30H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0A7B	32 14 20		LD (RING1),A
0A7E	CB FE		SET 7, (HL)
0A80	E1		POP HL
0A81	CB 96		RES 2, (HL)
0A83	CB 8E		RES 1, (HL)
0A85	2B		DEC HL
0A86	CB D6		SET 2, (HL)
0A88	2B		DEC HL
0A89	CB DE		SET 3, (HL)
0A8B	CD A0 0A		CALL BACKSEND
0A8E	EB		EX DE,HL
0A8F	CB E6		SET 4, (HL)
0A91	23		INC HL
0A92	CB D6		SET 2, (HL)
0A94	23		INC HL
0A95	23		INC HL
0A96	71		LD (HL),C
0A97	78		LD A,B
0A98	D6 01		SUB 1
0A9A	47		LD B,A
0A9B	CD E0 0A		CALL RINGSEND
0A9E	4A		LD C,D
0A9F	C9		RET
0AA0	97	BACKSEND:	SUB A
0AA1	B9		CP C
0AA2	28 15		JR Z, BACKSEND1
0AA4	3C		INC A
0AA5	B9		CP C
0AA6	28 1E		JR Z, BACKSEND2
0AA8	3C		INC A
0AA9	B9		CP C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0AAA	28 27		JR	Z, BACKSEND3
0AAC	21 23 20		LD	HL, PABX4
0AAF	CB CE		SET	1, (HL)
0AB1	3A 23 20		LD	A, (PABX4)
0AB4	0E 03		LD	C, 3
0AB6	ED 79		OUT	(C), A
0AB8	C9		RET	
0AB9	21 20 20	BACKSEND1:	LD	HL, PABX1
0ABC	CB CE		SET	1, (HL)
0ABE	3A 20 20		LD	A, (PABX1)
0AC1	0E 00		LD	C, 0
0AC3	ED 79		OUT	(C), A
0AC5	C9		RET	
0AC6	21 21 20	BACKSEND2:	LD	HL, PABX2
0AC9	CB CE		SET	1, (HL)
0ACB	3A 21 20		LD	A, (PABX2)
0ACE	0E 01		LD	C, 1
0AD0	ED 79		OUT	(C), A
0AD2	C9		RET	
0AD3	21 22 20	BACKSEND3:	LD	HL, PABX3
0AD6	CB CE		SET	1, (HL)
0AD8	3A 22 20		LD	A, (PABX3)
0ADB	0E 02		LD	C, 2
0ADD	ED 79		OUT	(C), A
0ADF	C9		RET	
0AEO	97	RINGSEND:	SUB	A
0AE1	B8		CP	B
0AE2	28 15		JR	Z, RINGSEND1
0AE4	3C		INC	A
0AE5	B8		CP	B
0AE6	28 1E		JR	Z, RINGSEND2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OAE8	3C		INC	A
OAE9	B8		CP	B
OAEA	28 27		JR	Z,RINGSEND3
OAEC	21 23 20		LD	HL,PABX4
OAEF	CB DE		SET	3,(HL)
OAF1	3A 23 20		LD	A,(PABX4)
OAF4	0E 03		LD	C,3
OAF6	ED 79		OUT	(C),A
OAF8	C9		RET	
OAF9	21 20 20	RINGSEND1:	LD	HL,PABX1
OAFc	CB DE		SET	3,(HL)
OAFE	3A 20 20		LD	A,(PABX1)
OB01	0E 00		LD	C,0
OB03	ED 79		OUT	(C),A
OB05	C9		RET	
OB06	21 21 20	RINGSEND2:	LD	HL,PABX2
OB09	CB DE		SET	3,(HL)
OB0B	3A 21 20		LD	A,(PABX2)
OB0E	0E 01		LD	C,1
OB10	ED 79		OUT	(C),A
OB12	C9		RET	
OB13	21 22 20	RINGSEND3:	LD	HL,PABX3
OB16	CB DE		SET	3,(HL)
OB18	3A 22 20		LD	A,(PABX3)
OB1B	0E 02		LD	C,2
OB1D	ED 79		OUT	(C),A
OB1F	C9		RET	
OB20	CB A6	RINGON:	RES	4,(HL)
OB22	E5		PUSH	HL
OB23	CD 48 02		CALL	GETLIN
OB26	E1		POP	HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0B27	23-	INC HL
0B28	CB 7E	BIT 7, (HL)
0B2A	C2 93 09	JP NZ, CALS
0B2D	CB 56	BIT 2, (HL)
0B2F	C2 26 0C	JP NZ, RINGON1
0B32	CB 8E	RES 1, (HL)
0B34	E5	PUSH HL
0B35	21 13 20	LD HL, TIMER
0B38	CB B6	RES 6, (HL)
0B3A	21 1B 20	LD HL, PATH1
0B3D	CB 7E	BIT 7, (HL)
0B3F	C2 B4 0B	JP NZ, PB2
0B42	CB FE	SET 7, (HL)
0B44	E1	POP HL
0B45	CB EE	SET 5, (HL)
0B47	CD 17 0D	CALL ROUTH1
0B4A	CD A7 09	CALL BACKON
0B4D	97	SUB A
0B4E	B8	CP B
0B4F	CA 72 0B	JP Z, SSC1
0B52	3C	INC A
0B53	B8	CP B
0B54	CA 88 0B	JP Z, SSC2
0B57	3C	INC A
0B58	B8	CP B
0B59	CA 9E 0B	JP Z, SSC3
0B5C	21 0D 20	LD HL, LINE4
0B5F	CB 8E	RES 1, (HL)
0B61	CB EE	SET 5, (HL)
0B63	21 23 20	LD HL, PABX4
0B66	CB E6	SET 4, (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วารณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OB68	3A 23 20		LD	A, (PABX4)
OB6B	0E 03		LD	C, 3
OB6D	ED 79		OUT	(C), A
OB6F	C3 D3 00		JP	REOFF
OB72	21 00 20	SSC1:	LD	HL, LINE1
OB75	CB 8E		RES	1, (HL)
OB77	CB EE		SET	5, (HL)
OB79	21 20 20		LD	HL, PABX1
OB7C	CB E6		SET	4, (HL)
OB7E	3A 20 20		LD	A, (PABX1)
OB81	0E 00		LD	C, 0
OB83	ED 79		OUT	(C), A
OB85	C3 D3 00		JP	REOFF
OB88	21 04 20	SSC2:	LD	HL, LINE2
OB8B	CB 8E		RES	1, (HL)
OB8D	CB EE		SET	5, (HL)
OB8F	21 21 20		LD	HL, PABX2
OB92	CB E6		SET	4, (HL)
OB94	3A 21 20		LD	A, (PABX2)
OB97	0E 01		LD	C, 1
OB99	ED 79		OUT	(C), A
OB9B	C3 D3 00		JP	REOFF
OB9E	21 08 20	SSC3:	LD	HL, LINE3
OBA1	CB 8E		RES	1, (HL)
OBA3	CB EE		SET	5, (HL)
OBA5	21 22 20		LD	HL, PABX3
OBA8	CB E6		SET	4, (HL)
OBAA	3A 22 20		LD	A, (PABX3)
OBAD	0E 02		LD	C, 2
OBAF	ED 79		OUT	(C), A
OBB1	C3 D3 00		JP	REOFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0BB4	21 1C 20	PB2:	LD HL,PATH2
0BB7	CB FE		SET 7, (HL)
0BB9	E1		POP HL
0BBA	CB E6		SET 4, (HL)
0BBC	CD 5E 0D		CALL ROUTH2
0BBF	CD A7 09		CALL BACKON
0BC2	97		SUB A
0BC3	B8		CP B
0BC4	28 1E		JR Z,SSC11
0BC6	3C		INC A
0BC7	B8		CP B
0BC8	28 30		JR Z,SSC21
0BCA	3C		INC A
0BCB	B8		CP B
0BCC	28 42		JR Z,SSC31
0BCE	21 0D 20		LD HL,LINE4
0BD1	CB 8E		RES 1, (HL)
0BD3	CB E6		SET 4, (HL)
0BD5	21 23 20		LD HL,PABX4
0BD8	CB EE		SET 5, (HL)
0BDA	3A 23 20		LD A, (PABX4)
0BDD	0E 03		LD C,3
0BDF	ED 79		OUT (C),A
0BE1	C3 D3 00		JP REOFF
0BE4	21 00 20	SSC11:	LD HL,LINE1
0BE7	CB 8E		RES 1, (HL)
0BE9	CB E6		SET 4, (HL)
0BEB	21 20 20		LD HL,PABX1
0BEE	CB EE		SET 5, (HL)
0BF0	3A 20 20		LD A, (PABX1)
0BF3	0E 00		LD C,0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OBF5	ED 79		OUT (C),A
OBF7	C3 D3 00		JP REOFF
OBFA	21 04 20	SSC21:	LD HL,LINE2
OBFD	CB 8E		RES 1,(HL)
OBFF	CB E6		SET 4,(HL)
OC01	21 21 20		LD HL,PABX2
OC04	CB EE		SET 5,(HL)
OC06	3A 21 20		LD A,(PABX2)
OC09	0E 01		LD C,1
OC0B	ED 79		OUT (C),A
OC0D	C3 D3 00		JP REOFF
OC10	21 08 20	SSC31:	LD HL,LINE3
OC13	CB 8E		RES 1,(HL)
OC15	CB E6		SET 4,(HL)
OC17	21 22 20		LD HL,PABX3
OC1A	CB EE		SET 5,(HL)
OC1C	3A 22 20		LD A,(PABX3)
OC1F	0E 02		LD C,2
OC21	ED 79		OUT (C),A
OC23	C3 D3 00		JP REOFF
OC26	CB 96	RINGON1:	RES 2,(HL)
OC28	E5		PUSH HL
OC29	21 13 20		LD HL,TIMER
OC2C	CB BE		RES 7,(HL)
OC2E	21 1B 20		LD HL,PATH1
OC31	CB 7E		BIT 7,(HL)
OC33	C2 A5 0C		JP NZ,PBB2
OC36	CB FE		SET 7,(HL)
OC38	E1		POP HL
OC39	CB EE		SET 5,(HL)
OC3B	CD 17 0D		CALL ROUTH1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0C3E	CD A7 09	CALL BACKON
0C41	97	SUB A
0C42	B8	CP B
0C43	28 1E	JR Z,SSR1
0C45	3C	INC A
0C46	B8	CP B
0C47	28 30	JR Z,SSR2
0C49	3C	INC A
0C4A	B8	CP B
0C4B	28 42	JR Z,SSR3
0C4D	21 0D 20	LD HL,LINE4
0C50	CB 96	RES 2,(HL)
0C52	CB EE	SET 5,(HL)
0C54	21 23 20	LD HL,PABX4
0C57	CB E6	SET 4,(HL)
0C59	3A 23 20	LD A,(PABX4)
0C5C	0E 03	LD C,3
0C5E	ED 79	OUT (C),A
0C60	C3 D3 00	JP REOFF
0C63	21 00 20	SSR1: LD HL,LINE1
0C66	CB 96	RES 2,(HL)
0C68	CB EE	SET 5,(HL)
0C6A	21 20 20	LD HL,PABX1
0C6D	CB E6	SET 4,(HL)
0C6F	3A 20 20	LD A,(PABX1)
0C72	0E 00	LD C,0
0C74	ED 79	OUT (C),A
0C76	C3 D3 00	JP REOFF
0C79	21 04 20	SSR2: LD HL,LINE2
0C7C	CB 96	RES 2,(HL)
0C7E	CB EE	SET 5,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่เว้นกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0C80	21 21 20		LD HL,PABX2
0C83	CB E6		SET 4,(HL)
0C85	3A 21 20		LD A,(PABX2)
0C88	0E 01		LD C,1
0C8A	ED 79		OUT (C),A
0C8C	C3 D3 00		JP REOFF
0C8F	21 08 20	SSR3:	LD HL,LINE3
0C92	CB 96		RES 2,(HL)
0C94	CB EE		SET 5,(HL)
0C96	21 22 20		LD HL,PABX3
0C99	CB E6		SET 4,(HL)
0C9B	3A 22 20		LD A,(PABX3)
0C9E	0E 02		LD C,2
0CA0	ED 79		OUT (C),A
0CA2	C3 D3 00		JP REOFF
0CA5	21 1C 20	PBB2:	LD HL,PATH2
0CA8	CB FE		SET 7,(HL)
0CAA	E1		POP HL
0CAB	CB E6		SET 4,(HL)
0CAD	CD 5E 0D		CALL ROUTH2
0CB0	CD A7 09		CALL BACKON
0CB3	97		SUB A
0CB4	B8		CP B
0CB5	28 1E		JR Z,SSR11
0CB7	3C		INC A
0CB8	B8		CP B
0CB9	28 30		JR Z,SSR21
0CBB	3C		INC A
0CBC	B8		CP B
0CBD	28 42		JR Z,SSR31
0CBF	21 0D 20		LD HL,LINE4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่เว้นกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0CC2	CB 96		RES 2, (HL)
0CC4	CB E6		SET 4, (HL)
0CC6	21 23 20		LD HL, PABX4
0CC9	CB EE		SET 5, (HL)
0CCB	3A 23 20		LD A, (PABX4)
0CCE	0E 03		LD C, 3
0CD0	ED 79		OUT (C), A
0CD2	C3 D3 00		JP REOFF
0CD5	21 00 20	SSR11:	LD HL, LINE1
0CD8	CB 96		RES 2, (HL)
0CDA	CB E6		SET 4, (HL)
0CDC	21 20 20		LD HL, PABX1
0CDF	CB EE		SET 5, (HL)
0CE1	3A 20 20		LD A, (PABX1)
0CE4	0E 00		LD C, 0
0CE6	ED 79		OUT (C), A
0CE8	C3 D3 00		JP REOFF
0CEB	21 04 20	SSR21:	LD HL, LINE2
0CEE	CB 96		RES 2, (HL)
0CF0	CB E6		SET 4, (HL)
0CF2	21 21 20		LD HL, PABX2
0CF5	CB EE		SET 5, (HL)
0CF7	3A 21 20		LD A, (PABX2)
0CFA	0E 01		LD C, 1
0CFC	ED 79		OUT (C), A
0CFE	C3 D3 00		JP REOFF
0D01	21 08 20	SSR31:	LD HL, LINE3
0D04	CB 96		RES 2, (HL)
0D06	CB E6		SET 4, (HL)
0D08	21 22 20		LD HL, PABX3
0D0B	CB EE		SET 5, (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OD0D	3A 22 20		LD	A, (PABX3)
OD10	0E 02		LD	C, 2
OD12	ED 79		OUT	(C), A
OD14	C3 D3 00		JP	REOFF
OD17	2B	ROUTH1:	DEC	HL
OD18	CB C6		SET	0, (HL)
OD1A	23		INC	HL
OD1B	23		INC	HL
OD1C	23		INC	HL
OD1D	46		LD	B, (HL)
OD1E	97		SUB	A
OD1F	B9		CP	C
OD20	28 15		JR	Z, SS1
OD22	3C		INC	A
OD23	B9		CP	C
OD24	28 1E		JR	Z, SS2
OD26	3C		INC	A
OD27	B9		CP	C
OD28	28 27		JR	Z, SS3
OD2A	21 23 20		LD	HL, PABX4
OD2D	CB E6		SET	4, (HL)
OD2F	3A 23 20		LD	A, (PABX4)
OD32	0E 03		LD	C, 3
OD34	ED 79		OUT	(C), A
OD36	C9		RET	
OD37	21 20 20	SS1:	LD	HL, PABX1
OD3A	CB E6		SET	4, (HL)
OD3C	3A 20 20		LD	A, (PABX1)
OD3F	0E 00		LD	C, 0
OD41	ED 79		OUT	(C), A
OD43	C9		RET	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0D44	21 21 20	SS2:	LD	HL,PABX2
0D47	CB E6		SET	4,(HL)
0D49	3A 21 20		LD	A,(PABX2)
0D4C	0E 01		LD	C,1
0D4E	ED 79		OUT	(C),A
0D50	C9		RET	
0D51	21 22 20	SS3:	LD	HL,PABX3
0D54	CB E6		SET	4,(HL)
0D56	3A 22 20		LD	A,(PABX3)
0D59	0E 02		LD	C,2
0D5B	ED 79		OUT	(C),A
0D5D	C9		RET	
0D5E	2B	ROUTH2:	DEC	HL
0D5F	CB C6		SET	0,(HL)
0D61	23		INC	HL
0D62	23		INC	HL
0D63	23		INC	HL
0D64	46		LD	B,(HL)
0D65	97		SUB	A
0D66	B9		CP	C
0D67	28 15		JR	Z,SS11
0D69	3C		INC	A
0D6A	B9		CP	C
0D6B	28 1E		JR	Z,SS21
0D6D	3C		INC	A
0D6E	B9		CP	C
0D6F	28 27		JR	Z,SS31
0D71	21 23 20		LD	HL,PABX4
0D74	CB EE		SET	5,(HL)
0D76	3A 23 20		LD	A,(PABX4)
0D79	0E 03		LD	C,3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OD7B	ED 79		OUT (C),A
OD7D	C9		RET
OD7E	21 20 20	SS11:	LD HL,PABX1
OD81	CB EE		SET 5,(HL)
OD83	3A 20 20		LD A,(PABX1)
OD86	0E 00		LD C,0
OD88	ED 79		OUT (C),A
OD8A	C9		RET
OD8B	21 21 20	SS21:	LD HL,PABX2
OD8E	CB EE		SET 5,(HL)
OD90	3A 21 20		LD A,(PABX2)
OD93	0E 01		LD C,1
OD95	ED 79		OUT (C),A
OD97	C9		RET
OD98	21 22 20	SS31:	LD HL,PABX3
OD9B	CB EE		SET 5,(HL)
OD9D	3A 22 20		LD A,(PABX3)
ODA0	0E 02		LD C,2
ODA2	ED 79		OUT (C),A
ODA4	C9		RET
ODA5	F5	DTCH:	PUSH AF
ODA6	23		INC HL
ODA7	23		INC HL
ODA8	CB 7E		BIT 7,(HL)
ODAA	28 09		JR Z,DTCH1
ODAC	CB B6		RES 6,(HL)
ODAE	21 13 20		LD HL,TIMER
ODB1	CB 9E		RES 3,(HL)
ODB3	18 07		JR HOM
ODB5	CB BE	DTCH1:	RES 7,(HL)
ODB7	21 13 20		LD HL,TIMER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะวิธีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ODBA	CB A6		RES 4, (HL)
ODBC	F1	HOM:	POP AF
ODBD	C9		RET
ODBE	E5	CLDT:	PUSH HL
ODBF	F5		PUSH AF
ODC0	97		SUB A
ODC1	B9		CP C
ODC2	28 16		JR Z, CLDT1
ODC4	3C		INC A
ODC5	B9		CP C
ODC6	28 20		JR Z, CLDT2
ODC8	3C		INC A
ODC9	B9		CP C
ODCA	28 2A		JR Z, CLDT3
ODCC	21 23 20		LD HL, PABX4
ODCF	CB 86		RES D, (HL)
ODD1	3A 23 20		LD A, (PABX4)
ODD4	0E 03		LD C, 3
ODD6	ED 79		OUT (C), A
ODD8	18 2A		JR HOME
ODDA	21 20 20	CLDT1:	LD HL, PABX1
ODDD	CB 86		RES 0, (HL)
ODDF	3A 20 20		LD A, (PABX1)
ODE2	0E 00		LD C, 0
ODE4	ED 79		OUT (C), A
ODE6	18 1C		JR HOME
ODE8	21 21 20	CLDT2:	LD HL, PABX2
ODEB	CB 86		RES 0, (HL)
ODED	3A 21 20		LD A, (PABX2)
ODFO	0E 01		LD C, 1
ODF2	ED 79		OUT (C), A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0DF4	18 0E		JR	HOME
0DF6	21 22 20	CLDT3:	LD	HL, PABX3
0DF9	CB 86		RES	0, (HL)
0DFB	3A 22 20		LD	A, (PABX3)
0DFE	0E 02		LD	C, 2
0E00	ED 79		OUT	(C), A
0E02	18 00		JR	HOME
0E04	F1	HOME:	POP	AF
0E05	E1		POP	HL
0E06	C9		RET	
0E07	97	BSEND:	SUB	A
0E08	B9		CP	C
0E09	28 16		JR	Z, SEND1
0E0B	3C		INC	A
0E0C	B9		CP	C
0E0D	28 20		JR	Z, SEND2
0E0F	3C		INC	A
0E10	B9		CP	C
0E11	28 2A		JR	Z, SEND3
0E13	21 23 20		LD	HL, PABX4
0E16	CB D6		SET	2, (HL)
0E18	3A 23 20		LD	A, (PABX4)
0E1B	0E 03		LD	C, 3
0E1D	ED 79		OUT	(C), A
0E1F	4A		LD	C, D
0E20	C9		RET	
0E21	21 20 20	SEND1:	LD	HL, PABX1
0E24	CB D6		SET	2, (HL)
0E26	3A 20 20		LD	A, (PABX1)
0E29	0E 00		LD	C, 0
0E2B	ED 79		OUT	(C), A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0E2D	4A		LD	C,D
0E2E	C9		RET	
0E2F	21 21 20	SEND2:	LD	HL,PABX2
0E32	CB D6		SET	2,(HL)
0E34	3A 21 20		LD	A,(PABX2)
0E37	0E 01		LD	C,1
0E39	ED 79		OUT	(C),A
0E3B	4A		LD	C,D
0E3C	C9		RET	
0E3D	21 22 20	SEND3:	LD	HL,PABX3
0E40	CB D6		SET	2,(HL)
0E42	3A 22 20		LD	A,(PABX3)
0E45	0E 02		LD	C,2
0E47	ED 79		OUT	(C),A
0E49	4A		LD	C,D
0E4A	C9		RET	
0E4B	97	STDCH:	SUB	A
0E4C	B9		CP	C
0E4D	28 10		JR	Z,S1
0E4F	3C		INC	A
0E50	B9		CP	C
0E51	28 14		JR	Z,S2
0E53	3C		INC	A
0E54	B9		CP	C
0E55	28 18		JR	Z,S3
0E57	21 0D 20		LD	HL,LINE4
0E5A	23		INC	HL
0E5B	23		INC	HL
0E5C	CB 4E		BIT	1,(HL)
0E5E	C9		RET	
0E5F	21 00 20	S1:	LD	HL,LINE1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0E62	23		INC HL
0E63	23		INC HL
0E64	CB 4E		BIT 1, (HL)
0E66	C9		RET
0E67	21 04 20	S2:	LD HL,LINE2
0E6A	23		INC HL
0E6B	23		INC HL
0E6C	CB 4E		BIT 1, (HL)
0E6E	C9		RET
0E6F	21 08 20	S3:	LD HL,LINE3
0E72	23		INC HL
0E73	23		INC HL
0E74	CB 4E		BIT 1, (HL)
0E76	C9		RET
0E77			END



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***** S Y M B O L I C R E F E R E N C E T A B L E *****

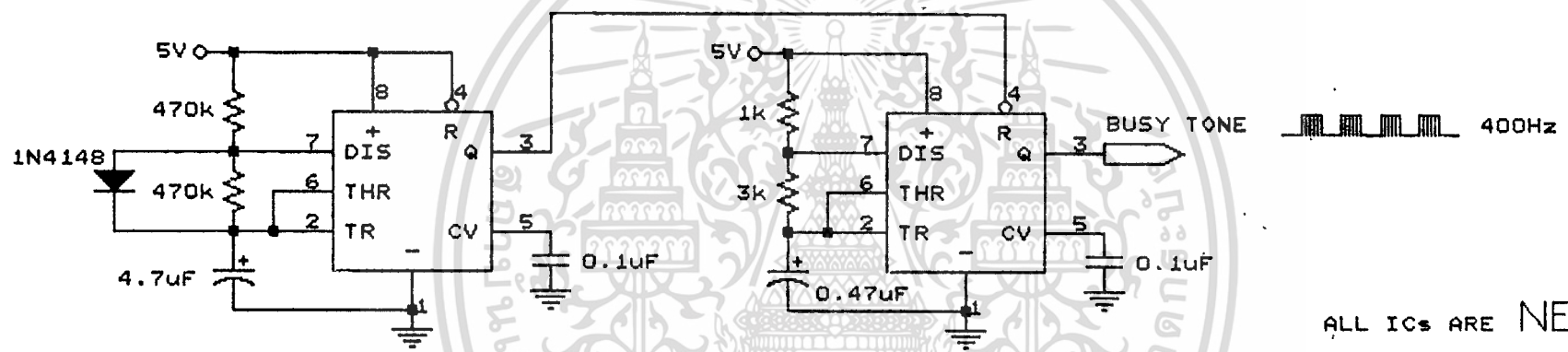
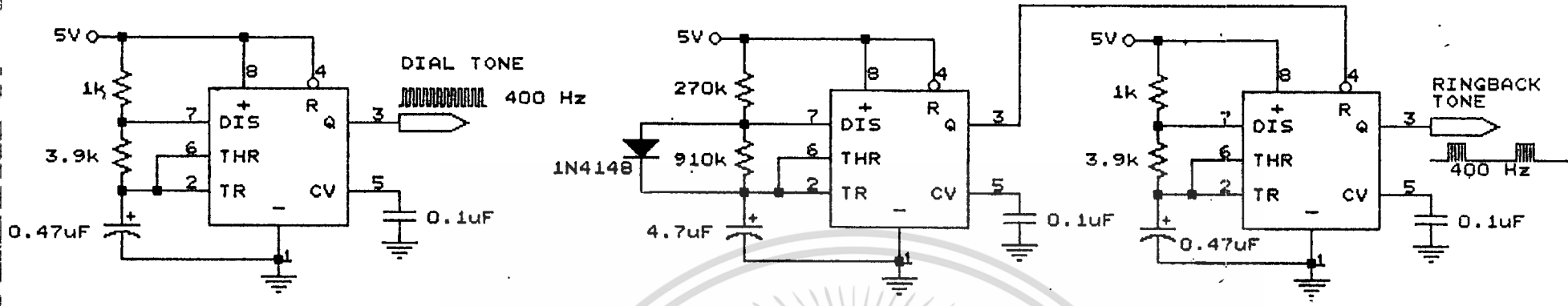
ABUSYF	0679	BACK1	0159	BACK11	01E5	BACK2	0174
BACK21	0200	BACK3	018F	BACK31	021B	BACKCL	0371
BACKCL1	038A	BACKCL2	0397	BACKCL3	03A4	BACKON	09A7
BACKON1	09C8	BACKON2	09DC	BACKON3	09F0	BACKSEND	0AA0
BACKSEND1	0AB9	BACKSEND2	0AC6	BACKSEND3	0AD3	BSEND	0E07
BUSY	0291	BUSY1	02B0	BUSY2	02BF	BUSY3	02CE
CALLING	0A4A	CALLING1	0A79	CALS	0993	CLDT	0DBE
CLDT1	0DDA	CLDT2	0DE8	CLDT3	0DF6	CLEAR	005C
CLEAR1	0066	CLEARRELAY	0109	D1	0763	D12	0799
D13	07CF	D14	0803	DATA C	0832	DEXT	05C5
DIA1	0339	DIAL	02DD	DIAL1	= 2017	DIAL2	= 2018
DIAL3	= 2019	DIALCL1	02FF	DIALCL2	030D	DIALCL3	031B
DIALNUM	0327	DIALON	0A04	DIALON1	0A2A	DIALS1	0774
DIALS2	07AA	DIALS3	07DF	DTCH	0DA5	DTCH1	0DB5
EB	094C	ENNUM	060D	ENNUM1	0634	ENNUM2	064B
ENNUM3	0662	EXT	00D7	EXTC	092C	EXTCHECK	05A5
EXTCL	0681	EXTCL1	06BB	EXTCL2	06D2	EXTCL3	06E9
EXTLINE	= 2011	EXTOFF	00E1	EXTRELAY	= 2025	EXTTIME	= 201A
GETLIN	0248	GETNUM	0288	GETTIME	0043	GETTIME1	0049
HANDOF	00A2	HANDON	0700	HOM	0DBC	HOME	0E04
INITIAL	006C	INITIAL1	0073	INITIAL2	0081	INTC	0926
L1BUSY	087F	L2BUSY	08A3	L3BUSY	08C7	L4BUSY	08EB
LIN2	008D	LIN3	0094	LIN4	009B	LINE1	= 2000
LINE2	= 2004	LINE3	= 2008	LINE4	= 200D	NUM1	08FA
NUM11	086A	NUM12	088E	NUM13	08B2	NUM14	08D6
P1	043B	P11	0505	P2	0449	P21	0513

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ หงส์สิน อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

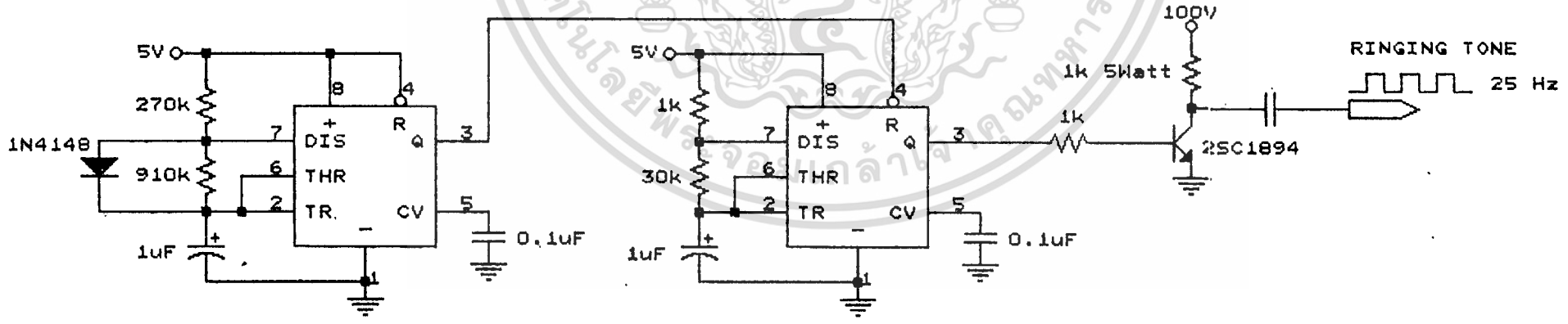
P3	0457	P31	0521	PABX1	= 2020	PABX2	= 2021
PABX3	= 2022	PABX4	= 2023	PATH1	= 201B	PATH2	= 201C
PATH3	= 201D	PB2	0BB4	PBB2	0CA5	PC1	048A
PC11	0554	PC2	04A5	PC21	056F	PC3	04C0
PC31	058A	PUSH	0815	PUSH1	0813	R1	0975
R2	097F	R3	0989	RELAY	= 2024	REOFF	00D3
REOFF1	0242	RING1	= 2014	RING2	= 2015	RING3	= 2016
RINGCL	03B1	RINGCL1	03D5	RINGCL2	03E7	RINGCL3	03F9
RINGON	0B20	RINGON1	0C26	RINGSEND	0AE0	RINGSEND1	0AF9
RINGSEND2	0B06	RINGSEND3	0B13	RINGTIME0	0236	RINGTIME1	01AA
RL1	00FF	RL2	0103	RL3	0107	RLSET	095B
RNGBCK	0343	RNGBCK1	0361	RNGING	0118	RNGNG1	0261
RNGNG2	026E	RNGNG3	027B	ROUTH1	0D17	ROUTH2	0D5E
S1	0E5F	S2	0E67	S3	0E6F	SEARCH	05CE
SEARCH1	05E1	SEARCH2	05EF	SEARCH3	05FD	SEND1	0E21
SEND2	0E2F	SEND3	0E3D	SS1	0D37	SS11	0D7E
SS2	0D44	SS21	0D8B	SS3	0D51	SS31	0D98
SSC1	0B72	SSC11	0BE4	SSC2	0B88	SSC21	0BFA
SSC3	0B9E	SSC31	0C10	SSR1	0C63	SSR11	0CD5
SSR2	0C79	SSR21	0CEB	SSR3	0C8F	SSR31	0D01
START	0053	STDCH	0E4B	STDS	082A	TALK	040B
TALK1	04DB	TALKN	0463	TALKN1	052D	TIMER	= 2013
TURN	0246						

0000 ASSEMBLY ERRORS

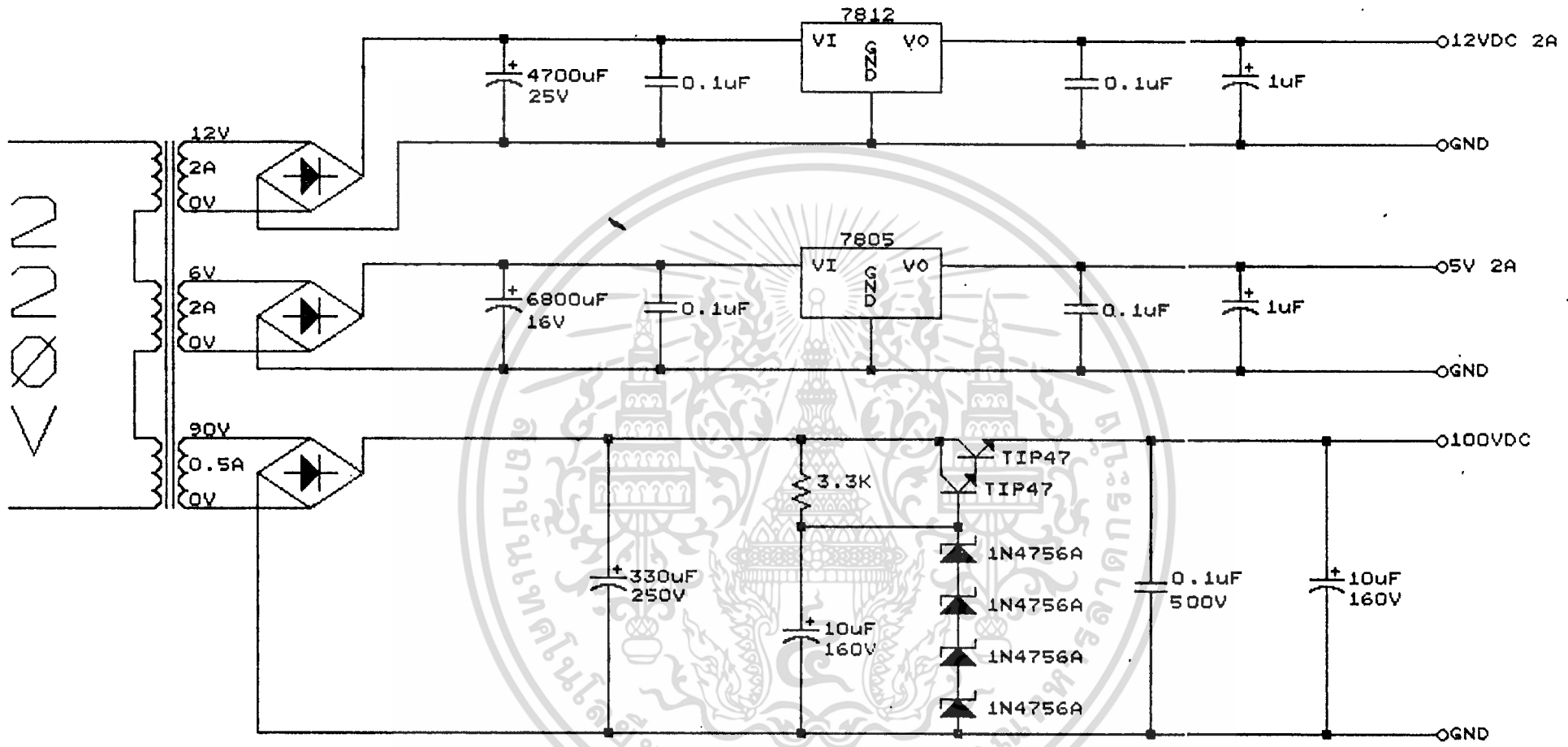
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



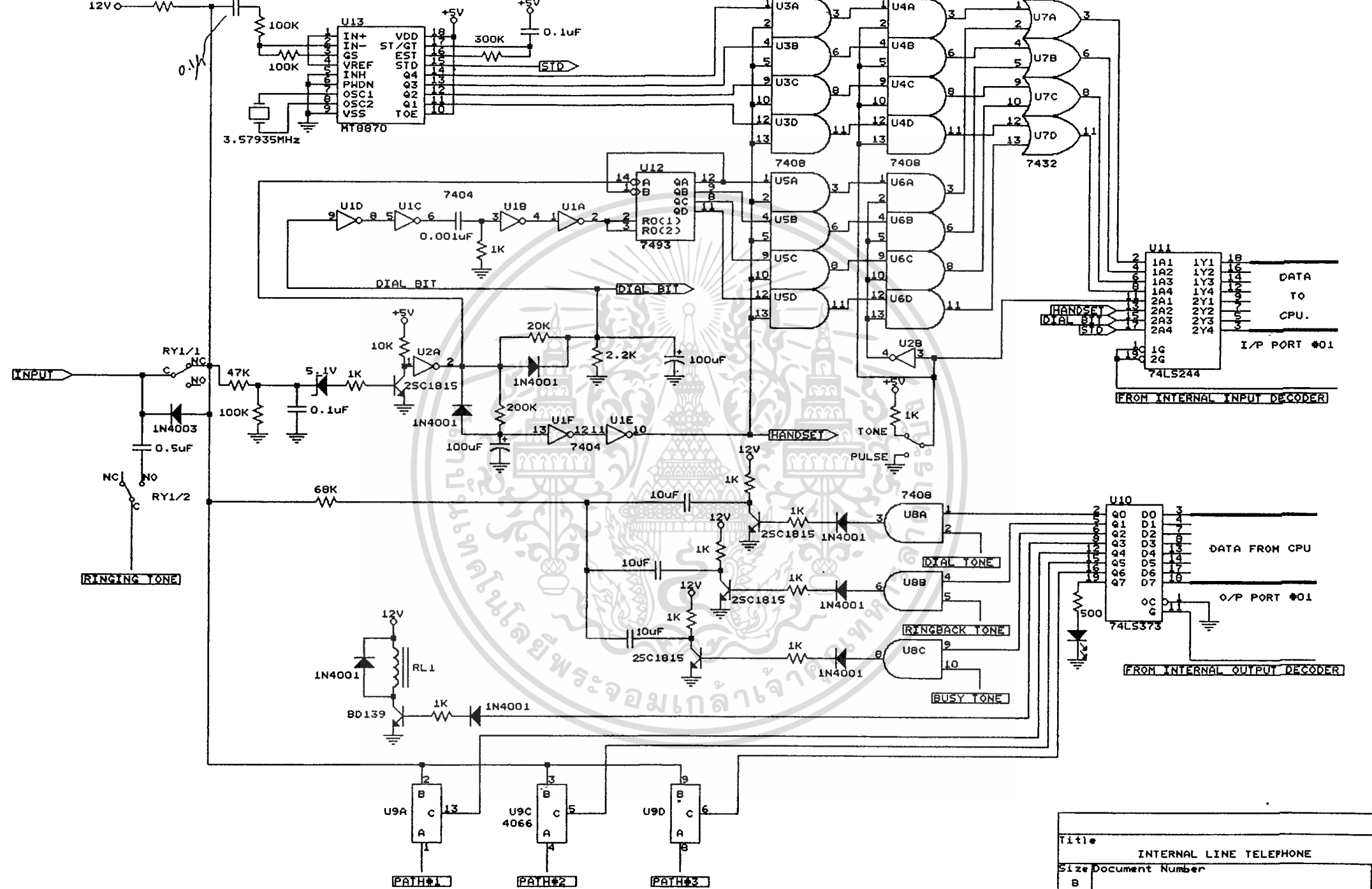
ALL ICs ARE NE555



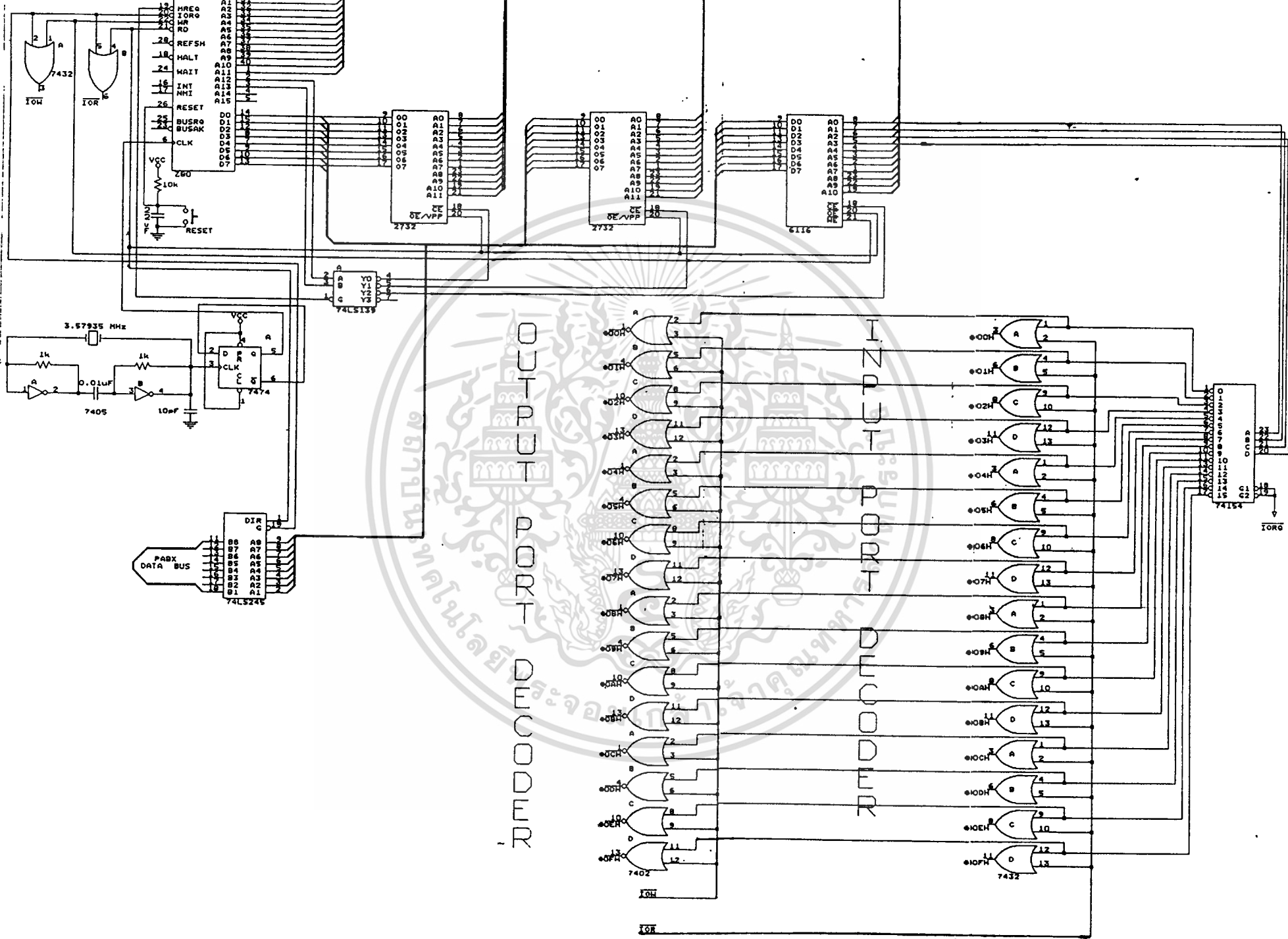
SIGNAL		
Size	Document Number	REV
A		
Date: February 13, 1992		Sheet of

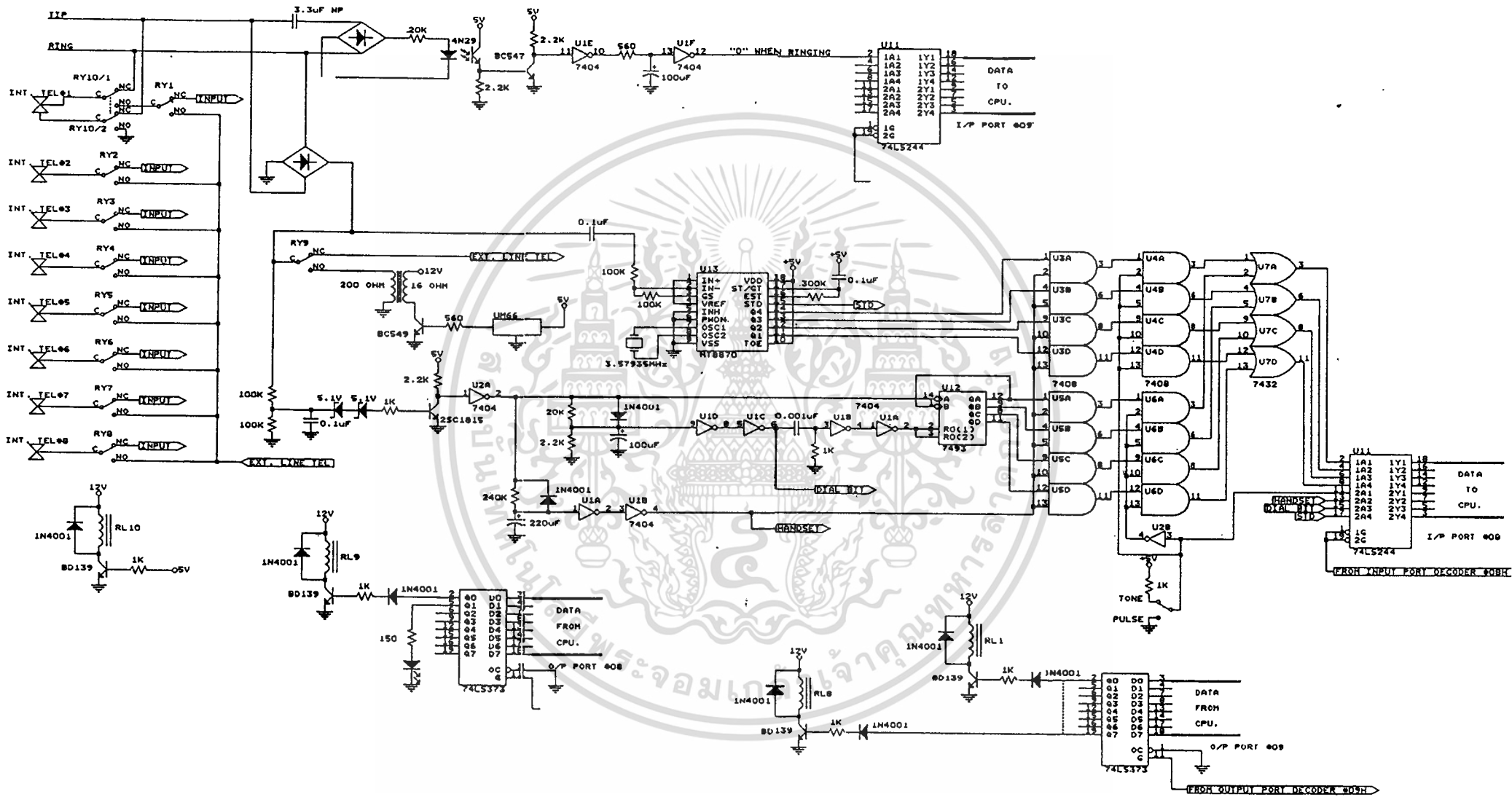


POWER SUPPLY		
Size	Document Number	REV
A		
Date:	February 13, 1992	Sheet 1 of 1



Title		INTERNAL LINE TELEPHONE	
Size	Document Number		
B			
Date:	February 13, 1992	Sheet	1 of





9161-002 094-NA

ISSUE 1

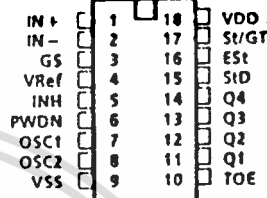
November 1987

Features

- Complete DTMF Receiver
- Low Power Consumption
- Internal Gain Setting Amplifier
- Adjustable Guard Time
- Central Office Quality
- Power-down Mode
- Inhibit Mode

Applications

- Receiver System for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870C-1)
- Paging Systems
- Repeater Systems/Mobile Radio
- Credit Card Systems
- Remote Control
- Personal Computers
- Telephone Answering Machine

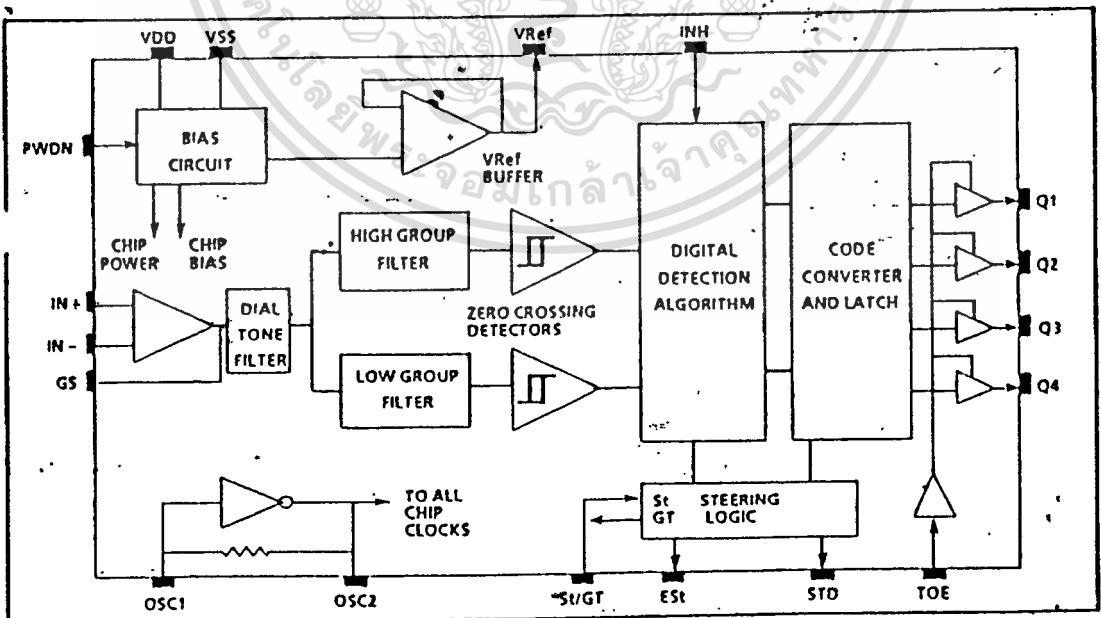
Pin Connections

Ordering Information

MT8870CE/MT8870CE-1 Plastic DIP
 MT8870CC/MT8870CC-1 Cardip
 MT8870CS/MT8870CS-1 SOIC
 -40 °C to +85 °C

Description

The MT8870C/MT8870C-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions, fabricated in Mitel's double poly ISO²-CMOS technology. The filter section uses switched capacitor techniques for

high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.


Figure 1 - Functional Block Diagram

MT8870C/MT8870C-1 ISO²-CMOS

Absolute Maximum Ratings*

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V _{DD}		6	V
2	Voltage on any pin	V _I	V _{SS} - 0.3	V _{DD} + 0.3	V
3	Current at any pin (other than supply)	I _I		10	mA
4	Storage temperature	T _{STG}	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P _D		1000	mW

*Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.
Derate above 75 °C at 16 mW / °C. All leads soldered to board.

Recommended Operating Conditions - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

	Parameter	Sym	Min	Typ [†]	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V _{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T _O	-40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	f _c		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq. Tolerance	Δf _c		±0.1		%	

[†]Typical figures are at 25 °C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

DC Electrical Characteristics - V_{DD} = 5.0V ± 5%, V_{SS} = 0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, unless otherwise stated

		Characteristics	Sym	Min	Typ [†]	Max	Units	Test Conditions
1	S U P P L Y	Standby supply current	I _{DDQ}			100	μA	PW _{DN} = V _{DD}
2		Operating supply current	I _{DD}		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	P _O		15	50	mW	f _c = 3.579545 MHz
4	I N P U T S	High level input	V _{IH}	3.5			V	V _{DD} = 5.0V
5		Low level input voltage	V _{IL}			1.5	V	V _{DD} = 5.0V
6		Input leakage current	I _{IH} /I _{IL}		0.1		μA	V _{IN} = V _{SS} or V _{DD}
7		Pull up (source) current	I _{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10) = 0, V _{DD} = 5.0V
8		Pull-down (sink) current	I _{SI}		15	45	μA	INH = 5.0V, PW _{DN} = 5.0V, V _{DD} = 5.0V
9		Input impedance (IN+, IN-)	R _{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V _{TST}	2.2		2.5	V	V _{DD} = 5.0V
11	O U T P U T S	Low level output voltage	V _{OL}			V _{SS} + 0.03	V	No load
12		High level output voltage	V _{OH}	V _{DD} - 0.03			V	No load
13		Output low (sink) current	I _{OL}	1.0	2.5		mA	V _{OUT} = 0.4 V
14		Output high (source) current	I _{OH}	0.4	0.8		mA	V _{OUT} = 4.6 V
15		V _{Ref} output voltage	V _{Ref}	2.4		2.7	V	No load, V _{DD} = 5.0V
16		V _{Ref} output resistance	R _{OR}		10		kΩ	

[†]Typical figures are at 25 °C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

Operating Characteristics - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $40^\circ C \leq T_o \leq +85^\circ C$, unless otherwise stated.
Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ ¹	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			M Ω	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	$-3.0V \leq V_{IN} \leq 3.0V$
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_c	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{PP}	Load $\geq 100 k\Omega$ to V_{SS}
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Maximum resistive load (GS)	R_L			50	k Ω	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{PP}	No Load

MT8870C AC Electrical Characteristics - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $40^\circ C \leq T_o \leq +85^\circ C$, using Test Circuit shown in Figure 2.

	Characteristics	Sym	Min	Typ ¹	Max	Units	Notes [*]
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29			dBm	1,2,3,5,6,9
			-27.5			mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9
					+1	dBm	1,2,3,5,6,9
					869	mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				6	dB	2,3,6,9
3	Positive twist accept				6	dB	2,3,6,9
4	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2$ Hz				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
6	Third tone tolerance				-16	dB	2,3,4,5,9,10
7	Noise tolerance				-12	dB	2,3,4,5,7,9,10
8	Dial tone tolerance				+22	dB	2,3,4,5,8,9,11

¹Typical figures are at 25 °C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

***NOTES**

1. dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by $\pm 1.5\% \pm 2$ Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) $\pm 2\%$.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. For guard time calculation purposes.

MT8870C/MT8870C-1 ISO²-CMOS

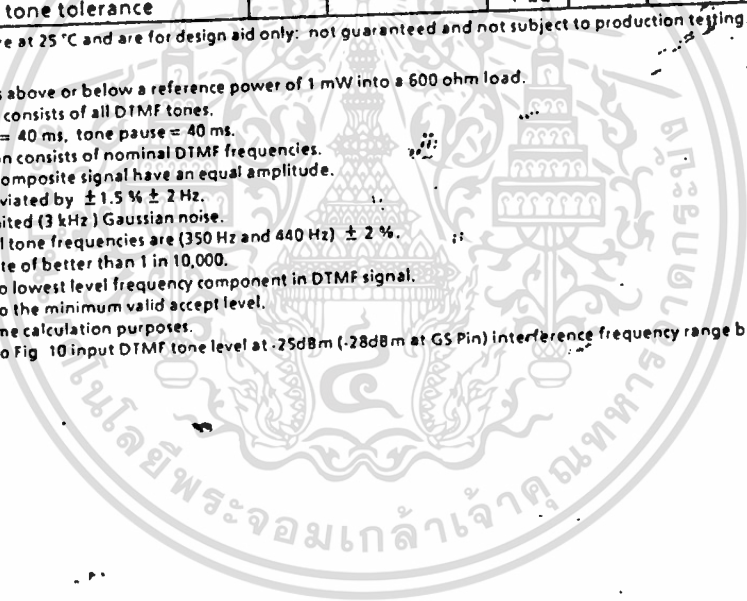
MT8870C-1 AC Electrical Characteristics - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 2.

	Characteristics	Sym	Min	Typ ¹	Max	Units	Notes ⁴
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	$V_{DD} = 5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV _{RMS}	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	$V_{DD} = 5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV _{RMS}	
3	Negative twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
4	Positive twist accept ⁵				6	dB	2, 3, 6, 9
5	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$				2, 3, 5, 9
6	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2, 3, 5, 9
7	Third tone tolerance		-18.5			dB	2, 3, 4, 5, 9, 13
8	Noise tolerance			-12		dB	2, 3, 4, 5, 7, 9, 10
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2, 3, 4, 5, 8, 9, 11

¹Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

*** NOTES**

1. dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by $\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) $\pm 2\%$.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. For guard time calculation purposes.
13. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.



AC Electrical Characteristics - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40^{\circ}C \leq T_o \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 2.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [†]	Max	Units	Conditions
T I M I N G	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 12
	Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 12
	Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	User adjustable
	Tone duration reject	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	User adjustable
	Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	User adjustable
	Interdigit pause reject	t_{DO}	20			ms	User adjustable
O U T P U T S	Propagation delay (St to Q)	t_{PQ}		8	11	μs	$TOE = V_{DD}$
	Propagation delay (St to StD)	t_{PSiD}		12	16	μs	$TOE = V_{DD}$
	Output data set up (Q to StD)	t_{QSiD}		3.4		μs	$TOE = V_{DD}$
	Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t_{PRE}		50		ns	load of 10 k Ω , 50 pF
	Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 k Ω , 50 pF
C L O C K	Crystal /clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
	Clock input rise time	t_{LHCL}			110	ns	Ext. clock
	Clock input fall time	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
	Clock input duty cycle	DC _{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
	Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			30	pF	

[†] Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

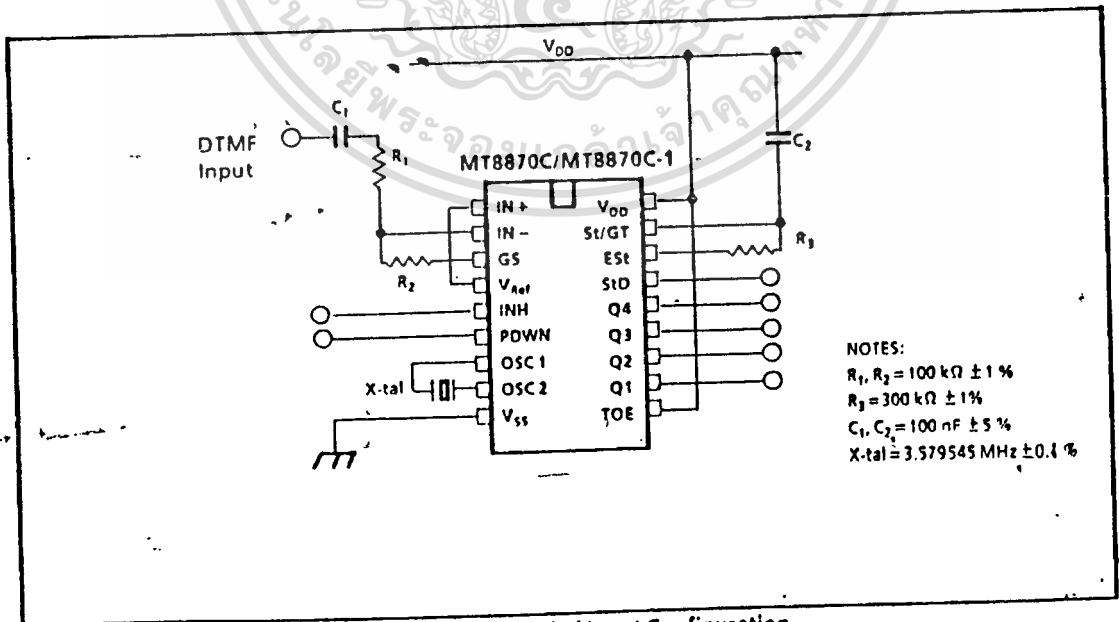
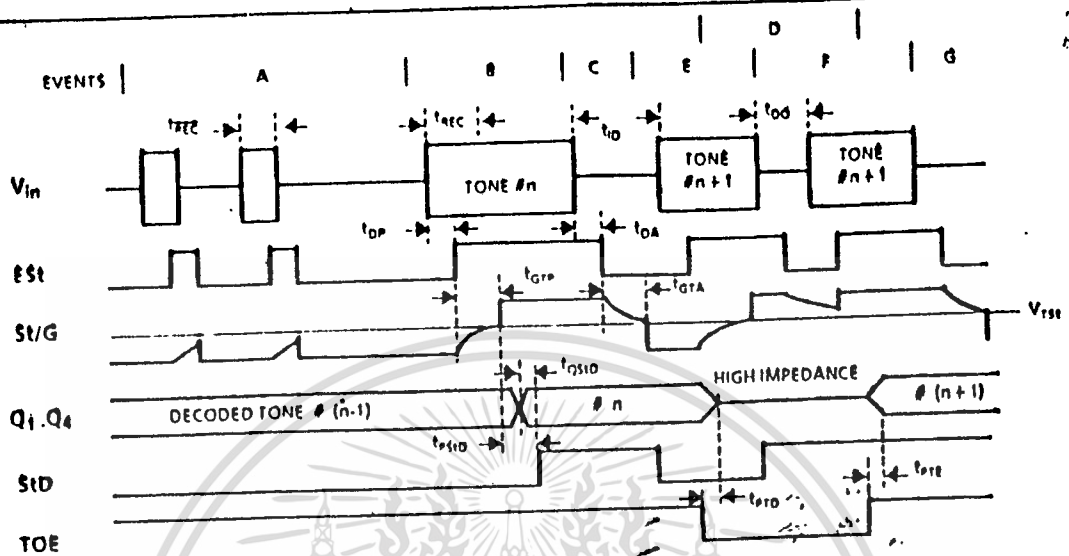


Figure 2 - Single-Ended Input Configuration

MT8870C/MT8870C-1 ISO²-CMOS

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	IN +	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	IN -	Inverting Op-Amp (Input).
3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	V _{Ref}	Reference Voltage (Output), Nominally V _{DD} /2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig.2).
5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	OSC1	Clock (Input).
8	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	V _{SS}	Negative Power Supply (Input).
10	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V _{RS1} .
16	Est	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause Est to return to a logic low.
17	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V _{RS1} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V _{RS1} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time constant; its state is a function of Est and the voltage on St.
18	V _{DD}	Positive power supply (Input).



EXPLANATION OF EVENTS

- A) TONE BURSTS DETECTED. TONE DURATION INVALID, OUTPUTS NOT UPDATED.
- B) TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS.
- C) END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.
- D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.
- E) TONE #n+1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).
- F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n+1, TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.
- G) END OF TONE #n+1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

- V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
- EST EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
- St/G STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
- Q_i, Q₄ 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
- StD DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
- TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_i, Q₄ TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.
- t_{REC} MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECTED AS VALID.
- t_{DD} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION.
- t_{OD} MINIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
- t_{OP} MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
- t_{OA} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
- t_{GP} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
- t_{GA} GUARD TIME, TONE PRESENT.
- t_{SD} GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 3- Timing Diagram

Functional Description

The MT8870C/MT8870C-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 4). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone

simulation by extraneous signals such as voice while providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (ES_t) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause ES_t to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by ES_t. A logic high on ES_t causes v_c (see Figure 5) to rise as the capacitor discharges. Provided signal condition is maintained (ES_t remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TS}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives v_c to V_{DD} . GT continues to drive high as long as ES_t remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate

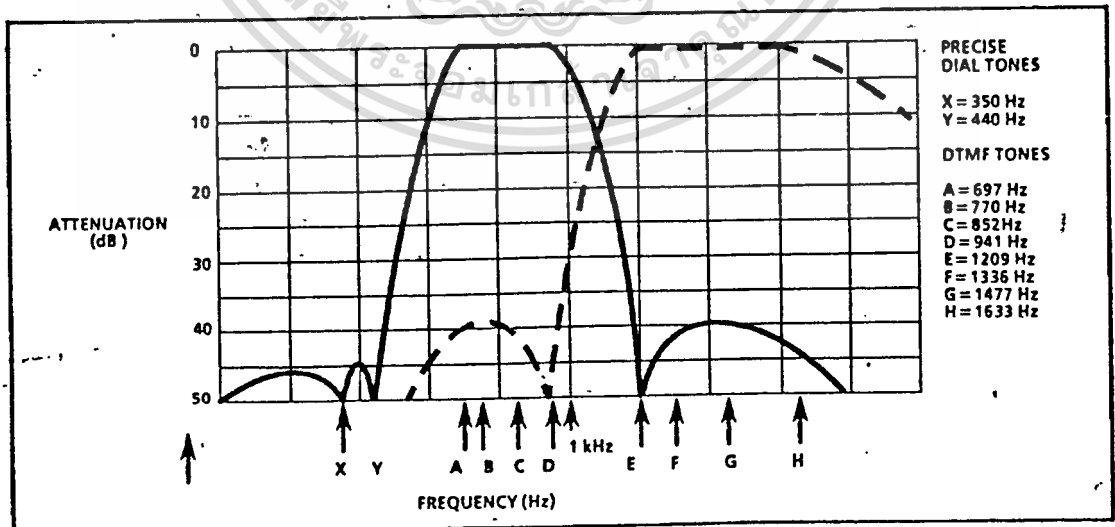


Figure 4- Filter Response

Digit	TOE	INH	EST	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
ANY	L	X	-	Z	Z	Z	Z
1	H	L	H	0	0	0	1
2	H	L	H	0	0	1	0
3	H	L	H	0	0	1	1
4	H	L	H	0	1	0	0
5	H	L	H	0	1	0	1
6	H	L	H	0	1	1	0
7	H	L	H	0	1	1	1
8	H	L	H	1	0	0	0
9	H	L	H	1	0	0	1
0	H	L	H	1	0	1	0
*	H	L	H	1	0	1	1
#	H	L	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
1	H	H	H	0	0	0	1
2	H	H	H	0	0	1	0
3	H	H	H	0	0	1	1
4	H	H	H	0	1	0	0
5	H	H	H	0	1	0	1
6	H	H	H	0	1	1	0
7	H	H	H	0	1	1	1
8	H	H	H	1	0	0	0
9	H	H	H	1	0	0	1
0	H	H	H	1	0	1	0
*	H	H	H	1	0	1	1
#	H	H	H	1	1	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE

Table 1 - Functional Decode Table

The interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

Guard Time Adjustment

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering

circuit shown in Figure 5 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 3) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 μ F is recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DP} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 6.

Power-down and Inhibit Mode

A logic high applied to pin 6 (PWDN) will power down the device to minimize the power consumption in a standby mode. It stops the oscillator and the functions of the filters.

Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A,B,C and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870C/MT8870C-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{REF}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 2 with the op-amp connected for unity gain and V_{REF} biasing the input at $\frac{1}{2}V_{DD}$. Figure 7 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5 .



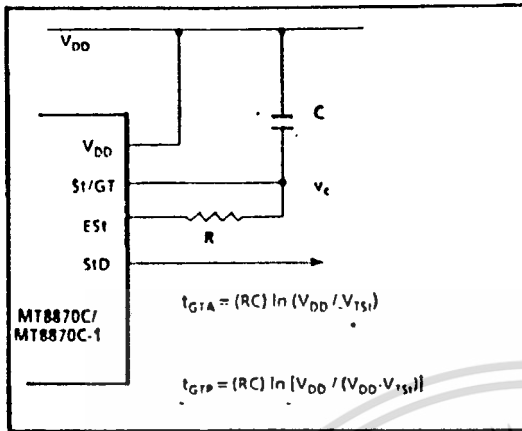


Figure 5- Basic Steering Circuit

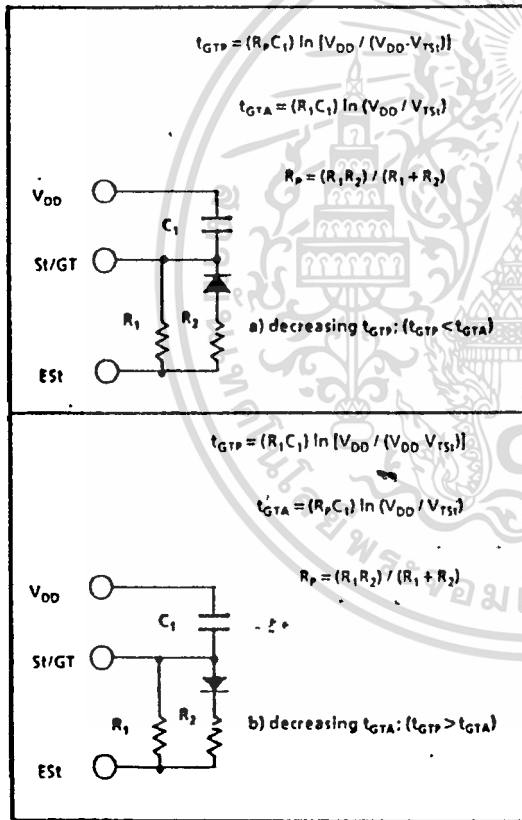


Figure 6- Guard Time Adjustment Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 2 (Single Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870C/MT8870C-1 devices

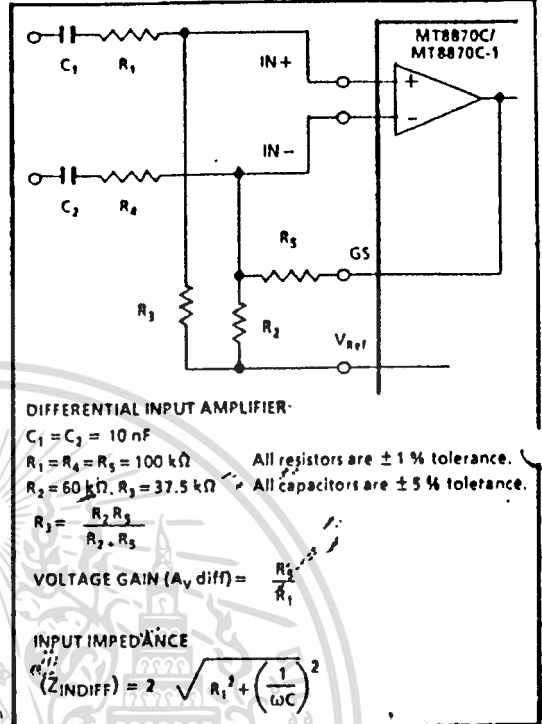


Figure 7- Differential Input Configuration employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 8 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, ie; precision balancing capacitors are not required.

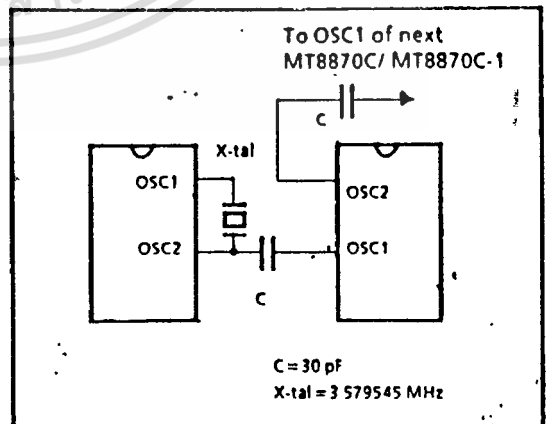


Figure 8- Oscillator Connection