



ปีการศึกษา 2532

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ย่อยสาขาอัตโนมัติ

ELECTRONIC PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นายประจิด จิตวีรภัทร 29.1112

นายปรกฤษณ์ วัชระรังษี 29.1114

นายพงษ์สันต์ สวัสดิ์พาณิชย์ 29.1136

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.สุชิน จาจัด



ปริญญาโทปีการศึกษา 2532

ภาควิชา โทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์ย่อยสาขาอัตโนมัติ

ELECTRONIC PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

ผู้จัดทำ 1. นายประจิด จิตวีรภัทร 29.1112

2. นายปรกฤษณ์ วัชระรังษี 29.1114

3. นายพงษ์สันต์ สวัสดิ์พาณิชย์ 29.1136



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. สุชิน จาจด)

ELECTRONIC PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

Prajit Jitveerapat

Porakrit Watchararangsi

Phongsan Sawatpanit

Asst.Prof.Suchin Jumjod Advisor

ABSTRACT

This thesis presents the structure of a PABX ,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 devices 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.

เครื่องขุ่มสายโทรศัพทสาขาคัดโนมัต

ผู้จัดทำ

นายประจัต จิตวีรภัทร 29.1112

นายปรกฤษณ์ วัชระรังษี 29.1114

นายพงษ์สันต์ สวัสดิ์พาณิชย์ 29.1136

ผศ.สุชิน จาจาด อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2532

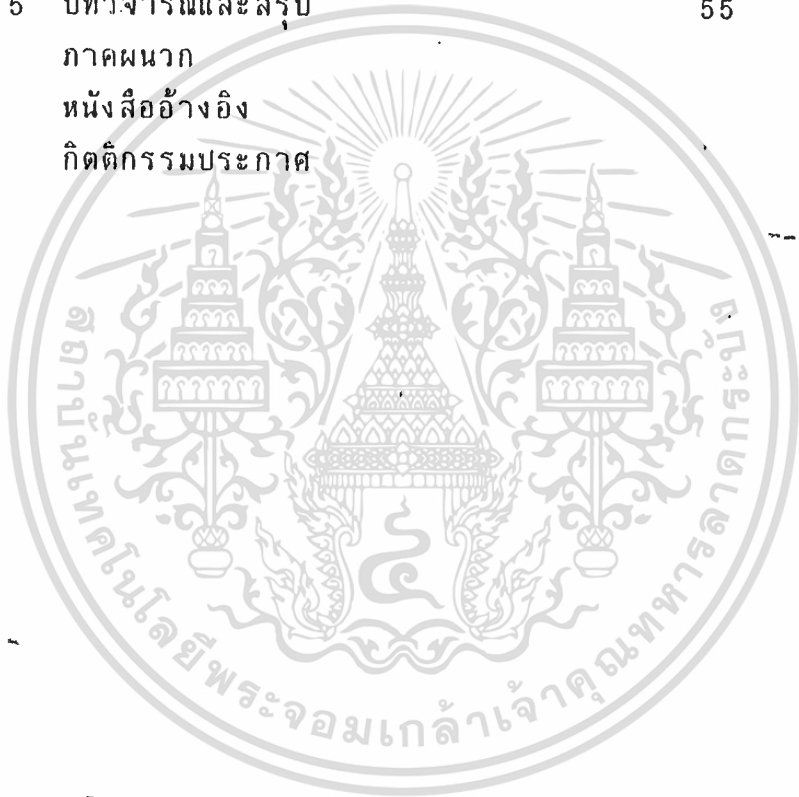
บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอโครงสร้างของเครื่องขุ่มสายโทรศัพทสาขาคัดโนมัตซึ่งมีคุณสมบัติ ที่ผู้เรียกสามารถติดต่อเข้าถึงคู่สายภายในได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านโอเปอเรเตอร์ ทำให้ทุ่เวลา มีความประหยัด เป็นส่วนตั้มากกว่า แล้วใช้งานได้สะดวกกว่า เครื่องขุ่มสายสาขาคัดโนมัตที่นำเสนอนี้ จะช่วยให้ผู้ที่ต้องการศึกษาถึงโครงสร้างและหลักการของเครื่องขุ่มสายคัดโนมัต เข้าใจได้ดี มีความยุ่งยากน้อยกว่าและลดต้นทุนในการผลิตเพราะอุปกรณ์ทุ่ชิ้นที่ใช้งานได้ในประเทศ

แต่อย่างไรก็ดี งานนี้ยังมีปัญหาเมื่อส่วนประกอบต่างๆมาทดลองประกอบจริง โมโครโพรเซสเซอร์ไม่สามารถควบคุมได้ตามที่คาดหวัง และเนื่องจากเวลาในการทำงานชิ้นนี้จำกัดจึงทำให้ต้องค้างปัญหานี้ไว้เพียงเท่านั้น

สารบัญ

	เรื่อง	หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการ	2
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	10
บทที่ 4	ผลการทดลอง	51
บทที่ 5	บทวิจารณ์และสรุป	55
	ภาคผนวก	
	หนังสืออ้างอิง	
	กิตติกรรมประกาศ	



บทที่ 1

บทนำ

การติดต่อสื่อสารมีความจำเป็นอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบัน โดยเฉพาะการติดต่อในระบบธุรกิจซึ่งสามารถนำไปสู่การพัฒนาที่ดีได้ จะเห็นได้ว่าการติดต่อทางโทรศัพท์นั้นได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะว่าสามารถทำงานได้รวดเร็ว มีความสะดวกสบาย สามารถใช้ในระยะเวลาต่างๆได้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการประชุมสายโทรศัพท์ควบคู่ไปด้วย เครื่องชุมสายรุ่นก่อนอาจมีความไม่สะดวกบางอย่าง เช่น ต้องมีโอเปอร์เรเตอร์อยู่ประจำเครื่องชุมสายตลอดเวลาทำให้เสียเวลาโดยไม่จำเป็นกับโอเปอร์เรเตอร์ ในการซักถามและติดต่อหมายเลขที่ต้องการรวมทั้งไม่มีความเป็นส่วนตัวขณะพูดสาย

จากที่กล่าวมาข้างต้นปัญหานี้นี้จึงขอเสนอ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติขึ้นมาเพื่อการแก้ไขปัญหามาอย่างข้างต้น และให้มีราคาที่ถูกกว่าขนาดของเครื่องกระทัดรัดกว่า ทั้งนี้เพราะได้นำเอาระบบไมโครโพรเซสเซอร์เข้ามาช่วยในการควบคุมการทำงานและยังคงคุณสมบัติบางประการข้างต้นของเครื่องชุมสายอัตโนมัติที่มีขายตามท้องตลาดไว้ เหมาะสำหรับใช้ในสำนักงานที่มีความต้องการเพิ่มจำนวนคู่สายในบริเวณนั้นๆ

เนื้อเรื่องในปัญหานี้นี้ แยกออกเป็นหัวข้อไว้เป็นบทๆ ดังนี้คือ

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีเบื้องต้นประกอบด้วยความเข้าใจเรื่อง เครื่องชุมสายสาขาอัตโนมัติ แล้วกล่าวถึงคุณสมบัติของ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่ได้พัฒนาขึ้น และเพื่อเข้าใจถึง เครื่องชุมสายโทรศัพท์ได้ง่าย จึงได้อธิบายหลักการทำงานของ เครื่องชุมสายนี้ไว้

บทที่ 3 กล่าวถึงโครงสร้างของ เครื่องชุมสายโดยเน้นทางด้าน ฮาร์ดแวร์โดยแบ่งออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย กล่าวถึง ส่วนของโปรแกรมควบคุมระบบการทำงานของ เครื่องชุมสายโดยอธิบายในแต่ละขั้นตอนการทำงานพร้อมทั้งแสดง ฟิลล์ชาร์ต

บทที่ 4 กล่าวถึงผลการทดลองการใช้งานของ เครื่องและผลการทดลอง

บทที่ 5 กล่าวถึงบทสรุปและข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีต่างๆ

2.1 ชุมสายโทรศัพท์ชนิดต่างๆ

ชุมสายโทรศัพท์ที่สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ ชุมสายที่มีผู้เข้าต่อเข้าโดยตรง และชุมสายที่ไม่มีผู้เข้าต่อเข้า

2.1.1 ชุมสายที่มีผู้เข้าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ตู้สาขาและชุมสายท้องถิ่น

- ตู้สาขา (Private Branch Exchange) : PBX และ PABX ถูกนำมาใช้ในสำนักงาน ฯลฯ เพื่อใช้ต่อกันภายในได้โดยไม่ต้องผ่านเครื่องชุมสาย ซึ่งจะมีการบริการพิเศษแก่เบอร์ภายใน (Extensions) หลายอย่างแล้วแต่ยี่ห้อของตู้สาขา เช่น calls-back , abbreviated dialling และ conference calls เป็นต้น นอกจากนี้เบอร์ภายในยังสามารถต่อออกไปยังชุมสายท้องถิ่น เพื่อเรียกไปยังเบอร์ภายนอกได้ด้วย ตู้สาขามีขนาดตั้งแต่จำนวน 2-3 เอ็กเชนจ์ จนถึงจำนวนหลายพันเอ็กเชนจ์

- ชุมสายท้องถิ่น (Local Exchange) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ Large urban exchanges และ Rural exchanges ลาจเออเป็นเอ็กเชนจ์ หมายถึง ชุมสายท้องถิ่นซึ่งเป็น สวิตซ์ซิง เซ็นเตอร์ (Switching centre) สำหรับแพร่พิศจากผู้เข้าภายในพื้นที่ของตัวเอง ชุมสายแบบนี้มีขนาดตั้งแต่ร้อยละหมลขหมายจนถึงจำนวนไม่มีจำกัด ความจำกัดจำนวนนั้นขึ้นอยู่กับราคาค่าสายของผู้เข้ามายังชุมสาย ชุมสายแบบนี้มักจะใช้ในเมืองและชุมชนใหญ่ๆ ส่วน รูแรนเอ็กเชนจ์คือชุมสายที่มีขนาดเล็ก ขนาดตั้งแต่สิบลขหมายเลขจนถึงจำนวนพันขหมายเลข มักจะใช้ในชุมชนขนาดเล็ก เนื่องจากรูแรนเอ็กเชนจ์มีขนาดเล็กและแพร่พิศไปยัง เซ็นทรอล เอ็กเชนจ์ (Central exchange) หรือ ลาจเออเป็นเอ็กเชนจ์สูง หน้าที่ทางสวิตซ์ซิง บางอย่างของรูแรน เอ็กเชนจ์ จะเป็นหน้าที่ของ เซ็นทรอลเอ็กเชนจ์ การที่นำเอาหน้าที่ของ รูแรนเอ็กเชนจ์ มารวมไว้ที่ เซ็นทรอลเอ็กเชนจ์ นั้นเป็นการประหยัดเงินและเน็ตเวิร์ค (network)

2.1.2 ชุมสายต่อผ่าน (Transit Exchange)

ชุมสายต่อผ่านเป็นชุมสายที่รับแพร่พิศระหว่างชุมสายกับชุมสาย และไม่มีผู้เข้าต่อตรงเข้ามายังชุมสาย การทำงานของเครื่องชุมสายต่อผ่านนี้จะต้องทำงานอย่างรวดเร็วเพราะการที่ผู้เรียกเรียกไปยังผู้ถูกเรียกนั้น อาจจะต้องผ่านชุมสายต่อผ่านจำนวนหลายชุมสายก็ได้ชุมสายต่อผ่านยังแบ่งเป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange) และ ชุมสายต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

2.2 ระบบสวิตช์ (Switching System) ชนิดต่างๆ

2.2.1 ระบบสวิตช์ด้วยมือ (Manual Switching System)

งานกรณีของการสวิตช์ทำงานด้วยมือ การต่อสายสื่อสารในแผงสวิตช์ กระทำกันด้วยมือโดยพนักงานโทรศัพท์ (Operator) มีแผงสวิตช์แมกนีโต (Magneto Switchboard) และแผงสวิตช์แบตเตอรี่ร่วม (Common Battery Switchboard) แผงสวิตช์แมกนีโตใช้สำหรับต่อวงจรของผู้เข้าที่สิ้นสุดที่แต่ละเครื่องโทรศัพท์ภายในอาคารของผู้เข้าพร้อมทั้งมีเซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) สำหรับเสียงและเครื่องกำเนิดเสียงกระดิ่งแม่เหล็กด้วย แผงสวิตช์แม่เหล็กร่วมได้มาจากการปรับปรุงแผงสวิตช์แมกนีโตเพื่อความสะดวกในการทำงาน และการบำรุงรักษา ระบบนี้ใช้แบตเตอรี่สะสม (Storage Battery) ติดตั้งที่ชุมสายกลางสำหรับเสียง (Speech) และการสื่อสารแผงสวิตช์แบตเตอรี่ ใช้สำหรับต่อวงจรของผู้เข้าและใช้เป็นแผงสวิตช์ทางไกล (Toll Switchboard) และวิธีสอบถามหมายและโทรศัพท์ด้วย

โทรศัพท์แบบใช้พนักงานต่อ แบ่งแยกออกไปตามแหล่งกำเนิดของพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับปากพูด (Transmitter) มีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ ระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง (Local Battery System) และระบบแบตเตอรี่ร่วม (Common Battery System)

โทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง แหล่งกำเนิดของพลังงานไฟฟ้าสำหรับปากพูด และเครื่องกำเนิดสัญญาณเรียกจะรวมกันอยู่ในเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่อง คำว่า ประจำเครื่อง (Local) หมายความว่าแหล่งกำเนิดของพลังงานไฟฟ้าสำหรับปากพูดและสัญญาณเรียกเป็นส่วนหนึ่งของโทรศัพท์แต่ละเครื่อง แบตเตอรี่ประจำเครื่องจะจ่ายกระแสสำหรับวงจรปากพูดส่วนมือหมุนเครื่องทำไฟ (Hand Genertor) หรือ แมกนีโต จะจ่ายกระแสสำหรับสัญญาณ

2.2.2 ระบบสวิตช์อัตโนมัติ (Automatic Switching System)

แผงสวิตช์อัตโนมัติแบบขั้นต่อขั้น (Step By Step Automatic Switch) ระบบนี้จะทำงานตามกระแสพัลส์ของหน้าบัทม์ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นจากการหมุนเลขหน้าบัทม์เครื่องโทรศัพท์ของผู้เข้าสมมติว่าผู้เข้าที่เป็นผู้เรียกหมุนหมายเลข 3054 ซึ่งเป็นเลขหมายของผู้ที่ถูกเรียกโดยผู้เข้าที่เป็นผู้เรียกจะหมุนหมายเลข 3 เป็นหมายเลขแรกก่อน สวิตช์เลือกตัวแรกก็จะเลื่อนไปตามตำแหน่งที่ 3 ซึ่งจะเลื่อนไปโดยกระแสพัลส์จากการหมุนนั่นเอง จากนั้นก็หมุนหมายเลขของผู้ที่ถูกเรียกหมายเลขต่อไปซึ่งก็คือ 0-5-4 สวิตช์เลือกตัวที่ 2 ถึง 4 ก็ จะเลื่อนไปตามตำแหน่งที่กำหนดจากการหมุน จะเห็นได้ว่าจำนวนเลขหมายของผู้เข้านั้น จะกำหนด

จากจำนวนของสวิตช์ทั้งหมด เช่น สวิตช์เลือกตัวที่ 1 มี 10 จุด, ตัวที่ 2 มี 10 จุด, ตัวที่ 3 มี 10 จุด, และตัวที่ 4 มี 10 จุด เราสามารถกำหนดจำนวนหมายเลขได้ $10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10000$ หมายเลข ต่อจากนั้นได้พัฒนาทำให้มี เพรมที่ต่อออกที่เครื่องต่อ (คอนเนคเตอร์) โดยการทางานจะยังคงใช้กระแสพัลส์จากการหมุนหน้าปัทม์ของผู้เข้าที่ต้องการเรียกเช่นเดิม เพียงแต่ว่าจำนวนของเส้นของสวิตช์เลือกนั้นเพิ่มได้มาก

จากการทางานทั้งหมดเราสามารถสรุปได้ว่าเครื่องเลือก (ซีเลคเตอร์) จะจับเลขที่ละตัวด้วยพัลส์ของหน้าปัทม์และต่อสายที่ละสาย เราเรียกวิธีนี้ว่า วิธีการขั้นต่อขั้น (สเต็ป บาย สเต็ป)

2.2.3 ระบบสวิตซ์ซึ่งแบบควบคุมร่วม

ในระบบนี้ ส่วนที่ประกอบเป็นแขนแนล และส่วนควบคุมแขนแนลแยกจากกันแต่ส่วนควบคุมแชนแนลใช้ร่วมกัน เมื่อผู้พูดยกโทรศัพท์ วงจรควบคุมจะได้รับสัญญาณการทางานของอุปกรณ์วงจรของผู้เข้า ซึ่งติดตั้งที่ขุมสายเฉพาะสายของผู้เข้าทุกสายและทำให้ทราบหมายเลขของผู้เรียก นั่นคือผู้เรียกจะถูกต่อไปยังรีจิสเตอร์แล้วรีจิสเตอร์จะส่งสัญญาณทั้งหมด (Dial Tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อบอกให้ทราบว่า เขาอาจจะหมุนเลขบนหน้าปัทม์ (หรือกดปุ่ม) ได้แล้วเมื่อรีจิสเตอร์ได้รับสัญญาณควบคุม เช่นสัญญาณหน้าปัทม์ Dial Signal จากผู้เรียกเรียบร้อยแล้ว วงจรควบคุมจะค้นหาตำแหน่งของผู้ถูกเรียก ถ้าสายว่างก็จะต่อผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกทันที ในขบวนการนี้หน่วยควบคุมเข้าไปเกี่ยวข้องเมื่อต้องการเท่านั้นและการพูดโทรศัพท์จะอยู่ในระบบแขนแนลอย่างเดียวกับในระบบควบคุมร่วมนี้ มีระบบครอสบาร์สวิตซ์ซึ่งและระบบอิเล็กทรอนิกส์สวิตซ์ซึ่งเกี่ยวข้องอยู่ด้วย ระบบแรกใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน ส่วนระบบหลัง เป็นระบบใหม่กำลังได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว

การใช้งานและความสามารถในการทางานของสวิตซ์ชนิดครอสบาร์

1). การใช้งาน (Applicability)

สวิตซ์ครอสบาร์ เป็นสวิตซ์ท้องถิ่นชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับติดต่อระหว่างผู้เข้าโทรศัพท์โดยตรง นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นสวิตซ์เรียวหรือสวิตซ์แทนเดมออกและเข้าท้องถิ่นและทางไกล

2). ความสามารถในการทางาน (Capacity)

ความสามารถในการทางานของสวิตซ์กำหนดโดยปลายสายและความสามารถในการควบคุมการติดต่อหรือแทรฟฟิค (Traffic) ในกรณีของสวิตซ์ระบบควบคุมร่วม ความสามารถในการควบคุมแทรฟฟิค ขึ้นอยู่กับเวลารอของผู้กรณีสวมและองค์ประกอบอื่นๆ สำหรับสวิตซ์ครอสบาร์ชนิด ซี 400 ความสามารถต่อ

เฟรม เท่ากับ 86 Erlangs เนื่องด้วยจำนวนสูงสุดของเฟรมในหนึ่งหน่วยสวิตช์ เท่ากับ 32 ดังนั้นความสามารถในการรับแตรฟฟิก (Traffic Capacity) ต่อ หน่วยสวิตช์ เท่ากับ 2752 Erlangs

2.2.4 ซุ่มสายโทรศัพท์ระบบดีจิตอล (SPC:Store Program Control)

เมื่อทุกอย่างเป็นดีจิตอลหมด ระบบโครงข่ายข่าวสารจะสมบูรณ์ ดังนั้นระบบโทรศัพท์จึงหันเข้าสู่ยุคดีจิตอลเต็มตัว เพื่อให้ตอบสนองระบบโครงข่ายส่งข่าวสารได้ โดยชุมสายโทรศัพท์ที่มีการนำเอาเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ เรียกเป็นลักษณะพิเศษว่าระบบ SPC ซึ่งมีการทำงานของระบบคูปเหล็กเข้ามาใช้ตั้งแต่จาเป็นในส่วนควบคุมกลาง (Central Control) และส่วนความจำ (File Memory) เท่านั้น หรือนำมาใช้ทั้งระบบเลยก็ได้

จากที่กล่าวมา เป็นความก้าวหน้าของระบบชุมสายโทรศัพท์แบบดีจิตอล ที่เป็นหนึ่งของโครงข่ายพื้นฐานของระบบโครงข่ายข่าวสาร (INS) ที่สมบูรณ์ในขนาดอันใหญ่

2.3 ระบบโทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบัน

นี้มีอยู่ 2 ระบบคือ

2.2.1 โทรศัพท์แบบพัลส์ เป็นระบบโทรศัพท์ที่ส่งสัญญาณหมายเลขเป็นพัลส์ โดยที่จำนวนพัลส์จะ เท่ากับจำนวนหมายเลขที่หมุนหรือกด เช่น ถ้าหมุนหมายเลข 5 ก็จะมีพัลส์ออกมา 5 ลูก เป็นต้น ซึ่งโทรศัพท์แบบนี้กำลังจะเลิกใช้แล้ว

2.2.2 โทรศัพท์แบบความถี่ เป็นโทรศัพท์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันโทรศัพท์แบบนี้ จะส่งความถี่ 2 ความถี่ไปพร้อมกันเพื่อแทนหมายเลขหนึ่งหมายเลขซึ่งมีตารางความถี่ตามหมายเลขดังตารางที่ 1

ความถี่สูง ความถี่ต่ำ	Column 1 1209 Hz	Column 2 1336 Hz	Column 3 1477 Hz	Column 4 1633 Hz
Row1 679 Hz	1	2	3	A
Row2 770 Hz	4	5	6	B
Row3 852Hz	7	8	9	C
Row4 941 Hz	*	0	#	D

ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งกลุ่มความถี่เรียงตามคีย์ของโทรศัพท์

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

2.4 เครื่องชุมสายสาขาอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange)

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ คือ เครื่องมือที่ใช้ขยายคู่สายโทรศัพท์ให้มากขึ้นในลักษณะการทำงานที่ทางด้านผู้ใช้จะเป็นฝ่ายควบคุมเอง เป็นส่วนใหญ่มักทำให้อำนวยความสะดวกในการสื่อสารที่ดียิ่งขึ้นระหว่างบุคคลในโรงงาน หรือบริษัท เป็นต้น ดังนั้นถ้าเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติมีความสามารถสูงเท่าใด ก็จะอำนวยความสะดวกและความคล่องตัวในการติดต่อสื่อสารมากขึ้นเท่านั้น

งานเครื่องชุมสายโดยปกติ จะทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อโทรศัพท์สายนอกและสายในเข้าด้วยกันโดยมีโอเปอเรเตอร์ทำหน้าที่ควบคุมอยู่และจำลองการทำงานที่คล้ายกับขององค์การโทรศัพท์ แต่ในเครื่องชุมสายที่เสนอขึ้นมาได้ทำการลดราคาต้นทุนการผลิตให้ถูกลง และสามารถทำได้ในประเทศ

คุณสมบัติของเครื่องชุมสายสาขาอัตโนมัติที่เสนอในบริภูณานิพนธ์

1. สามารถขยายคู่สายโทรศัพท์ของหมายเลขโทรศัพท์ธรรมดาจาก 2 คู่สาย (2 เลขหมาย) เป็น 8 คู่สาย (8 เลขหมาย) ให้ผู้ใช้ได้ 8 สาย
2. ผู้ใช้โทรศัพท์ภายนอกสามารถโทรเข้ามาถึงเครื่องโทรศัพท์ภายในได้โดยไม่ต้องผ่านรีเซปเตอร์ โดยหมุนหมายเลขตัวที่ 8 หลังจากติดต่อได้แล้ว (หมุนไป 7 หมายเลข) ถ้ากรณีหมุนผิดหรือไม่ได้หมุนหมายเลขที่ 8 เครื่องก็จะทำการต่อเข้าสายใดสายหนึ่งที่ว่างอยู่โดยอัตโนมัติ
3. เครื่องภายในสามารถหมุนติดต่อกันกันได้โดยหมุนหมายเลขภายในตั้งแต่หมายเลข 71 ถึง 78
4. เครื่องลูกสามารถเรียกออกข้างนอกได้โดยการหมุน หรือกดหมายเลข 0
5. สามารถใช้ได้กับโทรศัพท์ทั้งแบบกดปุ่มและแบบหมุน
6. ขณะที่สายในชุดกันจะมี โพรเวซี (Privacy) คือ เครื่องลูกอื่นที่ไม่ใช่คู่สนทนาจะดักฟังไม่ได้
7. สามารถจะ โอนสายนอกทำให้เครื่องลูกเครื่องใดเครื่องหนึ่งได้ตลอดเวลา
8. ในกรณีที่ปิดเครื่องชุมสายหรือ เกิดกรณีไฟดับเครื่องก็จะต่อสายนอกเข้าเครื่องภายในโดยตรงสอง เครื่องโดยอัตโนมัติ
9. เครื่องโทรศัพท์ภายในสามารถติดต่อกันได้พร้อมกัน 4 เครื่องในเวลาเดียวกัน

2.5 ลักษณะต่างๆภายในระบบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ลักษณะสัญญาณต่างๆภายในเครื่องนี้เป็นดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน (Dial tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้งานทราบว่าเครื่องชุมสายโทรศัพท์พร้อมแล้วที่จะให้ผู้ใช้งานโทรศัพท์หมุนหรือกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วย มีลักษณะเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ ต่อเนื่องกันตลอด
2. สัญญาณเรียกกลับ (Ringback tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งแก่ผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากการหมุนหรือกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อแล้ว ว่าสามารถติดต่อคู่สายที่ต้องการได้ มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ ดังแล้วเงียบเป็นช่วงๆ กล่าวคือดังประมาณ 1 วินาที และเงียบประมาณ 2 วินาทีสลับกัน
3. สัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์

ศัพท์แจ้งแก่ผู้ใช้โทรศัพท์ หลังจากการหมุนหรือกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วย
ทราบว่าไม่สามารถติดต่อคู่สายนั้นได้ มีลักษณะ เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 500
เฮิรตซ์ ดังและเงียบในช่วงเวลา 0.3วินาทีเท่าๆกัน

4. สัญญาณเรียก (Ringing tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสาย
โทรศัพท์ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายนอก เพื่อแจ้งให้ทราบว่า มีผู้อื่นต้องการติดต่อด้วย
มีลักษณะ เป็นสัญญาณความถี่ประมาณ (25) เฮิรตซ์ ขนาดประมาณ 100 V ติดต่อกันเป็น
ช่วงๆเหมือนและพร้อมกับสัญญาณเรียกกลับ

2.6 หลักการทำงาน

2.6.1 กรณีเรียกจากคู่สายภายใน

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ เครื่องพีเอบีเอ็กซ์ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนมาที่
เครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียก หลังจากนั้นผู้เรียกสามารถจะ เลือกติดต่อกับคู่สายอื่นๆได้
2 กรณีคือ

1. ผู้เรียกต้องการที่จะติดต่อกับคู่สายภายนอก ซึ่งมีคู่สายที่ใช้ติดต่อกับ
คู่สายภายนอกขององค์การโทรศัพท์อยู่ 2 คู่สาย เมื่อได้รับสัญญาณให้หมุนก็หมุนหรือ
กดหมายเลข 0 แล้วตามด้วยหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย.

2. ผู้เรียกต้องการที่จะติดต่อกับคู่สายภายในเครื่องอื่นๆ เมื่อได้ยินสัญญาณ
ให้หมุน ก็จะต้องกดหมายเลข 7 แล้วตามด้วยหมายเลขประจำ เครื่องภายในที่
ต้องการจะติดต่อด้วยซึ่งมีอยู่จำนวน 8 เลขหมาย เมื่อกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อ
ด้วยแล้วไม่ว่าจะเป็นในกรณีใด ถ้าไม่สามารถติดต่อได้เนื่องจากคู่สายไม่ว่าง
เครื่องก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง กลับมาให้ผู้เรียก แต่ถ้าสามารถติดต่อได้ก็จะส่งสัญญาณ
เรียกกลับ และส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้ถูกเรียกเมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ก็จะต่อคู่สาย
ให้สามารถพูดติดต่อกันได้

2.6.2 กรณีเรียกจากคู่สายภายนอก

เมื่อผู้เรียกหมุนหมายเลข 7 ตัวประจำเครื่อง ที่ติดตั้งเข้ากับเครื่อง
ชุมสายซึ่งจะมีอยู่ 2 เลขหมายที่ได้รับจากองค์การโทรศัพท์ ถ้าคู่สายนั้นไม่ว่างกำลัง
มีการใช้งานอยู่ ทางผู้เรียกก็จะได้รับสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) แต่เลข
หมายของคู่สายที่หมุนเข้ามาว่า เครื่องชุมสายย่อยก็จะต่อคู่สายเข้ากับชุม
สายขององค์การโทรศัพท์ พร้อมทั้งส่งสัญญาณ Dial Tone แจ้งให้ผู้เรียกกด หรือ
หมุนหมายเลขตัวที่ 8 ซึ่งเป็นเลขหมายของ เครื่องภายในที่ผู้เรียกต้องการที่จะติดต่อ
ด้วย เมื่อได้รับสัญญาณตัวที่ 8 เครื่องชุมสายย่อยก็จะไปทำการตรวจสอบว่า เครื่อง

อากาศยานที่ผู้เรียกต้องการที่จะติดต่อด่วนนั้นว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณเรียก ไปให้ผู้ถูกเรียก และส่งสัญญาณเรียกกลับกลับไปให้ผู้เรียก ถ้าไม่ว่างจะส่งสัญญาณไม่ว่างกลับไปให้ผู้เรียก พร้อมทั้งทำการติดต่อคู่สายเข้ากับเครื่องภายในเครื่องหนึ่งก่อน เพื่อที่จะสามารถทำการโอนสายไปที่หลัง เมื่อเครื่องนั้นว่างลงในกรณีของผู้เรียกไม่กดหรือหมุนหมายเลขตัวที่ 8 หรือกดหมายเลขที่ผิด ไปจากที่ได้กำหนดให้กับเครื่องชุมสายนี้ เครื่องชุมสายก็จะทำการติดต่อเข้ากับเครื่องภายในเครื่องใดเครื่องหนึ่งโดยอัตโนมัติ โดยจะทำการตรวจสอบสภาวะว่างของเครื่องภายในที่ละเครื่องตามลำดับ



บทที่ 3

โครงสร้างและหลักการ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่นำเสนอในบริษัทยานิพนธ์นี้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้คือ

- ส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hard ware) จะเป็นส่วนวงจรทั้งหมดของตัวเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

- ส่วนทางด้านซอฟต์แวร์ (Soft ware) จะเน้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติให้สามารถทำงานได้ตรงตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ข้างต้น

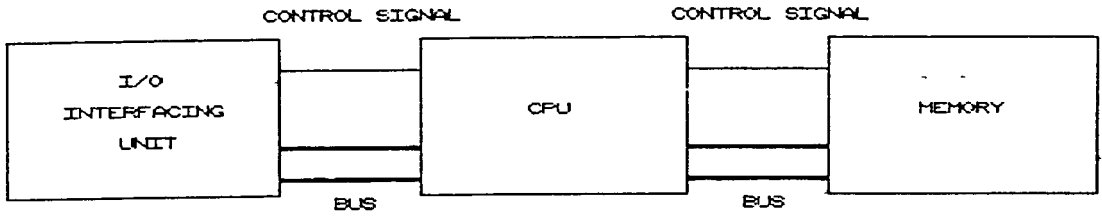
โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์

เราสามารถแบ่งส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์ ออกเป็นส่วนๆ เพื่อป้องกันการสับสนดังนี้คือ

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

3.1 โครงสร้างระบบไมโครโปรเซสเซอร์

ในปัจจุบันเทคโนโลยีของการผลิตวงจรรวมขนาดใหญ่ (Large Scale Integration) ทำให้ภายในชิพ (CHIP) เดียวสามารถจะบรรจุวงจรรย่อยๆ ของคอมพิวเตอร์ คือ หน่วยควบคุม (CONTROL UNIT) หรือหน่วยคำนวณ (Arithmetics and Logic Unit) , หน่วยความจำ (MEMORY) บางส่วนและวงจรควบคุมการส่งและรับสัญญาณภายนอกบางส่วน เข้าไว้ในชิพเพียงชิพเดียว ซึ่งโครงสร้างของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 3.1.



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ โดย CPU: เป็นหน่วยประมวลผลกลาง ทำหน้าที่คำนวณทาง

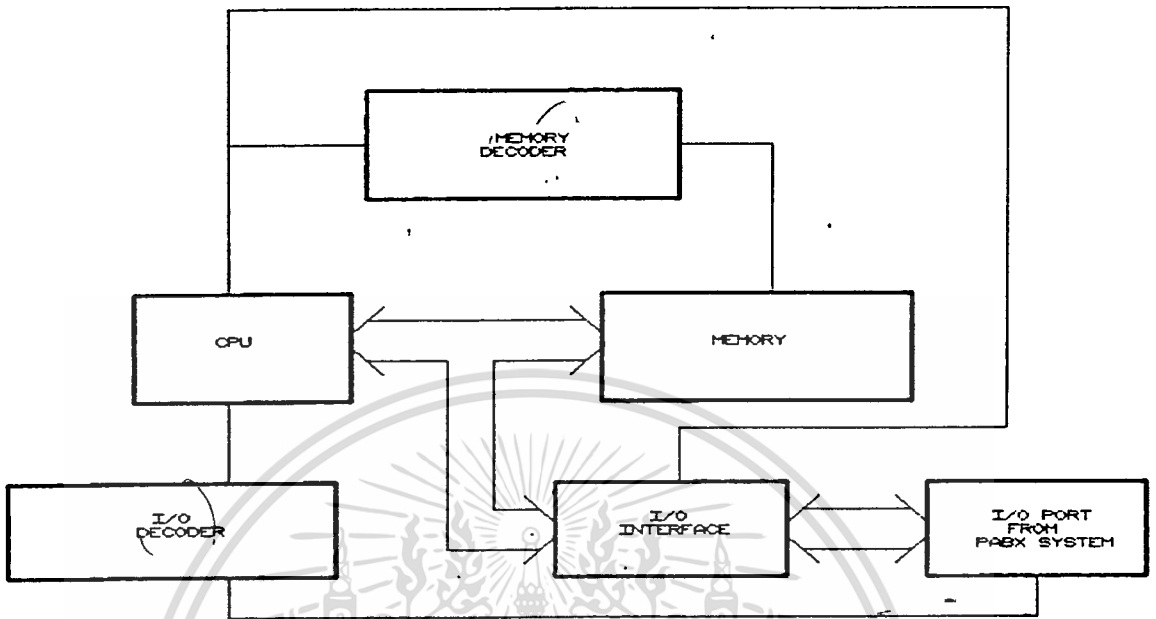
คณิตศาสตร์และแยกประเภทข้อมูล

MEMORY: เป็นที่เก็บโปรแกรมหลัก

I/O INTERFACING UNIT: ตัวรับส่งข้อมูลจากภายนอกในการเลือกใช้ไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องคำนึงถึง จำนวนคำสั่งความยากง่ายของการเขียนโปรแกรม ความเร็วในการทำงานในที่นี้ใช้ Z-80 เป็นซีพียู แต่ไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องอาศัยวงจรอื่นๆประกอบด้วย เพื่อให้ทำงานได้คือ วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock) วงจรถอดรหัส (Decoder) เพื่อให้ซีพียู ทำงานและควบคุมหน่วยอื่นได้

การออกแบบระบบไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อควบคุมการทำงานของ เครื่องขุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

จากบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 3.2 จะเห็นว่า จะต้องประกอบด้วย Z-80 CPU ซึ่งจะต้องต่อหน่วยความจำเข้าไปอีก ทำให้ต้องมีส่วนถอดรหัสความจำ (Memory decoder) ซีพียูจะต้องมีการรับข้อมูลจากระบบขุมสายโทรศัพท์ นำมาคำนวณและตัดสินใจตามข้อกำหนดของโปรแกรม แล้วส่งข้อมูลออกไปควบคุมการทำงานของ เครื่องขุมสายโทรศัพท์ การติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างระบบทั้งสองต้องผ่านตัวเชื่อมกลางที่เรียกว่า Interface และเนื่องด้วยระบบขุมสายเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่มีจุดที่ซีพียู จะต้องส่งและรับข้อมูล (I/O Port) หลายจุด จึงจำเป็นต้องมีส่วนถอดรหัสการรับส่งข้อมูลเข้าออก (I/O Decoder) ด้วย



รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบไมโครโปรเซสเซอร์

3.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Z-80 CPU)

หน่วยประมวลผลกลางมีข้อมูลขนาด 8 บิต (D0-D7) และมี Address Bus ขนาด 16 บิต (A0-A15) มี Register หลักขนาด 8 บิตมี 8 ตัว คือ A,B,C,D,E,F,H,L และมี Register สำรองขนาด 8 บิต อีก 8 ตัวคือ A', B',C',D',E',F',H',L' และมี Register ใช้เฉพาะ ขนาด 8 บิต อีก 2 ตัว คือ X และ Y นอกจากนี้ยังมีขนาด 16 บิตอีกดังนี้ IX,IY, SP, PC

3.1.2 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำที่ใช้ในการออกแบบนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ หน่วยความจำแบบอ่านอย่างเดียว (Read Only Memory หรือ ROM) เราจะเขียนข้อมูลเข้าไปในหน่วยความจำชนิดนี้เพียงครั้งเดียว แต่ว่าข้อมูลนั้นจะอยู่ตลอดไป แม้ว่าจะไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม เวลาใช้งานซีพียูจะอ่านข้อมูลออกมาเพียงอย่างเดียวใช้เป็นที่เก็บโปรแกรมหลัก คือ โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องชุมสาย

1

โทรศัพท์ทั้งหมด ซีพียูจะอ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำนี้และปฏิบัติตามขั้นตอนของโปรแกรม จะเห็นได้ว่าเราสามารถตัดแปลง แก้ไขและพัฒนาขีดความสามารถของเครื่องซุ่มสายก็ได้ด้วยวิธีแก้ไขโปรแกรมส่วนนี้ หน่วยความจำชนิดนี้ใช้ไอซี เบอร์ EPROM 2732 ซึ่งมีความจุ 4 กิโลไบต์ และหน่วยความจำแบบแรนดอม (Random Access Memory หรือ RAM) เป็นหน่วยความจำชนิดที่เก็บข้อมูลได้และขณะเดียวกัน ซีพียู สามารถจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลในหน่วยความจำนี้ได้หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นหน่วยความจำที่ อ่านออกมาและเขียนเข้าไปได้ตลอดเวลาที่ยังมีไฟเลี้ยง ถ้าเราปิดเครื่องข้อมูลเหล่านั้นก็จะหายไป ในที่นี้ใช้ไอซีเบอร์ 6116 ซึ่งมีความจุ 2 กิโลไบต์ เมื่อนำเอาหน่วยความจำทั้งสองชนิดมาใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีการแยกตำแหน่งของหน่วยความจำทั้งสองชนิด ดังนี้คือ

- ตำแหน่ง 0000H-0FFFH เป็นตำแหน่งที่ ซีพียู ใช้ติดต่อกับ ROM
- ตำแหน่ง 2000H-27FFH เป็นตำแหน่งที่ ซีพียู ใช้ติดต่อกับ RAM

โดยการถอดรหัสหน่วยความจำทำได้โดยอาศัยลอจิกของ A13 ของ ซีพียูเป็นตัวกำหนด ถ้าลอจิกของ A13 เป็น 1 จะใช้หน่วยความจำชนิด ROM และถ้าลอจิกของ A13 มีค่าเป็น 0 จะใช้หน่วยความจำชนิด RAM

3.1.3 วงจรเชื่อมระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์และพีเอบีเอ็กซ์ (Input/Output Interface)

วงจรมีประกอบด้วยบัฟเฟอร์ 2 ทางต่อกับซีพียู เพื่อทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกเมื่อซีพียูต้องการส่งสัญญาณออกไปควบคุมเครื่องซุ่มสายโทรศัพท์จึงเรียกส่วนนี้ว่า จุดสัญญาณออก หรือ เอาท์พุทพอร์ท (Output Port) หรือรับข้อมูลเข้าเมื่อต้องการจะทราบสถานะต่างๆภายในของระบบซุ่มสายโทรศัพท์ โดยซีพียูเป็นตัวส่งสัญญาณควบคุมมายังวงจรมีเรียกส่วนนี้ว่า จุดสัญญาณเข้าหรืออินพุทพอร์ท (Input Port) และเมื่อไม่มีการติดต่อระหว่าง 2 ระบบนี้จะทำหน้าที่ตัดระบบทั้งสองนี้แยกออกจากกัน

3.1.4 วงจรถอดรหัสจุดสัญญาณเข้าออก (Input/Output Decoder)

เนื่องจากระบบไมโครโปรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาใช้ควบคุมเครื่องซุ่มสายโทรศัพท์นี้จะต้องใช้จุดสัญญาณออก 10 พอร์ทและจุดสัญญาณเข้า 12 พอร์ท ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวงจรมีเพื่อให้ซีพียูเลือกใช้จุดสัญญาณเข้าและออกพอร์ทใดบ้าง วงจรมีนี้คือวงจรถอดรหัสจุดสัญญาณเข้าออก (I/O Decoder) ใช้ไอซีเบอร์ 74LS154 ซึ่งเป็นตัวถอดรหัสจาก 4 อินพุทออก 16 เอาท์พุทต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมจากซีพียู ดังแสดงในรูปที่ 3.3

3.1.5 วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา

สัญญาณนาฬิกาเป็นสัญญาณที่สำคัญมากใช้ประกอบเข้ากับซีพียูเพื่อให้ซีพียูทำงานได้ วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาที่ออกแบบไว้เป็น Astable multivibrator มีความถี่ 2 เมกกะเฮิรต์ได้จากวงจรออสซิลเลเตอร์ที่มีคริสตอลเป็นตัวควบคุมความถี่ที่ออสซิลเลเตอร์มีความถี่ . 4 เมกกะเฮิรต์แล้วหารความถี่ให้ได้ 2 เมกกะเฮิรต์

3.2 การควบคุมเครื่องซุ่มสายสาขาอัตโนมัติด้วยระบบไมโครโพรเซสเซอร์

การควบคุมเครื่องซุ่มสายจะทำได้โดยอาศัยสัญญาณควบคุมที่ได้มาจากซีพียู โดยปกติแล้วสัญญาณต่างๆในระบบซุ่มสายโทรศัพท์ส่วนมากจะเป็นสัญญาณอนาลอกที่มีศักดาหลายๆแบบซึ่งจำเป็นต้องมีการออกแบบวงจรสร้างหรือแปลงสัญญาณเหล่านั้นเพื่อสามารถบ่อนำให้ซีพียูรับรู้ เมื่อซีพียูรับรู้ข้อมูลต่างๆเหล่านั้นก็จะนำมาพิจารณาตัดสินใจตามข้อกำหนดของโปรแกรมโดยพิจารณาร่วมกับสถานะเดิม ซึ่งเก็บเป็นข้อมูลไว้ใน RAM แล้วจากนั้นก็ส่งสัญญาณควบคุมออกทางจุดสัญญาณออก พร้อมกับเก็บข้อมูลของสถานะใหม่ไว้ใน RAM ด้วยเพื่อให้ซีพียูใช้ในการพิจารณาครั้งต่อไป

จากหลักการควบคุมของระบบไมโครโพรเซสเซอร์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่าจะต้องมีการกำหนดชื่อจุดสัญญาณเข้าและจุดสัญญาณออก โดยวงจรถอดรหัสจุดสัญญาณเข้าออก เพื่อให้ซีพียูสามารถเรียกใช้งานได้ในปริภูมิหน่วยที่กำหนดชื่อพอร์ทต่างๆเป็นเลขฐาน 16 ดังตารางที่ 3.1

หน่วยควบคุม	ชื่อจุดสัญญาณเข้า	ชื่อจุดสัญญาณออก
โทรศัพท์สายใน 1	80	88
โทรศัพท์สายใน 2	81	89
โทรศัพท์สายใน 3	82	8A
โทรศัพท์สายใน 4	83	8B
โทรศัพท์สายใน 5	84	8C
โทรศัพท์สายใน 6	85	8D
โทรศัพท์สายใน 7	86	8E
โทรศัพท์สายใน 8	87	8F
โทรศัพท์สายนอก 1	90, A0	B0
โทรศัพท์สายนอก 2	C0, D0	E0

ตารางที่ 2 แสดงชื่ออินพุทและ เอาท์พุทพอร์ทที่ใช้ในการควบคุม

3.2 ส่วนวงจรภาคอินพุต

วงจรกิจภาคอินพุต คือส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมระหว่างโทรศัพท์ภายในทั้ง 8 เครื่องกับ ซีพียู สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้คือ

3.2.1 ส่วนตรวจสอบสถานะของสายโทรศัพท์

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่คอยตรวจดูสถานะต่างๆของโทรศัพท์เพื่อแจ้งให้ซีพียูทราบตลอดเวลา เพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานได้อย่างถูกต้อง ในส่วนนี้จะมีประจำอยู่เครื่องละชุด ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้คือ

1 ตรวจสอบสถานะของหูโทรศัพท์ว่ายกหูหรือวางหูโดยมีการสร้างสัญญาณหูฟัง (Handset bit signal) เพื่อแจ้งให้ ซีพียู ทราบ

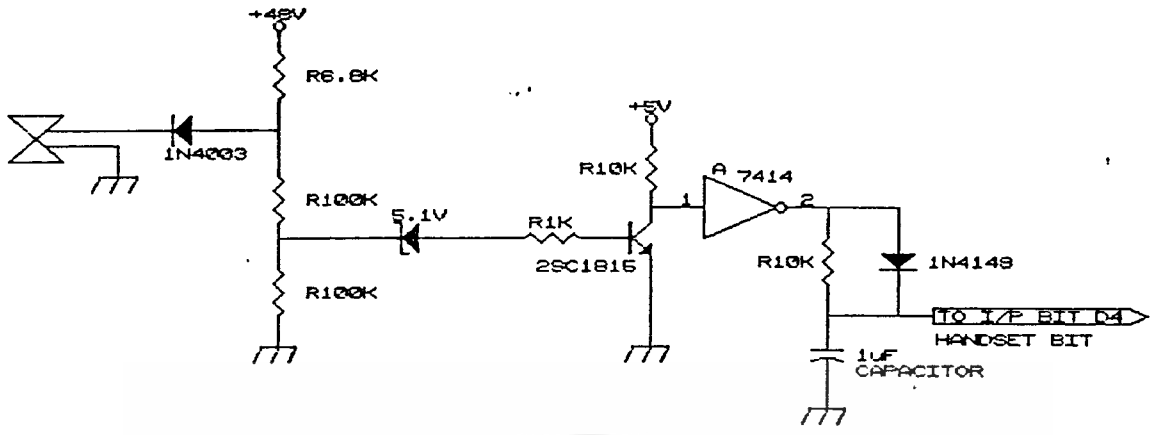
2 ตรวจสอบสถานะการหมุนโทรศัพท์ แจ้งให้ ซีพียู ทราบว่ามีการหมุนหน้าปัดโทรศัพท์อยู่ โดยการสร้างสัญญาณไดแอล (Dial bit signal) แจ้งให้ ซีพียู ทราบโดยมีวงจรดังต่อไปนี้

* วงจรสร้างสัญญาณหูฟัง (Handset bit signal)

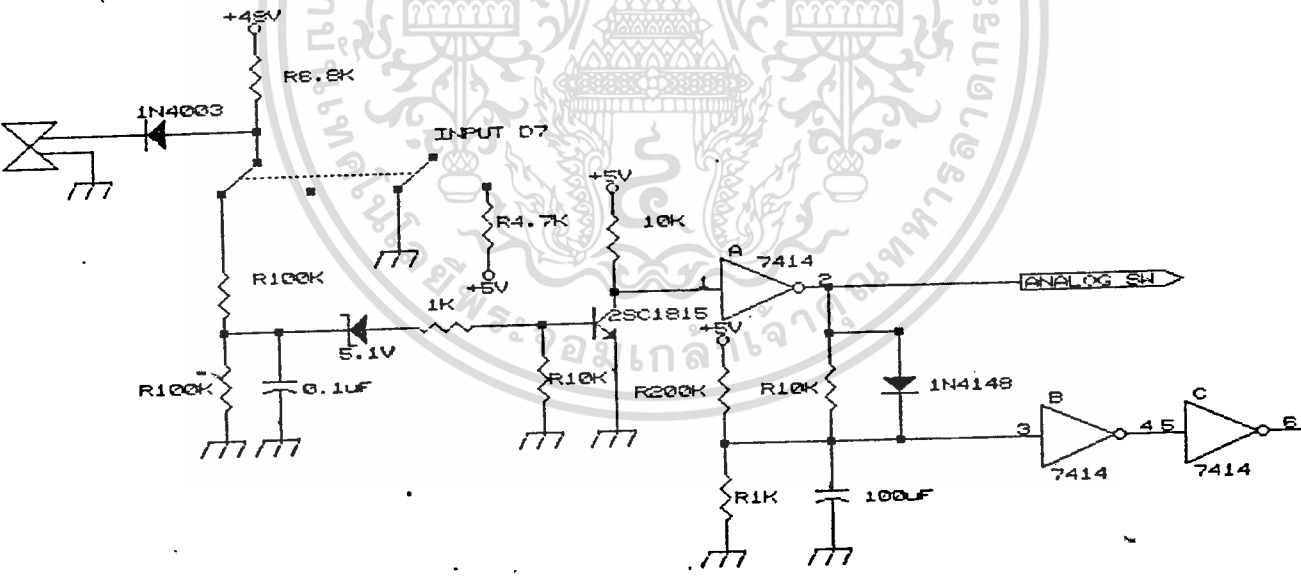
เมื่อทำการวางหูโทรศัพท์ที่ติดตั้งคร่อมคู่สายโทรศัพท์จะมีค่าเท่ากับ 48 โวลต์ เมื่อผ่านวงจรปรับขนาดดังวงจรรูปที่ 3.4 แล้วจะมีค่าตกคาประมาณ 5 โวลต์ ในทางตรงกันข้ามเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ที่ติดตั้งคร่อมคู่สายโทรศัพท์จะเหลือแค่ 6 โวลต์แต่พอผ่านวงจรปรับขนาดสัญญาณจะมีตกคาประมาณ 0 โวลต์ ผลก็คือเราสามารถให้ความแตกต่างของศักดาทั้งสองอย่างบอกสถานะการใช้งานของหูฟังนี้บอกสถานะการใช้งานโทรศัพท์เพื่อแจ้งให้ ซีพียู ทราบโดยป้อนเป็นบิต D4 ที่จุดสัญญาณเข้าหรืออินพุตพอร์ท นั่นคือเมื่อมีการวางหูโทรศัพท์ บิต D4 จะมีลอจิก 1 และในทางตรงกันข้ามเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ บิต D4 จะมีลอจิกเป็น 0 ดังนั้นเราจึงเรียกบิต D4ของอินพุตพอร์ทว่าเป็นบิตหูฟัง (Handset bit)

วงจรสร้างสัญญาณไดแอล (Dial bit signal)

จากรูปที่ 3.5 วงจรนี้เป็นตัวสร้างสัญญาณเพื่อแจ้งให้ ซีพียู ทราบว่าขณะนั้นมีการหมุนหน้าปัดโทรศัพท์อยู่ โดยป้อนเป็น บิต D6ให้แก่อินพุตพอร์ท โดยเมื่อมีการหมุนหน้าปัดโทรศัพท์บิต D6 จะมีลอจิกเป็น 1 ครอบคลุมพัลส์โทรศัพท์ที่ถูกส่งออกมาทั้งหมด และเมื่อพัลส์โทรศัพท์หมดไปแล้วสัญญาณไดแอลจะเป็นลอจิก 0 เราจึงเรียกบิต D6 นี้ว่า ไดแอลบิต (Dial bit)



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรสร้างสัญญาณหูฟัง



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรสร้างสัญญาณไดแอลบิท

FREQ LOW	FREQ HIGH	KEY	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1209	0	H	1	0	1	0
941	1336	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ส่วนของจุดสัญญาณเข้าหรืออินพุทพอร์ท (Input port)

ในส่วนของอินพุทพอร์ทนี้จะเป็นตัวบ่งเพอร์โดยจะนำข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับสถานะของเครื่องโทรศัพท์เช่น การวางหู การยกหู และการหมุนหน้าบัตรโทรศัพท์ที่ถูกป้อนเข้ากับบิตต่างๆของไอซี 74244 แจ้งให้ ซีพียู ทราบลักษณะของข้อมูลบิตต่างๆที่อินพุทพอร์ทมีดังนี้คือ

D0-D3 เป็นเอาท์พุทที่ได้จากวงจรมัลติเพล็กซ์ และ ไอซี MT 8870 ใช้เพื่อบอกเครื่องโทรศัพท์จุดหมายปลายทาง

D4 เป็นแฮนด์เซตบิต (Handset Bit) แสดงการยกหู และวางหู

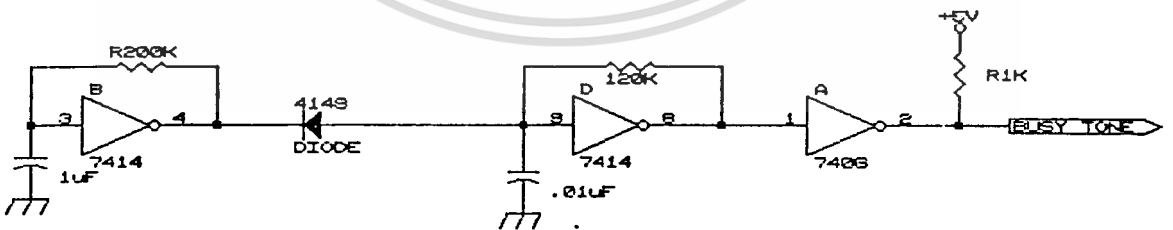
D5 เป็นบิตแสดงการใช้ไอซี MT 8870

D6 เป็นไดอัลบิต (Dial Bit) แสดงว่ามีการหมุนหน้าบัตรโทรศัพท์ที่อยู่

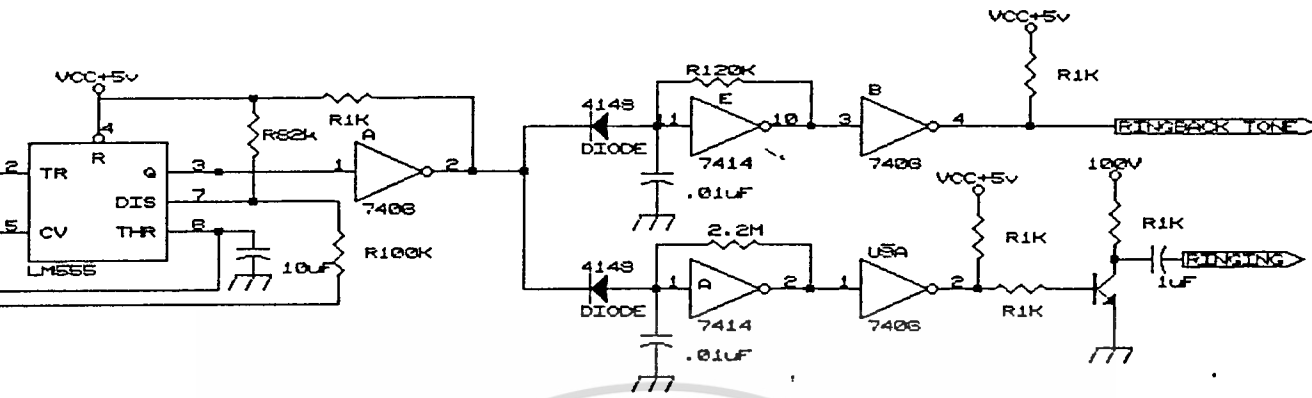
D7 เป็นบิตที่แสดงการใช้วงจรมัลติเพล็กซ์หรือว่าใช้ไอซี MT 8870

3.3 วงจรสร้างสัญญาณต่างๆ

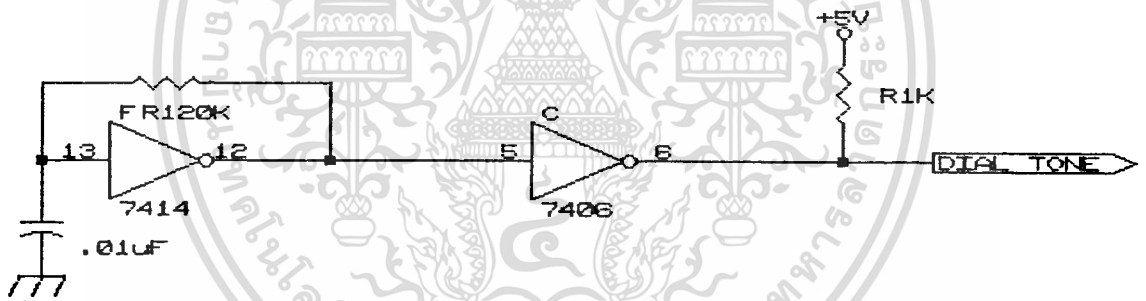
จากที่กล่าวมาแล้วว่าสัญญาณต่างๆที่ใช้ในเครื่องชุมสายสาขาอัตโนมัตินี้มีอยู่ 4 ชนิด สัญญาณให้หมุน (Dial tone) สัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) สัญญาณเรียก (Ringing tone) และสัญญาณเรียกกลับ (Ringback tone) มีวงจรผลิตสัญญาณเหล่านั้นดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9ก แสดงวงจรสร้างสัญญาณไม่ว่าง



รูปที่ 3.9ข แสดงวงจรสร้างสัญญาณเรียกและเรียกกลับ



รูปที่ 3.9ค แสดงวงจรสร้างสัญญาณให้หมุน

3.4 วงจรภาคเอาต์พุต

ในส่วนนี้จะเชื่อมต่อกับ ซีพียู ทาหน้าทีรับข้อมูลคำสั่งขนาด 8 บิต และทาหน้าตามคำสั่งนั้น โดยแบ่งหน้าที่ออกเป็น

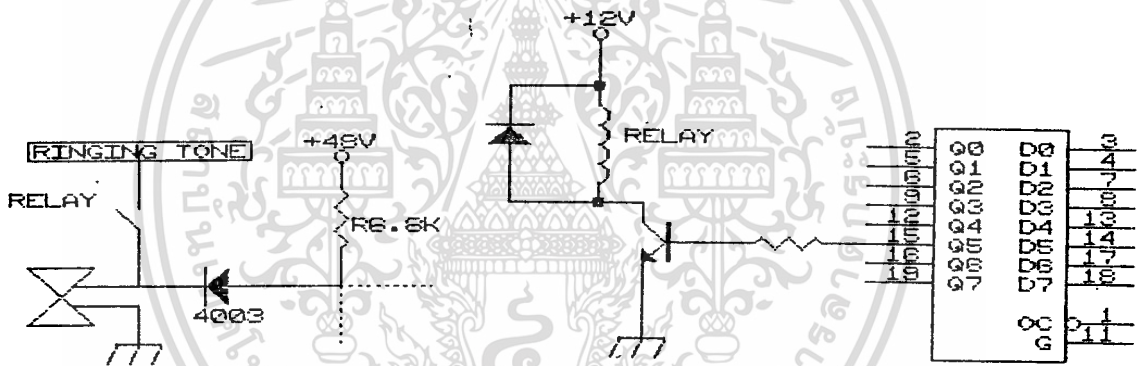
- ควบคุมการทำงานของรีเลย์ (Relay) ควบคุมการปิดเปิดสัญญาณเรียก (Ringing tone) โดยจะเป็นไปตามคำสั่งที่มาจาก ซีพียู โดยเข้า

(Speech path) จะทำการควบคุมการเปิดปิดช่องทางสัญญาณโทรศัพท์ทั้ง 2 ทาง เพื่อทำการต่อช่องทางสัญญาณให้แก่เครื่องโทรศัพท์ 2 เครื่องใดๆตามที่ ซีพียู ต้องการได้

-ควบคุมการส่งสัญญาณไม่ว่าง สัญญาณให้หมุน และ สัญญาณเรียกกลับ ซึ่งวงจรรูปนี้แบ่งออกได้ดังนี้

3.4.1 วงจรควบคุมการส่งสัญญาณเรียก

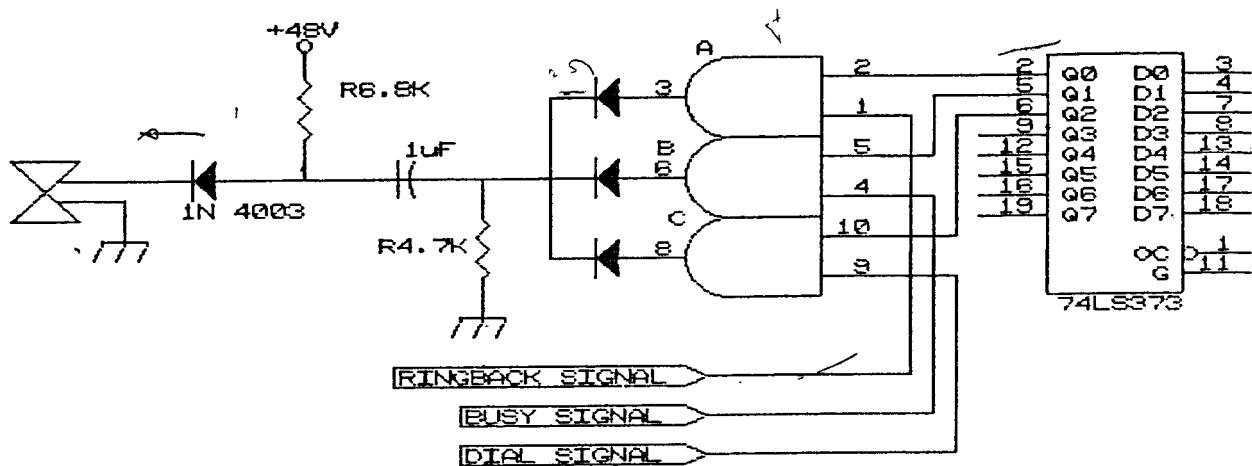
เนื่องจากสัญญาณเรียกมีขนาดของสัญญาณสูงถึง 100 โวลท์จึงจำเป็นต้องมีหน้าสัมผัสของรีเลย์มาทำการเชื่อมต่อสัญญาณนี้กับโทรศัพท์ เมื่อต้องการให้ส่งสัญญาณเรียกให้แก่โทรศัพท์ภายใน ซีพียู จะส่งข้อมูลลอจิก 1 มายังบิต D5 ของจุดสัญญาณออกหรือเอาต์พุตพอร์ทซึ่งค่ออยู่กับคอยล์ของรีเลย์อยู่ดังแสดงในรูปที่ 3.10 ทำให้มีกระแสไหลผ่านคอยล์ของรีเลย์ ทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ปิดทำให้สัญญาณถูกส่งออกไปได้ และในทางตรงกันข้ามถ้าต้องการหยุดส่งสัญญาณเรียก ลอจิกของบิต D5 จะเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีกระแสไหลผ่านคอยล์ของรีเลย์สวิตช์ก็ไม่ทำงาน



รูปที่ 3.10 รูปแสดงวงจรควบคุมการส่งสัญญาณเรียก

3.4.2 วงจรควบคุมสัญญาณให้หมุน , สัญญาณไม่ว่างและสัญญาณเรียกกลับ

เนื่องจากสัญญาณเหล่านี้มีขนาดต่ำประมาณ 5 โวลท์ ดังนั้นจึงสามารถนำขั้วแอนเกต (And gate) เป็นตัวเปิดปิดสัญญาณได้ จากคุณสมบัติของ แอนเกต เมื่อซีพียู ต้องการส่งสัญญาณออกไปยังโทรศัพท์ภายในก็เพียงแต่ส่งข้อมูลลอจิก 1 ไปค่างที่จุดสัญญาณออก ในทางตรงข้ามถ้าไม่ต้องการให้สัญญาณนั้นออกก็ส่งข้อมูลลอจิก 0 ไปแทนดังแสดงในรูปที่ 3.11

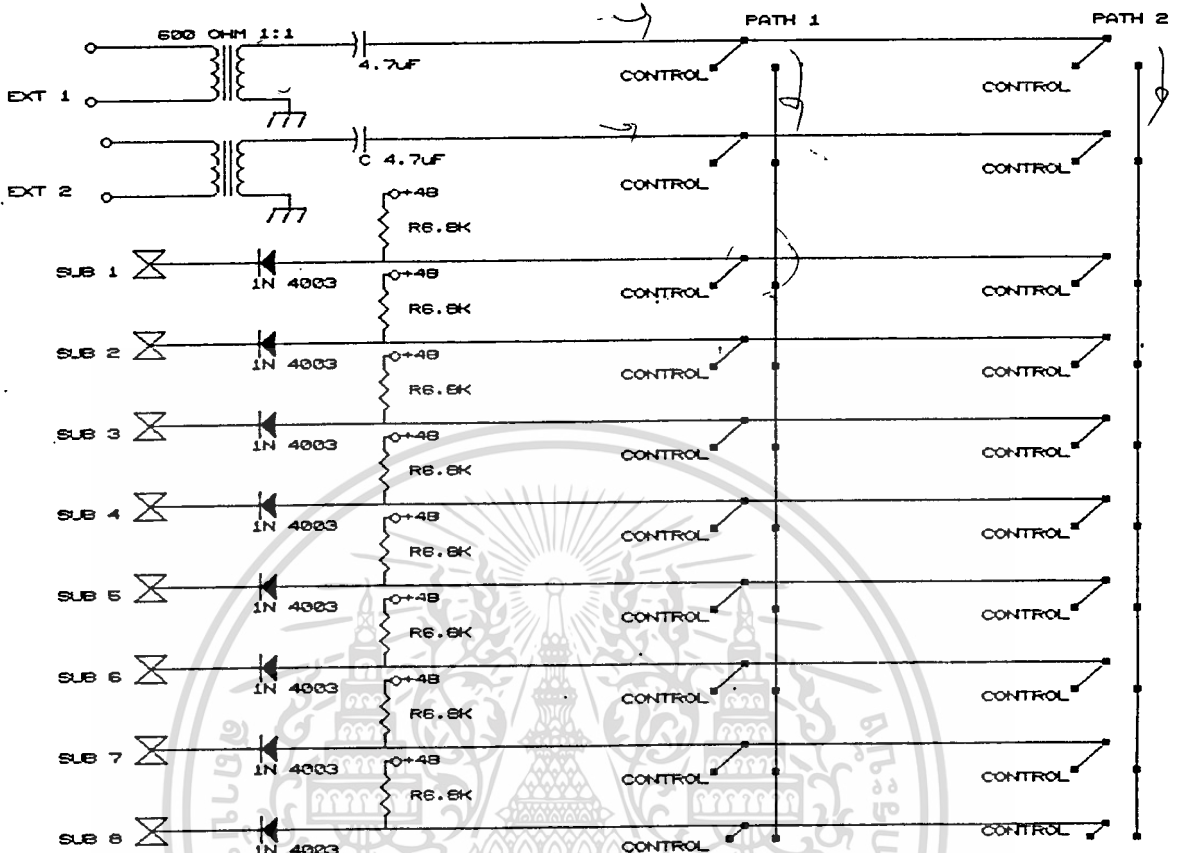


รูปที่ 3.11 แสดงวงจรควบคุมสัญญาณส่วนต่างๆ

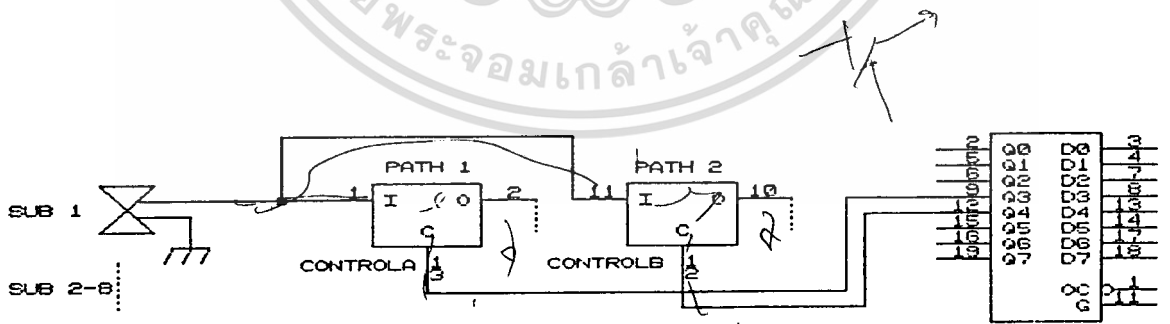
3.5 วงจรช่องทางเดินสัญญาณ

ในการที่โทรศัพท์จะสามารถทำการพูดคุยกันหรือทำการติดต่อกับโทรศัพท์อีกเครื่องได้นั้น เนื่องจากว่าโทรศัพท์ทั้ง 2 เครื่องนั้นจะต้องใช้ช่องสัญญาณติดต่อ (ROUTE) เดียวกัน การส่งสัญญาณผ่านหุ้มสายแบบเก่า นั้นใช้รีเลย์เป็นตัวต่อสัญญาณผ่าน แต่เนื่องจากรีเลย์มีข้อเสียบางประการ เช่น มีขนาดใหญ่ สิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้ามาก ราคาแพง ดังนั้นในการต่อสัญญาณผ่านของเครื่องหุ้มสายภายในขนาดเล็กที่สร้างขึ้นมานี้จึงใช้ อนุาลอกสวิตช์ (Analog switch) แทนการใช้รีเลย์ในส่วนที่สัญญาณไม่แรงมากนัก ส่วนภาคที่มีสัญญาณแรงมากยังคงต้องใช้รีเลย์เช่นเดิมอยู่ ซึ่งสัญญาณที่มีความแรงมากได้แก่ สัญญาณเรียก เป็นต้น การใช้อานาลอกสวิตช์แม้ว่าจะได้เปรียบรีเลย์ตรงที่มีขนาดเล็กและราคาถูกกว่า แต่ก็ยังมีข้อจำกัดทางด้านขนาดของสัญญาณอยู่บ้าง ซึ่งงานนี้เราใช้เป็นไอซี 4066 ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายรีเลย์ ดังวงจรรูปที่ 3.12

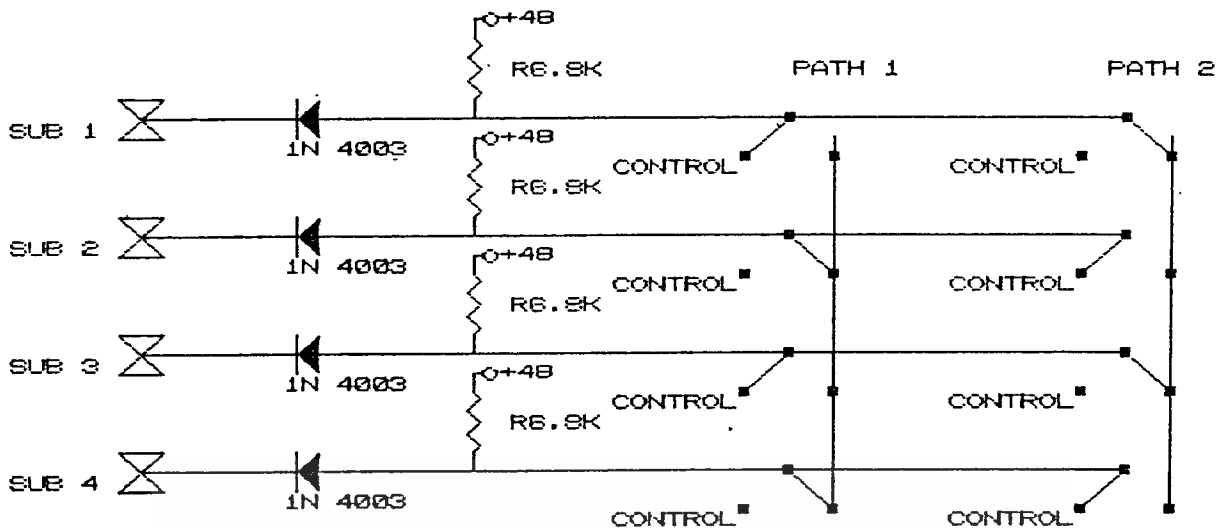
เครื่องโทรศัพท์สายในทุกระยะจะมีวงจรอนุาลอกสวิตช์สายละ 2 ชุดตามช่องทางเดินสัญญาณที่ 1 และ 2 ซึ่งสวิตช์ตัวนี้เป็นลักษณะที่ 1 ชุดมี 3 ขาที่ใช้ทำงานให้สัญญาณเข้าที่ขาใดขาหนึ่งและให้สัญญาณออกอีกทางขาหนึ่ง โดยที่มีขาคอนโทรล (Control) ทำการควบคุมการปิดเปิดว่าจะให้ขาเข้าและขาออกของสัญญาณนั้นต่องักกันหรือไม่โดยใช้สัญญาณไฟบวก 5 โวลต์ หรือเปรียบได้กับลอจิก 1 จะใช้ขาที่เลือกสำหรับสัญญาณเข้าออกต่อเข้ากับสายในแต่ละเครื่องและอีกขาหนึ่งที่ไม่ใช่ขาคอนโทรล ต่อเชื่อมร่วมกันหมด ดังนั้นถ้าขาคอนโทรลถูกตรึง (Trig) ก็เป็นลักษณะแสดงว่าได้เชื่อมสายในเข้ากับ ช่องสัญญาณติดต่อแล้ว ซึ่งขาคอนโทรลนี้ใช้จุดสัญญาณออกบิต D3 และบิต D4 ของเอาต์พุตพอร์ททำการควบคุมอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 รูปแสดงวงจรช่องทางเดินสัญญาณ



รูปที่ 3.13 รูปแสดงการต่อขาคอนโทรลกับเอาต์พุตพอร์ต



รูปที่ 3.14 รูปแสดงการติดต่อของช่องสัญญาณของโทรศัพท์สายในเครื่องที่ 1 กับเครื่องที่ 3 โดยใช้ช่องทางเดินสัญญาณที่ 2 และเครื่องที่ 2 กับเครื่องที่ 4 ใช้ช่องทางเดินสัญญาณที่ 1

3.6 หน่วยควบคุมสายนอก

ส่วนนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อโทรศัพท์คู่สายภายนอก 2 สายกับหน่วยอื่นภายในเครื่องที่เอบีเอ็กซ์ เช่น ซีพียู ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

เมื่อผู้เรียกหมุนหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ 7 ตัวของทางองค์การโทรศัพท์ เครื่องชุมสายก็จะทำการต่อเข้ากับเครื่องที่เอบีเอ็กซ์แล้วจะส่งสัญญาณเรียกมายังเครื่องที่เอบีเอ็กซ์ เมื่อที่เอบีเอ็กซ์ทำการตรวจจับสัญญาณเรียกได้แล้วทางซีพียูก็จะสั่งให้ทำการ โฮลด์ (Hold) สายไว้ โดยการจำลองสถานะการยกหูจะเหมือนกับการต่อความต้านทาน 600 โอห์มเอาไว้ จากนั้นก็จะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียกอีกเพื่อให้ส่ง หมายเลขของเครื่องคู่สายภายนอก (2 หมายเลข) มาให้ ซึ่งเมื่อได้รับหมายเลขแล้วก็จะทำการตรวจสอบว่าเป็นหมายเลขของสายภายนอกของเครื่องชุมสายหรือเปล่าซึ่งถ้าใช่ก็จะทำการติดต่อหาช่องทางเดินสัญญาณ (Speech path) ที่ในส่วนติดต่อกับสายนอกจะประกอบด้วย

วงจรถวายสอบสัญญาณเรียก (Ringing detector)

จะทำการตรวจสอบสัญญาณเรียกที่เข้ามาจากภายนอก เพื่อให้ซีพียูทราบว่ามีการเรียกเข้ามา เนื่องจากสัญญาณเรียก เป็นสัญญาณที่มีขนาด 48 โวลต์ ดังนั้นก่อนป้อนเข้า CPU จะต้องปรับให้มีขนาด 5 โวลต์ โดยใช้ ไอซี 4N25 ซึ่งจะ เป็น OPTO-ISOLATOR ดังแสดงในรูปที่ 3.15 ทำให้ผลที่ได้ออกมาเป็นการเปลี่ยนขนาดเหมือนกับสัญญาณเรียก แต่มีขนาดแค่ 5 โวลต์

วงจรถวายสอบสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ โดยจะใช้ร่วมกับวงจรถวายสอบสัญญาณที่ใช้ในวงจรควบคุมสายในดังที่กล่าวมาแล้ว

วงจรถวายสัญญาณออกหรือเอาท์พุทพอร์ต

พอร์ตเอาท์พุทของสายนอกใช้ ไอซี 74373 ซึ่งมีสัญญาณออกต่างๆ ดังนี้

- D0 ควบคุมการส่งสัญญาณเรียกกลับ (RingBack Tone)
- D1 ควบคุมการส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)
- D2 ควบคุมการส่งสัญญาณให้หมุน (Dial Tone)
- D3 ควบคุมการเลือกช่องทางเดินสัญญาณ (Speech Path Route 1)
- D4 ควบคุมการเลือกช่องทางเดินสัญญาณ (Speech Path Route 2)
- D5 ควบคุมการรีเซ็ทไอซี
- D6 ควบคุมการเปิดปิดของอนาล็อกสวิตช์ (Analog Switch)
- D7 ควบคุมการ Hold line

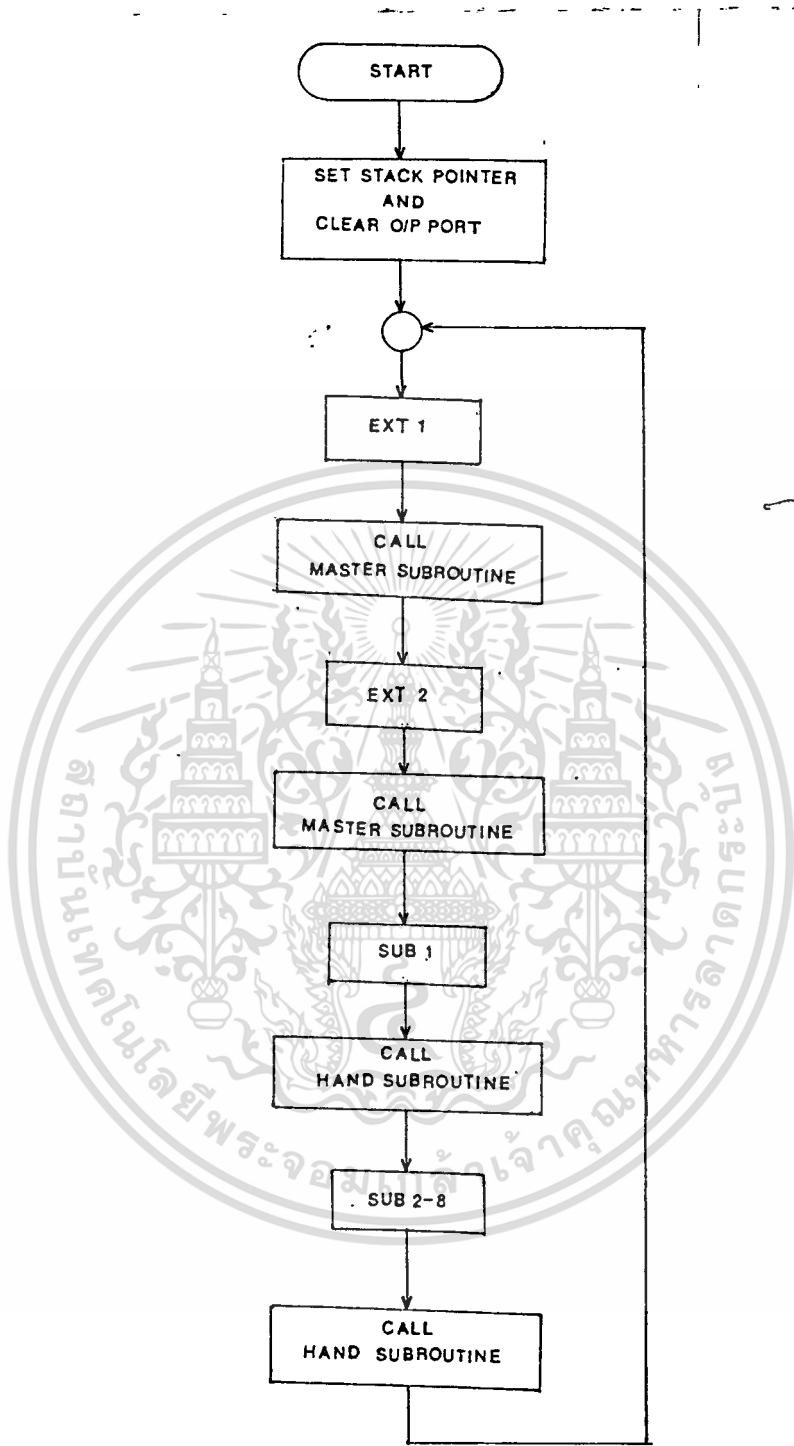
จุดสัญญาณเข้าที่ใช้ในวงจรควบคุมสายนอกมีดังนี้คือ

- D0-D3 เป็นเอาท์พุทจากวงจรมัลติเพล็กซ์ หรือวงจรถอดรหัสความถี่
- D4 เป็นบิตแสดงการตรวจจับสัญญาณเรียก
- D5 เป็น STD Bit เพื่อบอกว่าสัญญาณเป็นแบบโทน
- D6 เป็น Dial Bit เพื่อบอกว่าสัญญาณเป็นแบบพัลส์

3.7 โปรแกรมควบคุมระบบเครื่องชุมสายสาขาอัตโนมัติ

3.7.1 โฟล์วชาร์ตและโปรแกรมควบคุมระบบ

จากหัวข้อที่ได้กล่าวมาซึ่งได้อ้างอิงถึงฮาร์ดแวร์ ส่วนในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึง ซอฟต์แวร์ซึ่งเป็นโปรแกรมควบคุมระบบ ฮาร์ดแวร์ทั้งหมด ซึ่งมีโฟล์วชาร์ตโปรแกรมหลักดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 โพลีชาร์ตของโปรแกรมควบคุมระบบ

จากโพลีชาร์ตจะเห็นว่าโปรแกรมทำการตรวจสอบและควบคุมทีละสาย แต่ที่รู้สึกว่าคุณสายถูกควบคุมได้พร้อมกันเป็นเพราะว่า ซีพียูทำงานได้รวดเร็วมาก หรือกล่าวได้ว่า ซีพียูใช้เวลาน้อยมากในการควบคุม 1 คู่สายภายนอกและสายภายใน โดยจะแยกส่วนของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมสายภายนอกและภายในคนละส่วนโดยที่สายภายนอกใช้โปรแกรมหลัก (Master Subroutine) ส่วนของคู่สายภายในใช้โปรแกรมควบคุมสายใน (Hand Subroutine) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.7.2 โปรแกรมควบคุมสายใน (Hand Subroutine)

ในการทำงานของโปรแกรมควบคุมสายในนั้นจะใช้สถานะของสายในนั้นเป็นตัวตัดสินใจว่าจะทำหน้าที่อะไรกับสายในนั้น การส่งสัญญาณไม่ว่าง หรือการติดต่อช่องทางเดินสัญญาณ (Speech Path) เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่แต่ละสายในจะต้องมี RAM เพื่อเก็บค่าสถานะของตัวเองไว้ เพื่อให้ซีพียูได้ทำการตรวจสอบและทำหน้าที่ได้อย่างถูกต้อง

สายในแต่ละสายใช้แฟลคแสดงสถานะใน RAM ดังรูป 3.16

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
READY FLAG	DIAL FLAG	IC FLAG	EXT FLAG	RINGBACK FLAG	RINGING FLAG	CALLED FLAG	TALK FLAG
RING1 FLAG	RING2 FLAG	RING3 FLAG	RING4 FLAG	EXT1 FLAG	EXT2 FLAG		
PATH1 FLAG	PATH2 FLAG						

รูปที่ 3.16 แฟลคแสดงสถานะใน RAM ของสายใน

อธิบายหน้าที่ของแฟลกต่างๆดังนี้

1. READY FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในนั้นว่าสายนั้นได้ถูกบริการเสร็จแล้ว เมื่อ ซีพียู มาตรวจดูแฟลกนี้แล้วพบว่าถูกเซ็ทก็จะมีงาน การทำงาน สายนั้นไปเลยเพราะถือว่าได้ทำการบริการสายนั้นเรียบร้อยแล้ว

2. DIAL FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในนั้นว่าได้เริ่มทำการจับเวลาในการ โทร คือจับเวลาในการให้สัญญาณให้หมุน

3. IC FLAG

เป็นแฟลกที่ใช้แสดงสถานะของสายในว่า ได้ทำการเริ่มจับเวลาในการ โทรหรือจับเวลาในการให้สัญญาณให้หมุน

4. RINGBACK FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในนั้นว่า มีสัญญาณเรียกกลับอยู่

5. RINGING FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในนั้นว่า มีสัญญาณเรียกอยู่

6. TALK FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในนั้นว่า มีการใช้ช่องทางเดินสัญญาณ ในการติดต่อ

7. EXT FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในว่ากำลังติดต่อกับสายนอกอยู่

8. CALLED FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในนั้นว่า เป็นการถูกเรียกจาก เครื่องอื่น

9. RING1-RING4 TIME FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในนั้นว่า กำลังใช้ TIMER อันไหน ในการจับเวลาในการเรียก คือจับเวลาในการส่งสัญญาณเรียก

10. EXT1-EXT2 FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในนั้นว่า กำลังติดต่อกับสายนอกสาย ใดอยู่

11. PATH1-PATH2 FLAG

เป็นแฟลกที่แจ้งบอกสถานะของสายในนั้นว่า กำลังใช้ช่องทางเดินสัญญาณ (Path) ใดของช่องทางเดินทั้งหมดในการติดต่อ

ตำแหน่ง RAM ที่ใช้เก็บสถานะต่างๆ นอกเหนือไปจากที่ได้อธิบายมาแล้วดังนี้

1. P1-P2 FLAG

เป็นแฟลคที่ใช้บอกสถานะว่า PATH1 หรือ PATH2 กำลังถูกใช้หรือไม่

2. USED IC FLAG

เป็นแฟลคที่ใช้บอกสถานะว่าไอซี MT 8870 หรือไอซี 7493 ได้ถูกใช้หรือไม่

3. DIAL TIME COUNTER

เป็นตำแหน่งที่ใช้เก็บเวลาในการให้สัญญาณหมุน

4. CRING1-CRING4 FLAG

เป็นแฟลคที่ใช้บอกว่า TIMER ชุดไหนถูกใช้ในการจับเวลาในการให้สัญญาณเรียก

5. RINGING TIME COUNTER

เป็นตำแหน่งที่ใช้เก็บเวลาในการให้สัญญาณเรียกของ TIMER แต่ละชุด นอกจากนี้ก็ยังมีตำแหน่งใน RAM ซึ่งใช้เก็บค่าหรือสถานะชั่วคราวซึ่งใช้พียู ได้ทำการบริการค้างไว้

จากโพล์วฮาร์ดสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

โปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าสายในมีการยกหูหรือไม่ ถ้ามีการยกหูก็จะทำการเข้าสู่โปรแกรม HAND ON SUBROUTINE แต่ถ้าไม่มีการยกหูก็จะทำในส่วนโปรแกรม HAND OFF SUBROUTINE

3.7.3 โปรแกรมบริการการยกหูของสายใน (Hand On Subroutine)

โปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบต่อไปว่าสายในกำลังใช้ไอซี อยู่หรือไม่ ถ้ากำลังใช้ไอซี ก็จะข้ามไปทำการตรวจสอบ READY FLAG เลย แต่ถ้าไม่ได้ใช้ก็จะทำการตรวจสอบว่าสายในนั้นเป็นชนิด พัลส์ หรือ โทน ถ้าเป็นแบบชนิดพัลส์ ก็จะทำการตรวจสอบว่า ได้อลลิท ตกเป็น LOW หรือยัง เพื่อที่จะได้รู้ว่าเป็นการยกหูหรือการหมุน (ซึ่งเมื่อปกติ ได้อลลิท จะตกต่ำกว่าสัญญาณยกหูเพียง เล็กน้อย) ถ้าเป็น HIGH แสดงว่ามีการหมุน หรือเป็นการเริ่มยกหูโปรแกรมก็จะกลับไปสู่ โปรแกรมหลัก เพื่อทำการบริการสายอื่นต่อไป แต่ถ้าเป็น LOW แล้วก็จะทำการตรวจสอบ READY FLAG เพื่อที่จะดูว่าได้บริการสายนี้เสร็จหรือยัง ถ้าถูกเซ็ทแล้วก็จะกลับไปสู่โปรแกรมหลัก แต่ถ้ายังไม่ถูกเซ็ทก็แสดงว่ายังบริการไม่เรียบร้อยก็จะมาตรวจ RINGBACK FLAG ว่าเป็นการเป็นการยกหูเนื่องจากเป็นการเรียกสายอื่นหรือไม่

ถ้าตรวจว่ามีก็จะกลับสู่โปรแกรมหลัก เนื่องจากแสดงว่ารอการยกหูของสายที่ถูกเรียก ถ้าไม่มีก็จะไปตรวจดูว่ามี CALLED FLAG หรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าเป็นการถูกเรียกโดยสายอื่น ก็จะไปที่ในส่วนโปรแกรมการ บริการการถูกเรียก แต่ถ้าไม่มีก็จะไปตรวจว่ามี สัญญาณเรียก ถ้าไม่มีก็จะไปที่โปรแกรมการ บริการการเรียก แต่ถ้ามีก็จะทำการเซ็ที่ CALLED FLAG เพื่อแสดงว่าเป็นการถูกเรียก จากนั้นก็กลับสู่โปรแกรมหลัก

โปรแกรมการ บริการการเรียกก็จะดูว่า ไอซี MT 8870 หรือไอซี 7493 ถูกใช้หรือไม่ ถ้าไม่มีการใช้ก็จะให้สายนี้ใช้ ถ้ามีการใช้ก็จะตรวจดูว่าถูกใช้โดยสายในเครื่องนี้หรือไม่ ถ้าไม่ใช้ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง ให้ เพราะว่า ไอซี ถูกใช้ได้ทีละสายเนื่องจากมีอยู่ตัวเดียว สามารถถูกใช้ได้ที่ละสาย แต่ถ้าไอซีอยู่ก็จะทำการบริการต่อไป โดยดูว่าเคยรับหมายเลขเข้ามาหรือยังถ้ายังก็จะทำการส่งสัญญาณให้หมุนให้พร้อมทั้ง เริ่มจับเวลา แต่ถ้ามีการส่งมาแล้วก็จะหยุดส่งสัญญาณให้หมุนดูว่าครบ 2 หมายเลขหรือยัง (โดยที่สายในนี้หมายเลข 2 ตัว) ถ้าไม่ส่งหมายเลขภายในระยะเวลาที่กำหนด ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง ให้ เพื่อที่ว่าสายอื่นสามารถใช้ ไอซี ได้ในการรับหมายเลขตัวแรกโปรแกรมก็จะตรวจสอบดูว่า เป็นหมายเลขศูนย์ หรือไม่ ถ้าใช้ก็แสดงว่าเป็นการต้องการที่จะติดต่อกับสายนอกขององค์การโทรศัพท์ โปรแกรมก็จะทำในส่วนของ EXT ROUTINE ถ้าไม่ใช้ก็จะทำการรับหมายเลขตัวที่ 2 และตรวจดูว่าหมายเลขเป็นของคู่สายในหรือไม่ ถ้าไม่ใช้ก็จะ เริ่มส่งสัญญาณไม่ว่าง ให้ แต่ถ้าเป็นหมายเลขของสายในก็จะทำการติดต่อโดย ทำการส่งสัญญาณ เรียกกลับ ให้แก่สายที่เรียก และส่งสัญญาณ เรียก ให้แก่สายที่ถูกเรียก พร้อมทั้ง เริ่มจับเวลา ในการเรียก ซึ่งถ้าสายที่ถูกเรียกไม่ยกหูภายในเวลาที่กำหนดก็จะทำการส่งสัญญาณไม่ว่าง ให้แก่สายที่เรียกและหยุดส่งสัญญาณเรียก ให้แก่สายที่ถูกเรียก ถ้าสายที่ถูกเรียกทำการยกหูภายในเวลาที่กำหนด โปรแกรมก็จะทำการหา PATH ที่ว่างให้ ถ้าไม่มี PATH ใดว่างก็จะทำการส่งสัญญาณไม่ว่าง ให้แก่สายที่เรียกและสายที่ถูกเรียก

โปรแกรมการ บริการการถูกเรียกก็จะข้ามไปยังส่วนการหา PATH ที่ว่างให้เลย โดยจะทำการติดต่อ PATH ที่ว่างให้กับสายที่เรียกและสายที่ถูกเรียกถ้าไม่มี PATH ใดว่างก็จะทำการส่งสัญญาณไม่ว่าง ให้กับสายที่เรียกและสายที่ถูกเรียก เพื่อที่จะ ไปทำการบริการให้กับสายอื่นต่อไป

3.7.4 โปรแกรมการบริการการวางหูของสายใน (Hand Off Subroutine)

เมื่อโปรแกรมตรวจพบที่มีการวางหูของสายในก็จะตรวจดูว่าได้มีการติดต่อกับสายนอกหรือไม่ ซึ่งถ้าเป็นการติดต่อกับสายนอกก็จะไปทำโปรแกรมซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในส่วนของการบริการควบคุมสายนอก แต่ถ้าไม่เข้าก็จะตรวจดูว่าเป็นการวางหูเนื่องจากการถูกเรียกหรือไม่ ซึ่งจะมีสัญญาณเรียก อยู่ ซึ่งถ้าสายนั้นถูกเรียกอยู่ก็จะไปทำการลดเวลาของการเรียกในชุด TIMER ที่ใช้ แต่ถ้าไม่ได้เป็นการวางหูเนื่องจากการเรียก โปรแกรมก็จะทำการตรวจต่อไปว่าเป็นการวางหูเนื่องจากมีสัญญาณเรียกกลับ อยู่หรือไม่ ถ้าใช้ก็แสดงว่าสายนั้นทำการยกเลิกการเรียกกับสายที่ถูกเรียก ซึ่งโปรแกรมก็จะทำการหยุดส่งสัญญาณเรียก ให้แก่สายที่ถูกเรียก และทำการส่งสัญญาณเรียก ให้กับสายที่เรียก แต่ถ้าไม่เป็นการวางหูเนื่องจากมีสัญญาณเรียกกลับ โปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบต่อไปว่าเป็นการวางหูเนื่องจากการเลิกการติดต่อก็จะไปทำการตัด PATH ที่ใช้ในการติดต่อทั้ง PATH นั้นก็จะวางพร้อมที่จะให้สายอื่นใช้ต่อไป แต่ถ้าไม่เป็นการวางหูเนื่องจากการเลิกติดต่อโปรแกรมก็จะตรวจต่อไปว่าสายนั้นมีการใช้ไอซี MT 8870 หรือ 7493 อยู่หรือไม่ ถ้าไอซีอยู่ก็แสดงว่าเป็นการวางหู เนื่องจากยกเลิกการโทรแล้วหรือไม่ต้องการโทรแล้วซึ่งโปรแกรมก็จะทำการเคลียร์แฟลคทุกแฟลคของสายในนั้นและทำการเคลียร์ USED IC FLAG เพื่อให้สายอื่นสามารถใช้ ไอซี นี้ได้ แต่ถ้าสายนั้นไม่ได้ใช้ ไอซี อยู่ โปรแกรมก็จะไปทำการเคลียร์แฟลคทุกแฟลคของสายในเท่านั้นจากนั้นโปรแกรมก็จะไปทำงานยังสายต่อไป

3.7.5 โปรแกรมควบคุมสายนอก (Master Subroutine)

โปรแกรมจะตรวจดูว่ามีสายนอกขององค์การโทรศัพท์ที่โทรเข้ามาหรือไม่ โดยดูที่ BIT RINGING DETECTOR และจะ DELAY ชั่วระยะเวลาหนึ่งเพื่อตรวจสอบดูว่าสายนอกที่โทรเข้ามานั้น มีการยกเลิกการติดต่อไปก่อนหรือเปล่าถ้าไม่ก็จะทำการโฮล (HOLD) สายนอกนั้นไว้โดยถ้าเป็นแบบโทนหรือพัลส์ ก็เข้ามาตามพอร์ทซึ่งได้แยกกันไว้แล้ว จากนั้นจะตรวจดูว่าพอร์ทที่โฮลไว้ นั้นติดต่อกับสายในอยู่หรือเปล่า ถ้าใช้ก็จะไปทำการบริการสายในนั้นต่อไปถ้าไม่เข้าก็เริ่มส่งสัญญาณให้หมุนตัวที่ 8 เข้ามา แต่ถ้า PATH 1 ไม่ว่าง ก็จะตรวจดู PATH 2 ต่อไป ซึ่งถ้า PATH 2 ไม่ว่างก็จะดูว่า PATH 1 นั้นถูกใช้โดยสายในหรือสายนอก ซึ่งถ้าใช้โดยสายในก็จะทำการส่งสัญญาณเตือนไปให้ ซึ่งจะ เป็นสัญญาณให้หมุน แต่ถ้าถูกใช้โดยสายนอกก็จะส่งสัญญาณไปให้ PATH 2 แทน ซึ่งหลังจากส่งสัญญาณไปแล้วก็จะเริ่มจับเวลาซึ่งถ้ายังไม่วางหูในระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ก็จะทำการส่งสัญญาณไม่ว่างให้ พร้อมทั้งทำการตัดช่องทางเดินสัญญาณ

เมื่อเคลียร์ช่องทางเดินสัญญาณได้แล้ว ก็จะเริ่มรับสัญญาณหมายเลขตัวที่ 8 โดยตรวจดูว่าไอซีว่างหรือไม่ ถ้าไม่ว่างก็จะตัดไปสู่ SUBROUTINE CUTEL 1 ก่อน แต่ถ้าว่างก็จะทำการตรวจดูว่าสัญญาณที่ส่งเข้ามาเป็นหมายเลขของสายภายในของระบบหรือเปล่า ซึ่งในกรณีที่หมุนหมายเลขผิดก็จะทำการเข้าสู่ SUBROUTINE CUTEL 1 เพื่อทำการหาสายในที่ยังว่างอยู่เอง ในกรณีที่หมุนถูกต้องก็จะตรวจดูว่าสายในที่ถูกเรียกนั้นยกหูอยู่หรือไม่ หรือกำลังถูกเรียกโดยสายอื่นอยู่หรือไม่โดยตรวจดูที่สัญญาณเรียก ซึ่งถ้าเป็นตาม 2 กรณีนี้จะตัดเข้าสู่ SUBROUTINE CUTEL 1

แต่ถ้าสายนั้นว่างอยู่หรือไม่เป็นตามกรณีทั้งสองนั้น ก็จะส่งสัญญาณเรียกให้แก่สายในที่ถูกเรียก และส่งสัญญาณเรียกกลับให้แก่สายนอกที่เรียกและเริ่มทำการจับเวลาซึ่งถ้าไม่ยกหูรับภายในระยะเวลาที่กำหนดก็จะทำการตัดเข้าสู่ SUBROUTINE CUTEL 1 ในกรณีที่รับก็จะตัดต่อช่องทางเดินที่ว่างให้เพื่อทำการติดต่อกันได้

SUBROUTINE CUTEL

เป็นโปรแกรมที่ทำการตรวจหาว่าสายในสายใดที่ยังว่างอยู่โดยไม่ได้ทำการติดต่อกับสายใดโดยทำการตรวจสอบการยกหูหรือ (Handset Bit) ซึ่งจะทำการตรวจนับตั้งแต่สายในที่ 1 จนถึงสายในที่ 8 เมื่อมีสายใดว่างอยู่ก็จะทำการเคลียร์สถานะ และส่งสัญญาณเรียกให้สายนั้นทราบว่ามีการติดต่อด้วย ซึ่งถ้ารับก็จะตัดต่อให้แต่ถ้าไม่ยอมยกหูรับภายในเวลาที่กำหนดก็จะวนไปตรวจสายในสายอื่นต่อไป

EXT SUBROUTINE

เมื่อผู้ใช้สายในกดหมายเลข 0 ซึ่งเป็นการต้องการติดต่อสายนอกโปรแกรมจะมาทำงานที่ SUBROUTINE นี้ ซึ่งจะหา PATH ที่ว่างให้ แล้วทำการต่อกับ PORT สายนอกให้ โดยไม่ตรวจดูว่าสายนั้นเป็นแบบโทนหรือพัลส์ ในกรณีที่สายนอกทั้งสองไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างให้

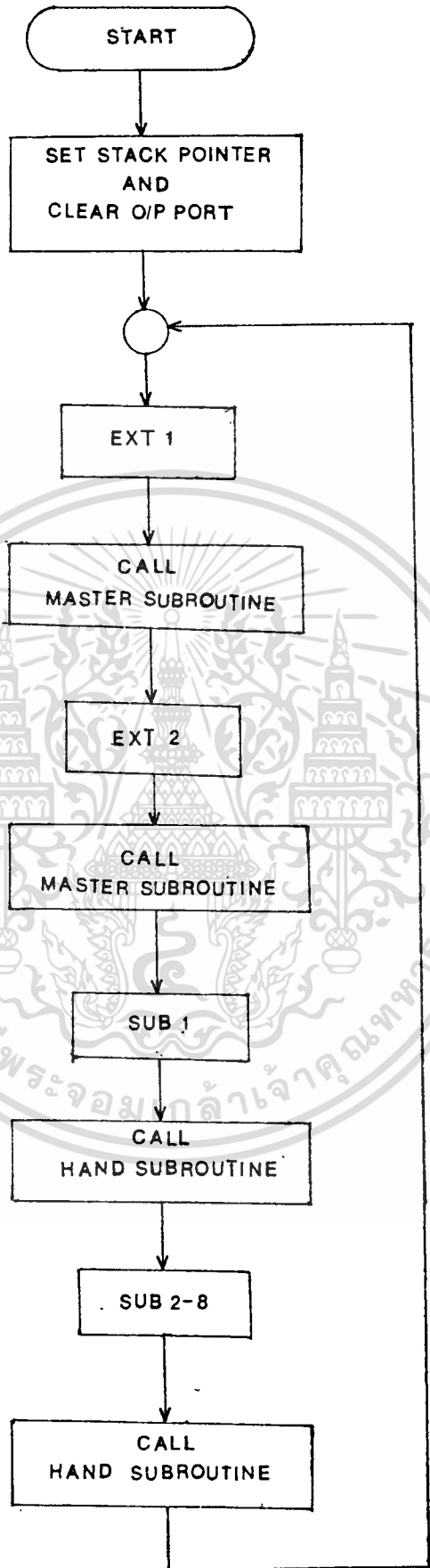
EXCLR SUBROUTINE

ในกรณีที่สายในซึ่งทำการติดต่อกับสายนอกนั้นวางหูลง โปรแกรมจะทำการเคลียร์พอร์ท 1 ให้กับสายในนั้นก่อนทันที และจะพิจารณาการวางหูว่าเป็นไปตามกรณีใดต่อไปนี้

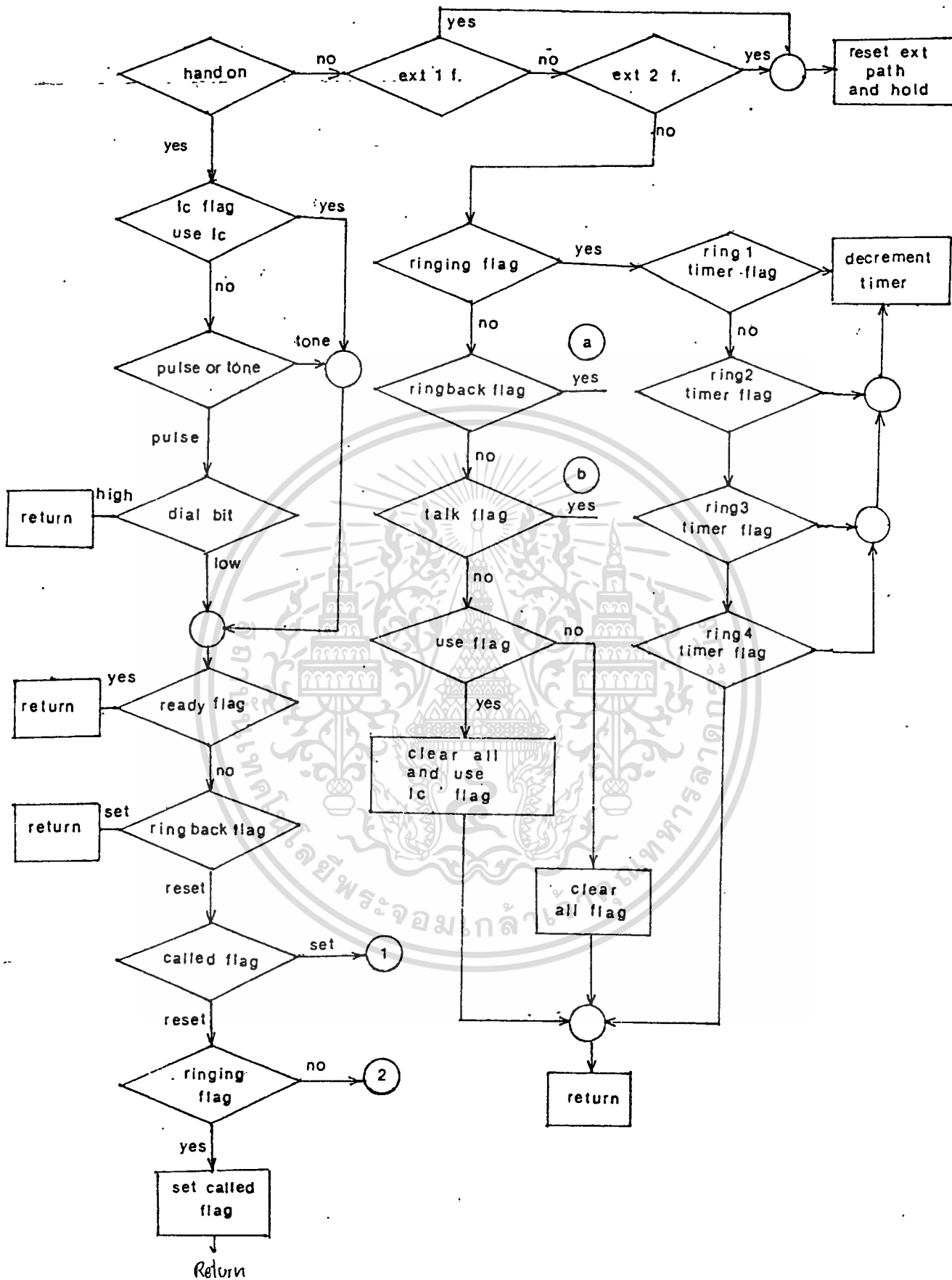
กรณีที่ 1 วางหูเลยเนื่องจากต้องการเลิกติดต่อ โปรแกรมก็จะทำการเคลียร์ PATH และแฟลคต่างๆให้ทั้งสายนอกและสายใน แล้วกลับไปสู่โปรแกรมหลัก

กรณีที่ 2 เป็นการวางหูเนื่องจากต้องการจะโอนสายนอกให้กับสายในสายอื่นๆที่สายนอกต้องการจะติดต่อด้วย ก็จะทำการตรวจดูว่าหลังจากยกหูแล้วสายในนั้นได้ทำการยกหูขึ้นมาอีกครั้ง เพื่อทำการโอนสายภายในระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่ก็แสดงว่าเข้ากรณีที่ 1 แต่ถ้าได้ทำการยกหูมาทำการหมุนอีกครั้งก็จะตรวจดูว่าเป็นหมายเลข 9 ซึ่งเป็นการโอนสายหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะเข้าสู่โปรแกรม TRANL SUBROUTINE เพื่อทำการโอน แต่ถ้าไม่ใช่ก็แสดงว่าสายในนั้นต้องการติดต่อกับสายอื่นตามปกติ ก็จะเคลียร์ PATH และแฟล็กเพื่อทำการบริการสายในนั้นต่อไป

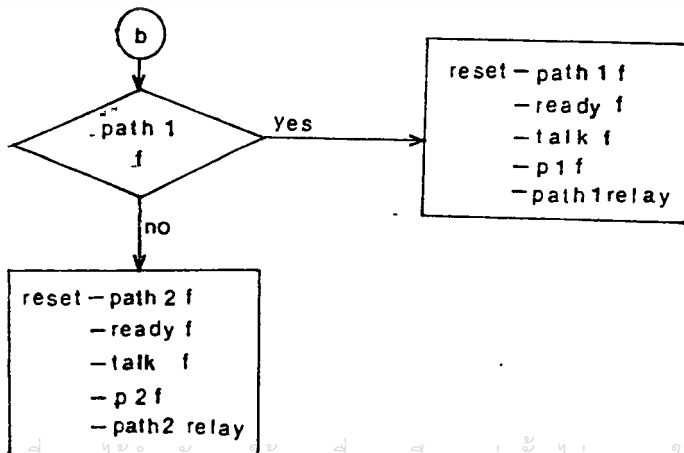
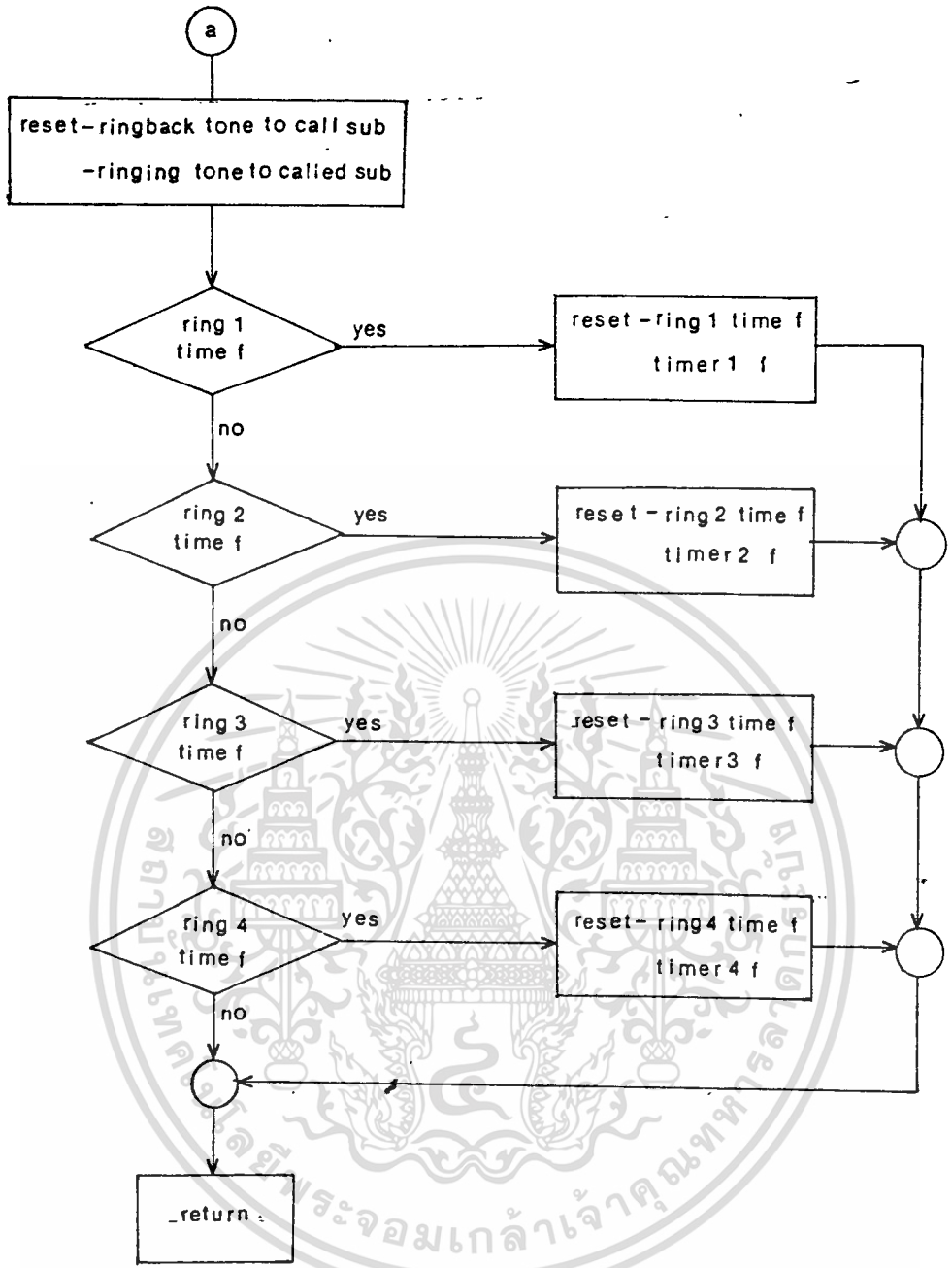


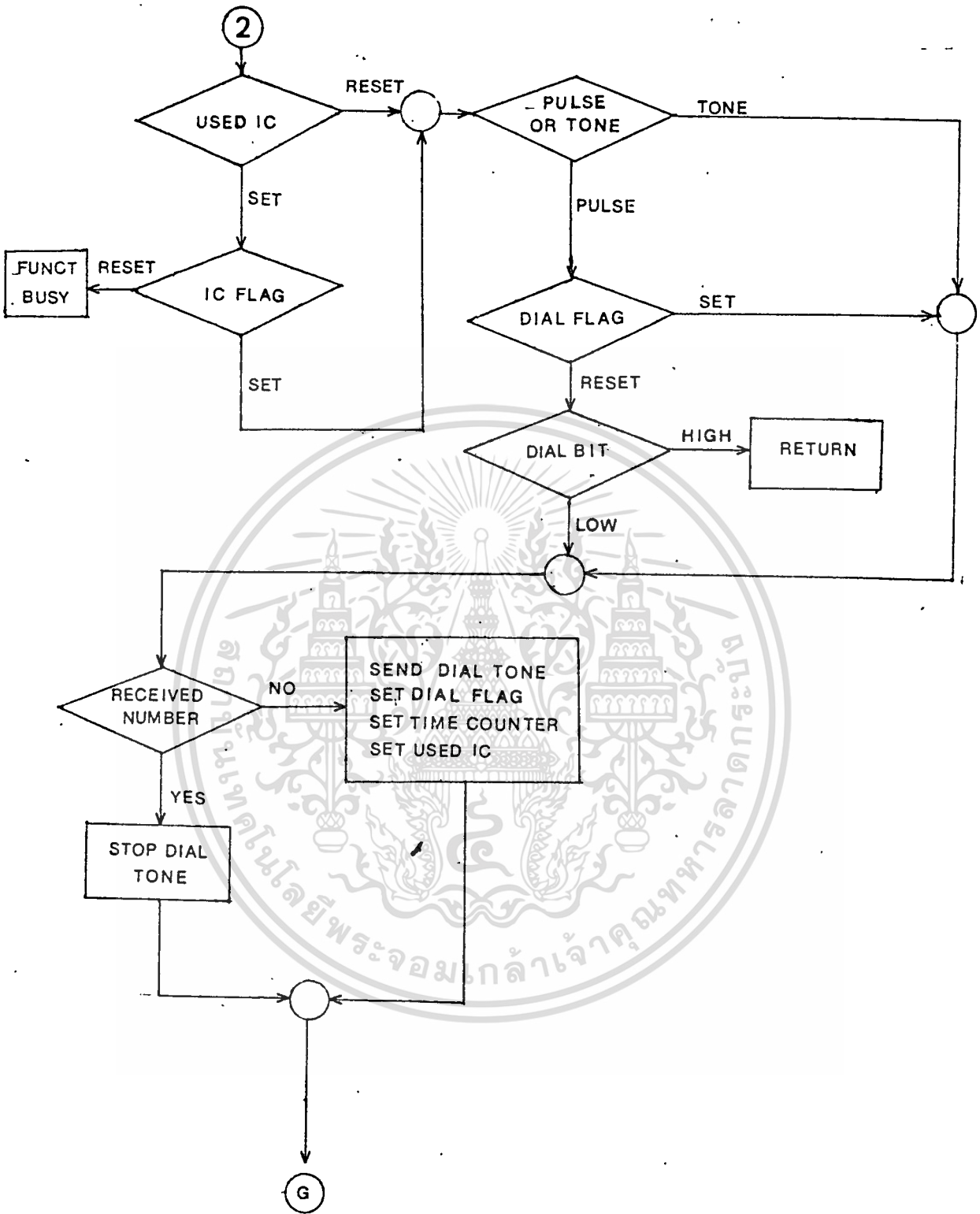


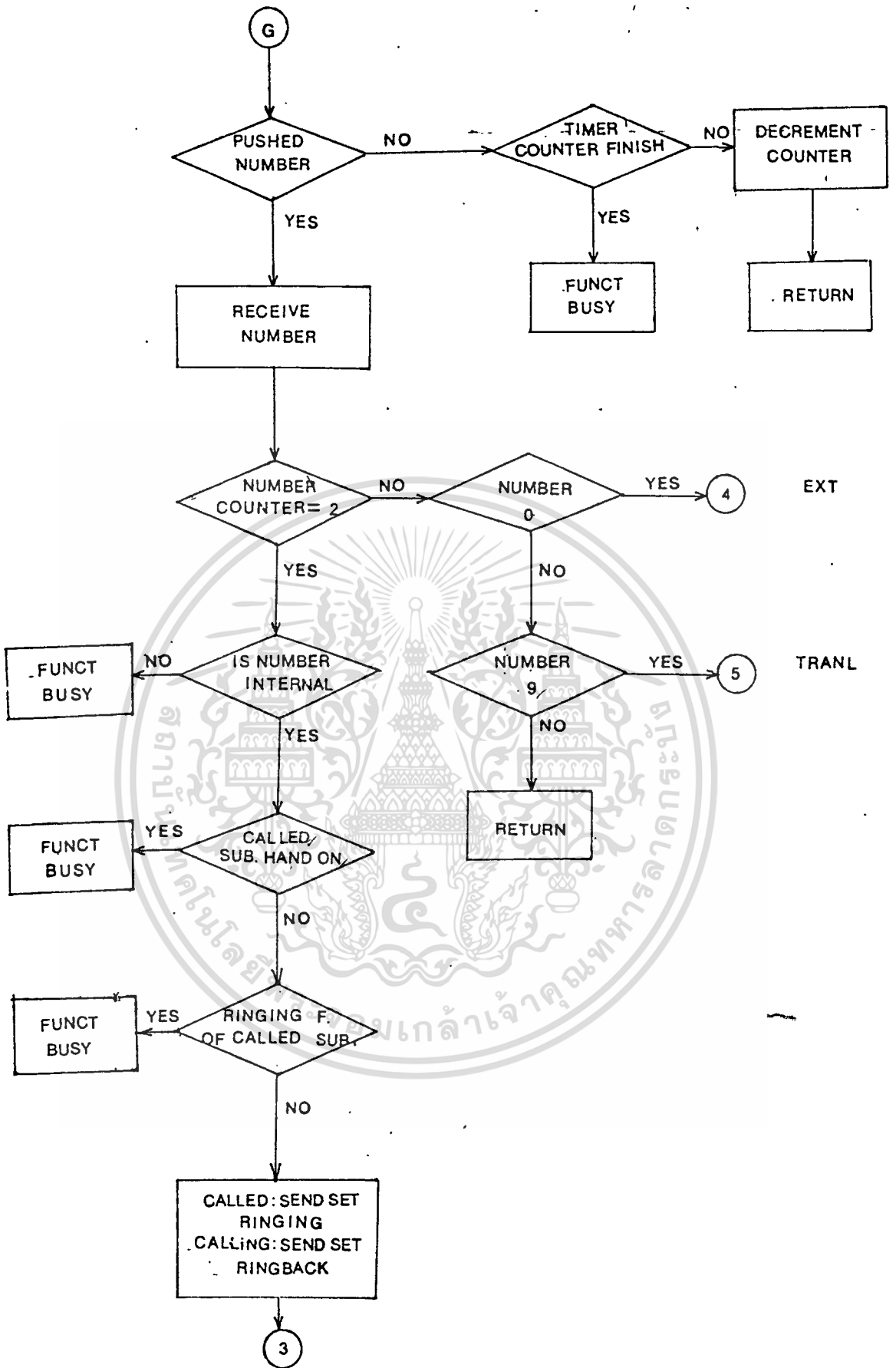
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

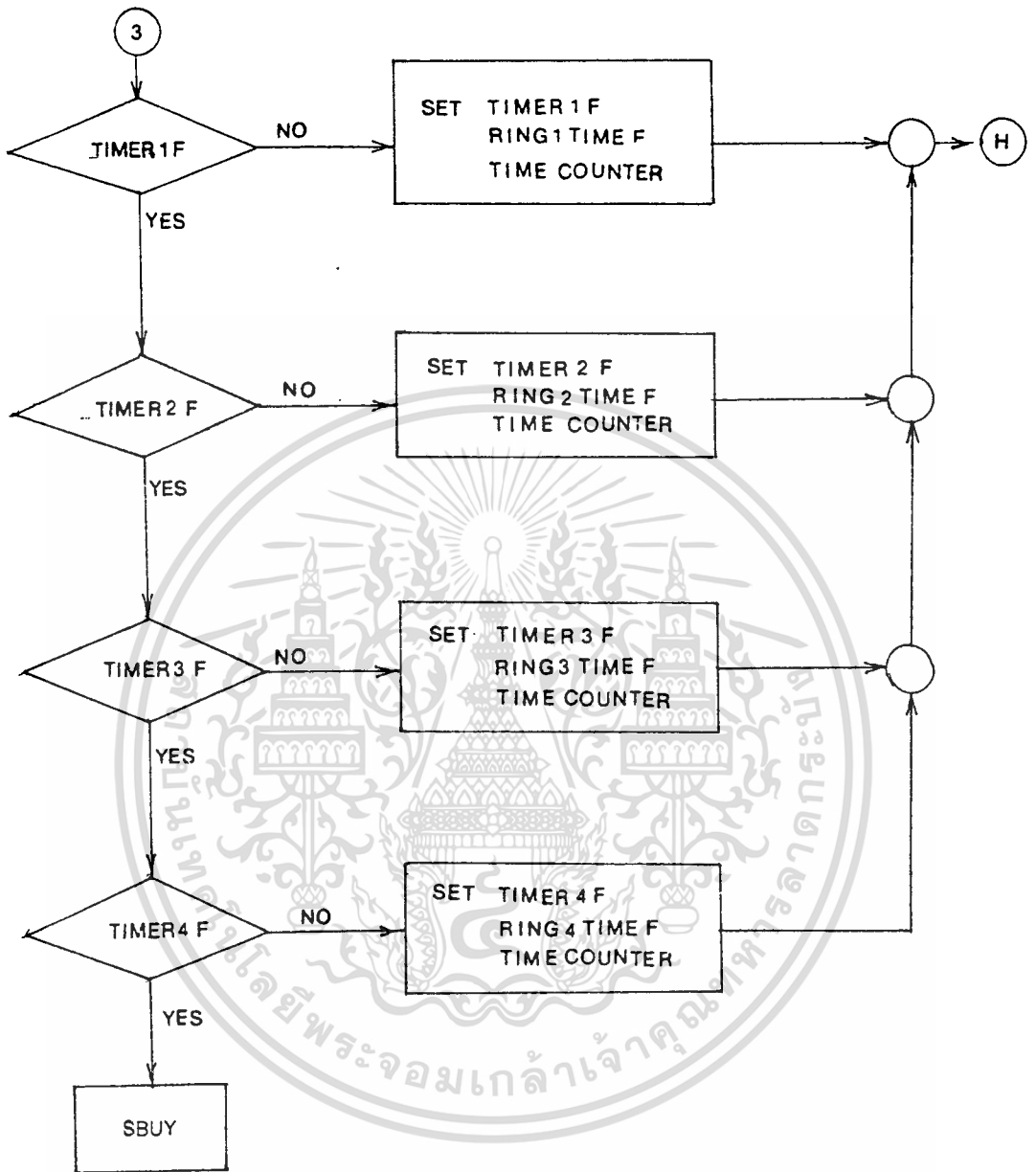


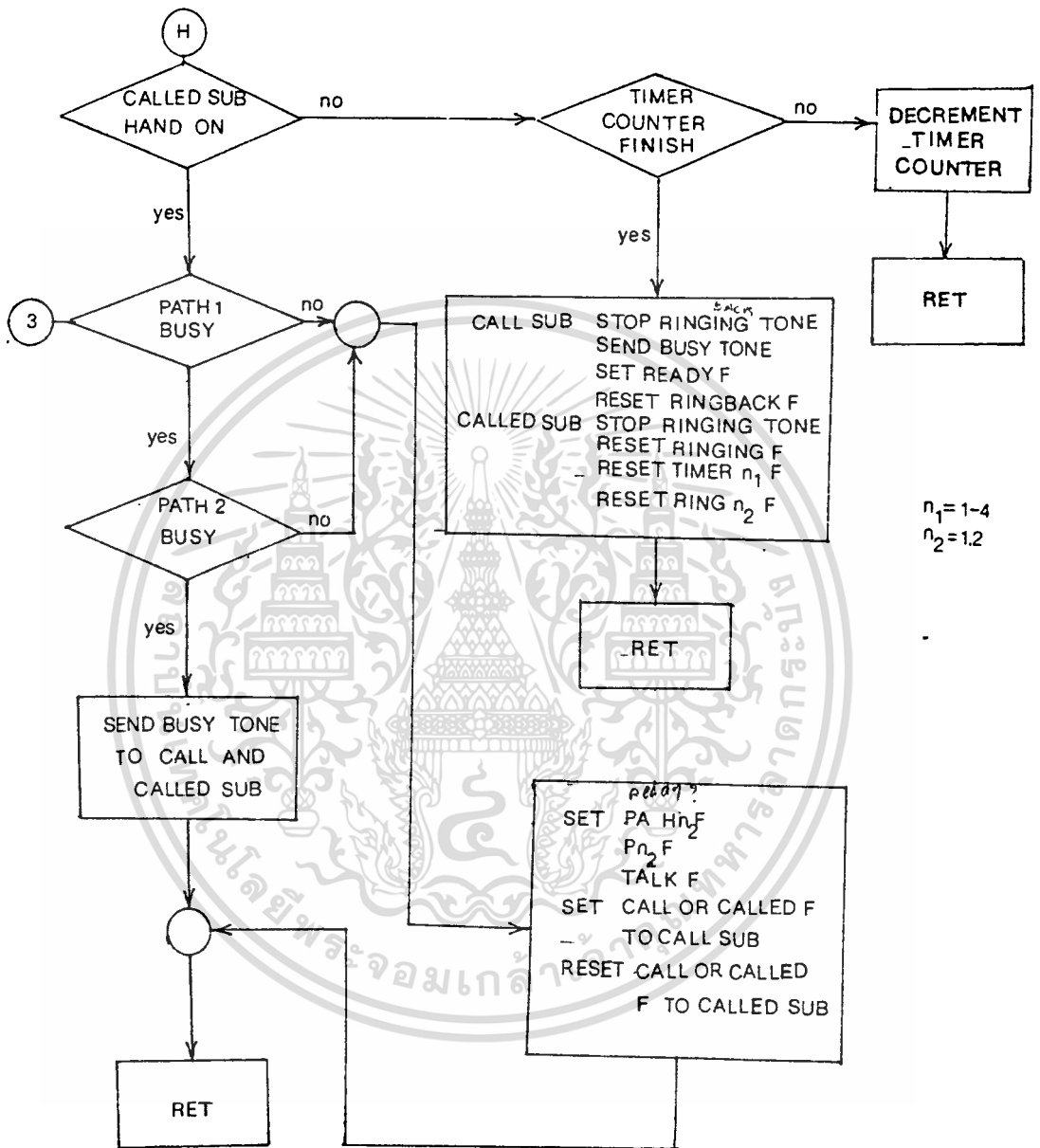
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ **39** ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



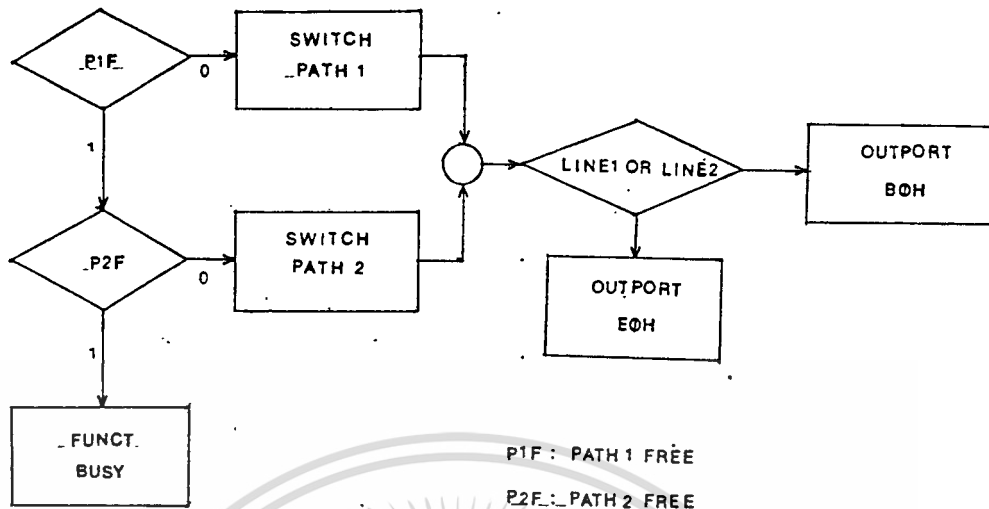








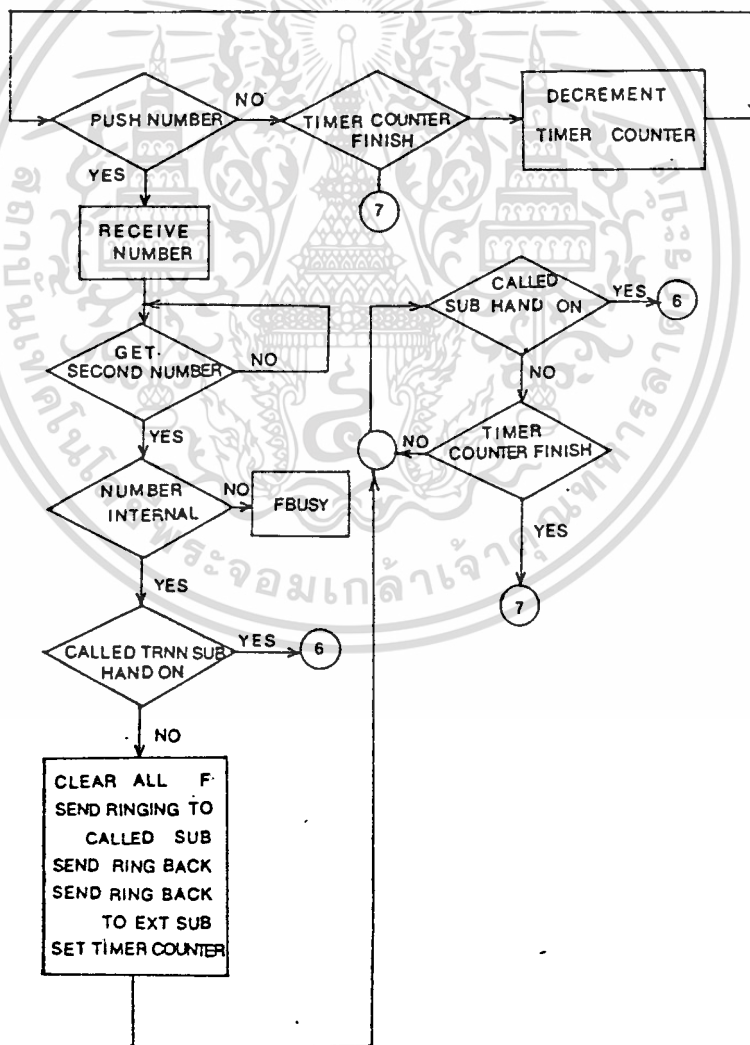
4 EXT



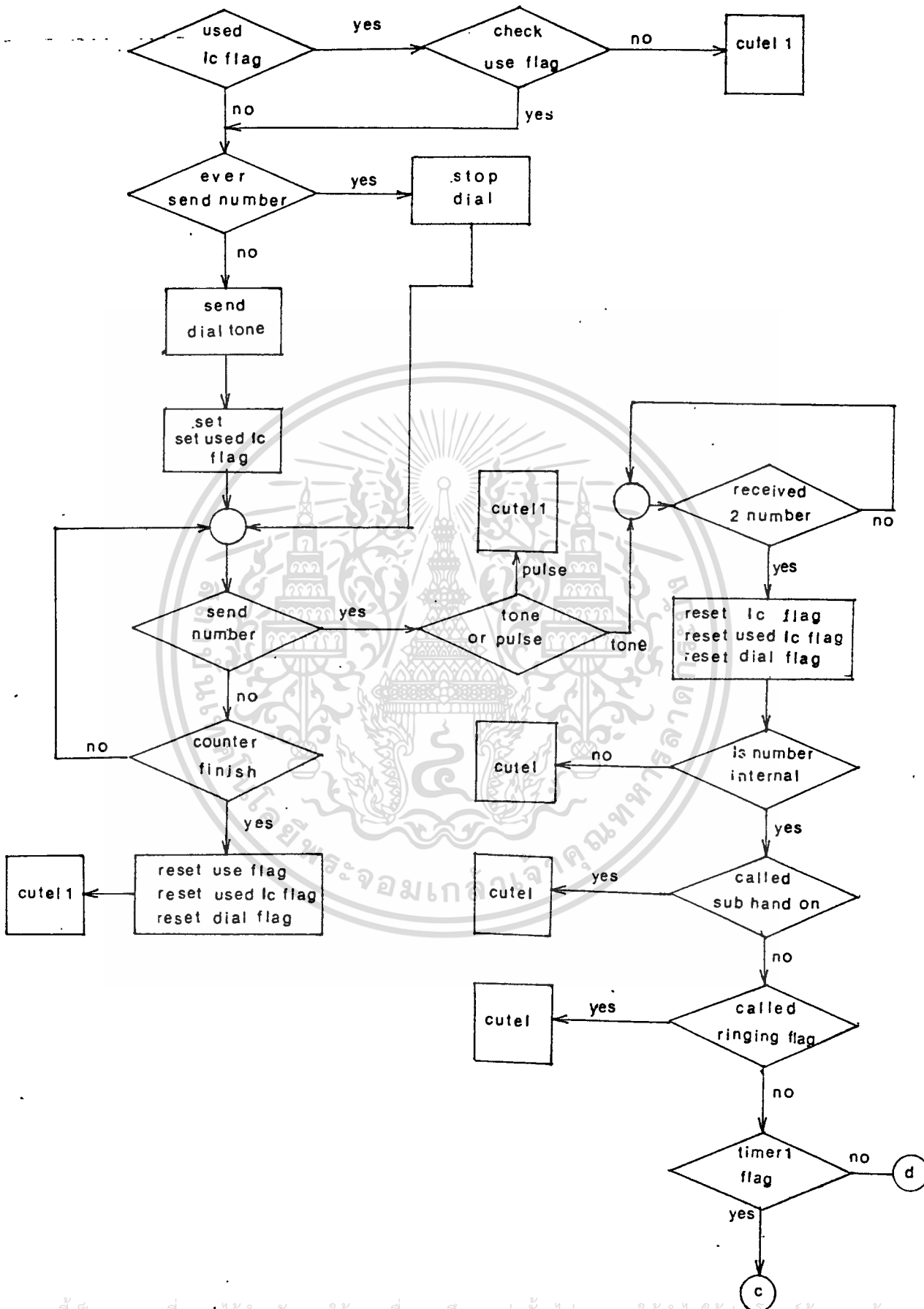
P1F : PATH 1 FRÉE

P2F : PATH 2 FREE

5 TRANL

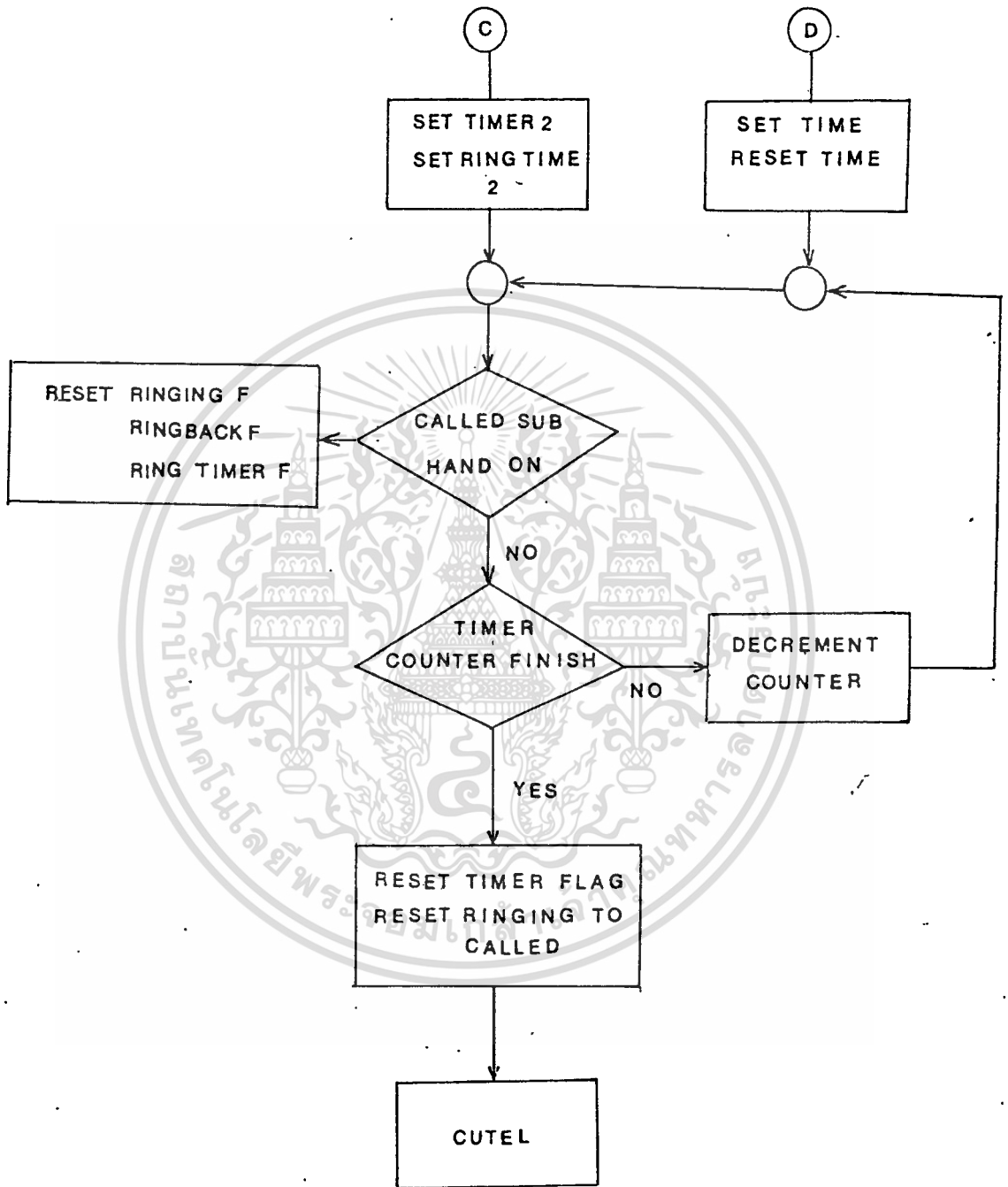


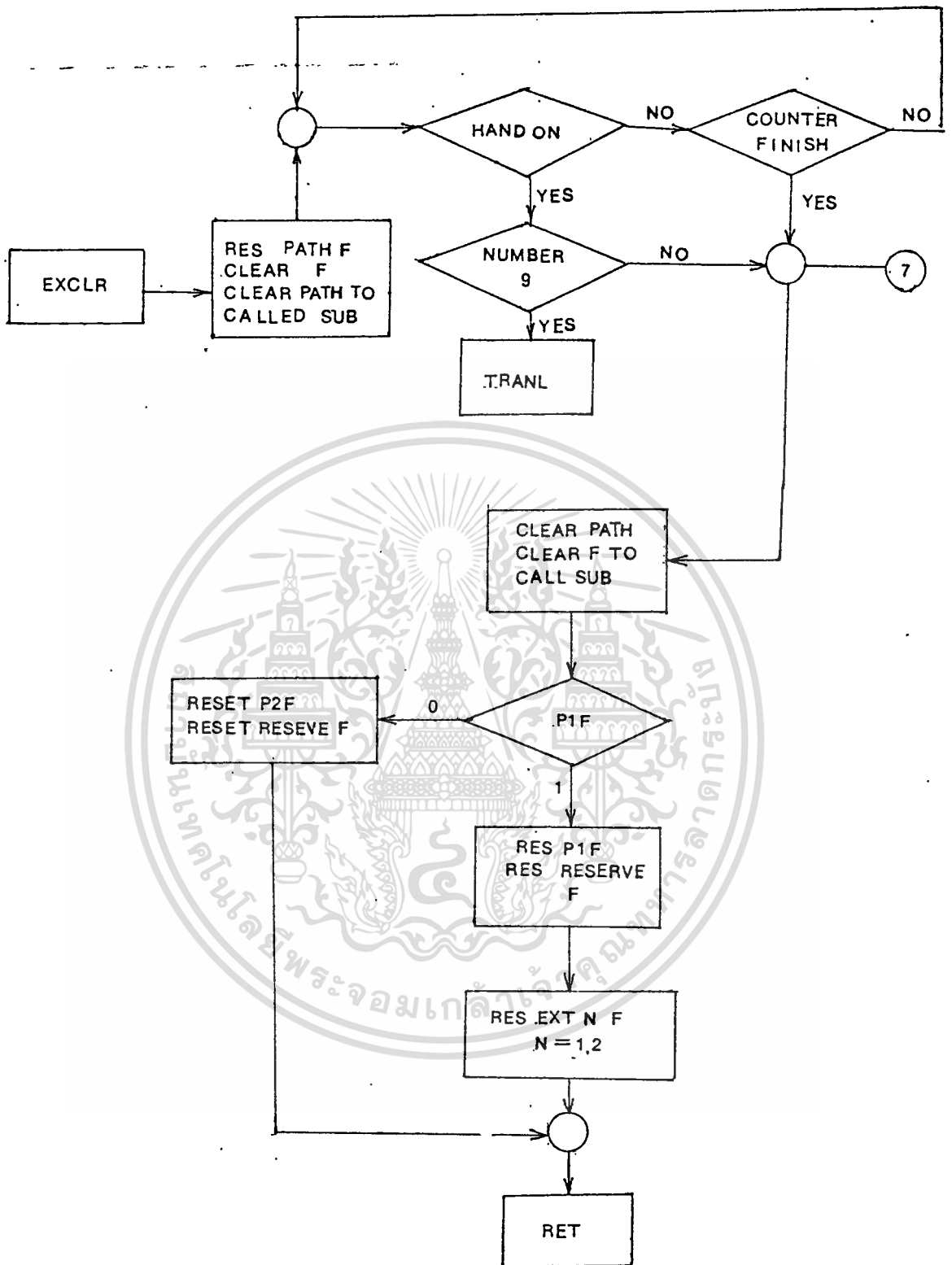
(E) EXDIAL

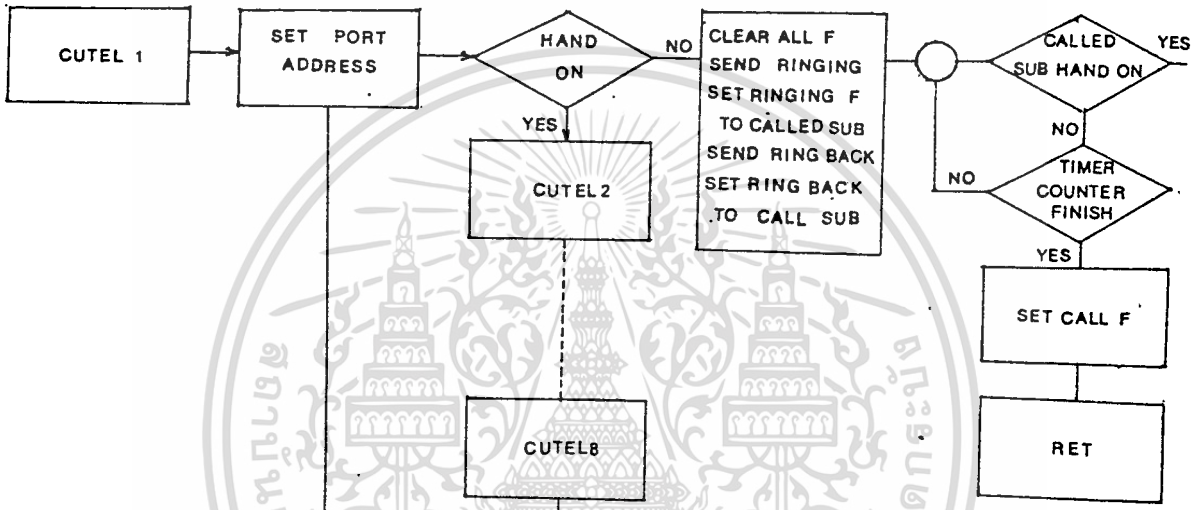
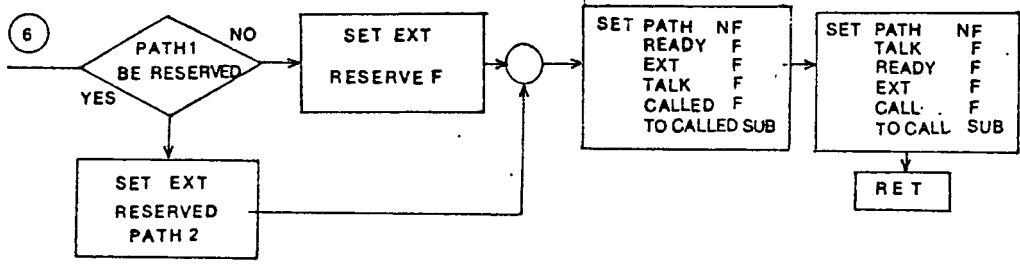


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



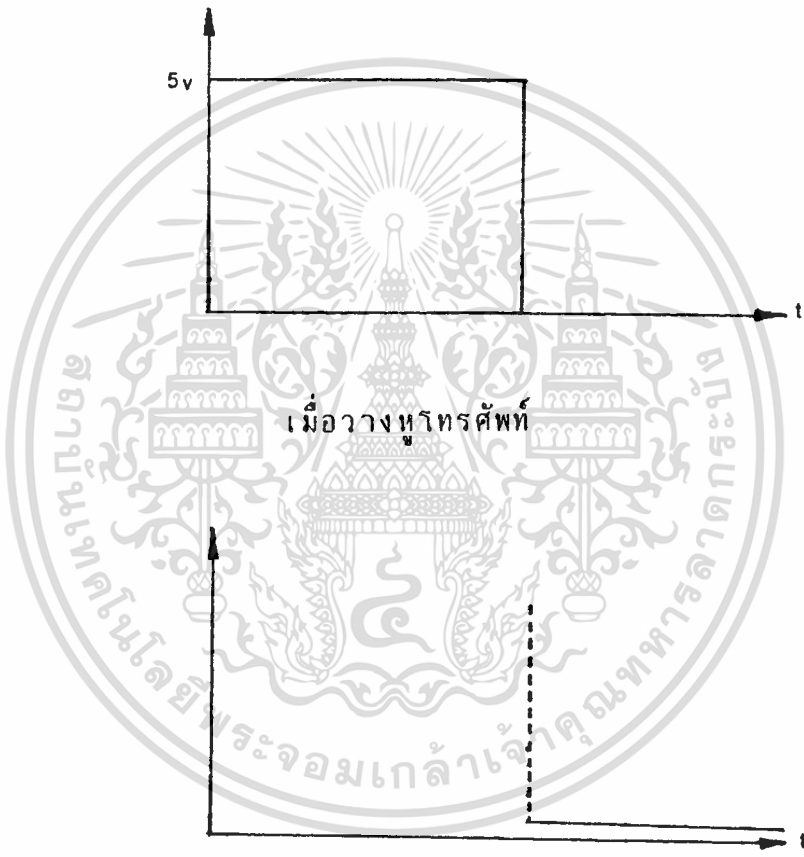




บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองของวงจรภาคอินพุท

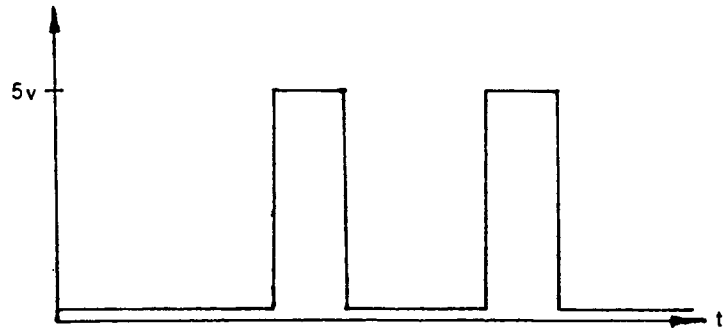
4.1.1 ส่วนวงจรผลิตสัญญาณ แชนด์เซ็ทบิท เมื่อทำการยกหนุโทรศัพท์ สามารถทำการตรวจจับสัญญาณได้ดังรูปที่ 4.1



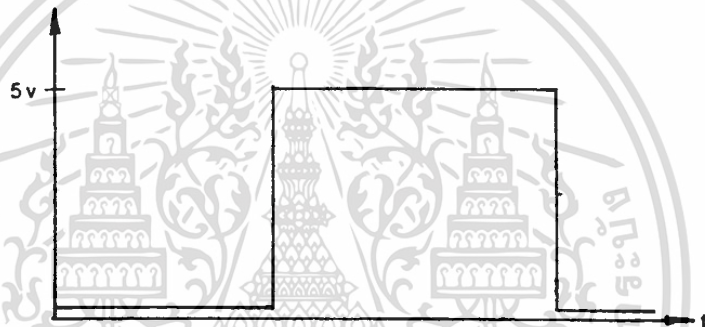
เมื่อยกหนุโทรศัพท์

รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณแชนด์เซ็ทบิท

4.1.2 ส่วนวงจรผลิตสัญญาณไดแอลบิท เมื่อหมุนหน้าปัทม์โรตารีที่ไดสัญญาณดังรูปที่ 4.2



รูปร่างของพัลส์ก่อนเข้าวงจร



รูปร่างของพัลส์หลังจากออกจากวงจร

รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณไดแอลบิท

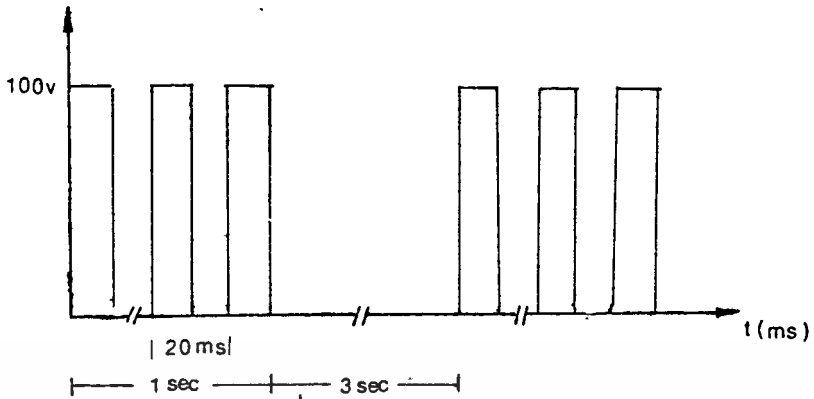
4.1.3 ส่วนของวงจรนับพัลส์และวงจรถอดรหัสความถี่ เมื่อทำการหมุนหรือกดหน้าปัทม์โรตารี สามารถอ่านค่าได้ถูกต้องโดยได้ผลเป็นเลขฐานสองดังตัวอย่าง

หมายเลขที่หมุน	สถานะลอจิก			
	Q4	Q3	Q2	Q1
5	0	1	0	1
9	1	0	0	1

4.2 ผลการทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณต่างๆ

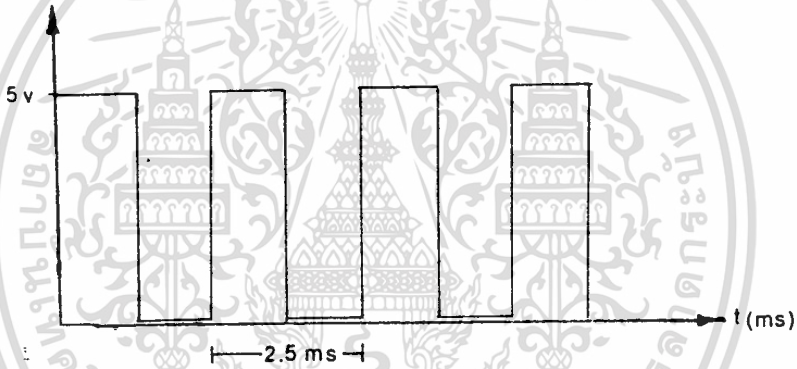
4.2.1 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียก สามารถผลิตสัญญาณที่มีขนาด 75 โวลท์

ความถี่ 20 เฮิรตซ์ ออกมาเป็นช่วงๆ ช่วงเปิดประมาณ 1 วินาที ช่วงปิดประมาณ 3 วินาที



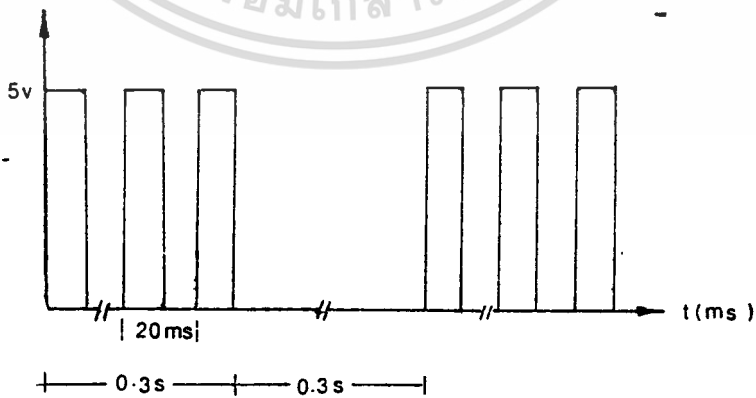
รูปที่ 3 แสดงสัญญาณเรียก

4.2.2 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน ผลิตสัญญาณที่มีขนาด 5 โวลท์ ความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ ต่อเนื่องตลอดตั้งรูปที่ 4



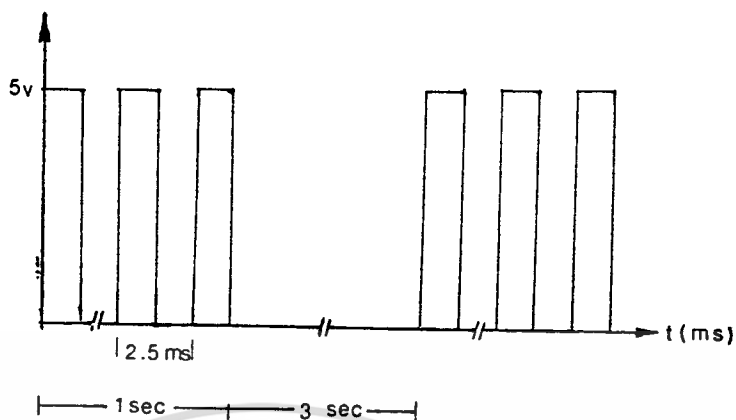
รูปที่ 4 แสดงสัญญาณให้หมุน

4.2.3 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง ผลิตสัญญาณที่มีขนาด 5 โวลท์ ความถี่ประมาณ 500 เฮิรตซ์ ออกมาเป็นช่วงๆ ช่วงละประมาณ 0.3 วินาที ตั้งรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงสัญญาณไม่ว่าง

4.2.4 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ สามารถผลิตสัญญาณที่มีขนาด 5 โวลต์ ความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ มีช่วงเปิด 1 วินาที และช่วงปิด 2 วินาทีดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงสัญญาณเรียกกลับ

4.3 ผลการทดลองทางเดินสัญญาณเสียง เมื่อทำส่งสัญญาณเสียงผ่านวงจรสามารถผ่านได้ปกติ แต่ยังมีเสียงรบกวนเล็กน้อย และไม่เกิดการรบกวนเมื่อเลือกใช้พร้อมกัน 2 เส้นทาง

4.4 ผลการทดลองวงจรควบคุมสายนอก สามารถตรวจจับได้ว่ามีสัญญาณเรียกจากภายนอกและสามารถถอดรหัสความถี่ได้ถูกต้อง

บทที่ 5
บทสรุปและข้อวิจารณ์

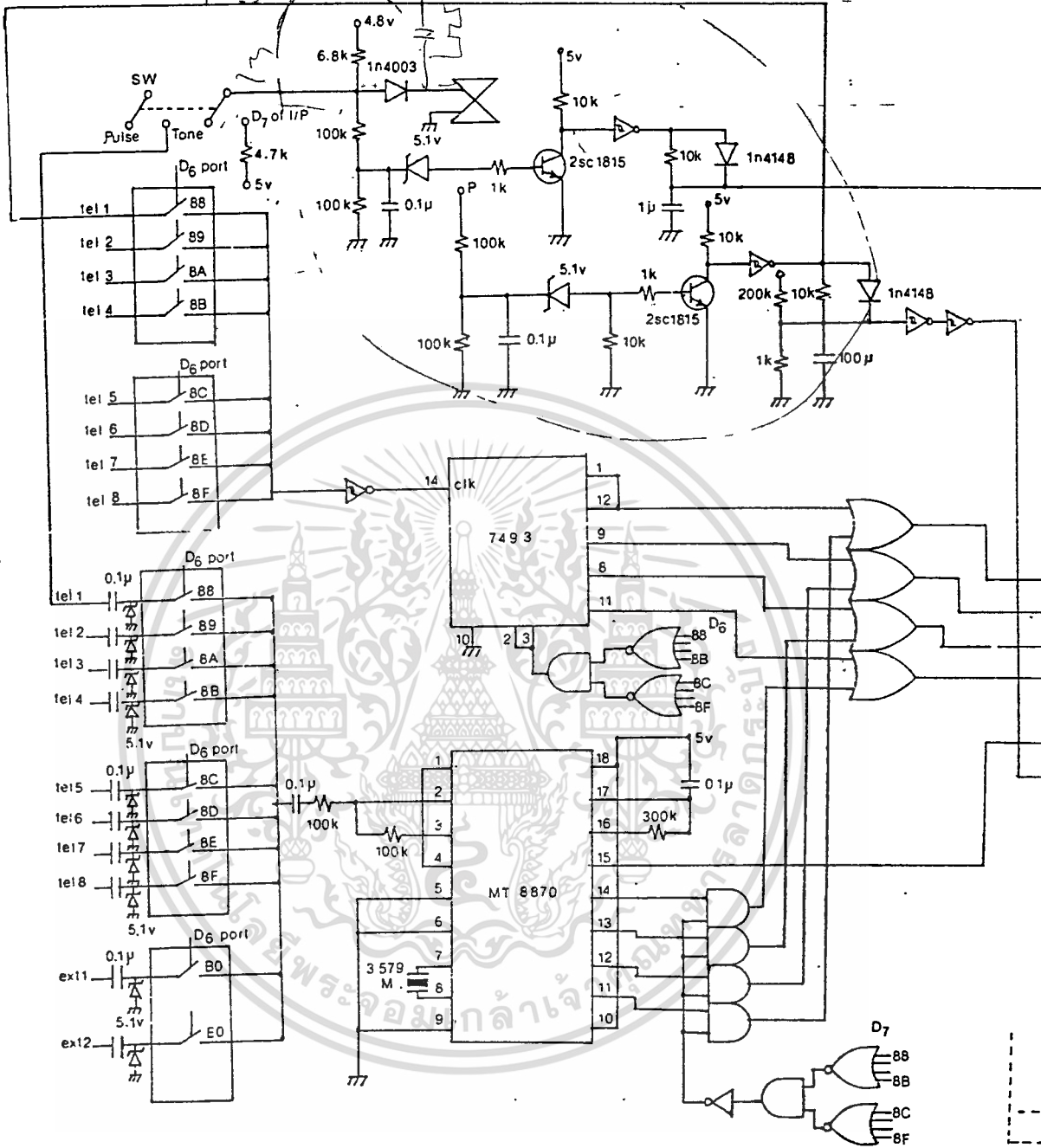
เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่นำเสนอในปริทัศน์ฉบับนี้ ทางผู้จัดทำได้ออกแบบระบบให้มีผลของการทำงานใกล้เคียงกับของทางองค์การโทรศัพท์ และเพื่อให้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าสำหรับผู้สนใจศึกษาเรื่องนี้ให้สามารถเข้าใจได้ง่าย โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในประเทศ ในการลดขนาดของวงจรทางเดินสัญญาณเสียงซึ่งแต่เดิมใช้รีเลย์ ได้เปลี่ยนมาใช้ช่องาลอกสวิตช์แทนซึ่งเป็นไอซีเบอร์ 4066 มีลักษณะการทำงานเหมือนรีเลย์แต่มีขนาดและราคาถูกลง

ในการทดลองวงจรส่วนสัญญาณอินพุต, วงจรถอดรหัส, วงจรสร้างสัญญาณต่าง ๆ, วงจรทางเดินสัญญาณเสียง และวงจรเอ้าท์พุทสามารถทำงานได้เป็นปกติ แต่วงจรส่วนไมโครโพรเซสเซอร์ ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมและตัดต่อสัญญาณต่าง ๆ ยังไม่สามารถทำงานได้เป็นปกติ ทำให้เมื่อนำวงจรส่วนต่างๆทั้งหมดมาประกอบรวมกันเข้าเป็นระบบเพื่อทดลองใช้งานจริงยังไม่สามารถทำงานได้ตามคุณสมบัติที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบซีพียูได้แก่ สัญญาณที่ใช้ในการทริกที่ขาอินพุตของบัฟเฟอร์ (เอ้าท์พุทที่ 74373) ซึ่งมีหน้าที่ทำการจ่ายสัญญาณ ควบคุมการจ่ายสัญญาณต่างๆ ให้แก่สายภายในนั้นไม่มีการทริกทำให้ไม่มีการจ่ายสัญญาณที่ถูกต้องไปให้ผู้รับซึ่งสายทราบหลังจากที่ซีพียูได้ทราบดีว่าตรวจสอบสถานะตามลำดับขั้นตอนแล้ว โดยสัญญาณที่ใช้ในการทริกนี้ได้จากการนำสัญญาณ IOW และสัญญาณที่ได้จากการตีโหนดส่วนคู่สายภายใน 8 สายทั้งด้านอินพุตและเอ้าท์พุทมาทำการผ่านนอร์เกตโดยจะนำสัญญาณที่การเปลี่ยนจากช่วง โวล เป็น ไฮ ไปใช้ ซึ่งสัญญาณดังกล่าวทั้งสองได้มีมารอแล้ว แต่ช่วงที่เปลี่ยนของสัญญาณจากไฮเป็นโวลนั้น ไม่มีช่วงที่มีการโอเวอร์แล็ปกันทำให้ไม่มีสัญญาณที่ต้องการในการทริกผ่าน นอร์เกตมา ซึ่งปัญหานี้มักจะเกิดขึ้นในขณะที่ทำการประกอบวงจรวงจรทั้งหมดเข้าด้วยกัน

สำหรับข้อผิดพลาดที่ใช้ในการควบคุมระบบนั้นเขียนแบบการวนสแกนตรวจสอบสถานะ โปทิลละคู่สายนั้นทำให้โปรแกรมมีขนาดใหญ่และ ซีพียูต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา ควรหันมาใช้แบบการอินเทอร์รัพท์ซึ่งทำให้ซีพียูทำงานเมื่อมีความต้องการเท่านั้นและทำให้ขนาดของโปรแกรมลดลงได้มาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี MT 8870 DTMF RECEIVER

MT 8870 เป็นไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (Integrated DTMF Receiver) ซึ่งหมายถึงการแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่งไอซี MT 8870 แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นระบบเลขฐานสองขนาด 4 บิตในยกก่อน การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ มักใช้ไอซีจำพวก เฟสล็อกลูป ซึ่งก่อให้เกิดปัญหา มาก เช่น เรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจรขนาดของวงจรที่ใหญ่ เพราะใช้ไอซีจำนวนมาก

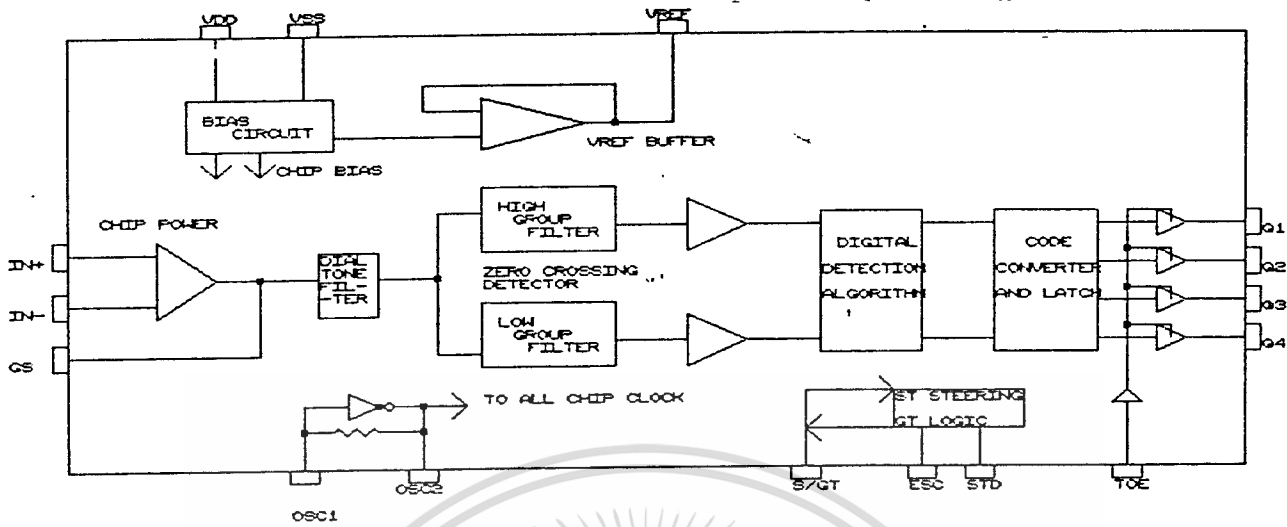
คุณสมบัติของไอซี MT 8870

- 1 เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Receiver)
- 2 กินไฟน้อยใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ ทีทีแอล
- 3 สามารถตั้งอัตราขยายในตัวไอซีได้
- 4 สามารถรับการ์ดโทม์ (Guard time) ได้
- 5 เป็นไอซีที่มีคุณภาพสูง

การนำไอซี MT 8870 ไปใช้งาน

- 1 นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล
- 2 เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- 3 ใช้งานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- 4 ใช้งานร่วมกับ คอมพิวเตอร์
- 5 ใช้ในเครื่องขุมสายขนาดย่อย หรือ พีเอบีเอ็กซ์
- 6 ใช้งานด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- 7 เครื่องกันขโมย
- 8 การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์

โครงสร้างภายในของไอซี MT 8870 ประกอบด้วยวงจรรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO² - COMS ในส่วนของวงจรรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุตเป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 1 รูปแสดงโครงสร้างของไอซี MT 8870

การทำงานภายในไอซี MT 8870

ภายในไอซี MT 8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

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

ภาคกรองสัญญาณความถี่

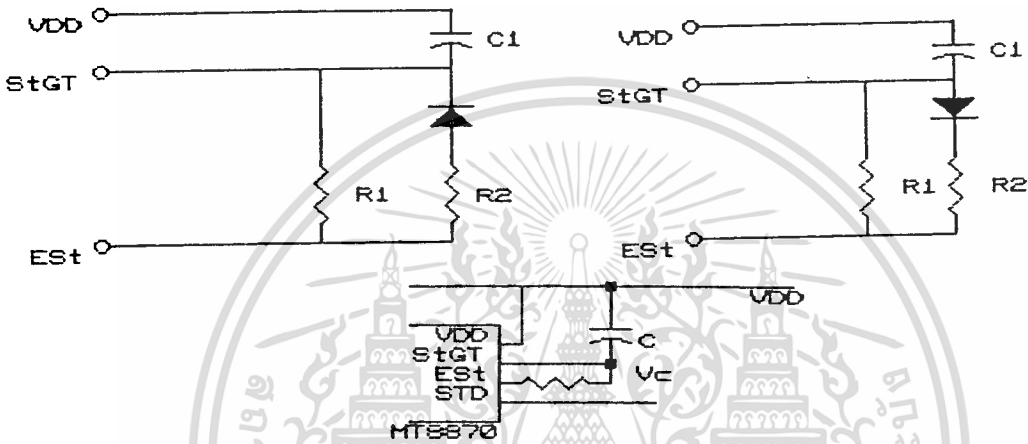
ในช่วงนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตซ์ คาปาซิเตอร์ (Six order switched capacitor band pass filter) ซึ่งแถบความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วงคือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัส ความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (early steering) จะ แอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้นดังตารางในบทที่ 3

ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้องส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดตั้งได้โดยใช้ ความต้านทาน และ คาปาซิเตอร์ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น high นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปเมื่อขา Est เป็น high ทำให้ V_c สูงขึ้นตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดันสูงขึ้นจนถึงระดับเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต



รูปที่ 2 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดการ์ดโทม

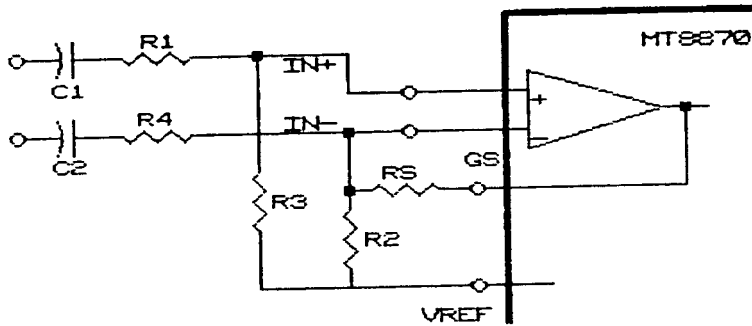
สำหรับคำว่าการ์ดโทม หมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือ การ์ดโทมนั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็ จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและการคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 2

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT 8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเข้าไป จากรูปที่ 3 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุทซึ่งสามารถคำนวณ อัตราขยายความแตกต่างของอินพุทและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

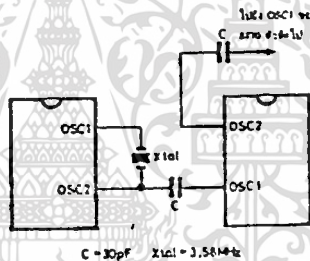
$$\text{อัตราขยาย (} A_v \text{ diff)} = R_s / R_1$$

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

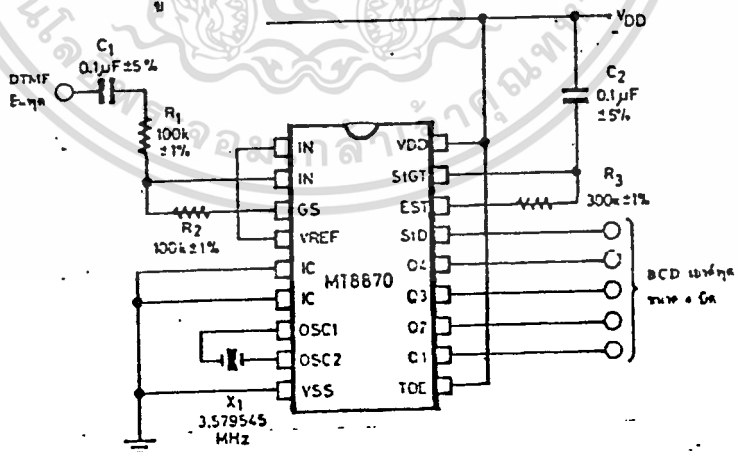


รูปที่ 3 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต
ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายในเพียงแต่ต่อคริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่



รูปที่ 5 แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของไอซี MT 8870

INPUT FILENAME : CORR.WRK
 OUTPUT FILENAME : C.COM

;main program of scan subscriber

```

0000                                ORG 0000H

0000 31 F0 27                        BEGIN:  LD SP,27F0H
0003 97                                SUB A
0004 0E 88                            LD C,88H
0006 06 08                            LD B,08H
0008 ED 79                            INTL:  OUT (C),A
000A 0C                                INC C
000B 10 FB                            DJNZ INTL
000D D3 B0                            OUT (0B0H),A
000F D3 E0                            OUT (0E0H),A
0011 21 00 20                        LD HL,2000H
0014 01 00 06                        LD BC,600H
0017 97                                INTM:  SUB A
0018 77                                LD (HL),A
0019 23                                INC HL
001A 0B                                DEC BC
001B 78                                LD A,B
001C B1                                OR C
001D 20 F8                            JR NZ,INTM
001F 0E 90                            EXT1: LD C,090H
0021 16 A0                            LD D,0A0H
0023 1E B0                            LD E,0B0H
0025 21 00 23                        LD HL,2300H
0028 CD C5 05                        CALL MASTER
002B 0E C0                            EXT2: LD C,0C0H
002D 16 D0                            LD D,0D0H
002F 1E E0                            LD E,0E0H
0031 21 10 23                        LD HL,2310H
0034 CD C5 05                        CALL MASTER
    
```

0037	21 00 20	SUB1:	LD HL,2000H
003A	0E 80		LD C,80H
003C	CD 79 00		CALL HAND
003F	21 10 20	SUB2:	LD HL,2010H
0042	0E 81		LD C,81H
0044	CD 79 00		CALL HAND
0047	21 20 20	SUB3:	LD HL,2020H
004A	0E 82		LD C,82H
004C	CD 79 00		CALL HAND
004F	21 30 20	SUB4:	LD HL,2030H
0052	0E 83		LD C,83H
0054	CD 79 00		CALL HAND
0057	21 40 20	SUB5:	LD HL,2040H
005A	0E 84		LD C,84H
005C	CD 79 00		CALL HAND
005F	21 50 20	SUB6:	LD HL,2050H
0062	0E 85		LD C,85H
0064	CD 79 00		CALL HAND
0067	21 60 20	SUB7:	LD HL,2060H
006A	0E 86		LD C,86H
006C	CD 79 00		CALL HAND
006F	21 70 20	SUB8:	LD HL,2070H
0072	0E 87		LD C,87H
0074	CD 79 00		CALL HAND
0077	18 A6		JR EXT1
;PROGRAM CHECK FOR HAND ON OF INT SUB			
0079	ED 78	HAND:	IN A,(C)
007B	FD 21 10 21		LD IY,2110H
007F	CB 67		BIT 4,A
0081	C2 1B 05		JP NZ,CLEAR
0084	CB 6E		BIT 5,(HL)
0086	20 07		JR NZ,GREA
0088	CB 7F		BIT 7,A
008A	20 03		JR NZ,GREA
008C	CB 77		BIT 6,A
008E	C0		RET NZ
008F	CB 7E	GREAS:	BIT 7,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0091	C0	RET NZ
0092	CB 5E	BIT 3,(HL)
0094	C0	RET NZ
0095	CB 4E	BIT 1,(HL)
0097	C2 05 05	JP NZ,CALLED
009A	CB 56	BIT 2,(HL)
009C	CA A2 00	JP Z,CALLIN
009F	CB CE	SET 1,(HL)
00A1	C9	RET

;PROGRAM FOR CALLING SUBROUTINE

00A2	FD CB 00 7E	CALLIN:	BIT 7,(IY+0)
00A6	28 04	JR Z,TON	
00A8	CB 6E	BIT 5,(HL)	
00AA	28 0D	JR Z,FBUSY	
00AC	ED 40	TON:	IN B,(C)
00AE	CD C9 00	CALL POUT	
00B1	CB 78	BIT 7,B	
00B3	C2 CE 00	JP NZ, TONE	
00B6	C3 54 01	JP PULSE	
00B9	CD C9 00	FBUSY:	CALL POUT
00BC	3E 02	LD A,02H	
00BE	ED 79	OUT (C),A	
00C0	CB FE	SET 7,(HL)	
00C2	CB B6	RES 6,(HL)	
00C4	CB AE	RES 5,(HL)	
00C6	CB 8E	RES 1,(HL)	
00C8	C9	RET	
00C9	3E 08	POUT:	LD A,08H
00CB	81	ADD A,C	
00CC	4F	LD C,A	
00CD	C9	RET	
00CE	3A C0 20	TONE:	LD A,(20C0H)
00D1	FE 00	CP 00H	
00D3	28 04	JR Z,SEDI	
00D5	3E C0	LD A,0C0H	
00D7	18 0C	JR DIAT	
00D9	3E C4	SEDI:	LD A,0C4H
00DB	ED 79	OUT (C),A	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

00DD	FD CB 00 FE		SET 7,(IY+0)
00E1	CB EE		SET 5,(HL)
00E3	18 02		JR COO
00E5	ED 79	DIAT:	OUT (C),A
00E7	CD 4E 01	COO:	CALL POIN
00EA	CB 76		BIT 6,(HL)
00EC	20 05		JR NZ,ALRE
00EE	11 00 0A		LD DE,0A00H
00F1	18 04		JR DELAYT
00F3	ED 5B 20 21	ALRE:	LD DE,(2120H)
00F7	06 F0	DELAYT:	LD B,0FOH
00F9	ED 78	DET:	IN A,(C)
00FB	CB 6F		BIT 5,A
00FD	20 17		JR NZ,DECODE
00FF	10 F8		DJNZ DET
0101	1B	SPO:	DEC DE
0102	CB F6		SET 6,(HL)
0104	ED 53 20 21		LD (2120H),DE
0108	7B		LD A,E
0109	B2		OR D
010A	C0		RET NZ
010B	FD CB 00 BE		RES 7,(IY+0)
010F	97		SUB A
0110	32 C0 20		LD (20C0H),A
0113	C3 B9 00		JP FBUSY
0116	ED 78	DECODE:	IN A,(C)
0118	CB 6F		BIT 5,A
011A	20 FA		JR NZ,DECODE
011C	ED 78	LOK:	IN A,(C)
011E	00		NOP
011F	00		NOP
0120	E6 0F		AND 0FH
0122	5F		LD E,A
0123	3A C0 20		LD A,(20C0H)
0126	3C		INC A
0127	32 C0 20		LD (20C0H),A
012A	FE 02		CP 02H
012C	20 07		JR NZ,TWO
012E	97		SUB A
012F	32 C0 20		LD (20C0H),A
0132	C3 A6 01		JP CHKNU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0135	CD C9 00	TWO:	CALL POUT
0138	3E 04		LD A,04H
013A	ED 79		OUT (C),A
013C	7B		LD A,E
013D	FE 00		CP 00H
013F	CA 18 0B		JP Z,EXTL
0142	FE 09		CP 09H
0144	CA B9 00		JP Z,FBUSY
0147	06 06		LD B,06H
0149	23	MEM:	INC HL
014A	10 FD		DJNZ MEM
014C	77		LD (HL),A
014D	C9		RET
014E	06 08	POIN:	LD B,08H
0150	0D	IN:	DEC C
0151	10 FD		DJNZ IN
0153	C9		RET
0154	CB 76	PULSE:	BIT 6,(HL)
0156	20 0B		JR NZ,PUL
0158	CD 4E 01		CALL POIN
015B	ED 78		IN A,(C)
015D	CB 77		BIT 6,A
015F	C0		RET NZ
0160	CD C9 00		CALL POUT
0163	3A C0 20	PUL:	LD A,(20C0H)
0166	FE 00		CP 00H
0168	28 04		JR Z,SEPU
016A	3E 40		LD A,040H
016C	18 0C		JR PU
016E	3E 44	SEPU:	LD A,044H
0170	ED 79		OUT (C),A
0172	FD CB 00 FE		SET 7,(IY+0)
0176	CB EE		SET 5,(HL)
0178	18 02		JR POO
017A	ED 79	PU:	OUT (C),A
017C	CD 4E 01	POO:	CALL POIN
017F	CB 76		BIT 6,(HL)
0181	20 05		JR NZ,DOP
0183	11 00 0A		LD DE,0A00H
0186	18 04		JR DELAYP
0188	ED 5B 20 21	DOP:	LD DE,(2120H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

018C	06 F0	DELAYP:	LD B,0FOH
018E	ED 78	DEP:	IN A,(C)
0190	CB 77		BIT 6,A
0192	20 05		JR NZ,COUNT
0194	10 F8		DJNZ DEP
0196	C3 01 01		JP SPO
0199	ED 78	COUNT:	IN A,(C)
019B	00		NOP
019C	00		NOP
019D	00		NOP
019E	CB 77		BIT 6,A
01A0	20 F7		JR NZ,COUNT
01A2	00		NOP
01A3	C3 1C 01		JP LOK
;PROGRAM FOR CHECK NUMBER AND TIMER COUNTER			
01A6	FD CB 00 BE	CHKNU:	RES 7,(IY+0)
01AA	CB AE		RES 5,(HL)
01AC	CB B6		RES 6,(HL)
01AE	51		LD D,C
01AF	06 06		LD B,06H
01B1	23	DU:	INC HL
01B2	10 FD		DJNZ DU
01B4	CB 26		SLA (HL)
01B6	CB 26		SLA (HL)
01B8	CB 26		SLA (HL)
01BA	CB 26		SLA (HL)
01BC	7E		LD A,(HL)
01BD	B3		OR E
01BE	06 06		LD B,06H
01C0	2B	DA:	DEC HL
01C1	10 FD		DJNZ DA
01C3	FE 71		CP 71H
01C5	28 1F		JR Z,TEL1
01C7	FE 72		CP 72H
01C9	28 23		JR Z,TEL2
01CB	FE 73		CP 73H
01CD	28 27		JR Z,TEL3
01CF	FE 74		CP 74H
01D1	28 2B		JR Z,TEL4
01D3	FE 75		CP 75H
01D5	28 2F		JR Z,TEL5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

01D7	FE 76		CP 76H
01D9	28 33		JR Z,TEL6
01DB	FE 77		CP 77H
01DD	28 37		JR Z,TEL7
01DF	FE 78		CP 78H
01E1	28 3B		JR Z,TEL8
01E3	C3 B9 00		JP FBUSY
01E6	OE 80	TEL1:	LD C,80H
01E8	DD 21 00 20		LD IX,2000H
01EC	18 38		JR CRING
01EE	OE 81	TEL2:	LD C,81H
01F0	DD 21 10 20		LD IX,2010H
01F4	18 30		JR CRING
01F6	OE 82	TEL3:	LD C,82H
01F8	DD 21 20 20		LD IX,2020H
01FC	18 28		JR CRING
01FE	OE 83	TEL4:	LD C,83H
0200	DD 21 30 20		LD IX,2030H
0204	18 20		JR CRING
0206	OE 84	TEL5:	LD C,84H
0208	DD 21 40 20		LD IX,2040H
020C	18 18		JR CRING
020E	OE 85	TEL6:	LD C,85H
0210	DD 21 50 20		LD IX,2050H
0214	18 10		JR CRING
0216	OE 86	TEL7:	LD C,86H
0218	DD 21 60 20		LD IX,2060H
021C	18 08		JR CRING
021E	OE 87	TEL8:	LD C,87H
0220	DD 21 70 20		LD IX,2070H
0224	18 00		JR CRING
0226	ED 78	CRING:	IN A,(C)
0228	CB 67		BIT 4,A
022A	CA 01 05		JP Z,SB
022D	CD 6B 02		CALL SRF
0230	23		INC HL
0231	23		INC HL
0232	23		INC HL
0233	71		LD (HL),C
0234	23		INC HL
0235	DD 22 35 21		LD (2135H),IX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0239	3A 35 21		LD A, (2135H)
023C	77		LD (HL),A
023D	23		INC HL
023E	3A 36 21		LD A, (2136H)
0241	77		LD (HL),A
0242	2B		DEC HL
0243	2B		DEC HL
0244	2B		DEC HL
0245	2B		DEC HL
0246	2B		DEC HL
0247	4B		LD C,E
0248	FD 21 30 21	ORE:	LD IY,2130H
024C	FD CB 00 7E		BIT 7, (IY+0)
0250	CA 8E 02		JP Z,TIMER1
0253	FD CB 01 7E		BIT 7, (IY+1)
0257	CA 07 03		JP Z,TIMER2
025A	FD CB 02 7E		BIT 7, (IY+2)
025E	CA 7C 03		JP Z,TIMER3
0261	FD CB 03 7E		BIT 7, (IY+3)
0265	CA F1 03		JP Z,TIMER4
0268	C3 B9 00		JP FBUSY
026B	59	SRF:	LD E,C
026C	4A		LD C,D
026D	DD CB 00 56		BIT 2, (IX+0)
0271	C2 B9 00		JP NZ,FBUSY
0274	CB DE		SET 3, (HL)
0276	CD C9 00		CALL POUT
0279	3E 01		LD A,01H
027B	ED 79		OUT (C),A
027D	ED 43 3A 21		LD (213AH),BC
0281	4B		LD C,E
0282	DD CB 00 D6		SET 2, (IX+0)
0286	CD C9 00		CALL POUT
0289	3E 20		LD A,20H
028B	ED 79		OUT (C),A
028D	C9		RET
028E	FD CB 00 FE	TIMER1:	SET 7, (IY+0)
0292	DD 22 40 21		LD (2140H),IX
0296	ED 5B 3A 21		LD DE, (213AH)
029A	ED 53 C0 21		LD (21C0H),DE
029E	22 00 22		LD (2200H),HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

02A1	DD 2A 40 21	STE1:	LD IX,(2140H)
02A5	DD CB 01 7E		BIT 7,(IX+1)
02A9	20 05		JR NZ,DEL1
02AB	11 00 20		LD DE,2000H
02AE	18 04		JR RDELA
02B0	ED 5B 80 21	DEL1:	LD DE,(2180H)
02B4	06 F0	RDELA:	LD B,0F0H
02B6	ED 78	RDELB:	IN A,(C)
02B8	CB 67		BIT 4,A
02BA	28 27		JR Z,HA1
02BC	10 F8		DJNZ RDELB
02BE	1B		DEC DE
02BF	DD CB 01 FE		SET 7,(IX+1)
02C3	ED 53 80 21		LD (2180H),DE
02C7	7B		LD A,E
02C8	B2		OR D
02C9	C0		RET NZ
02CA	CD F8 02		CALL LOB1
02CD	CD C9 00		CALL POUT
02D0	97		SUB A
02D1	ED 79		OUT (C),A
02D3	ED 4B C0 21		LD BC,(21C0H)
02D7	3E 02		LD A,02H
02D9	ED 79		OUT (C),A
02DB	2A 00 22		LD HL,(2200H)
02DE	CB FE		SET 7,(HL)
02E0	CB 9E		RES 3,(HL)
02E2	C9		RET
02E3	2A 40 21	HA1:	LD HL,(2140H)
02E6	CD F8 02		CALL LOB1
02E9	DD 2A 00 22		LD IX,(2200H)
02ED	ED 5B C0 21		LD DE,(21C0H)
02F1	DD CB 00 9E	PAI:	RES 3,(IX+0)
02F5	C3 67 04		JP PATH1
02F8	CB 96	LOB1:	RES 2,(HL)
02FA	23		INC HL
02FB	CB BE		RES 7,(HL)
02FD	2B		DEC HL
02FE	FD 21 30 21		LD IY,2130H
0302	FD CB 00 BE		RES 7,(IY+0)
0306	C9		RET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0307	FD CB 01 FE	TIMER2:	SET 7, (IY+1)
030B	DD 22 50 21		LD (2150H), IX
030F	ED 5B 3A 21		LD DE, (213AH)
0313	ED 53 D0 21		LD (21D0H), DE
0317	22 10 22		LD (2210H), HL
031A	DD 2A 50 21	STE2:	LD IX, (2150H)
031E	DD CB 01 76		BIT 6, (IX+1)
0322	20 05		JR NZ, DEL2
0324	11 00 20		LD DE, 2000H
0327	18 04		JR RDEL2
0329	ED 5B 90 21	DEL2:	LD DE, (2190H)
032D	06 F0	RDEL2:	LD B, 0F0H
032F	ED 78	RDELD:	IN A, (C)
0331	CB 67		BIT 4, A
0333	28 27		JR Z, HA2
0335	10 F8		DJNZ RDELD
0337	1B		DEC DE
0338	DD CB 01 F6		SET 6, (IX+1)
033C	ED 53 90 21		LD (2190H), DE
0340	7B		LD A, E
0341	B2		OR D
0342	C0		RET NZ
0343	CD 6D 03		CALL LOB2
0346	CD C9 00		CALL POUT
0349	97		SUB A
034A	ED 79		OUT (C), A
034C	ED 4B D0 21		LD BC, (21D0H)
0350	3E 02		LD A, 02H
0352	ED 79		OUT (C), A
0354	2A 10 22		LD HL, (2210H)
0357	CB FE		SET 7, (HL)
0359	CB 9E		RES 3, (HL)
035B	C9		RET
035C	2A 50 21	HA2:	LD HL, (2150H)
035F	CD 6D 03		CALL LOB2
0362	DD 2A 10 22		LD IX, (2210H)
0366	ED 5B 00 21		LD DE, (2100H)
036A	C3 F1 02		JP PAI
036D	CB 96	LOB2:	RES 2, (HL)
036F	23		INC HL
0370	CB B6		RES 6, (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0372	2B		DEC HL
0373	FD 21 30 21		LD IY,2130H
0377	FD CB 01 BE		RES 7,(IY+1)
037B	C9		RET
037C	FD CB 02 FE	TIMER3:	SET 7,(IY+2)
0380	DD 22 60 21		LD (2160H),IX
0384	ED 5B 3A 21		LD DE,(213AH)
0388	ED 53 E0 21		LD (21E0H),DE
038C	22 20 22		LD (2220H),HL
038F	DD 2A 60 21	STE3:	LD IX,(2160H)
0393	DD CB 01 6E		BIT 5,(IX+1)
0397	20 05		JR NZ,DEL3
0399	11 00 20		LD DE,2000H
039C	18 04		JR RDELE
039E	ED 5B A0 21	DEL3:	LD DE,(21A0H)
03A2	06 F0	RDELE:	LD B,0F0H
03A4	ED 78	RDEL3:	IN A,(C)
03A6	CB 67		BIT 4,A
03A8	28 27		JR Z,HA3
03AA	10 F8		DJNZ RDEL3
03AC	1B		DEC DE
03AD	DD CB 01 EE		SET 5,(IX+1)
03B1	ED 53 A0 21		LD (21A0H),DE
03B5	7B		LD A,E
03B6	B2		OR D
03B7	C0		RET NZ
03B8	CD E2 03		CALL LOB3
03BB	CD C9 00		CALL POUT
03BE	97		SUB A
03BF	ED 79		OUT (C),A
03C1	ED 4B E0 21		LD BC,(21E0H)
03C5	3E 02		LD A,02H
03C7	ED 79		OUT (C),A
03C9	2A 20 22		LD HL,(2220H)
03CC	CB FE		SET 7,(HL)
03CE	CB 9E		RES 3,(HL)
03D0	C9		RET
03D1	2A 60 21	HA3:	LD HL,(2160H)
03D4	CD E2 03		CALL LOB3
03D7	DD 2A 20 22		LD IX,(2220H)
03DB	ED 5B E0 21		LD DE,(21E0H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

03DF	C3 F1 02		JP PAI
03E2	CB 96	LOB3:	RES 2, (HL)
03E4	23		INC HL
03E5	CB AE		RES 5, (HL)
03E7	2B		DEC HL
03E8	FD 21 30 21		LD IY, 2130H
03EC	FD CB 02 BE		RES 7, (IY+2)
03F0	C9		RET
03F1	FD CB 03 FE	TIMER4:	SET 7, (IY+3)
03F5	DD 22 70 21		LD (2170H), IX
03F9	ED 5B 3A 21		LD DE, (213AH)
03FD	ED 53 F0 21		LD (21F0H), DE
0401	22 30 22		LD (2230H), HL
0404	DD 2A 70 21	STE4:	LD IX, (2170H)
0408	DD CB 01 66		BIT 4, (IX+1)
040C	20 05		JR NZ, DEL4
040E	11 00 20		LD DE, 2000H
0411	18 04		JR RDELG
0413	ED 5B B0 21	DEL4:	LD DE, (21B0H)
0417	06 F0	RDELG:	LD B, 0F0H
0419	ED 78	RDELH:	IN A, (C)
041B	CB 67		BIT 4, A
041D	CA 47 04		JP Z, HA4
0420	10 F7		DJNZ RDELH
0422	1B		DEC DE
0423	DD CB 01 E6		SET 4, (IX+1)
0427	ED 53 B0 21		LD (21B0H), DE
042B	7B		LD A, E
042C	B2		OR D
042D	C0		RET NZ
042E	CD 58 04		CALL LOB4
0431	CD C9 00		CALL POUT
0434	97		SUB A
0435	ED 79		OUT (C), A
0437	ED 4B F0 21		LD BC, (21F0H)
043B	3E 02		LD A, 02H
043D	ED 79		OUT (C), A
043F	2A 30 22		LD HL, (2230H)
0442	CB FE		SET 7, (HL)
0444	CB 9E		RES 3, (HL)
0446	C9		RET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

04AF	11 00 30		LD DE,3000H
04B2	1B	KOI:	DEC DE
04B3	7B		LD A,E
04B4	B2		OR D
04B5	20 FB		JR NZ,KOI
04B7	C9		RET
04B8	FD CB 01 7E	PATH2:	BIT 7,(IY+1)
04BC	20 30		JR NZ,GBUSY
04BE	3E 10		LD A,10H
04C0	ED 79		OUT (C),A
04C2	36 83		LD (HL),83H
04C4	FD 71 08		LD (IY+8),C
04C7	FD 75 09		LD (IY+9),L
04CA	FD 74 0A		LD (IY+0AH),H
04CD	23		INC HL
04CE	23		INC HL
04CF	CB F6		SET 6,(HL)
04D1	4B		LD C,E
04D2	FD 71 0B		LD (IY+0BH),C
04D5	DD 22 F0 20		LD (20F0H),IX
04D9	3A F0 20		LD A,(20F0H)
04DC	FD 77 0C		LD (IY+0CH),A
04DF	3A F1 20		LD A,(20F1H)
04E2	FD 77 0D		LD (IY+0DH),A
04E5	FD CB 01 FE		SET 7,(IY+1)
04E9	3E 10		LD A,10H
04EB	C3 A5 04		JP SIK
04EE	3E 02	GBUSY:	LD A,02H
04F0	ED 79		OUT (C),A
04F2	CB FE		SET 7,(HL)
04F4	4B		LD C,E
04F5	ED 79		OUT (C),A
04F7	DD CB 00 FE		SET 7,(IX+0)
04FB	11 00 30		LD DE,3000H
04FE	C3 B2 04		JP KOI
0501	4A	SB:	LD C,D
0502	C3 B9 00		JP FBUSY
0505	23	CALLED:	INC HL
0506	CB 7E		BIT 7,(HL)
0508	C3 E3 02		JP HA1
050B	CB 76		BIT 6,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

050D	C3 5C 03		JP HA2
0510	CB 6E		BIT 5, (HL)
0512	C3 D1 03		JP HA3
0515	CB 66		BIT 4, (HL)
0517	C3 47 04		JP HA4
051A	C9		RET
051B	CB 66	CLEAR:	BIT 4, (HL)
051D	C2 6B 0A		JP NZ, EXCLR
0520	CB 56		BIT 2, (HL)
0522	28 23		JR Z, CLR
0524	23		INC HL
0525	CB 7E		BIT 7, (HL)
0527	20 0D		JR NZ, JA1
0529	CB 76		BIT 6, (HL)
052B	20 0D		JR NZ, JA2
052D	CB 6E		BIT 5, (HL)
052F	20 0D		JR NZ, JA3
0531	CB 66		BIT 4, (HL)
0533	20 0D		JR NZ, JA4
0535	C9		RET
0536	2B	JA1:	DEC HL
0537	C3 A1 02		JP STE1
053A	2B	JA2:	DEC HL
053B	C3 1A 03		JP STE2
053E	2B	JA3:	DEC HL
053F	C3 8F 03		JP STE3
0542	2B	JA4:	DEC HL
0543	C3 04 04		JP STE4
0546	00		NOP
0547	CB 5E	CLR:	BIT 3, (HL)
0549	28 34		JR Z, CLTA
054B	CD C9 00		CALL POUT
054E	97		SUB A
054F	ED 79		OUT (C), A
0551	77		LD (HL), A
0552	23		INC HL
0553	23		INC HL
0554	23		INC HL
0555	4E		LD C, (HL)
0556	ED 79		OUT (C), A
0558	23		INC HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0559	7E		LD A, (HL)
055A	23		INC HL
055B	66		LD H, (HL)
055C	6F		LD L, A
055D	23		INC HL
055E	CB	7E	BIT 7, (HL)
0560	20	0D	JR NZ, CRIB1
0562	CB	76	BIT 6, (HL)
0564	20	0D	JR NZ, CRIB2
0566	CB	6E	BIT 5, (HL)
0568	20	0D	JR NZ, CRIB3
056A	CB	66	BIT 4, (HL)
056C	20	0D	JR NZ, CRIB4
056E	C9		RET
056F	2B		CRIB1: DEC HL
0570	C3	F8 02	JP LOB1
0573	2B		CRIB2: DEC HL
0574	C3	6D 03	JP LOB2
0577	2B		CRIB3: DEC HL
0578	C3	E2 03	JP LOB3
057B	2B		CRIB4: DEC HL
057C	C3	58 04	JP LOB4
057F	CB	46	CLTA: BIT 0, (HL)
0581	28	2D	JR Z, CLUS
0583	CB	4E	BIT 1, (HL)
0585	C0		RET NZ
0586	CD	C9 00	CALL POUT
0589	97		SUB A
058A	ED	79	OUT (C), A
058C	77		LD (HL), A
058D	FD	21 00 21	LD IY, 2100H
0591	CB	7E	BIT 7, (HL)
0593	20	06	JR NZ, CPAT1
0595	FD	CB 01 BE	RES 7, (IY+1)
0599	18	04	JR OCT
059B	FD	CB 00 BE	CPAT1: RES 7, (IY+0)
059F	77		OCT: LD (HL), A
05A0	23		INC HL
05A1	4E		LD C, (HL)
05A2	ED	79	OUT (C), A
05A4	23		INC HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

05A5	7E		LD A,(HL)
05A6	23		INC HL
05A7	66		LD H,(HL)
05A8	6F		LD L,A
05A9	97		SUB A
05AA	CB 86		RES 0,(HL)
05AC	23		INC HL
05AD	23		INC HL
05AE	77		LD (HL),A
05AF	C9		RET
05B0	CB 6E	CLUS:	BIT 5,(HL)
05B2	20 03		JR NZ,CTF
05B4	97		SUB A
05B5	77		LD (HL),A
05B6	C9		RET
05B7	CD C9 00	CTF:	CALL POUT
05BA	97		SUB A
05BB	ED 79		OUT (C),A
05BD	32 C0 20		LD (20C0H),A
05C0	77		LD (HL),A
05C1	FD 77 00		LD (IY+0),A
05C4	C9		RET
05C5	23	MASTER:	INC HL
05C6	CB 6E		BIT 5,(HL)
05C8	20 4F		JR NZ,PHOLD
05CA	2B		DEC HL
05CB	ED 78		IN A,(C)
05CD	CB 67		BIT 4,A
05CF	C0		RET NZ
05D0	23		INC HL
05D1	CB 66		BIT 4,(HL)
05D3	20 18		JR NZ,ADE
05D5	ED 53 00 24		LD (2400H),DE
05D9	06 A0		LD B,0A0H
05DB	11 00 03	LO:	LD DE,0300H
05DE	1B	RO:	DEC DE
05DF	7B		LD A,E
05E0	B2		OR D
05E1	20 FB		JR NZ,RO
05E3	10 F6		DJNZ LO
05E5	CB E6		SET 4,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

05E7	2B		DEC HL
05E8	11 00 02		LD DE,0200H
05EB	18 05		JR NOM
05ED	2B	ADE:	DEC HL
05EE	ED 5B 37 21		LD DE,(2137H)
05F2	06 F0	NOM:	LD B,0F0H
05F4	ED 78	KUM:	IN A,(C)
05F6	CB 67		BIT 4,A
05F8	28 0E		JR Z,HOLD
05FA	10 F8		DJNZ KUM
05FC	1B		DEC DE
05FD	ED 53 37 21		LD (2137H),DE
0601	7B		LD A,E
0602	B2		OR D
0603	C0		RET NZ
0604	23		INC HL
0605	CB A6		RES 4,(HL)
0607	C9		RET
0608	23	HOLD:	INC HL
0609	CB EE		SET 5,(HL)
060B	2B		DEC HL
060C	ED 5B 00 24		LD DE,(2400H)
0610	79		LD A,C
0611	32 02 24		LD (2402H),A
0614	4B		LD C,E
0615	3E 80		LD A,80H
0617	ED 79		OUT (C),A
0619	CB 5E	PHOLD:	BIT 3,(HL)
061B	20 03		JR NZ,EKRB
061D	C3 53 06		JP EKPA
0620	23	EKRB:	INC HL
0621	CB 7E		BIT 7,(HL)
0623	C2 69 08		JP NZ,GOC
0626	CB 76		BIT 6,(HL)
0628	C2 C0 08		JP NZ,GOD
062B	C1		POP BC
062C	79		LD A,C
062D	FE 80		CP 80H
062F	CA 64 09		JP Z,CUTEL1
0632	FE 81		CP 81H
0634	CA 76 09		JP Z,CUTEL2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0637	FE 82		CP 82H
0639	CA 88 09		JP Z,CUTEL3
063C	FE 83		CP 83H
063E	CA 9A 09		JP Z,CUTEL4
0641	FE 84		CP 84H
0643	CA AC 09		JP Z,CUTEL5
0646	FE 85		CP 85H
0648	CA BE 09		JP Z,CUTEL6
064B	FE 86		CP 86H
064D	CA D0 09		JP Z,CUTEL7
0650	C3 E2 09		JP CUTEL8
0653	FD 21 00 21	EKPA:	LD IY,2100H
0657	FD CB 00 7E		BIT 7,(IY+0)
065B	CA ED 06		JP Z,RSER1
065E	FD CB 01 7E		BIT 7,(IY+1)
0662	CA FE 06		JP Z,RSER2
0665	FD CB 00 6E		BIT 5,(IY+0)
0669	20 40		JR NZ,PB2
066B	FD 4E 02		LD C,(IY+2)
066E	FD 6E 03		LD L,(IY+3)
0671	FD 66 04		LD H,(IY+4)
0674	3E 0C		LD A,0CH
0676	ED 79		OUT (C),A
0678	CD 4E 01		CALL POIN
067B	CB 6E		BIT 5,(HL)
067D	20 05		JR NZ,EXN1
067F	11 00 03		LD DE,0300H
0682	18 04		JR EXAD1
0684	ED 5B 06 24	EXN1:	LD DE,(2406H)
0688	06 F0	EXAD1:	LD B,0FOH
068A	ED 78	EXDE1:	IN A,(C)
068C	CB 67		BIT 4,A
068E	20 0C		JR NZ,CLOSE1
0690	10 F8		DJNZ EXDE1
0692	1B		DEC DE
0693	CB EE		SET 5,(HL)
0695	ED 53 06 24		LD (2406H),DE
0699	7B		LD A,E
069A	B2		OR D
069B	C0		RET NZ
069C	CD C9 00	CLOSE1:	CALL POUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

069F	3E 02		LD A,02H
06A1	FD 4E 05		LD C,(IY+5)
06A4	ED 79		OUT (C),A
06A6	FD CB 00 BE		RES 7,(IY+0)
06AA	C9		RET
06AB	FD 4E 08	PB2:	LD C,(IY+8)
06AE	FD 6E 09		LD L,(IY+9)
06B1	FD 66 0A		LD H,(IY+0AH)
06B4	3E 14		LD A,14H
06B6	ED 79		OUT (C),A
06B8	CD 4E 01		CALL POIN
06BB	CB 6E		BIT 5,(HL)
06BD	20 05		JR NZ,EXN2
06BF	11 00 03		LD DE,0300H
06C2	18 04		JR EXAD2
06C4	ED 5B 08 24	EXN2:	LD DE,(2408H)
06C8	06 F0	EXAD2:	LD B,0F0H
06CA	ED 78	EXDE2:	IN A,(C)
06CC	CB 67		BIT 4,A
06CE	20 0C		JR NZ,CLOSE2
06D0	10 F8		DJNZ EXDE2
06D2	1B		DEC DE
06D3	CB EE		SET 5,(HL)
06D5	ED 53 80 24		LD (2480H),DE
06D9	7B		LD A,E
06DA	B2		OR D
06DB	C0		RET NZ
06DC	CD C9 00	CLOSE2:	CALL POUT
06DF	3E 02		LD A,02H
06E1	ED 79		OUT (C),A
06E3	FD 4E 0B		LD C,(IY+0BH)
06E6	ED 79		OUT (C),A
06E8	FD CB 01 BE		RES 7,(IY+1)
06EC	C9		RET
06ED	FD CB 00 FE	RSER1:	SET 7,(IY+0)
06F1	FD CB 00 EE		SET 5,(IY+0)
06F5	23		INC HL
06F6	23		INC HL
06F7	CB EE		SET 5,(HL)
06F9	2B		DEC HL
06FA	2B		DEC HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

06FB	C3 0C 07		JP EXDIAL
06FE	FD CB 01 FE	RSER2:	SET 7, (IY+1)
0702	FD CB 01 EE		SET 5, (IY+1)
0706	23		INC HL
0707	23		INC HL
0708	CB E6		SET 4, (HL)
070A	2B		DEC HL
070B	2B		DEC HL
070C	FD 21 10 21	EXDIAL:	LD IY, 2110H
0710	FD CB 00 7E		BIT 7, (IY+0)
0714	C2 28 07		JP NZ, ZE
0717	3A C0 22	VOK:	LD A, (22C0H)
071A	FE 00		CP 00H
071C	20 12		JR NZ, LEW
071E	FD CB 00 FE		SET 7, (IY+0)
0722	CB EE		SET 5, (HL)
0724	3E C4		LD A, 0C4H
0726	18 0A		JR SONG
0728	CB 6E	ZE:	BIT 5, (HL)
072A	20 EB		JR NZ, VOK
072C	23		INC HL
072D	C3 64 09		JP CUTEL1
0730	3E C0	LEW:	LD A, 0C0H
0732	ED 79	SONG:	OUT (C), A
0734	CB 76		BIT 6, (HL)
0736	20 05		JR NZ, TICK
0738	11 00 03		LD DE, 0300H
073B	18 04		JR QE
073D	ED 5B 08 24	TICK:	LD DE, (2408H)
0741	06 E0	QE:	LD B, 0E0H
0743	3A 02 24	VOI:	LD A, (2402H)
0746	4F		LD C, A
0747	ED 78		IN A, (C)
0749	CB 6F		BIT 5, A
074B	20 22		JR NZ, EXDEC
074D	3A 01 24		LD A, (2401H)
0750	4F		LD C, A
0751	ED 78		IN A, (C)
0753	CB 77		BIT 6, A
0755	23		INC HL
0756	C3 64 09		JP CUTEL1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0759	10 E8		DJNZ VOI
075B	1B		DEC DE
075C	ED 53 08 24		LD (2408H),DE
0760	7B		LD A,E
0761	B2		OR D
0762	C0		RET NZ
0763	FD CB 00 BE		RES 7,(IY+0)
0767	CB AE		RES 5,(HL)
0769	CB B6		RES 6,(HL)
076B	23		INC HL
076C	C3 64 09		JP CUTEL1
076F	ED 78	EXDEC:	IN A,(C)
0771	CB 6F		BIT 5,A
0773	20 FA		JR NZ,EXDEC
0775	ED 78		IN A,(C)
0777	E6 0F		AND 0FH
0779	5F		LD E,A
077A	3A C0 22		LD A,(22C0H)
077D	3C		INC A
077E	FE 02		CP 02H
0780	20 06		JR NZ,BUE
0782	97		SUB A
0783	32 C0 22		LD (22C0H),A
0786	18 0F		JR EXNUM
0788	3A 00 24	BUE:	LD A,(2400H)
078B	4F		LD C,A
078C	3E 84		LD A,084H
078E	ED 79		OUT (C),A
0790	06 06		LD B,06H
0792	23	MUM:	INC HL
0793	10 FD		DJNZ MUM
0795	73		LD (HL),E
0796	C9		RET
0797	FD CB 00 BE	EXNUM:	RES 7,(IY+0)
079B	CB AE		RES 5,(HL)
079D	CB B6		RES 6,(HL)
079F	51		LD D,C
07A0	06 06		LD B,06H
07A2	23	OVA:	INC HL
07A3	10 FD		DJNZ OVA
07A5	CB 26		SLA (HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

07A7	CB 26		SLA (HL)
07A9	CB 26		SLA (HL)
07AB	CB 26		SLA (HL)
07AD	7E		LD A, (HL)
07AE	B3		OR E
07AF	06 06		LD B, 06H
07B1	2B	OVB:	DEC HL
07B2	10 FD		DJNZ OVB
07B4	FE 71		CP 71H
07B6	28 20		JR Z, EXTEL1
07B8	FE 72		CP 72H
07BA	28 24		JR Z, EXTEL2
07BC	FE 73		CP 73H
07BE	28 28		JR Z, EXTEL3
07C0	FE 74		CP 74H
07C2	28 2C		JR Z, EXTEL4
07C4	FE 75		CP 75H
07C6	28 30		JR Z, EXTEL5
07C8	FE 76		CP 76H
07CA	28 34		JR Z, EXTEL6
07CC	FE 77		CP 77H
07CE	28 38		JR Z, EXTEL7
07D0	FE 78		CP 78H
07D2	28 3C		JR Z, EXTEL8
07D4	23		INC HL
07D5	C3 64 09		JP CUTEL1
07D8	0E 80	EXTEL1:	LD C, 80H
07DA	DD 2A 00 20		LD IX, (2000H)
07DE	18 36		JR EXRING
07E0	0E 81	EXTEL2:	LD C, 81H
07E2	DD 2A 10 20		LD IX, (2010H)
07E6	18 2E		JR EXRING
07E8	0E 82	EXTEL3:	LD C, 82H
07EA	DD 2A 20 20		LD IX, (2020H)
07EE	18 26		JR EXRING
07F0	0E 83	EXTEL4:	LD C, 83H
07F2	DD 2A 30 20		LD IX, (2030H)
07F6	18 1E		JR EXRING
07F8	0E 84	EXTEL5:	LD C, 84H
07FA	DD 2A 40 20		LD IX, (2040H)
07FE	18 16		JR EXRING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0800	0E 85	EXTEL6:	LD C,85H
0802	DD 2A 50 20		LD IX,(2050H)
0806	18 0E		JR EXRING
0808	0E 86	EXTEL7:	LD C,86H
080A	DD 2A 60 20		LD IX,(2060H)
080E	18 06		JR EXRING
0810	0E 87	EXTEL8:	LD C,87H
0812	DD 2A 70 20		LD IX,(2070H)
0816	59	EXRING:	LD E,C
0817	ED 78		IN A,(C)
0819	CB 67		BIT 4,A
081B	CA A1 08		JP Z,PCUT
081E	DD CB 00 56		BIT 2,(IX+0)
0822	C2 A1 08		JP NZ,PCUT
0825	CB DE	OHNO:	SET 3,(HL)
0827	3A 00 24		LD A,(2400H)
082A	4F		LD C,A
082B	3E 81		LD A,81H
082D	ED 79		OUT (C),A
082F	DD CB 00 D6		SET 2,(IX+0)
0833	4B		LD C,E
0834	CD C9 00		CALL POUT
0837	3E 20		LD A,20H
0839	ED 79		OUT (C),A
083B	23		INC HL
083C	23		INC HL
083D	23		INC HL
083E	71		LD (HL),C
083F	23		INC HL
0840	DD 22 35 21		LD (2135H),IX
0844	3A 35 21		LD A,(2135H)
0847	77		LD (HL),A
0848	23		INC HL
0849	3A 36 21		LD A,(2136H)
084C	77		LD (HL),A
084D	2B		DEC HL
084E	2B		DEC HL
084F	2B		DEC HL
0850	2B		DEC HL
0851	2B		DEC HL
0852	FD 21 30 24		LD IY,2430H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0856	FD CB 00 7E		BIT 7,(IY+0)
085A	28 02		JR Z,ESSO1
085C	18 57		JR ESSO2
085E	FD CB 00 FE	ESSO1:	SET 7,(IY+0)
0862	DD 22 40 23		LD (2340H),IX
0866	22 00 25		LD (2500H),HL
0869	DD 2A 00 25	GOC:	LD IX,(2500H)
086D	DD CB 01 7E		BIT 7,(IX+1)
0871	20 05		JR NZ,EXDEL1
0873	11 00 20		LD DE,2000H
0876	18 04		JR EXTRA
0878	ED 5B 80 24	EXDEL1:	LD DE,(2480H)
087C	06 F0	EXRA:	LD B,0FOH
087E	ED 78	EXRB:	IN A,(C)
0880	CB 67		BIT 4,A
0882	28 21		JR Z,BUS1
0884	10 F8		DJNZ EXRB
0886	1B		DEC DE
0887	DD CB 01 FE		SET 7,(IX+1)
088B	ED 53 80 24		LD (2480H),DE
088F	7B		LD A,E
0890	B2		OR D
0891	C0		RET NZ
0892	FD CB 00 BE		RES 7,(IY+0)
0896	DD CB 01 BE		RES 7,(IX+1)
089A	2A 00 25		LD HL,(2500H)
089D	23		INC HL
089E	C3 64 09		JP CUTEL1
08A1	23	PCUT:	INC HL
08A2	C3 64 09		JP CUTEL1
08A5	2A 40 23	BUS1:	LD HL,(2340H)
08A8	CB 96		RES 2,(HL)
08AA	DD 2A 00 25		LD IX,(2500H)
08AE	DD CB 00 9E	GOGO:	RES 3,(IX+0)
08B2	C3 03 09		JP XPATH1
08B5	FD CB 01 FE	ESSO2:	SET 7,(IY+1)
08B9	DD 22 50 23		LD (2350H),IX
08BD	22 10 25		LD (2510H),HL
08C0	DD 2A 10 25	GOD:	LD IX,(2510H)
08C4	DD CB 01 76		BIT 6,(IX+1)
08C8	20 05		JR NZ,EXDEL2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

08CA	11 00 20		LD DE,2000H
08CD	18 04		JR EXRC
08CF	ED 5B 90 24	EXDEL2:	LD DE,(2490H)
08D3	06 F0	EXRC:	LD B,0F0H
08D5	ED 78	EXRD:	IN A,(C)
08D7	CB 67		BIT 4,A
08D9	28 1D		JR Z,BUS2
08DB	10 F8		DJNZ EXRD
08DD	1B		DEC DE
08DE	DD CB 01 F6		SET 6,(IX+1)
08E2	ED 53 90 24		LD (2490H),DE
08E6	7B		LD A,E
08E7	B2		OR D
08E8	C0		RET NZ
08E9	FD CB 01 BE		RES 7,(IY+1)
08ED	DD CB 01 B6		RES 6,(IX+1)
08F1	2A 10 25		LD HL,(2510H)
08F4	23		INC HL
08F5	C3 64 09		JP CUTEL1
08F8	2A 50 23	BUS2:	LD HL,(2350H)
08FB	CB 96		RES 2,(HL)
08FD	DD 2A 10 25		LD IX,(2510H)
0901	18 AB		JR GOGO
0903	DD CB 02 6E	XPATH1:	BIT 5,(IX+2)
0907	28 38		JR Z,XPATH2
0909	3E 08		LD A,08H
090B	ED 79		OUT (C),A
090D	3A 00 24		LD A,(2400H)
0910	4F		LD C,A
0911	3E 88		LD A,88H
0913	ED 79		OUT (C),A
0915	36 93		LD (HL),93H
0917	DD 36 00 81		LD (IX+0),81H
091B	23		INC HL
091C	23		INC HL
091D	CB FE		SET 7,(HL)
091F	2B		DEC HL
0920	2B		DEC HL
0921	DD CB 02 FE		SET 7,(IX+2)
0925	3A 00 24		LD A,(2400H)
0928	4F		LD C,A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0929	3E 90	CONZ:	LD A,90H
092B	B9		CP C
092C	20 06		JR NZ,LTI
092E	DD CB 01 DE		SET 3,(IX+1)
0932	18 04		JR QOT
0934	DD CB 01 D6	LTI:	SET 2,(IX+1)
0938	11 00 30	QOT:	LD DE,3000H
093B	1B	EXBBC:	DEC DE
093C	7B		LD A,E
093D	B2		OR D
093E	20 FB		JR NZ,EXBBC
0940	C9		RET
0941	3E 10	XPATH2:	LD A,10H
0943	ED 79		OUT (C),A
0945	36 93		LD (HL),93H
0947	3A 00 24		LD A,(2400H)
094A	4F		LD C,A
094B	3E 90		LD A,90H
094D	ED 79		OUT (C),A
094F	DD 36 00 81		LD (IX+0),81H
0953	23		INC HL
0954	23		INC HL
0955	CB F6		SET 6,(HL)
0957	2B		DEC HL
0958	2B		DEC HL
0959	DD CB 02 F6		SET 6,(IX+2)
095D	3A 00 24		LD A,(2400H)
0960	4F		LD C,A
0961	C3 29 09		JP CONZ
0964	0E 80	CUTEL1:	LD C,80H
0966	DD 21 00 20		LD IX,2000H
096A	ED 78		IN A,(C)
096C	CB 67		BIT 4,A
096E	C4 F7 09		CALL NZ,VACANT
0971	7B		LD A,E
0972	B2		OR D
0973	C0		RET NZ
0974	CB 86		RES 0,(HL)
0976	0E 81	CUTEL2:	LD C,81H
0978	DD 21 10 20		LD IX,2010H
097C	ED 78		IN A,(C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

097E	CB 67		BIT 4,A
0980	C4 F7 09		CALL NZ,VACANT
0983	7B		LD A,E
0984	B2		OR D
0985	C0		RET NZ
0986	CB 86		RES 0,(HL)
0988	0E 82	CUTEL3:	LD C,82H
098A	DD 21 20 20		LD IX,2020H
098E	ED 78		IN A,(C)
0990	CB 67		BIT 4,A
0992	C4 F7 09		CALL NZ,VACANT
0995	7B		LD A,E
0996	B2		OR D
0997	C0		RET NZ
0998	CB 86		RES 0,(HL)
099A	0E 83	CUTEL4:	LD C,83H
099C	DD 21 30 20		LD IX,2030H
09A0	ED 78		IN A,(C)
09A2	CB 67		BIT 4,A
09A4	C4 F7 09		CALL NZ,VACANT
09A7	7B		LD A,E
09A8	B2		OR D
09A9	C0		RET NZ
09AA	CB 86		RES 0,(HL)
09AC	0E 84	CUTEL5:	LD C,84H
09AE	DD 21 40 20		LD IX,2040H
09B2	ED 78		IN A,(C)
09B4	CB 67		BIT 4,A
09B6	C4 F7 09		CALL NZ,VACANT
09B9	7B		LD A,E
09BA	B2		OR D
09BB	C0		RET NZ
09BC	CB 86		RES 0,(HL)
09BE	0E 85	CUTEL6:	LD C,85H
09C0	DD 21 50 20		LD IX,2050H
09C4	ED 78		IN A,(C)
09C6	CB 67		BIT 4,A
09C8	C4 F7 09		CALL NZ,VACANT
09CB	7B		LD A,E
09CC	B2		OR D
09CD	C0		RET NZ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

09CE	CB 86		RES 0, (HL)
09D0	0E 86	CUTEL7:	LD C, 86H
09D2	DD 21 60 20		LD IX, 2060H
09D6	ED 78		IN A, (C)
09D8	CB 67		BIT 4, A
09DA	C4 F7 09		CALL NZ, VACANT
09DD	7B		LD A, E
09DE	B2		OR D
09DF	C0		RET NZ
09E0	CB 86		RES 0, (HL)
09E2	0E 87	CUTEL8:	LD C, 87H
09E4	DD 21 70 20		LD IX, 2070H
09E8	ED 78		IN A, (C)
09EA	CB 67		BIT 4, A
09EC	C4 F7 09		CALL NZ, VACANT
09EF	7B		LD A, E
09F0	B2		OR D
09F1	C0		RET NZ
09F2	CB 86		RES 0, (HL)
09F4	C3 64 09		JP CUTEL1
09F7	C5	VACANT:	PUSH BC
09F8	DD 22 00 24		LD (2400H), IX
09FC	2B		DEC HL
09FD	CD C9 00		CALL POUT
0A00	97		SUB A
0A01	ED 79		OUT (C), A
0A03	DD 77 00		LD (IX+0), A
0A06	3E 20		LD A, 20H
0A08	ED 79		OUT (C), A
0A0A	DD CB 00 D6		SET 2, (IX+0)
0A0E	3A 00 24		LD A, (2400H)
0A11	4F		LD C, A
0A12	3E 01		LD A, 01H
0A14	ED 79		OUT (C), A
0A16	CB DE		SET 3, (HL)
0A18	23		INC HL
0A19	CB 46		BIT 0, (HL)
0A1B	20 05		JR NZ, XTL
0A1D	11 00 20		LD DE, 2000H
0A20	18 04		JR OXTLA
0A22	ED 5B E0 24	XTL:	LD DE, (24E0H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0A26	06 F0	OXTLA:	LD B,0FOH
0A28	ED 78	OXTLB:	IN A,(C)
0A2A	CB 67		BIT 4,A
0A2C	28 0A		JR Z,EXEP
0A2E	10 F8		DJNZ OXTLB
0A30	CB C6		SET 0,(HL)
0A32	1B		DEC DE
0A33	ED 53 00 24		LD (2400H),DE
0A37	C9		RET
0A38	CB 86	EXEP:	RES 0,(HL)
0A3A	FD 21 00 21		LD IY,2100H
0A3E	FD CB 00 7E		BIT 7,(IY+0)
0A42	20 1A		JR NZ,ADI
0A44	FD CB 00 FE		SET 7,(IY+0)
0A48	FD CB 00 EE		SET 5,(IY+0)
0A4C	23		INC HL
0A4D	CB EE		SET 5,(HL)
0A4F	2B		DEC HL
0A50	2B		DEC HL
0A51	22 A0 24	TATUN:	LD (24A0H),HL
0A54	DD 2A A0 24		LD IX,(24A0H)
0A58	2A 90 24		LD HL,(2490H)
0A5B	C3 03 09		JP XPATH1
0A5E	FD CB 01 FE	ADI:	SET 7,(IY+1)
0A62	FD CB 01 EE		SET 5,(IY+1)
0A66	23		INC HL
0A67	CB EE		SET 5,(HL)
0A69	18 E6		JR TATUN
0A6B	97	EXCLR:	SUB A
0A6C	77		LD (HL),A
0A6D	ED 79		OUT (C),A
0A6F	23		INC HL
0A70	23		INC HL
0A71	77		LD (HL),A
0A72	2B		DEC HL
0A73	2B		DEC HL
0A74	11 00 0B		LD DE,0B00H
0A77	06 F0	ARUM:	LD B,0FOH
0A79	ED 78	VISN:	IN A,(C)
0A7B	CB 67		BIT 4,A
0A7D	28 0A		JR Z,EXRUB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0A7F	10 F8		DJNZ VISM
0A81	1B		DEC DE
0A82	7B		LD A,E
0A83	B2		OR D
0A84	20 F1		JR NZ,ARUM
0A86	C3 CB 0A		JP KEAR
0A89	CB 7F	EXRUB:	BIT 7,A
0A8B	20 62		JR NZ,GEXP
0A8D	CD C9 00		CALL POUT
0A90	3E C4		LD A,0C4H
0A92	ED 79		OUT (C),A
0A94	CD 4E 01		CALL POIN
0A97	11 00 0A		LD DE,0A00H
0A9A	06 F0	FLM:	LD B,0F0H
0A9C	ED 78	FLK:	IN A,(C)
0A9E	CB 6F		BIT 5,A
0AA0	20 09		JR NZ,HVEE
0AA2	10 F8		DJNZ FLK
0AA4	1B		DEC DE
0AA5	7B		LD A,E
0AA6	B2		OR D
0AA7	20 F1		JR NZ,FLM
0AA9	18 20		JP KEAR
0AAB	ED 78	HVEE:	IN A,(C)
0AAD	E6 0F		AND 0FH
0AAF	FE 09		CP 09H
0AB1	CA 88 0B		JP Z,TRANL
0AB4	C3 0E 0B		JP NIP
0AB7	23	KEAP:	INC HL
0AB8	CB 5E		BIT 3,(HL)
0ABA	28 08		JR Z,UN2
0ABC	0E B0		LD C,0BOH
0ABE	DD 21 FC 08		LD IX,2300
0AC2	18 06		JR SRET
0AC4	0E E0	UN2:	LD C,0E0H
0AC6	DD 21 10 23		LD IX,2310H
0ACA	C9	SRET:	RET
0ACB	CD B7 0A	KEAR:	CALL KEAP
0ACE	97		SUB A
0ACF	ED 79		OUT (C),A
0AD1	DD 77 00		LD (IX+0),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0AD4	DD 77 01		LD (IX+1),A
0AD7	FD 21 00 21		LD IY,2100H
0ADB	DD CB 02 7E		BIT 7,(IX+2)
0ADF	28 07		JR Z,FMN
0AE1	FD 77 00		LD (IY+0),A
0AE4	DD 77 02		LD (IX+2),A
0AE7	C9		RET
0AE8	FD 77 01	FMN:	LD (IY+1),A
0AEB	DD 77 02		LD (IX+2),A
0AEE	C9		RET
0AEF	CD C9 00	GEXP:	CALL POUT
0AF2	3E C4		LD A,0C4H
0AF4	ED 79		OUT (C),A
0AF6	CD 4E 01		CALL POIN
0AF9	11 00 0A		LD DE,0A00H
0AFC	06 F0	FLQ:	LD B,0F0H
0AFE	ED 78	LLQ:	IN A,(C)
0B00	CB 77		BIT 6,A
0B02	20 A7		JR NZ,HVEE
0B04	10 F8		DJNZ LLQ
0B06	1B		DEC DE
0B07	7B		LD A,E
0B08	B2		OR D
0B09	20 F1		JR NZ,FLQ
0B0B	C3 CB 0A		JP KEAR
0B0E	CD B7 0A	NIP:	CALL KEAP
0B11	3E C2		LD A,0C2H
0B13	ED 79		OUT (C),A
0B15	18 B4		JR KEAR
0B17	79		LD A,C
0B18	32 25 21	EXTL:	LD (2125H),A
0B1B	FD 21 00 21		LD IY,2100H
0B1F	FD CB 00 7E		BIT 7,(IY+0)
0B23	28 09		JR Z,VANG
0B25	FD CB 01 7E		BIT 7,(IY+1)
0B29	C2 B9 00		JP NZ,FBUSY
0B2C	18 42		JR WANG
0B2E	FD CB 00 FE	VANG:	SET 7,(IY+0)
0B32	CD 4C 0B		CALL SCOTT
0B35	3E 88		LD A,88H
0B37	ED 79		OUT (C),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0B39	36 92		LD (HL),092H
0B3B	23		INC HL
0B3C	23		INC HL
0B3D	CB FE		SET 7,(HL)
0B3F	2B		DEC HL
0B40	2B		DEC HL
0B41	3E 08		LD A,08H
0B43	47		LD B,A
0B44	3A 25 21	DART:	LD A,(2125H)
0B47	4F		LD C,A
0B48	78		LD A,B
0B49	ED 79		OUT (C),A
0B4B	C9		RET
0B4C	0E B0	SCOTT:	LD C,0B0H
0B4E	ED 78		IN A,(C)
0B50	CB 7F		BIT 7,A
0B52	28 12		JR Z,OINS
0B54	0E E0		LD C,0E0H
0B56	ED 78		IN A,(C)
0B58	CB 7F		BIT 7,A
0B5A	28 0F		JR Z,OINT
0B5C	3A 25 21		LD A,(2125H)
0B5F	4F		LD C,A
0B60	3E 02		LD A,02H
0B62	ED 79		OUT (C),A
0B64	18 09		JR REJT
0B66	23	OINS:	INC HL
0B67	CB DE		SET 3,(HL)
0B69	18 03		JR SAPA
0B6B	23	OINT:	INC HL
0B6C	CB D6		SET 2,(HL)
0B6E	2B	SAPA:	DEC HL
0B6F	C9	REJT:	RET
0B70	FD CB 01 FE	WANG:	SET 7,(IY+1)
0B74	CD 4C 0B		CALL SCOTT
0B77	3E 88		LD A,88H
0B79	ED 79		OUT (C),A
0B7B	36 92		LD (HL),092H
0B7D	23		INC HL
0B7E	23		INC HL
0B7F	CB F6		SET 6,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0B81	2B		DEC HL
0B82	2B		DEC HL
0B83	3E	90	LD A,090H
0B85	C3	44 0B	JP DART
0B88	79		TRANL: LD A,C
0B89	32	59 21	LD (2159H),A
0B8C	2B		DEC HL
0B8D	22	20 26	LD (2620H),HL
0B90	3E	C0	LD A,0C0H
0B92	ED	79	OUT (C),A
0B94	3A	95 21	LD A,(2195H)
0B97	4F		LD C,A
0B98	11	00 0A	LD DE,0A00H
0B9B	06	A0	AKAI: LD B,0A0H
0B9D	ED	78	IN A,(C)
0B9F	CB	7F	BIT 7,A
0BA1	28	10	JR Z,TRAPL
0BA3	ED	78	HOND: IN A,(C)
0BA5	CB	6F	BIT 5,A
0BA7	28	14	JR Z,PREL
0BA9	10	F8	DJNZ HOND
0BAB	1B		LEGEN: DEC DE
0BAC	7B		LD A,E
0BAD	B2		OR D
0BAE	20	EB	JR NZ,AKAI
0BB0	C3	CB 0A	JP KEAR
0BB3	ED	78	TRAPL: IN A,(C)
0BB5	CB	77	BIT 6,A
0BB7	28	04	JR Z,PREL
0BB9	10	F8	DJNZ TRAPL
0BBB	18	EE	JR LEGEN
0BBD	ED	78	PREL: IN A,(C)
0BBF	E6	0F	AND 0FH
0BC1	32	B5 21	LD (21B5H),A
0BC4	3A	98 21	LD A,(2198H)
0BC7	3C		INC A
0BC8	FE	02	CP 02H
0BCA	28	0C	JR Z,BUICK
0BCC	32	98 21	LD (2198H),A
0BCF	3A	B5 21	LD A,(21B5H)
0BD2	32	B7 21	LD (21B7H),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OBD5	C3 9B 0B	JP AKAI
OBD8	97	BUICK: SUB A
OBD9	32 98 21	LD (2198H),A
OBDC	3A B5 21	LD A,(21B5H)
OBDF	5F	LD E,A
OBE0	21 B7 21	LD HL,21B7H
OBE3	CB 26	SLA (HL)
OBE5	CB 26	SLA (HL)
OBE7	CB 26	SLA (HL)
OBE9	CB 26	SLA (HL)
OBEB	7E	LD A,(HL)
OBEC	B3	OR E
OBED	FE 71	CP 71H
OBEF	28 22	JR Z,TETL1
OBF1	FE 72	CP 72H
OBF3	28 25	JR Z,TETL2
OBF5	FE 73	CP 73H
OBF7	28 28	JR Z,TETL3
OBF9	FE 74	CP 74H
OBFB	28 2B	JR Z,TETL4
OBFD	FE 75	CP 75H
OBFF	28 2E	JR Z,TETL5
OC01	FE 76	CP 76H
OC03	28 31	JR Z,TETL6
OC05	FE 77	CP 77H
OC07	28 34	JR Z,TETL7
OC09	FE 78	CP 78H
OC0B	28 37	JR Z,TETL8
OC0D	2A 20 26	LD HL,(2620H)
OC10	C3 CB 0A	JP KEAR
OC13	0E 80	TETL1: LD C,80H
OC15	21 00 20	LD HL,2000H
OC18	18 48	JR TRUAT
OC1A	0E 81	TETL2: LD C,81H
OC1C	21 10 20	LD HL,2010H
OC1F	18 41	JR TRUAT
OC21	0E 82	TETL3: LD C,82H
OC23	21 20 20	LD HL,2020H
OC26	18 3A	JR TRUAT
OC28	0E 83	TETL4: LD C,83H
OC2A	21 30 20	LD HL,2030H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0C2D	18 33		JR TRUAT
0C2F	0E 84	TETL5:	LD C,84H
0C31	21 40 20		LD HL,2040H
0C34	18 2C		JR TRUAT
0C36	0E 85	TETL6:	LD C,85H
0C38	21 50 20		LD HL,2050H
0C3B	18 25		JR TRUAT
0C3D	0E 86	TETL7:	LD C,86H
0C3F	21 60 20		LD HL,2060H
0C42	18 1E		JR TRUAT
0C44	0E 87	TETL8:	LD C,87H
0C46	21 70 20		LD HL,2070H
0C49	18 17		JR TRUAT
0C4B	22 00 26	TRUAM:	LD (2600H),HL
0C4E	DD 22 10 26		LD (2610H),IX
0C52	2A 10 26		LD HL,(2610H)
0C55	DD 2A 00 26		LD IX,(2600H)
0C59	3A 95 21		LD A,(2195H)
0C5C	32 00 24		LD (2400H),A
0C5F	C3 25 08		JP OHNO
0C62	ED 78	TRUAT:	IN A,(C)
0C64	CB 67		BIT 4,A
0C66	20 E3		JR NZ,TRUAM
0C68	CB 57		BIT 2,A
0C6A	28 DF		JR Z,TRUAM
0C6C	3A 95 21		LD A,(2195H)
0C6F	4F		LD C,A
0C70	3E 82		LD A,082H
0C72	ED 79		OUT (C),A
0C74	2A 20 26		LD HL,(2620H)
0C77	C3 CB 0A		JP KEAR
0C7A		END	

0000 ASSEMBLY ERRORS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

- (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) ประกาศ ศรีชัยวัฒน์ ประเสริฐ ตั้งดีसानนท์ ปรัชญา เกิดแก้วฟ้า พิรพัฒน์ ขำทัพ อภิชาติ ลีบสงวน; " เครื่องซุ่มสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติแบบดึงเครื่องลูกโดยไม่ผ่านโอเบอร์เรเตอร์",ปริญญาโทบริหารวิศวกรรมบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง ,พ.ศ. 2530
- (5) กวีล พึ่งมา, "เครื่องซุ่มสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติระบบอิเล็กทรอนิกส์",วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง ,พ.ศ. 2525
- (6) จิโรจน์ ศรีนามวงศ์, "เครื่องซุ่มสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ แบบเรียกเครื่องลูกได้โดยไม่ต้องผ่านโอเบอร์เรเตอร์", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,พ.ศ. 2527

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ทั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผศ.สุชิน จาจาด อาจารย์ที่ปรึกษา ณ ที่นี้ ที่ได้ให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณสำนักวิจัยคอมพิวเตอร์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านอุปกรณ์และคำแนะนำ ขอขอบคุณ คุณพิมพ์ล สว่างสมุทร ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็น ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำ

ผู้จัดทำ

นายประจิด จิตวิภัทร

นายปรกฤษณ์ วัชรระรังษี

นายพงษ์สันต์ สวัสดิ์พาณิชย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้