



ปีการศึกษา 2531

เครื่องรับโทรศัพท์ที่ทำงานได้หลายหน้าที่

[Multifunction Telephone]

โดย

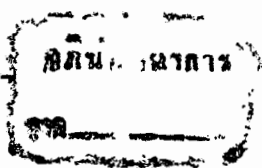
นายชาญวิทย์ ยี่สาร

นายชำนาญ ทัดตานนท์

นายถาวร เสนชัย

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. กวีล พึ่งมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีก

023181

-9.สค.2532

ปริญญาโทบริหารศึกษา 2531

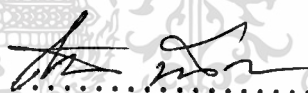
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องรับโทรศัพท์ที่ทำงานได้หลายหน้าที่

[Multifunction Telephone]

ผู้จัดทำ

1. นายชาตวิทย์ ยี่สาร 28.1064
2. นายชานาต ทัดคานนท์ 28.1065
3. นายถาวร เสนชัย 28.1081


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(พศ. ถวัล พิงมา)

เครื่องรับโทรศัพท์ที่ทำงานได้หลายหน้าที่

ชาวนิติศาสตร์ ยี่สาร

ชำนาญ ทัดคานนท์

ถาวร เสนชัย

ผศ. ถวิล พึ่งมา อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2531

บทคัดย่อ

บริษัทพานิพนธ์นี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและการสร้าง เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าที่การทำงานได้หลายหน้าที่ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้โทรศัพท์ให้มากยิ่งขึ้น โดยเครื่องโทรศัพท์นี้สามารถใช้กับขุมสายโทรศัพท์ทั้งแบบที่รับสัญญาณหมายเลขเป็นแบบพัลส์ [Pulse] และแบบโทน [DTMF] มีระบบการใช้โทรศัพท์โดยไม่ต้องยกหู [Handsfree System] สามารถเรียกโทรศัพท์ได้อย่างอัตโนมัติ [Automatic Dialer] โดยเครื่องจะทำการเรียกด้วยการอ่านหมายเลขจากหน่วยความจำ ซึ่งผู้ใช้สามารถบันทึกหมายเลขได้ 20 หมายเลข และสามารถเรียกไปยังหมายเลขล่าสุดที่ใช้ได้อย่างอัตโนมัติ [Redial] สามารถเรียกโทรศัพท์ทวนซ้ำอย่างอัตโนมัติ [Automatically Repeated Dialing] ซึ่งใช้ในการเรียกโทรศัพท์ไปยังคู่สายที่ไม่ว่าง เครื่องจะทำการเรียกอย่างต่อเนื่อง เมื่อทำการเรียกสำเร็จจะมีสัญญาณแจ้งให้ทราบ มีส่วนตอบรับโทรศัพท์และบันทึกข้อความ ซึ่งได้พัฒนาขึ้นโดยใช้หน่วยความจำ [RAM] เป็นตัวบันทึกข้อความที่ใช้ในการตอบรับและบันทึกข้อความที่ผู้เรียกเข้ามาต้องการฝากไว้แทนการใช้เครื่องเล่น-บันทึกเทป เพื่อตัดปัญหาทางด้านระบบโลกที่อาจขัดข้องขึ้นได้ และยังช่วยทำให้เครื่องโทรศัพท์มีขนาดเล็กลงด้วย สำหรับส่วนบันทึกข้อความนั้นผู้ใช้สามารถโทรศัพท์มายัง เครื่องโทรศัพท์นี้ แล้วทำการควบคุมให้ส่งข้อความที่บันทึกไว้ให้ฟังทางโทรศัพท์ได้โดยการกดปุ่มหมายเลขที่หน้าบัตร เครื่องโทรศัพท์ และหน้าที่สุดท้ายคือการทำหน้าที่คล้ายยามคูแสบ้านซึ่งจะมีการรับสัญญาณจากตัวตรวจจับได้ 8 ทาง เมื่อมีเหตุผิดปกติเครื่องจะทำการเรียกไปยังหมายเลขที่ตั้งไว้เรียงลำดับ 4 หมายเลข และมีเสียงแจ้งภัยให้ผู้รับสายทราบถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ผลิตขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Multifunction Telephone

Chanwit Yeesan

Chumnan Tattanon

Thaworn SENCHAI

Assistant Professor Tawil Pungma Advisor

Abstract

This thesis presents the design and invent the telephone which have many functions or the Multifunction Telephone. The objective of this project is to develop and to increase the efficiency of the telephone . The Multifunction Telephone can use with either pulse or tone system. This telephone provides many function as list below

- Pulse and DTMF Dialer
- Handsfree System
- Automatic Dialer
- Redial
- Automatically Repeated Dialing
- Automatic Answering
- Telephone Emergency Call.

คำนำ

บริตฤณนิพนธ์นี้เรียบเรียงขึ้นจากผลของการทำโครงการสำหรับวิชา PROJECT I และ PROJECT II เรื่อง เครื่องรับโทรศัพท์ที่ทำงานได้หลายหน้าที่ โดยบทที่ 1 จะเป็นการกล่าวถึง วัตถุประสงค์และคุณประโยชน์ของการออกแบบและสร้าง เครื่องรับโทรศัพท์นี้ ในบทที่ 2 เป็นการแสดงถึง โครงสร้างหลักๆ ของโครงการและอธิบายถึงความสำคัญขององค์ประกอบส่วนต่างๆ บทที่ 3 เป็นส่วนขยายของบทที่ 2 โดยอธิบายถึงแนวทางการออกแบบและสร้างองค์ประกอบต่างๆ บทที่ 4 แสดงถึงวิธีการใช้งานเครื่องรับโทรศัพท์นี้ บทที่ 5 แสดงถึงผลของการนำองค์ประกอบต่างๆ ที่ออกแบบไว้แล้วนั้นมาทดลองและ เชื่อมต่อกันเป็นเครื่อง โทรศัพท์ที่ทำงานได้หลายหน้าที่ และบทสุดท้ายบทที่ 6 เป็นการสรุปและ ประมวลของการทำโครงการนี้รวมทั้ง ข้อเสนอแนะแก่ผู้สนใจและ ต้องการพัฒนาต่อไป

ชาตวิทย์ ยี่สาร

ชานาญ ทัดตานนท์

ถาวร เสนชัย

ผู้ทำโครงการ

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	โครงสร้างของ เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน	5
2.1	โครงสร้าง	5
2.2	วงจรโทรศัพท์	6
2.3	ส่วนแฮนด์ฟรี	8
2.4	ส่วนตอบรับโทรศัพท์	9
2.5	ส่วนบันทึกข้อความ	9
2.6	ส่วนตรวจจับสัญญาณโทน	10
2.7	วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก	10
2.8	วงจรตรวจจับลักษณะของสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์	11
2.9	วงจรขยาย	12
2.10	ระบบไมโครโปรเซสเซอร์	13
2.11	ส่วนโปรแกรม	18
บทที่ 3	การออกแบบและการสร้าง เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน	19
3.1	คำนำ	19
3.2	วงจรโทรศัพท์	19
3.3	วงจรแฮนด์ฟรี	22
3.4	วงจรส่วนตอบรับโทรศัพท์	22
3.5	วงจรส่วนตรวจจับสัญญาณโทน	26
3.6	วงจรนับจำนวนสัญญาณเรียก	28
3.7	วงจรรยกหูและวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	30
3.8	วงจรตรวจสอบลักษณะของสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์	32
3.9	วงจรส่งเสียงเตือนเมื่อการเรียกทวนซ้ำอัตโนมัติ	33
3.10	วงจรส่วนบันทึกข้อความ	34

3.11 ส่วนควบคุมการทำงานของโทรศัพท์	45
3.12 วจรชยาย	58
บทที่ 4 วิธีใช้โทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน	60
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	63
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	66
ภาคผนวก	68
กิตติกรรมประกาศ	96
บรรณานุกรม	97



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

นับตั้งแต่มนุษย์ได้ประดิษฐ์โทรศัพท์เครื่องแรกขึ้นมา ระบบโทรศัพท์ก็ได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง ไม่ว่าจะเป็นส่วนของระบบชุมสายโทรศัพท์ เครื่องรับโทรศัพท์หรือแม้กระทั่งระบบนำสัญญาณก็ได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นเรื่อยๆ

ปัจจุบันโทรศัพท์กลายเป็นสิ่งที่จะขาดเสียไม่ได้ในชีวิตประจำวัน และโทรศัพท์ก็มีความสามารถมากขึ้นเรื่อยๆ เพื่อสนองความต้องการและอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ ในส่วนของเครื่องรับโทรศัพท์นั้นจะเห็นว่า เครื่องรับโทรศัพท์รุ่นใหม่ๆ ทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกสบายมากขึ้นในการใช้ เช่นสามารถเก็บหมายเลขโทรศัพท์ได้ สามารถพูดโทรศัพท์โดยไม่ต้องยกหู เป็นต้น

เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้โทรศัพท์ และเพื่อให้โทรศัพท์เป็นยิ่งกว่าเครื่องรับโทรศัพท์ธรรมดา ในโครงงานนี้จึง ได้พัฒนาประสิทธิภาพของ เครื่องรับโทรศัพท์ให้สามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่าง โดยให้ชื่อโครงงานนี้ว่า เครื่องรับโทรศัพท์ที่ทำหน้าที่ได้หลายหน้าที่ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า เครื่อง โทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน สำหรับความสมบูรณ์ของเครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันที่ได้พัฒนาขึ้นมา มีดังต่อไปนี้

1.1 สามารถใช้เชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ของชุมสายโทรศัพท์ที่รับสัญญาณหมายเลขเป็นแบบพัลส์ [Pulse] หรือชุมสายที่รับสัญญาณหมายเลขเป็นแบบโทน [Dual Tone Multifrequency]

แต่เดิมระบบชุมสายโทรศัพท์จะรับสัญญาณหมายเลขจาก เครื่องรับโทรศัพท์ ในรูปพัลส์ ซึ่งเกิดจากการตัดต่อ เครื่อง โทรศัพท์ เข้ากับชุมสายโทรศัพท์ ทำให้เกิดพัลส์ของสัญญาณขึ้นมา เพราะ เมื่อวงจรของ เครื่องรับโทรศัพท์ถูกต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ ก็จะมีกระแสไหลผ่าน เครื่อง โทรศัพท์กลับไปยังชุมสาย และจะมีวอลเตจประมาณ 4-12 โวลต์ ตกคร่อม เครื่องรับโทรศัพท์ แต่เมื่อ เครื่องรับโทรศัพท์ถูกตัดออกจากคู่สายโทรศัพท์ด้วยกลไกทางแมคคานิคส์ หรือระบบสวิตชิงอิ เลคทรอนิคส์ก็จะ ไม่มีกระแสไหลในคู่สายโทรศัพท์ และมีวอลเตจตกคร่อม

เครื่องรับโทรศัพท์ประมาณ 48 โวลต์ เนื่องจาก เครื่องรับโทรศัพท์อยู่ในสภาวะ เปิดวงจรการค้ำ
ไม่ว่า ต่อมาได้มีการ เปลี่ยนระบบสัญญาณหมายเลข เป็นแบบโทน ซึ่ง โทนที่แทนสัญญาณหมายเลขหนึ่ง

จะประกอบด้วยคลื่นรูปขายน้ 2 ความถี่มีแอมพลิจูดไม่เท่ากันผสมกัน ชุมสายโทรศัพท์ที่ไ้
รับการคิดค้ในระยยะหล้งๆ จะ เป็นชุมสายที่ไ้ระบบสัญญาณหมาย เลขแบบนี้ ดั้งนั้นในปัจจุบัน
จึงมีชุมสายทั้งสองระบบปะปนกันอยู่

ในเมื่อสัญญาณหมาย เลขที่ไ้มีอยู่ 2 แบบฉะนั้นเครื่องรับโทรศัพท์ที่ไ้กับระบบหนึ่งจะ
นำไปไ้กับอีกระบบหนึ่งไม่ได้ แต่กรณีเครื่องโทรศัพท์ที่มีลค้ฟังก์ชันนี้สามารถนำไปไ้กับคู่
สายของชุมสายโทรศัพท์ใดๆ ก็ได้เพียงแต่เลือกให้เครื่องโทรศัพท์นี้สร้างสัญญาณหมาย เลข
เป็นแบบเดียวกับชุมสายนั้น

1.2 มีระบบการใช้โทรศัพท์โดยไม่ต้องยกหู [Handsfree System]

จะเป็นผลดีและสะดวกอย่างยิ่ง ในการพูดโทรศัพท์โดยไม่ต้องยกหูหรือถือหูโทรศัพท์
ไว้ เพราะผู้ไ้สามารถกระทำงานอย่างอื่นไปด้วยขณะพูดสนทนา กับอีกฝ่ายหนึ่ง เพราะ
เสียงของคู่สนทนาจะถูกขยายเสียงออกสู่ลำโพงให้ไ้ยินในระยยะต่างๆ ได้ และเสียงของผู้
ไ้ก็จะถูกส่ง ไปหาคู่สนทนาโดยผ่านไมโครโฟนอีกตัวหนึ่งซึ่งค้ค้ไว้ที่ตัวโทรศัพท์

1.3 มีระบบการเรียกโทรศัพท์ได้อย่างอัตโนมัติ [Automatic Dialer]

ผู้ไ้สามารถเก็บหมายเลขโทรศัพท์ไว้ในหน่วยความจำได้ 20 หมายเลขสามารถ
เรียกออกได้โดยตรง เพียงยกหูโทรศัพท์และกดปุ่มความจำหมายเลข เพียงปุ่มเดียว ซึ่ง
เครื่องโทรศัพท์ที่มีลค้ฟังก์ชันนี้จะส่งสัญญาณหมาย เลขที่เก็บไว้ ณ ตำแหน่งหน่วยความจำของปุ่ม
นั้นออกไป ฟังก์ชันนี้ทำให้การเรียกออกสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว เพราะ ไม่ต้อง เสียเวลา
ในการกดหมายเลขถึง 7 ตัว หรือมากกว่านี้ถ้าเป็นการโทรทางไกล และผู้ไ้ไม่ต้องจดจำ
หมายเลขโทรศัพท์ เหล่านั้นอยู่ตลอด เพียงแค่จดจำว่าได้บันทึกหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ไ้ไว้ที่
ปุ่มความจำหมายเลขโทรศัพท์ใด หรือจะเขียนบอกไว้ที่หน้าบัตรโทรศัพท์ก็ได้ นอกจากนี้ถ้าไ้
หน่วยความจำดังกล่าว มาบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ของสถานีตำรวจหรือของสถานีดับเพลิง
หรือโรงพยาบาล ก็จะเป็นผลดีอย่างยิ่ง เพราะ เมื่อมีเหตุฉุกเฉินจะสามารถเรียกได้ทันที
ซึ่งความค้จอาจทำให้ลค้หมายเลขโทรศัพท์เหล่านั้นได้

1.4 สามารถเรียกไปยังหมายเลขล่าสุดที่ไ้ใช้อย่างอัตโนมัติ [Redial]

ไม่ว่ากรณีใดๆ ค้ประโยชน์สำหรับ ฟังก์ชันนี้ คือทำให้ผู้ไ้สามารถเรียกไปยังหมายเลขล่าสุดที่โทรไปไ้

ได้โดยไม่ต้องกดหมายเลขนั้นซ้ำอีกเพียงแค่กดปุ่ม Redial เท่านั้นความสามารถนี้มีประโยชน์มากในสถานการณ์ที่เรียกไปแล้วแต่คู่สายปลายทางไม่ว่าง และต้องการจะเรียกใหม่ด้วยตนเองโดยไม่ได้อาศัยระบบการเรียกทวนซ้ำอัตโนมัติ

1.5 สามารถเรียกโทรศัพท์ทวนซ้ำอัตโนมัติ

ระบบการเรียกโทรศัพท์ทวนซ้ำอัตโนมัติ เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อ ทำให้การเรียกไปยังคู่สายที่ไม่ว่าง ซึ่งผู้ใช้ต้องการจะติดต่อไปยังคู่สายนั้นโดยเร็วที่สุด และไม่ต้องมีการคอยเรียกซ้ำแล้วซ้ำอีกซึ่งเป็นการสูญเสียเวลา เพราะเราไม่สามารถทราบได้ว่าคู่สายจะว่างเมื่อใด ดังนั้นเราจึงจะให้เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน ทำการเรียกไปยังคู่สายปลายทางและคอยเช็คลักษณะของคู่สายปลายทางว่าว่างหรือไม่เองอย่างอัตโนมัติ เมื่อเครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันทำการเรียกไปยังคู่สายปลายทางที่ต้องการได้แล้ว จะมีสัญญาณแจ้งให้ผู้ใช้ทราบทางลำโพง

ในการเรียกโทรศัพท์อย่างอัตโนมัติและการเรียกไปยังหมายเลขล่าสุดนั้น ถ้าการเรียกไม่สำเร็จและผู้ใช้ยังไม่วางหู เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันจะเข้าสู่โหมดของการหมุนโทรศัพท์ทวนซ้ำให้เองอย่างอัตโนมัติ ถ้าผู้ใช้ไม่ต้องการการหมุนทวนซ้ำก็ทำได้ด้วยการวางหูโทรศัพท์กลับเข้าที่เดิม

1.6 สามารถตอบรับโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาแล้วไม่มีผู้รับสาย

โดยปกติทั่วไปถ้ามีการเรียกเข้ามาแต่ไม่มีผู้รับสายซึ่งอาจจะ ไม่มีผู้ใดอยู่ก็จะทำให้การเรียกนั้นสูญเปล่า ผู้ที่ถูกเรียกเข้ามาก็ไม่สามารถทราบได้ว่าระหว่างที่ไม่อยู่นั้นมีผู้ใดติดต่อเข้ามาบ้าง ด้วยธุรกิจใจดี แต่เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันสามารถตอบสนองต่อการเรียกเข้ามาลักษณะดังกล่าวโดยสามารถตอบรับโทรศัพท์ได้ ซึ่งจะเป็นการแจ้งให้ผู้เรียกเข้ามาทราบว่าไม่มีบุคคลใดอยู่ ณ ที่นั้นและจะแจ้งให้ผู้เรียกเข้ามาฝากข้อความไว้ถึงบุคคลที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยจะมีเวลาสำหรับการฝากข้อความต่อ 1 การเรียกครั้งละ 1 นาที

1.7 สามารถบันทึกข้อความทางโทรศัพท์ได้

หน้าที่นี้เป็นหน้าที่ต่อเนื่องกับการตอบรับข้อความ เมื่อเครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันได้ทำการตอบรับโทรศัพท์แล้วก็จะทำหน้าที่ในการบันทึกข้อความที่ผู้เรียกเข้ามามีความประสงค์จะใช้

จะฝากไว้ โดยจะจัดเวลาไว้ให้สามารถบันทึกได้ 1 นาที ต่อการฝากข้อความ 1 ครั้ง ส่วนบันทึกข้อความนี้สามารถบันทึกข้อความได้เป็นระยะเวลา 20 นาที

ในเครื่องโทรศัพท์มือถือฟังก์ชันนี้ เราได้เพิ่มการควบคุมระยะเวลาไกลผ่านระบบโทรศัพท์ ใช้สำหรับควบคุมส่วนบันทึกข้อความทำการเล่นข้อความที่บันทึกไว้ให้ฟังทางโทรศัพท์ได้ และสามารถควบคุมให้ส่วนนี้ทำการเล่น หยุด หรือลบข้อความที่บันทึกไว้นี้ได้ การพัฒนาชิ้นนี้เป็นประโยชน์แก่สถานะการณ์ที่เราไม่อยู่บ้านหลาย ๆ วัน ซึ่งในช่วงเวลานั้น อาจจะมีผู้ติดต่อเข้ามาด้วยเรื่องเร่งด่วน และได้ฝากข้อความไว้กับส่วนบันทึกนี้ ทำให้เราสามารถทราบถึงข้อความดังกล่าวได้ แม้ว่าจะยังไม่ได้กลับไปที่บ้านก็ตาม

1.8 สามารถทำหน้าที่แจ้งภัยทาง โทรศัพท์ เมื่อมีเหตุผิดปกติเกิดขึ้นกับเคสสถาน

เครื่องโทรศัพท์มือถือฟังก์ชันนี้ สามารถทำหน้าที่ในการตรวจสอบความเรียบร้อยในเคสสถานได้ เมื่อมีเหตุผิดปกติเกิดขึ้น เครื่องโทรศัพท์จะทำการตรวจสอบความผิดปกตินั้นว่า เป็นภัยชนิดใดแล้วจะทำการเรียกไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้า 4 หมายเลข เครื่องจะทำการเรียกเรียงลำดับกันไป จนกว่าจะ เรียกได้ครบทั้ง 4 หมายเลข เมื่อทำการเรียกหมายเลขใดสำเร็จก็จะส่งข้อความซึ่งถูกบันทึกไว้สำหรับแจ้งภัย แจ้งให้ผู้รับทราบ เพื่อจะได้ดำเนินการต่อไป

ที่มาของการออกแบบให้เครื่องโทรศัพท์มือถือฟังก์ชันทำหน้าที่เตือนภัยนี้ เป็นผลมาจากการที่ได้ออกแบบให้เครื่องโทรศัพท์นี้สามารถเรียกโทรศัพท์ได้ด้วยตัวเครื่องเอง โดยได้นำพอร์ทอินพุทของระบบไมโครโปรเซสเซอร์จำนวน 8 บิต โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 บิต คือกลุ่มตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้ และกลุ่มตรวจจับการถูกบุกรุก มาตรวจจับสถานะทางลอจิกของตัวตรวจจับ [Sensor] ไมโครโปรเซสเซอร์จะคอยตรวจสอบสถานะทางลอจิกของพอร์ทอินพุทดังกล่าวอยู่เสมอ ถ้ามีสถานะทางลอจิกเปลี่ยนไปก็หมายถึงตัวตรวจจับตัวใด ๆ ตรวจจับความผิดปกติได้ ไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะทำการตรวจสอบว่าความผิดปกตินั้นอยู่กลุ่มใด เพื่อที่จะได้เลือกเสียงเตือนภัย แล้วจะทำการเรียกโทรศัพท์เอง เพื่อแจ้งภัยต่อไป

จะ เห็นได้ว่า เครื่องโทรศัพท์มือถือฟังก์ชันที่เราพัฒนาขึ้นนี้มีคุณประโยชน์มากทีเดียว

ซึ่งก็เป็นการสนองตอบผู้ใช้โทรศัพท์ที่ต้องการ เครื่องโทรศัพท์ที่มีขีดความสามารถสูง ๆ ได้
ไม่ว่ากันในระดับหนึ่ง อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

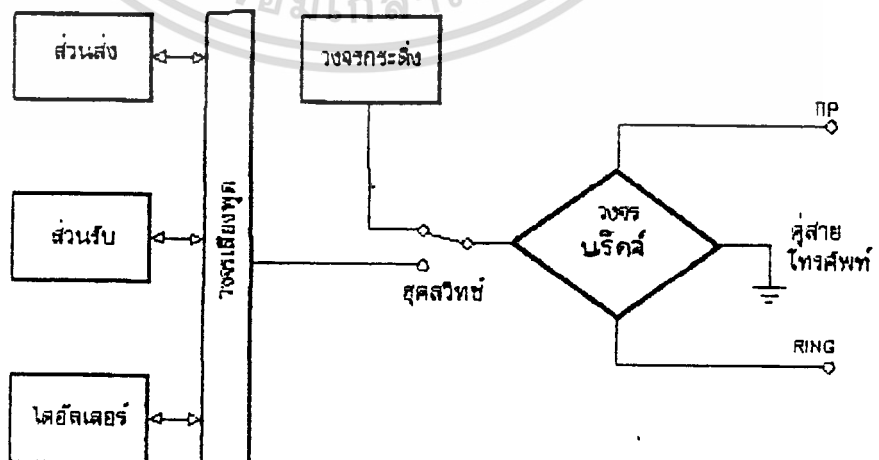
2.2 วงจรโทรศัพท์

วงจรโทรศัพท์นี้เป็นส่วนที่ทำการส่ง เสียงพูดของผู้ใช้ผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปยังคู่สนทนา และรับเสียงของคู่สนทนาจากคู่สายโทรศัพท์มาแล้วขยายออกหูฟังให้แก่ผู้ใช้ และยังทำหน้าที่ส่งสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์ เพื่อแจ้งให้ชุมสายโทรศัพท์ทราบว่าผู้ใช้ต้องการติดต่อไปยังคู่สายปลายทางใด เมื่อชุมสายทำการติดต่อไปยังคู่สายปลายทางได้ผล ประการใดก็จะมีสัญญาณส่ง จากชุมสายโทรศัพท์มาแจ้งให้ทราบ

วงจรโทรศัพท์ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 7 ส่วนคือ

1. วงจรเสียงพูด [Speech Network]
2. ไดอัลเลอร์ [Dialer]
3. ส่วนส่งเสียงพูด [Transmitter]
4. ส่วนรับเสียงพูด [Receiver]
5. วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก [Ringer]
6. ฮุคสวิทช์ [Hook Switch]
7. วงจรบริดจ์ [Polar Guard Bridge]

แต่ละส่วนประกอบจะ ประกอบกันเป็นวงจรโทรศัพท์แสดงดังรูป 2.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งรูป 2.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรโทรศัพท์ที่สารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของส่วนประกอบต่างๆ ของวงจรโทรศัพท์มีดังนี้

2.2.1 วงจรเสียงพูด หรือวงจรไฮบริดจ์ [Hybridge] ส่วนนี้ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงในคู่สายโทรศัพท์จากระบบทวิไวร์ [2-Wire] เป็นระบบโพลีไวร์ [4-Wire] ขยายสัญญาณเสียงทั้งทางด้านรับและทางด้านส่งควบคุมไซด์โทนเลฟเวล [Side Tone Level] ด้วยเพราะว่าการสื่อสารโดยโทรศัพท์เป็นแบบฮาล์ฟดักเพล็กซ์ [Half-Duplex] ซึ่งเมื่อฝ่ายหนึ่งพูดอีกฝ่ายหนึ่งต้องเป็นผู้ฟัง การพูดพร้อมกันจะทำให้เกิดการรบกวนกันของสัญญาณเสียงทำให้ฟังไม่รู้เรื่อง

2.2.2 ไดอัลเลอร์ มีหน้าที่ทำการกำเนิดสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ ซึ่ง เครื่องโทรศัพท์มีลิตพิงก์ชันนี้ กำเนิดสัญญาณได้ทั้งแบบพัลส์และแบบโทน

2.2.3 ส่วนส่งเสียงพูด ส่วนนี้จะ เป็นไมโครโฟนที่จะส่ง เสียงพูดของผู้ใช้แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า เข้าสู่วงจรเสียงพูดเพื่อส่ง ไปยังคู่สนทนา

2.2.4 ส่วนรับเสียงพูด ส่วนนี้จะ เป็นลำโพงหรือไดอะแฟรม [Diaphragm] เพื่อแปลง เสียงพูดของ คู่สนทนาจากวงจรเสียงพูดซึ่งอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นเสียง [Voice]

2.2.5 วงจรตรวจจับสัญญาณ เรียก ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณเรียกจากชุมสายโทรศัพท์และแปลงสัญญาณดังกล่าว เป็นเสียง เพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่ามีการ เรียก เข้ามา

2.2.6 ฮุคสวิทช์ มีหน้าที่ตัดต่อ เครื่อง โทรศัพท์ เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ซึ่งสภาวะการทำงานของฮุคสวิทช์มี 2 สภาวะคือสภาวะการวางหู[On Hook]และสภาวะยกหู[Off Hook]

- สภาวะวางหู ในสภาวะนี้ส่วนโทรศัพท์วางบนฮุคสวิทช์และฮุคสวิทช์จะทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ เข้ากับวงจรตรวจจับสัญญาณเรียก ซึ่งทำให้สามารถรับสัญญาณเรียกได้เมื่อมีผู้เรียกเข้ามา

- สภาวะยกหู ในสภาวะนี้ผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ขึ้นจากฮุคสวิทช์ซึ่งทำให้ฮุคสวิทช์ต่อ เครื่อง โทรศัพท์ เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ทำให้ผู้ใช้ทำการหมุนโทรศัพท์หรือสนทนากับคู่สนทนาได้

2.2.7 วงจรบริดจ์ ทำหน้าที่ผ่านกระแสไฟตรง จากคู่สายโทรศัพท์ไปเลี้ยงวงจรโทรศัพท์เมื่อฮุคสวิทช์อยู่ในสภาวะยกหูและทำหน้าที่ให้สัญญาณเสียงทั้งทางด้านทิศลบและทิศ

บวกผ่านในวงจรโทรศัพท์ได้ นอกจากนี้วงจรแปลงสัญญาณไฟตรงยังเป็นส่วนสร้างกราวนด์ไม่ว่าง [Ground] ให้แก่วงจรโทรศัพท์ด้วย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

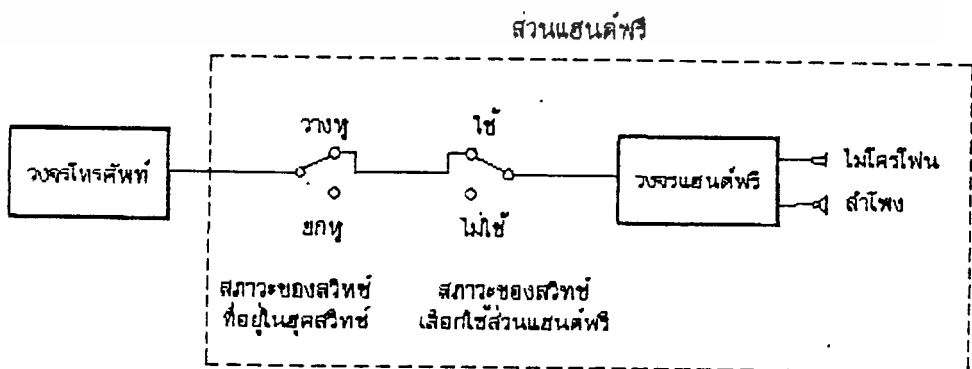
2.3 ส่วนแฮนด์ฟรี

หน้าที่อย่างหนึ่งของโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันคือ การช่วยทำให้ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถใช้งานโทรศัพท์ได้โดยไม่ต้องยกหูหรือถือหูโทรศัพท์ ซึ่งเราสามารถใช้งานส่วนแฮนด์ฟรีช่วยทำหน้าที่เปรียบเสมือนยกหูโทรศัพท์ทำให้ผู้ใช้ องค์ประกอบของส่วนแฮนด์ฟรีประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ

1. ระบบสวิตช์
2. วงจรแฮนด์ฟรี

แต่ละส่วนมีความสำคัญดังนี้

2.3.1 ระบบสวิตช์ ประกอบด้วยสวิตช์ 2 ตัวคือสวิตช์เลือกใช้งานส่วนแฮนด์ฟรี ซึ่งมีอยู่ 4 หน้าสัมผัส ทำหน้าที่ต่อวงจรโทรศัพท์เข้ากับวงจรแฮนด์ฟรี ต่อไฟเลี้ยง เข้ากับวงจรแฮนด์ฟรี และต่อไฟเลี้ยง เข้ากับวงจรขยายด้วย และสวิตช์ตัวที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดสวิตช์ ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของไฟเลี้ยงที่จะไปเลี้ยงวงจรแฮนด์ฟรี โดยจะถูกติดตั้งไว้ระหว่างไฟเลี้ยง 5 โวลต์ กับสวิตช์แฮนด์ฟรีส่วนที่ 3 เมื่อชุดสวิตช์อยู่ในสภาวะวางหูสวิตช์ตัวที่ 2 จะอยู่ในสภาวะปิด [On] และ เปิด [Off] เมื่อชุดสวิตช์อยู่ในสภาวะยกหู ดังนั้นส่วนแฮนด์ฟรีนี้จะใช้งานได้คือเมื่อชุดสวิตช์อยู่ในสภาวะวางหูอันดับแรกและสวิตช์เลือกใช้งานส่วนแฮนด์ฟรี อยู่ในตำแหน่งปิด เมื่ออยู่ในสภาวะการใช้งานส่วนแฮนด์ฟรี ถ้าผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์ขึ้นส่วนแฮนด์ฟรี จะถูกตัดออกจากวงจรโทรศัพท์ ลักษณะการเชื่อมต่อส่วนแฮนด์ฟรีเข้ากับวงจรโทรศัพท์ เป็นดังรูป 2.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 2.3 แสดงการ เชื่อมต่อส่วนแฮนด์ฟรีเข้ากับวงจรโทรศัพท์ ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2.3.2 วงจรแฮนด์ฟรี เนื่องจากเป็นการใช้โทรศัพท์โดยไม่ต้องยกหูโทรศัพท์ ดังนั้น จึงต้องมีไมโครโฟนแยกต่างหากอีกตัวหนึ่ง ติดตั้งไว้กับตัวเครื่องโทรศัพท์เพื่อรับเสียงของผู้ใช้มายาย และส่งเข้าสู่วงจรโทรศัพท์และรับสัญญาณเสียงของคู่สนทนาจากวงจรโทรศัพท์มายายและรับข้อมูลสู่ลำโพงกระจายเสียงให้ผู้ใช้ได้ยิน ดังนั้นวงจรแฮนด์ฟรีจึงประกอบด้วยวงจรขยาย 2 ส่วน ส่วนนี้ทำการขยายเสียงจากไมโครโฟนและ ไมโครโฟนจะต้องมีความไวเป็นพิเศษ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สนทนากับคู่สนทนาปลายทางโดยไม่ต้องอยู่ใกล้เครื่องโทรศัพท์ที่มีติดตั้งกันนี้

2.4 ส่วนตอบรับโทรศัพท์

ส่วนนี้จะทำการส่งข้อความที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำแจ้งให้ผู้ที่โทรศัพท์เข้ามาทราบว่าขณะนั้นไม่มีผู้รับสาย ถ้าผู้เรียกต้องการฝากข้อความถึงผู้ใด ก็สามารถฝากไว้ได้โดยเครื่องโทรศัพท์ที่มีติดตั้งกันนี้จะบันทึกไว้ในหน่วยความจำ ซึ่งระยะเวลาในการบันทึกข้อความนาน 1 นาที การฝากข้อความจะทำได้หลังจากเสียงตอบรับนั้นสิ้นสุดลง

ส่วนตอบรับโทรศัพท์นี้จะต่อเข้ากับวงจรโทรศัพท์ตรงตำแหน่ง ไมโครโฟน สัญญาณเสียงจากส่วนตอบรับนี้จะต้องถูกปรับให้มีค่าต่างๆ อยู่ในระดับสัญญาณไมโครโฟน การเริ่มทำงานของส่วนนี้จะถูกควบคุมโดยไมโครโพรเซสเซอร์ การสิ้นสุดของข้อความที่ตอบรับจะเป็นการหยุดทำงานของส่วนนี้ และจะ เป็นการแจ้งให้ระบบไมโครโพรเซสเซอร์ทราบเพื่อที่จะได้เริ่มตั้ง เวลา 1 นาที เพื่อบันทึกข้อความต่อไป

ส่วนตอบรับโทรศัพท์ยังต่อเข้ากับวงจรขยาย เพื่อขยายสัญญาณข้อมูลสู่ลำโพง เพื่อใช้ในการที่ผู้ใช้จะใช้ทดสอบฟัง เสียงของตนเองที่จะบันทึกในหน่วยความจำของส่วนนี้ เพื่อการตอบรับโทรศัพท์

2.5 ส่วนบันทึกข้อความ

หลังจากการทำงานของส่วนตอบรับโทรศัพท์ที่สิ้นสุดลง ส่วนบันทึกข้อความจะทำการบันทึกข้อความที่ผู้เรียกเข้ามา ต้องการฝากไว้เก็บลงในหน่วยความจำ ซึ่งได้ออกแบบไว้ให้สามารถบันทึกข้อความได้เป็นระยะเวลา 20 นาที แต่จะให้ระยะเวลาบันทึกแต่ละครั้ง

เพียง 1 นาทีเท่านั้น ในส่วนนี้เราสามารถให้เล่นกลับเพื่อส่งข้อความที่บันทึกไว้ให้เจ้าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
โทรศัพท์ที่มีติดตั้งกันทั้งทางโทรศัพท์ได้ โดยผู้เป็นเจ้าของจะเป็นผู้เรียกเข้ามายังโทรศัพท์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วควบคุมให้ส่วนบันทึกข้อความทำการอ่านข้อความจากหน่วยความจำส่งมา

ขอบเขตในการควบคุมได้กำหนดไว้ 3 แบบคือ สั่งให้เริ่มส่งข้อความ, สั่งให้หยุด และสั่งให้ลบข้อความทั้งหมดที่บันทึกไว้ออกจากหน่วยความจำ ซึ่งการแบบนี้ใช้เมื่อได้รับฟังข้อความทั้งหมดแล้ว เพื่อที่จะได้ใช้หน่วยความจำในการบันทึกข้อความของผู้เรียกคนอื่นต่อไป

2.6 ส่วนตรวจจับสัญญาณโทน

ส่วนนี้มีไว้เพื่อช่วยให้สามารถควบคุมการส่งข้อความ, การหยุดส่ง หรือ การลบหน่วยความจำซึ่งได้อธิบายมาแล้ว การควบคุมจะทำได้โดยการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์ ซึ่งได้กำหนดปุ่มไว้ เป็นปุ่มควบคุมคือ

- ปุ่ม * ใช้สั่งให้ส่วนบันทึกข้อความทำการอ่านหน่วยความจำ และแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณเสียงส่งมาตามสายโทรศัพท์
- ปุ่ม # ใช้สั่งให้ส่วนบันทึกข้อความหยุดอ่านหน่วยความจำ ถ้าต้องการฟังข้อความต่อไปให้กดปุ่ม *
- ปุ่ม 0 ใช้สั่งให้ส่วนบันทึกข้อความทำการลบข้อความที่บันทึกไว้ทั้งหมด โดยการรีเซ็ตแอดเดรส [Reset Address] ของหน่วยความจำ

หลักการของการควบคุมก็คือ เมื่อกดปุ่มใดข้างต้นจะมีสัญญาณโทน ส่งไปในคู่สายโทรศัพท์ไปยัง เครื่อง โทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน วงจรส่วนตรวจจับสัญญาณโทนนี้ ก็จะทำการดีเทค [Detect] สัญญาณโทนว่าเป็นสัญญาณของปุ่มใดแล้วสั่งให้ส่วนของไมโครโปรเซสเซอร์มาควบคุมส่วนบันทึกข้อความอีกต่อหนึ่ง สัญญาณโทนของปุ่มหมายเลข 1 - 9 จะไม่มีผลต่อการทำงานของวงจรส่วนนี้

2.7 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก

เนื่องจากเครื่อง โทรศัพท์มัลติฟังก์ชันนี้ ไม่มีสวิทช์มาทำการควบคุมให้เครื่องโทรศัพท์ออกจากโหมด (Mode) ของการเป็นเครื่องโทรศัพท์ธรรมดาเข้าสู่โหมดของการตอบรับโทรศัพท์ หรือโหมดการเล่นข้อความที่บันทึกไว้ให้ฟังทางโทรศัพท์ การควบคุมจะใช้หลักการนับจำนวนสัญญาณเรียกจากขุมสายโทรศัพท์ที่เข้ามายัง เครื่อง โทรศัพท์ เนื่องจากมีผู้เรียก

เข้ามา ถ้าวงจรทำการนับจำนวนของสัญญาณเรียกได้เท่ากับจำนวนที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้า การค้าไม่ว่าเครื่องโทรศัพท์ก็จะทำการยกหูเอง โดยอัตโนมัติโดยอาศัยสวิทช์อีกตัวหนึ่งซึ่งไม่มีสวิทช์ไปใช้

หลังจากนี้ ถ้ามีสัญญาณโทนของบุ่ม * เข้ามาภายในช่วงเวลาที่กำหนด เครื่องก็จะเข้าสู่โหมดการส่งข้อความที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำให้ฟังทางโทรศัพท์ แต่ถ้าไม่มีสัญญาณโทนดังกล่าวเข้ามาภายในระยะเวลาที่กำหนด เครื่องจะเข้าสู่โหมดการตอบรับโทรศัพท์และบันทึกข้อความ จากการที่ผู้ใช้หลักการในการนับจำนวนสัญญาณเรียกดังกล่าวดังกล่าว ถ้าการเรียกที่เข้ามานั้นมีผู้มารับสาย การรับสายจะต้องกระทำก่อนที่สัญญาณเรียกจะดังถึงจำนวนที่โปรแกรมไว้ว่าการมารับสายล่าช้าจะทำให้เครื่องโทรศัพท์เข้าสู่โหมดใดๆข้างต้น แต่ผู้ใช้สามารถที่จะโปรแกรมจำนวนสัญญาณเรียกไว้ให้มากพอที่จะมารับสายได้ทันที

2.8 วงจรตรวจจับลักษณะของสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

เมื่อต้องการให้เครื่องโทรศัพท์มีลัดฟังก์ชันทำการเรียกโทรศัพท์ทวนซ้ำอัตโนมัติซึ่งระบบไมโครโปรเซสเซอร์จะเป็นผู้ทำการเรียกโทรศัพท์แทนผู้ใช้ ลำดับการทำงานของระบบไมโครโปรเซสเซอร์มีดังต่อไปนี้

1. ยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติ
2. เมื่อได้รับสัญญาณให้ส่งหมายเลข [Dial Tone] ก็จะทำกรส่งสัญญาณหมายเลขไปยังชุมสายโทรศัพท์
3. ตรวจจับลักษณะสัญญาณที่ตอบกลับมาจากชุมสายโทรศัพท์ว่าเป็นสัญญาณเรียกกลับ [Ring Back Tone] หรือสัญญาณไม่ว่าง [Busy Tone]
4. ถ้าเป็นสัญญาณเรียกกลับก็จะส่งสัญญาณเสียงออกมา อยู่ในรูปพัลส์ โดยส่งเป็นช่วงๆแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่า การเรียกสำเร็จแล้ว
5. ถ้าเป็นสัญญาณไม่ว่าง ก็จะวางหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติเป็นเวลา 30 วินาที แล้วจึงเริ่มต้นเรียกใหม่ โดยทำตามขั้นตอนตั้งแต่ข้อ 1

วงจรตรวจจับลักษณะของสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์จะเป็นส่วนที่ทำให้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์รับรู้ว่าเป็นสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายนั้นเป็นสัญญาณชนิดใด เพื่อที่จะได้ปฏิบัติตามขั้นตอนข้างต้นได้อย่างถูกต้อง วงจรนี้จะใช้งานในขั้นตอนลำดับที่ 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานในหอสมุดแห่งชาติ มี 3 ข้อควรระวังในการคัดลอกเอกสารนี้
1. ห้ามเผยแพร่เอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาต
2. ห้ามนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
3. ห้ามนำเอกสารนี้ไปใช้ในการโฆษณา

1. สัญญาณให้ส่งหมายเลข [Dial Tone] มีลักษณะเป็นสัญญาณรูปไซน์ [Sine] มีความถี่ประมาณ 400 เฮิรต ส่งมาโดยมอดูเลชันแบบแอมพลิจูด [Amplitude Modulation] กับสัญญาณรูปไซน์ ความถี่ 16 เฮิรต เมื่อผู้ช่วยหุโทรศัพท์ชั้นทางชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณนี้มา เพื่อบอกให้ผู้ใช้งานทำการกดปุ่มหมายเลข เพื่อส่งหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วย สัญญาณให้ส่งหมายเลขนี้จะหยุดส่งจากชุมสายเมื่อผู้ใช้งานเริ่มทำการส่งหมายเลข

2. สัญญาณเรียกกลับ เป็นสัญญาณรูปไซน์ ความถี่ประมาณ 400 เฮิรต ส่งเป็นจังหวะส่ง 1 วินาที หยุดส่ง 4 วินาที สลับต่อเนื่องกันไป เพื่อแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบว่าสามารถติดต่อบริษัทปลายทางได้แล้วเมื่อผู้รับปลายทางรับสาย สัญญาณนี้จะหยุดส่ง

3. สัญญาณไม่ว่าง เป็นสัญญาณรูปไซน์ ความถี่ประมาณ 400 เฮิรตส่งเป็นจังหวะส่ง 0.5 วินาที หยุดส่ง 0.5 วินาที สลับต่อเนื่องกันไป สัญญาณนี้เป็นการแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบว่าคู่สายปลายทางไม่ว่าง ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องวางหุโทรศัพท์แล้วหุขึ้นใหม่ เพื่อทำการติดต่อกันใหม่อีกครั้ง

จะสังเกตได้ว่าสัญญาณทั้ง 3 แบบเป็นสัญญาณรูปไซน์และมีความถี่เดียวกัน จะแตกต่างกันเฉพาะช่วงเวลาที่ใช้ในการส่งสัญญาณ ซึ่งข้อสังเกตนี้จะได้นำมาใช้ในการออกแบบวงจรต่อไป

2.9 วงจรขยาย

วงจรขยายใช้ขยายสัญญาณเพื่อขับออกสู่ลำโพง วงจรขยายมีอยู่ 2 ชุด ซึ่งมีรายละเอียดของวงจรเหมือนกัน โดยวงจรขยายชุดที่ 1 ใช้เลือกขยายสัญญาณจากวงจร 2 ส่วนคือ จากส่วนตอบรับโทรศัพท์ ซึ่งจะใช้เมื่อเสร็จจากขั้นตอนการบันทึกข้อความที่จะใช้ในการตอบรับโทรศัพท์ลงในหน่วยความจำของวงจร เพื่อที่จะฟังว่าลักษณะเสียงที่บันทึกไว้แล้วเป็นอย่างไร และอีกส่วนหนึ่งคือจากส่วนบันทึกข้อความ ซึ่งจะใช้เมื่อต้องการฟังข้อความที่ผู้เรียกเข้ามาได้ฝากไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับใช้ในการที่วงจรเสียงเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์อื่นใดเป็นการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อออกสู่ลำโพง

2.10 ระบบไมโครโพรเซสเซอร์

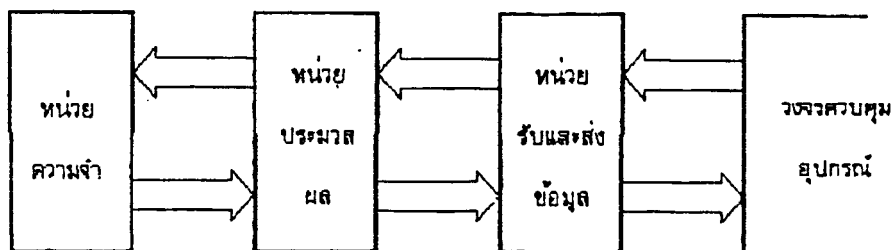
ระบบไมโครโพรเซสเซอร์นั้น นับว่าเป็นหัวใจหลักของเครื่องโทรศัพท์มือถือฟังก์ชันนี้ เพราะว่าเกือบทุกฟังก์ชันของเครื่องโทรศัพท์นี้ จะอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบไมโครโพรเซสเซอร์มีเพียงส่วนแฮนด์ฟรี เท่านั้นที่ไม่ได้อยู่ภายใต้การควบคุม

การควบคุมของระบบไมโครโพรเซสเซอร์จะควบคุมผ่านพอร์ตอินพุต[Input port] และพอร์ตเอาต์พุต[Output port] โดยพอร์ตอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณจากวงจรส่วนอื่นมา ตรวจสอบกับคำสั่งในโปรแกรมที่ควบคุมระบบไมโครโพรเซสเซอร์ ส่วนเอาต์พุตพอร์ตจะใช้เป็นช่องทางที่ระบบไมโครโพรเซสเซอร์ใช้ควบคุมวงจรส่วนอื่น

ในระบบของไมโครโพรเซสเซอร์นั้น ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้คือ

1. หน่วยประมวลผล [Central Processing Unit] เป็นตัวที่สั่งงานให้อุปกรณ์ต่างทำงานตามต้องการ โดยอาศัยข้อมูลในหน่วยความจำหรือจากส่วนรับข้อมูล
2. หน่วยความจำ [Memory] เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บคำสั่งและข้อมูลต่างๆที่จำเป็น สำหรับการดำเนินงานของหน่วยประมวลผล.
3. อุปกรณ์รับข้อมูลและส่งข้อมูล [Input / Output Device] เป็นทางผ่านของข้อมูลเข้าสู่หน่วยประมวลผล เพื่อให้หน่วยประมวลผลรับรู้ถึงสภาวะการณต่างๆของอุปกรณ์ และเป็นทางผ่านของข้อมูลจากหน่วยประมวลผลเพื่อสั่งให้อุปกรณ์ต่างๆทำงานตามต้องการ

แผนภาพแสดงระบบควบคุมด้วยไมโครโพรเซสเซอร์



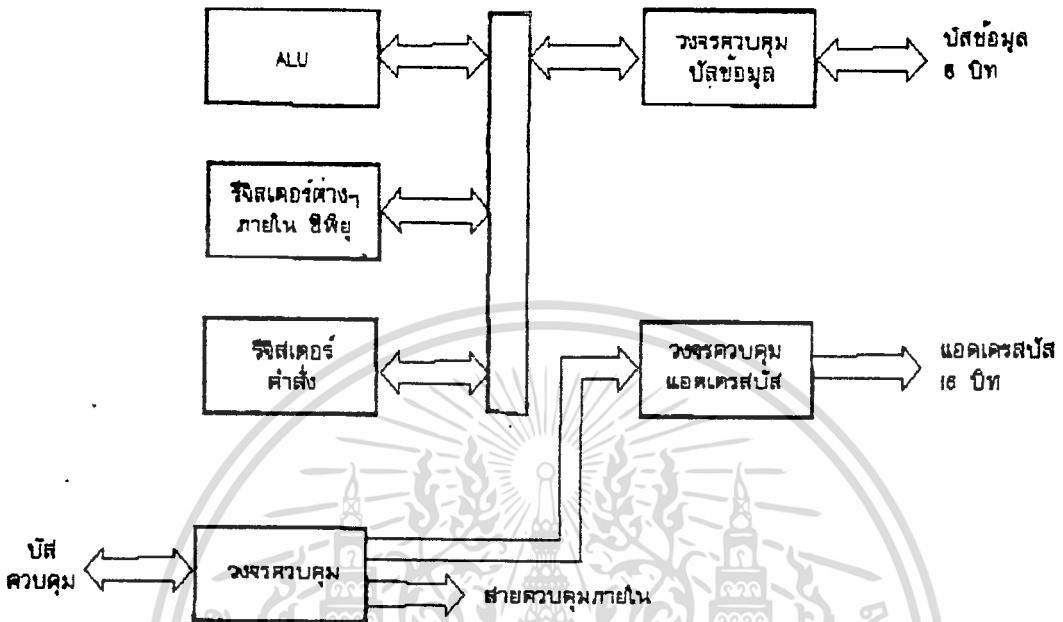
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับจารไว้ก่อนเพื่อตรวจสอบเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ผู้อื่นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูป 2.4 แสดงองค์ประกอบของระบบไมโครโพรเซสเซอร์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหน่วยประมวลผลในโทรศัพท์มือถือรุ่นนั้น ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

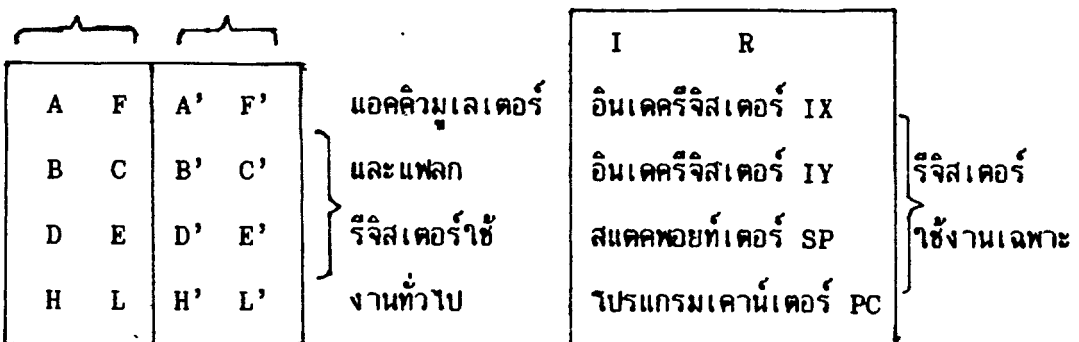
Z-80 ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆดังแผนภาพ



รูป 2.5 แสดงส่วนประกอบของไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80

โครงสร้างภายในของ Z-80 ซีพียูประกอบด้วยรีจิสเตอร์ภายในที่สามารถเขียนและอ่านได้ถึง 208 บิต โดยแยกเป็นกลุ่มของรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต 18 รีจิสเตอร์ และรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิตอีก 4 รีจิสเตอร์ โดยมีชุดรีจิสเตอร์แสดงได้ดังรูป 2.6

รีจิสเตอร์ รีจิสเตอร์
หลัก สำรอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1 รีจิสเตอร์หลักที่ใช้งานทั่วไป [General Purpose Register]

รีจิสเตอร์ในกลุ่มแรกคือ A, F, B, C, D, E, H, L เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ที่ใช้งานทั่วไป โดยรีจิสเตอร์เหล่านี้สามารถประกอบรวมกันเป็นคู่รีจิสเตอร์ได้ คือ AF, BC, DE, และ HL โดยคู่รีจิสเตอร์เหล่านี้จะได้รับการใช้งานในลักษณะของรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต การกระทำภายในซีพียูอาจอาศัยเพียงรีจิสเตอร์เดียวหรือกระทำเป็นคู่รีจิสเตอร์ได้ โดยที่ A คือ แอดเดรสรีจิสเตอร์ F คือ แฟลก, แฟลกของ Z-80 จะมีด้วยกันทั้งหมด 6 ตัว จึงใช้เพียง 6 บิต แต่ Z-80 อาศัยการเพิ่มบิตขึ้นอีก 2 บิต และกลายเป็นรีจิสเตอร์ F, รีจิสเตอร์ F นี้สามารถได้รับการเซต, รีเซตการกระทำตามคำสั่งทางคณิตศาสตร์ หรือลอจิกได้ และเราสามารถนำ F เหมือนรีจิสเตอร์หนึ่ง ซึ่งเมื่อรวมกับรีจิสเตอร์ A แล้ว จะกลายเป็นคู่รีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต

2.10.2 รีจิสเตอร์สำรอง [Alternate Register]

เป็นกลุ่มรีจิสเตอร์ที่สามารถเก็บข้อมูลได้ โดยเป็นตัวเก็บข้อมูลที่มาจากรีจิสเตอร์หลัก รีจิสเตอร์ชุดนี้จึงมีด้วยกัน 8 ตัว คือ A', F', B', C', D', E', H' และ L' รีจิสเตอร์เหล่านี้ เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลชั่วคราวในการที่ต้องการใช้รีจิสเตอร์หลักทำงานอย่างอื่นก่อน ดังนั้นรีจิสเตอร์กลุ่มนี้ จึงไม่สามารถกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิกได้

2.10.3 รีจิสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะอย่าง [Special Purpose Register]

- โปรแกรมเคาน์เตอร์ [PC-Program Counter] โปรแกรมเคาน์เตอร์เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ที่เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของโปรแกรมในขณะที่สถานะการกระทำ การเพชช โดยขณะทำการเพชชค่าที่อยู่ในโปรแกรมเคาน์เตอร์จะ ไปปรากฏอยู่ที่แอดเดรส บัส เพื่อชี้ไปยังตำแหน่งในหน่วยความจำที่ซีพียูอ่านคำสั่งมาตีความหมาย ค่าที่อยู่ในโปรแกรมเคาน์เตอร์จะ เพิ่มค่าขึ้นได้อย่างอัตโนมัติหลังการทำการเพชช แต่ถ้าหากซีพียูกระทำคำสั่งให้ข้ามไปยังตำแหน่งอื่น [Jump] ค่าแอดเดรสที่จะกระโดดข้ามนั้น จะไหลคเข้ามายังโปรแกรมเคาน์เตอร์ได้อย่างอัตโนมัติ

- สแตคพอยน์เตอร์ [SP-Stack Pointer] เป็นรีจิสเตอร์ 16 บิต ที่ใช้สำหรับชี้ไปยังแอดเดรสชั้นบนสุดของสแตคที่อยู่ใน RAM โดยส่วนของสแตคมีลักษณะ โครงสร้างเป็นหน่วยความจำแบบ เก็บที่หลังเรียกออกก่อน [Last in First out] ข้อมูลในสแตคอาจได้รับการ Push หรือ Pop มาจากข้อมูลรีจิสเตอร์ภายในซีพียู ลักษณะของสแตคในทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ยังเป็นส่วนช่วยในการทำ อินเตอร์รัฟ [Interupt] และการเรียกโปรแกรมย่อย กล่าวคือในการ อินเตอร์รัฟ ค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์จะได้รับการเก็บไว้ในชั้นสแตค เมื่อโปรแกรมกลับจากการอินเตอร์รัฟ โปรแกรมทำยังโปรแกรมหลักก็จะนำค่าที่เก็บไว้จากสแตคกลับเข้ามายังโปรแกรมเคาน์เตอร์ใหม่ ในทำนองเดียวกันการกระโดดไปกระทำยังโปรแกรมย่อยก็เช่นเดียวกัน ดังนั้นการกระทำในรูปของอินเตอร์รัฟ หรือโปรแกรมย่อยสามารถซ้อนกันได้ไม่มีสิ้นสุด

- อินเดกรีจิสเตอร์ [IX, IY - Index Register]

ซีพียู Z-80 มีอินเดกรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต 2 ตัว แต่ละตัวใช้ประโยชน์หลักเป็นตัวเก็บแอดเดรสฐาน [Base Address] เพื่ออ้างอิงแอดเดรสแบบอินเดคแอดเดรสซึ่ง [Index Addressing] ในโหมดของอินเดคแอดเดรสซึ่ง ซึ่งมีข้อมูลที่อยู่ในอินเดกรีจิสเตอร์นี้ จะรวมกับข้อมูลที่ติดมากับคำสั่งอีก 8 บิต เพื่อเป็นตัวกำหนดแอดเดรสให้กับคำสั่งข้อมูลที่ติดมากับคำสั่งนี้ เราเรียกว่า ดิสเพลซเมนต์ [Displacement] ซึ่งจะเก็บในรูปของ 2's คอมพลีเมนต์

- อินเตอร์รัฟเพจแอดเดรสรีจิสเตอร์

[I-Interrupt Page Address Register]

การอินเตอร์รัฟของ Z-80 มีหลายโหมด และโหมดหนึ่งที่ทำให้การอินเตอร์รัฟของ Z-80 มีประสิทธิภาพสูง กล่าวคือเมื่อเกิดการอินเตอร์รัฟในโหมดนี้ซีพียูสามารถอ้างอิงแอดเดรสโดยทางอ้อม โปรแกรมทำโปรแกรมในทีใดก็ได้ในหน่วยความจำ โดยอาศัยค่าในรีจิสเตอร์ I รวมกับค่าที่ส่งมาจากอุปกรณ์เพอร์เฟอรัลอีก 8 บิต ซีพียูยังคำนวณหน่วยความจำ เพื่อนำค่านั้นมาไหลคเข้าในโปรแกรมเคาน์เตอร์เพื่อกระทำต่อไป ด้วยวิธีการนี้ เราจึงสามารถกระโดดเข้าไปทำที่ส่วนใดก็ได้ในหน่วยความจำ

- รีจิสเตอร์รีเฟรชหน่วยความจำ [R-Memory Refresh Register]

การต่อซีพียูกับหน่วยความจำนั้น โดยปกติจะต่อกับหน่วยความจำชนิดสแตคได้โดยง่าย แต่อย่างไรก็ดี หน่วยความจำชนิดไดนามิกที่ต้องการรีเฟรชมีราคาสูงกว่า มีความหนาแน่นสูงกว่า Z-80 สามารถให้การรีเฟรชหน่วยความจำได้อย่างอัตโนมัติโดยค่าใน R รีจิสเตอร์ จะเพิ่มค่าขึ้นหนึ่งครั้งที่มีการเพรชคำสั่งและข้อมูลในรีจิสเตอร์ R นี้จะส่งไปยังแอดเดรสบัส ในส่วนบิตที่มีนัยสำคัญต่ำกว่าจังหวะของการส่งนี้จะ เป็นจังหวะเดียวกับที่ซีพียู

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับผู้อ่านที่สนใจเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้จะใช้เรียกทางคำสั่งโดยตรงไม่ได้

- แอคคิวมูเลเตอร์และแฟลก [Accumulator & Flag]

ซีพียูจะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นหลักในการเป็นตัวโอเพอร์แรนด์สำหรับกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิก โดยรีจิสเตอร์หลักนี้จะมีเพียง 8 บิต เรียกว่า แอคคิวมูเลเตอร์ การกระทำในส่วนของหน่วยคณิตศาสตร์และลอจิก ย่อมเกิดเงื่อนไขได้หลายอย่างที่จะต้องแสดงสถานะภาพของเงื่อนไขเหล่านั้น เช่น เงื่อนไขผลลัพธ์เป็นศูนย์ ผลลัพธ์เป็นบวกหรือลบ มีตัวทด ตัวขอยืม พาริตีคู้หรือคี่ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้จะแสดงได้ด้วยแฟลก แฟลกเป็นรีจิสเตอร์ ขนาด 8 บิต ซึ่งสามารถรวมกับแอคคิวมูเลเตอร์ เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิตได้

- รีจิสเตอร์คำสั่งและส่วนควบคุม

[Instruction Register and Control]

ในการทำการเพชชี ซีพียูจะอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำที่เป็นส่วนของโปรแกรมมาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์คำสั่ง เพื่อทำการถอดรหัสคำสั่งและส่งสัญญาณควบคุมการทำงานภายใน ซีพียู หรือควบคุมการทำงานของระบบสัญญาณควบคุมเหล่านี้ จะออกมาในจังหวะต่างๆกัน เพื่อใช้ควบคุมระบบในการทำงานต่อไป

ในการคำนวณทั้งทางคณิตศาสตร์และทางตรรกศาสตร์ ของ Z-80 นั้น เกิดขึ้นที่หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และทางตรรก [Arithmetic and Logic Unit : ALU] หน่วย ALU นี้จะติดต่อกับรีจิสเตอร์ต่างๆ ซึ่งข้อมูลที่จะนำมาประมวลผลอาจมาจากภายนอกหรือภายในซีพียูก็ได้ การประมวลผลในส่วน ALU ที่สำคัญประกอบด้วย

- การบวก [Add]
- การลบ [Subtract]
- การแอนด์ [And]
- การออร์ [Or]
- การเอกซ์คลูซีฟออร์ [Exclusive-Or]
- การเปรียบเทียบ [Compare]
- การเซต/รีเซตบิต [Set/Reset Bit]
- การตรวจสอบบิต [Test Bit]
- การเลื่อนทางซ้ายหรือขวา [Left or Right Shift]
- การเพิ่มค่าหรืออินครีเมนต์ [Increment]

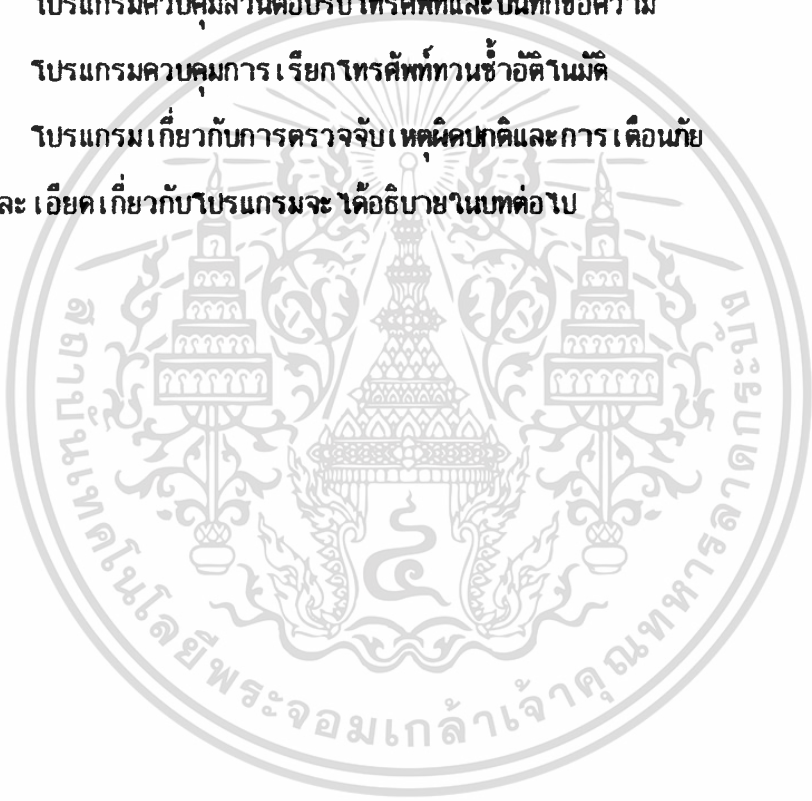
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การลดค่าหรือดีกรีเมนต์ [Decrement]

2.11 ส่วนโปรแกรม

โปรแกรมเป็นส่วนกำหนดขั้นตอนการทำงานให้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อการควบคุมภายนอก โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมเครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันมี 5 กลุ่มหลักๆคือ

1. โปรแกรมตรวจสอบการกดคีย์บอร์ดและความวางจรโทรศัพท์
 2. โปรแกรมเกี่ยวกับการบันทึกและการเรียกใช้หมายเลขโทรศัพท์ 20 หมายเลข
 3. โปรแกรมควบคุมส่วนตอบรับโทรศัพท์และบันทึกข้อความ
 4. โปรแกรมควบคุมการเรียกโทรศัพท์ทวนซ้ำอัตโนมัติ
 5. โปรแกรมเกี่ยวกับการตรวจจับเหตุผิดปกติและการเตือนภัย
- รายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมจะได้อธิบายในบทต่อไป



บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน

3.1 คำนำ

ในบทที่ 2 ได้อธิบายถึงโครงสร้างหลักของเครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบใดบ้างและแต่ละส่วนทำหน้าที่อย่างไร ในบทที่ 3 นี้จะได้อธิบายถึงแนวทางการออกแบบและลักษณะของวงจรส่วนต่างๆ

3.2 วงจรโทรศัพท์

เนื่องจากว่าในโหมดการเรียกโทรศัพท์ทวนซ้ำอัตโนมัติ โหมดการเรียกไปยังหมายเลขล่าสุดที่โทรและ โหมดการเตือนภัย ระบบไมโครโพรเซสเซอร์จะทำการเรียกแทนผู้ใช้งานนี้ วงจรโทรศัพท์ที่เหมาะสม จะต้องมีส่วนไดอัลเลอร์ที่สามารถรับการกระตุ้นด้วยลอจิกจากระบบไมโครโพรเซสเซอร์ได้

วงจรโทรศัพท์ที่ใช้แสดงดังรูปที่ 3.1 โดยใช้ไอซีเบอร์ MC34010 เป็นวงจรโทรศัพท์ซึ่งมีไดอัลเลอร์แบบโทนซึ่งสามารถทำงานได้โดยการกระตุ้นด้วยลอจิก โดยทางโรว์อินพุท [Row Input] จะแอกทีฟ [Active] ที่ลอจิก 0 และคอลัมน์อินพุท [Column Input] จะแอกทีฟที่ลอจิก 1 [$0.6V < \text{ลอจิก} < 3V$] นอกจากนี้ภายในไอซียังมีส่วนวงจรเสียงพูดและส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกอยู่ในตัว

เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันนี้ จะสามารถส่งสัญญาณหมายเลขได้ทั้งแบบพัลส์และแบบโทนแต่เนื่องจากไอซีเบอร์ MC34010 ส่งสัญญาณหมายเลขได้แบบเดียวคือแบบโทนเราจึงต้องเพิ่มไอซีเบอร์ MC145412 เข้าไปด้วยไอซีเบอร์นี้สามารถกำเนิดสัญญาณหมายเลขแบบพัลส์ได้โดยมีอัตราเร็วในการส่งได้ทั้ง 10pps [10 pulse per second] และ 20pps แต่การกระตุ้นด้วยลอจิกของ MC145412 นี้ไม่เหมือนของ MC34010 โดยทั้งโรว์และคอลัมน์ของ MC145412 นั้นจะแอกทีฟที่ลอจิก 0 ในขณะที่ส่วนคอลัมน์ของ MC34010 แอกทีฟที่ลอจิก 1 ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องแก้ไข เพราะรูปแบบของลอจิกที่ระบบไมโครโพรเซสเซอร์ส่งมานั้นได้ออกแบบให้เป็นแบบที่ทำให้ไดอัลเลอร์ของ MC34010 ทำงาน สำหรับทางแก้ปัญหานั้นโดยใช้อินเวอร์ทติ้งเกต [Inverting Gate] มาเปลี่ยนลอจิก 1 สำหรับคอลัมน์อินพุทของ MC34010 ให้เป็นลอจิก 0 สำหรับคอลัมน์อินพุทของ MC145412

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ บริษัท เทคโนโลยี จำกัด ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรในรูป 3.1 จะเห็นได้ว่าไดโอดเลเซอร์อินพุท[โวลท์และคอลัมน์อินพุท]ของไอซีทั้งสอง เบอร์ต่อขนานกันอยู่ เมื่อไมโครโพรเซสเซอร์ส่งลอจิกออกมาควบคุมที่ส่งสัญญาณ หมายเลข ไอซีทั้งสองตัวจะทำงานพร้อมกัน จึงได้ออกแบบให้สวิทช์ที่ใช้ในการเลือกชนิดของสัญญาณหมายเลขเป็นตัวตัดต่อไฟเลี้ยงของ MC145142 เพื่อเลือกสัญญาณหมายเลขแบบโตนและเป็นตัวตัดต่อสัญญาณนาฬิกาที่ต่อเข้ากับขา 16 ของ MC34010 เพื่อเลือกสัญญาณหมายเลขแบบพัลส์ เพราะเมื่อไม่มีสัญญาณนาฬิกามาบ้อน ไดโอดเลเซอร์ของ MC34010 ก็จะสร้างสัญญาณโตนออกมาไม่ได้

ทรานซิสเตอร์ T2 และ T3 ในวงจรเป็นระบบสวิทช์ซิ่ง[Switching] ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณหมายเลขพัลส์ซึ่งถูกควบคุมโดยสัญญาณที่ขา \overline{OPL} ของ MC145412 เมื่ออยู่ในสภาวะยกหู และเมื่อไม่ได้ทำการส่งสัญญาณหมายเลขขา \overline{OPL} จะอยู่ในสภาวะเปิดวงจร เพราะว่าเป็นโอเพนเดรน [Open Drain]

ในสภาวะการยกหู วงจรทรานซิสเตอร์จะถูกต่อเข้ากับคู่สายทรานซิสเตอร์ และมีศักดาไฟฟ้าตกคร่อมวงจรทรานซิสเตอร์ประมาณ 4.6 โวลท์ ซึ่ง T2 และ T3 จะนำกระแส T2 จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณเสียงระหว่างวงจรทรานซิสเตอร์กับคู่สายทรานซิสเตอร์ส่วน T3 จะอยู่ในสภาวะอิ่มตัว [Saturation] เนื่องจากเราจัดกระแสไบอัสผ่าน R 300K สู่ขาเบสของ T3 ให้มีค่ามากคือทำให้กระแส I_c ไหลมาก จนศักดาตกคร่อมขา CE ต่ำกว่าศักดาที่ตกคร่อมขา BE ซึ่งขา BE จะมีศักดาตกคร่อมประมาณ 0.6 โวลท์ ซึ่งตกคร่อมขา \overline{OPL} ด้วยเช่นกัน

เมื่ออินพุทของ MC145412 ได้รับการกระตุ้นด้วยลอจิกจากไมโครโพรเซสเซอร์ขา \overline{OPL} ก็จะมีลักษณะ เปลี่ยนไปมาระหว่างลักษณะโอเพนกับการลัดวงจรลงกราวด์ ศักดาตกคร่อมขา \overline{OPL} จึงมีลักษณะ เป็นพัลส์สัญญาณหมายเลข เมื่อใดที่ศักดาที่ขา \overline{OPL} เป็นกราวด์ T3 ก็จะอยู่ในสภาวะคัทออฟ[Cut off]ทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่าน R 100K และ R 3K ซึ่งก็หมายถึงการไม่มีกระแสเบสของ T2 ด้วย ดังนั้น T2 ก็จะไม่นำกระแส วงจรทรานซิสเตอร์จึงเสมือนอยู่ในสภาวะ ไม่ได้ต่อกับคู่สายทรานซิสเตอร์ พัลส์ที่ปรากฏในคู่สายทรานซิสเตอร์ก็เป็นการสวิทช์ระหว่างการเปิดวงจร คือวงจรทรานซิสเตอร์ไม่นำกระแสศักดาตกคร่อมคู่สายทรานซิสเตอร์เท่ากับ 4.6 โวลท์

จุด A, B, C, D, E, F และจุด G ที่ปรากฏในรูป 3.1 นั้นเป็นจุดที่วงจรอื่นจะมาเชื่อมต่อกับวงจรทรานซิสเตอร์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรแฮนด์ฟรี

วงจรนี้สร้างขึ้นโดยการเลือกใช้อิซีเบอร์ 34018 ซึ่งเป็นไอซีวอยซ์สวิตช์สปีคเกอร์โฟนเซอกิต [Voice Switch Speakerphone Circuit] ซึ่งได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้สร้างเป็นแฮนด์ฟรีสำหรับโทรศัพท์โดยเฉพาะ ซึ่งทำให้สะดวกไม่ต้องออกแบบเอง จากเดต้าบุค [Data Book] ของไอซีเบอร์นี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับไอซี 34014 เช่นเดียวกับไอซีเบอร์ MC145412 ที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.1 ดังนั้นเมื่อเราเลือกใช้อิซี MC34018 นั้นนอกจากจะต้องทดสอบการทำงานของ MC34018 แล้วยังต้องทดสอบการทำงานเมื่อเชื่อมต่อกับวงจรโทรศัพท์ซึ่งใช้อิซี MC 34018 ด้วย สำหรับวงจรแฮนด์ฟรีแสดงดังรูป 3.2

ภายในตัวไอซี MC34018 นั้นมีทรานสมิตแอทเทนนิวาเอเตอร์ [Transmit Attenuator] และรีซีฟแอทเทนนิวาเอเตอร์ [Receiver Attenuator] ซึ่งในเวลาหนึ่งๆ แอทเทนนิวาเอเตอร์ตัวหนึ่งจะมีค่าอัตราขยายสูงสุด ส่วนอีกตัวจะมีค่าลดทอนสูงสุด ดังนั้นจะมีเพียงสัญญาณทางด้านส่งหรือทางด้านรับเพียงสัญญาณเดียว ที่จะได้รับการขยาย ส่วนอีกสัญญาณหนึ่งจะถูกลดทอน แอทเทนนิวาเอเตอร์นี้จึงมีประโยชน์มากในการควบคุมในระบบของสัญญาณทั้งทางด้านส่งและด้านรับเป็นแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ ซึ่งนั่นก็คือถ้าผู้ใช้แฮนด์ฟรีเป็นฝ่ายพูดเสียงของผู้ใช้ก็ถูกส่งออกไป และไม่มีเสียงของคู่สนทนาถูกขยายออกลำโพง แต่ถ้าคู่สนทนาเป็น ฝ่ายพูดมาออกลำโพง เสียงของผู้ใช้แฮนด์ฟรีก็จะไม่ได้รับการขยาย

สำหรับการเชื่อมต่อ MC34018 เข้ากับ MC34010 กระทำโดยนำสัญญาณเอาท์พุทของ MC34018 ซึ่งจะเป็นสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน ไปต่อเข้ากับจุด C ของ MC34010 ซึ่งเป็นจุดที่จะรับสัญญาณเสียงจาก ไมโครโฟนของวงจรโทรศัพท์เอง และนำสัญญาณเสียงจากจุดหึ่งจุด B ของวงจรโทรศัพท์มาเข้าจุดอินพุทของ MC34018 ซึ่งจะเป็นการรับเสียงของคู่สนทนาจากวงจรโทรศัพท์มาขยายขับออกสู่ลำโพง

3.4 วงจรส่วนตอบรับโทรศัพท์

ข้อความที่บันทึกไว้ว่าวงจรส่วนตอบรับโทรศัพท์จะมีอยู่ 3 ชุดโดยชุดแรกเป็นข้อความที่ใช้ตอบรับโทรศัพท์ ชุดที่สองใช้เป็นข้อความแจ้งภัยเมื่อถูกบุกรุก และชุดที่สามเป็นข้อความแจ้งภัยเพลิงไหม้ ข้อความแต่ละชุดจะใช้เวลาประมาณ 20 วินาที เมื่อกำหนดระยะเวลาที่จะใช้กับข้อความแล้วก็สามารถที่จะกำหนดขนาดของหน่วยความจำที่ต้องการใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้เฉพาะเพื่อการสื่อสารภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากฝ่ายนโยบายด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรส่วนตรวจจับสัญญาณโทน

การควบคุมให้ส่วนบันทึกข้อความส่งข้อความที่บันทึกให้ผู้ใช้ฟังทางโทรศัพท์กระทำโดย การกดปุ่ม * หรือปุ่ม 0 หรือปุ่ม # ดังที่อธิบายไปแล้วนั้น ดังนั้นจึงต้องมีวงจรตรวจจับสัญญาณโทนที่ใช้ในการควบคุม ที่ถูกส่งผ่านสายโทรศัพท์มายัง เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน ว่าเป็นสัญญาณโทนของปุ่มใด สัญญาณโทนจะเป็นสัญญาณรูปไซน์ [Sine] 2 ความถี่มี แอมพลิจูดไม่เท่ากันผสมกันโดย

สัญญาณโทนของปุ่ม * เกิดจากการผสมกันของคลื่นความถี่ 941Hz กับ 1209Hz

สัญญาณโทนของปุ่ม 0 เกิดจากการผสมกันของคลื่นความถี่ 941Hz กับ 1336Hz

สัญญาณโทนของปุ่ม # เกิดจากการผสมกันของคลื่นความถี่ 941Hz กับ 1477Hz

วงจรตรวจจับสัญญาณโชนนี้เราใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ซึ่งเป็นไอซีตรวจจับสัญญาณ โชนและให้เอาต์พุตออกมาเป็นลอจิก 4 บิตสำหรับสัญญาณโทนของปุ่ม * จะมีค่าเอาต์พุต ของ MT8870 เป็น BH ของปุ่ม 0 เป็น AH ของปุ่ม # เป็น CH

ในเมื่อเอาต์พุตของ MT8870 เป็นลอจิก 4 บิตแต่จะมีขาอินพุตจากไอซี 8255 มา ต่อกับส่วนนี้เพียง 3 ขาซึ่งเป็นการเพียงพอดังนั้นการเชื่อมค่า MT8870 เข้ากับพอร์ตจะ ต้องผ่านตัวถอดรหัสจาก 4 บิตเป็น 3 บิต

การถอดรหัสจะใช้ไอซี ชิเมอร์สเบอร์ 4514 ซึ่งเป็น 1-of-16 Decoder ซึ่งมีอิน พุตเป็นลอจิก 4 บิตและเอาต์พุต 16 เส้นเรียงลำดับกันตั้งแต่ 0-15 ค่าลอจิกอินพุต 4 บิต จะเป็นตัวกำหนดว่าเอาต์พุตเส้นใดจะถูกเลือกและ เอาต์พุตนั้นจะมีลอจิกเป็น 1 ในขณะที่ เอาต์พุตอีก 15 เส้นจะเป็น 0

เมื่อ MT8870 ตรวจจับสัญญาณโทนของปุ่ม * ได้เอาต์พุตหมายเลข 11 ของไอซี 4514 จะเป็น 1

เมื่อ MT8870 ตรวจจับสัญญาณโทนของปุ่ม 0 ได้เอาต์พุตหมายเลข 10 ของไอซี 4514 จะเป็น 1

เมื่อ MT8870 ตรวจจับสัญญาณโทนของปุ่ม # ได้เอาต์พุตหมายเลข 12 ของไอซี 4514 จะเป็น 1

นำเอาต์พุตหมายเลข มาเรียงเป็นเลขฐาน 2 จำนวน 3 บิต ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ b0 วนไปเท่ากับเอาต์พุตหมายเลข 11 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น b1 วนไปเท่ากับเอาต์พุตหมายเลข 10 และข้างล่างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b2 เท่ากับเอาท์พุทหมายเลข 12

เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์อ่านค่าจากไอซี 8255 ได้เป็น 001 แสดงว่าผู้ใช้กดปุ่ม * มาควบคุม

เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์อ่านค่าจากไอซี 8255 ได้เป็น 010 แสดงว่าผู้ใช้กดปุ่ม 0 มาควบคุม

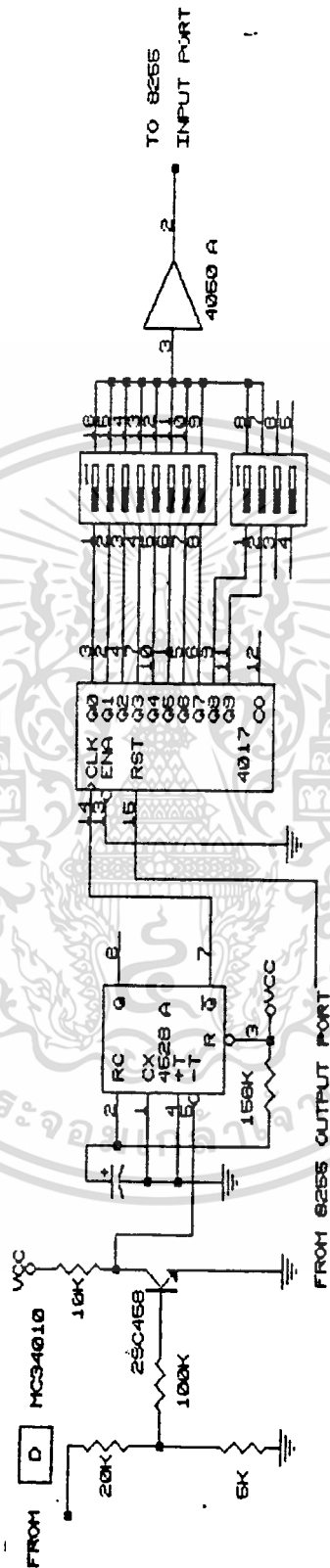
เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์อ่านค่าจากไอซี 8255 ได้เป็น 100 แสดงว่าผู้ใช้กดปุ่ม # มาควบคุม

ไอซี MT8870 จะรับสัญญาณโชนมาจากจุด A ของวงจรรูปที่ 3.1

3.6 วงจรนับจำนวนสัญญาณเรียก

ลักษณะของวงจรถูกจัดรูปที่ 3.5 ทรานซิสเตอร์เป็นชนิด NPN ไอซี 4528 เป็นไอซี ซีมอสคูอัลรีทริกเกอร์เบิ้ลโมโนสเตเบิล [Dual Retriggerable Monostable] ซึ่งตั้งค่าไทม์คอนสแตนท์ [Time Constant] ไว้ประมาณ 1.5 วินาที และจะทำงานเมื่อมีสัญญาณทริกที่ขอบขา 5 เข้ามาซึ่งขา 4017 เป็นไอซีซีมอสซิงโครนัสเคาน์เตอร์ [Synchronous Counter] ทารลึบโดยจะมีเอาท์พุทของการนับ ลึบเส้นแทนค่าของการนับตั้งแต่ 1-10 เมื่อมีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาที่เอาท์พุทของ 4017 ซึ่งปกติจะเป็น โลว์ [Low] ก็จะเป็นไฮ [High] ที่ละบิตตามสัญญาณนาฬิกา

ในสภาวะปกติเมื่อไม่มีสัญญาณเรียกเข้ามา ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะคัทออฟ เนื่องจากไม่มีกระแสเบสไหล ส่วนสถานะลอจิกที่ขา 5 จะเป็นไฮ เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจะเกิดโวลเตจตกคร่อมขา BE ของทรานซิสเตอร์มากกว่า 0.6 โวลต์ ทำให้มีกระแสเบสไหลในปริมาณที่มากพอ จนทำให้กระแสที่ขาคอลเลคเตอร์ไหลมากเกินไปจนทรานซิสเตอร์อิ่มตัว การที่ทรานซิสเตอร์อิ่มตัวทำให้มีโวลเตจตกคร่อมขา CE ประมาณ 0.2-0.3 โวลต์ ซึ่งถือว่าเป็นลอจิกโลว์ การนำกระแสของทรานซิสเตอร์ก่อให้เกิดการทริกขอบขา 5 เพราะสถานะลอจิกเปลี่ยนจากไฮมาเป็นโลว์ เป็นผลให้ขา Q ก็กลายเป็นโลว์เป็นระยะเวลาประมาณ 1.5 วินาทีจึงกลับคืนสู่การเป็น ไฮ เหมือนเดิมซึ่งการกลับคืนเป็นไฮของ Q นี้ก่อให้เกิดการทริกขอบขาขึ้นแก่ไอซี 4017 ค่าของการนับจะเป็น 1 ขา 3 ของ 4017 ก็จะเป็นไฮ เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับไปเข้ามาสถานะการนับจะเป็นเช่นเดิม และ 4017 ก็จะนับเป็น 2 ซึ่งขา 2 ก็จะเป็นไฮ



รูป 3.5 แสดงวงจรตรวจนับจำนวนสัญญาณเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ควรพิจารณาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถกำหนดว่าให้มีสัญญาณเรียกเข้ามาก็ครั้ง ระบบไมโครโปรเซสเซอร์จึง จะทำการยกตนเองอัตโนมัติโดยการตั้งดิพสวิตช์ [Dip Switch] ซึ่งมีประจำอยู่ที่ทุกเอาต์พุท ของ 4017 ว่าจะเลือกเอาสัญญาณของการนับค่าได้ออกมาใช้ โดยจะใช้การเป็นไอของ เอาต์พุท ค่าที่เลือกเพื่อทำให้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์รับรู้ว่ามีสัญญาณเรียกเข้ามารอบ ตามจำนวนที่ตั้งไว้แล้วแต่ไม่มีผู้รับสาย

3.7 วงจรยกและวางทุโทรศัพท์อัตโนมัติ

คำว่ายกและวางทุโทรศัพท์ไม่ได้หมายถึงการยกการยกหรือวางทุของ เครื่องโทรศัพท์ แต่ เป็นการยกและวางทุในทางไฟฟ้า คือวงจรนี้เป็นระบบสวิตช์ซึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจร โทรศัพท์เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ โดยนำเอาหน้าสัมผัสของรีเลย์ [Relay] มาตัดต่อวงจร แทนฮุคสวิตช์ โดยหน้าสัมผัสที่ 1 ของรีเลย์จะทำหน้าที่แทนฮุคสวิตช์ส่วนที่ 1 [HS 1/1] และหน้าสัมผัสที่ 2 ของรีเลย์ จะทำหน้าที่แทนฮุคสวิตช์ส่วนที่ 2 [HS 1/2] การนำรีเลย์ มาใช้งานเช่นนี้ ทำให้เครื่องโทรศัพท์มีลักษณะสามารถทำการยกและวางทุได้ด้วยคน เองอย่างอัตโนมัติ วงจรส่วนนี้แสดงดังรูปที่ 3.6

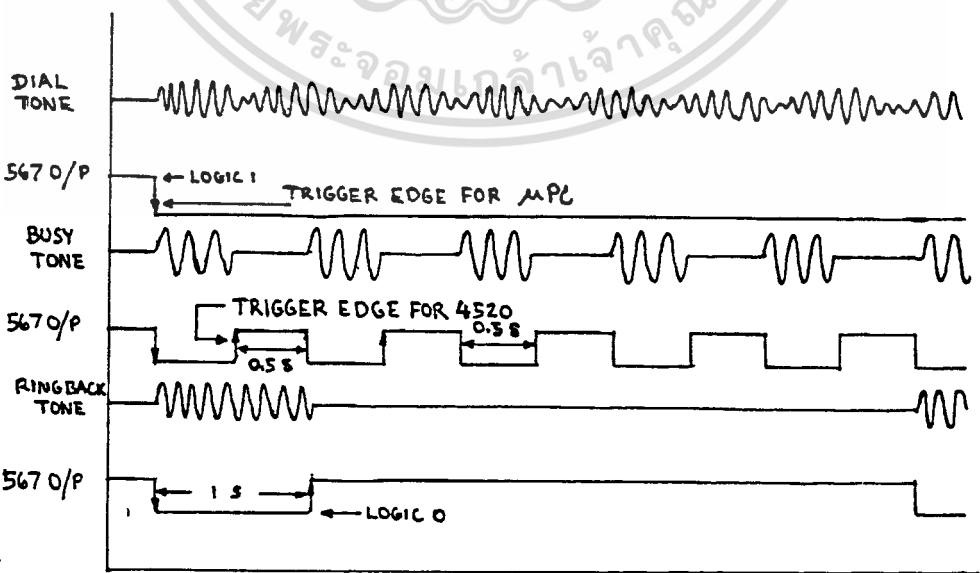
สำหรับการทำงานของวงจรนั้น ในสภาวะปกติเอาต์พุทของ 8255 ที่มาบ่อน้ำให้กับ R 200K จะเป็น 0 และค่าโวลเตจที่ขา C จะเท่ากับ Vcc หรือลอจิก 1 เมื่อระบบไมโคร โปรเซสเซอร์ รันโปรแกรม และพบว่าต้องยกทุโทรศัพท์ก็จะ เปลี่ยนค่าเอาต์พุทดังกล่าว เป็นลอจิก 1 ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส ซึ่งจะนำกระแสในสภาวะอิ่มตัวด้วย สภาวะ ลอจิกจะมีค่าเป็น 0 โดยจะมีค่าโวลเตจประมาณ 0.2-0.3 โวลท์ ซึ่งเป็นค่า V_{sat} [Saturation Voltage] การที่ทรานซิสเตอร์อิ่มตัวและเป็นผลให้ลอจิกที่ขา C หรือ 11 ของไอซี 4528 ซึ่งเป็นไอซี โมโนสเตเบิล เปลี่ยนค่าจากลอจิก 1 เป็นลอจิก 0 ก่อให้เกิดการทริกที่ขอบขาลงแก่ 4528 ไอซี 4528 จะให้เอาต์พุทที่ขา 10 ออกมาเป็นลอจิก 1 เป็นระยะเวลาเท่ากับผลคูณของค่าคอนเดนเซอร์ที่ต่อระหว่างขา 14 กับ 15 กับค่า ของรีซิสเตอร์ที่ขา 14 ซึ่งเราตั้งไว้เป็นระยะเวลา 100 นาที เหตุที่ตั้งไว้นานเช่นนี้เป็น เพราะว่ามันหมดของการโทรศัพท์เข้ามาสั่งส่วนบันทึกข้อความให้เล่นข้อความที่บันทึกไว้ให้ พังทางโทรศัพท์นั้น ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ก็ต้องยกตนเองอัตโนมัติด้วย เพราะในการ ควบคุมนั้น สามารถสั่งให้หยุดเล่น และเริ่มเล่นใหม่ได้ จึงได้กำหนดค่า ไทม์คอนสแตนท์ไว้ 100 นาที ซึ่งเป็นค่าที่นานมากพอควรแก่การใช้งาน ค่าลอจิก 1 นี้จะทำให้ทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์อื่นใด การค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

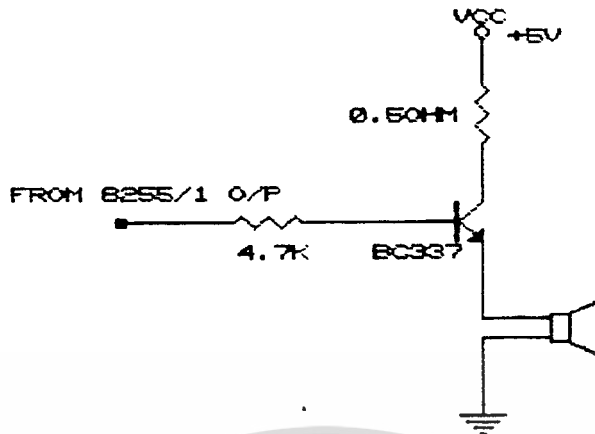
2N2222A นำกระแสและมีกระแสไหลผ่านรีเลย์ทำให้ รีเลย์ทำงานและจะต่อวงจรโทรศัพท์เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ เป็นการยกหูโทรศัพท์ เมื่อระบบไมโครโปรเซสเซอร์ รับโปรแกรมพบคำสั่งให้วางหู ก็จะเปลี่ยนค่าของลอจิกเอาต์พุตของ 8255 ที่ต่อกับ R200K เป็น 0 และส่งพัลส์ลบ 1 ลูกออกมาทางพอร์ตที่ต่อกับขา 13 ของ 4528 ทำให้ค่าเอาต์พุตของขา 10 เป็น 0 เร็วกว่ากำหนด คือเร็วกว่า 100 นาที เมื่อเป็นเช่นนี้ทรานซิสเตอร์ 2N2222A จะหยุดนำกระแส รีเลย์จะหยุดทำงานเป็นการตัดวงจรโทรศัพท์ออกจากคู่สายโทรศัพท์ซึ่งก็คือการวางหู

3.8 วงจรตรวจสอบลักษณะของสัญญาณที่ส่งมาจากขมสายโทรศัพท์

จากที่ได้อธิบายถึงระบบสัญญาณในคู่สายโทรศัพท์ไปแล้วในหัวข้อ 2.8 ซึ่งสัญญาณดังกล่าวมีความถี่เดียวกัน แต่มีช่วงเวลาของการส่งไม่เท่ากัน หลักการในการตรวจจับ และแยกสัญญาณดังกล่าวทำโดยใช้ไอซี 567 ซึ่งเป็นไอซีโทนคิเค็คเตอร์ ซึ่งได้รับการตั้งค่าไว้ให้ตรวจจับสัญญาณความถี่ 400 เฮิร์ต ทำงานร่วมกับไอซี 4520 ซึ่งเป็นไอซีเคาน์เตอร์ เมื่อมีสัญญาณความถี่ 400 เฮิร์ตเข้ามาถึง 567 ซึ่งปกติจะเป็น ไซ ก็จะเปลี่ยนระดับสัญญาณเป็นโลว์ และเมื่อสัญญาณความถี่ 400 เฮิร์ตหายไป เอาต์พุตของ 567 ก็เปลี่ยนจากโลว์ เป็น ไซ การเปลี่ยนจากลอจิกโลว์เป็นลอจิกไซ ของ 567 ทำให้เกิดการทริกที่ขอบขาขึ้นแก่ 4520 และ 4520 จะนับ 1 การใช้งานจริงดังโคแอมแกรมรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงโหม้มิ่ง โคแอมแกรมการทำงานของ 567 กับระบบสัญญาณในคู่สายโทรศัพท์



รูป 3.9 แสดงวงจรส่งเสียงเตือนเมื่อการเรียกโทรศัพท์ทวนซ้ำสำเร็จ

3.10 วงจรส่วนบันทึกข้อความ

ความต้องการเบื้องต้นสำหรับบางจรส่วนนี้คือ การบันทึกข้อความโดยไม่ใช้เครื่องบันทึกเทป แต่จะใช้การเปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเก็บไว้ใน RAM แทน กำหนดระยะเวลาบันทึกข้อความได้ประมาณ 20 นาที โดยจัดให้บันทึกได้ 1 นาทีต่อการเรียก 1 ครั้ง และสามารถถูกควบคุมให้เริ่มเล่น หยุดและลบข้อความได้

3.10.1 หลักการออกแบบ

1. เลือกระบบที่จะแปลงสัญญาณเสียงพูดให้เป็นข้อมูลดิจิทัล

เลือกระบบเดลต้ามอดูเลชัน เพราะให้จำนวนข้อมูลดิจิทัลต่อการสุ่มสัญญาณ 1 ครั้ง เพียง 1 บิตเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ประหยัดหน่วยความจำ สร้างวงจรโดยใช้ไอซีเบอร์ MC3517 ซึ่งเป็นไอซี คอนตินิวอัลสโลว์ริเอเบิลสโลปเดลต้ามอดูเลชันแอนด์ดีมอดูเลชัน [Continuously Variable Slope Delta Mod & Demodulation] เป็นไอซีเดลต้ามอดูเลชัน ที่มีค่าอัตราขยายปรับตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณได้

2. เลือกอัตราการสุ่มสัญญาณ [Sampling Rate]

CCITT กำหนดคุณภาพสัญญาณเสียงของระบบโทรศัพท์ มีค่าความถี่ 300 ถึง 3400 เฮิร์ต ดังนั้น จะใช้โวลท์พาสฟิลเตอร์กรองสัญญาณเสียงให้เหลือ 0-3.4 กิโลเฮิร์ตและอัตราการสุ่มสัญญาณตามหลักการจะต้องไม่ต่ำกว่า 2 เท่าของแบนด์วิดท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในงานวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ในการค้า
[Bandwidth] ของความถี่ที่ใช้งาน ดังนั้น จึงเลือกใช้ความถี่ในการสุ่มสัญญาณหรือสัญญาณ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาฬิกาเท่ากับ 8 กิโลเฮิร์ตก็เพียงพอ ที่จะให้คุณภาพเสียงอยู่ในย่านที่ยอมรับได้ ถ้าใช้ ความถี่ ในการส่งสัญญาณสูงกว่านั้นคุณภาพเสียงจะดีขึ้น แต่จะ เปลืองเนื้อที่หน่วยความจำ ใน เมื่ออัตราการส่งสัญญาณเป็น 8 กิโลเฮิร์ตตั้งนั้นาน 1 วินาทีก็จะมี การเก็บข้อมูล 8 กิโลบิต

3. เลือกชนิดของหน่วยความจำ

เลือกใช้ไดนามิกแรมเบอร์ 41256 ซึ่งมีขนาดหน่วยความจำ 256 กิโลบิต เหตุที่ เลือกใช้ไอซีเบอร์นี้เพราะว่าเป็นไอซีที่มีขนาดหน่วยความจำสูง เก็บข้อมูล 1 บิต ต่อ หนึ่ง แอดเดรส ซึ่งตรงกับความต้องการใช้งานพอดี เนื่องจากใช้อัตราการส่งสัญญาณ 8 กิโล เฮิร์ต ซึ่ง 1 วินาทีใช้เนื้อที่หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล 8 กิโลบิต ดังนั้นไอซี 41256 ซึ่งมีเนื้อที่ 262144 บิต จึงสามารถเก็บข้อมูลเสียงพูดไว้ได้นานเป็นเวลาเท่ากับ

$$262144 / 8E3 = 32.77 \text{ วินาที}$$

ในเมื่อเราต้องการระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลนาน 20 นาทีจึงต้องใช้ 41256 ประมาณ

$$[20 \text{ คน}] * [60 \text{ วินาที-คน}] = 37.5 \text{ ตัว}$$

แต่เราจะออกแบบให้สามารถใส่ 41256 ถึง 40 ตัว โดยจะทำเป็น การ์ด [Card] การ์ดละ 20 ตัว

3.10.2 วงจรส่วนเคลตามอคูละชันและคิมอคูละชัน

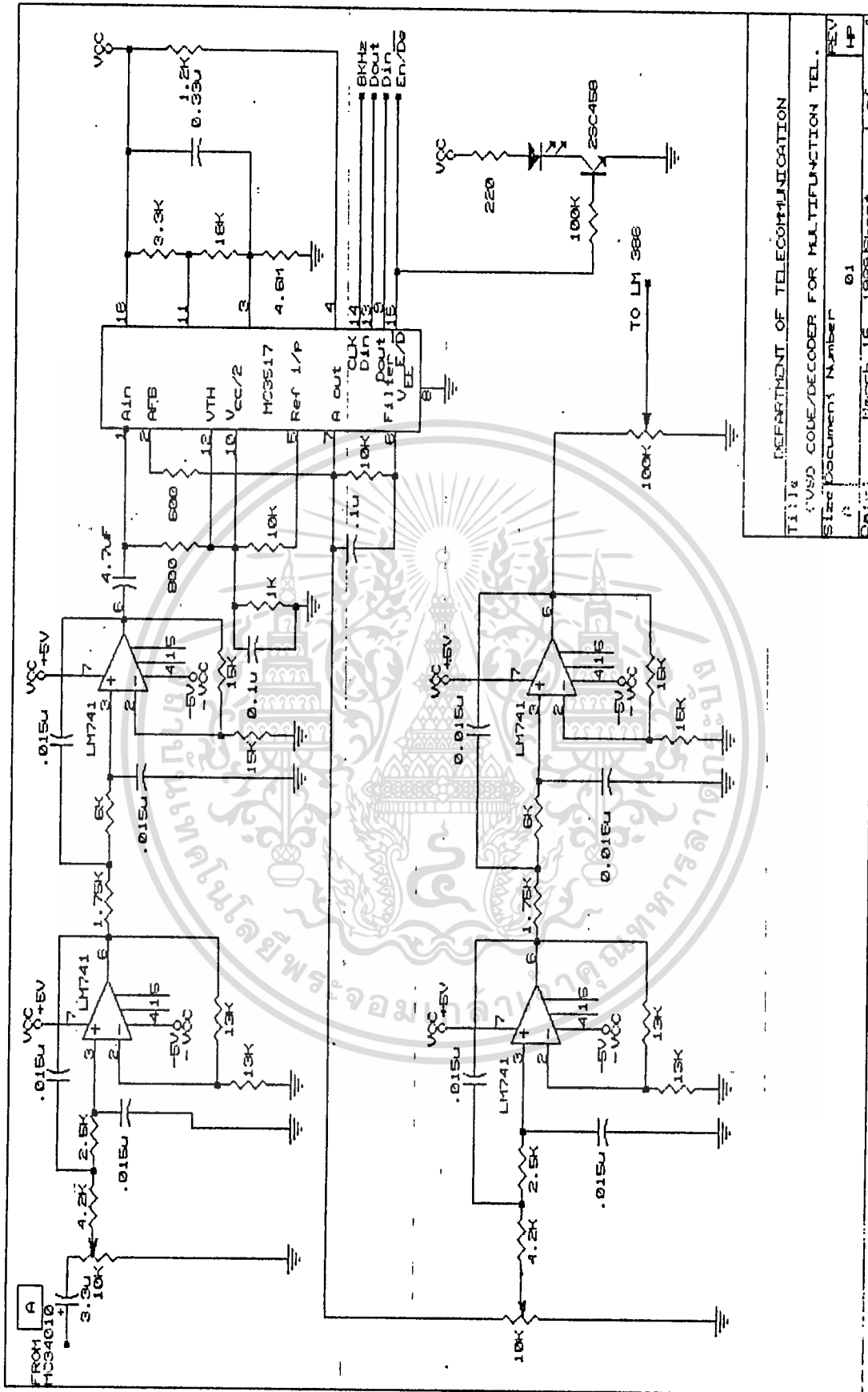
วงจรส่วนนี้ประกอบด้วยไอวีพาสฟิลเตอร์ 2 ชุด และวงจรไอซี MC3517 ซึ่งเป็น เคลตามอคูละชันและคิมอคูละชัน และวงจรทรานซิสเตอร์ 1 ตัว เพื่อแสดงสภาวะการบันทึก ข้อความ ไอวีพาสฟิลเตอร์ทั้ง 2 ชุด ใช้ในการจำกัดแบนวิดของสัญญาณเสียงทั้งด้านการ เข้ารหัสและทางด้านการถอดรหัส ทั้ง 2 ชุดมีความถี่คัทออฟ 3.4 กิโลเฮิร์ต และเกน เท่ากับ 4 ไอซี MC3517 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงซึ่งเป็นข้อความที่ผู้เรียกต้องการฝาก ไว้ ให้เป็นสัญญาณข้อมูลดิจิทัล แล้วส่งให้ระบบการจัดหน่วยความจำเขียนลงหน่วยความจำ ต่อไป และ MC3517 ยังทำหน้าที่ถอดรหัส คือ แปลงข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำออกมา เป็นสัญญาณเสียงได้ด้วย

วงจรไอวีพาสฟิลเตอร์ที่ใช้เป็นไอวีพาสฟิลเตอร์แบบบัตเตอร์เวอร์ธ

[Butterworth] ทูลเดจ ซึ่งออกแบบขึ้นมาโดยใช้หนังสือ Manual of Active Filter Design ทำการคำนวณกราฟ โดยใช้ความถี่คัทออฟเท่ากับ 3.4 กิโลเฮิร์ต

เอกสารนี้เขียนขึ้นเพื่อใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ สำหรับบางจักรของส่วนนี้แสดงโดยรูปที่ 3.10 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



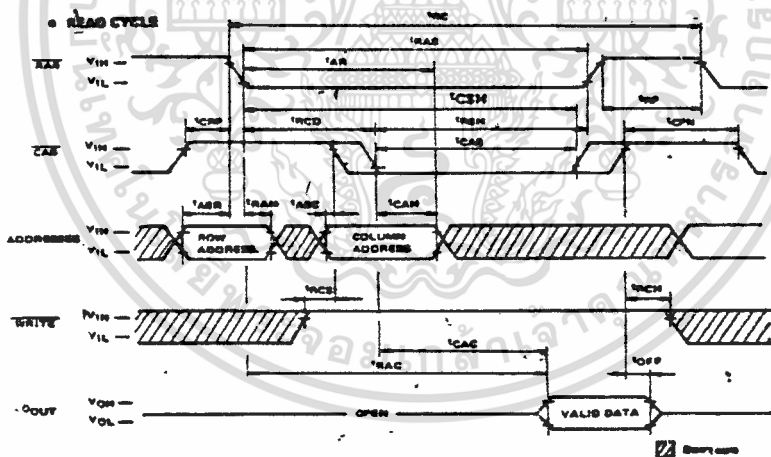
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATION
 TITLE: VLSI CODE/DECODER FOR MULTIFUNCTION TEL.
 Student Document Number: 01
 Page: 16 of 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 3.10 แสดงวงจรส่วนเคล็ด้ามอดูลเลขขึ้นของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.3 วงจรจัดการเกี่ยวกับหน่วยความจำ

จะต้องจัดการเกี่ยวกับการสร้างวงจรนับแอดเดรสของหน่วยความจำ วงจรรีเฟรช หน่วยความจำซึ่งแรมเบอร์ 41256 เป็นไดนามิคแรมจำต้องมีการรีเฟรช และวงจรควบคุม การอ่านเขียนข้อมูลสู่แรม

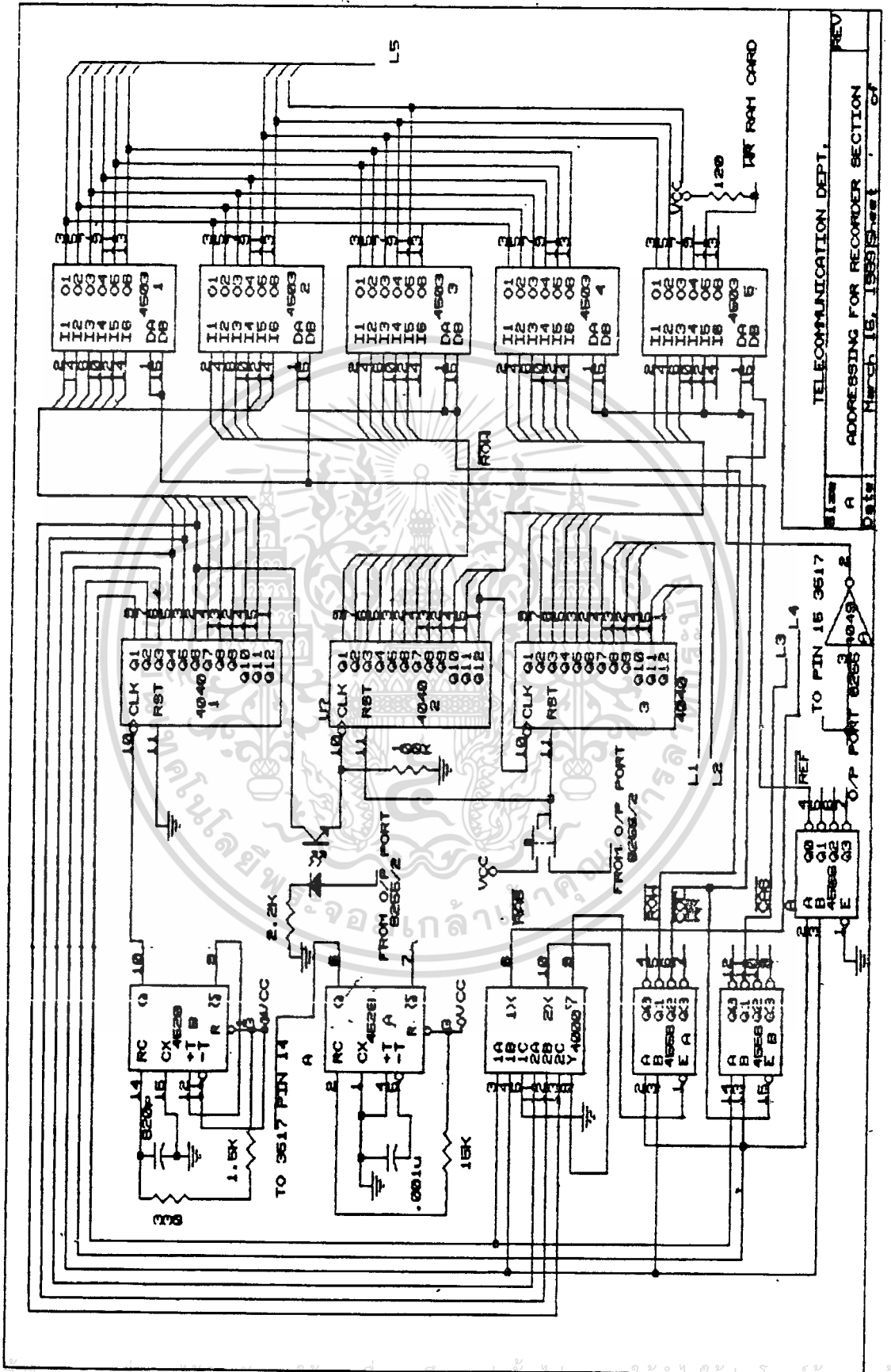
เนื่องจากแรม 41256 นี้มีแอดเดรสที่ต้องอ้างถึงเป็นจำนวน 256×1024 แอดเดรส จึงจำต้องใช้แอดเดรสอินพุตถึง 18 เส้น [A0-A8] แต่ 41256 มีแอดเดรสอินพุตเพียงแค่ 9 เส้น [A0-A8] ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการมัลติเพล็กซ์ ค่าของแอดเดรสเข้าไปในแรม ครั้งละ 9 เส้น โดยการมัลติเพล็กซ์ครั้งแรกจะเป็นการบ่อนค่าไว้แอดเดรส 9 เส้นคือ A9-A17 ส่วนการมัลติเพล็กซ์ครั้งที่สองก็จะเป็นการบ่อนค่าคอลัมน์แอดเดรส 9 เส้น เช่นเดียวกัน รูปที่ 3.11 เป็นไทมมิ่งไดอะแกรม แสดงการอ่านข้อมูลจาก 41256 จะสังเกตเห็นว่ามีการ แลช [Latch] เอาไว้แอดเดรสเข้าไปหลังจาก RAS เป็น โวล์ และ CAS เป็นไฮ และการแลชเอาคอลัมน์แอดเดรสเมื่อ CAS เป็นโวล์ในขณะที่ RAS เป็นโวล์เช่นเดียวกัน



รูปที่ 3.12 แสดงไทมมิ่งไดอะแกรมของการอ่านข้อมูลจาก 41256

นอกจากจะต้องมีการมัลติเพล็กซ์ไว้แอดเดรสให้แก่ 41256 แล้ว ยังจะต้องมัลติเพล็กซ์เพื่อการรีเฟรชหน่วยความจำด้วย จากเดต้าบุคการจักระบบภายในของ 41256 นั้นจะแบ่งเป็น 256 ราว ๆ ละ 1024 หน่วยความจำ การรีเฟรชสามารถกระทำ ได้ด้วยการรีเฟรชเป็นราว ๆ ละ 1024 แอดเดรส แทนที่จะทำการรีเฟรชทุก ๆ แอดเดรส กระทำได้ด้วยการจ่าย RAS ให้แก่ 41256 ดังรูปที่ 3.13 ซึ่งกำหนดไว้ว่าการรีเฟรช

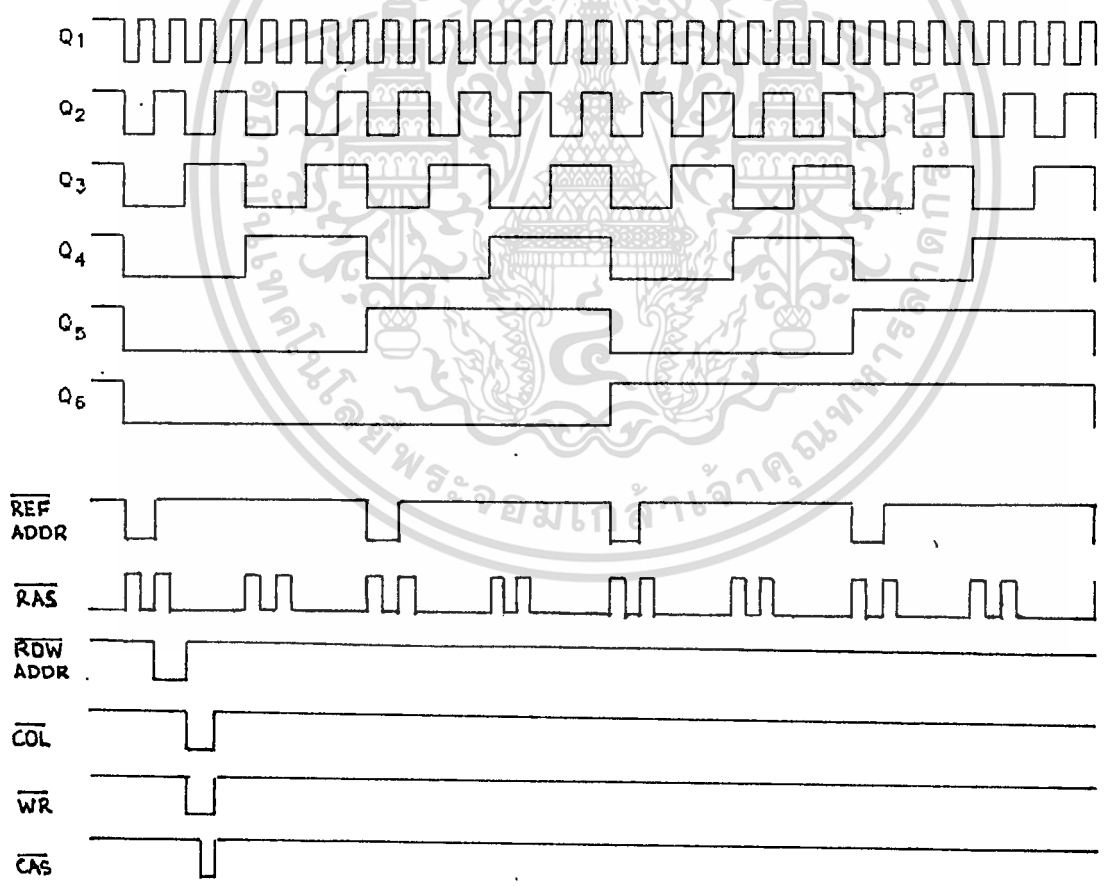
ราวทั้ง 256 ราว จะต้องกระทำให้เสร็จภายในเวลา 4 ms หรือ 1 ราว จะได้รับการรีเฟรช 250 ครั้งในเวลา 1 วินาทีหรือในเวลา 15.625 ms แอดเดรสสำหรับการรีเฟรชจะ



TELECOMMUNICATION DEPT.,
 ADDRESSING FOR RECORDER SECTION
 Date: March 15, 1959
 Sheet 1 of 2
 REV

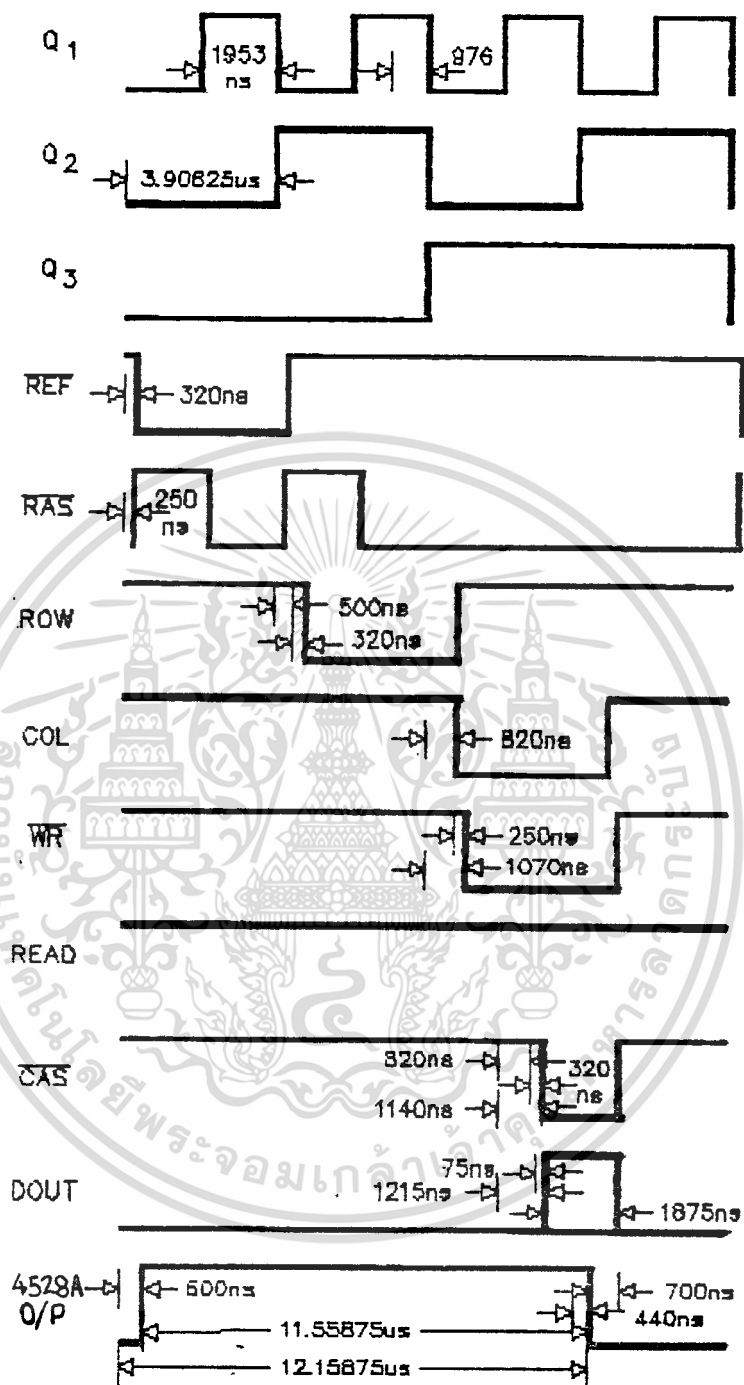
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ในการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 3.14 แสดงวงจรส่วนจัดการหน่วยความจำ สารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทริกของสัญญาณพิก้าที่ขอบขาลง 0.5 ไมโครวินาที และจากเดต้าบคของไอซี 41256 ได้ความว่าในการอ่านข้อมูลจาก 41256 จะมีข้อมูลออกมาที่ขา Dout ภายหลังจากแอกเซสไทม์ [Access Time] คือภายหลังการเป็นโวล์ของ CAS ประมาณ 75 นาโนวินาที หรือหลังขอบขาลงของสัญญาณพิก้าประมาณ 11 ไมโครวินาที เมื่อเป็นดังนี้จึงต้องใช้ไอซี 4528 A ซึ่งเป็นโมโนสเตเบิลมาหน่วงเวลาสัญญาณพิก้า 8 กิโลเมตรต่อวินาที ขอบขาลงป้อนให้แก่ MC3517 ด้วยระยะ เวลาที่ช้ากว่าขอบขาลงของสัญญาณพิก้าที่ไอซีเบอร์อื่น ๆ ด้รับ ประมาณ 12 ไมโครวินาที ซึ่งในเวลาอันนั้นมี Dout ออกจาก 41256 ค่าของเวลาหน่วงนี้ก็ได้จากการเขียนไทม์มิง ไดอะแกรมขึ้นมาใหม่ซึ่งแสดงโดยรูปที่ 3.16

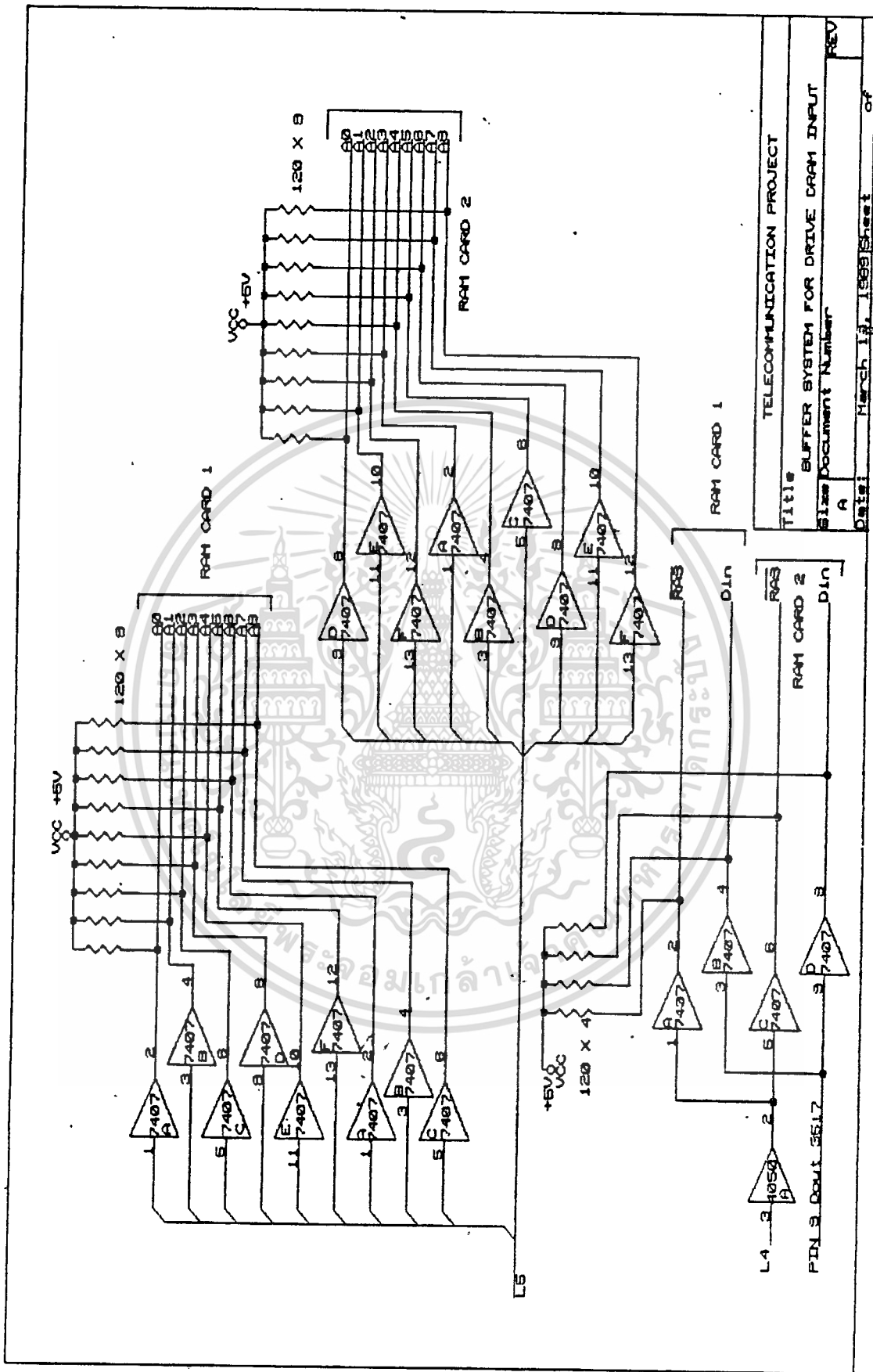


รูปที่ 3.15 ไทม์มิง ไดอะแกรมการทำงานของวงจรจัดการหน่วยความจำ

สำหรับค่าพรีอเพ เกชนดีเลย์ไทม์ที่เห็นในรูปที่ 3.16 นั้นเป็นค่าพรีอเพ เกชนดีเลย์ไทม์ที่มากที่สุดที่จะเกิดขึ้นได้ ซึ่งนำมาจากเดต้าบคของ ไอซีซีมอส



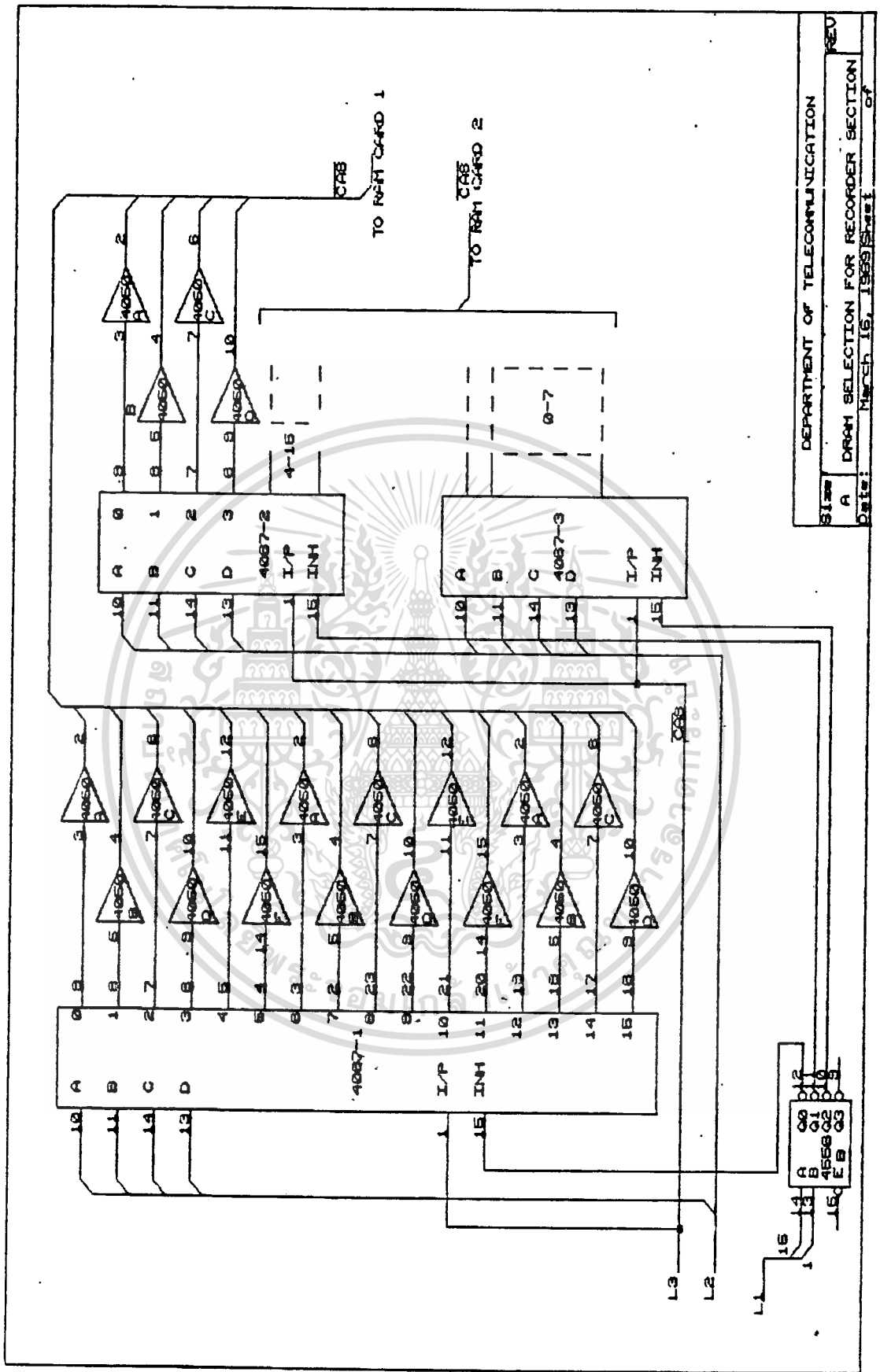
รูปที่ 3.16 แสดงไทม์มิ่งโคแอมแกรมโดยรวมค่าหรือหะ เกษณ์คิเลย์จากเต้าบุด
 เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยู่ใช้เห็นาใจขอขะใช้ในด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TELECOMMUNICATION PROJECT
 Title BUFFER SYSTEM FOR DRIVE RAM INPUT
 Siles Document Number A
 Date: March 19, 1989 Sheet 67

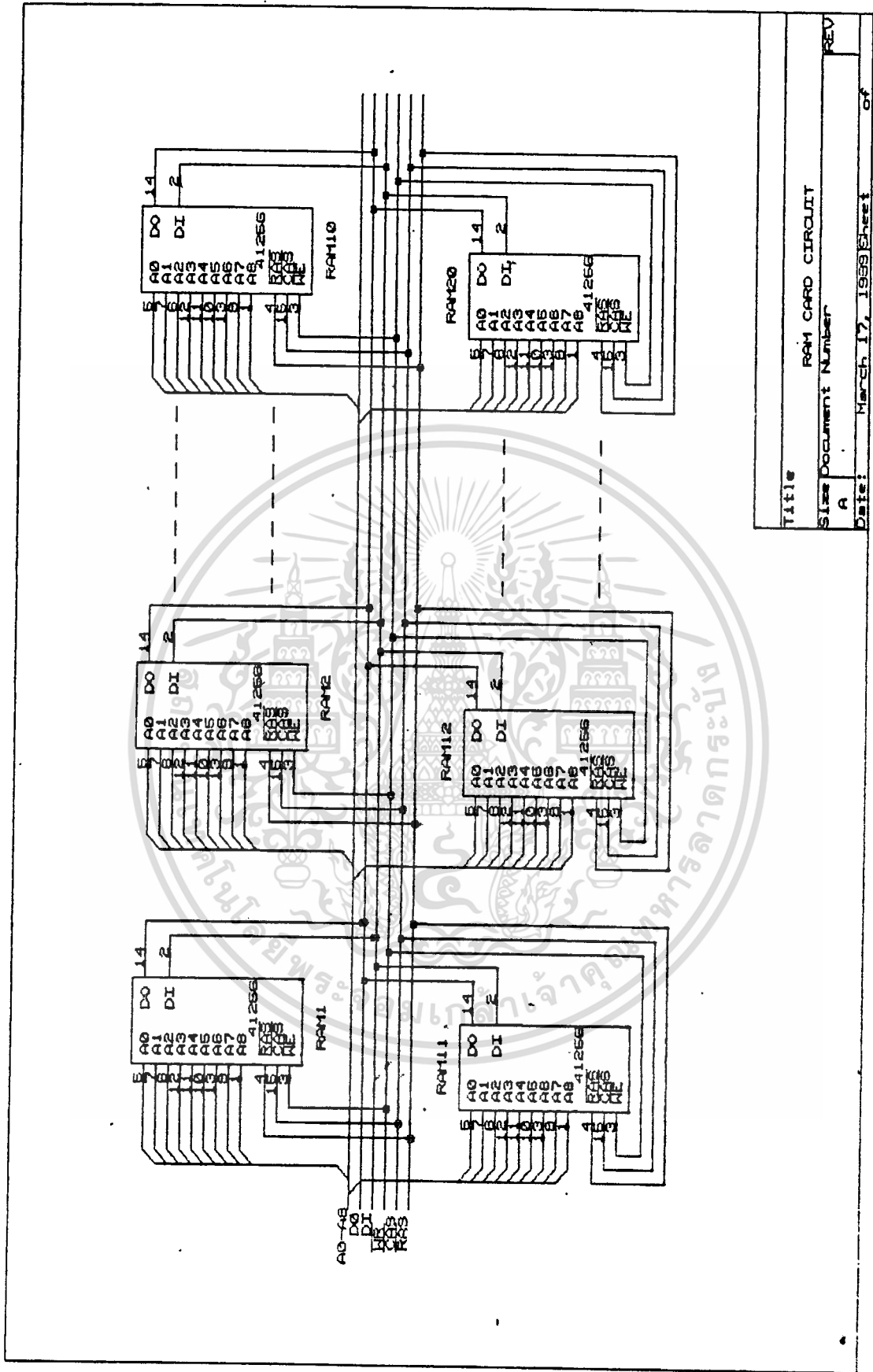
รูปที่ 3.17 บัฟเฟอร์สำหรับแอดเดรสอินพุทของ 41256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น, เมื่อผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 วงจรเลือกแรม 1 คำ จาก 40 คำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title		RAM CARD CIRCUIT
Size Document Number		A
Date:	March 17, 1999	Sheet of

รูปที่ 3.19 แสดงการต่อแรมเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.3 วงจรส่วนหน่วยความจำ

วงจรส่วนนี้แสดงโดยรูปที่ 3.17, 3.18 และ 3.19 โดยรูปที่ 3.17 แสดงบัฟเฟอร์สำหรับแอดเดรสทั้ง 9 เส้นสำหรับแรมจำนวนคาร์ดละ 20 ตัว ซึ่งไอซี 41256 เป็น Schottky TTL ซึ่งกินกระแสอินพุตเมื่อเป็นไฮ ประมาณ 2 mA รูปที่ 3.18 แสดงการเลือกแรมให้ทำงานครั้งละ 1 ตัว เรียงลำดับกันไป ส่วนรูปที่ 3.19 แสดงการต่อแรมขนานเข้าด้วยกัน

3.11 ส่วนควบคุมการทำงานของโทรศัพท์

การควบคุมการทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุมทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการเก็บหมายเลขโทรศัพท์ การเรียกย่อจากหมายเลขที่เก็บไว้การตอบรับและบันทึกรวมทั้งระบบเตือนภัย โดยจะแยกพิจารณาเป็น 2 ส่วนคือ

- 1 ส่วนของวงจรควบคุม [HARDWARE]
- 2 ส่วนของโปรแกรมควบคุม [SOFTWARE]

3.11.1 ส่วนของวงจรควบคุม

ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้คือเบอร์ Z-80 ใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 1.789725 เมกะเฮิร์ต มีหน่วยความจำ ROM ขนาด 4 กิโลไบต์ สำหรับเก็บโปรแกรมระบบงานและหน่วยความจำ RAM ขนาด 2 กิโลไบต์ สำหรับเก็บหมายเลขโทรศัพท์

ในส่วนอินพุตและเอาต์พุตของระบบไมโครโปรเซสเซอร์นั้น ใช้พอร์ทเบอร์ 8255 สำหรับรับสัญญาณอินพุตจากสายโทรศัพท์ สัญญาณควบคุมจากคีย์บอร์ด สัญญาณเตือนภัยและเป็นเอาต์พุตพอร์ทไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในเครื่องรับโทรศัพท์

3.11.1.1 การจัดหน่วยความจำ

การจัดหน่วยความจำของระบบ ไอซีเบอร์ 74LS138 เป็นตัวดีโคเดอรัมีการจัดหน่วยความจำดังแผนภาพแสดงโดยรูปที่ 3.20

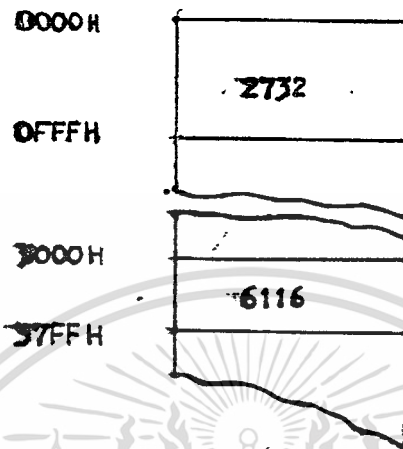
แอดเดรส 0000-0FFF เป็น ROM เบอร์ 2732 สำหรับเก็บโปรแกรมระบบ

แอดเดรส 3000-3FFF เป็น RAM เบอร์ 6116 สำหรับเก็บหมายเลขโทรศัพท์

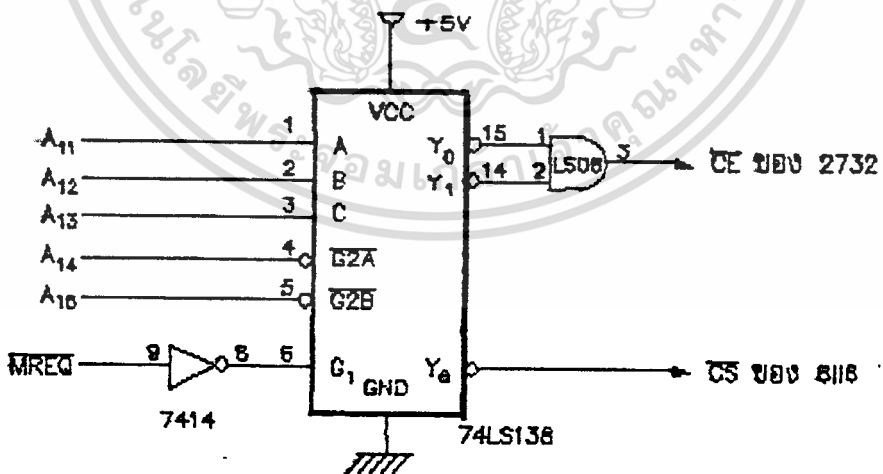
วงจรที่ใช้ดีโคดหน่วยความจำเป็นดังรูปที่ 3.21

3.11.1.2 การจัดอินพุตและเอาต์พุตพอร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่และดัดแปลงข้อมูล และต้องอ้างอิงถึงชื่อเอกสารต้นฉบับที่ใช้



รูปที่ 3.20 แสดงการจัดหน่วยความจำของระบบไมโครโปรเซสเซอร์



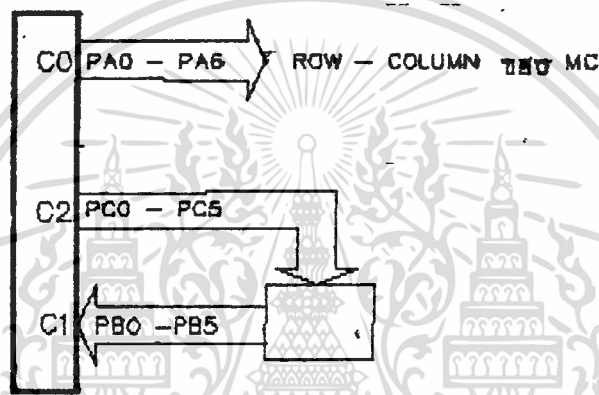
รูปที่ 3.21 แสดงวงจรที่ใช้ดีโคดหน่วยความจำของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องนี้ 8255/1 แอดเดรส C0-C3 โดยที่

- พอร์ต A แอดเดรส C0 เป็นเอาต์พุตพอร์ทัลลอจิกกับไอซีทรศัพท์เพื่อสร้างสัญญาณ DTMF
- พอร์ต B แอดเดรส C1 เป็นอินพุตพอร์ทัลโดยมี บิต0-บิต5 รับอินพุตจากคีย์บอร์ด
- พอร์ต C แอดเดรส C2 เป็นเอาต์พุตพอร์ทัลโดย บิต0-บิต5 ต่อร่วมกับพอร์ต B เป็น เมตริกซ์สวิตช์

พอร์ทัลควบคุมของ 8255/1 มีแอดเดรส C3



รูปที่ 3.22 แสดงการจัดอินพุตและเอาต์พุตของ 8255/1

การจัดอินพุตเอาต์พุตของ 8255/1 เป็นดังรูปที่ 3.22

8255/2 มีแอดเดรส D0-D3 โดยที่

- พอร์ต A แอดเดรส D0 เป็นอินพุตสำหรับสัญญาณเตือนภัย
- พอร์ต B แอดเดรส D1 เป็นอินพุตที่รับอินพุตจากวงจรรายนอกอื่น ๆ
- พอร์ต C แอดเดรส D2 เป็นเอาต์พุตควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ

พอร์ทัลควบคุมของ 8255/2 มีแอดเดรส D3

การจัดอินพุตเอาต์พุตของ 8255/2 มีรายละเอียดดังที่รูปที่ 3.23

วงจรถ่ายที่ไดคิเคอร์พอร์ทัลแอดเดรสไอซี 74LS138 เป็นไดคิเคอร์ดังรูปที่ 3.24

สำหรับวงจรถ่ายที่สมบุร์กซ์ของระบบไมโครโปรเซสเซอร์แสดงโดยรูปที่ 3.25, 3.26 และ

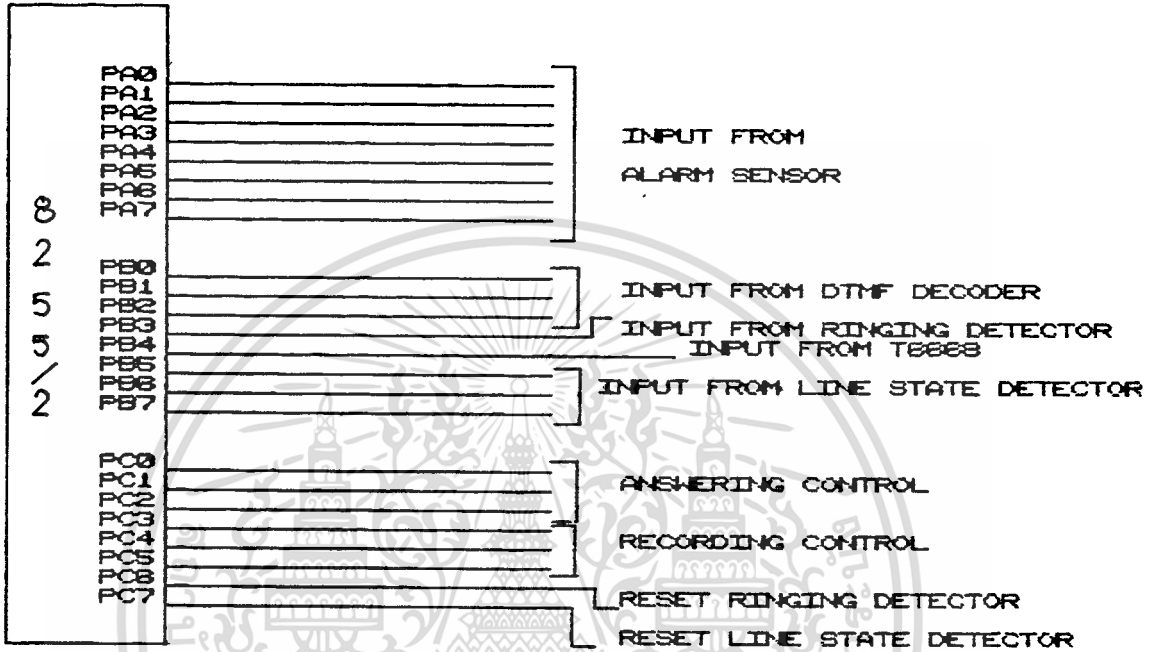
3.27

3.11.2 ส่วนโปรแกรมควบคุม

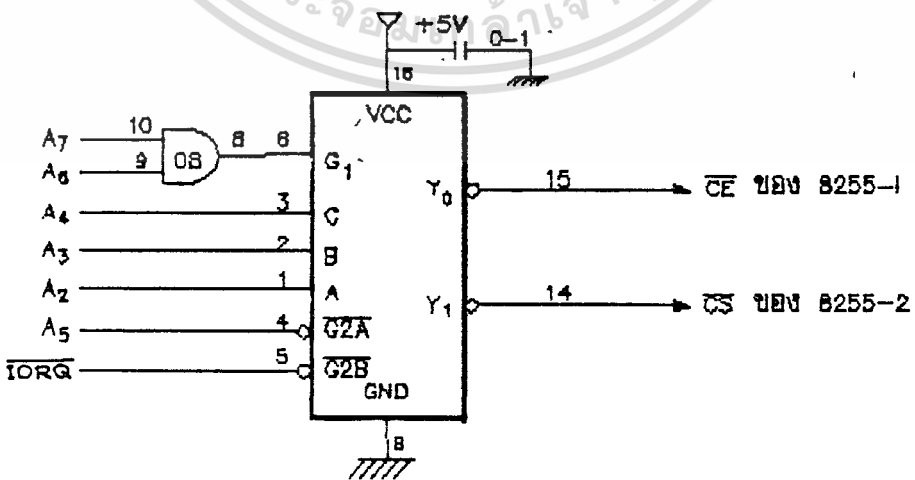
3.11.2.1 การควบคุมการทำงานของ ไอซีทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารในการควบคุมการทำงานของ ไอซีที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณ DTMF นั้นทำได้โดยการให้
ไม่ว่าการจะเลือกใช้สัญญาณใดก็ตามจะต้องใช้สัญญาณของไอซีที่เลือกมาตลอดทั้งวงจรที่เลือกไปใช้
ลลอจิกกับขาไร์และคอลัมน์ของ ไอซี โดยในที่นี้จะต่อ บิต0-บิต3 ของ 8255-1 เข้ากับขา

ราวี่1-ราวี่4 ของ MC34010 และบิต4-บิต6 เข้ากับคอลัมน์1-คอลัมน์3 ตามลำดับและ
 เนื่องจากMC34010 ขาราวี่ทำงานที่ลอจิก 0 และขาคอลัมน์ทำงานที่ลอจิก 1 ดังรูปที่3.28

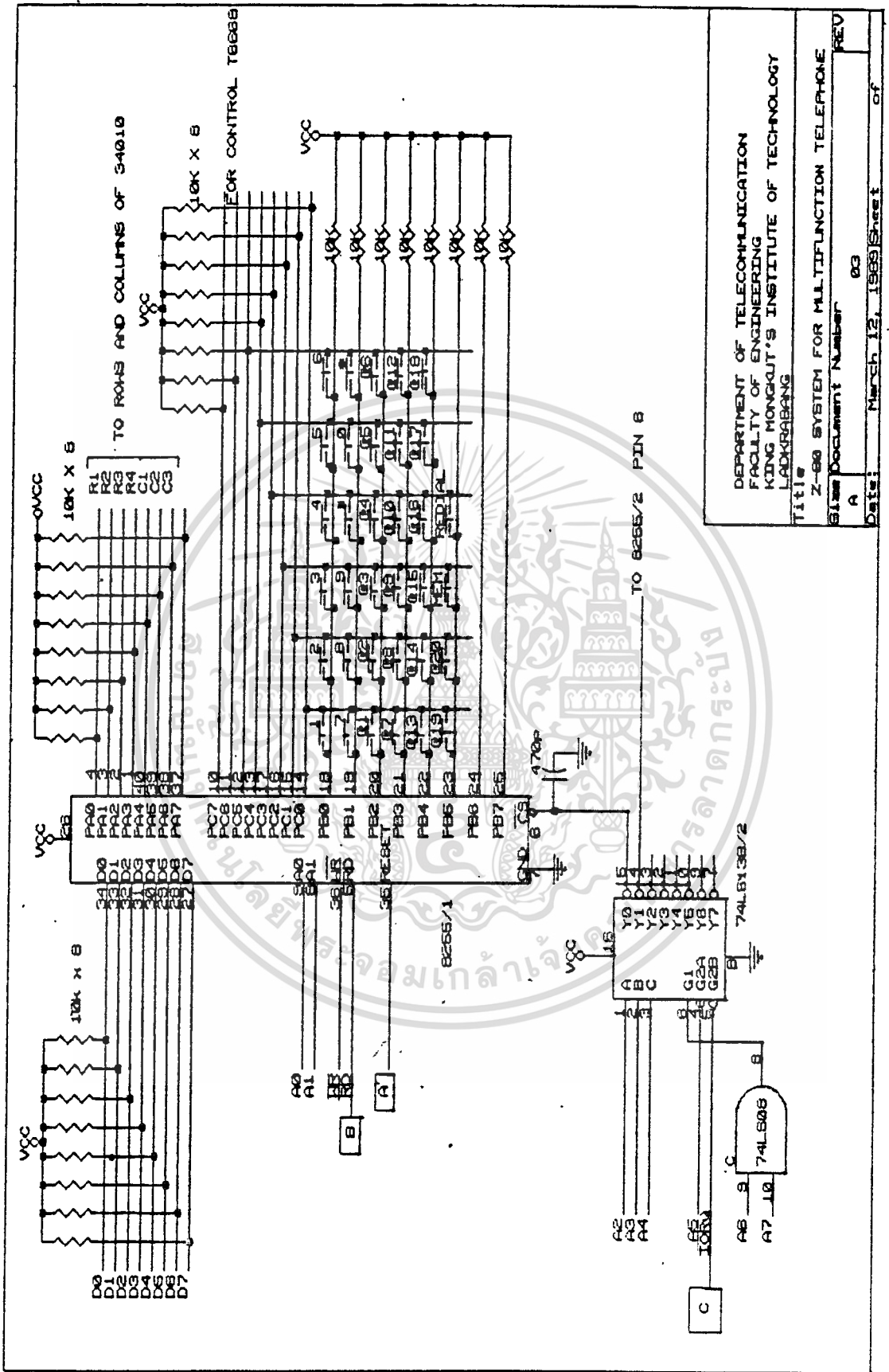


รูปที่ 3.23 แสดงการจัดอินพุตและเอาต์พุตของ 8255/2



รูปที่ 3.24 แสดงวงจรที่ใช้ดีโคเดอร์ทศเดครัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 แสดงวงจรส่วนพอร์ทอินพุทและเอาต์พุทของ 8255/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

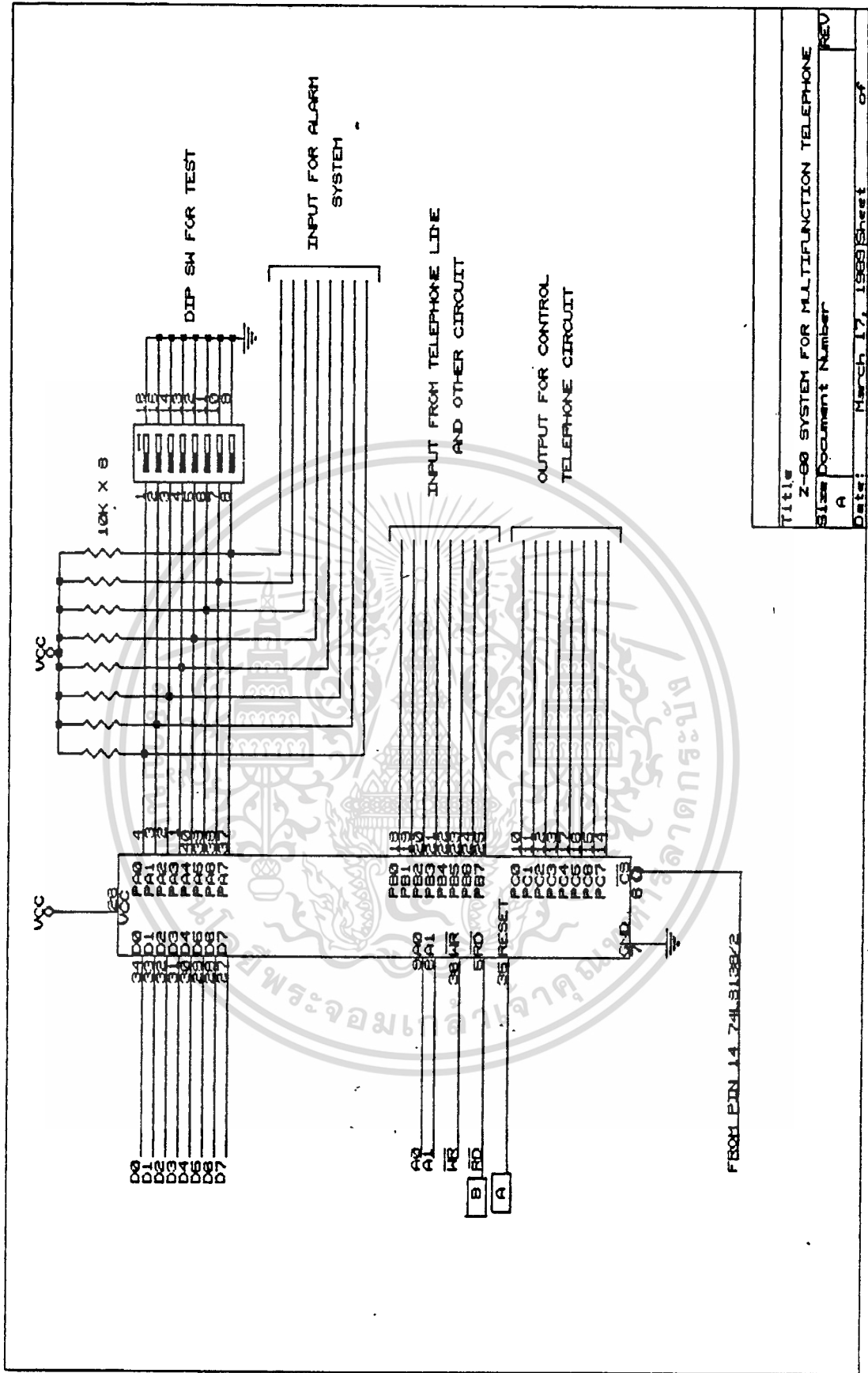
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATION
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGLAIT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LAKKSRABANG

Title: Z-80 SYSTEM FOR MULTIFUNCTION TELEPHONE

Size: Document Number 03

REV: A

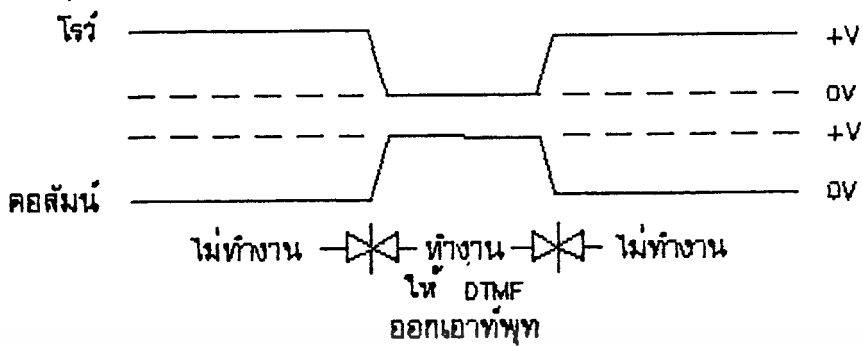
Date: March 12, 1989 Sheet of



Title	Z-88 SYSTEM FOR MULTIFUNCTION TELEPHONE
Size	Document Number
REV	A
Date:	March 17, 1989 Sheet of

รูปที่ 3.27 แสดงวงจรส่วนพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตของ 8255/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

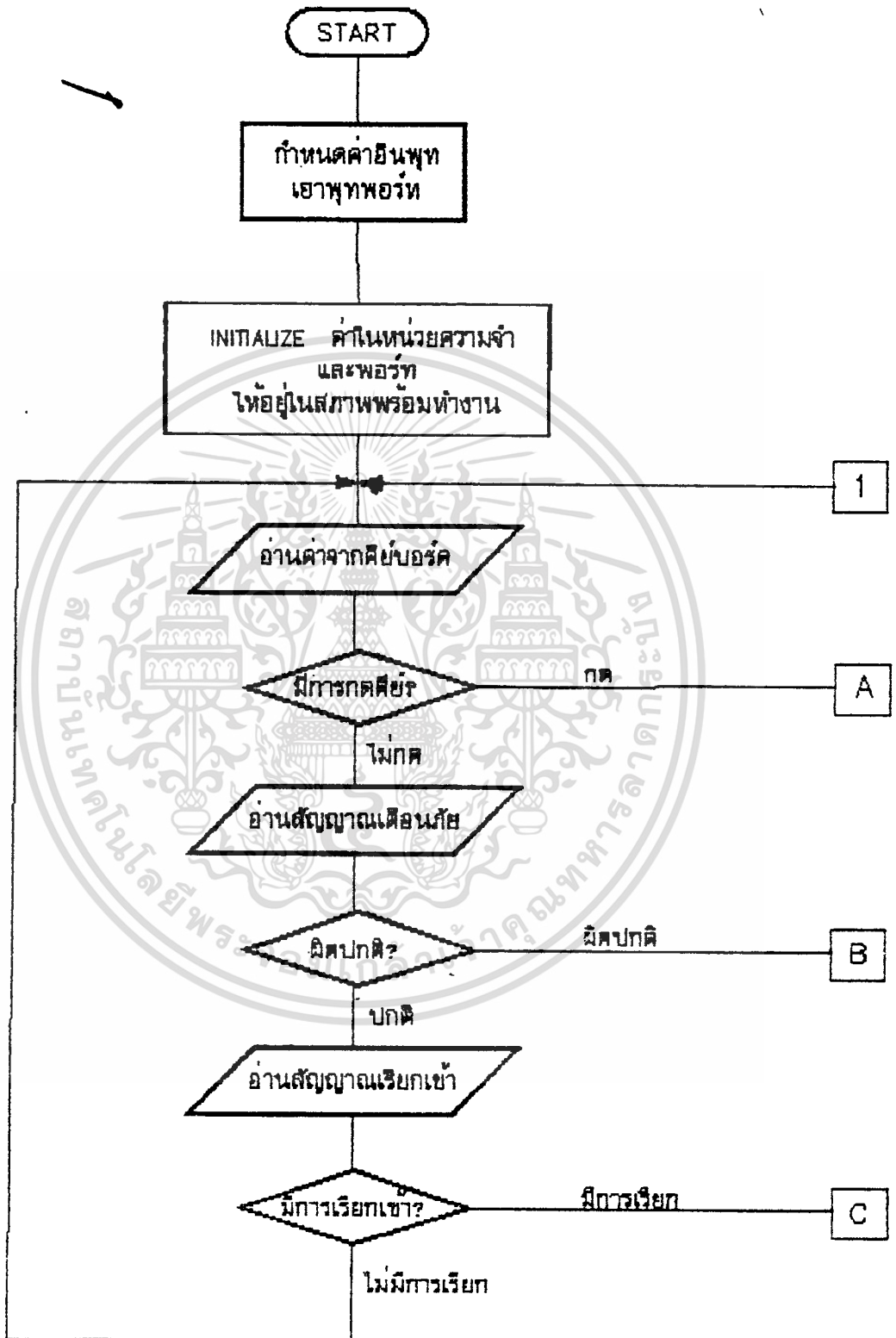


รูปที่ 3.28 แสดงทำงานของขาโทรและคอสัมผัส

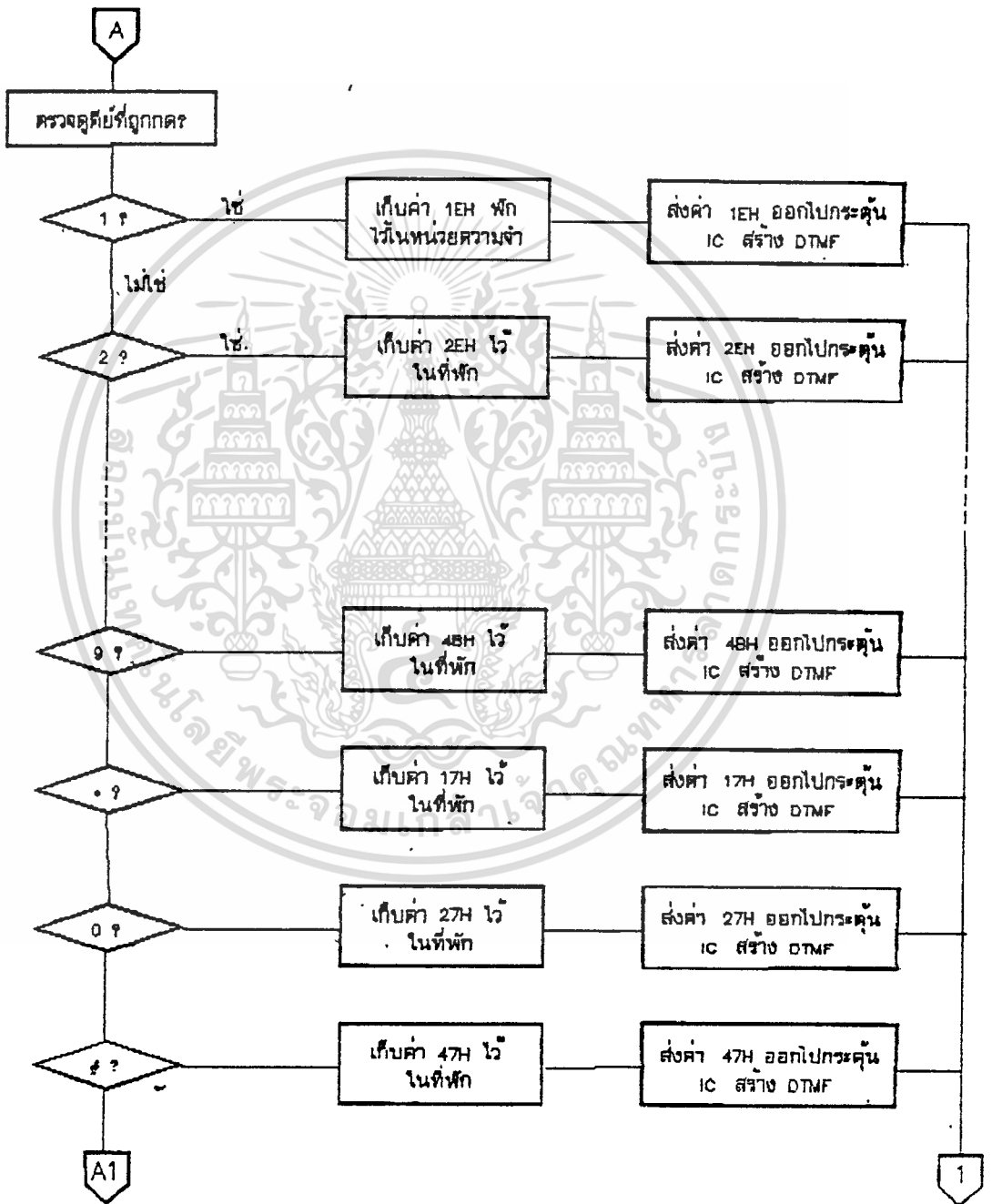
ดังนั้นเมื่อต่อขาโทรและคอสัมผัสของ MC3410 เข้ากับพอร์ทของ 8255 ตามที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อจะให้ MC3410 ให้เอาต์พุตเป็นสัญญาณ DTMF ออกมาค่าที่เอาต์พุตพอร์ทของ 8255 จะต้องมีค่าดังตาราง

เลข	ค่าที่พอร์ท A ของ 8255-1	เฮกซ์
1	00011110	1E
2	00101110	2E
3	01001110	4E
4	00011101	1D
5	00101101	2D
6	01001101	4D
7	00011011	1B
8	00101011	2B
9	01001011	4B
*	00010111	17
0	00100111	27
#	01000111	47

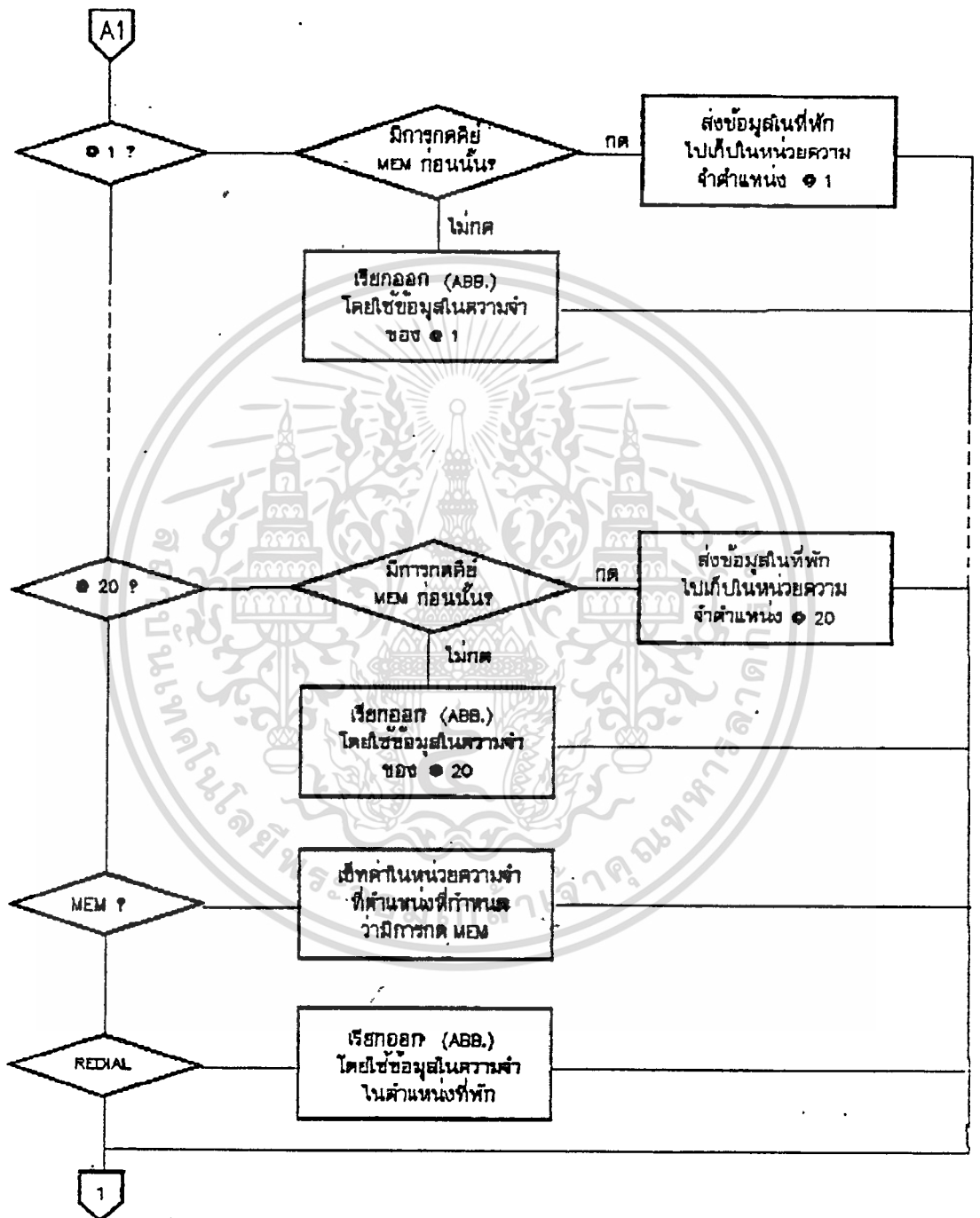
สรุปการทำงานทั้งหมดของโทรศัพท์มือถือทั้งนี้ จะเป็นดังโพลาร์ชาร์ตต่อไปนี้
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลิขสิทธิ์ของ บริษัท เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



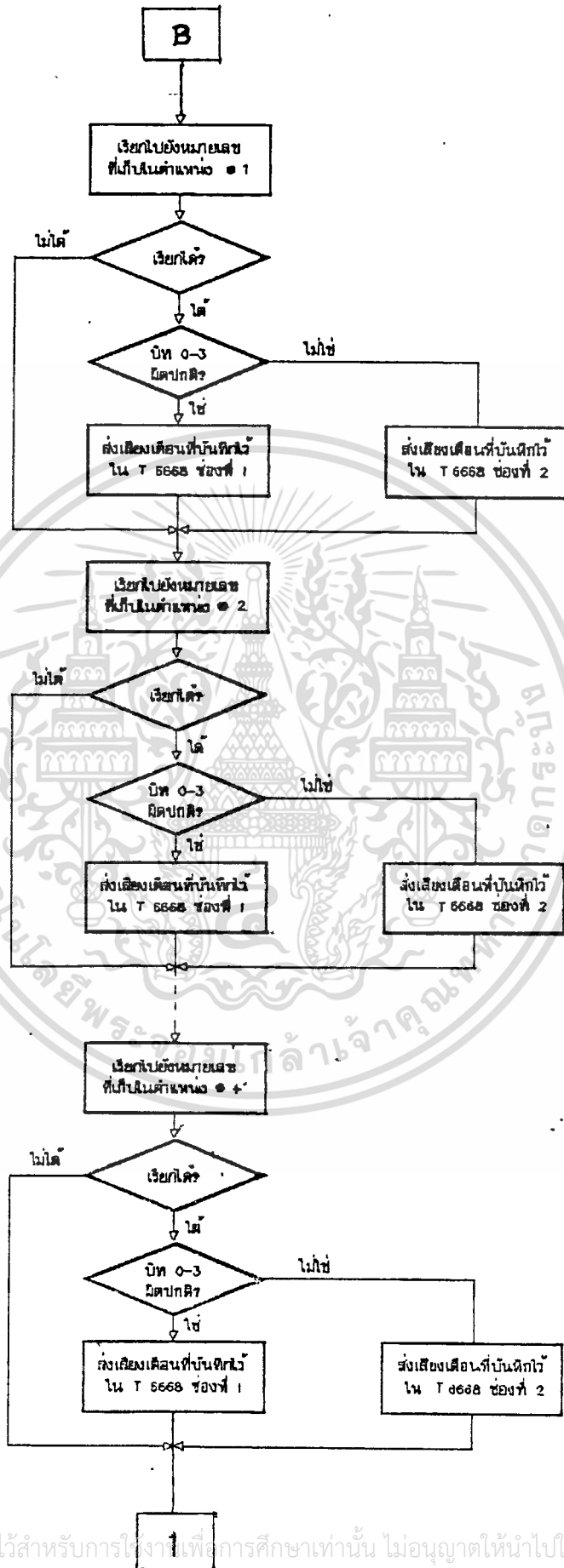
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



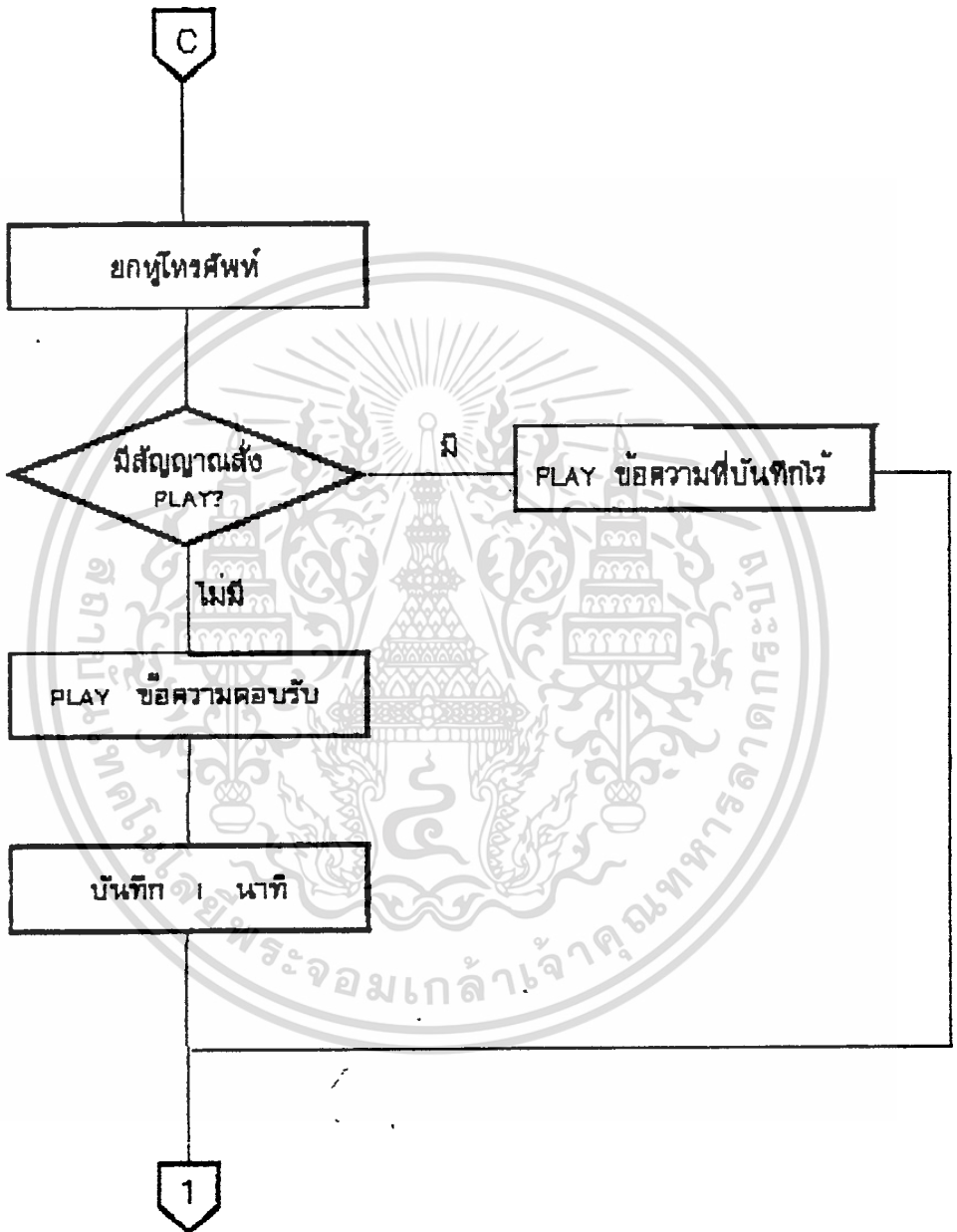
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



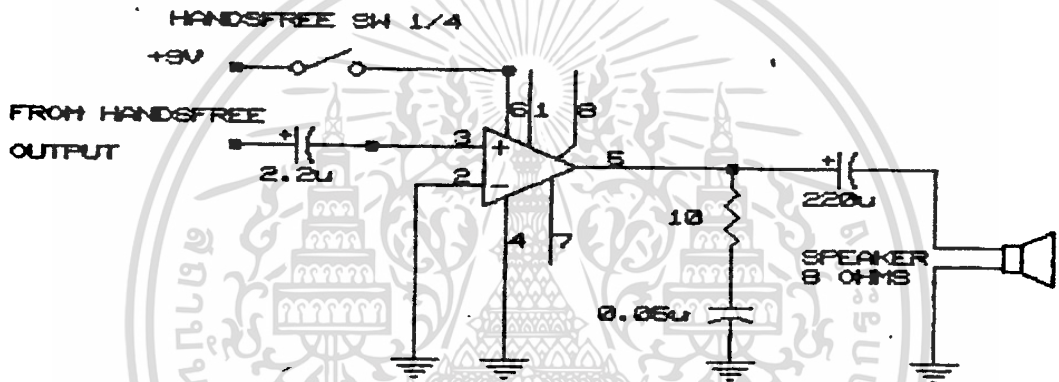
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

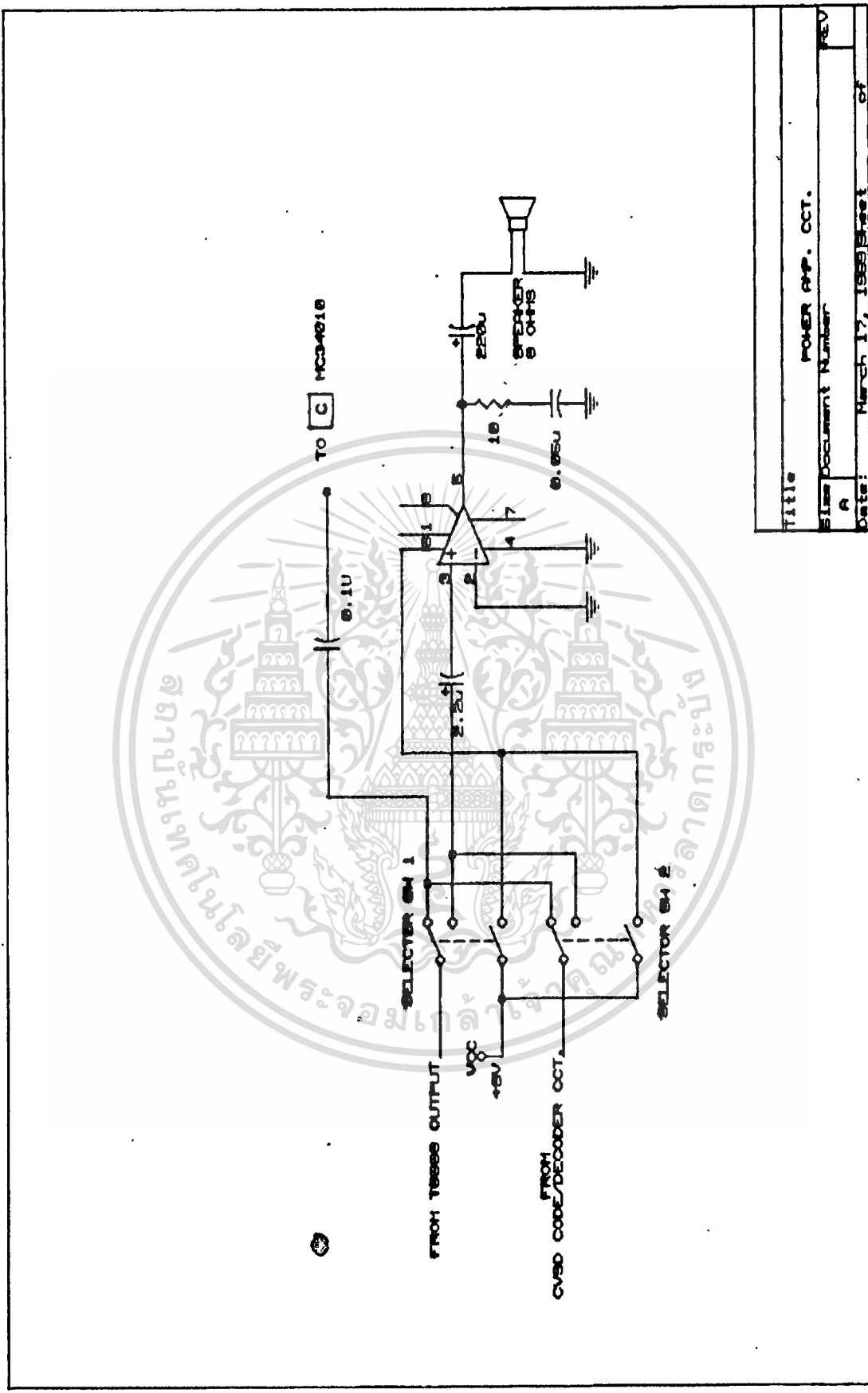
3.12 วงจรขยาย

วงจขยายสร้างขึ้นโดยใช้อิซีเบอร์ LM386 วงจขยายนี้มี 2 วงจร รูปที่ 3.29 จะแสดงวงจขยายที่ใช้กับวงจรแฮนด์ฟรี ส่วนวงจขยายในรูปที่ 3.30 จะเป็นวงจขยายที่ใช้กับส่วนตอบรับโทรศัพท์และส่วนบันทึกข้อความ



รูปที่ 3.29 แสดงวงจขยายที่ใช้กับส่วนแฮนด์ฟรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 แสดงวงจรขยายที่ใช้กับส่วนตอบรับโทรศัพท์และส่วนบันทึกข้อความ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานในเชิงพาณิชย์เท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วิธีใช้โทรศัพท์มัลติฟังก์ชัน

ฟังก์ชันต่างๆ ของ เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันนี้มีวิธีใช้ดังนี้

4.1 ใช้แบบโทรศัพท์ธรรมดา ยกหูโทรศัพท์แล้วกดคีย์หมายเลข 0-9 เหมือนโทรศัพท์ทั่วไป

4.2 การบันทึกหมายเลข มีวิธีการใช้เป็นขั้นตอนดังนี้

- กดคีย์หมายเลข 0-9 ที่ต้องการบันทึกและจำนวนหมายเลขนั้นต้องไม่เกิน 20 ตัวเลข

- กดคีย์ MEM ของเครื่องโทรศัพท์

- กดคีย์ 0X ตัวใดตัวหนึ่งเมื่อ X เป็นหมายเลข 1-20 บนแป้นคีย์บอร์ด

เมื่อทำการครบทั้ง 3 ขั้นตอนแล้วเครื่องจะบันทึกหมายเลขนั้นไว้ในหน่วยความจำตำแหน่งที่กำหนดไว้สำหรับกดคีย์ 0X เมื่อต้องการเรียกใช้ก็ทำตามวิธีในข้อ 3

4.3 การเรียกออกไปยังหมายเลขที่บันทึกเอาไว้ วิธีใช้คือ ยกหูโทรศัพท์แล้วกดคีย์ 0X เมื่อหมายเลขที่เราบันทึกไว้ใช้หน่วยความจำของ 0X เครื่องจะทำการเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการโดยอัตโนมัติและเรียกทวนซ้ำให้ด้วยถ้าการเรียกไม่สำเร็จ

4.4 การเรียกซ้ำจากการเรียกครั้งก่อน ทำได้โดยกดคีย์ REDIAL เครื่องจะทำการเรียกไปยังหมายเลขเราเรียกไปก่อนหน้านี้

ตัวอย่างการใช้

เมื่อต้องการบันทึกหมายเลข 391-4675 ในตำแหน่ง 010 มีขั้นตอนดังนี้

- กดคีย์ 3 9 1 4 6 7 5 ตามลำดับ

- กดคีย์ MEM

- กดคีย์ @ 10

เมื่อต้องการเรียกไปยังหมายเลข 391-4675 โดยวิธีการเรียกย่อ มีวิธีการดังนี้

- ยกหูโทรศัพท์

- กดคีย์ @ 10

ในกรณีที่จะมีการใช้ REDIAL

สมมติว่าเราเรียกไปยังหมายเลข 318-0085 โดยวิธีธรรมดาคือกดคีย์ 3 1 8
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เปรียบเทียบเท่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
0 0 8 5 แล้วเรียกไม่ได้ เมื่อต้องการเรียกใหม่ก็กดคีย์ REDIAL เครื่องจะทำการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อแบบสงวนเนื้อหา และต้องอยู่ใต้อาณัติของกรมการสื่อสารแห่งประเทศไทย

เรียกไปยังหมายเลขดังกล่าวให้โดยอัตโนมัติและเรียกทวนซ้ำให้ด้วย

4.5 ในระบบเดือนกัญนั้นเมื่อมีเหตุผิดปกติเกิดขึ้น เครื่องจะทำการเรียกไปยังหมายเลขที่เก็บไว้ ในตำแหน่ง ๑1 ๑2 ๑3 และ ๑4 ตามลำดับตั้งนั้นในการใช้ครั้งที่ 4 นี้ช่วยจำหมายเลขจึงควรเป็นหมายเลขที่สามารถให้ความช่วยเหลือเมื่อมีเหตุร้าย เช่นหมายเลขของสถานีตำรวจ สถานีตำรวจดับเพลิง เป็นต้น

4.6 การใช้งานส่วนตอบรับโทรศัพท์

ในส่วนตอบรับโทรศัพท์ที่ใช้ไอซี T6668 จะแยกบันทึกออกเป็น 3 ช่องโดยแบ่งเป็นช่องการตอบรับเมื่อมีการเรียกเข้าแล้วไม่มีคนรับ และช่องสัญญาณเตือนภัย 2 ช่อง โดยมีสวิตช์ที่ขา 29 และ 31 ของ T6668 เป็นตัวเลือกช่องโดยมีวิธีใช้ดังนี้

เมื่อต้องการบันทึกเสียง

- เลือกช่องที่จะบันทึก โดยใช้สวิตช์ที่ขา 29 และ 31 ของ T6668 โดยการเลือกช่องจะเป็นตามแบบข้างล่าง

	สวิตช์ที่ขา 29	สวิตช์ที่ขา 31	ข้อความที่บันทึก
ช่องที่ 1	เปิด	เปิด	ข้อความตอบรับโทรศัพท์
ช่องที่ 2	เปิด	ปิด	ข้อความเตือนเพลิงไหม้
ช่องที่ 3	ปิด	เปิด	ข้อความเตือนว่ามีผู้บุกรุก

- กดสวิตช์ REC ที่ขา 39 ของ T6668 ให้อยู่ในตำแหน่งปิด

- กดปุ่ม START ที่ต่อกับขา 32 เมื่อเริ่มบันทึกเสียง

- กดปุ่ม STOP เพื่อหยุดบันทึกเสียง

เมื่อต้องการฟังเสียงที่บันทึกไว้มีขั้นตอนดังนี้

- เลือกช่องที่จะฟังตามวิธีการที่กล่าวมาแล้ว

- เปิดให้สวิตช์ REC อยู่ในตำแหน่งเปิด

- เลื่อน SELECTOR SWITCH 1 เพื่อตัดเอาที่พทของวงจรส่วนนี้ออกจากวงจรโทรศัพท์และต่อเข้ากับวงจรขยาย

- กดปุ่ม START เพื่อให้เครื่องเล่นเสียงที่บันทึกไว้

- กดปุ่ม STOP เมื่อต้องการให้เครื่องหยุดเล่น

- เลื่อน SELECTOR SWITCH 1 ไว้ตำแหน่งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการรักษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าการนี้หรือสิ่งอื่นที่พิมพ์โดยไม่มีชื่อผู้พิมพ์จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกช่องที่จะลบข้อความวิธีที่กล่าวมาแล้ว

- กดปุ่ม RESET ข้อความที่บันทึกในช่องนั้นจะหายไป

4.7 การใช้ส่วนบันทึกโทรศัพท์ ในส่วนนี้จะมีการใช้อยู่ 2 แบบคือ

4.7.1 เมื่อต้องการฟังเสียงที่บันทึกไว้ ทางโทรศัพท์มีวิธีการดังนี้

- เรียกเข้ามาที่หมายเลขของเครื่อง

- กดปุ่ม * บนหน้าบัคโทรศัพท์ภายในเวลา 5 วินาที หลังจากที่ได้เสียงสัญญาณเรียกกลับหายไป เพื่อให้เครื่องเริ่มเล่นข้อความที่บันทึกไว้

- ถ้าหากต้องการให้เครื่องหยุดเล่น กดคีย์ # บนหน้าบัคโทรศัพท์และยังสามารถกดคีย์ * เพื่อให้เครื่องเล่นต่อได้

- เมื่อฟังข้อความหมดแล้ว กดคีย์ # เพื่อให้เครื่องหยุดเล่น แล้วกดคีย์ 0 เครื่องจะได้รีเซทหน่วยความจำเพื่อรอการบันทึกใหม่และจะได้วางหูโทรศัพท์

4.7.2 เมื่อต้องการฟังเสียงที่บันทึกไว้ทางลำโพง ทำได้ด้วยการเลื่อน SELECTOR SWITCH 2 คอสัญญาณจากส่วนนี้เข้าที่บางจรชยาย และเลื่อนสวิทซ์คอสัญญาณมาเข้ากับขา 10 ของ ไอซี 4040#2 เมื่อต้องการเลิกก็เลื่อนสวิทซ์คอสัญญาณมาเข้าที่ขา และเลื่อนสวิทซ์ SELECTOR SWITCH 1 วัตี่เดิม

4.8 การใช้แฮนด์ฟรี

การใช้แฮนด์ฟรีทำได้ด้วยการกดสวิทซ์แฮนด์ฟรี เมื่อต้องการเลิกใช้ก็กดสวิทซ์แฮนด์ฟรีอีกครั้งหนึ่ง

ส่วนแฮนด์ฟรีจะใช้ได้ต่อเมื่อหูโทรศัพท์วางอยู่บนเครื่อง โทรศัพท์เท่านั้น

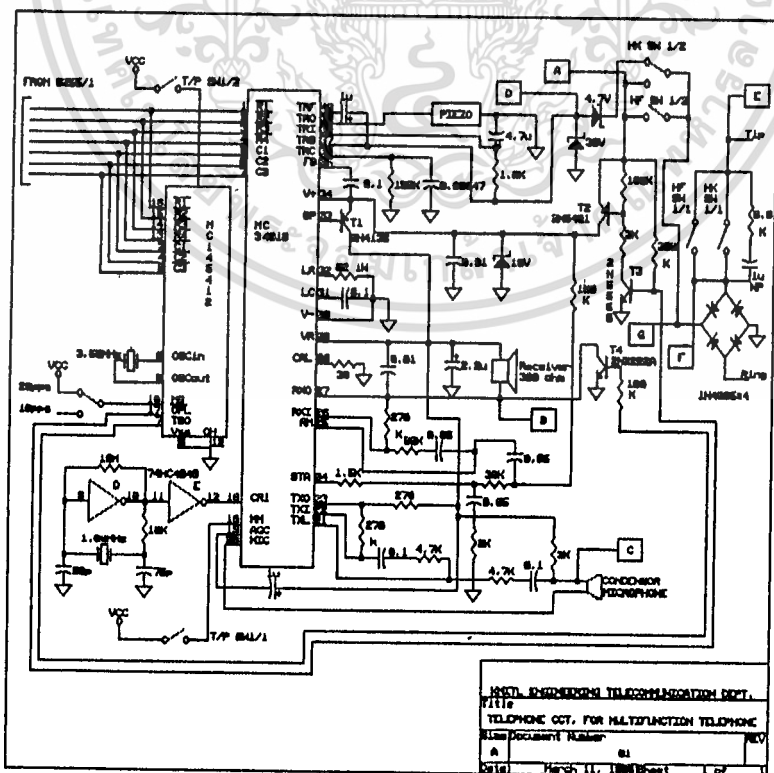
ข้อแม้ของการใช้แฮนด์ฟรีอีกประการก็คือ ในขณะที่ใช้แฮนด์ฟรีถ้ายกหูโทรศัพท์ขึ้นส่วนแฮนด์ฟรีจะถูกตัดออก และผู้ใช้จะสามารถใช้หูฟังได้ เมื่อการสนทนาเสร็จสิ้นลงแล้ว เมื่อผู้ใช้วางหูโทรศัพท์ลง จะต้องกดสวิทซ์แฮนด์ฟรีด้วย เพราะมิฉะนั้น เครื่องโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะยกหู และจะได้ยินเสียงสัญญาณที่เรียกดังออกทางลำโพงของแฮนด์ฟรี

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

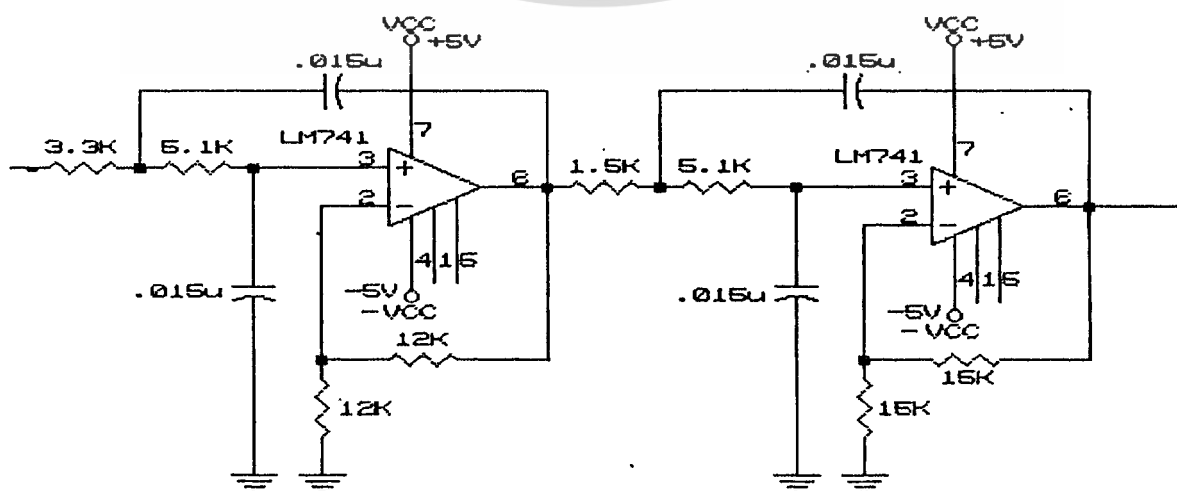
1. จากที่ได้กล่าวในหัวข้อ 3.2 ว่าส่วนคอลัมน์ ของไอซี MC34010 และ ไอซี MC145412 จะแอดที่ที่ลอจิกต่างกัน คือคอลัมน์ของ MC34010 จะแอดที่ที่ลอจิก 1 ส่วนคอลัมน์ของ MC145412 นั้นจะแอดที่ที่ลอจิก 0 ซึ่งได้กล่าวถึงทางแก็คคือการใช้อินเวอร์ตติ้งเกตมาทำการกลับลอจิก 1 ที่ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งออกมาเพื่อให้เป็นลอจิก 0 สำหรับแอดที่ คอลัมน์ของ MC145412

จากการทดลองพบว่าถ้าบ่อนลอจิก 1 มีค่าศักดาประมาณ 2 โวลต์ให้แก่คอลัมน์ของ MC34010 ค่าศักดาดังกล่าวจะตกเหลือประมาณ 0.6 โวลต์ ซึ่งค่าศักดานี้จะยังเป็น 1 สำหรับคอลัมน์ของ MC34010 และเป็น 0 สำหรับ คอลัมน์ของ MC145412 ดังนั้นเราจึงใช้วิธีนี้แทนการใช้อินเวอร์ตติ้งเกต วงจรโทรศัพท์ที่แก้ไขแล้วจะเป็นดังรูปที่ 5.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งหารูปที่ 5.1 แสดงวงจรโทรศัพท์ที่แก้ไขใหม่ วงจรเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สำหรับไอซี MC34018 ซึ่งเป็นไอซีที่เข้าทำงานแฮนด์ฟรี ซึ่งได้กล่าวมาแล้วว่าได้รับการออกแบบมาให้เข้าทำงานร่วมกับไอซี MC34014 แต่เราเลือกมาใช้กับไอซีโทรศัพท์ MC34010 นั้น ผลการทดลองปรากฏว่าสามารถเข้าทำงานร่วมกันได้ดีทีเดียว โดยสามารถรับเสียงพูดในระดับเสียงปกติได้ไกลถึงประมาณ 5 เมตร ซึ่งนับว่ามีประสิทธิภาพที่ดีมาก
3. วงจรขยายโดยไอซี LM386 ยังเป็นวงจรขยายที่มีประสิทธิภาพไม่ดีสำหรับเครื่องโทรศัพท์ที่มีลิตฟังก์ชันเพราะว่ามี น้อยส์ [Noise] ค่อนข้างมากทำให้เสียงที่ได้รับการขยายไม่แจ่มใส
4. วงจรตรวจสอบลักษณะสัญญาณที่ส่งมาจากขุมสายโทรศัพท์นั้นมีประสิทธิภาพดี แต่อาจจะต้องได้รับการปรับค่าความถี่ในการตรวจสอบใหม่ให้เหมาะสมกับความถี่สัญญาณโทรศัพท์ของขุมสายโทรศัพท์ที่เครื่องโทรศัพท์มีลิตฟังก์ชันต่ออยู่ เพราะสัญญาณเหล่านี้อาจจะไม่ได้มีความถี่ 400 เฮิร์ต เสมอไป คือมีค่าเบี่ยงเบนได้ตามที่ CCITT กำหนด
5. วงจรโวลท์ฟาสฟิลเตอร์ที่ใช้ในวงจรเดสตามอดูเลชันนั้น ค่าของอุปกรณ์ที่ลงไว้เป็นค่าอุปกรณ์ที่ได้จากการคำนวณตามกราฟของหนังสือ Manual of Active Filter Design แต่ค่าที่ใช้งานได้จริงจากการทดลองจะเป็นดังรูปที่ 5.2 ซึ่งมีค่าความถี่ที่ตอบสนองสูงกว่า 3.4 กิโลเฮิร์ต เล็กน้อย แต่ได้ค่าเกินเท่ากับ 4 ตามที่ต้องการ
6. การนำวงจรแต่ละส่วนมา เชื่อมต่อเข้าด้วยกันค่อนข้างจะมีปัญหาอยู่บ้าง โดยเฉพาะการไหลกลับของสัญญาณทำให้สัญญาณหายไปโดยไม่จำเป็น สิ่งที่เราจะต้องระวังไว้ด้วยคือการกวนกันของศักดาไฟตรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 5.2 แสดงวงจรโวลท์ฟาสฟิลเตอร์ที่ใช้งานจริงในสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปและ ข้อเสนอแนะ

ชิ้นงานสำหรับโครงการนี้นั้นคิดว่าค่อนข้างจะมีประโยชน์มาก แต่การสร้างนั้นว่าไม่่ง่ายนัก ต้องใช้การทดลองเป็นหลัก โครงการนี้ยังมีราคาสูงอยู่มาก หวังว่าผู้ที่สนใจคงจะสามารถพัฒนาต่อไปได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

โปรแกรมสำหรับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ของเครื่องโทรศัพท์มือถือฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTIFUNCTION TELEPHONE

SYSTEM PROGRAM

			<u>INITIALIZE</u>
0000	21E037		LD HL,37E0H
0003	F9		LD SP,HL
0004	3E82		LD A,82H
0006	0EC3		LD C,C3H
0008	ED79		OUT(C),A
000A	3E92		LD A,92H
000C	0ED3		LD C,D3H
000E	ED79		OUT(C),A
0010	3E00		LD A,00H
0012	0ED2		LD C,D2H
0014	ED79		OUT(C),A
0016	CD2008		CALL DELAY 50 ms
0019	3ECO		LD A,COH
001B	ED79		OUT(C),A
001D	CD0080		CALL DELAY 15 ms
0020	3E00		LD A,00H
0022	ED79		OUT(C),A
0024	3EOF		LD A,OFH
0026	0ECO		LD C,COH
0028	ED79		OUT(C),A
002A	01F007		LD BC,07FOH
002D	320030		LD(3000H),AAH
0030	210030		LD HL,3000H
0033	110130		LD DE,3001H
0036	EDA8		LDIR
0038	C30001		JP SCANKBD
			<u>SCANKBD:</u>
0100	0EC2		LD C,C2H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0102	06FE		LD B, OFEH
0104	ED41	COL1:	OUT(C), B
0106	DBC1		IN A, (C1H)
0108	2F		CPL
0109	E63F		AND 3FH
010B	FE00		CP 00H
010D	200A		JR NZ, KEYPUSHED
010F	C800		RLC B
0111	78		LD A, B
0112	FEBF		CP 0BFH
0114	20EE		JR NZ, COL1
0116	C31205		JP ALARMSYS.
			KEYPUSHED
0119	CD430A		CALL DELAY 3ms
011C	DBC1		IN A, (C1H)
011E	2F		CPL
011F	E63F		AND 3FH
0121	4F		LD C, A
0122	78		LD A, B
0123	2F		CPL
0124	E63F		AND 3FH
0126	52		LD D, C
0127	5F		LD E, A
0128	210201		LD HL, 0102H
012B	37		SCF
012C	ED52		SBC HL, DE
012E	CA6C02		JP Z, CHAR...(0,0)___*
0131	210301		LD HL, 0103H
013C	37		SCF
0135	ED52		SBC HL, DE
0137	CA7702		JP Z, CHAR...(0,1)___*
013A	210501		LD HL, 0105H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้นห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

013D	37	SCF
013E	ED52	SBC HL,DE
0140	CA8202	JP Z, CHAR...(0,2)___*
0143	210901	LD HL, 0109H
0146	37	SCF
0147	ED52	SBC HL,DE
0149	CA9502	JP Z, CHAR...(0,3)___*
014C	211101	LD HL,0111H
014F	37	SCF
0150	ED52	SBC HL,DE
0152	CA9802	JP Z, CHAR...(0,4)___*
0155	212101	LD HL,0121H
0158	37	SCF
0159	ED52	SBC HL,DE
015B	CAA302	JP Z, CHAR...(0,5)___*
015E	210202	LD HL,0202H
0161	37	SCF
0162	ED52	SBC HL,DE
0164	CAAE02	JP Z, CHAR...(1,0)___*
0167	210302	LD HL,0203H
0164	37	SCF
016B	ED52	SBC HL,DE
016D	CAB902	JP Z, CHAR...(1,1)___*
0170	210502	LD HL,0205H
0173	37	SCF
0174	ED52	SBC HL,DE
0176	CAC402	LD Z, CHAR...(1,2)___*
0179	210902	LD HL,0209H
017C	37	SCF
017D	ED52	SBC HL,DE
017F	CACE02	JP Z, CHAR...(1,3)___*
0182	211102	LD HL,0211H
0185	37	SCF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0186	ED52	SBC HL,DE
0188	CADA02	JP Z, CHAR...(1,4)___*
018B	212102	LD HL,0221H
018E	37	SCF
018F	ED52	SBC HL,DE
0191	CAE502	JP Z, CHAR...(1,5)___*
0194	21204	LD HL,0402H
0197	37	SCF
0198	ED52	SBC HL,DE
019A	CAF002	JP Z, CHAR...(2,0)___*
019D	210304	LD HL,0403H
01A0	37	SCF
01A1	ED52	SBC HL,DE
01A3	CA0103	JP Z, CHAR...(2,1)___*
01A6	210504	LD HL,0405H
01A9	37	SCF
01AA	ED52	SBC HL,DE
01AC	CA1203	JP Z, CHAR...(2,2)___*
01AF	210904	LD HL,0409H
01B2	37	SCF
01B3	ED52	SBC HL,DE
01B5	CA2303	JP Z, CHAR...(2,3)___*
01B8	211104	LD HL,0411H
01BB	37	SCF
01BC	ED52	SBC HL,DE
01BE	CA3403	JP Z, CHAR...(2,4)___*
01C1	212104	LD HL,0421H
01C4	37	SCF
01C5	ED52	SBC HL,DE
01C7	CA4503	JP Z, CHAR...(2,5)___*
01CA	210208	LD HL,0802H
01CD	37	SCF
01CE	ED52	SBC HL,DE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

01D0	CA5603	JP Z, CHAR...(3,0)___*
01D3	210308	LD HL,0803H
01D6	37	SCF
01D7	ED52	SBC HL,DE
01D9	CA6703	JP Z, CHAR...(3,1)___*
01DC	210508	LD HL,0805H
01DF	37	SCF
01E0	ED52	SBC HL,DE
01E2	CA7803	JP Z, CHAR...(3,2)___*
01E5	210908	LD HL,0809H
01E8	37	SCF
01E9	ED52	SBC HL,DE
01EB	CA8903	JP Z, CHAR...(3,3)___*
01EE	211108	LD HL,0811H
01F1	37	SCF
01F2	ED52	SBC HL,DE
01F4	CA9A03	JP Z, CHAR...(3,4)___*
01F7	212108	LD HL,0821H
01FA	37	SCF
01FB	ED52	SBC HL,DE
01FD	CAAB03	JP Z, CHAR...(3,5)___*
0200	210210	LD HL,1002H
0203	37	SCF
0204	ED52	SBC HL,DE
0206	CABC03	JP Z, CHAR...(4,0)___*
0209	210310	LD HL,1003H
020C	37	SCF
020D	ED52	SBC HL,DE
020F	CACD03	JP Z, CHAR...(4,1)___*
0212	210510	LD HL,1005H
0215	37	SCF
0216	ED52	SBC HL,DE
0218	CADE03	JP Z, CHAR...(4,2)___*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

021B	210910	LD HL,1009H
021E	37	SCF
021F	ED52	SBC HL,DE
0221	CAEF03	JP Z, CHAR...(4,3)___*
0224	211110	LD HL,1011H
0227	37	SCF
0228	ED52	SBC HL,DE
022A	CA0004	JP Z, CHAR...(4,4)___*
022D	212110	LD HL,1021H
0230	37	SCF
0231	ED52	SBC HL,DE
0233	CA1104	JP Z, CHAR...(4,5)___*
0236	210220	LD HL,2002H
0239	37	SCF
023A	ED52	SBC HL,DE
023C	CA2204	JP Z, CHAR...(5,0)___*
023F	210320	LD HL,2003H
0242	37	SCF
0243	ED52	SBC HL,DE
0245	CA3304	JP Z, CHAR...(5,1)___*
0248	210520	LD HL,2005H
024B	37	SCF
024C	ED52	SBC HL,DE
024E	CA4404	JP Z, CHAR...(5,2)___*
0251	210920	LD HL,2009H
0254	37	SCF
0255	ED52	SBC HL,DE
0257	CA5104	JP Z, CHAR...(5,3)___*
025A	211120	LD HL,2011H
025D	37	SCF
025E	ED52	SBC HL,DE
0260	CA0001	JP Z, CHAR...(5,4)___*
0263	212120	LD HL,2021H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0266	37	SCF
0267	ED52	SBC HL,DE
0269	CA0001	JP Z, CHAR...(5,5)___*
		CHAR(0,0)[1]:
026C	CD0004	CALL CHECKSTORE
026F	3E1E	LD A,1EH
0271	CD100A	CALL OUT&CHECK
0274	C30001	JP SCANKBD
		CHAR(0,1)[2]:
0277	CD000A	CALL CHECKSTOR
027A	3E2E	LDA,2EH
027C	CD100A	CALL OUT&CHECK
027F	C30001	JP SCANKBD
		CHAR(0,2)[3]:
0282	CD0004	CALL CHECKSTORE
0285	3E4E	LD A,4EH
0287	CD100A	CALL OUT&CHECK
028A	C30001	JP SCANKBD
		CHAR(0,3)[4]:
028D	CD000A	CALL CHECKSTORE
0290	3E1D	LD A,1DH
0292	CD100A	CALL OUT&CHECK
0295	C30001	JP SCANKBD
		CHAR(0,4)[5]:
0298	CD000A	CALL CHECKSTORE
029B	3E2B	LD A,2DH
029D	CD100A	CALL OUT&CHECK
02A0	C30001	JP SCANKBD
		CHAR(0,5)[6]:
02A3	CD0004	CALL CHECKSTORE
02A6	3E4D	LD A,4DH
02A8	CD100A	CALL OUT&CHECK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่ผู้จัดทำให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

02AB	C30001	JP SCANKBD CHAR(1,0)[7]:
02AE	CD000A	CALL CHECKSTORE
02B1	3E1B	LD A,1BH
02B3	CD100A	CALL OUT&CHECK
02B6	C30001	JP SCANKBD CHAR(1,1)[8]:
02B9	CD000A	CALL CHECKSTORE
02BC	3E2B	LD A,2BH
02BE	CD100A	CALL OUT&CHECK
02C1	C30001	JP SCANKBD CHAR(1,2)[9]:
02C4	CD000A	CALL CHECKSTORE
02C7	3E4B	LD A,4BH
02C9	CD100A	CALL OUT&CHECK
02CC	C3001	JP SCANKBD CHAR(1,3)[*]:
02CF	CD000A	CALL CHECKSTORE
02D2	3E17	LD A,17H
02D4	CD100A	CALL OUT&CHECK
02D7	C30001	JP SCANKBD CHAR(1,4)[0]:
02DA	CD000A	CALL CHECKSTORE
02DD	3E27	LD A,27H
02DF	CD100A	CALL OUT&CHECK
02E2	C30001	JP SCANKBD CHAR(1,5)[#]:
02E5	CD000A	CALL CHECKSTORE
02E8	3E47	LD A,47H
02EA	CD1000A	CALL OUT&CHECK
02ED	C30001	JP SCANKBD CHAR(2,0)[@1]:
02F0	3A4F30	LD A,(304FH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

02F3	FEAA	CP OAAH
02F5	CA5E04	JP Z, MEM1
02F8	210034	LD HL, 3400H
02FB	CD500A	CALL ABBRIVIATE
02FE	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(2,1)[@2]:
0301	3A4F30	LD A, (304FH)
0304	FEAA	CP OAAH
0306	CA6704	JP Z, MEM2
0309	212034	LD HL, 3420H
030C	CD500A	CALL ABBRIVIATE
030F	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(2,2)[@3]:
0312	3A4F30	LD A, (304FH)
0315	FEAA	CP OAAH
0317	CA7004	JP Z, MEM3
031A	214034	LD HL, 3440H
031D	CD500A	CALL ABBRIVIATE
0320	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(2,3)[@4]:
0323	3A4F30	LD A, (304FH)
0326	FEAA	CP OAAH
0328	CA7904	JP Z, MEM4
032B	216034	LD HL, 3460H
032E	CD500A	CALL ABBRIVIATE
0331	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(2,4)[@5]:
0334	3A4F30	LD A, (304FH)
0337	FEAA	CP OAAH
0339	CA8204	JP Z, MEM5
033C	218034	LD HL, 3480H
033F	CD5000A	CALL ABBRIVIATE
0342	C31205	JP ALARMSYS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น และอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		CHAR(2,5)[06]:
0345	3A4F30	LD A,(304FH)
0348	FEAA	CP OAAH
034A	CA8B04	JP Z,MEM6
034D	21A034	LD HL,34A0H
0350	CD500A	CALL ABBRIVIATE
0353	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(3,0)[07]:
0356	3A4F30	LD A,(304FH)
0359	FEAA	CP OAAH
035B	CA9404	JP Z,MEM7
035E	21C034	LD HL,34COH
0361	CD500A	CALL ABBRIVIATE
0364	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(3,1)[08]:
0367	3AAF30	LD A,(304FH)
036A	FEAA	CP OAAH
036C	CA9D04	JP Z,MEM8
036F	21E034	LD HL,34EOH
0372	CD5004	CALL ABBRIVIATE
0375	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(3,2)[09]:
0378	3A4F30	LD A,(304FH)
037B	FEAA	CP OAAH
037D	CAA604	JP Z,MEM9
0380	210035	LD HL,3500H
0383	CD500A	CALL ABBRIVIATE
0386	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(3,3)[010]:
0389	3A4F30	LD A,(304FH)
038C	FEAA	CP OAAH
038E	CAAE04	JP Z,MEM10
0391	212035	LD HL,3520H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0394	CD500A	CALL ABBRIVIATE
0397	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(3,4)[@11]:
039A	3A4F30	LD A,(304FH)
039D	FEAA	CP OAAH
039F	CAB804	JP Z,MEM11
03A2	214035	LD HL,3540H
03A5	CD500A	CALL ABBRIVIATE
03A8	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(3,5)[@12]:
03AB	3A4F30	LD A,(304FH)
03AE	FEAA	CP OAAH
03B0	CAC104	JP Z,MEM12
03B3	216035	LD HL,3560H
03B6	CD500A	CALL ABBRIVIATE
03B9	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(4,0)[@13]:
03BC	3A4F30	LD A,(304FH)
03BF	FEAA	CP OAAH
03C1	CACA04	JP Z,MEM13
03C4	218035	LD HL,3580H
03C7	CD500A	CALL ABBRIVIATE
03CA	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(4,1)[@14]:
03CD	3A4F30	LD A,(304FH)
03D0	FEAA	CP OAAH
03D2	CAD304	JP Z,MEM14
03D5	21A035	LD HL,35A0H
03D8	CD500A	CALL ABBRIVIATE
03DB	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(4,2)[@15]:
03DE	3A4F30	LD A,(304FH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้สำหรับใช้เรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

03E3	CADC04	JP Z, MEM15
03E6	21C035	LD HL, 35COH
03E9	CD500A	CALL ABBRIVIATE
03EC	C31205	JP ALARMSYS CHAR(4,3)[@16]:
03EF	3A4F30	LD A, (304FH)
03F2	FEAA	CP OAAH
03F4	CAE504	JP Z, MEM16
03F7	21E035	LD HL, 35EOH
03FA	CD500A	CALL ABBRIVIATE
03FD	C31205	JP ALARMSYS CHAR(4,4)[@17]:
0400	3A4F30	LD A, (304FH)
0403	FEAA	CP OAAH
0405	CAEE04	JP Z, MEM17
0408	210036	LD HL, 3600H
040B	CD500A	CALL ABBRIVIATE
040E	C31205	JP ALARMSYS CHAR(4,5)[@18]:
0411	3A4F30	LD A, (304FH)
0414	FEAA	CP OAAH
0416	CAF70C	JP Z, MEM18
0419	212036	LD HL, 3620H
041C	CD500A	CALL ABBRIVIATE
041F	C31205	JP ALARMSYS CHAR(5,0)[@19]:
0422	3A4F30	LD A, (304FH)
0425	FEAA	CP OAAH
0427	CA0005	JP Z, MEM19
042A	214036	LD HL, 3640H
042D	CD500A	CALL ABBRIVIATE
0430	C31205	JP ALARMSYS CHAR(5,1)[@20]:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0433	3A4F30	LD A, (304FH)
0436	FEAA	CP 0AAH
0438	CA0905	JP Z, MEM20
043B	216036	LD HL, 3660H
043E	CD500A	CALL ABBRIVIATE
0441	C31205	JP ALARMSYS
		CHAR(5, 2) [MEM]
0444	2A4D30	LD HL, (304BH)
0447	23	INC HL
0448	3EAA	LD A, 0AAH
044A	324F30	LD (304FH), A
044D	77	LD (HL), A
044E	C30001	JP. SCANKBD
		CHAR(5, 3) [REDIAL]
0451	2A4D30	LD HL, (304DH)
0454	3EAA	LD A, 0AAH
0456	77	LD (HL), A
0457	21	LD HL, 3050H
0458	CD500A	CALL ABBRIVIATE
045B	C31205	JP ALARMSYS
		MEM1:
045E	110034	LD DE, 3400H
0461	CD250A	CALL MEMIN
0464	C30001	JP SCANKBD
		MEM2:
0467	112034	LD DE, 3420H
046A	CD250A	CALL MEMIN
046D	C30001	JP SCANKBD
		MEM3:
0470	114034	LD DE, 3440H
0473	CD250A	CALL MEMIN
0476	C30001	JP SCANKBD
		MEM4:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0479	116034	LD DE,3460H
047C	CD250A	CALL MEMIN
047F	C30001	JP SCANKBD
		MEM5:
0482	118034	LD DE;3480H
0485	CD250A	CALL MEMIN
0488	C30001	JP SCANKBD
		MEM6:
048B	11A034	LD DE,34A0H
048E	CD250A	CALL MEMIN
0491	C30001	JP SCANKBD
		MEM7:
0494	11C034	LD DE,34COH
0497	CD250A	CALL MEMIN
049A	C30001	JP SCANKBD
		MEM8:
049D	11E034	LD DE,34EOH
04A0	CD250A	CALL MEMIN
04A3	C30001	JP SCANKBD
		MEM9:
04A6	110035	LD DE,3520H
04A9	CD250A	CALL MEMIN
04AC	C30001	JP SCANKBD
		MEM10:
04AF	112035	LD DE,3500H
04B2	CD250A	CALL MEMIN
04B5	C30001	JP SCANKBD
		MEM11:
04B8	114035	LD DE,3540H
04BB	CD250A	CALL MEMIN
05BE	C30001	JP SCANKBD
		MEM12:
04C1	116035	LD DE,3560H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

04C4	CD240A	CALL MEMIN
04C7	C30001	JP SCANKBD
		MEM13:
04CA	118035	LD DE,3580H
04CD	CD250A	CALL MEMIN
04D0	C30001	JP SCANKB
		MEM14:
04D3	11A035	LD DE,35A0H
04D6	CD250A	CALL MEMIN
04D9	C3000A	JP SCANKBD
		MEM15:
04DC	11C035	LD DE,35C0H
04DF	CD250A	CALL MEMIN
04E2	C3001	JP SCANKBD
		MEM16:
04E5	11E035	LD DE,35E0H
04E8	CD250A	CALL MIMIN
04EB	C30001	JP SCANKBD
		MEM17:
04EE	110036	LD DE,3600H
04F1	CD250A	CALL MEMIN
04F4	C30001	JP SCANKBD
		MEM18:
04F7	112036	LD DE,3620H
04FA	CD250A	CALL MEMIN
04FD	C30001	JP SCANKBD
		MEM19:
0500	114036	LD DE,3620H
0503	CD250A	CALL MEMIN
0506	C30001	JP SCANKBD
		MEM20:
0509	116036	LD DE,3660H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 050C CD250A CALL MEMIN
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

050F C30001 JP SCANKBD

ALARMSYS:

0512 DBD0 IN A,DOH
0514 322030 LD (3020H),A
0517 FEFF CP OFFH
0519 2003 JR NZ,DANGER
051B C3B005 JP RNGCHECK
051E 210034 DANGER: LD HL,3400H
0521 2210 HERO: LD (3010H),HL
0524 211030 LD HL,(3010H)
0527 3E08 RETRY: LD A,08H
0529 0ED2 LD C,D2H
052B ED79 OUT (C),A
052D CDAA0A CALL LINECHECK
0530 FE00 CP 00H
0532 280C JR Z,ALARM
0534 3E00 LD A,00H
0536 0ED2 LD C,0D2H
0538 ED79 OUT (C),A
053A CD6008 CALL DELAY 2sec
053D 18E8 JR RETRY
0540 7E ALARM: LD A,(HL)
0541 0ECO LD C,COH
0543 ED79 OUT (C),A
0545 CD2008 CALL DELAY 50msec
0548 23 INC HL
0549 06AA LD B,0AAH
054B 7E LD A,(HL)
054C 80 CP B
054D 20EB JR NZ,ALARM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับหน่วยงานเพื่อการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0551	E608		AND 08H
0553	FE00		CP 00H
0555	20F8		JR NZ, LOOP
0557	1E0A		LD E, 0AH
0559	3E48	CONTC:	LD A, 48H
055B	0ED2		LD C, D2H
055D	ED79		OUT (C), A
055F	CD4304		CALL DELAY 3ms
0562	3E08		LD A, 08H
0564	ED79		OUT (C), A
0566	CD6008		CALL DELAY 2sec
0569	DBD1		IN A, D1H
056B	E630		AND 30H
056D	323F30		LD (303FH), A
0570	FE10		CP 10H
0572	2006		JR NZ, BUSTST
0575	1D		DEC E
0576	280C		JR Z, WHO
0578	18E1		JR CONTE
057A	3A3F30	BUST:	LD A, (303FH)
057D	FE20		CP 20H
057F	2803		JR Z, WHO
0581	CD000C		CALL HELP
0584	2A1020	WHO:	LD HL, (3010H)
0587	23		INC HL
0588	116034		LD DE, 3460H
058B	37		SCF
058C	ED52		SBC HL, DE
058E	2809		JR Z, GOD
0590	2A1030		LD HL, (3010H)
0593	112000		LD DE, 0020H
0596	19		ADD HL, DE
0597	1888		JR HERO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0599	3E00	GOD:	LD A,00H
059B	0ED2		LD C,D2H
059D	ED79		OUT (C),A
059F	C3B005		JP RNGCHECK
			<u>RNGCHECK:</u>
05B0	DBD1		IN A,D1H
05B2	E601		AND 01H
05B4	FE00		CP 00H
05B6	C25006		JP NZ,HSWCHECK
05B9	3E09		LD A,09H
05BB	0ED2		LD C,D2H
05BD	ED79		OUT (C),A
05BF	06FF		LD B,0FFH
05C1	DBD1	WAIT:	IN A,D1H
05C3	E602		AND 02H
05C5	FE00		CP 00H
05C7	2818		JR Z,PLAYREC
05C9	CD0008		CALL DELAY 15ms
05CC	05		DEC B
05CD	20F2		JR NZ,WAIT
05CF	3E08		LD A,08H
05D1	0ED2		LD C,D2H
05D3	ED79		OUT (C),A
05D5	CD2008		CALL DELAY 50ms
05D8	3E09		LD A,09H
05DA	ED79		OUT (C),A
05DC	CDA008		CALL DELAY 20sec.
05DF	3E0B		LD A,0BH
05E1	ED79		OUT (C),A
05E3	CD2008		CALL DELAY 50ms
05E6	3E09		LD A,09H
05E8	ED79		OUT (C),A
05EA	CD8008		CALL DELAY 60 sec

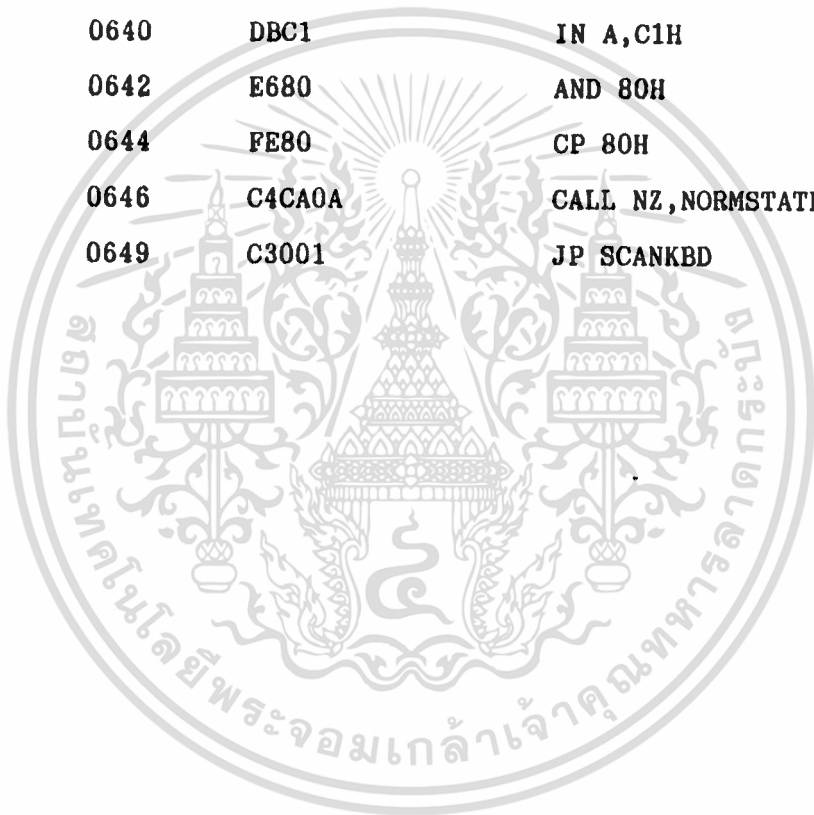
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

05ED	1841	JR EOR
05EF	3E0D	PLAYREC: LD A,0DH
05F1	0ED2	LD C,D2H
05F3	ED79	OUT (C),A
05F5	CD2008	CALL DELAY 50 ms
05FA	ED79	OUT (C),A
05FC	DBD1	WAITSTP: IN A,D1H
05FE	E604	AND 04H
0600	FE00	CP 00H
0602	20F8	JR NZ,WAITSTP
0604	1619	LD D,19H
0606	06FF	LOOP2: LD B,0FFH
0608	DBD1	LOOP1: IN A,D1H
060A	E602	AND 02H
060C	FE00	CP 00H
060E	280B	JR Z,PLAY
0610	CD0008	CALL DELAY 15 ms
0613	05	DEC B
0614	20F2	JR NZ,LOOP1
0616	15	DEC D
0617	20ED	JR NZ,LOOP2
0619	1815	JR EOR
061B	3E0D	PLAY: LD A,0DH
061D	0ED2	LD C,D2H
061F	ED79	OUT (C),A
0621	CD2008	CALL DELAY 50 ms
0624	3E0F	LD A,0FH
0626	ED79	OUT (C),A
0628	DBD1	LOOP3: IN A,D1H
062A	E602	AND 04H
062C	FE00	CP 00H
062E	20F8	JR NZ,LOOP3
0630	3E73	EOR: เท่านั้น LD A,73H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น LD A,73H หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0632	0ED2	LD C, (D2H)
0634	ED79	OUT (C),A
0636	CD2008	CALL DELAY 50 ms
0639	3E03	LD A,03H
063B	ED79	OUT (C),A
063D	C35006	JP HSWCHECK
		<u>HSWCHECK</u>
0640	DBC1	IN A,C1H
0642	E680	AND 80H
0644	FE80	CP 80H
0646	C4CA0A	CALL NZ,NORMSTATE
0649	C3001	JP SCANKBD



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUBROUTINE

DELAY 15 ms

```
0800    D9                EXX
0801    0ECEE            LD C,0CEH
0803    160A            LOOP2 : LD D,0AH
0805    15              LOOP1 : DEC D
0806    20FD            JR NZ,LOOP1
0808    0D              DEC C
0809    20F8            JR NZ,LOOP2
080B    D9                EXX
080C    C9              RET
```

DELAY 50 ms

```
0820    D9                EXX
0821    0E50            LD C,50H
0823    1664            LOOP2 : LD D,64H
0825    15              LOOP1 : DEC D
0826    20FD            JR NZ,LOOP1
0828    0D              DEC C
0829    20F8            JR NZ,LOOP2
082B    D9                EXX
082C    C9              RET
```

DELAY 100ms

```
0840    D9                EXX
0841    0EF0            LD C,A0H
0843    1664            LOOP2: LD D,64H
0845    15              LOOP1 DEC D
0846    20FD            JR NZ,LOOP1
0848    0D              DEC C
0849    20F8            JR NZ,LOOP2
084B    D9                EXX
```

```
084C    C9              RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DELAY 60sec

0880	D9		EXX
0881	1EFO		LD E,0FOH
0883	0EFA	LOOP3	LD C,0FAH
0885	16A1	LOOP2	LD D,0A1H
0887	15	LOOP1	DEC D
0888	20FD		JR NZ,LOOP1
088A	0D		DEC C
0883	20F8		JR NZ,LOOP2
088D	1D		DEC E
088E	20F3		JR NZ,LOOP3
0890	D9		EXX
0891	C9		RET

DELAY 3sec

08C0	D9		EXX
08C1	1EOC		LD E,0CH
08C3	0EFA	LOOP3:	LD C,0FAH
08C5	16A1	LOOP2:	LD D,0A1H
08C7	15	LOOP1:	DEC D
08C8	20FD		JR NZ,LOOP1
08CA	0D		DEC C
08CB	20F8		JR NZ,LOOP2
08CD	1D		DEC E
08CE	20F3		JR NZ,LOOP3
08D0	D9		EXX
08D1	C9		RET

CHECKSTORE

0A00	215030		LD HL,3050H
0A03	7E	NEXT:	LD A,(HL)
0A04	FEAA		CP 0AAH
0A06	2803		JR Z,EMPTY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0A08	23	INC HL
0A09	18F8	JR NEXT
0A0B	C9	EMPTY: RET

OUT&CHECK

0A10	D3C0	OUT (COH),A
0A12	77	LD (HL),A
0A13	DBC1	WAIT: IN A,(C1H)
0A15	2F	CPL
0A16	E63F	AND 3FH
0A18	FE00	CP 00H
0A1A	20F7	JR NZ,WAIT
0A1C	3E0F	LD A,0FH
0A1E	D3C0	OUT (COH),A
0A20	224D30	LD (304D),HL
0A23	C9	RET
MEMIN		
0A25	215030	LD HL,305QH
0A28	06161	LD B,16H
0A2A	7E	NEXTDIT: LD A,(HL)
0A2B	12	LD (DE),A
0A2C	13	INC DE
0A2D	23	INC HL
0A2E	05	DEC B
0A2F	20F9	JR NZ,NEXTDIT
0A31	0617	LD B,17H
0A33	215030	LD HL,3050H
0A36	3EAA	LD A,0AAH
0A38	77	NEXTCLR: LD (HL),A
0A39	23	INC HL
0A3A	05	DEC B
0A3B	20FB	JR NZ,NEXTCLR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0A3D	3E55	LD A,55H
0A3F	324F30	LD 304FH,A
0A42	C9	RET

DELAY 3ms

0A43	D9	EXX
0A44	0E02	LD C,02H
0A46	16A1	LD D,A1H
0A48	15	DEC D
0A49	30FD	JR NZ,DEC1
0A4B	02	DEC C
0A4C	20F8	JR NZ,DEC2
0A4E	D9	EXX
0A4F	C9	RET

ABBRIVIATE

0A50	224030	LD (3040H),HL
0A53	2A4030	REPEAT: LD HL,(3040H)
0A56	7E	OUTNEXT: LD A,(HL)
0A57	0ECO	LD C,COH
0A59	ED79	OUT (C),A
0A5B	CD2008	CALL DELAY 50ms
0A5E	3E0F	LD A,OFH
0A60	ED79	OUT (C),A
0A62	CD4008	CALL DELAY 10ms
0A65	23	INC HL
0A66	7E	LD A,(HL)
0A67	FEAA	CP 0AAH
0A69	20	JR NZ,OUTNEXT
0A6B	DBD1	WAIT: IN A,D1H
0A6D	E640	AND 40H
0A6F	FE40	CP 40H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้**0A71**ับการใช้**28**เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่**JR NZ,END**ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0A73	CD		CALL LINECHECK
0A76	FE10		10H
0A78	28		JR Z, WAIT1
0A7A	3A3F30		LD A, (303FH)
0A7D	FE20		CP 20H
0A7F	20		JR NZ, WAIT2
0A81	3E00	POI:	LD A, 00H
0A83	0ED2		LD C, D2H
0A85	ED79		OUT (C), A
0A87	CD6008		CALL DELAY 2 sec
0A8A	3E08		LD A, 08H
0A8C	ED79		OUT (C), A
0A8E	CDAA0A		CALL LINECHECK
0A91	FE00		CP 00H
0A93	20		JR NZ, POI
0A95	18		JR REPEAT
0A97	DBD1	WAIT2:	IN A, D1H
0A99	E640		AND 40H
0A9B	FE40		CP 40H
0A9D	20		JR NZ, WAIT2
0A9F	C9	END:	RET

LINECHECK

0AAA	DBD1	LOOP:	IN A, D1H
0AAC	E608		AND 08H
0AAE	FE00		CP 00H
0AB0	20F7		JR NZ, LOOP
0AB2	3E48		LD A, 48H
0AB4	0ED2		LD C, D2H
0AB6	ED79		OUT (C), A
0AB8	CD430A		CALL DELAY 3sec
0ABB	3E08		LD A, 08H
0ABD	ED79		OUT (C), A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0ABF	CD6008	CALL DELAY 2sec
0AC2	DBD1	IN A,D1H
0AC4	E630	AND 30H
0AC6	323F30	LD (303FH),A
0AC9	C9	RET

HELP !

0C00	3A2030	LD A,(3020H)
0C03	E60F	AND 0FH
0C05	FE0F	CO 0FH
0C07	2819	JR Z,SKIP
0C09	3E01	LD A,01H
0C0B	0EC2	LD C,D2H
0C0D	ED79	OUT (C),A
0C0F	3E50	LD A,50H
0C11	ED79	OUT (C),A
0C13	CD008	CALL DELAY 15ms
0C16	3E02	LD A,02H
0C18	ED79	OUT (C),A
0C1A	CD350C	CALL FINISHED
0C1D	1815	JR END
0C1F	3E02	SKIP: LD A,02H
0C21	0ED2	LD C,D2H
0C23	ED79	OUT (C),A
0C25	3E60	LD A,60H
0C27	ED79	OUT (C),A
0C29	CD0008	CALL DELAY15ms
0C2C	3E02	LD A,02H
0C2E	ED79	OUT (C),A
0C30	CD350C	CALL FINIJSHED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น กรุณาอย่าเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FINISHED

0C35	DBC1	LOOP:	IN A;D1H
0C37	E610		AND 10H
0C39	FE10		CP 10H
0C3B	20F7		JR NZ,LOOP
0C3D	C9		RET



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่อง เครื่องรับโทรศัพท์ที่ทำหน้าที่ได้หลายหน้าที่หรือ เครื่องโทรศัพท์มัลติฟังก์ชันนี้ เป็นโครงการเพื่อนำเสนอต่อภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต โครงการนี้สามารถสำเร็จลงไปได้ด้วยดีเพราะผู้จัดทำได้รับความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ถวิล พึ่งมา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการนี้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำปรึกษา พร้อมทั้งเอื้อเฟื้ออุปการะในการทำโครงการนี้ และคณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ดร. พุศศักดิ์ ชิวสุวิทย์ รวมทั้งเพื่อนทุกคนที่ได้ให้แนวความคิดที่สำคัญและกำลังใจในการทำโครงการนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ประเสริฐ วิจารณ์วัฒน์ และ สมเกียรติ พูลศิริ, "เครื่องบันทึกเสียงระบบดิจิทัลภาค 2 บันทึกนานๆ", วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 85, 2531, หน้า143-153.
2. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, "คู่มือ / เทียบเบอร์ไอซี TTL", ห้างหุ้นส่วนจำกัดนำอักษรการพิมพ์, 398หน้า, 2530.
3. ศูนย์ภาษาคอมพิวเตอร์, "การใช้งาน Z 80", ฟิสิกส์เซนเตอร์ การพิมพ์, 284 หน้า.
4. บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, "คู่มือไอซีซีพพอร์ทและหน่วยความจำ", ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอช-เอ็น การพิมพ์, 605 หน้า, 2529.
5. Don Lancaster, "CMOS Cookbook", Horward W. Sams & Co., Inc., 414 p., 1977.
6. Don Lancaster, "CMOS cookbook", Horward W. Sams & Co., Inc., 335 p., 1977.
7. John L. Hilburn and David E. Johnson, "Manual of Active Filter Design", McGraw-Hill, Inc., 189 p., 1973.
8. Motorola, "Motorola Telecommunications Device Data", Motorola Inc., 1984.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้