ระบบเตือนภัยและสั่งการทางโทรศัพท์

HOME SECURITY AND ELECTRICAL APPLIANCES
CONTROL SYSTEM USING TELEPHONE

โดย

นายวิวัฒน์	แซ่ตั้ง	รหัสประจำตัว 33100354
นายวีระศักดิ์	วรธิติกุล	รหัสประจำตัว 33100365
นางสาวอรพินท์	อัสรางชัย	รหัสประจำตัว 33100501

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033201

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2536

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง ระบบเตือนภัยและสั่งการทางโทรศัพท์
HOME SECURITY AND ELECTRICAL APPLIANCES
CONTROL SYSTEM USING TELEPHONE

ผู้จัดทำ นายวิวัฒน์ แซ่ตั้ง รหัสประจำตัว 33100354
นายวีระศักดิ์ วรธิติกุล รหัสประจำตัว 33100365
นางสาวอรพินท์ อัสรางชัย รหัสประจำตัว 33100501

ดร วันชัย ริ้วรุจา
(อาจารย์ที่ปรึกษา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเตือนภัยและสั่งการทางโทรศัพท์

HOME SECURITY AND ELECTRICAL APPLIANCES CONTROL SYSTEM USING TELEPHONE

โดย นายวิวัฒน์ แซ่ตั้ง รหัสประจำตัว 33100354
นายวีระศักดิ์ วรธิติกุล รหัสประจำตัว 33100365
นางสาวอรพินท์ อัสรางชัย รหัสประจำตัว 33100501

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วันชัย ริ้วรุจา
อ.ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้งานโทรศัพท์ เป็นระบบรักษาความปลอดภัยในบ้าน สามารถต่อโทรศัพท์ออกไปภายนอกทันทีที่มีผู้บุกรุกหรือเหตุการณ์ฉุกเฉิน เช่น เหตุเพลิงไหม้ เกิดขึ้น โดยโทรแจ้งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไปยังหมายเลขปลายทางที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังสามารถโทรศัพท์เข้ามาตรวจสอบสภาวะของประตู หน้าต่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จากภายนอกได้ และอาจนำโทรศัพท์มาใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ปลายทางให้เปิด-ปิดตามต้องการได้อีกด้วย ชิ้นงานจะประกอบด้วยส่วนวงจรการทำงาน (Hardware) และส่วนซอฟท์แวร์ควบคุมการทำงาน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8031 เป็นตัวควบคุมระบบทั้งหมด

ABSTRACT

This project is to apply a telephone to be a home security system , besides it can be used to chcek the on-off condition of the doors,windows and electrical appliances by calling from a remote telephone.This project lets you turn the house equipment on-off from outside. It places the house under constant surveillance and will report any alarm/ intrusion immediately whenever a breach of security is detected or a potential fire hazard is about to occur. There are two parts in this project , hardware and software. The microcontroller MCS-51 is used to control the whole system to work as we need.

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง และนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.วันชัย ริ้วรุจา เป็นอย่างสูง ที่กรุณาช่วยดูแล เอาใจใส่ อบรมสั่งสอน ตักเตือน ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานนี้ตลอดมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้พื้นฐานมาตลอดเวลา 4 ปี ทำให้โครงงานนี้สำเร็จลงได้

และสุดท้าย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ที่คอยไถ่ถาม ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ตลอดจนให้กำลังใจในการทำโครงงานชิ้นนี้

ความดีความชอบของโครงงานชิ้นนี้ ขอมอบให้กับทุกคนที่กล่าวมานี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ
(CONTENT)

หน้า

บทคัดย่อ (ABSTRACT)..... I

กิตติกรรมประกาศ.....II

สารบัญตาราง.....V

สารบัญภาพ.....VI

บทที่ 1 บทนำ (INTRODUCTION).....1

บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้นประกอบการทำงานของวงจร.....3

1.ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์.....3

2.สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศ.....7

3.การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF.....11

4.เทคนิคเดลต้ามอดูเลชั่น (CVSD).....13

5.การรับส่งสัญญาณข้อมูล (Data Communication).....17

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างวงจรใช้งาน (Hardware).....21

1.ส่วนควบคุมการทำงานของทั้งระบบ.....21

2.ส่วนวงจร Battery Back-up.....23

3.ส่วนตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์เมื่อเครื่องทำการโทรออกอัตโนมัติ (Busy and Ringing Tone Detector).....23

4.ส่วนตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ที่โทรเข้ามา (Opto-coupler).....25

5.ส่วนรับโทรศัพท์จากภายนอก.....26

6.ส่วนถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF).....26

7.ส่วนกำเนิดความถี่โทรศัพท์ (Tone Generator).....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.ส่วนแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก และอนาลอกเป็นดิจิตอล (CVSD).....34
9.ส่วนแปลงสัญญาณรับ-ส่งแบบอนุกรมเป็นขนาน และขนานเป็นอนุกรม (SIPO & PISO).....36
10.ส่วนวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (clock) 16K.....40
11.ส่วนกำหนดรหัสและเสียงตอบรับโทรศัพท์.....41
12.ส่วนไฟเลี้ยงวงจร (Power Supply).....42

บทที่ 4 หลักการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน (Software).....43

บทที่ 5 การใช้งานเครื่องเตือนภัยและสั่งการทางโทรศัพท์.....61

บทที่ 6 บทสรุปและวิจารณ์.....63

บรรณานุกรม (REFERENCE).....65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของสัญญาณและระบบปุ่ม.....6
ตารางที่ 2 แสดงความถี่ DTMF.....11
ตารางที่ 3 แสดงค่าที่ได้จากการถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์.....28
ตารางที่ 4 แสดงตาราง TRUTH TABLE ของวงจร BCD-TO-DECIMAL DECODER.....31
ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบ Specified Frequency และ Actual Tone Frequency ที่ถูกสร้างขึ้นโดย UM95087.....33
ตารางที่ 6 แสดง Function Table ของ Serial In/Parallel Out.....37
ตารางที่ 7 แสดง Function Table ของ Parallel In/Serial Out.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดง block diagram ของเครื่องรับโทรศัพท์.....3
รูปที่ 2 แสดงการจัดปุ่มและระบบสัญญาณ.....6
รูปที่ 3 แสดงสัญญาณพื้นฐานในเครื่องชุมสายโทรศัพท์.....7-8
รูปที่ 4 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ.....9
รูปที่ 5 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับสำเร็จ.....9
รูปที่ 6 แสดงลักษณะของสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก.....10
ก) ทำการวัดสัญญาณทางด้าน AC
ข) ทำการวัดสัญญาณทางด้าน DC
รูปที่ 7 แสดงการทำงานของการถอดรหัส DTMF.....12
รูปที่ 8 แสดงวงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดูเลชั่นในส่วนแปลงสัญญาณเสียง เป็นดิจิตอล.....13
รูปที่ 9 แสดงวงจรที่ใช้แปลงกลับจากข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง.....14
รูปที่10 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณอินพุทกับข้อมูลที่ได้สัญญาณอนาลอกจากอินทิเกรเตอร์.....14
รูปที่ 11 แสดงแผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนแปลงสัญญาณเสียง เป็นดิจิตอล (Encoder).....15
รูปที่ 12 แสดงแผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนแปลงกลับจากดิจิตอล เป็นสัญญาณเสียง (Decoder).....16
รูปที่ 13 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของ CVSD.....17
รูปที่ 14 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของการรับส่งข้อมูล.....18
รูปที่ 15 แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส.....19
ก) แบบ Character Oriented
ข) แบบ Bit Oriented
รูปที่ 16 แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส.....20
รูปที่ 17 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการควบคุมการทำงานของระบบด้วย 8031.....21
รูปที่ 18 แสดงboard Microcontroller 8031.....22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 19 แสดงวงจร Battery back-up.....23
รูปที่ 20 แสดง ก) สัญญาณ Busy Tone.....24
ข) สัญญาณ Ring-back Tone
รูปที่ 21 แสดงวงจรการทำงานของ Tone Decoder.....24
รูปที่ 22 แสดงวงจร Opto-coupler.....25
รูปที่ 23 แสดงวงจรแสดงการรับสายโทรศัพท์.....26
รูปที่ 24 แสดงขาของ MT8870.....27
รูปที่ 25 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870.....27
รูปที่ 26 แสดงวงจรถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF).....29
รูปที่ 27 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรกำเนิดความถี่โทรศัพท์.....30
รูปที่ 28 แสดงวงจรกำเนิดความถี่โทรศัพท์.....30
รูปที่ 29 แสดง Block Diagram และ Connection Diagram ของ SCL4028B.....31
รูปที่ 30 แสดงผังการทำงานต่างๆ ของวงจร Analog Switch.....32
รูปที่ 31 แสดงการทำงานของขาต่างๆ ของ UM95087 และ Block Diagram แสดงการทำงาน.....33
รูปที่ 32 แสดง Block Diagram และหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ของ CVSD.....34
รูปที่ 33 แสดงวงจรการทำงาน CVSD.....35
รูปที่ 34 แสดง Connection Diagram ของการทำงานของ Serial In/Parallel Out.....36
รูปที่ 35 แสดง Timing Diagram ของ Serial In/ Parallel Out.....37
รูปที่ 36 แสดง Connection Diagram การทำงานของ Parallel In/ Serial Out.....38
รูปที่ 37 แสดง Timing Diagram การทำงานของ Parallel In/Serial Out.....39
รูปที่ 38 แสดง ก) วงจรการแปลงสัญญาณรับส่งแบบอนุกรมเป็นขนาน.....39
ข) วงจรการแปลงสัญญาณรับส่งแบบขนานเป็นอนุกรม
รูปที่ 39 แสดงการทำงานของขาต่างๆ ของ LM555.....40
รูปที่ 40 แสดงวงจรกำเนิด clock 16K.....41
รูปที่ 41 แสดงวงจร key-write switch.....42
รูปที่ 42 แสดงวงจรไฟเลี้ยง.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ (INTRODUCTION)

ในปัจจุบันนี้วิทยาการและเทคโนโลยีทางด้านต่างๆ มีความเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ไม่ว่าเพื่อความอยู่รอดปลอดภัย หรือแม้แต่เพื่อความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน การโทรคมนาคม และการสื่อสารนับเป็นสื่อกลางที่มีบทบาทสำคัญมากในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าในวงการธุรกิจ หน่วยราชการ หน่วยงานเอกชน หรือศูนย์กลางการศึกษาใดๆ ก็ตาม โทรศัพท์นับเป็นอุปกรณ์การติดต่อสื่อสารที่มีประโยชน์มากอย่างหนึ่ง ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก นอกจากจะใช้ได้สะดวกรวดเร็วแล้ว ยังง่ายต่อการใช้ และเสียค่าใช้จ่ายน้อย เมื่อเทียบกับระบบการสื่อสารอื่นๆ

หน้าที่พื้นฐานของโทรศัพท์คือให้ประโยชน์ในการสื่อสารโดยเสียง แต่โทรศัพท์ยังทำงานได้มากกว่าการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลเพียงอย่างเดียว โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ ได้อีกมากมาย วัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบเตือนภัยและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์นี้ เนื่องจากโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ในการสื่อสารที่เกือบทุกหลังคาเรือนจะมีไว้ใช้ แต่ก็ยังมีการใช้งานเพียงแค่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับบุคคล โดยหมุนหรือกดหมายเลขปลายทางของบุคคลที่ต้องการติดต่อด้วย ซึ่งจริงๆ แล้วโทรศัพท์น่าจะทำงานได้มากกว่านั้น สำหรับโครงงาน (project) นี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์โทรศัพท์ดังนี้

1.ใช้ในงานรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน สามารถเตือนภัยโดยแจ้งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไปยังจุดหมายที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ โดยโทรไปยังหมายเลขโทรศัพท์นั้นๆ ทันที

2.ใช้ในงานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าจากระยะไกล โดยติดต่อผ่านโทรศัพท์ สามารถสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ปลายทางให้เปิด-ปิดได้ตามต้องการ

projectนี้ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักอยู่ 2 ส่วนคือส่วนวงจรการทำงาน(Hardware) และส่วนซอฟท์แวร์ควบคุมการทำงาน โดยใช้ microcontroller ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8031 เป็นตัวควบคุมระบบทั้งหมด ซึ่งในส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจะใช้ IC เบอร์ MT8870 เป็นตัวแปลงรหัสสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) จากโทรศัพท์เป็นสัญญาณ BCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำการคัดลอก ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือกระทำการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำการขาย จัดจำหน่าย หรือให้เช่าสำเนาเอกสารนี้ ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของเอกสารนี้ ในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้เขียนก่อนเท่านั้น

ใช้ในการสั่งการ ส่วนในระบบโทรศัพท์ไปยังหมายเลขปลายทางอัตโนมัตินั้น จะใช้วงจร Tone Generator ทำหน้าที่หมุนโทรศัพท์ออกไปภายนอกทันทีที่มีผู้บุกรุก ส่วนเสียงตอบรับโทรศัพท์และโทรแจ้งเหตุจะใช้ วงจร CVSD (Continuously Variable Delta Modulator / Demodulator) แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล เมื่อต้องการเก็บสัญญาณเสียงลงใน RAM และแปลงกลับจากสัญญาณดิจิตอลจาก RAM กลับเป็นสัญญาณเสียงซึ่งเป็นอนาลอก เพื่อตอบรับโทรศัพท์ที่เข้ามา

ดังจะอธิบายโดยละเอียดในบทต่อๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีเบื้องต้นประกอบการทำงานของวงจร

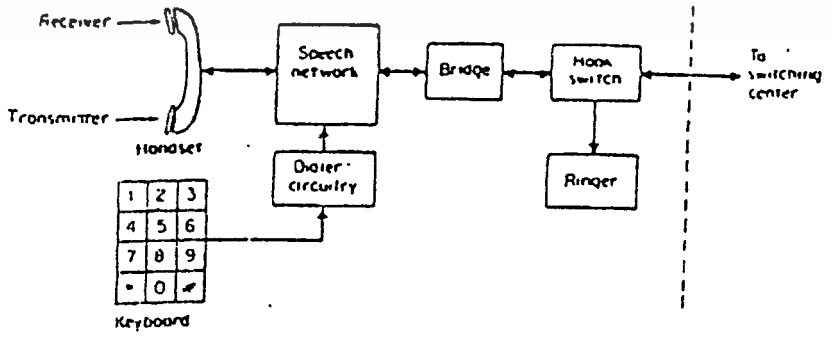
1.ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

อุปกรณ์ที่สำคัญเกือบจะทั้งหมดที่ผู้ใช้มีในระบบโทรศัพท์ ก็คือเครื่องโทรศัพท์ (Subscriber set) อุปกรณ์โทรศัพท์จะมีหน้าที่สร้างสัญญาณส่งไปยังชุมสาย (Dialing) เพื่อให้ชุมสายทราบถึงหมายเลขที่กำลังติดต่อ ส่วน ringing ส่วนส่ง (transmitting) ส่วนรับ(receiving) ซึ่งส่วนทั้งหมดนี้จะอยู่ที่ผู้ใช้อุปกรณ์โทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักใหญ่ ๆ 7 องค์ประกอบด้วย คือ

1. ส่วนรับ (Receiver)
2. ส่วนส่ง (Transmitter)
3. สปีช เนทเวิร์ค (Speech network)
4. ฮุค สวิทช์ (Hook Switch)
5. กระดิ่ง (Ringer)
6. ไดอัลเลอร์ (Dialer)
7. วงจรแปลงสัญญาณไฟตรง (Bridge Rectifier)

Block Diagram ในรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการต่อร่วมกันขององค์ประกอบหลักทั้ง 7 ภายในเครื่องโทรศัพท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 แสดง block diagram ของเครื่องรับโทรศัพท์

ตำแหน่งของส่วนส่งและส่วนรับ ปกติจะติดอยู่ที่ตัวพูด-หูฟัง (Handset) ของเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งในส่วนส่งจะมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้า (Electrical Signal) ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกส่งไปที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ (Switching center) แต่สำหรับส่วนรับมีหน้าที่เปลี่ยสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง สัญญาณที่ส่วนรับนั้นจะประกอบด้วยสัญญาณแถบความถี่เสียง (Voiceband Signal) จากสวิทชิ่ง เซ็นเตอร์ และจะคอยลดทอนการป้อนกลับจากส่วนส่ง สำหรับ Speech Network จะมีหน้าที่แยกสัญญาณส่งและรับภายในเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นสัญญาณทั้งหมดระหว่างสวิทชิ่งเซ็นเตอร์และเครื่องรับโทรศัพท์ อาจจะส่งไปในสายคู่เดียวกันได้

ชุดสวิทช์มีอยู่ 2 สภาวะ คือ ออน-ฮุค หรือ ออฟ-ฮุค ทั้ง 2 สภาวะนี้ขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณว่าง(Idle) หรือใช้งาน(Busy)ตามลำดับในสภาวะออฟ-ฮุค ปรกติจะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหู เมื่อยกหูกระแสที่ส่งจะบอกให้อุปกรณ์สวิทชิ่งเซ็นเตอร์รับรู้ว่าอยู่ในออฟ-ฮุค สวิทชิ่งเซนเตอร์จะปิดกันสัญญาณกระดิ่ง(Ringing Signal) และเตรียมรับสัญญาณแมวกรน (Dial Signal) ฮุคสวิทช์จะต่อสายโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเมื่ออยู่ในสภาวะออน-ฮุคและต่อสายโทรศัพท์กับสปีช เนทเวิร์คในสภาวะออฟ-ฮุค

ในสภาวะออฟ-ฮุค วงจรโทรศัพท์จะรับ DC Bias จาก Power Supply ที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ ส่วนสภาวะออน-ฮุคจะปรากฏสัญญาณกระดิ่ง เมื่อมีผู้เรียกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ประมาณ 80 Vrms และ 20-30 Hz ซึ่งปรกติจะถูกสร้างสัญญาณขึ้น ที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์และถูกส่งมาทำให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ทำงาน

มีอยู่ 2 วิธีที่จะใช้ส่งไดอัลไปที่สวิทชิ่ง เซนเตอร์ คือ

1. สร้างพัลซ์ (Pulse generation)

2. สร้างโทน (Tone generation)

ไดอัลแบบหมุน (Rotary-type Dialers)จะสร้างพัลซ์ส่งไปตามสาย และพัลซ์จะถูกส่งไปและนับที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์

Tone Dialer จะสร้างเสียงที่เกิดจากการร่วมกันของความถี่ที่แตกต่างกัน

สวิทชิ่งเซ็นเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์ก็คือ Central office ซึ่ง Central office นี้จะต่อรวมเป็นกลุ่มในเขตหรือเส้นทาง เพื่อความเหมาะสมของสวิทชิ่ง เซ็นทรัล เราต้องจัดลำดับของ switching center ในการต่อร่วมกันของ central center ทั้งหมด ซึ่งรวมไปถึงการต่อร่วมกันระหว่างผู้ใช้กับผู้เรียกซึ่งปกติจะเลือกเส้นทางผ่านลำดับของ Toll Trunk ที่ต่ำที่สุด ระหว่างเครื่องโทรศัพท์และ Central office อาจมีรีโมท คอนเซ็นเตเตอร์และตู้ชุมสายส่วนตัว (PBXs) คอนเซ็นเตเตอร์มีหน้าที่ลดการเชื่อมต่อระหว่างทุกๆ คู่สายกับ Central office โดยวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

multiplexing และรูปแบบของ Trunk sharing

ตู้ชุมสายสาขาส่วนตัวทำหน้าที่เหมือนสวิทชิ่ง เซนเตอร์ สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์กลุ่มย่อย เช่น ภายในสำนักงานธุรกิจจะมีตู้ไว้สำหรับใช้ในบริษัท ซึ่งตู้นี้จะต่อกับ central office โดยผ่าน analog หรือ Digital trunks

เครื่องโทรศัพท์หน้าปัดแบบกดปุ่ม (Push-Button Dial Telephone Set)

1.ระบบหน้าปัดแบบกดปุ่ม

ในระบบสวิทช์ สัญญาณเรียกของผู้เช่า (subscriber's address signal)เป็นสัญญาณจังหวะไฟตรงที่เท่ากับจำนวนครั้งของการหมุนของหน้าปัดเพื่อให้แผงสวิทช์ทำงาน

จากการพัฒนาด้านแผงสวิทช์อิเลคทรอนิคส์ เราจึงมีระบบสัญญาณหลายความถี่ (multi-frequency signal system) ขึ้น ระบบนี้มีลักษณะดังนี้

(1) เวลาของการหมุนของหมายเลขได้ลดลงมาก

(2) การหมุนหมายเลขง่ายกว่า

(3)สามารถเพิ่มปุ่มกดอื่นนอกจากปุ่มกดหมายเลข เพื่อส่งสัญญาณบริการประเภทอื่นได้ด้วย

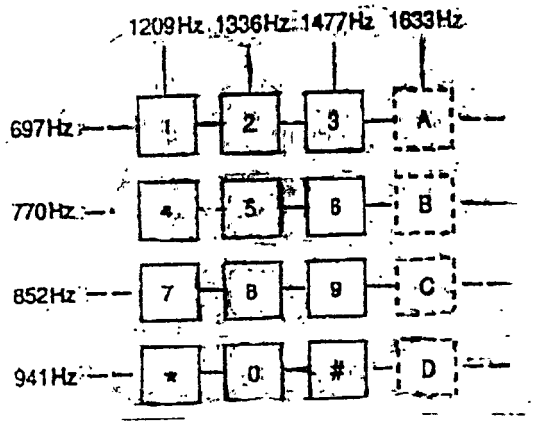
(4)เราใช้สัญญาณความถี่ของเสียง (voice frequency signal)ซึ่งสามารถส่งระหว่างสถานีได้และสามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง

2.ระบบสัญญาณ

เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าปัดเป็นแบบกดปุ่มและใช้กรรมวิธีของ Dual Tone Multi Frequency (DTMF) ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์นั้น โดยทั่วไปหน้าปัดจะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 rows และ 3 columns และในเครื่องโทรศัพท์บางแบบอาจจะมีปุ่มถึง 16 ปุ่ม โดยเพิ่ม column ที่ 4 ขึ้นมาอีก ดังแสดงตามรูปที่ 2

ความถี่ที่ใช้ในแต่ละ row และ column จะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ของทั้ง 4 rows เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ และความถี่ของความถี่สูง การกดปุ่มที่เลขหมายใด ๆ จะทำให้วงจรอิเลคทรอนิคส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่เช่น เมื่อกดเลข5ความถี่ที่ผลิตออกมาคือ 770 Hz และ 1336 Hz เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงการจัดปุ่มและระบบสัญญาณ

ความถี่ (Hz)		กลุ่มความถี่สูง (K)		
		K1 1,209 (11-13)	K2 1,336 (11-14)	K3 1,477 (11-15)
กลุ่มความถี่ต่ำ (K)	L1 697 (1-5)	1	2	3
	L2 770 (1-6)	4	5	6
	L3 852 (1-7)	7	8	9
	L4 941 (1-8)	*	0	#

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสัญญาณและระบบปุ่ม

3.ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF DIALING) คือ

(1) สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขลงได้ ทำให้มีผลคือเวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้ง (holding time) ลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับ traffic ได้มากขึ้น

(2) สามารถใช้วงจรทาง solid state electronic ทนอุปกรณ์ทางด้าน mechanic จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งเลขหมาย

(3) สามารถเพิ่มปุ่มกดขึ้นได้อีก 4 ปุ่ม (Column ที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่นๆ

(4) มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ stored program control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

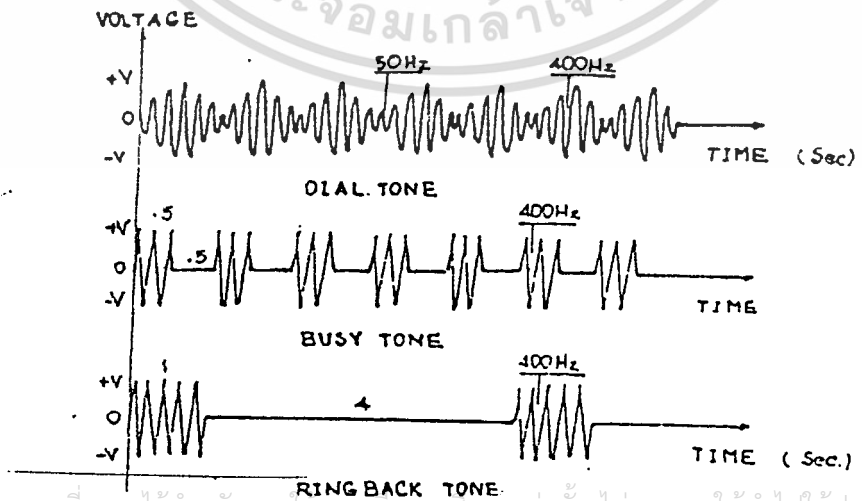
สัญญาณสมาชิก (Subsriber Signal) สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งต่อสภาวะต่างๆ ว่าควรจะทำอย่างไร เมื่อได้ยินสัญญาณนั้นประกอบด้วย

1.สัญญาณให้หมุน (DT : Dial Tone) ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกรู้ว่าให้กดปุ่มเลขหมายผู้รับได้ เป็นสัญญาณต่อเนื่อง 400 Hz modulated ด้วยความถี่ประมาณ 50 Hz แบบ AM

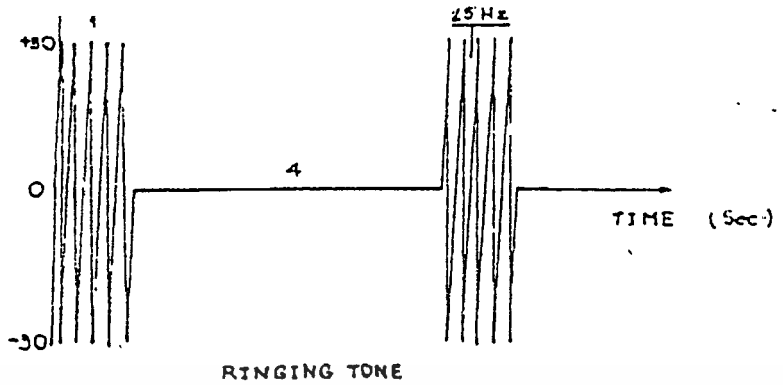
2.สัญญาณไม่ว่าง (BT : Busy Tone) ใช้เพื่อเตือนผู้เรียกว่าผู้รับไม่ว่าง ควรวางหูก่อนสักระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มเรียกใหม่ เป็นสัญญาณ 400 Hz ช่วงเวลาของการส่งประมาณ 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที

3.สัญญาณเรียกกลับ (RBT : Ring Back Tone) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าการเรียกสำเร็จเป็น สัญญาณ 400 Hz ช่วงเวลาการส่งประมาณ 1 วินาที เงียบประมาณ 4 วินาที

4.สัญญาณกริ่งเรียก (RGT : Ringing Tone) ใช้เมื่อมีการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียกผู้รับมาตอบการเรียกเป็นสัญญาณ 25 Hz ช่วงเวลาการส่งและเงียบเช่นเดียวกับสัญญาเรียกกลับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



RINGING TONE

รูปที่ 3 แสดงสัญญาณพื้นฐานในเครื่องชุมสายโทรศัพท์

2.1 ระบบการต่อของเครื่องชุมสายโทรศัพท์และสัญญาณที่คู่สายโทรศัพท์

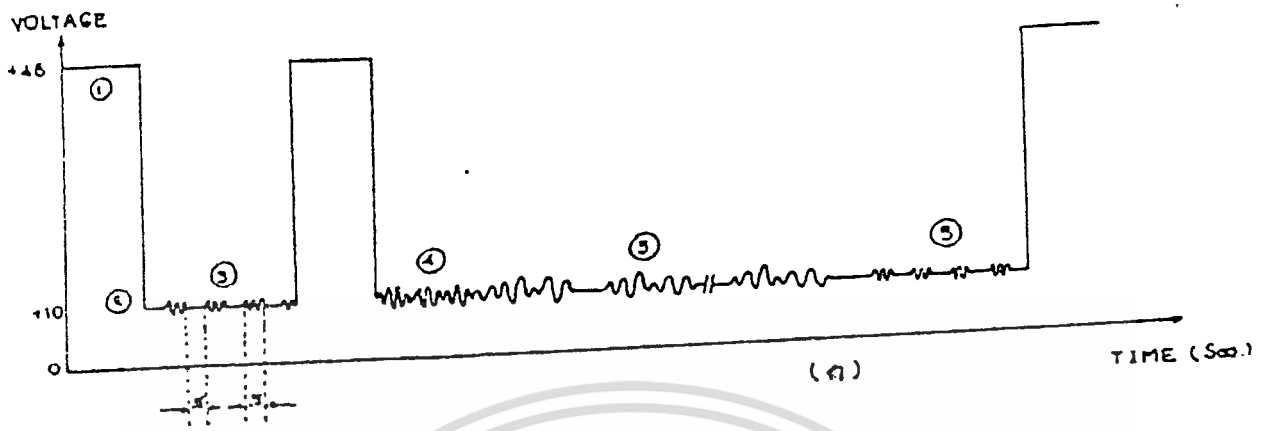
- ระบบต่อด้านผู้เรียก

เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้นเพื่อจะทำการเรียก จะทำให้ DC Voltage ที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 โวลท์ เป็น 10 โวลท์ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียก (ถ้าไม่ว่าง ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียกทำให้ผู้เรียกวางหู และเริ่มทำการเรียกใหม่) เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน ก็จะทำการกดหมายเลขของผู้รับปลายทางเป็นสัญญาณ ดีทีเอ็มเอ็ฟ วงจรคู่สายของเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำการแปรรหัสและปฏิบัติการ พร้อมกันนั้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะตัดสัญญาณให้หมุนทันทีที่รับสัญญาณดีทีเอมเอฟ ที่กดหมายเลขตัวแรก

เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์รับหมายเลขของผู้รับ ก็จะทำการแปรตัวเลขระบุจากปลายทางจากรหัสชุมสายที่กดหมายเลขมาเมื่อรู้ตำแหน่งของผู้รับแล้ว เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะจองผ่านระหว่างผู้เรียกและผู้รับ แล้วส่งสัญญาณกริ่งเรียกกลับไปยังผู้เรียกและในขณะเดียวกันวงจรคู่สายส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้รับ

เมื่อผู้รับมาตอบรับการเรียก สัญญาณตอบรับจะถูกส่งไปยังเครื่อง ชุมสายโทรศัพท์จะทำการตัดสัญญาณกริ่งเรียกด้านผู้รับและยกเลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียก และทำให้ผ่านระหว่าง RBT และผู้เรียกว่าง ขณะเดียวกันก็จะสร้างทางผ่านด้านผู้รับการสนทนาจึงสามารถเริ่มต้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



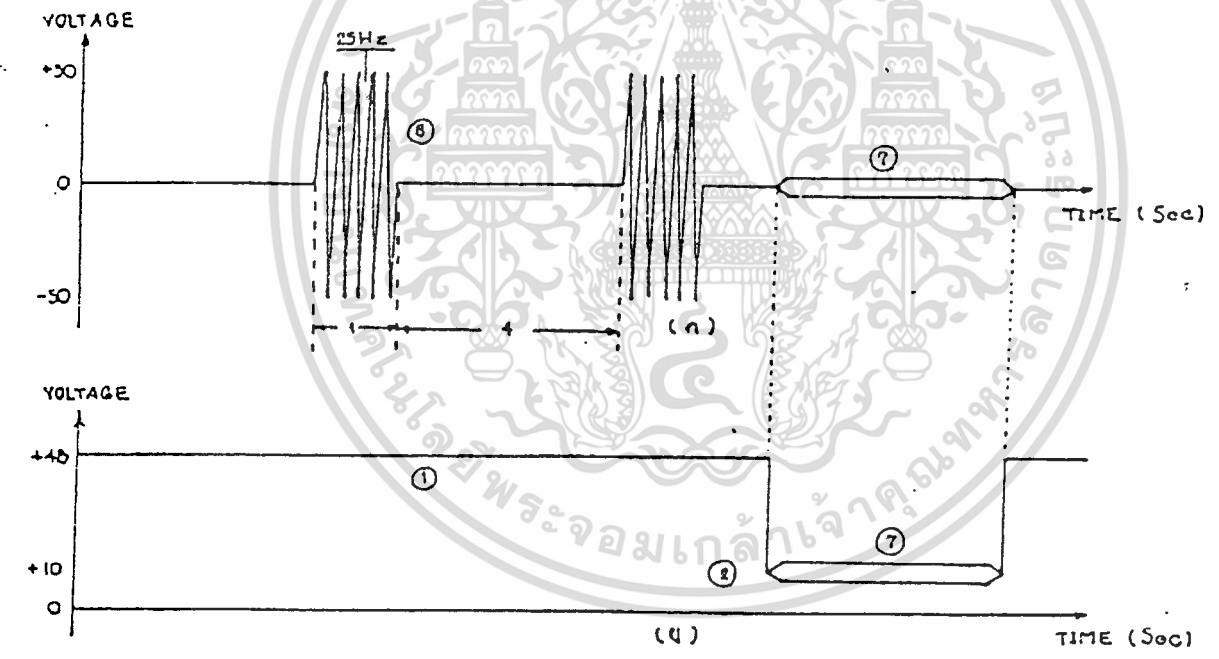
รูปที่ 4 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับสำเร็จ

- ระบบการเรียกด้านผู้รับ

เมื่อผู้รับถูกเรียกจากผู้เรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียกขนาด 100 V_{AC} ไปยังผู้รับเพื่อทำการเรียกผู้รับ ดังรูปที่ 6 (ก) เมื่อผู้รับตอบการเรียกจะทำให้ DC VOLTAGE เปลี่ยนจาก 48 V เป็น 10 V ทำให้วงจรคู่สายตัดสัญญาณกริ่งเรียก ระหว่างผู้เรียกกับผู้รับ การสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ ดังรูปที่ 6 (ข)สถานะวางหูของผู้เรียกจะเลือกทางเสียงผู้พูดผ่านและทำให้ผู้รับวางหูตาม วงจรคู่สายจะตรวจรู้ว่าเป็นการเลิกสนทนาติดต่อ



รูปที่ 6 แสดงลักษณะของสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก
ก) ทำการวัดสัญญาณทางด้าน AC
ข) ทำการวัดสัญญาณทางด้าน DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF

3.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบ DTMF (Dual Tone Multi-Frequency encoder)

ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF นี้จะใช้การส่งสัญญาณไปบนสายส่ง ของระบบโทรศัพท์ระบบ DTMF มีข้อดีเหนือระบบพัลซ์อยู่หลายอย่าง เช่น หมุนโทรศัพท์ได้รวดเร็วกว่า และสามารถที่จะส่งสัญญาณไปบนสายส่งเสียงระดับใดๆ ก็ได้ วิธีนี้เป็นการส่งสัญญาณแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่า โดยแต่ละค่าประกอบด้วยสัญญาณคลื่นรูปซายน์ (sine wave) 2 แบบ แบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่ต่ำ (low group frequency) และอีกแบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่สูง (high group frequency) ลักษณะของความถี่ระบบ DTMF แสดงได้ดังตารางที่ 2

กลุ่มของความถี่ต่ำ (Hz)	กลุ่มของความถี่สูง(Hz)			
	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

ตารางที่ 2 ความถี่ DTMF

3.2 การถอดรหัสความถี่ระบบ DTMF (DTMF Decoder)

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด TONE หรือ DTMF) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดต่างๆ ที่จำเป็น เพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดรหัสสัญญาณ DTMF เกิดความ

ผิดพลาดขึ้น ซึ่งผู้ออกแบบวงจรจะต้องคำนึงถึงเสมอ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความถี่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน±2% และจะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า ±3% จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ไปได้

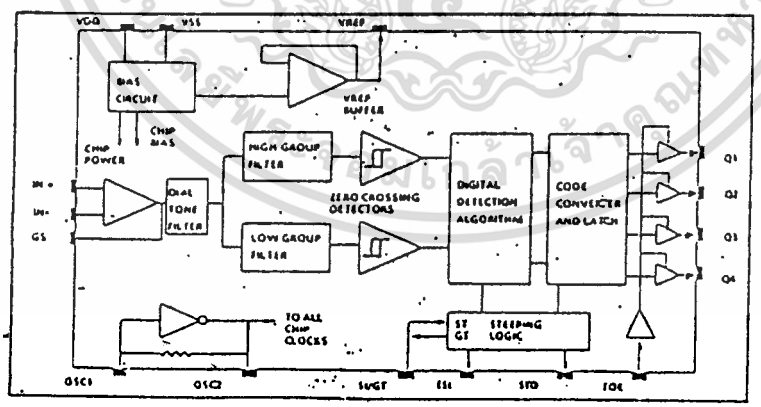
(2) วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที

(3) วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที

(4) วงจรถอดรหัสจะต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 dB ได้ โดยไม่เกิดความผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง2ความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF มีแอมปลิจูดแตกต่างกันมากกว่า 6 dB

(5) วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลา ไม่ว่าขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูดหรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัส ก็ไม่ทำให้การถอดรหัสผิดพลาด

ไอซี MT8870 สามารถใช้เป็นตัวรับ และแปลงความถี่โทรศัพท์เป็นเลขไบนารี่ขนาด 4 บิทได้ โดยมีส่วนต่างๆ และการทำงานดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงการทำงานของการถอดรหัส DTMF

เมื่อมีสัญญาณ DTMF ข้ามา จะผ่านวงจรกรองความถี่ แล้วแยกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มความถี่สูงและกลุ่มความถี่ต่ำ แล้วจึงผ่านวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอล ถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขไบนารี่ขนาด 4 บิท และสัญญาณกระตุ้น (steering delay) รวมทั้งตรวจสอบช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามาให้ถูกต้อง ในส่วนของภาคอินพุทของออปแอมป์จะสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ส่วนภาคเอาท์พุทเป็นวงจรแลทช์ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะคงค่า ที่สถานะ tri-state เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลออกจนกว่าจะมีสัญญาณมาสั่ง จึงนำเอาข้อมูลที่แปลงได้ส่งออกมาที่เอาท์พุท

4.เทคนิคเดลต้ามอดูเลชั่น และ CVSD

การส่งสัญญาณแบบดิจิตอลของสัญญาณอนาลอกใด ๆ เป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะในการส่งแบบดิจิตอลนี้อัตราส่วน signal/noiseจะไม่แปรไปตามระยะทางในการส่งสัญญาณ การออกแบบอุปกรณ์การมัลติเพลกซ์ การสวิทชิ่ง และรีพีทติ้ง (multiplexing ,switching and repeating hardware) ก็เป็นไปอย่างสะดวกและประหยัดกว่า อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์จำพวก A to D converter ก็ยังไม่เหมาะกับการสื่อสารทางดิจิตอลเท่าใดนัก จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคนี้

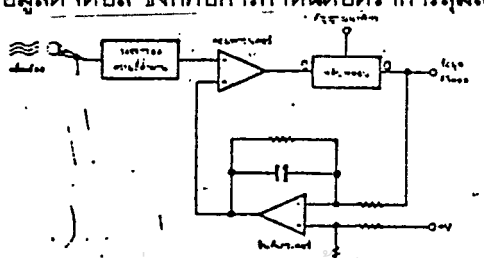
เทคนิค CVSD (continuously variable slope delta modulation)เป็นการนำเอาสัญญาณอนาลอกมาเข้ารหัสให้เป็นสัญญาณดิจิตอลอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นรูปแบบการเข้ารหัสที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสังเคราะห์เสียงได้ดี

4.1 เดลต้ามอดูเลชั่น

เทคนิคของเดลต้ามอดูเลชั่น จะไม่ใช้การสุ่มสัญญาณหนึ่งจุด แล้วแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลหนึ่งเวิร์ดที่มีความละเอียดเป็นจำนวนบิทที่ต้องการ (ซึ่งเป็นหลักการของ PCM) แต่จะใช้วิธีเปรียบเทียบความสูงหรือการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเสียงแทน

ข้อมูลที่ได้ก็คือทิศทางของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็มีเพียงขึ้น หรือ ลง เท่านั้น ดังนั้นความกว้างของข้อมูลดิจิตอลจึงใช้เพียงบิทเดียวก็เพียงพอ ข้อดีของวิธีเดลต้ามอดูเลชั่นคือใช้หน่วยความจำน้อยกว่าวิธีการแบบอื่นๆ

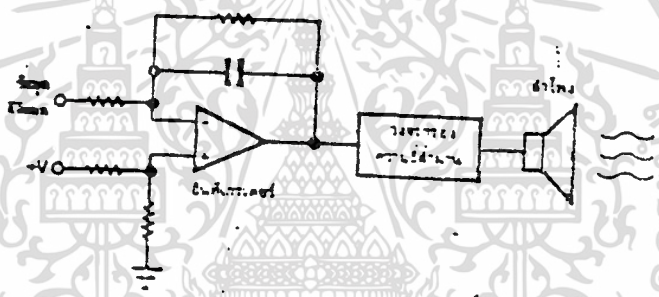
รูปที่ 8 เป็นวงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดูเลชั่น comparator จะทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณอินพุทปัจจุบันกับสัญญาณอินพุทก่อนหน้า ซึ่งได้จากการป้อนกลับมายังอินทิเกรเตอร์ เอาท์พุทจากการเปรียบเทียบถูกป้อนผ่านฟลิปฟลอปที่ควบคุมด้วยสัญญาณ clock เพื่อให้ได้เป็นข้อมูลดิจิตอล ซึ่งก็คือการกำหนดอัตราการสุ่มสัญญาณนั่นเอง



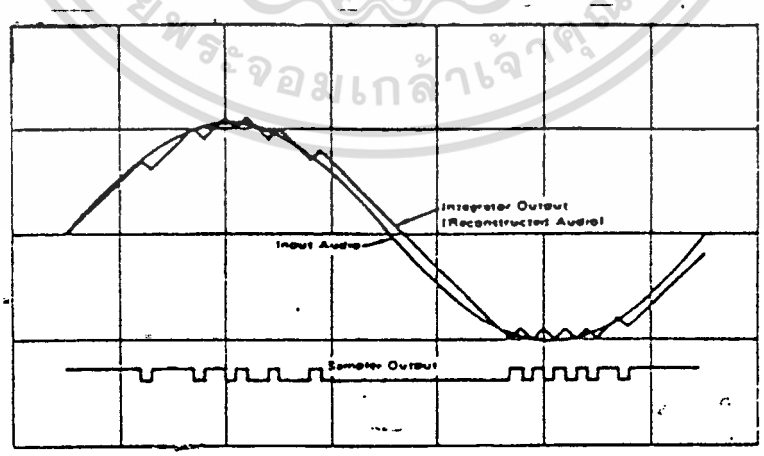
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8 แสดงวงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดูเลชันในส่วนแปลงสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล

สัญญาณที่ได้จากตัวเปรียบเทียบและจากอินทิเกรเตอร์เปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุทดังแสดงในรูปที่ 10 ลักษณะเช่นนี้จะพบว่า ยิ่งความถี่ของสัญญาณ clock มีค่าสูงก็ยิ่งสามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่แคบได้มากขึ้น ทำให้ได้คุณภาพเสียงที่ดีขึ้น แต่ก็สิ้นเปลืองหน่วยความจำมากขึ้นตามไปด้วย ความถี่เท่าใดจึงจะเพียงพอคงต้องใช้การทดลองโดยการนำเอาท์พุทสุดท้าย ที่เป็นข้อมูลดิจิตอลผ่านวงจรแปลงกลับในรูปที่ 9แล้วฟังเสียงที่ได้ หากฟังเป็นภาษามนุษย์รู้เรื่องก็ใช้ที่ค่านั้น สำหรับเสียงพูดคุณภาพเกือบเท่าเสียงจากโทรศัพท์ซึ่งมีแถบกว้างประมาณ 4kHz ก็ใช้เพียง 16 kHz แต่ที่ความถี่ต่ำถึง 9.6 kHz ก็ยังฟังรู้เรื่อง ความถี่นี้จะเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วข้อมูล (bit rate) ซึ่งที่ 16 kHz ก็เท่ากับ 1600 บิทต่อวินาที



รูปที่ 9 แสดงวงจรที่ใช้แปลงกลับจากข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

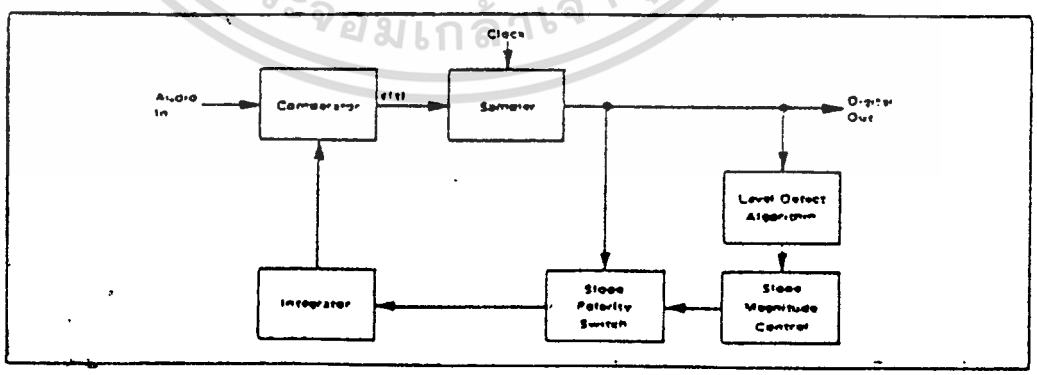
รูปที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณอินพุทกับข้อมูลที่ได้สัญญาณอนาลอกจากอินทิเกรเตอร์

4.2 CVSD

ข้อจำกัดของวิธีการเดลต้ามอดูเลชั่นก็คือ Bandwidth ที่ใช้งาน ซึ่งถูกจำกัดโดยความถี่ของ clock และจะสูงกว่าความถี่สูงสุดของสัญญาณอินพุทมากกว่า 2 เท่าขึ้นไป อีกอันหนึ่งคือ ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงความสูงของสัญญาณ หรือ dynamic range ระบบเดลต้ามอดูเลชั่นธรรมดามีค่า dynamic range แคบ จำเป็นต้องมีส่วนเพิ่มเติมที่ทำหน้าที่ขยาย dynamic range ให้กว้างโดยการควบคุมอัตราขยายของอินทิเกรเตอร์ เพื่อให้ตอบสนองต่อสัญญาณที่มีความชันมากๆ ได้ทัน ระบบนี้มีชื่อเรียกใหม่ว่า "ระบบเดลต้ามอดูเลชั่นแบบเปลี่ยนแปลงความชันอย่างต่อเนื่อง หรือ CVSD (continuous variable slope delta modulation)

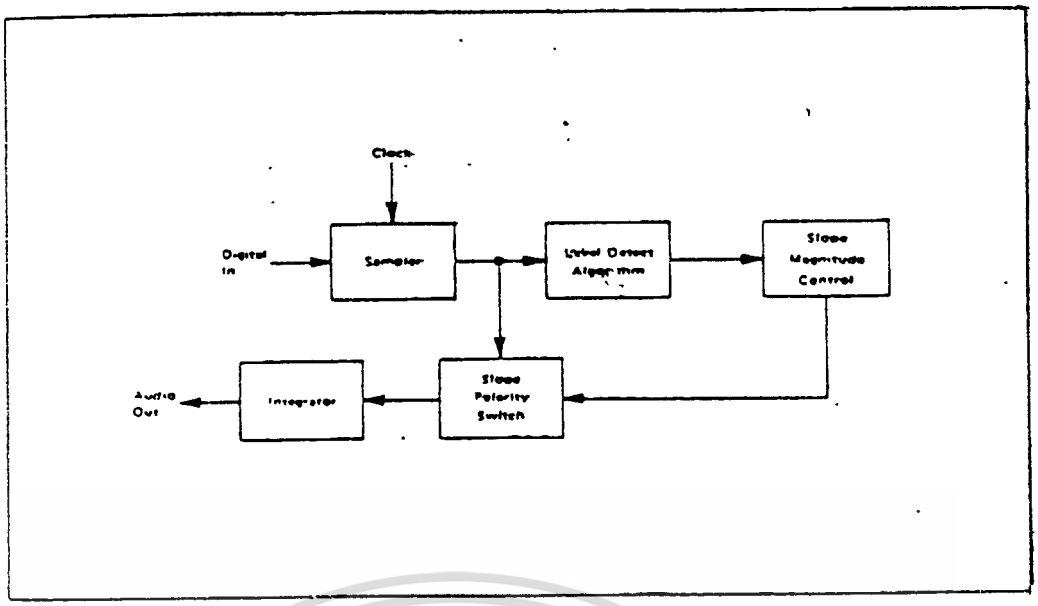
ระบบ CVSD ทั้งส่วนแปลงจากอนาลอกเป็นดิจิตอล และส่วนแปลงกลับจากดิจิตอลเป็นอนาลอก แสดงในรูปที่ 11 และ 12 ตามลำดับ วิธีการของ CVSD ก็คือ มีการตรวจระดับสัญญาณ โดยอาจใช้วิธีการจัดให้มีรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลดิจิตอลล่าสุดจำนวน 3 ถึง 4 บิท แล้วตรวจดูว่าเป็น 0 หมดหรือเป็น 1 หมดหรือไม่ ถ้าใช่ แสดงว่าขณะนี้อัตราขยายของอินทิเกรเตอร์ต่ำเกินไป ตอบสนองต่อความชันของสัญญาณไม่ทัน ก็จะทำการเพิ่มอัตราขยายให้สูงขึ้นเฉพาะในช่วงนั้น

ในส่วนของการแปลงกลับนั้น ก็จะต้องมีการทำงานในลักษณะเดียวกัน คือมีรีจิสเตอร์ตรวจดูข้อมูลว่าเป็น 0 หมด หรือ 1 หมดหรือไม่ แล้วจัดการควบคุมอัตราขยายของอินทิเกรเตอร์ให้สอดคล้องกัน



รูปที่ 11 แผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนแปลงสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล (CVSD Encoder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



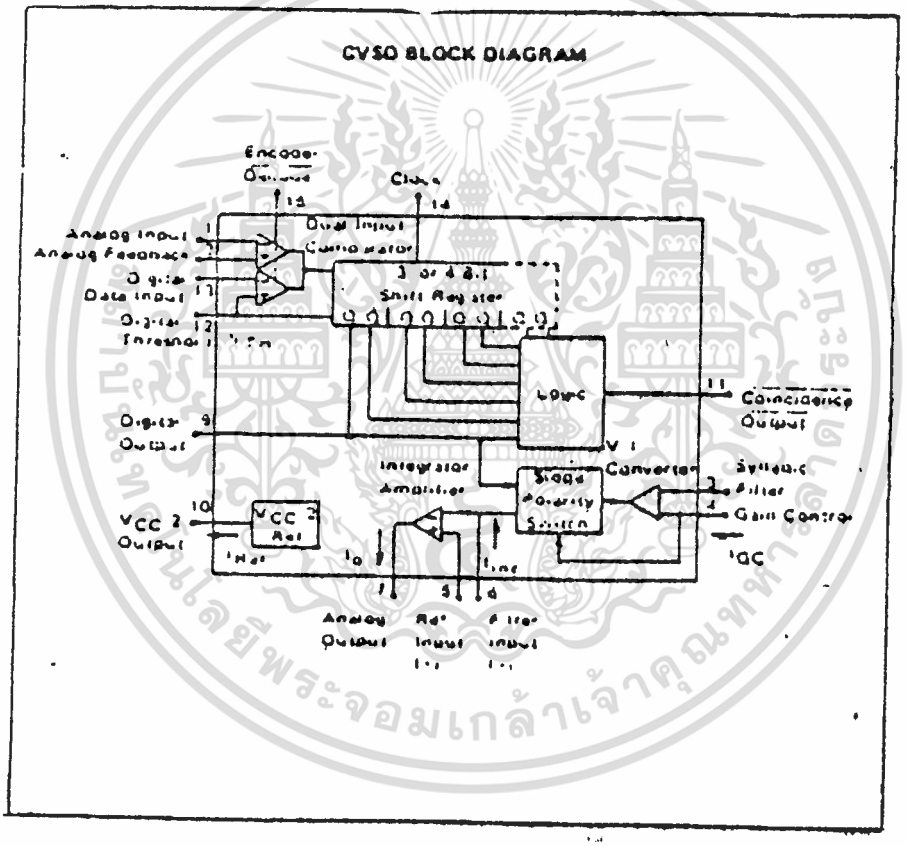
รูปที่ 12 แผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนการแปลงกลับจากดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง (CVSD Decoder)

ระบบการมอดแบบเดลต้านี้ ประกอบด้วยตัวเปรียบเทียบในส่วนของการควบคุมทางเดียว (forward path) และตัวอินทิเกรเตอร์ (integrator) ในส่วนของการควบคุมทางกลับ (feedback path) สัญญาณอินพุทของตัวเปรียบเทียบเป็นสัญญาณอนาลอกที่เข้ามาเทียบกับสัญญาณเอาท์พุตของอินทิเกรเตอร์ สัญญาณเอาท์พุทของตัวเปรียบเทียบจะให้ค่าเครื่องหมายของความแตกต่างระหว่างแรงดันอินพุทกับเอาท์พุทของอินทิเกรเตอร์ ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลที่ใช้ควบคุมทิศทางของสัญญาณแรมป์ (ramp) ในตัวอินทิเกรเตอร์

โดยปกติ ตัวเปรียบเทียบจะให้สัญญาณซิงโครนัสกับสัญญาณ clock ถ้ากระแสบิทของสัญญาณนาฬิกาถูกรับส่งแบบอนุกรมไปที่ตัวอินทิเกรเตอร์ที่อยู่ไกลออกไป สัญญาณเอาท์พุทก็จะเป็นเช่นเดียวกับสัญญาณเอาท์พุทของอินทิเกรเตอร์ในวงรอบของการควบคุมเดิม นั่นคือ ตัวอินทิเกรเตอร์ที่ตำแหน่งการส่งสามารถติดตามสัญญาณเอาท์พุท และตัวรับที่อยู่ไกลออกไปก็สามารถสร้างสัญญาณอินพุทขึ้นมาใหม่ โดยผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำที่ภาคตัวรับเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนออก โดยอัตราการส่งสัญญาณนาฬิกา ต้องมากกว่าแถบความถี่ที่ใช้งานอย่างน้อย 2 เท่าของความถี่สูงสุด เช่น แถบความถี่เสียง คือ 4 kHz ควรใช้อัตราการส่งสัญญาณนาฬิกาที่จะนำไปชักค่าตัวอย่าง (Sampling) มีค่ามากกว่า 8 K ขึ้นไป จึงจะทำให้ การมอดแบบเดลต้า สามารถนำไปผ่านกระบวนการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล (Digitizes) และส่ง (transmit) สัญญาณอนาลอกอินพุทไปที่ตัวรับที่อยู่ไกลๆ ได้ ขณะไม่มีสัญญาณอินพุทที่ตัวส่งจะมีสัญญาณเปลี่ยนแปลงทั้งขึ้น-ลง (1-0) อย่างต่อเนื่องถูกส่งออกไปแทน ถ้าระหว่างตัวอินทิเกรเตอร์ทั้งสองเกิดการรั่วไหลแล้ว เอาท์พุทของตัวรับจะลดลงเป็นศูนย์ และจะทำการรับใหม่เมื่อต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการข้างต้น เราใช้ไอซีเบอร์ MC3517 ซึ่งเป็น การมอดแบบเดลต้าที่มีการเปลี่ยนแปลงความชันอย่างต่อเนื่อง(continuously variable slope delta modulator/demodulator) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเข้ารหัสและถอดรหัสได้ในตัวเดียวกัน โดยมีการทำงานดังรูปที่ 13

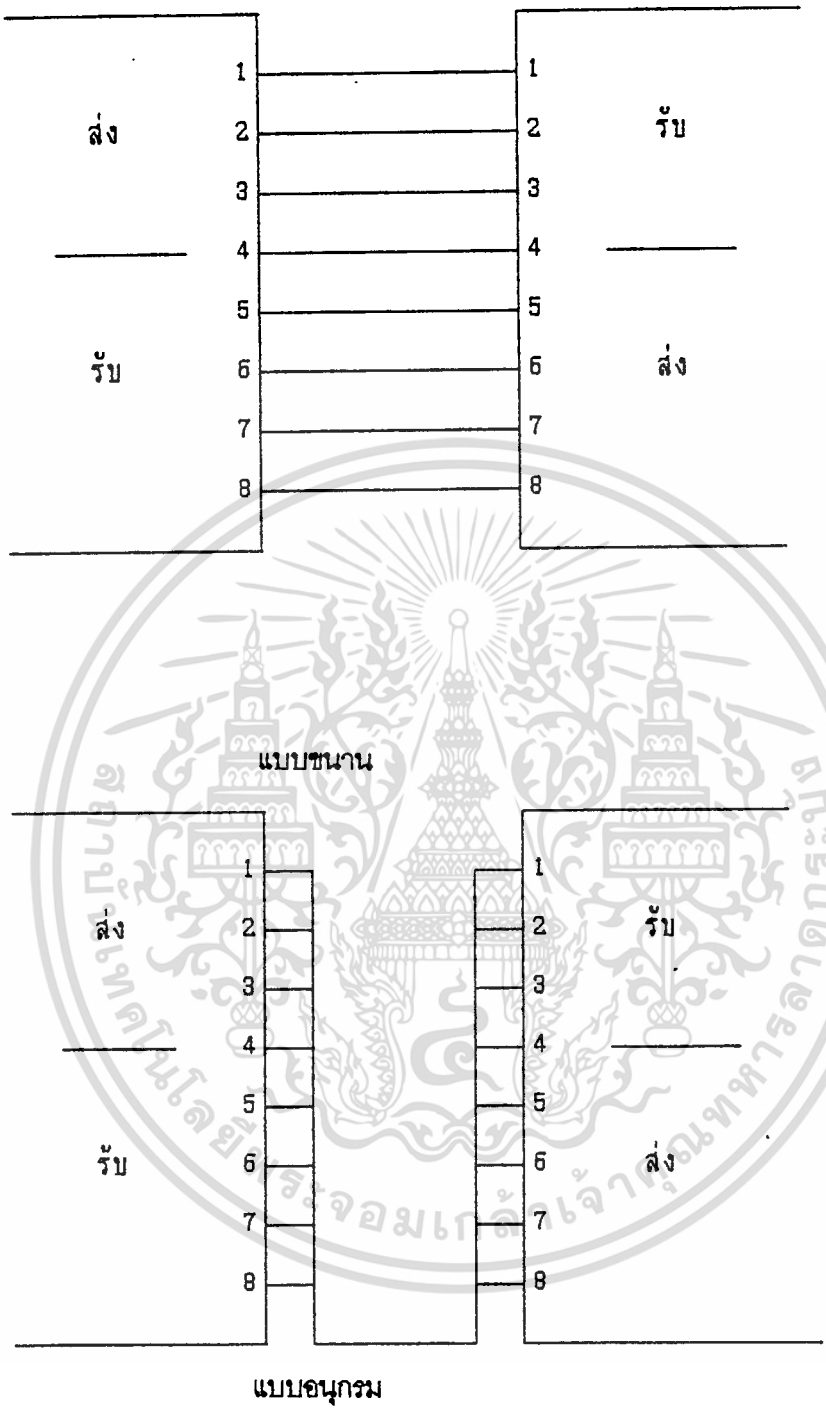


รูปที่ 13 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของ CVSD

5. *การรับส่งสัญญาณข้อมูล* (Data Communication)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับส่งสัญญาณข้อมูลระหว่างแหล่งข้อมูลสองเหล่า สามารถทำการรับส่งได้ทั้งแบบขนาน (Parallel) และแบบอนุกรม (Serial) ดังแสดงในรูป



รูปที่ 14 โครงสร้างพื้นฐานของรับส่งข้อมูล

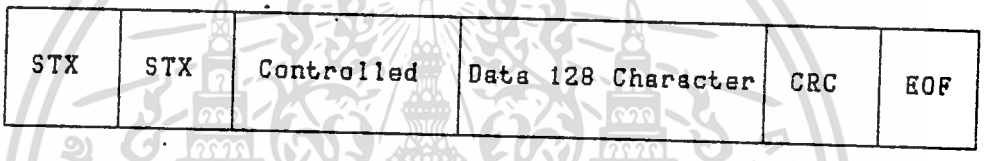
จะเห็นว่าการรับส่งข้อมูลแบบขนาน ซึ่งเป็นรูปแบบการรับส่งข้อมูลดิจิตอลนั้น จะต้องใช้จำนวนบิทของข้อมูล ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลือง ไม่เหมาะกับการที่จะส่งข้อมูลไปในระยะทางไกลๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

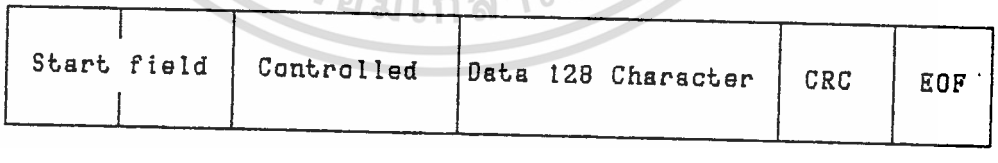
ส่วนการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น เป็นการส่งข้อมูลออกไปทีละ 1 บิทต่อๆกันไป

ซึ่งจะทำให้ประหยัดสายส่งได้มาก เหมาะสมที่จะส่งไปในระยะทางไกลๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ การส่งแบบซิงโครนัส (Synchonous) และการส่งแบบอะซิงโครนัส (Asynchonous)

การส่งแบบซิงโครนัส เป็นการส่งข้อมูลไปเป็นชุดใหญ่ๆ ซึ่งแต่ละชุดจะประกอบด้วยหลายๆ character และแต่ละ character ก็ประกอบด้วยข้อมูล 8 บิท โดยที่ทั้งฝ่ายรับและฝ่ายส่งจะใช้สัญญาณ clock ร่วมกัน จึงต้องมีสายส่งเพิ่มขึ้นอีก 1 เส้น สำหรับส่ง clock ดังมีรูปแบบการส่งดังต่อไปนี้



ก) แบบ Character Oriented



ข) แบบ Bit Oriented

รูปที่ 15 รูปแบบการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปแบบของ Character Oriented นั้น เมื่อส่งถึงปลายทางแล้วตัวรับจะดึงข้อมูลออกมาใช้ทีละ 8 บิท (1 Character) ส่วนแบบ Bit Oriented ตัวรับจะดึงข้อมูลออกมาใช้ทีละ1 บิทและทั้ง 2 แบบนั้น จะต้องมีคาร์แรกเตอร์แสดงการเริ่มการส่ง (STX-Started of Text) คาร์แรกเตอร์แสดงลักษณะ จำนวนชุด ทิศทาง และประเภทของข้อมูล (Controlled) คาร์แรกเตอร์ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล (CRC-Cyclic Redundancy Check) และคาร์แรกเตอร์แสดงการจบการส่งข้อมูล (EOF)

การส่งแบบอะซิงโครนัส เป็นการส่งข้อมูลออกไปทีละ 1 คาร์แรกเตอร์ โดยที่ฝ่ายรับและฝ่ายส่ง จะใช้สัญญาณคล็อกแยกจากกัน คือต่างฝ่ายต่างกำเนิดสัญญาณคล็อกของตัวเอง จึงทำให้ประหยัดสายส่งสัญญาณคล็อกได้ มีรูปแบบการส่งดังนี้

รูปที่ 16 รูปแบบการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

นอกจากนี้ การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น ยังสามารถทำการส่งทางเดียว(Simplex) ส่งรับทีละทาง (Half Duplex) หรือส่งรับพร้อมๆ กันทั้ง 2 ทาง (Full Duplex) ก็ได้

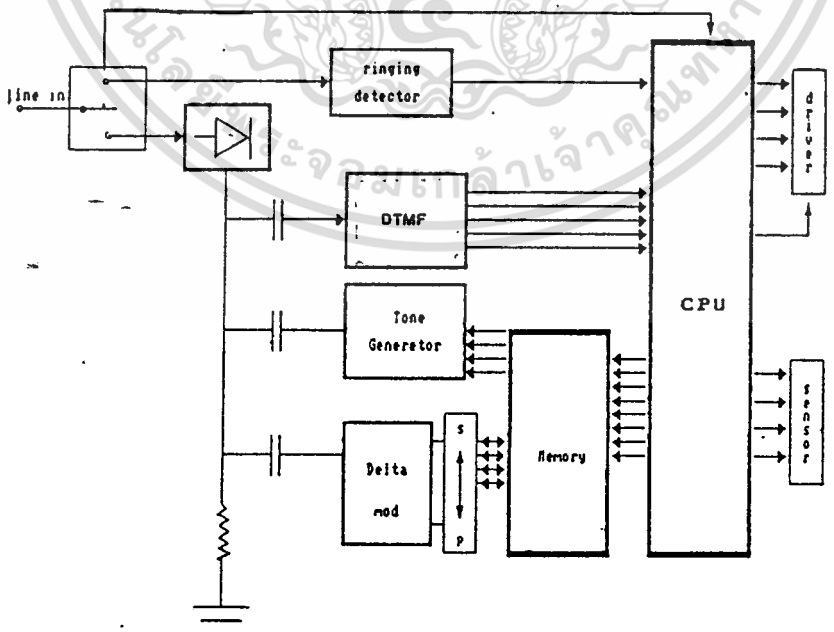
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้างวงจรใช้งาน (HARDWARE)

1.ส่วนควบคุมการทำงานของทั้งระบบ

บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมการทำงานระบบแสดงได้ดังรูปที่ 17 เครื่องมือที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดก็คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และที่ใช้ใน project นี้เป็นตระกูล MCS-51 เบอร์ 8031

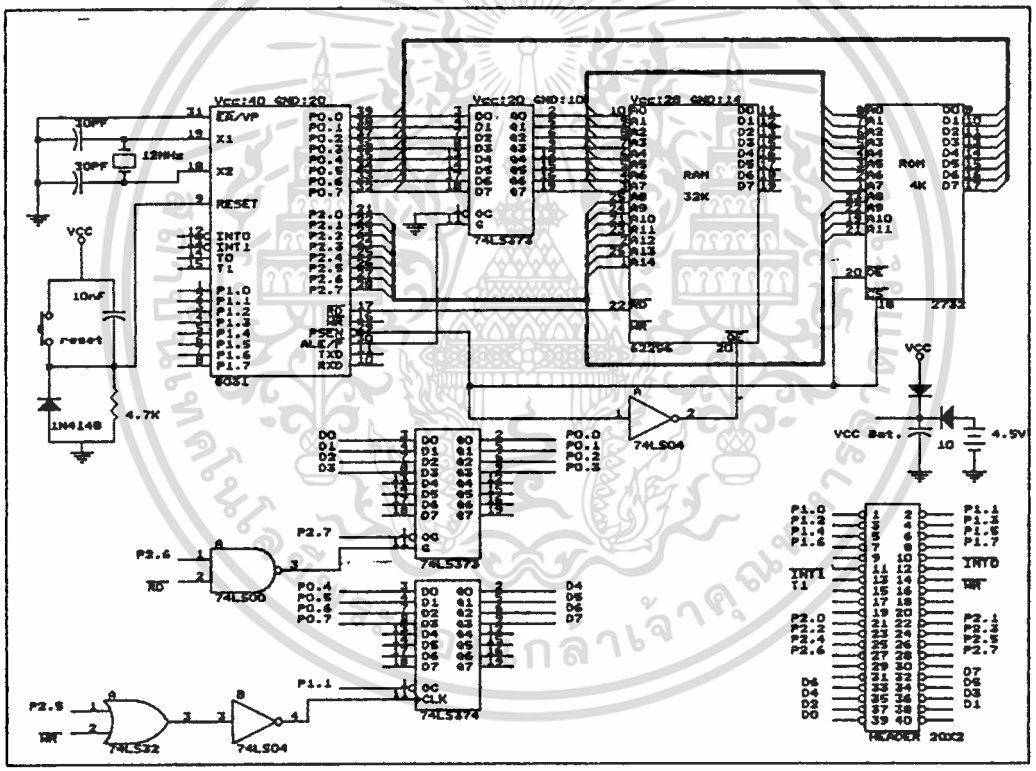
ส่วนการทำงานต่างๆ ของระบบอธิบายได้ดังนี้ ส่วน ringing detector ทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ที่เป็นเบอร์ปลายทางว่าวางสายอยู่หรือไม่ tone decoder จะเกิดการ lock ตามที่ความถี่สัญญาณที่เกิดขึ้นที่เบอร์โทรปลายทางนั้นๆ ส่วน DTMF จะรับรหัสกดคีย์ตัวเลขของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม แล้วแปลงรหัสสัญญาณ DTMF จากโทรศัพท์เป็นสัญญาณ BCD ใช้ในการควบคุมสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่วน tone generator ทำหน้าที่หมุนโทรศัพท์ไปยังหมายเลขที่กำหนดอัตโนมัติ ส่วน delta modulator ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียง(อนาลอก) เป็นดิจิตอล เก็บไว้ใน RAM และแปลงกลับจากสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก เพื่อเป็นเสียงตอบรับโทรศัพท์ที่เข้ามา



รูปที่ 17 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการควบคุมการทำงานของระบบด้วย 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรของ Microcontroller 8031 ต่อลงบน board ซึ่งจะรวมวงจร 8031 และส่วนวงจรที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน วงจรการทำงานแสดงดังรูป



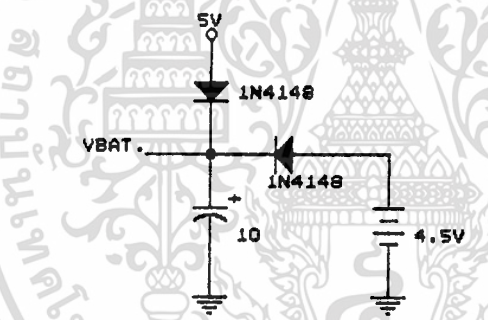
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 18 board Microcontroller 8031

2.ส่วนวงจร Battery Back-up

เมื่อเปิดเครื่อง จะมีไฟ Supply จากไฟบ้าน แต่เมื่อปิดเครื่องจะไม่มีไฟเลี้ยงหน่วยความจำ RAM ดังนั้นจึงต้องมีวงจรส่วนนี้ ทำหน้าที่ Back-up วงจร โดยใช้ Battery Back-up 4.5 Volts เป็นตัว back-up เมื่อมีไฟเลี้ยงจากภายนอกจ่ายเข้ามา 5 V อยู่แล้ว Battery จะไม่ทำงาน แต่เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจากภายนอกเข้ามา Battery 4.5 V นี้จะทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงให้ RAM แทน

วงจรการทำงาน แสดงได้ดังรูป

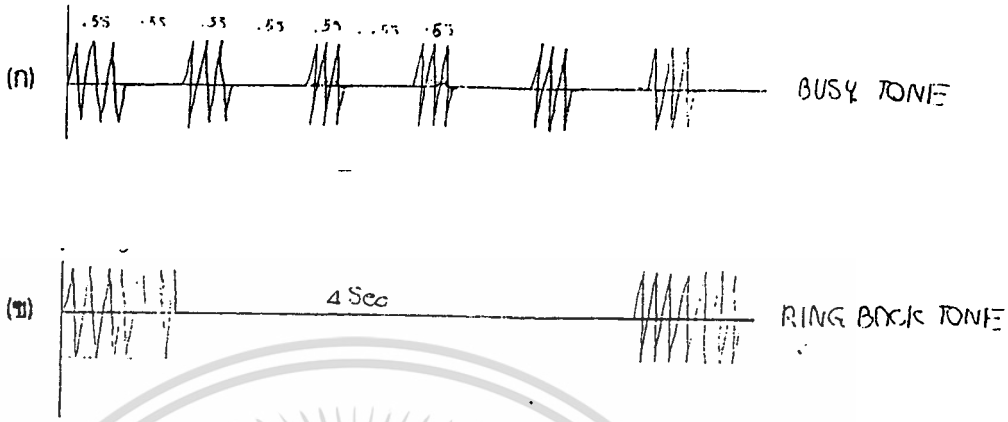


รูปที่ 19 วงจร Battery Back-up

3.ส่วนตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์เมื่อเครื่องทำการโทรออกอัตโนมัติ (Busy and Ring-back Tone Decoder)

เป็นส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบว่า โทรศัพท์ที่เป็นเบอร์ปลายทางวางสายอยู่หรือไม่ เนื่องจากสัญญาณสายว่าง (Ring Back tone) และสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy tone) มีความแตกต่างกันที่ค่าtime แสดงดังรูปที่ 16 แต่พัลซ์จะมีความถี่ 400 Hz ทั้งสองสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานส่วนบุคคล หรือการนำไปใช้

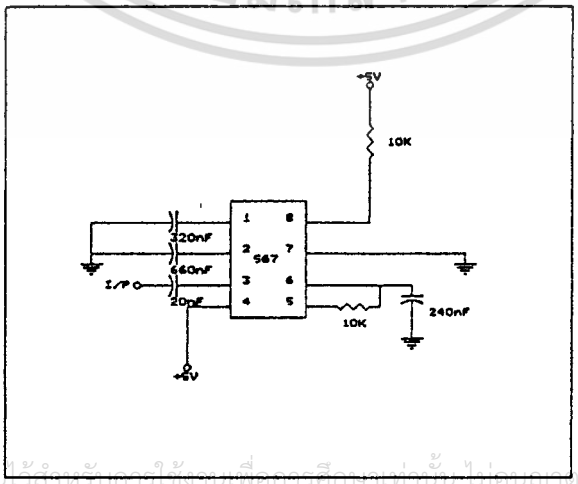


รูปที่ 20 (ก)สัญญาณ Busy tone (ข)สัญญาณ Ring-back tone

ทำให้เราสามารถตรวจสอบสัญญาณทั้งสองโดยใช้ software เข้าช่วย เพราะสัญญาณทั้งสองมีความแตกต่างของค่า time ที่แน่นอน สัญญาณความถี่ดังกล่าวจะผ่านวงจร tone decoder ซึ่งจะ lock กับสัญญาณอินพุทที่มีค่าความถี่ในช่วง lock range ของมัน

วงจร tone decoder จะใช้ IC เบอร์ LM567 เป็นตัว lock ความถี่ของสัญญาณโทรศัพท์ ถ้าเกิดสภาพการ lock จะทำให้เอาท์พุทของ tone decoder มีค่าเป็น low ถ้าไม่ lock จะให้ค่า high ช่วงความถี่ที่วงจร lock คือ 396-423 Hz ซึ่งสัญญาณโทรศัพท์ที่เข้ามาจะเป็นสัญญาณ 400 Hz จึงสามารถตรวจสอบได้ว่า สัญญาณตอบรับกลับมาเป็นสัญญาณ Busy Tone หรือ Ring-back Tone

วงจรการทำงานในส่วนนี้แสดงได้ดังรูปที่ 21



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 21 แสดงวงจรการทำงานของ tone decoder

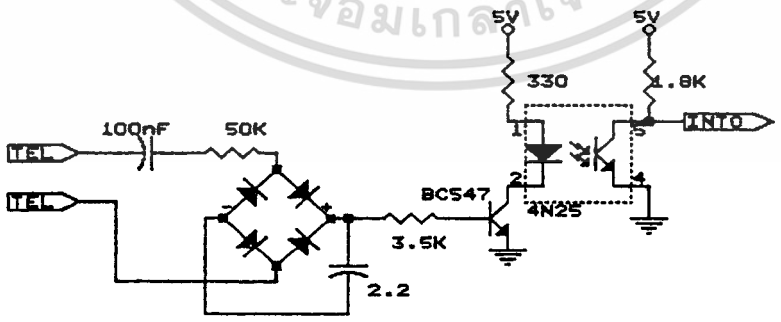
4.ส่วนตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ที่โทรเข้ามา

เป็นส่วนที่จะตรวจรับสัญญาณโทรศัพท์ที่เข้ามาจากภายนอก แล้วจะทำการ interrupt และเข้าไปทำการประมวลผลใน CPU โดยใช้ Opto-coupler เบอร์ 4N25เป็นตัวรับสัญญาณ ทำให้เกิดการ interrupt เมื่อมีสัญญาณโทรศัพท์เข้ามา

วงจรการทำงานแสดงดังรูปที่ 22 สัญญาณ output จะมีเพียง 2 ระดับเท่านั้น คือ High และ Low

- เมื่อมีสัญญาณโทรศัพท์เข้ามา จะทำให้สัญญาณ input ถูกกรองโดยวงจร full wave bride rectifier ได้ ไฟ DC ไป Bias ให้กับ Transistor PNP เบอร์ BC547 ทำให้ขา 2 ของ Opto-coupler 4N25 เป็น ground โดยสมบูรณ์ photo diodeในตัว 4N25 จะจ่ายแสงไปยังphoto transistor ใน 4N25 เมื่อมีแสงตกกระทบ photo transistor จะเกิดการนำกระแส ทำให้ไฟเลี้ยง 5 V ไหลลง ground ไม่ผ่านออกไปทาง output ทำให้ output เป็น low และจะทำให้เกิดการ interrupt ไปยัง CPU (INT0 active low)

- ถ้าไม่มีสัญญาณโทรเข้ามา กล่าวคือโทรศัพท์ถูกวางสายอยู่ จะไม่มีสัญญาณเข้า input ทำให้ไม่มีไฟ DC ไป Bias Transistor ไฟเลี้ยง 5 V ที่ต่ออยู่จึงไม่สามารถไหลลง ground ได้ ดังนั้นไฟเลี้ยง 5 V ที่ตำแหน่งของ photo transistor ก็ไม่สามารถผ่านไปยัง ground ได้ และจะไหลออกทาง output INT0 แทน output จึงเป็น High ไม่เกิดการ interrupt



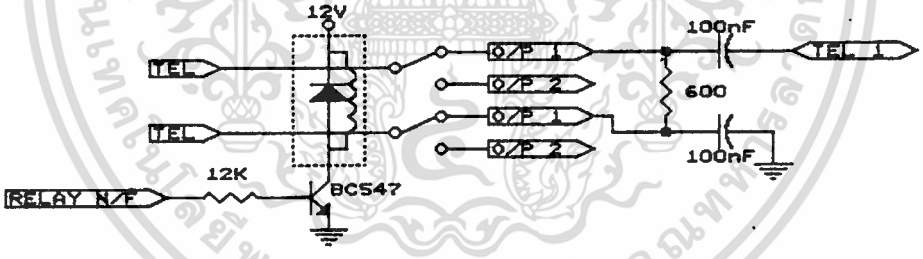
รูปที่ 22 วงจร Opto-coupler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ส่วนรับโทรศัพท์จากภายนอก

เมื่อมีสัญญาณโทรเข้ามาจากภายนอก วงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่รับสาย แล้วจะตรวจรหัสว่าตรงกับรหัสที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยใช้การควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเป็นการจ่าย Bias ให้ transistor BC547 สัญญาณ Bias นี้ก็คือสัญญาณที่ส่งมาจาก CPU เมื่อมีการ Bias ทำให้ขาของ Relay เปรียบเสมือนถูกป้อนลง ground Relay ทำงาน จะ ON output1 คือทำการรับสายโทรศัพท์ แล้วได้ output TEL1 นำไปตรวจสอบที่วงจร DTMF ต่อไป แต่ถ้าไม่มีการโทรเข้ามา จะไม่มีกระแส Bias transistor ไฟเลี้ยงผ่านลง ground ไม่ได้ดังนั้น Relay จึงไม่ทำงานทำให้outputเป็น output2 คือเป็นการวางสายนั่นเอง

วงจรการทำงาน แสดงได้ดังรูปที่ 23



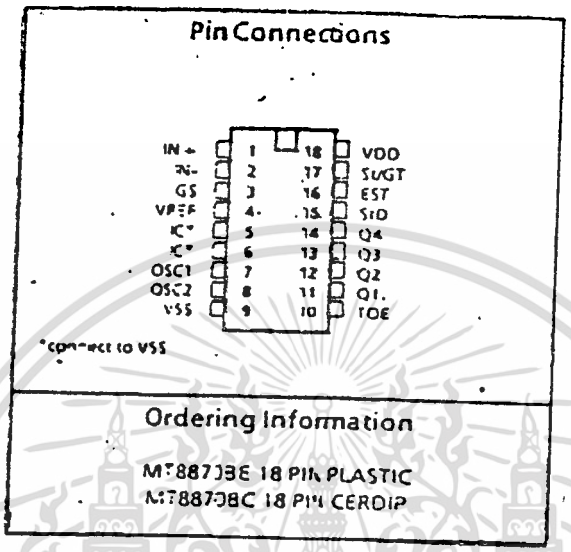
รูปที่ 23 วงจรแสดงการรับสายโทรศัพท์

6.ส่วนถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF decoder)

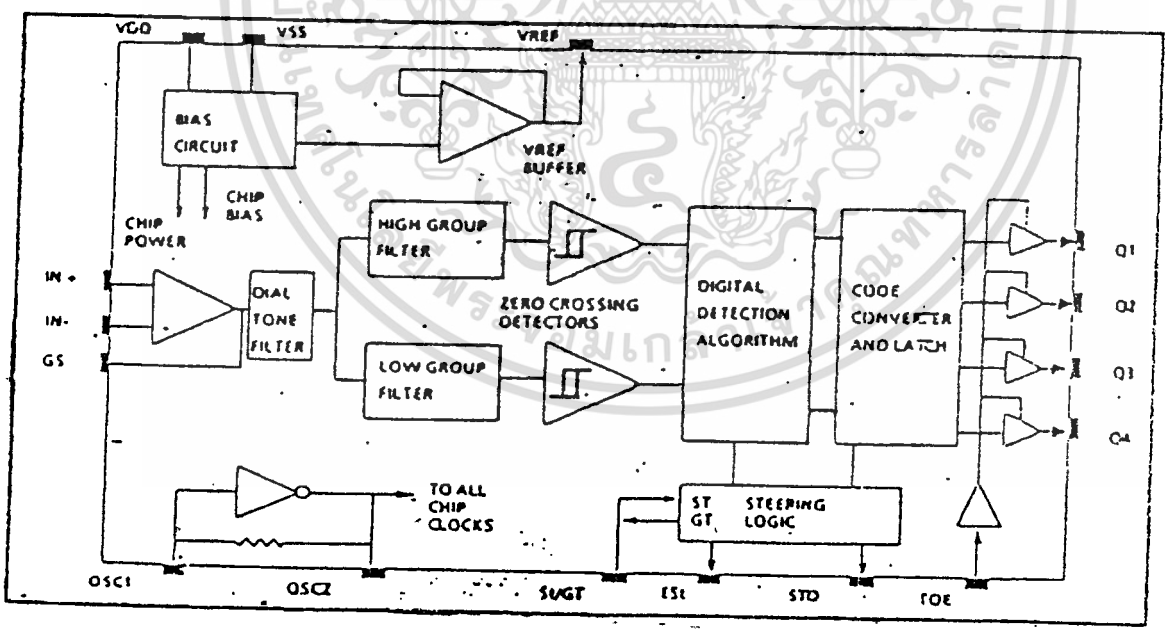
ในการตรวจสอบสัญญาณที่กดมาจากต้นสาย เป็นการแปลงความถี่ทางโทรศัพท์ให้เป็น Binary 4 บิท แล้วนำไปใช้ CPU เพื่อประมวลผลให้เป็นคำสั่งในการควบคุมอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำเอกสารนี้ไปเผยแพร่ต่อ ไม่ว่าจะดัดแปลงหรือไม่ก็ตาม

ไฟฟ้าเราจะใช้ IC เบอร์ MT8870 ในการถอดรหัส โดย MT8870 เป็นตัว decoder แปลงสัญญาณจากสัญญาณความถี่ในการกดปุ่มเป็น สัญญาณดิจิตอลแบบ BCD



รูปที่ 24 แสดงขาของ MT8870



รูปที่ 25 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสทางดิจิตอล ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท และตรวจสอบช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุทเป็นวงจรแลทช์ 3 สถานะ รูปที่ 24 แสดงขาของ MT8870 และรูปที่ 25 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

- ภาคกรองความถี่ (filter section) ส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ออกเป็น 2 ส่วนคือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

- ภาคกรองรหัส (decoder section) ส่วนนี้จะถอดรหัสความถี่ที่กรองแล้วออกเป็นรหัสดิจิตอลโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล ค่าที่ถอดได้จากรหัสความถี่ต่างๆ เป็นตารางที่ 3

-ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering circuit) ตรวจสอบสัญญาณความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่

- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential input) ส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุท

- ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator) ใน MT8870 จะมีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายในเพียงแต่ต่อคริสตอลขนาด 3.579 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที

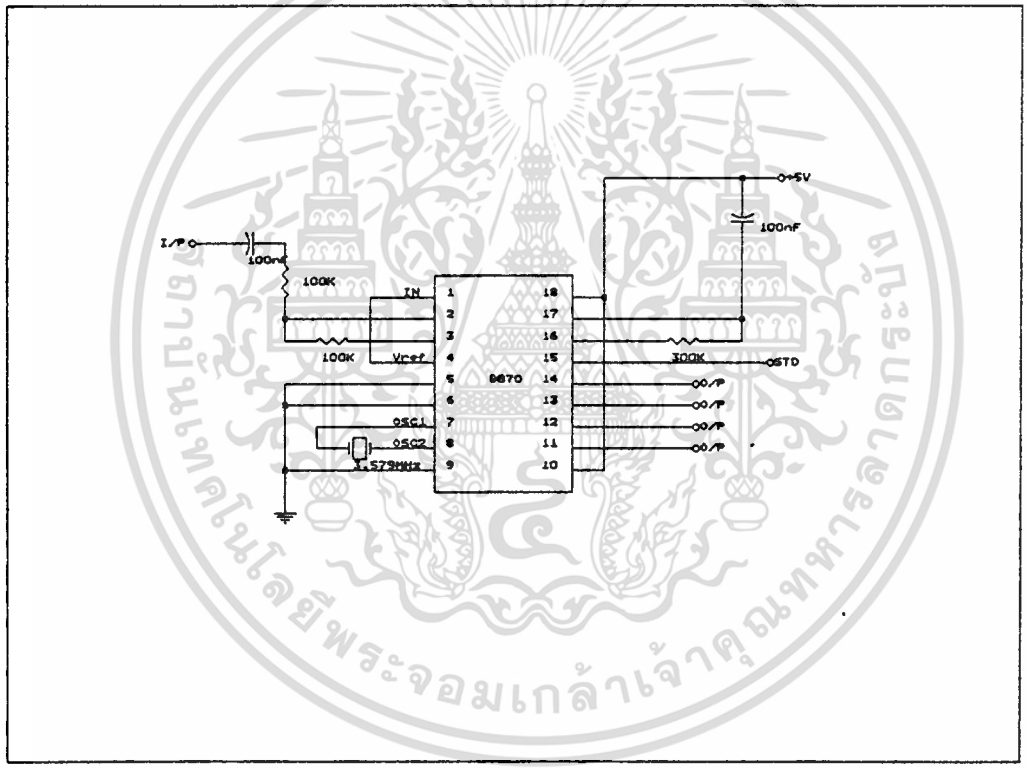
การทำงานจะเริ่มโดยการรับสัญญาณ DTMF เข้ามาทางอินพุท จากนั้นจะผ่านไปยัง dial tone filer ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณ DTMF ผ่านไป จากนั้นสัญญาณที่ผ่านมาได้ จะเข้าสู่ส่วนกรองความถี่เพื่อแยก 2 ความถี่ออกจากกันและเข้าสู่ส่วนถอดรหัส ซึ่งจะถอดรหัสความถี่ทั้งสองให้เป็นรหัสไบนารีออกไปยังขา Q1-Q4

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าที่ได้จากการถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์

วงจรที่ใช้งานแสดงได้ดังรูปที่ 26 ลักษณะการทำงานคือ เมื่อสัญญาณโทรศัพท์ถูกส่งเข้ามาเป็นสัญญาณของการกดตัวเลข DTMF จะทำการแยกจากสัญญาณความถี่สูงและสัญญาณความถี่ต่ำ จะได้เป็นสัญญาณตัวเลข BCD ออกมา 4 สาย และจะมีสัญญาณ STD เป็นสัญญาณ Prompt บอกให้รู้ก่อนว่าจะมีเลข BCD ออกมา ซึ่งCPU สามารถนำไปดัดแปลงและทำการประมวลผลได้ DTMF ใช้เป็นตัว decoder รหัสผ่านก่อนเข้าเครื่อง



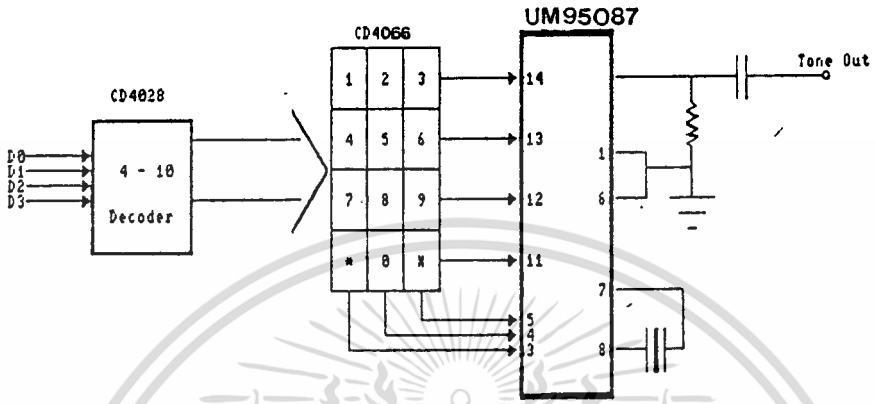
รูปที่ 26 แสดงวงจรถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF)

7.ส่วนกำเนิดความถี่โทรศัพท์ (Tone Generator)

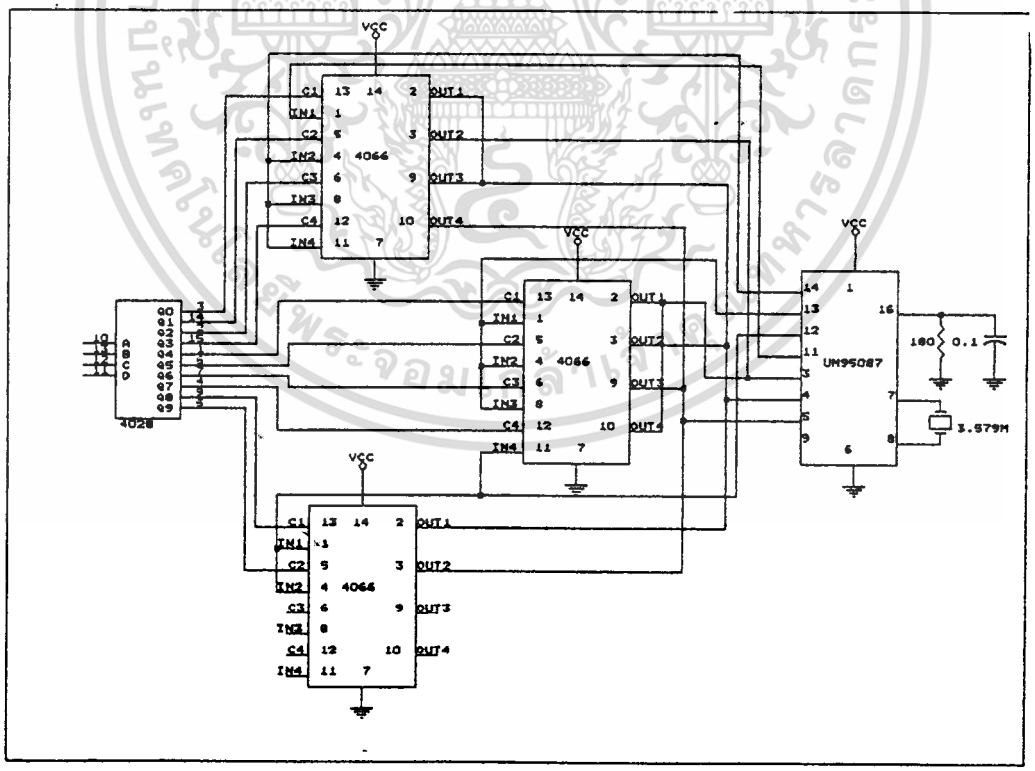
เป็นส่วนที่ CPU ใช้หมุนโทรศัพท์ออกไปภายนอก โดยส่งข้อมูลเป็นเลขไบนารี่ 4 บิท หรือ BCD จากหน่วยความจำมาให้กับไอซี CD4028 จะแปลง BCD เป็นเลขฐานสิบแล้วไป ควบคุมการกดคีย์โทรศัพท์ในที่นี้ใช้ Analog Switch IC CD 4066 และใช้IC MK 5087 (Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น มีขึ้นเพื่อให้นักศึกษาและผู้สนใจได้ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้

Dialer) เป็นตัวกำเนิดความถี่โทรศัพท์



รูปที่ 27 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรกำเนิดความถี่โทรศัพท์



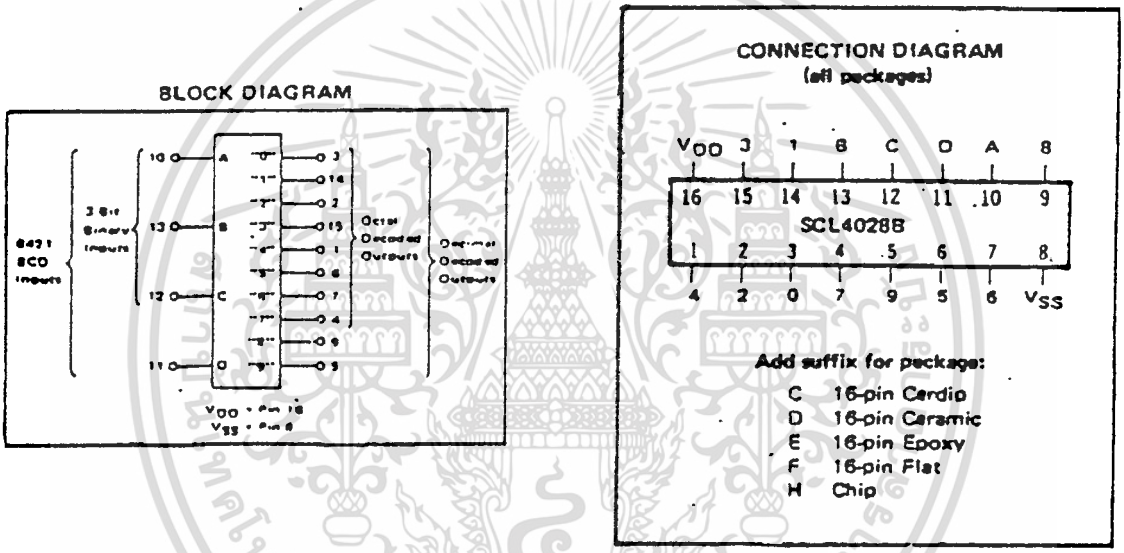
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 28 แสดงวงจรกำเนิดความถี่โทรศัพท์

7.1 ส่วนถอดรหัสข้อมูลเป็นฐานสิบ (BCD-TO-DECIMAL DECODER)

เป็นส่วนที่แปลงสัญญาณ Binary ให้เป็นสัญญาณ Decimal ในการที่จะนำสัญญาณจากตัว Micro Controller ไปใช้นั้นสัญญานที่ออกมาจากตัว controller จะเป็นลักษณะbinary จึงต้องมีการแปลงสัญญาณ Decimal เพื่อความสะดวกในการใช้สัญญาณ Decimal แทนเบอร์โทรศัพท์ที่เราต้องการกด เพราะเบอร์โทรศัพท์เป็นตัวเลขในลักษณะ Decimal

ในการถอดรหัสจากเลข BCD เป็นเลขฐานสิบนี้จะใช้ IC เบอร์ SCL 4028B



รูปที่ 29 แสดง Block Diagram และ Connection Diagram ของ SCL4028B

TRUTH TABLE

Input				Output									
D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

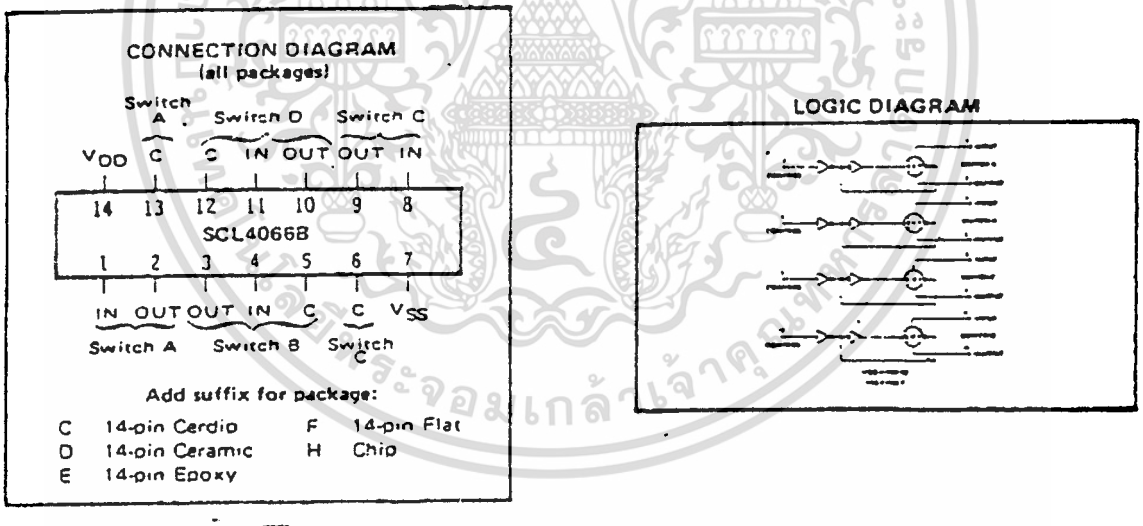
ตารางที่ 4 แสดงตาราง TRUTH TABLE ของวงจร BCD-TO-DECIMAL DECODER

7.2 วงจร ANALOG SWITCH

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณจาก input ไปยัง output เมื่อมีสัญญาณเข้ามาทางขา Control ในที่นี้เราใช้ ANALOG SWITCH เปรียบเหมือนปุ่มโทรศัพท์และให้สัญญาณ Control เป็นสัญญาณที่มาจาก SCL 4028 (BCD-TO-DECIMAL DECODER) ซึ่งเหมือนกับการกดปุ่มโทรศัพท์ และสัญญาณ input และ output ต่อกับ tone generator ซึ่ง input จะเป็นเหมือนแถวต่างๆของเบอร์โทรศัพท์ และ output จะเป็นเหมือนหลักต่างๆ ของเบอร์โทรศัพท์

ดังนั้นการทำงานเมื่อมีสัญญาณจาก 4028 ก็เหมือนกับเรากดปุ่มเบอร์โทรศัพท์ทำให้มีการส่งสัญญาณจากขา input ไปยังขา output ทำให้เหมือนกับมีจุดติดกันระหว่าง แถวกับหลัก ทำให้ tone generator รู้ว่าจะส่งสัญญาณความถี่ค่าเท่าไรออกไป ซึ่งการทำงานของ tone generator เราจะพูดถึงในส่วนถัดไป

การทำงานในส่วนนี้จะใช้ IC เบอร์ 4066B



รูปที่ 30 แสดงผังการทำงานต่างๆ ของวงจร Analog Switch

7.3 วงจร TONE DIALER

จะทำหน้าที่เหมือนตัวกำเนิดเสียงสัญญาณโทรศัพท์ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ 2 คลื่นผสมกันไป โดยการทำงาน TONE DIALER จะส่งสัญญาณออกจากขา R_1, R_2, R_3, R_4 ไปยังขา input ของ ANALOG SWITCH เมื่อมีการสับสวิทช์ให้ close สัญญาณจะถูกส่งผ่านมายังขา C_1, C_2, C_3 ของ TONE DIALER ซึ่งต่อกับขา output ของ ANALOG SWITCH ซึ่งเหมือนกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปใช้

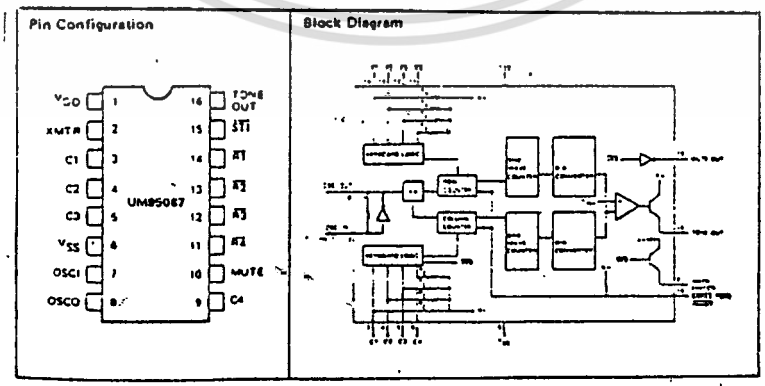
มีการติดกันของ แถวกับหลัก ทำให้ TONE DIALER จะส่งสัญญาณที่มีความถี่ต่างๆ กัน

ซึ่งเปรียบเหมือนเมื่อมีการกดปุ่มโปรศัพท์ แต่ละปุ่มจะมี แถว และหลัก ของมัน เองทำให้ TONE DIALER รู้ว่าปุ่มใดถูกกดและส่งสัญญาณความถี่ของปุ่มที่ถูกออกไป

ในการสร้างวงจร TONE DIALER จะใช้ IC เบอร์ UM95087 เนื่องจากมีการ distortion ของสัญญาณ output ต่ำ

Active Input	Output Frequency (Hz)		% Error*
	Specified	Actual	
R1	697	699.1	+0.30
R2	770	766.2	−0.49
R3	852	847.4	−0.54
R4	941	948.0	+0.74
C1	1,209	1,215.9	+0.57
C2	1,336	1,331.7	−0.32
C3	1,477	1,471.9	−0.35
C4	1,633	1,645.0	+0.73

ตารางที่ 5 แสดงตารางเปรียบเทียบ Specified Frequency และ Actual Tone Frequency ที่ถูกสร้างขึ้นโดย UM95087



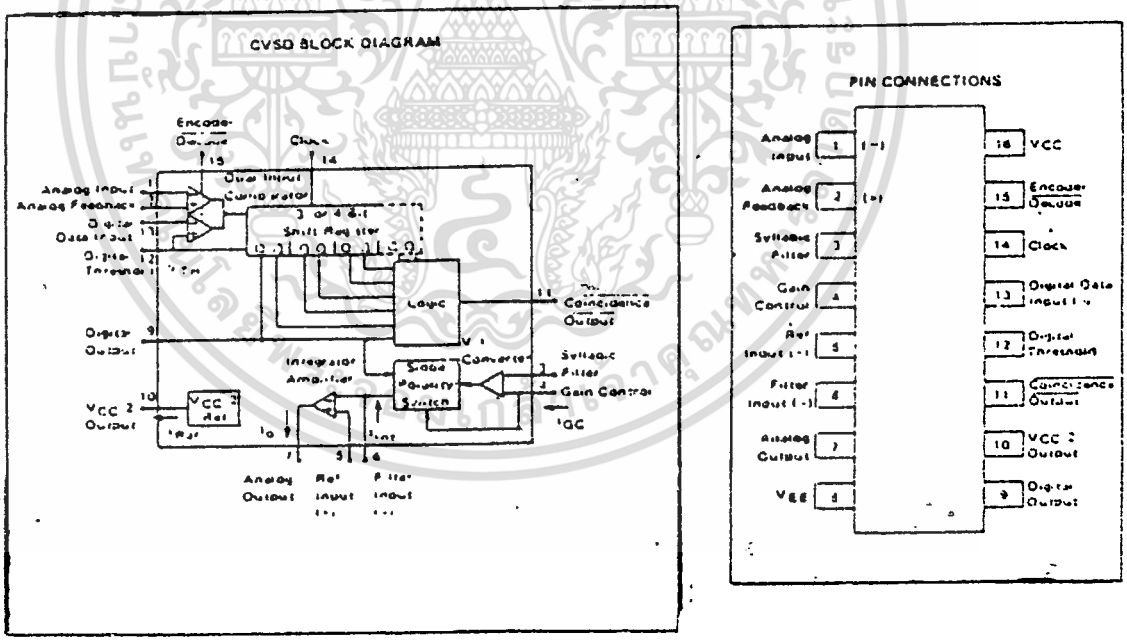
รูปที่ 31 แสดงการทำงานของขาต่างๆ ของ UM95087 และ Block Diagram แสดงการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ส่วนแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก และอนาลอกเป็นดิจิตอล

ในการบันทึกเสียงระบบดิจิตอลจะต้องมีการแปลงเป็นสัญญาณเสียงที่เป็นอนาลอกให้เป็นข้อมูลดิจิตอลเพื่อทำให้สามารถบันทึกลงในหน่วยความจำของ Microcontroller ได้ กล่าวคือต้องมีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล และเมื่อต้องการนำสัญญาณเสียงมาใช้ก็จะต้องทำการแปลงกลับ จากข้อมูลดิจิตอลในหน่วยความจำให้เป็นสัญญาณเสียงซึ่งเป็นอนาลอก จึงต้องมีวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอกด้วย

ส่วนแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก และอนาลอกเป็นดิจิตอลนี้ ประกอบด้วย IC เบอร์ MC3517 ซึ่งใช้การแปลงสัญญาณโดยใช้เทคนิค CVSD (Continuous Variable Slope Delta modulator/demodulator) หรือระบบเดลต้ามอดูเลชั่นที่มีการเปลี่ยนแปลงความชันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเข้ารหัส (encode) และ ถอดรหัส (decode) ได้ในตัวเดียวกัน และยังมีรีจิสเตอร์ขนาด 3 บิท สำหรับใช้งานด้วย



รูปที่ 32 แสดง Block Diagram และ หน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ของ CVSD

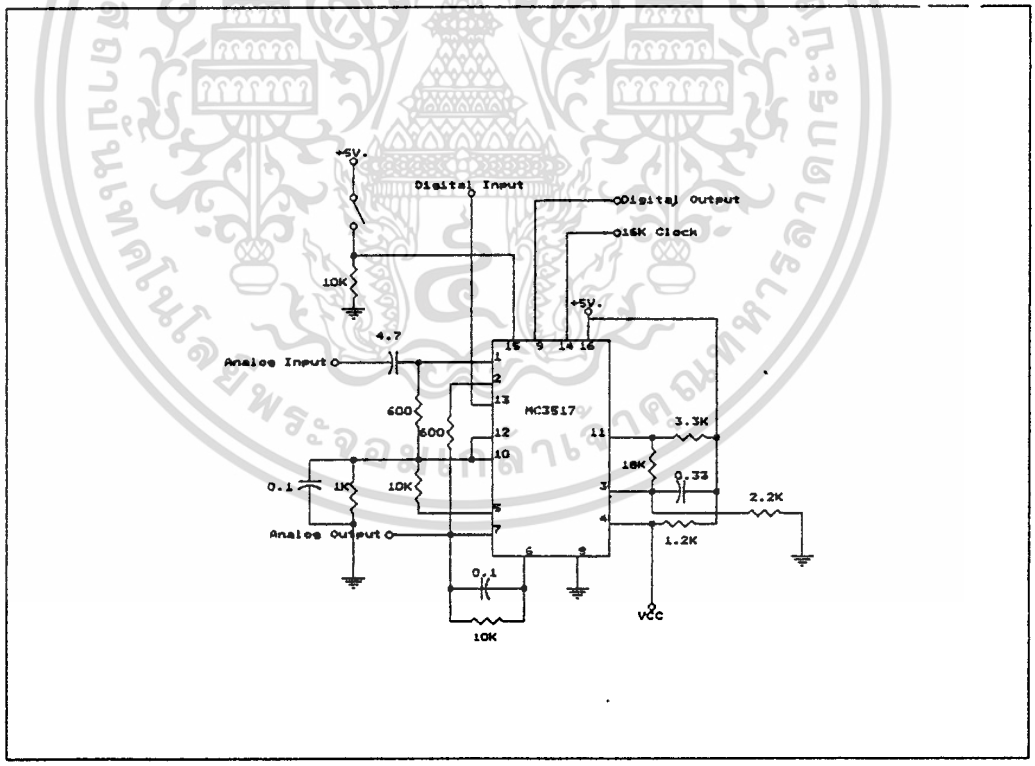
วงจรที่ใช้ในการทำงานแสดงดังรูปที่ 33 โดยในการใช้งานจริงแล้ว จะแยกวงจรนี้ออกได้เป็น 2 วงจร คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

1) วงจรเข้ารหัส (encode) ทำหน้าที่รับสัญญาณอนาลอกเข้ามาแล้วแปลงเป็นดิจิตอล

2)วงจรถอดรหัส(decode) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก

วงจรทั้งสองมีลักษณะเหมือนกัน ต่างกันที่ขา 15 และขารับ input และส่ง output ออกไปเท่านั้น โดยขา 15 ของ IC เป็นตัวกำหนดว่าจะเป็น encode หรือ decode ขานี้จะควบคุมการเชื่อมโยงกันระหว่าง analog input comparator และ digital input comparator กับ internal shift register ถ้าขา 15 ต่อกับไฟ VCC หรือเป็น high สัญญาณ analog จะถูกเปรียบเทียบตามขาลงของสัญญาณ clock ที่เข้ามาที่ขา 14 และถูกแปลงเป็นสัญญาณ digital ถ้าขา 15 เป็น low จะรับสัญญาณ digital เข้ามา ทำให้สามารถใช้ IC เบอร์ MC3517 นี้เป็นทั้ง encoder และ decoder หรือ simplex codec โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงส่วนภายนอกเลย



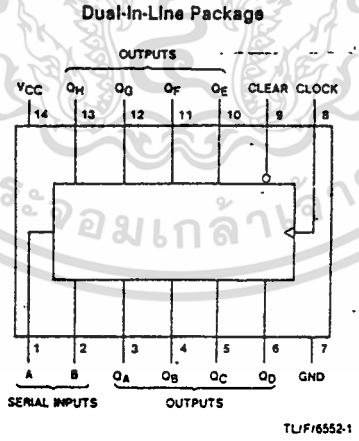
รูปที่ 33 แสดงวงจรการทำงาน CVSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ส่วนแปลงสัญญาณรับ-ส่งแบบอนุกรมเป็นขนาน และแบบขนานเป็นอนุกรม (SIPO & PISO)

เนื่องจากสัญญาณ output ของวงจร CVSD ในการทำงานเป็น modulator เป็นสัญญาณที่รับส่งแบบอนุกรม แต่การทำงานของ Microcontroller จะจัดการประมวลผลข้อมูลที่รับ-ส่งเป็นแบบขนาน ดังนั้นเมื่อต้องการบันทึกข้อมูลหรือติดต่อกับหน่วยความจำในMicrocontroller จึงต้องใช้การสื่อสารแบบขนาน กล่าวคือ ต้องมีการแปลงสัญญาณให้เหมาะสม (จากอนุกรมเป็นขนาน)ก่อน นอกจากนี้สัญญาณ input ของวงจร CVSD เมื่อทำงานเป็น demodulator ก็เป็นสัญญาณอนุกรมเช่นกัน เมื่อต้องการเรียกข้อมูลจากหน่วยความจำกลับมาเข้าวงจร demodulator นี้ จึงต้องทำการแปลงสัญญาณรับส่งแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรมก่อนเช่นกัน

ในการแปลงสัญญาณรับ-ส่งจากอนุกรมเป็นขนาน จะใช้ IC เบอร์ 74LS164 แล้วใช้ IC เบอร์ 74LS374 เป็นตัว latch ค่าไว้ IC เบอร์ 74LS164 เป็น shift register ขนาด 8 บิต ฟังก์ชันการทำงานเป็น Serial In/Parallel Out



54164 (J) 74164 (N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 34 แสดง Connection Diagram การทำงานของ Serial In/Parallel Out

Inputs				Outputs			
Clear	Clock	A	B	Q_A	Q_B	...	Q_H
L	X	X	X	L	L	...	L
H	L	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	...	Q_{H0}
H	↑	H	H	H	Q_{An}	...	Q_{Gn}
H	↑	L	X	L	Q_{An}	...	Q_{Gn}
H	↑	X	L	L	Q_{An}	..	Q_{Gn}

H = High Level (steady state), L = Low Level (steady state)

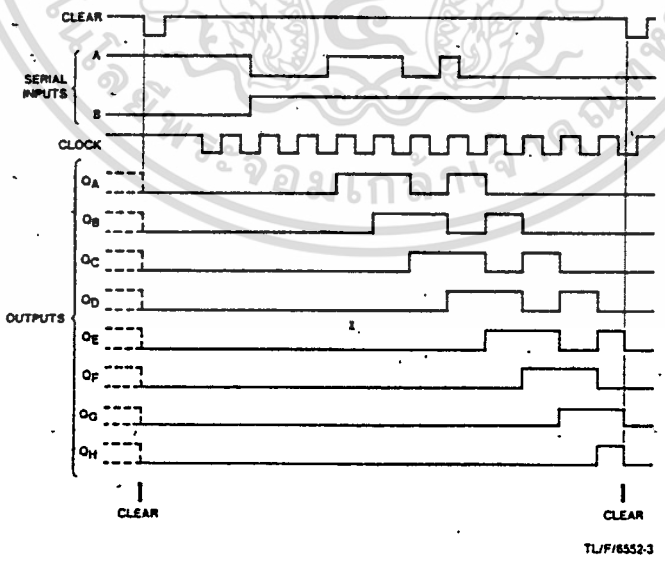
X = Don't Care (any input, including transitions)

↑ = Transition from low to high level

Q_{A0}, Q_{B0}, Q_{H0} = The level of Q_A, Q_B, or Q_H, respectively, before the indicated steady-state input conditions were established.

Q_{An}, Q_{Gn} = The level of Q_A or Q_G before the most recent ↑ transition of the clock; indicates a one-bit shift.

ตารางที่ 6 แสดง Function Table ของ Serial In/Parallel Out

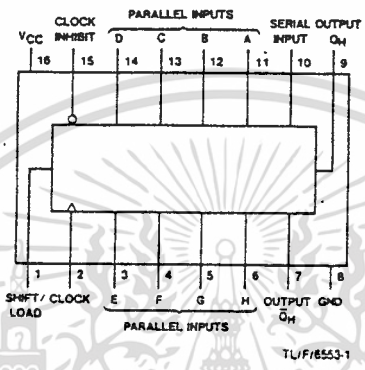


รูปที่ 35 แสดง Timing Diagram ของ Serial In/Parallel Out

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในการแปลงสัญญาณแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรม ใช้ IC เบอร์ 74LS165 ซึ่งเป็น Shift Register ขนาด 8 บิตมีฟังก์ชันการทำงานเป็นแบบ Parallel In/Serial Out จะทำการ shift ข้อมูลที่เข้ามาทาง Q_A ออกมาทาง output Q_H เมื่อมี clock เข้ามา

Dual-In-Line Package



54165 (J) 74165 (N)

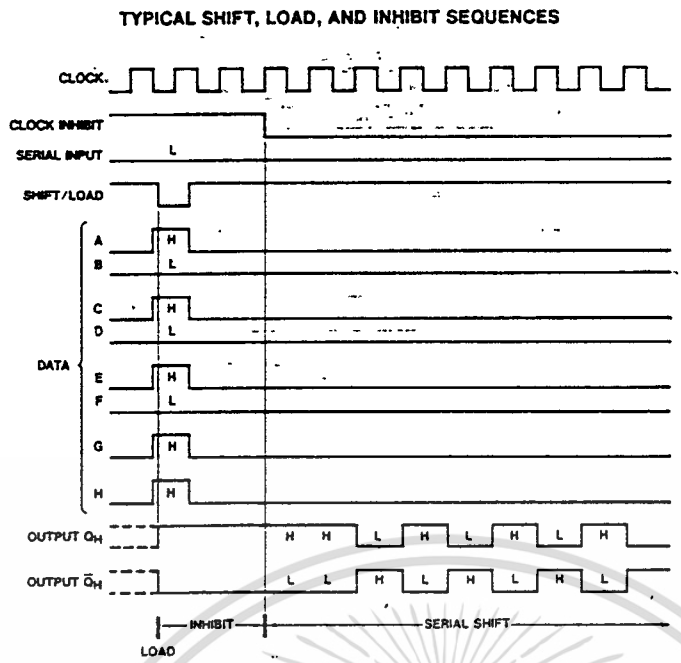
รูปที่ 36 แสดง connection diagram ของการทำงานของ Parallel In/Serial Out

Inputs					Internal Outputs		Output Q_H
Shift/ Load	Clock Inhibit	Clock	Serial	Parallel A...H	Q_A	Q_B	
L	X	X	X	a...h	a	b	h
H	L	L	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	Q_{H0}
H	L	↑	H	X	H	Q_{An}	Q_{Gn}
H	L	↑	L	X	L	Q_{An}	Q_{Gn}
H	H	X	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	Q_{H0}

H = High Level (steady state), L = Low Level (steady state)
X = Don't Care (any input, including transitions)
↑ = Transition from low-to-high level
a ... h = The level of steady-state input at inputs A through H, respectively.
Q_{A0}, Q_{B0}, Q_{H0} = The level of Q_A, Q_B, or Q_H, respectively, before the indicated steady-state input conditions were established.
Q_{An}, Q_{Gn} = The level of Q_A or Q_G, respectively, before the most recent ↑ transition of the clock

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

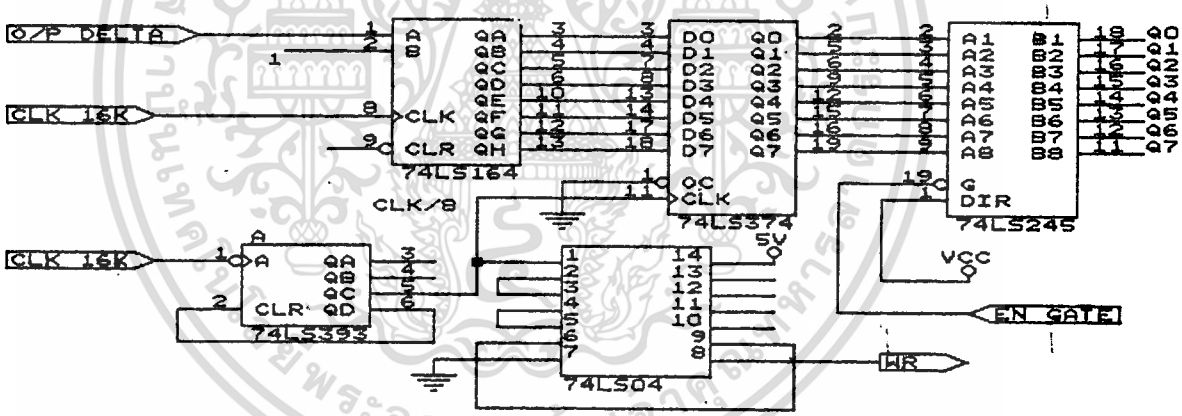
ตารางที่ 7 แสดง Function Table ของการทำงานของ Parallel In/Serial Out



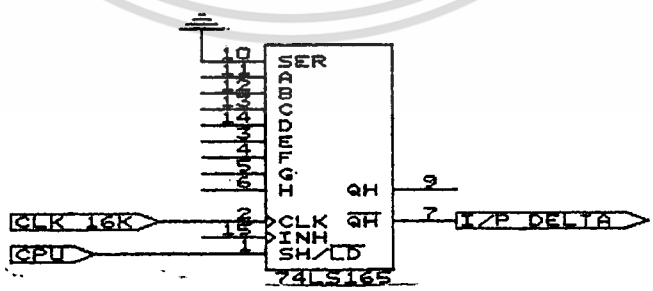
รูปที่ 37 แสดง Timing Diagram ของการทำงานของ Parallel In/Serial Out

วงจรการทำงานแสดงได้ดังรูป

ก



ข



รูปที่ 38 แสดง (ก)วงจรการแปลงสัญญาณรับส่งแบบอนุกรมเป็นขนาน

(ข)วงจรการแปลงสัญญาณรับส่งแบบขนานเป็นอนุกรม

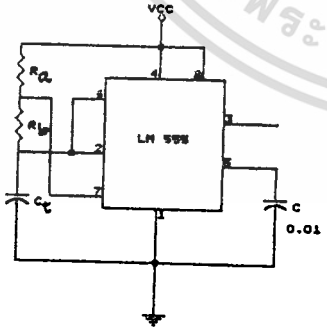
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากข้อมูลที่ส่งออกมาจาก CVSD จะส่งออกมารวดเดียวอย่างต่อเนื่อง เมื่อทำการแปลงสัญญาณจากอนุกรมเป็นขนานแล้วจะต้องมีการ latch ไว้ด้วยโดยใช้ IC 74LS374 เป็นตัว latch และเนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้มีความเร็วในการทำงานต่างกัน เราจึงต้องควบคุมให้มันทำงานได้สอดคล้องกัน และต้องเป็นไปตามเวลาการทำงานของหน่วยความจำ(RAM) ดังนั้นเราจึงใช้วิธีการหน่วงเวลาสัญญาณนาฬิกาที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้นให้เหมาะสมด้วย โดยใช้ IC counter ในการหารสัญญาณนาฬิกา และ INVERTER 74LS04 ในการหน่วงเวลา แต่จะมีอยู่บางส่วนที่ต้องทำงานตามเงื่อนไขที่เราต้องการ ในส่วนนี้จะนำเอา gate ต่างๆ เข้ามาช่วย

10.ส่วนวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (CLOCK) 16K

วงจร CVSD จะต้องมีสัญญาณนาฬิกา (clock) ป้อนเข้าเป็น input ดังนั้นจึงต้องมีวงจรนี้ด้วย จะใช้ IC เบอร์ LM555 (Timer) ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณนาฬิกา โดยอัตราเร็วของ clock ถูกควบคุมโดยตัวต้านทาน R_a ,R_b และตัวเก็บประจุ C_tเป็นตัวควบคุมคาบเวลา วงจรที่ใช้นี้จะสามารถสร้างสัญญาณ clock ที่มีความถี่ 16 KHz

การทำงานของขาต่างๆ ของ LM555 แสดงได้ดังรูป



ขา 1 - Ground

ขา 2 - Trigger

ขา 3 - Output

ขา 4 - Reset

ขา 5 - Constant Voltage

ขา 6 - Threshold

ขา 7 - Discharge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

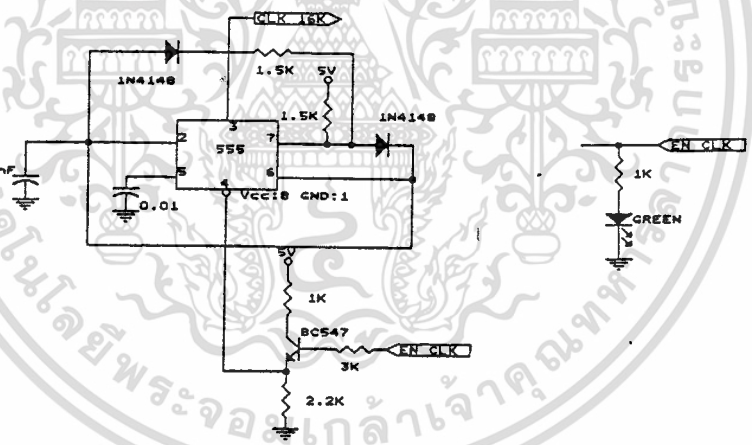
รูปที่ 39 การทำงานของขาต่างๆ ของ LM555

สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าความถี่ (ตามทฤษฎี) คือ

$$f = 1/T = 1.44/((R_a+2R_b)C_t)$$

ในวงจรที่ใช้งาน ใช้ค่า $R_a = R_b = 1.5$ Kและ $C_t = 18$ nF

วงจรที่ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 40 ที่ขา 4 ของวงจรจะมี transistor อยู่ด้วย ทำให้วงจรนี้ทำงานเมื่อมีการ enable clock เท่านั้น เมื่อมีการ enable clock (ไฟเขียวติด) ไฟเลี้ยง V_{cc} จะไหลเข้าขา 4 ขา 4 จะไม่ถูก reset สามารถจ่าย output ได้ แต่ถ้าไม่ enable clock (ไฟเขียวดับ) ไฟเลี้ยง V_{cc} จะไหลลง ground โดยผ่าน transistor ขา 4 จะ active low จึงถูก reset ไม่มี output ออกมา



รูปที่ 40 วงจรกำเนิด clock 16 K

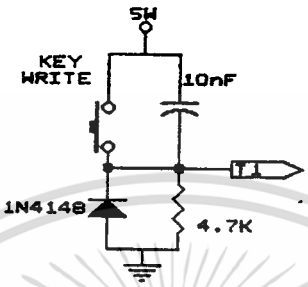
11.ส่วนกำหนดรหัสและเสียงตอบรับโทรศัพท์

ในการจะเข้าสู่การใช้งาน จะต้องมีการกำหนดรหัสผ่านก่อน โดยกด key write ซึ่งเป็นสวิทช์เปิด-ปิด เมื่อกด key write ครั้งที่ 1 จะเป็นการใส่ Password และเบอร์โทรศัพท์ของเครื่อง เมื่อกด key write ครั้งที่ 2 จะเป็นการอัดคำพูดที่ต้องการให้ใช้เป็นคำพูดตอบรับโทรศัพท์และคำพูดทวนคำสั่ง (โดยวงจร CVSD เป็นวงจรตอบรับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการกดสวิทช์ ไฟสีเขียวที่วงจรส่วนของ clock 16 K จะติด และสามารถอัดคำพูดได้ 8 คำ

วงจรการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 41

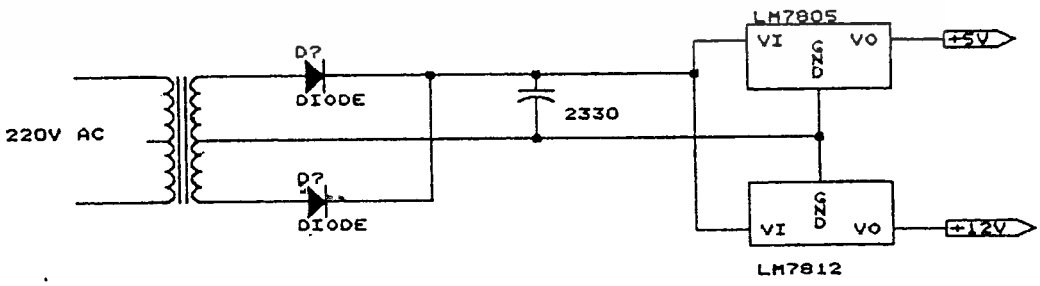


รูปที่ 41 วงจร key-write switch

12.ส่วนไฟเลี้ยงวงจร (Power Supply)

ประกอบด้วย full wave rectifier ซึ่งใช้ Diode เบอร์ 1N5402 เป็นตัว rectifier ใช้หม้อแปลง step down จาก 220 V เป็น 12 V พิกัดที่ 2 A และใช้ไอซี Regulatorเบอร์ MC7805CT ขับแรงดัน 5 Volts จ่ายให้กับวงจรรวม และ IC MC7812CT ขับแรงดัน 12 Volts จ่ายให้กับ Relay IC Regulator จะเป็นตัว
ควบคุมขนาดไฟเลี้ยง

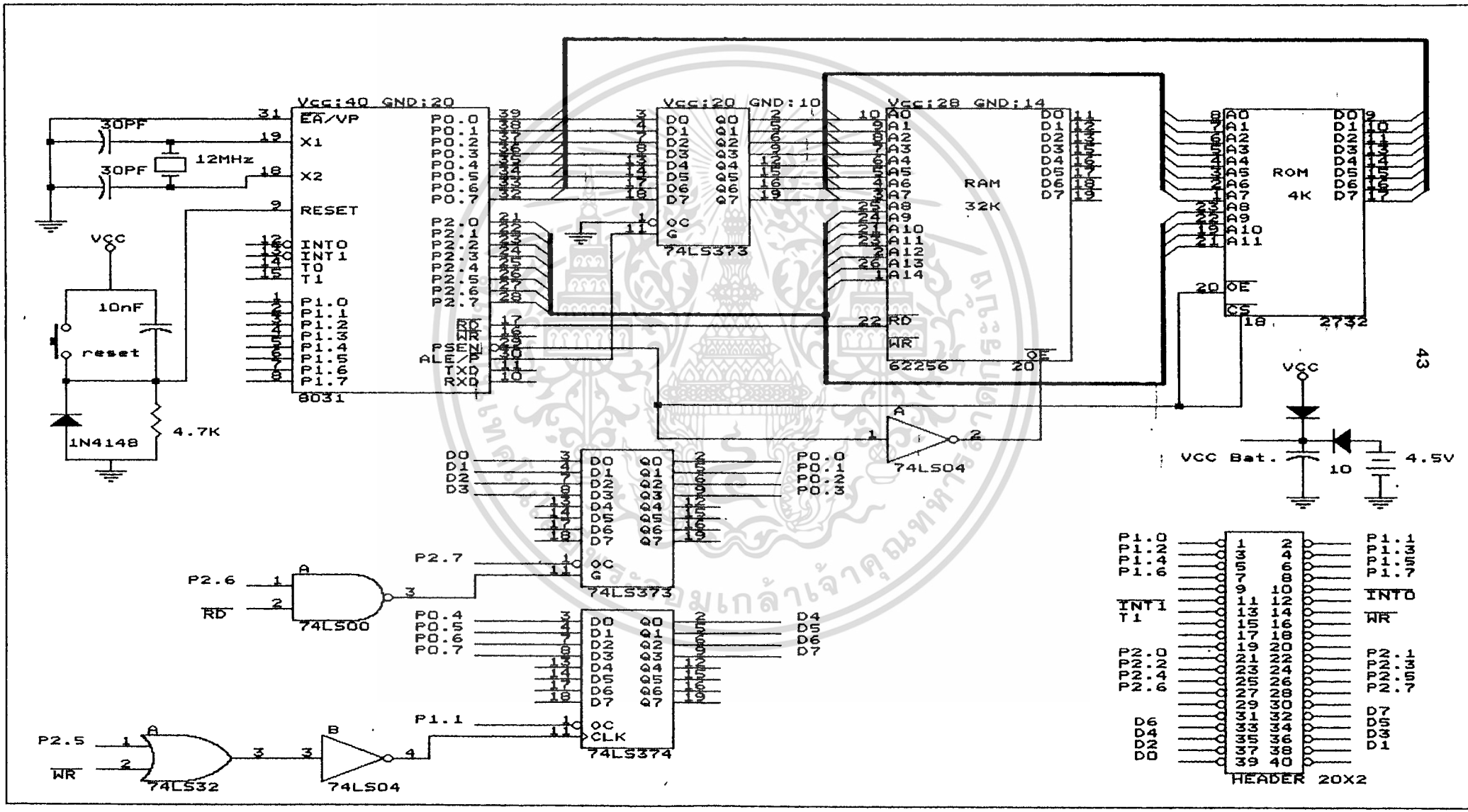
ส่วนไฟเลี้ยงวงจรนี้สามารถจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรรวม 5 V กระแสสูงสุด 1 A และจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ Relay ได้ 12 V วงจรการทำงานแสดงได้ดังรูป



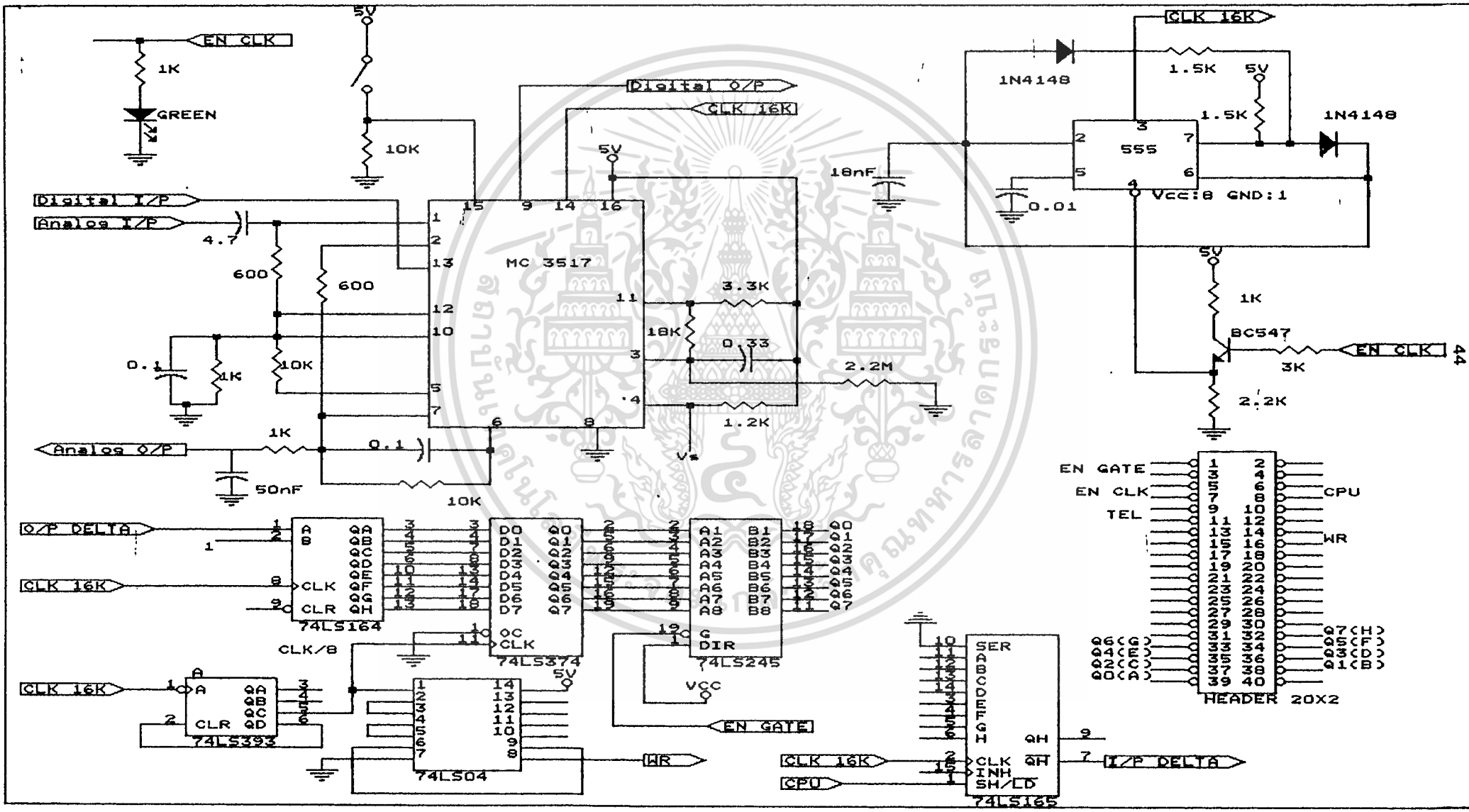
รูปที่ 42 วงจรไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

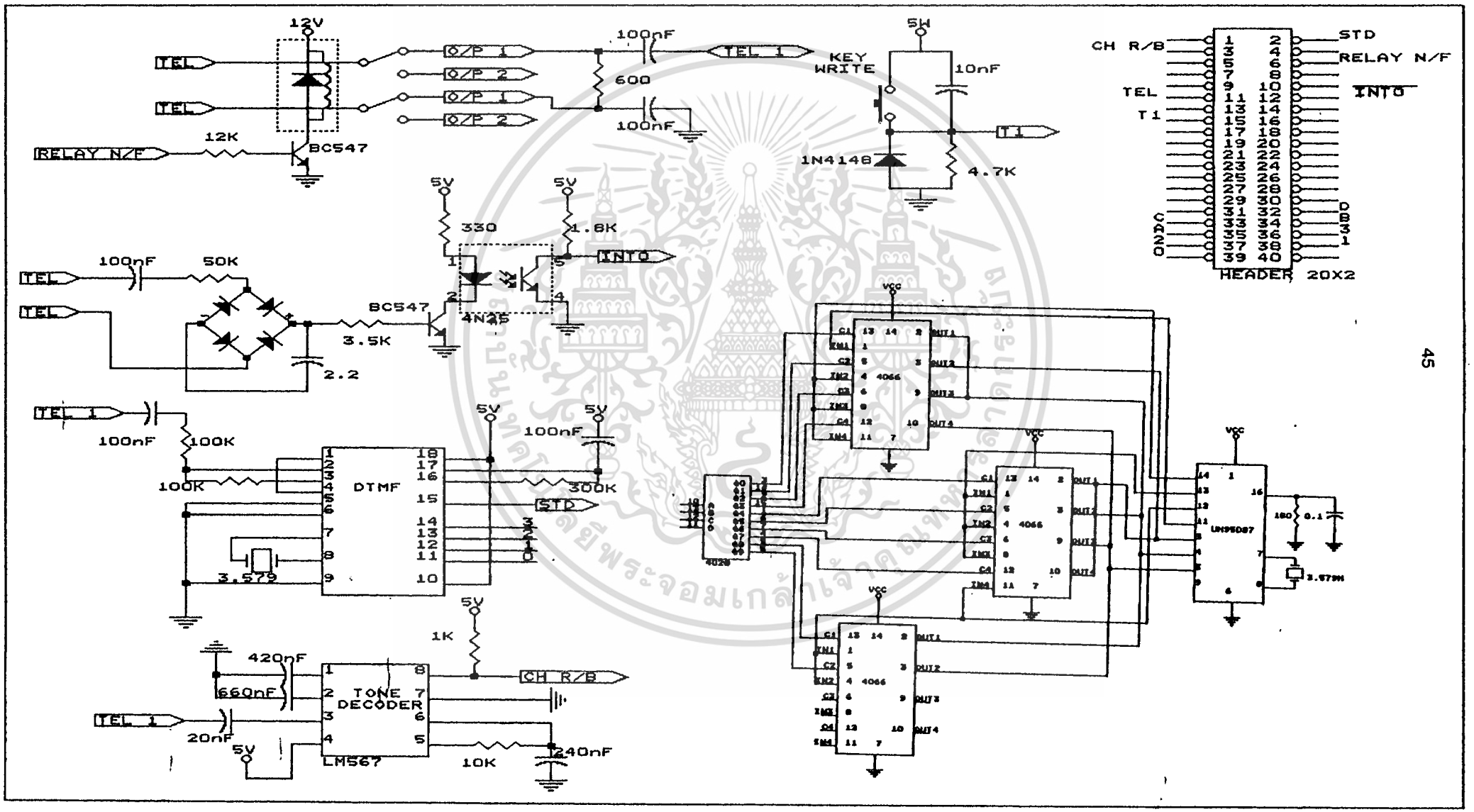
วงจรรวมของบอร์ดที่ 1 : ส่วน CPU (Microcontroller 8031)



วงจรรวมของบอร์ดที่ 2 : ส่วนบันทึกข้อมูลลง RAM และนำออกมาใช้



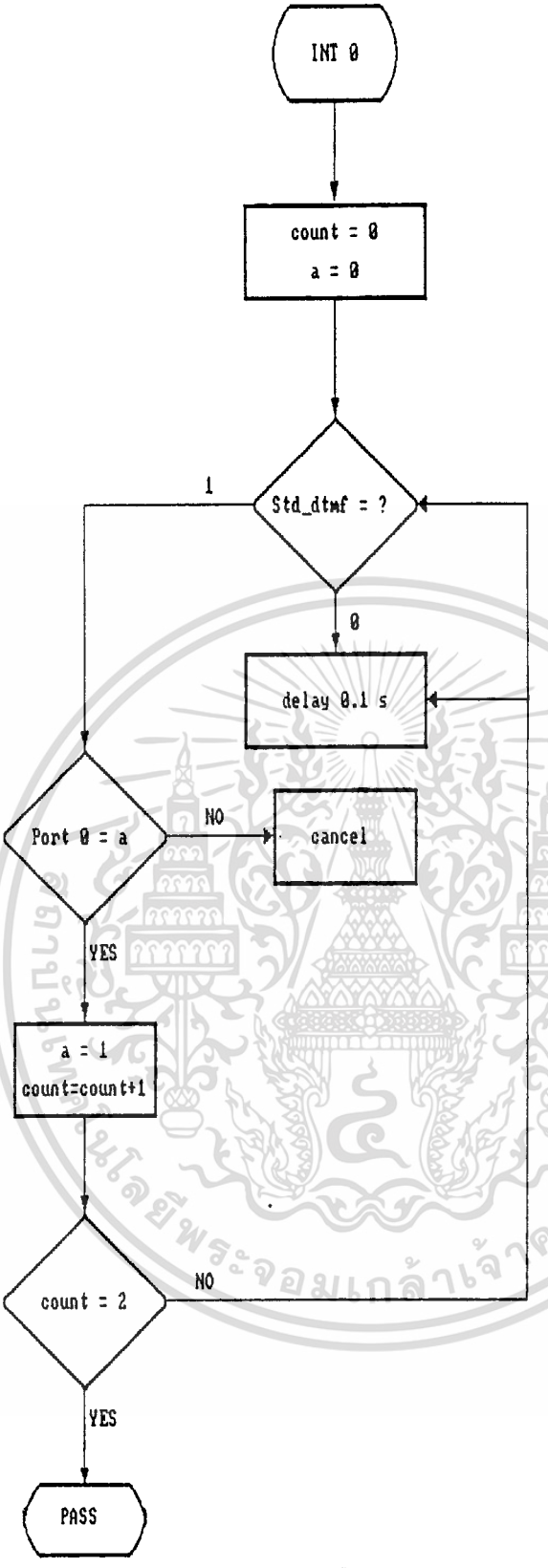
วงจรรวมของบอร์ดที่ 3 : ส่วนตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์และโทรแจ้งเหตุ



บทที่ 4
หลักการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน (SOFTWARE)

การควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด จะใช้ microcontroller 8031 ซึ่งจะต้องเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานให้มันด้วย หลักการโดยคร่าวๆ ของโปรแกรมควบคุมการทำงานแสดงโดย FLOWCHART ดังต่อไปนี้

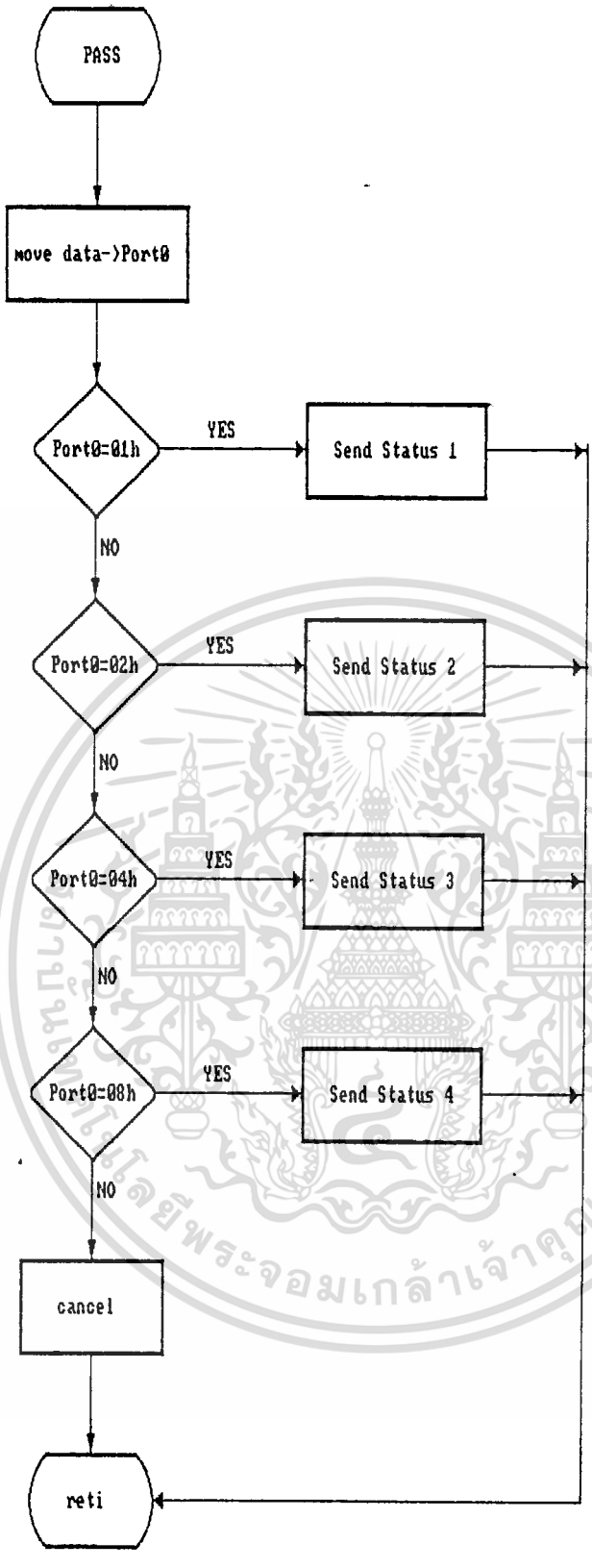
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MODULE Ch_Pass

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW CHART ของการตรวจสอบรหัสผ่านของผู้ใช้



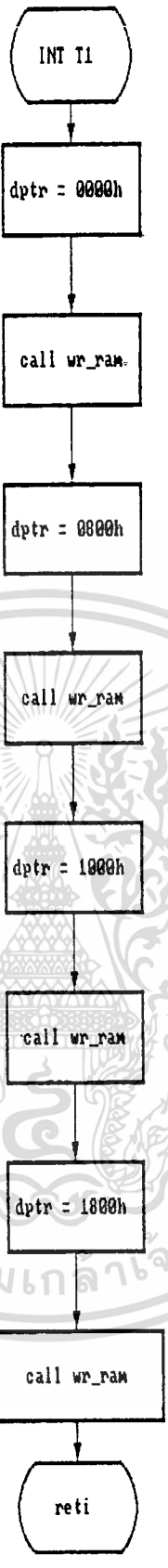
MODULE PASS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW CHART ของการรายงานสภาวะอุปกรณ์หลังจากผ่านการตรวจสอบรหัสแล้ว

MODULE WR_RAM

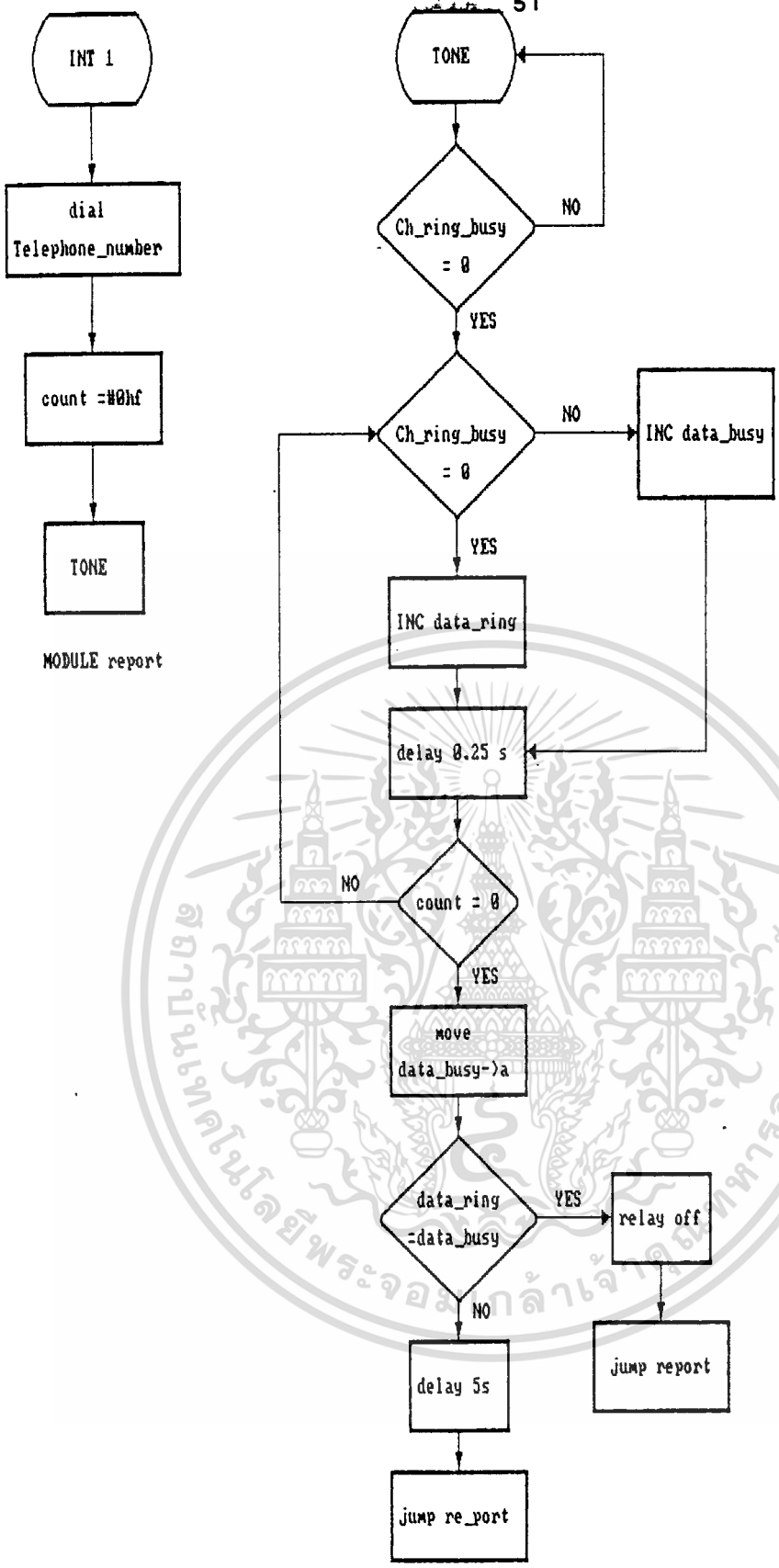
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MODULE WRITE

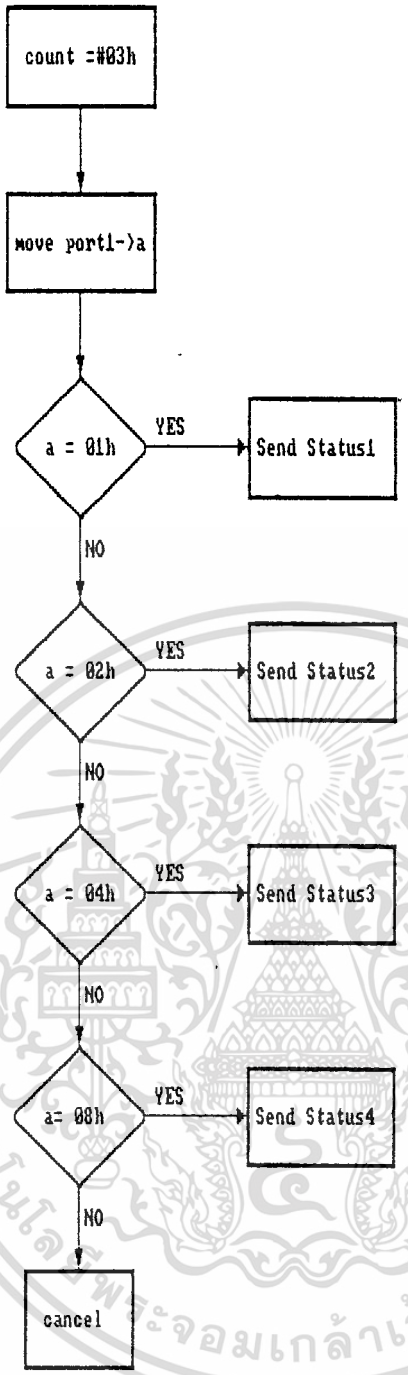
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW CHART สำหรับการเขียนข้อมูลเสียงเก็บลง RAM



FLOW CHART ของการตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ Busy , Ring-back Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงการโทรไปรายงานเหตุการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****  8Ø31  PORT  USE  *****
;
; Input data of DTMF
;--------------------------------------
data_in1        bit     pØ.Ø
data_in2        bit     pØ.1
data_in3        bit     pØ.2
data_in4        bit     pØ.3
;
; Output data of DTMF
;--------------------------------------
data_out1       bit     pØ.4
data_out2       bit     pØ.5
data_out3       bit     pØ.6
data_out4       bit     pØ.7
;
; Check status                      ;Check PORT 1 status
;--------------------------------------
status_in1      bit     p1.Ø
status_in2      bit     p1.1
status_in3      bit     p1.2
status_in4      bit     p1.3
;
; Port set bit function
;--------------------------------------
led             bit     p1.1        ;ON/OFF send tone
std_dtmf        bit     p1.2
ch_ring_busy    bit     p1.3
gate_on_off     bit     p1.4
relay_on_off    bit     p1.5
enable_clk      bit     p1.6        ;Enable clock 16K Hz
enable_PS       bit     p1.7        ;Enable parallel,serial
;
; Internal RAM use
;--------------------------------------
dlay_val1       equ     7fh         ;For put delay value
dlay_val2       equ     7eh
dlay_val3       equ     7dh
pwrd_chk        equ     7ch         ;For put password value
count           equ     7bh
count1          equ     7ah
;
; MAIN PROGRAM
;--------------------------------------
;
org ØØØØh
ajmp  start

org ØØØ3h                           ;External interrupt Ø
clr   ea
ajmp  ch_pass

org ØØ13h                           ;External interrupt 1
clr   ea                            ;Report from fault detected
ajmp  report
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          ;
          ;
 start:   clr   relay_on_off
          setb  gate_on_off          ;PISO and SIPO
          setb  ea                   ;Enable all interrupt
          setb  ex0                  ;Enable external interrupt 0
          setb  ex1                  ;Enable external interrupt 1
          setb  et1                  ;Enable interrupt for write
          setb  it0                  ;Set interrupt 0 falling edge
          setb  it1                  ;Set interrupt 1 falling edge
          setb  led                  ;OFF send tone
          ;
  wait:   sjmp  $                    ;Wait for existing interrupt
          ;
          ;
ch_pass:  mov   count,#96h           ;Begin checking stutus of
          mov   count1,#02h          ;  device by user
          mov   pwrd_chk,#01h        ;Password value equal 1
          setb  relay_on_off
loop_ch:  jb    std_dtmf,line        ;Delay 15 sec.for input password
          mov   dlay_val1,#0c8h      ;Begin delay 0.1 sec.
dlay_0:   mov   dlay_val2,#0fah      ;
  dl_0:   djnz  dlay_val2,dl_0       ;
          dec   dlay_val1            ;
          mov   a,dlay_val1          ;
          cjne  a,#00h,dlay_0        ;End delay 0.1 sec.
          djnz  count,loop_ch        ;If not then relay off
          ljmp  cancel
          ;
  line:   mov   dptr,#08000h         ;Input data to check password
          mov   p0,#0ffh
          movx  a,@dptr
          anl   a,#0fh
          cjne  a,pwrd_chk,can_cel
          mov   dlay_val1,#0ffh      ;Begin delay 1 sec.
dlay_1:   mov   dlay_val2,#0ffh      ;
  dl_1:   nop                        ;
          nop                        ;
          nop                        ;
          nop                        ;
          djnz  dlay_val2,dl_1       ;
          mov   dlay_val2,#0ffh      ;
  da_1:   nop                        ;
          nop                        ;
          nop                        ;
          nop                        ;
          djnz  dlay_val2,da_1       ;
          dec   dlay_val1            ;
          mov   a,dlay_val1          ;
          cjne  a,#00h,dlay_1        ;End dealy 1 sec.
          mov   pwrd_chk,#02h        ;Password value equal 2
          mov   count,#96
          dec   count1
          mov   a,count1
          cjne  a,#00h,loop_ch       ;Check 2 password
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          djnz  dlay_val2,dl_4
          mov   dlay_val2,#0ffh
   da_4:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_4
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_4          ;End delay 1 sec.
          djnz  count,send_2           ;End loop send_2
          setb  led
          mov   dlay_val1,#0f0h        ;Begin delay 1 sec.
 dlay_5:  mov   dlay_val2,#0ffh
   dl_5:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_5
          mov   dlay_val2,#0ffh
   da_5:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_5
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_5          ;End delay 1 sec.
          ;
   pass:  jb    std_dtmf,pass_1        ;Wait for input storbe
          mov   dlay_val1,#0c8h
 dlay_6:  mov   dlay_val2,#0fah
   dl_6:  djnz  dlay_val2,dl_6
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_6
          ajmp  pass

 pass_1:  mov   dptr,#08000h           ;Input data to check status
          mov   p0,#0ffh               ; of device
          movx  a,@dptr
          anl   a,#0fh

compare:  cjne  a,#01h,cancel          ;Check device 1
          ajmp  device1

device1:  mov   count,#04h             ;Send signal 2.........
lp_sgn1:  mov   a,#20h                 ;  for present stutus
          mov   dptr,#0d000h
          movx  @dptr,a
          clr   led
          mov   dlay_val1,#0f0h        ;Begin delay 1 sec.
 dlay_7:  mov   dlay_val2,#0ffh
   dl_7:  nop
          nop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          ajmp  send
          ;
can_cel:  ljmp  cancel
          ;
   send:  mov   count,#02h            ;Send signal 1...1...1.......
 send_1:  mov   a,#10h                ;  when pass
          mov   dptr,#0d000h
          movx  @dptr,a               ;Send number
          clr   led                   ;ON
          mov   dlay_val1,#0f0h       ;Begin delay 1 sec.
 dlay_2:  mov   dlay_val2,#0ffh
   dl_2:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_2
          mov   dlay_val2,#0ffh
   da_2:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_2
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_2         ;End delay 1 sec.
          setb  led                   ;OFF tone
          mov   dlay_val1,#0f0h       ;Begin delay 1 sec.
 dlay_3:  mov   dlay_val2,#0ffh
   dl_3:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_3
          mov   dlay_val2,#0ffh
   da_3:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_3
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_3         ;End delay 1 sec.
          djnz  count,send_1          ;End loop send_1
          ;
          mov   count,#03h            ;Send signal 1......
 send_2:  mov   a,#10h
          mov   dptr,#0d000h
          movx  @dptr,a
          clr   led
          mov   dlay_val1,#0f0h
 dlay_4:  mov   dlay_val2,#0ffh       ;Begin delay 1 sec.
   dl_4:  nop
          nop
          nop
          nop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_7
          mov   dlay_val2,#0ffh
   da_7:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_7
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_7          ;End delay 1 sec.
          djnz  count,lp_sgnl          ;End loop lp_sgnl
          setb  led
          clr   relay_on_off
          setb  ea                     ;End checking status of
          reti                         ;  device by user
          ;
          ;
          ;
  cancel: clr   relay_on_off
          setb  ea                     ;Hank up telephone
          reti
          ;
          ;
          ;
  report: setb  relay_on_off           ;Reporting device in home
          mov   a,#00h                 ;  by dial telephone to user
          mov   count,#07h
loop_dial:push  acc                    ;Dial telephone number
          mov   dptr,#tel_num          ;  user when have accident
          movc  a,@a+dptr
          mov   dptr,#0d000h
          movx  @dptr,a                ;Send number
          clr   led
          mov   dlay_val1,#0f0h        ;Begin delay 1 sec.
  dlay_8: mov   dlay_val2,#0ffh
    dl_8: nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_8
          mov   dlay_val2,#0ffh
   da_8:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_8
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_8          ;End delay 1 sec.
          setb  led                    ;Clear number
          mov   dlay_val1,#0f0h        ;Begin delay 1 sec.
  dlay_9: mov   dlay_val2,#0ffh
    dl_9: nop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_9
          mov   dlay_val2,#0ffh
   da_9:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_9
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_9
          pop   acc                     ;End delay 1 sec.
          inc   acc                     ;Next telephone number
          djnz  count,loop_dial         ;End loop dial
          ;
          mov   dlay_val1,#0f0h         ;Begin delay 1 sec.
 dlay_a:  mov   dlay_val2,#0ffh
   dl_a:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_a
          mov   dlay_val2,#0ffh
   da_a:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_a
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_a           ;End delay 1 sec.
          ;
          mov   count,#03h
sn_sgnl:  mov   a,#30h                  ;Send signal 3..6..3..6...
          mov   dptr,#0d000h
          movx  @dptr,a
          clr   led
          mov   dlay_val1,#0f0h         ;Begin delay 1 sec.
 dlay_b:  mov   dlay_val2,#0ffh
   dl_b:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_b
          mov   dlay_val2,#0ffh
   da_b:  nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_b
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_b           ;End delay 1 sec.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          setb  led
          mov   dlay_val1,#0f0h        ;Begin delay 1 sec.
dlay_c:   mov   dlay_val2,#0ffh
  dl_c:   nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_c
          mov   dlay_val2,#0ffh
  da_c:   nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_c
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_c          ;End delay 1 sec.
          mov   a,#60h                 ;Send signal 6...
          mov   dptr,#0d000h
          movx  @dptr,a
          clr   led
          mov   dlay_val1,#0f0h        ;Begin delay 1 sec.
dlay_d:   mov   dlay_val2,#0ffh
  dl_d:   nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_d
          mov   dlay_val2,#0ffh
  da_d:   nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_d
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_d          ;End delay 1 sec.
          setb  led
          mov   dlay_val1,#0f0h        ;Begin delay 1 sec.
dlay_e:   mov   dlay_val2,#0ffh
  dl_e:   nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,dl_e
          mov   dlay_val2,#0ffh
  da_e:   nop
          nop
          nop
          nop
          djnz  dlay_val2,da_e
          dec   dlay_val1
          mov   a,dlay_val1
          cjne  a,#00h,dlay_e          ;End delay 1 sec.
          dec   count
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            mov   a,count
            cjne  a,#00h,sig_nal          ;End loop sd_sgnl
            ajmp  en_sgnl
sig_nal:    ljmp  sn_sgnl
            ;
tel_num:    db      10h                   ;Telephone number of
            db      20h                   ;  user
            db      30h
            db      40h
            db      50h
            db      60h
            db      70h
            ;
en_sgnl:    clr   relay_on_off
            setb  ea
            reti                          ;End reporting device in home
            ;
            ;
            ;
            end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การใช้งานเครื่องเตือนภัยและสั่งการทางโทรศัพท์

ชิ้นงาน project ชิ้นนี้ได้จัดทำขึ้นให้มีประโยชน์ใช้งานได้ 2 อย่างคือ

1.เมื่อมีผู้บุกรุกหรือมีเหตุการณ์ฉุกเฉินเกิดขึ้น โทรศัพท์จะทำการโทรออกไปแจ้งเหตุได้โดยอัตโนมัติ และ

2.เมื่อต้องการทราบว่า หน้าต่าง ประตู หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านเปิดหรือปิดอยู่ ก็สามารถโทรศัพท์มาตรวจสอบได้โดยเครื่อง project นี้จะตอบรับได้ว่า อุปกรณ์นั้นๆเปิดหรือปิดอยู่

การใช้งาน project ชิ้นนี้ เป็นการสั่งงานระหว่างคนกับเครื่อง ซึ่งไม่สามารถติดต่อหรือเข้าใจโดยเสียงพูด ผู้ใช้ต้องใช้โดยการกดปุ่มทางด้านหน้าปัดของโทรศัพท์แบบกดปุ่มเท่านั้น ส่วนโทรศัพท์แบบหมุนนั้น จะใช้งานกับเครื่องนี้ไม่ได้

ขั้นตอนการติดต่อกับเครื่อง

การใช้งาน project "ระบบเตือนภัยและสั่งการทางโทรศัพท์" ได้ใช้โครงข่ายโทรศัพท์เป็นสื่อในการสั่งงาน ดังนั้นการติดต่อกับเครื่อง จึงต้องใช้ขั้นตอนการติดต่อของโทรศัพท์มาประกอบกับขั้นตอนของชิ้นงาน project ดังนี้

ก.การโทรออกอัตโนมัติ เมื่อมีผู้บุกรุกหรือเหตุการณ์ฉุกเฉินเกิดขึ้น

1.CPU จะทำการตรวจสอบสัญญาณที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ตรวจจับตลอดเวลา

2.เมื่อ CPU ตรวจพบเหตุการณ์ผิดปกติ เช่น มีผู้บุกรุก หรือเกิดเพลิงไหม้ CPU จะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 CPU ทำการสับ Relay เสมือนมีการยกหูโทรศัพท์

2.2 CPU ตรวจสอบสัญญาณจากทางองค์การโทรศัพท์ ถ้าสัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณให้หมุนโทรศัพท์ (DIAL TONE) จะหมุนโทรศัพท์โดยอัตโนมัติไปที่หมายเลขปลายทางที่กำหนดไว้ .

2.3 เครื่องจะรอรับสัญญาณตอบรับจากปลายทางระยะหนึ่ง (ตามเวลาที่ได้ delay ไว้)

-ถ้าเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) ก็จะวางหู แล้วทำการโทรใหม่

-ถ้าได้รับสัญญาณสายว่าง (Ring-back Tone) ก็จะรอระยะหนึ่ง แล้วจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นให้ทราบ โดยไม่คำนึงว่าจะมีคนรับสายหรือไม่ ข้อความที่รายงานจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งสามารถเรียกออกมาใช้ได้

ข.เมื่อมีโทรศัพท์เข้ามาตรวจสอบสภาวะต่างๆ จากภายนอก

เริ่มจากผู้โทรยกหูโทรศัพท์จากภายนอก และจะได้ยินเสียงสัญญาณพร้อมให้กดหมายเลขโทรศัพท์ (Dial Tone) หลังจากนั้น ผู้โทรกดหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ที่ติดตั้งเครื่องเตือนภัยและสั่งการทางโทรศัพท์นี้ไว้

1.โดยปกติ เมื่อยังไม่มีสัญญาณโทรศัพท์ (Ringing Tone) เข้ามา ก็จะมีการตรวจเช็คสภาวะของอุปกรณ์ต่างๆอยู่ตลอดเวลา

2.เมื่อมีสัญญาณ Ringing Tone เข้ามา CPU จะทำการสับสวิทช์ของรีเลย์ไปที่ปกติเปิด จึงเสมือนมีการยกหูโทรศัพท์ จะมีเสียงพูดตอบรับว่าให้กดรหัสผ่าน

3.CPU จะตรวจสอบรหัสผ่านของผู้ใช้ เป็นรหัส Password 2 ตัว

-ถ้ารหัสนั้นผิด CPU จะสับเปลี่ยนสวิทช์รีเลย์กลับไปที่ปกติปิดทันที แล้วกลับไปเริ่มทำงานที่สภาวะเริ่มต้น

-ถ้ารหัสนั้นถูกต้อง ก็จะรอรับสัญญาณรหัสของอุปกรณ์จากการกดคีย์โทรศัพท์ของผู้โทรเข้า และจะตอบว่าที่สภาวะนั้น อุปกรณ์เป็นอย่างไร โดยส่งเป็นเสียงพูดออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุปและวิจารณ์

ชิ้นงาน project "ระบบเตือนภัยและสั่งการทางโทรศัพท์" ได้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่

1. Board Microcontroller 8031 พร้อมด้วย ROM 4K , RAM 32K มีปัญหาที่เกิดขึ้น ที่เป็นปัญหาใหญ่ คือการติดต่อของ Port จะมีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน โดยเฉพาะ Port 0 , Port 2 จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นมากอยู่ตลอดเวลา

2. DTMF เป็นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงโทรศัพท์เป็นรหัส BCD แล้วส่งไปยัง controller เพื่อใช้ในการประมวลผล ใช้ IC MT8870 ซึ่งค่อนข้างบอบบาง การใช้งานควรระวังให้ดี ควรต่อวงจรและเช็คให้ละเอียดดี

3. TONE GENERATOR เป็นวงจรที่ใช้กดเบอร์โทรศัพท์ติดต่อไปยังหมายเลขต่างๆ ประกอบด้วย TONE DIALER , BCD-to-DECIMAL DECODER , ANALOG SWITCH ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ เมื่อไม่มีสัญญาณ BCD ป้อนให้มัน เมื่อทำการตรวจวัดขา output ของ TONE DIALER จะมีสัญญาณ analog ออกมา ซึ่งจะไปรบกวน DTMF เนื่องจากต่อสายสัญญาณออกโทรศัพท์ร่วมกัน

4. DELTA MODULATION (CVSD) เป็นตัวแปลงสัญญาณเสียงไปเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อเก็บไว้ในหน่วยความจำ RAM และเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลกลับเป็นสัญญาณเสียง เมื่อต้องการนำสัญญาณเสียงที่เก็บนั้นไปใช้ การนำวงจรนี้ไปใช้งาน ค่อนข้างได้ผลดี แต่สัญญาณเสียงที่ผ่านการแปลงแล้วนั้น จะไม่เหมือนจริงมากนัก เสียงอู้อี้เล็กน้อย

5. TONE DECODER ใช้ตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ตอบรับกลับว่า Busy หรือ Ring-back Tone

6. PISO และ SIPO มีปัญหาคือ มีสัญญาณรบกวน Port 0 ทำให้เกิดการ hang ของโปรแกรม แก้โดยต้องมี Buffer ต่อกั้นระหว่าง ROM , RAM

7. วงจรกำเนิด clock 16K สามารถใช้งานได้ดี

8. วงจร key-write มีปัญหาคือ วงจร key-write จะต้องต่อกับ RAM ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน ในชิ้นงานนี้ยังไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ จึงได้ยกเลิกวงจรนี้ไป แล้วอัดข้อมูลนี้ลงใน ROM แทน

9. ซอฟท์แวร์เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ ยังมีปัญหาอยู่บ้างในเรื่องของโปรแกรม โดยเฉพาะปัญหาการ interrupt ของ loop การทำงานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการพัฒนาโครงงาน

โครงงานนี้ยังมีหน้าที่การทำงานที่ไม่สมบูรณ์นัก ยังมีส่วนที่สามารถนำไปพัฒนาให้ดีขึ้นได้อีก คือ

1. การใช้โทรศัพท์สั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้า และมีการโต้ตอบกลับให้ผู้โทรทราบว่า ได้รับคำสั่งถึงขั้นตอนไหนแล้ว ทำให้ผู้สั่งงานสามารถทราบได้ว่า สิ่งที่ได้สั่งไปแล้วนั้นได้ผลดีหรือไม่ เราอาจจะทำให้พอร์ทที่ยังว่างอยู่ของ 8031 เกิดการออสซิลเลทที่ความถี่ต่างๆกัน โดยใช้โปรแกรม แล้วใช้สัญญาณนี้ตอบกลับไปยังผู้เรียกในขั้นตอนการทำงานต่างๆ ได้

2. การแยกแยะสัญญาณโทรศัพท์ปกติที่เข้ามา กับสัญญาณโทรศัพท์ที่เข้ามาควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า สั่งการหรือเตือนภัยได้ โดยเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม

3. การกำหนดเบอร์โทรศัพท์ที่ต้องการให้เครื่องโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ ในโครงงานนี้เป็นการอัดลง ROM ซึ่งแก้ไขข้อมูลลำบาก น่าจะอัดใส่ RAM แล้วแก้ไขตัวโปรแกรมให้รับรหัสเบอร์โทรศัพท์ 7 ตัวเพิ่มด้วย เพื่อจะได้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ง่ายขึ้น

4. การตอบรับ และบันทึกข้อมูล (recorder) เมื่อมีผู้โทรศัพท์เข้ามาเพื่อติดต่อกับบุคคลหนึ่ง แล้วบุคคลนั้นไม่อยู่ โดยนำข้อความเก็บไว้ในหน่วยความจำ และอนุญาตให้มีการลบหน่วยความจำได้เมื่อรับทราบแล้ว เพื่อนำพื้นที่หน่วยความจำนั้นมาใช้งานอีก

5. การร้องขอการใช้ ในขณะเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน แต่มีการใช้โทรศัพท์โดยอัตโนมัติอยู่ ไม่ว่าจะเป็นการฝากข้อความหรือการสั่งการ โดยอาจจะส่งเป็นสัญญาณเตือนหรือเป็นข้อความในการร้องขอ

6. ความเที่ยงตรงของอุปกรณ์ตรวจจับ ต้องแม่นยำมาก ในโครงงานนี้เป็นเพียงการจำลองอุปกรณ์การตรวจจับด้วยสวิทช์ ในการใช้งานจริงยังต้องปรับปรุงอีก เพื่อป้องกันการเกิดสัญญาณหลอก หรือเพื่อความแม่นยำในการตรวจจับสัญญาณฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม
(REFERENCE)

1.ธวัชชัย เลื่อนฉวี , "เทคโนโลยีโทรศัพท์" ,ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์

2.บรรณาธิการ ,"ไอซีน่าสน MT8870" ,เซมิคอนดักเตอร์อิเลคทรอนิคส์ ,ซีเอ็ดยูเคชัน ฉบับที่ 88 กันยายน-ตุลาคม 2531 ,หน้า 210-214

3.สุทธินันท์ พรศิริกุล , "ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์" , เซมิคอนดักเตอร์อิเลคทรอนิคส์, ซีเอ็ดยูเคชัน ฉบับที่ 127 พฤษภาคม 2536 ,หน้า 118

4.MOTOROLA SEMICONDUCTOR Data Sheet , MOTOROLA TELECOMMUNICATION DEVICE DATA

5.National Semiconductor Data Sheet

6.คู่มือเทียบเบอร์ไอซี TTL, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , พ.ศ.2534

7.MOTOROLA MEMORY DATA , MOTOROLA INC. ,1989

8.คู่มือดูชาไอซี, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

9.Signatics Microcontroller Users' Guide , PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้