สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

Home Appliant Controlling System Via Telephony

T046260

โดย

นาย ถนอม	ปลื้มวงศ์โรจน์	41014154
นาย ยุทธนา	รัตนชื่น	41014344
น.ส. รวีวรรณ	ฝั้นอิ่นแก้ว	41014350

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46260
วัน, เดือน, ปี 21 มี.ค. 2546

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

Home Appliant Controlling System Via Telephony

โดย

นาย ถนอม	ปลื้มวงศ์โรจน์	41014154
นาย ยุทธนา	รัตนชื่น	41014344
น.ส. รวีวรรณ	ฝั้นอิ่นแก้ว	41014350

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผ.ศ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

(Home Appliant Controlling System Via Telephony)

ผู้จัดทำ

1. นาย ถนอม ปลื้มวงศ์โรจน์ รหัสประจำตัว 41014154
2. นาย ยุทธนา รัตนชื่น รหัสประจำตัว 41014344
3. น.ส. รวีวรรณ ฝั้นอิ่นแก้ว รหัสประจำตัว 41014350

ลงชื่อ.....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ เรื่อง (ภาษาไทย) เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

(ภาษาอังกฤษ) Home Appliant Controlling System Via Telephony

จัดทำโดย

1. นาย ถนอม ปลื้มวงศ์โรจน์ รหัสประจำตัว 41014154
2. นาย ยุทธนา รัตนชื่น รหัสประจำตัว 41014344
3. น.ส. รวีวรรณ ฝั้นอิ่นแก้ว รหัสประจำตัว 41014350

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่ทำการสอบได้

ลงชื่อ.....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

นาย ถนอม ปลื้มวงศ์โรจน์ 41014154
นาย ยุทธนา รัตนชื่น 41014344
น.ส. รวีวรรณ ฝั้นอิ่นแก้ว 41014350
ผ.ศ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้การติดต่อจากสถานที่หนึ่ง ๆ ไปยังเครื่องควบคุมหลักผ่านทางโทรศัพท์บ้าน เพื่อควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในบ้านที่ได้มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า หลักการทำงานของระบบคือ เมื่อมีสายเรียกเข้า เครื่องควบคุมจะทำการตรวจสอบการรับสายว่ามีหรือไม่ ถ้าไม่มีการรับสายเครื่องควบคุมจะทำการตัดสายสัญญาณโทรศัพท์เข้าสู่ภาคการตอบรับอัตโนมัติของเครื่องควบคุม โดยการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุมและผู้ใช้งานภายนอกใช้รหัสสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ (DTMF : Dual Tone Multiple Frequency) เพื่อทำการควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องการ การทำงานของระบบจะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์หลักในการรับ-ส่ง ข้อมูล รวมทั้งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าตามรหัสที่ผู้ใช้กำหนด นอกจากนี้ยังเพิ่มเติมการทำงานให้ระบบเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดโดยการเป็นเครื่องตอบรับอัตโนมัติและระบบเตือนควบคู่กันไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Home Appliant Controlling System Via Telephony

Mr. Dhanorm Plumwongrot 41014154

Mr. Yutthana Rattanachern 41014344

Ms. Raveewan Phuninnkaew 41014350

Miss. Kanittha Satang (Adviser)

2nd. Semester, Educational year 2000

Abstract

This project comes from concept of the telephone network which is wide and convenience for long distance communication system. From this concept the Home Appliant Controlling System Via Telephony. This machine can be separated to 3 parts included of Receiving, Processing and Controlling parts.The Receiving part is User and Telephone Connection Unit. The main idias of this unit are interface via answering machine and user is able to control the equipment by Dual Tone Multiple Frequency(DTMF) signals. The processing part is directly controlled by main Microcontroller that receives input signals from previous part for process and control equipment. And the Controlling part detects working status from electrical equipment and feedback signal to processing unit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโทรศัพท์	2
2.1 ระบบโทรศัพท์	2
2.2 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์	4
2.3 การทำงานของลูปท้องถิ่น	5
2.4 การติดต่อระหว่างผู้เรียก (Calling) และ ผู้ถูกเรียก (Called)	7
2.5 ความถี่สัญญาณต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์	8
2.6 โทรศัพท์ระบบ DTMF	10
บทที่ 3 ทฤษฎีและการนำไปใช้งาน	11
3.1 Telephone Speech Part Network with dialer interface(TSN)	11
3.2 วงจร Detect Ringing Circuit	12
3.3 MT 8888C Integrated DTMF Transceiver with Intel Micro Interface	14
3.4 ทฤษฎีและการใช้งาน 8255 เบื้องต้น	18
3.5 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของ ISD2590	23
3.6 หม้อแปลง	25
3.7 การเลือกขนาดและความถี่ของศักดาขาออก	25
3.8 การตรวจสอบแบตเตอรี่ที่จ่ายให้โหลด	25
3.9 การตรวจสอบไฟเลี้ยงวงจร	26
บทที่ 4 การออกแบบและการทดลอง	31
4.1 พื้นฐานในการออกแบบระบบควบคุม	31
4.2 ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกของโทรศัพท์	34
4.3ส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หน้า
	4.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์	36
	4.5 วงจร ISD25XX (ส่วน Record และ Playback ข้อความ)	39
	4.6วงจรส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและตรวจสอบสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้า	41
	4.7 ระบบรักษาความปลอดภัย	45
	4.8 การทำงานโดยรวมของวงจร	45
บทที่ 5	การทดลอง	47
บทที่ 6	สรุปและวิจารณ์	49
	ภาคผนวก	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงBlock Diagram ของเครื่องโทรศัพท์	3
รูปที่ 2.2 แสดงไฟกระแสตรงที่เลี้ยงค่สาย	8
รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณ Dial Tone	8
รูปที่ 2.4 แสดงสัญญาณ Busy Tone	9
รูปที่ 2.5 แสดงสัญญาณ Ring Back Tone	9
รูปที่ 2.6 แสดงสัญญาณ Ringing Tone	9
รูปที่ 2.7 แสดงการสร้างรูปคลื่น PWM แบบเนเชอรอลแซมปลิ้ง ชนิด 2 ระดับ	9
รูปที่ 3.1 แสดงภายใน IC 4N26	12
รูปที่ 3.2 แสดงภาคอินพุทของ DTMF แบบ Inverting Amplifier	14
รูปที่ 3.3 แสดงภาคอินพุทของ DTMF แบบ Differential Amplifier	15
รูปที่ 3.4 แสดงวงจร Steering Circuit	17
รูปที่ 3.5 แสดงวงจร DTMF	17
รูปที่ 3.6 แสดงตำแหน่งขาต่าง ๆ ของ 8255	19
รูปที่ 3.7 แผนผังภายในของ 8255	19
รูปที่ 3.8 แสดงความหมายของแต่ละบิตในรหัสควบคุม	20
รูปที่ 3.9 แสดง Block Diagram ของ ISD25XX	24
รูปที่ 3.10 แสดงตำแหน่งขาต่าง ๆ ของ ISD25XX	24
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรการใช้งาน ISD25XX แบบชิพเดี่ยว	29
รูปที่ 3.12 แสดงวงจรทดสอบการทำงานของ ISD25XX แบบหลายชิพ	30
รูปที่ 4.1 แสดงเครือข่ายที่สมมูลกันตามมาตรฐาน RS-485	32
รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและอัตราการส่งข้อมูล	33
รูปที่ 4.3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกของโทรศัพท์ (Detect Ringing)	35
รูปที่ 4.4 วงจรส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (Telephone Speech Part)	37
รูปที่ 4.5 แสดงวงจร Sound Circuit (ใช้ ISD25XX)	42
รูปที่ 4.6 แสดงวงจรส่วนควบคุมหลัก และวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	43
รูปที่ 4.7 แสดงวงจรส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และตรวจสอบสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้า	44
รูปที่ 4.8 วงจรส่วนรักษาความปลอดภัย	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ในแต่ละหมายเลขหน้าเครื่องโทรศัพท์	10
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ	16
ตารางที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD2590	27
ตารางที่ 4.1 แสดงรูปแบบของสัญญาณแต่ละชนิด	36
ตารางที่ 4.2 แสดงสัญญาณทางตรรก	38
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าแอดเดรสต่าง ๆ ของ ISD25XX	39
ตารางที่ 4.4 แสดงฟังก์ชันการควบคุม ISD25XX	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบัน โทรศัพท์ได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของบุคคลในสังคมมากขึ้นจนอาจกล่าวได้ว่า โทรศัพท์ได้กลายเป็นปัจจัยหลักในการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล ดังนั้นการศึกษาถึงการทำงาน และการนำระบบโครงข่ายที่มีความสลับซับซ้อนนี้มาใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ จึงเกิดขึ้นอย่างมากมาย อาทิ เพจเจอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบพกพา ไปจนถึงบริการอินเตอร์เน็ตที่อาศัยการติดต่อสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์ทำให้เกิดโครงข่ายการสื่อสารขนาดยักษ์ขึ้น เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการนำระบบสื่อสารนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อความสะดวกสบายของผู้ใช้งานและเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบันทั้งในรูปแบบของการใช้งานส่วนบุคคล และสำนักงาน บริษัท ห้างร้าน ซึ่งในโครงงานนี้ได้ทำการประยุกต์การใช้งานเครื่องรับโทรศัพท์อัตโนมัติธรรมดาเพื่อเป็นเครื่องควบคุมอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

โครงงานนี้จะเกี่ยวเนื่องกับการใช้งานระบบโทรศัพท์ และการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม โดยศึกษาสัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมของระบบ ทั้งในการส่งและรับสัญญาณผ่านสายโทรศัพท์ และการถอดรหัสดีทีเอ็มเอฟ (DTMF:Dual Tone Multiple Frequency)ในส่วนของการควบคุมจะใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่มีการประยุกต์ใช้งานกันอย่างหลากหลายในปัจจุบัน

ภาพรวมของระบบการทำงานคือ เครื่องควบคุมจะทำการตรวจสอบความต้องการของผู้ใช้งานผ่านทางระบบรหัสสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ และนำคำสั่งที่ได้ไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จากนั้นทำการตรวจสอบสถานการณ์ทำงานของระบบหรืออุปกรณ์นั้น ๆ แล้วจึงป้อนกลับมายังผู้ใช้งานให้ทราบถึงสถานะที่เป็นอยู่ โดยโครงงานจะแบ่งเป็น 3 ส่วนการทำงานคือ 1.ส่วนการติดต่อกับโทรศัพท์ภายนอก (Telephone Interfacing) 2. การติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องควบคุม (User Interfacing) 3.การควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของทั้งระบบ (Main Controller)

นอกจากนี้แล้ว โครงงานนี้ยังสามารถแบ่งฟังก์ชันการทำงานออกเป็น 4 ฟังก์ชัน คือ 1. การควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน 2. การบันทึกข้อความ 3. การตรวจเช็คข้อความ และ 4. แบบจำลองระบบโทรออกอัตโนมัติ โครงงานนี้จึงเป็นโครงงานที่มีความหลากหลายและน่าสนใจโครงงานหนึ่ง ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงให้ดีขึ้นในระยะต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโทรศัพท์

2.1 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการระหว่างสมาชิกและผู้รู้เลขหมายสมาชิก ให้สามารถเรียกผู้สนทนาต่าง ๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นลงได้

โทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือ ครอสบาร์ (Crossbar) กับ ระบบดีทีเอ็มเอฟ ซึ่งระบบแรกเป็นระบบเดิมใช้มาตั้งแต่มีการใช้โทรศัพท์ส่วนระบบ DTMF เป็นระบบใหม่ที่เข้ามาแทนที่ระบบ ครอสบาร์ เพราะมีประสิทธิสูงกว่า ใช้เวลาในการส่งหมายเลยน้อยกว่า และการใช้ระบบ DTMF นั้นที่ชุมสายโทรศัพท์จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความทนทานและมีอายุการใช้งานนานกว่าระบบ ครอสบาร์ ซึ่งเป็นระบบกลไก ที่มีการสึกหรอและเสียหาย

อุปกรณ์ที่สำคัญเกือบจะทั้งหมดที่มีผู้ใช้ในระบบโทรศัพท์ คือ เครื่องรับโทรศัพท์ (Subscriber set) อุปกรณ์โทรศัพท์มีหน้าที่สร้างสัญญาณส่งไปยังชุมสาย (Dialing) เพื่อให้ชุมสายทราบถึงหมายเลขที่กำลังติดต่อ ส่วนสัญญาณเรียก (Ringing), ส่วนส่ง(Transmitting), ส่วนรับ(Receiving) ซึ่งส่วนทั้งหมดนี้จะอยู่ที่ผู้ใช้โทรศัพท์หรือเครื่องรับ

เครื่องโทรศัพท์จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักใหญ่ ๆ 7 องค์ประกอบด้วยกันคือ

1. ภาครับ (Receiver)
2. ภาคส่ง (Transmitter)
3. เครือข่ายเสียง (Speech Network)
4. สวิทช์สำหรับยกหูวางหู (Hook Switch)
5. กระดิ่ง หรือสัญญาณเรียก (Ringing)
6. การหมุนหมายเลข (Dialer)
7. วงจรแปลงสัญญาณไฟตรง (Bridge Rectifier)

บล็อคไดอะแกรม ในรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงการต่อร่วมกันขององค์ประกอบหลักทั้งภายในเครื่องโทรศัพท์

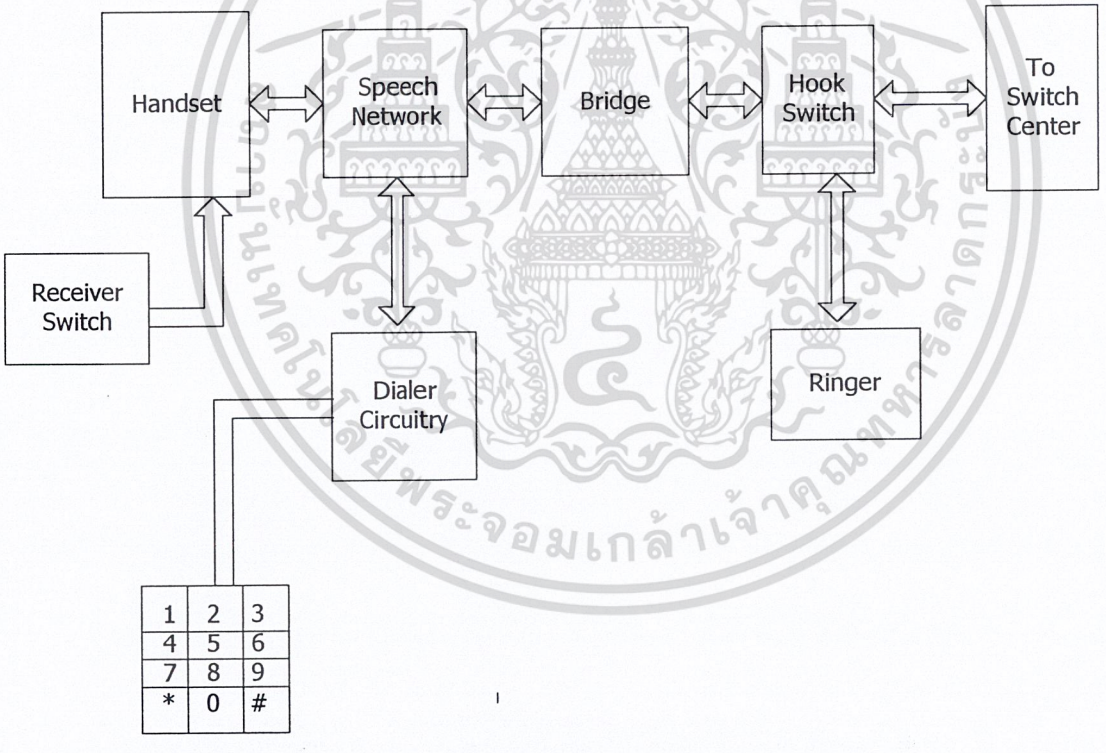
ตำแหน่งของส่วนส่งส่วนรับปกติจะติดอยู่ที่ตัวพูดหูฟัง (Hand set) ของเครื่องโทรศัพท์ซึ่งในส่วนส่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณทางเสียง (Voice signal) ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (Electrical Signal) ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกส่งไปที่สวิทชิ่งเซนเตอร์ (Switching center)แต่สำหรับส่วนรับมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง สัญญาณที่ส่วนรับนั้นจะประกอบด้วยสัญญาณแถบความถี่เสียง (Voiceband Signal) จากสวิทชิ่งเซนเตอร์ และจะคอยลดทอนการป้อนกลับจากส่วนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเครือข่ายเสียง จะมีหน้าที่แยกสัญญาณส่งและรับภายในเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้น สัญญาณทั้งหมดระหว่างสวิทชิ่งเซนเตอร์ และเครื่องรับโทรศัพท์ อาจจะส่งไปในคู่สายเดียวกันได้

ชุดสวิทช์มีอยู่ 2 สภาวะ คือ ออนฮุค กับออฟฮุค ทั้ง 2 สภาวะนี้ขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณว่าง (DiaL) หรือใช้งาน (Busy) ตามลำดับ ในสภาวะออฟฮุคปกติจะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหู เมื่อยกหู กระแสที่ส่งจะบอกให้อุปกรณ์สวิทชิ่งเซนเตอร์รู้ว่าอยู่ในสภาวะ ออฟฮุค สวิทชิ่งเซนเตอร์จะปิดกัน สัญญาณเสียงกระดิ่ง (Ringing Signal) และเตรียมสัญญาณแมวกรน (Dial Signal) ฮุคสวิทช์จะต่อสายโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเมื่ออยู่ในสภาวะออฟฮุค

ในสภาวะออฟฮุค วงจรโทรศัพท์จะรับแรงดันไฟตรงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ที่สวิทชิ่งเซนเตอร์ส่วนสภาวะออนฮุคจะปรากฏสัญญาณกระดิ่งเมื่อผู้เรียกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า ประมาณ 80 Vrms และ 20-30 Hz ซึ่งปกติจะถูกสร้างสัญญาณขึ้นที่สวิทชิ่งเซนเตอร์และถูกส่งมาทำให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ทำงาน



รูปที่ 2.1 แสดง Block Diagram ของเครื่องโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอยู่ 2 วิธีที่จะใช้ส่ง Dial ไปที่สวิทชิ่งเซนเตอร์ คือ

1. สร้างพัลส์ (Pulse Generation)
2. สร้างโทน (Tone Generation)

Dial แบบหมุน (Rotary Type Dialers) จะสร้างพัลส์ออกไปตามสายและพัลส์จะถูกส่งไปและนับที่สวิทชิ่งเซนเตอร์ ส่วนแบบกด (Tone Dialer) จะสร้างเสียงที่เกิดจากการรวมตัวกันของความถี่ที่แตกต่างกัน

สวิทชิ่งเซนเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์ก็คือชุมสาย (Center office:CO) ซึ่ง ชุมสายนี้จะต่อรวมเป็นกลุ่มในเขตหรือเส้นทาง เพื่อความเหมาะสมของสวิทชิ่งเซนเตอร์ เราต้องจัดลำดับของสวิทชิ่งเซนเตอร์ให้ต่อร่วมกับชุมสายกลางทั้งหมด ซึ่งรวมไปถึงการต่อร่วมกันระหว่างผู้ใช้กับผู้เรียกซึ่งปกติจะเลือกเส้นทางผ่านลำดับของ Toll Trunk ที่ต่ำสุดระหว่างเครื่องโทรศัพท์และชุมสายกลาง อาจมีรีโมทคอนเดนเซอร์ และตู้ชุมสายส่วนตัว (PBXs) คอนเซนเตเตอร์มีหน้าที่ลดการเชื่อมต่อระหว่างทุก ๆ คู่สายกับชุมสายกลาง โดยวิธีการ Multiplexing และรูปแบบของ Trunk Sharing

ตู้ชุมสายสาขาส่วนตัวทำหน้าที่เหมือนสวิทชิ่งเซนเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์ส่วนย่อย เช่น ภายในสำนักงานธุรกิจจะมีตู้ไว้สำหรับใช้ในบริษัท ซึ่งตู้นี้จะต่อกับ ชุมสายกลางโดยผ่าน Analog หรือ Digital Trunk

2.2 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์โดยทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นแบบหมุนหรือแบบกดปุ่ม จะต้องมีความสามารถพื้นฐานในการติดต่อสื่อสารดังนี้

- สามารถร้องขอการใช้บริการโทรศัพท์ จากเครือข่ายเมื่อมีการยกหูขึ้น
- แจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบว่าเครือข่ายพร้อมให้บริการ โดยส่งสัญญาณเสียงออกทางหูฟังเรียกสัญญาณเสียงดังกล่าวว่า สัญญาณเสียงหมุนเลขหมาย (dial tone)
- ส่งเลขหมายของเครื่องลูกข่ายปลายทางที่ต้องการเรียกไปยังเครือข่าย ซึ่งการป้อนเลขหมาย โดยผู้ใช้บริการเป็นได้ทั้งแบบหมุนหรือแบบกดปุ่ม
- แสดงสถานะของการเชื่อมต่อ โดยใช้สัญญาณเสียงต่างชนิดกัน เช่นสัญญาณรอรับหรือสัญญาณเลขหมายปลายทางไม่ว่าง
- แจ้งสายเข้าโดยใช้สัญญาณกระดิ่ง (ringing) หรือสัญญาณเตือนอื่น ๆ
- แปลงสัญญาณเสียงจากผู้พูด เป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งผ่านเข้าสู่เครือข่ายไปยังเครื่องลูกข่ายปลายทาง และแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจากเครือข่าย เป็นสัญญาณเสียง
- แจ้งเครือข่ายว่า การสนทนาจบสิ้น ในทันทีที่ผู้ทำการเรียกวางหูโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ในยุคแรก ๆ จะเชื่อมต่อถึงกันโดยไม่ผ่านชุมสายโทรศัพท์ทั้งนี้ เนื่องจากจำนวนเครื่องในขณะนั้นมีอยู่ไม่มาก แต่เมื่อจำนวนเครื่องลูกข่ายมีมากขึ้น มาเชื่อมต่อโดยตรงในลักษณะดังกล่าว ก่อให้เกิดปัญหาในการวางคู่สายซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้น อย่างมหาศาล ทำให้เห็นความจำเป็นในการนำชุมสายโทรศัพท์มาใช้งาน

2.3 การทำงานของลูปท้องถิ่น

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกชุมสาย(CO)ซึ่งภายในประกอบไปด้วย อุปกรณ์ สลับสาย อุปกรณ์ควบคุมการรับส่งสัญญาณ และระบบแบตเตอรี่ซึ่งทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องลูกข่าย การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายและ CO จะผ่านทางสายทองแดงสองเส้นต่อหนึ่งวงจร เรียกว่า ลูปท้องถิ่น (Local Loop) โดยมีการเรียกสายเส้นหนึ่งว่า T (มาจากคำว่า TIP) และอีกเส้นหนึ่งว่า R(มาจากคำว่า RING)

อุปกรณ์สลับสายใน CO ทำหน้าที่ตอบสนองการร้องขอเชื่อมต่อวงจรจากเครื่องลูกข่าย ซึ่งส่งเลขหมายปลายทางมาโดยใช้สัญญาณพัลส์ (pulse) หรือสัญญาณเสียง (tone) แล้วแต่ละชนิดของเครื่องลูกข่าย เมื่อสร้างวงจรสื่อสารขึ้นแล้ว เครื่องลูกข่ายต้นทาง และปลายทาง จะทำการสื่อสารกัน โดยผ่านทางหม้อแปลงคัปปลิ้ง ด้วยการใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งถูกป้อนจาก CO ไปยังเครื่องลูกข่ายแต่ละด้าน

ในช่วงปกติที่มิได้มีการสนทนาหูโทรศัพท์ (handset) จะถูกวางไว้บนแท่นวาง น้ำหนักของหูโทรศัพท์ จะกดลงบนสวิทช์ตัดต่อทำให้สวิทช์เปิดวงจร เรียกภาวะดังกล่าวว่า “on-hook” วงจรระหว่างเครื่องลูกข่าย และ CO จะถูกแยกออกจากกัน ยกเว้นวงจรในส่วนสัญญาณกริ่ง ของเครื่องลูกข่ายเท่านั้นที่มิได้ต่อผ่านสวิทช์ตัดต่อ โดยมีคาปาซิเตอร์ C ทำหน้าที่ป้องกันมิให้ไฟฟ้ากระแสตรงไหนผ่านวงจร แต่จะยอมให้สัญญาณเรียกจากชุมสาย ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสสลับผ่านได้เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไฟตรงไหลจาก CO มายังเครื่องลูกข่าย

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สปริงซึ่งติดตั้งอยู่กับสวิทช์ตัดต่อ จะดันสวิทช์ขึ้น ทำให้เกิดการปิดวงจร วงจรเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายและ CO เกิดการครบวงจร ทำให้มีกระแสไฟตรงไหลผ่านลูปท้องถิ่น เรียกภาวะนี้ว่า “off-hook” สัญญาณ off-hook จะถูกส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์เพื่อแจ้งให้ทราบว่า มีผู้ใช้บริการต้องการสร้างวงจรสื่อสารขึ้น ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณแจ้งให้หมุนเลขหมาย (dial tone) กลับไปเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบว่าชุมสายพร้อมรับเลขหมายปลายทางแล้ว การส่งเลขหมายจากเครื่องลูกข่ายกลับไปยังชุมสายเป็นไปได้ 2 ลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การส่งเลขหมายโดยใช้สัญญาณพัลส์

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์รุ่นเก่าซึ่งเป็นแบบหน้าปัดหมุน จะใช้วิธีการส่งเลขหมายโดยสัญญาณพัลส์ โดยการหมุนเลขหมายแต่ละเลข จะเป็นการทำให้สวิทช์ตัดต่อส่งพัลส์ ซึ่งมีจำนวนลูกสัมพันธ์กับเลขหมายที่หมุน เช่น ส่งพัลส์ 2 ลูก ในกรณีที่หมุนเลข 2 เป็นต้น คาบเวลาของพัลส์ แต่ละลูกจะมีค่าคงที่ และมีค่าน้อยกว่าช่วงเวลาห่างระหว่างพัลส์ลูกสุดท้ายของเลขหมาย และพัลส์ลูกแรกของเลขหมายถัดไป

2.3.2 การส่งเลขหมายโดยใช้สัญญาณเสียง

เป็นการส่งสัญญาณซึ่งถูกนำมาใช้งานในโทรศัพท์รุ่นทั่วไป โดยใช้สัญญาณเสียงในย่าน แบนด์วิดธ์ ของเสียงสนทนาแทนเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องการส่ง ซึ่งจะใช้ได้กับ CO ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ถอดรหัสเสียงแล้วเท่านั้น การส่งสัญญาณชนิดนี้จะใช้ชุดปุ่มซึ่งมีอยู่ 12 ปุ่ม ประกอบด้วย หมายเลย 0 ถึง 9 รวมทั้งเครื่องหมาย * และ # การกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งเหล่านี้จะเป็นการกระตุ้นให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งควบคุมการกดปุ่มสร้างสัญญาณเสียงซึ่งเกิดจากการผสมสัญญาณไซน์ 2 ความถี่ เพื่อที่จะแทนหมายเลขที่กดนั้น ๆ

หลังจากผู้ใช้โทรศัพท์ทำการส่งเลขหมายเป็นที่เรียบร้อยแล้ว CO จะทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อระหว่างผู้เรียก และเลขหมายปลายทางโดยใช้อุปกรณ์สวิทชิ่ง ภายในเป็นตัวเชื่อม หากผู้รับปลายทางกำลังยกหูอยู่ในช่วงที่มีการขอเชื่อมต่อในกรณีนี้ CO จะส่งสัญญาณสายไม่ว่าง (busy tone)กลับไปยังผู้เรียกต้นทางแต่หากคู่สายปลายทางมิได้ถูกใช้งาน CO จะสร้างสัญญาณกระดิ่ง (ringing tone) ไปยังเครื่องลูกข่ายของผู้เรียกเพื่อแจ้งผู้เรียกว่า กำลังอยู่ในระหว่างการเรียก เมื่อผู้ถูกเรียกปลายทางทำการยกหูรับสาย จะถือว่าลูปท้องถิ่นทางด้านผู้เรียกเกิดการครบวงจร เนื่องจากมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น และมีไฟกระแสตรงไหลผ่านลูปปลายทาง CO จะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณกระดิ่งจะย้อนกลับไปทันที จากช่วงนี้ไปถือว่าเป็นช่วงการสนทนาของคู่สนทนา

ส่วนของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ซึ่งใช้รับสัญญาณเสียงจากผู้พูดเรียกว่าชุดส่งสัญญาณ (transmitter) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดค่ากระแสไฟฟ้าภายในลูปท้องถิ่น จะสัมพันธ์กับระดับเสียงของผู้พูด สำหรับส่วนของเครื่องลูกข่ายที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้า ให้กลับมาเป็นเสียงพูดซึ่งสามารถรับฟังได้เรียกว่าชุดรับสัญญาณ (receiver) สัญญาณซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยชุดส่งสัญญาณ จะถูกส่งผ่านลูปท้องถิ่น ในรูปของกระแสไฟฟ้า ไปยังชุดรับสัญญาณของเครื่องลูกข่ายปลายทาง ภายในเครื่องลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่ายของผู้เรียกจะมีการป้อนสัญญาณ จากชุดส่งสัญญาณในระดับที่ไม่สูงมากนัก กลับไปยังชุดรับสัญญาณของเครื่องเดียวกัน เรียกสัญญาณดังกล่าวว่า ไซด์โทน (side tone)

ไซด์โทน นับเป็นสัญญาณที่มีความจำเป็นซึ่งใช้แจ้งให้ผู้พูดทราบว่าระดับเสียงของตนนั้นดังมากหรือน้อยเกินไป การปรับระดับของสัญญาณไซด์โทน นับเป็นสิ่งจำเป็นมาก ไซด์โทนที่มีขนาดแรงเกินไป จะทำให้ผู้พูดพูดเบาเกินไป เนื่องจากการตัดสินระดับเสียงของตนที่ได้ยิน และไซด์โทนที่เบาเกินไป จะทำให้ผู้พูดพูดเสียงดังเกินไป จนกลายเป็นเสียงตะโกน

เมื่อการสนทนาสิ้นสุดลง คู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง ทำการวางหูก่อนฝ่ายตรงข้าม สัญญาณ on-hook ที่ได้จากการวางหู (ไม่มีไฟฟ้ากระแสตรงไหลผ่านลูปท้องถิ่น) จะถูกส่งไปยัง CO เพื่อแจ้งให้ CO ยกเลิกวงจรการเชื่อมต่อ สำหรับ CO บางแห่งจะปลดวงจรการเชื่อมต่อทันที ไม่ว่าคู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูโทรศัพท์ แต่ CO บางแห่งจะปลดวงจรให้เฉพาะเมื่อผู้ทำการเรียกวางลูปเท่านั้น

2.4 การติดต่อกันระหว่างผู้เรียก (Calling) และผู้ถูกเรียก (Called)

ขั้นตอนการทำงานของโทรศัพท์แบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ ผู้เรียก(calling) กับผู้ถูกเรียก(called)

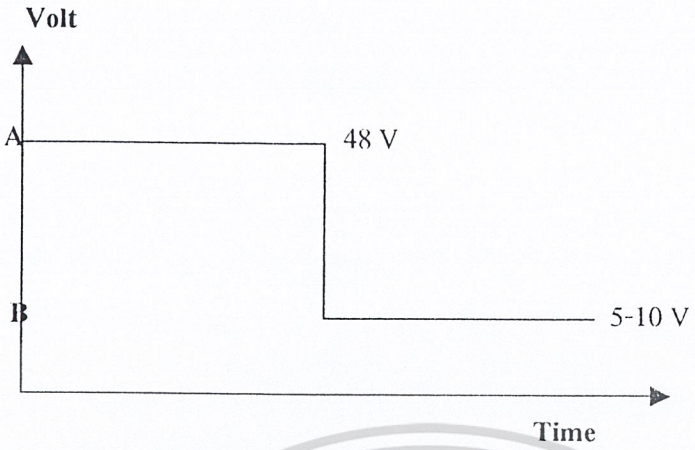
2.4.1 กรณีผู้เรียก(calling subscriber)

ขณะที่หูโทรศัพท์ว่างอยู่นั้น จะมีไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์อยู่ +48 โวลท์ และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้น ไฟกระแสตรงที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลท์ จะตกลงมาเหลือ 5-10 โวลท์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบชุมสายย่อย ขณะเดียวกันนั้นก็จะมีสัญญาณส่งมาจากชุมสาย เสียงที่เราได้ยินคือ สัญญาณ dial tone แสดงว่าพร้อมที่จะหมุนเลขหมายได้ หรือพร้อมที่จะกดหมายเลขได้ ถ้าเลขหมายที่ถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกจะได้ยินเสียงสัญญาณ ring back tone หรือเรียกเข้า แสดงว่าเลขหมายที่เรียกว่างพร้อมที่จะพูดได้ ให้คอยจนกว่าผู้ถูกเรียกจะยกหูรับ

2.4.2 กรณีผู้ถูกเรียก(called subscriber)

ขณะที่คู่สายว่าง จะมีไฟกระแสตรงตกคร่อมคู่สาย +48 โวลท์ และเมื่อมีการเรียกเลขหมายทางชุมสาย จะมีการต่อให้ จะส่งสัญญาณเรียกเป็นแรงดันไฟสลับประมาณ 110-150 โวลท์ และเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ อิมพีแดนซ์ประมาณ 600 โอห์ม ต่อเข้ากับชุมสาย และขณะเดียวกันชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณเรียกและทำการต่อคู่สายโทรศัพท์และทำให้แรงดันตกคร่อมเหลือเพียง 5-10 โวลท์ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



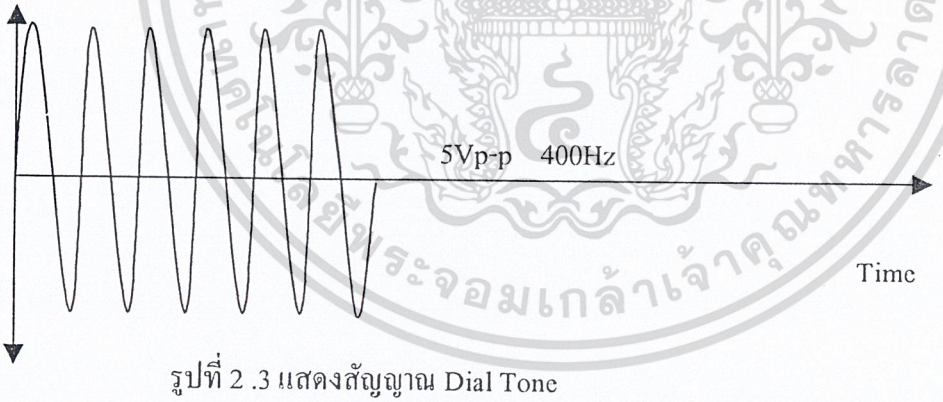
ช่วง A ขณะที่วางคู่สายโทรศัพท์อยู่มีไฟ DC ตกคร่อม +48 โวลท์

ช่วง B ขณะที่หูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นมีไฟ DC ตกคร่อม 5-10 โวลท์

รูปที่ 2.2 แสดงไฟกระแสตรงที่เลี้ยงคู่สาย

2.5 ความถี่สัญญาณต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์

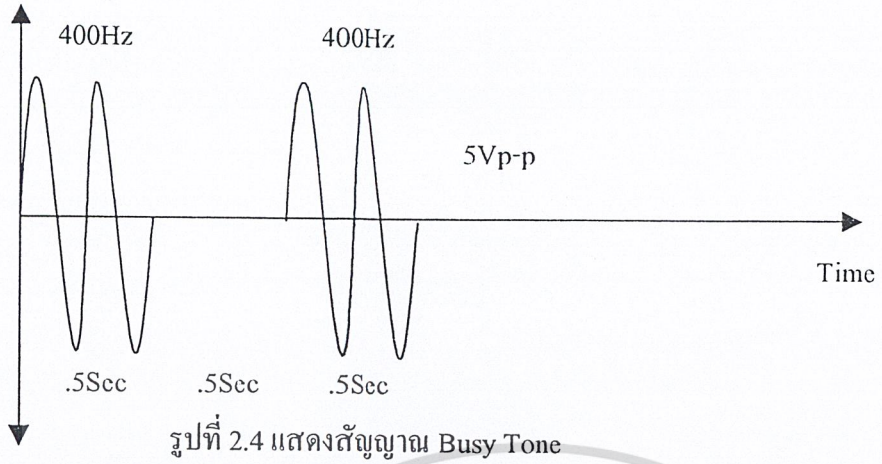
- Dial Tone ใช้เพื่อแสดงให้ผู้เช่าทราบว่าขณะนี้ผู้เช่าสามารถที่จะเรียกไปยังหมายเลขอื่นได้ ลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2 .3 แสดงสัญญาณ Dial Tone

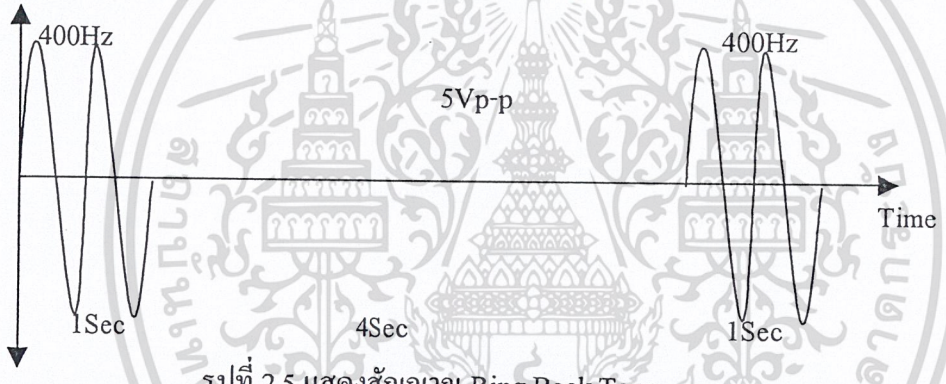
- Busy Tone ใช้เพื่อให้ผู้เรียกทราบว่าโทรศัพท์หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยขณะนี้ยังไม่ว่าง ควรจะวางหูสักระยะหนึ่งก่อน จึงเรียกหมายเลขใหม่อีก มีลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



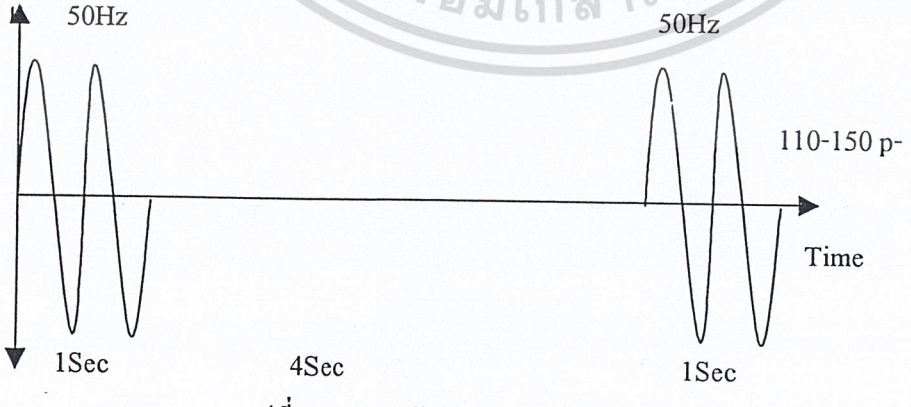
รูปที่ 2.4 แสดงสัญญาณ Busy Tone

- Ring Back Tone ใช้แสดงให้ผู้เรียกทราบว่าสามารถที่จะติดต่อกับผู้ที่จะติดต่อสนทนาด้วยได้แล้ว แต่อยู่ระหว่างรอการยกหู โดยลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงสัญญาณ Ring Back Tone

- Ringing Tone ใช้พร้อมกับ Ring Back Tone เมื่อสัญญาณเรียกดังก็จะมีสัญญาณเรียกกลับดังพร้อม ๆ กัน แต่สัญญาณนี้ดังแรงมากเพื่อไปทำให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ดัง โดยลักษณะรูปสัญญาณเป็นดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงสัญญาณ Ringing Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6โทรศัพท์ระบบ DTMF

โทรศัพท์ชนิดกดปุ่มระบบ Tone ประกอบด้วยปุ่มกดจำนวน 12 ปุ่ม มีการทำงานเป็นแบบ dual multi frequency แป้นกดจะแบ่งเป็น row 4 แถว (row) และ 3 คอลัมน์ (column)

ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ในแต่ละหมายเลขหน้าเครื่องโทรศัพท์

	C1 1209 Hz	C2 1336 Hz	C3 1447 Hz
R1 697 Hz	1	2	3
R2 770 Hz	4	5	6
R3 852 Hz	7	8	9
R4 941 Hz	*	0	#

เมื่อกดหมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง จะประกอบด้วยโทนเสียง 2 ความถี่ด้วยกันคือ ความถี่ สูง และความถี่ต่ำ (ความถี่ทางด้านหลักและแถวตามลำดับ) ซึ่งแต่ละหมายเลขจะให้ความถี่ออกมา 2 ความถี่ด้วยกัน แสดงให้ดูดังตารางที่ 1 จากตารางจะพบว่าหมายเลข 1,4,7 และ * อยู่ในหลักที่ 1 โดยหมายเลข 1,2,3 อยู่ในแถว ที่ 1 ตัวเลขแต่ละตัวเป็นการพบกันของความถี่ทางแถวและความถี่ทางหลัก ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกดปุ่มหมายเลข “5” จะอยู่ในหลักของ 1366 Hz และแถวของ 770Hz ดังนั้นจะได้ความถี่ output ออกมา 2 ความถี่คือ 1336 Hz และ 770Hz ซึ่งเรียกว่า DTMF ดังนั้นในการสร้างวงจรเพื่อถอดค่ารหัสความถี่เหล่านี้นั่นเอง ในปัจจุบันได้มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่โดยเฉพาะ คือ MT8888 ของบริษัท INTEL ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF มาแปลงให้เป็นค่าเลขฐานสองขนาด 4 บิท ดังนั้นโครงงานนี้จึงเลือกใช้ไอซีเบอร์นี้มาทำการถอดรหัส DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีและการนำไปใช้งาน

3.1Telephone Speech Part Network with dialer interface (TSN)

เป็นวงจรรวมที่สามารถปรับแต่ง ฟังก์ชัน ส่งและรับside tone เป็น DC loop interface circuit, เป็นภาค interface กับ tone dialer และ Regulated Output Voltage 1.5 volts ให้กับวงจร dialer TSN นี้ จะทำการแปลงสัญญาณจากสาย Tip และ Ring มาเป็นฝ่ายส่ง (Transmit) และฝ่ายรับ(Receive) หรือ 2 to 4 wire conversion

ในการต่อวงจรร่วมกับโทรศัพท์นั้น ต้องผ่านภาคกรองสัญญาณ (Bridge rectifier) ก่อนเพื่อทำการสร้างกราวด์ให้กับวงจร โดยส่วนของฝ่ายรับนั้น จะต่อกับอินพุทของ DTMF และขาไมโครโฟนของวงจรเสียง ISD การนำเข้าสู่วงจร DTMF นั้น เพื่อทำการตรวจสอบ (detect) สัญญาณ DTMF ที่ผู้เรียกส่งผ่านมาทางสายโทรศัพท์ เพื่อนำมาตรวจสอบหาค่าตัวเลขที่ได้ส่งผ่านมาทั้งการส่ง-รับของ IC นี้เป็นแบบ full duplex

ส่วนทางด้านขาไมโครโฟนนั้น จะต่อกับ output ของวงจร เสียง ISD โดยผ่านค่าความต้านทานหนึ่งตัวก่อน เพื่อปรับระดับขนาดของเสียงตามต้องการ

สำหรับการส่งสัญญาณ DTMF จากวงจรเสียงเรียก (dialer) นั้น จะส่งผ่านขา T1 โดยในขณะที่ส่งผ่านจะต้องทำการ Active Low ของ mute เพื่อตัดส่วนการพูดออกด้วย

โดยขออธิบายส่วนต่าง ๆ ของวงจรดังนี้

1) Transmit amplifier เป็น Inverting Amp ที่มีการ fix ค่าอัตราขยาย (gain) ให้คงที่ ที่ 26 dB จากความต้านทานภายใน สัญญาณที่ได้จาก Amplifier ตัวนี้ จะถูกแปลงเป็นกระแสผ่านตัวต้านทาน แล้วส่งไป Modulated กับ loop current

2) Side Tone Amplifier

สัญญาณ side tone เป็นสัญญาณที่ควบคุมความสมดุลระหว่าง Ttansmit Amp. กับ Receive Amp. เพื่อให้ผู้พูดได้ยินเสียงของตัวเองในขณะที่ส่งด้วย ขนาดของ Side Tone นั้น จะถูกจำกัดด้วย ค่าความต้านทานภายนอก โดย Side Tone นี้จะทำงานเมื่ออยู่ในโหมดพูด (Speech mode) เท่านั้น นั่นหมายความว่า Side Tone Amp จะไม่ทำงานใน dialing mode

3) Receive Amp.

เป็น Amplifier ที่ควบคุมขนาดของ สัญญาณเสียง ที่ส่งออกมายังลำโพง การควบคุมนั้นสามารถทำได้โดยการต่อผ่าน อุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Microphone

ไมโครโฟนนั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

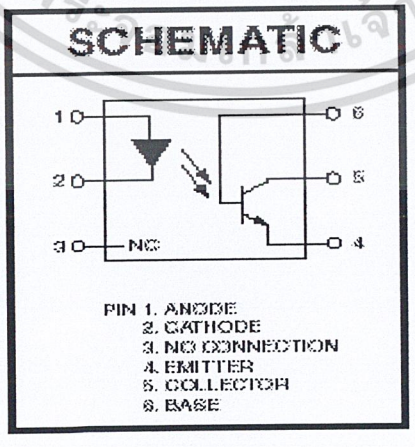
4.1 Electric Microphone ซึ่งมีลักษณะเป็นค่าตัวเก็บประจุ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันภายนอกจะทำให้ค่าความเก็บประจุนี้เปลี่ยนแปลง จึงเกิดสัญญาณทางไฟฟ้าขึ้น แต่ไมโครโฟนชนิดนี้ไม่สามารถกำเนิดสัญญาณได้ด้วยตัวเอง ดังนั้นจึงต้องมีการต่อไฟเลี้ยงให้ไมโครโฟน

4.2 Dynamic Microphone เป็นไมโครโฟนแบบที่สามารถกำเนิดแรงดันไฟฟ้าได้ด้วยตัวเอง เมื่อแรงดันอากาศมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการจ่ายไฟเลี้ยง แต่ขนาดของสัญญาณนั้นเล็กมาก จึงต้องขยายด้วยวงจรขยายอีกทีหนึ่ง ก่อนเข้าสู่วงจรรวม

3.2 วงจร Detect Ringing Circuit

เป็นส่วนที่ทำการ Detect สัญญาณเสียงเรียกที่ชุมสายเรียกเครื่องรับโทรศัพท์ โดยจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานของสัญญาณโทรศัพท์ก่อน

จากเดิมสัญญาณเสียงเรียกนี้ จะเป็นการ ปล่อยความถี่ 400 Hz ออกมาผ่านสาย Tip-Ring อย่างเป็นจังหวะ โดยปล่อย 1 วินาที และเว้น 4 วินาที ดังนั้น ในการ ตรวจจับสัญญาณเรียกเข้าจึงทำการเปลี่ยนความถี่ 400 Hz นี้ ให้กลายเป็นพัลส์และทำการแยกกราวด์เพื่อลดปัญหาของ สัญญาณรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้นตามวงจร ดังรูป 3.1 แสดงวงจรภายในของออปโตคอปเปอร์เพื่อแยกกราวด์ให้กับวงจร



รูปที่ 3.1 วงจรภายในไอซี 4N26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของออปโตคอปเปอร์ (Optocouple)

การนำเอาออปโตคอปเปอร์เข้ามาใช้ในวงจร, ก็เพื่อจุดประสงค์ในการแยกส่วนของวงจรไฟสูงที่เกิดจากสายโทรศัพท์ซึ่งมีค่าประมาณ 100 โวลท์เอซี ในขณะที่มีสัญญาณดังกล่าวเข้ามาให้เชื่อมต่อกับวงจรที่มีระดับไฟเลี้ยงขนาด 5 โวลท์ดีซี ซึ่งออปโตคอปเปอร์นี้จะมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องนำมาใช้งานเพื่อให้วงจรที่มีระดับแตกต่างกันมากสามารถใช้งานร่วมกันได้ ในส่วนของวงจรนี้เราใช้ออปโตคอปเปอร์เบอร์ 4N26

สำหรับรายละเอียดของ 4N26 เป็นดังนี้

- ใช้ GaAs ไดโอดซึ่งเปล่งแสงอินฟาเรดไปยัง Silicon NPN Photo Transister
- การแปลง (transfer) ของกระแสไฟตรงมีค่าสูง
- สามารถแยกวงจรที่มีระดับแรงดันที่แตกต่างกันได้ถึง 7500 โวลท์เอซี
- ความเร็วในการสวิทชิ่ง

และเนื่องจากการส่งสัญญาณ Tip-Ring นี้ จะส่งใน current mode หรือ loop current ซึ่งจะส่งกระแสขนาด 5 mA ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ Zener diode เพื่อ Regulated voltage

เมื่อได้สัญญาณ Pulse แล้ว จึงนำไปนับ โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวนับผ่านทาง Sofeware โดยอาศัยหลักการของ Timer Mode ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เอง เมื่อนับครบ 6 ครั้งแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไป Trig ให้ Relay ต่อวงจรเข้าสู่ระบบอัตโนมัติ และเมื่อเกิดการวางหูเกิดขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณมาบอกวงจร Detect Ringing ให้เกิดการ Reset เพื่อเตรียมพร้อมกับการ Detect ครั้งต่อไป นอกจากนี้ในขณะที่มีการเรียกเข้า ผู้รับสามารถยกหูเพื่อติดต่อกับผู้เรียกได้ โดยที่ไม่เข้าสู่ระบบอัตโนมัติเลย และผู้รับยังสามารถเปลี่ยน Password ได้ในขณะที่มีการเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 MT 8888C Integrated DTMF Transceiver with Intel Micro Interface

MT 8888C คือ chip ที่เป็นทั้งตัวรับและตัวส่งสัญญาณ DTNF ภายในตัวเดียวกัน ใน chip ตัวนี้นั้นมีโหมดการทำงานพิเศษ ที่สามารถกรองความถี่ช่วงประมาณ 400 Hz ได้ ซึ่งเราเรียกโหมดนี้ว่า Call Progress mode และยังมีโหมดที่สำคัญอีกโหมดหนึ่งคือ Burst mode ในโหมดนี้ MT 8888C จะส่ง DTMF เป็นช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น

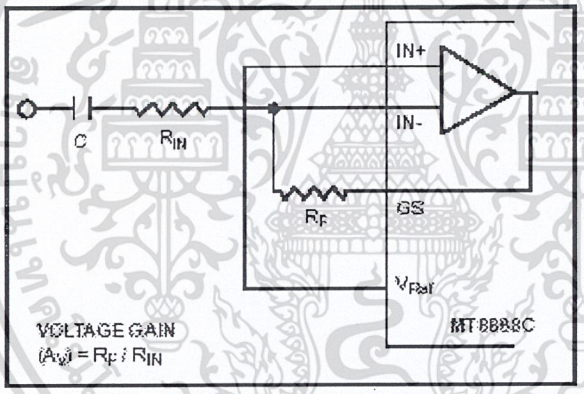
การปรับแต่งอินพุท

ภาคอินพุทของ MT 8888C มี OP-Amp อยู่ ซึ่งสามารถต่อได้ 2 แบบ คือ

1.Inverting Amplifier

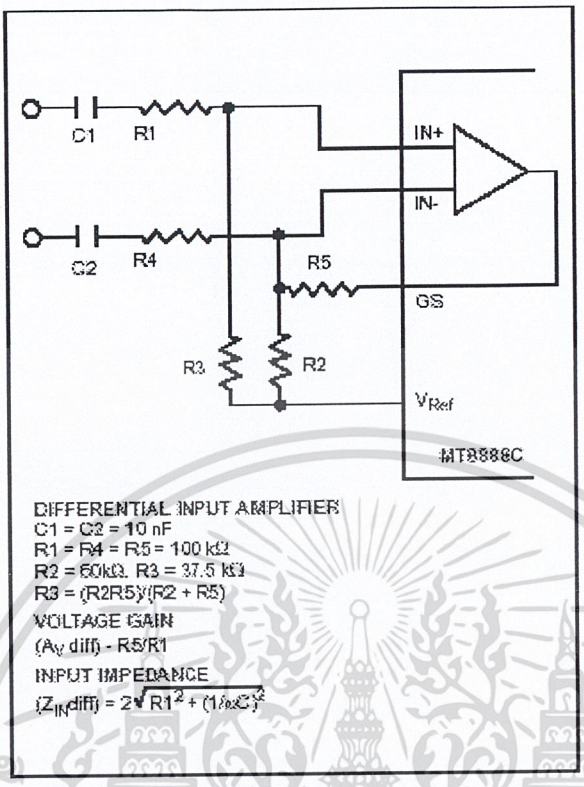
2.Differential Amplifier

ทั้ง 2 แบบนั้นสามารถปรับแต่งอัตราขยายได้ ซึ่งสามารถพบได้ใน Data sheet



รูปที่ 3.2 แสดงภาคอินพุทของ DTMF แบบ Inverting amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงภาคอินพุทของ DTMF แบบ Differential amplifier

ภาครับของ MT 8888C

เมื่อสัญญาณผ่านเข้ามาที่ภาครับจะถูกแยกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือกลุ่มความถี่สูงและกลุ่มความถี่ต่ำ จากนั้นความถี่ทั้งสองจะถูกนำไปตรวจสอบกับความถี่มาตรฐานของ DTMF ซึ่งจะมีส่วนของ Digital Algorithm and Code Converter เป็นตัวตีความ เมื่อ Digital Algorithm ได้รับสัญญาณเสียง 2 ความถี่เข้ามา ก็จะทำให้ขา Est (Early steering) นั้น Active state และจะ Active จนกว่าสัญญาณ 2 ความถี่ที่เข้ามานั้นหายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_{LOW}	F_{HIGH}	DIGIT	D_3	D_2	D_1	D_0
697	1209	1	0	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0
697	1477	3	0	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1
770	1477	6	0	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0
852	1477	9	1	0	0	1
941	1336	0	1	0	1	0
941	1209	*	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1
941	1633	D	0	0	0	0

0= LOGIC LOW, 1= LOGIC HIGH

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

Steering Circuit

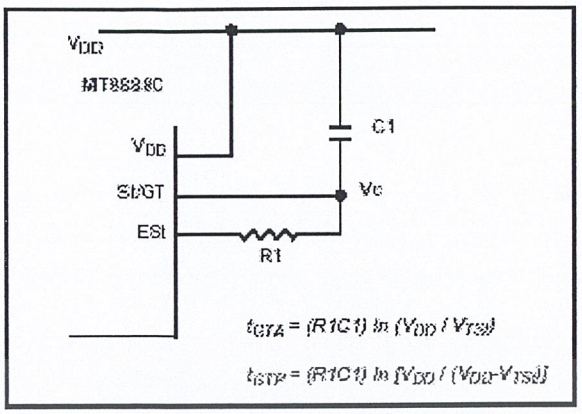
เนื่องจากตัว Digital Algorithm and Code Converter นั้น มีการทำงานเป็นวงจร Sequential นั่นหมายความว่ากว่าที่จะประมวลผลออกมาได้นั้นจะต้องใช้เวลาอยู่ค่าหนึ่ง เราจึงต้องมีวงจรหน่วงเวลา วงจรดังกล่าวคือวงจร Steering Circuit

การทำงานของวงจร Steering Circuit

หลักการทำงานของวงจร Steering นี้ ก็คืออาศัยค่าเวลาคงตัว (Time constant) ของค่า RC ที่ต่ออยู่ภายนอก เมื่อ Digital Algorithm ตรวจเจอ 2 ความถี่ที่เข้ามาแล้วนั้นจะมีผลทำให้ ขา Est มีสถานะเป็น high ซึ่งทำให้แรงดันที่ node Vc มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากการ discharge ของ C เมื่อแรงดันที่ node Vc มีค่าเพิ่มขึ้นไปถึงแรงดันเทรชโฮล (Vtst) ข้อมูลที่ถูกถอดรหัส (decode) ได้ จะถูกส่งไปยัง Receive Data Register ข้อมูลที่ส่งไปจะเป็นข้อมูล 4 bit ในขณะเดียวกัน ขา GT จะทำการยกสถานะที่ node Vc ให้เป็น high ทันทีทันใด และจะเป็น high อย่างต่อเนื่องตราบใดที่ ขา Est ยังคงเป็น high ถ้าเกิด เซ็ท IRQ ไว้ก็จะทำให้ขา IRQ/CP ยังคงเป็น high ถ้าเกิดเซ็ท IRQ ไว้ก็จะทำให้ขา IRQ/CP เกิดสถานะเป็น low ดังรูปที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

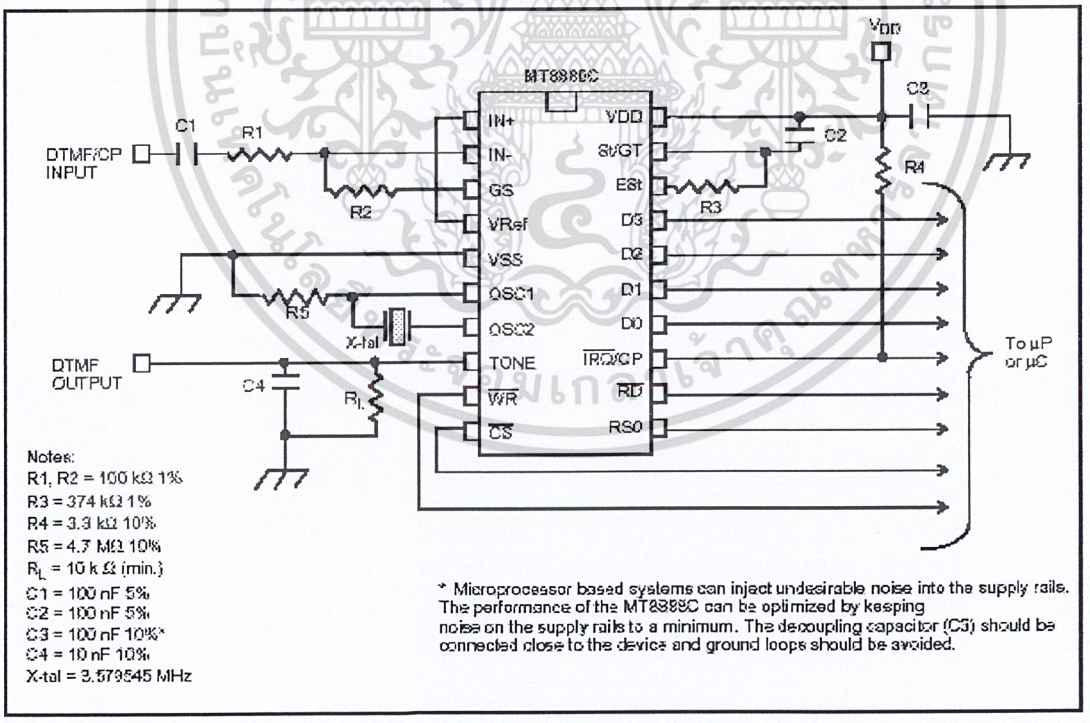
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.4 แสดงวงจร Steering circuit

Guard Time Adjustment

Guard Time คือช่วงเวลาที่ node Vc นั้น ค่อย ๆ เพิ่มแรงดันจนมีค่าเท่ากับแรงกันเทรชโฮล (Vtst) ค่าตรงนี้สามารถปรับแต่งได้ตามต้องการ บางครั้งอาจจะให้ค่า Guard Time ขาขึ้น t_{GTP} มากกว่าหรือน้อยกว่าขาลง t_{GTA} ก็ได้ แล้วแต่ตามต้องการ โดยปกติแล้วถ้าใช้งานตามปกติค่าของ t_{GTP} และ t_{GTA} สามารถใช้ได้จากวงจรรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.5 แสดงวงจร DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46260

<u>ข้อควรระวัง</u>

เนื่องจาก MT 8888C นั้นใช้ Crystal ที่ 3.579545 MHz เพราะฉะนั้นท่านควรใช้ค่าที่ทางบริษัทกำหนดมา มิฉะนั้น คาบเวลาในการทำงานต่าง ๆ จะเปลี่ยน ซึ่งจะทำให้ยุ่งยากต่อการ Set Guard time

Call Progress Filter

ใน MT 8888C นั้น จะมี Filter ที่กรองความถี่ในช่วงสัญญาณโทรศัพท์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้สะดวกต่อการ detect สัญญาณสายว่างหรือสายไม่ว่าง ฯลฯ เมื่อเลือก mode CP แล้ว จะไม่สามารถตรวจจับสัญญาณ DTMF ได้ เมื่อ CP mode ทำงาน คือตรวจจับความถี่ในช่วงที่อนุญาต (350Hz-500Hz) ได้จะมี square wave ที่ขา IRQ/CP ซึ่งเราสามารถนำไปวิเคราะห์ด้วย micro-controller ได้

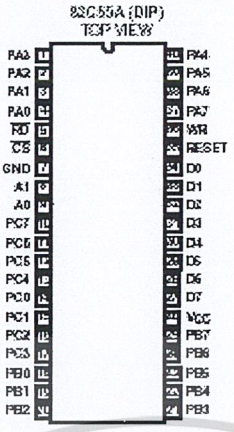
3.4 ทฤษฎีและการใช้งาน 8255 เบื้องต้น

3.4.1 ลักษณะเบื้องต้น

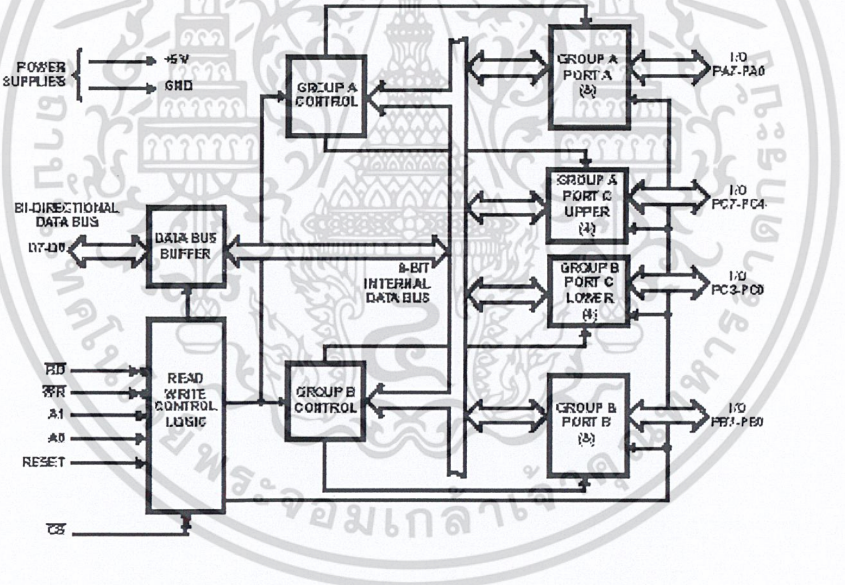
IC 8255 นั้นเป็นไอซี LSI ขนาด 40 ขา ซึ่งทำหน้าที่ขยาย port จากรูปที่ 3.6 แสดงตำแหน่งของขาต่าง ๆ ทั้ง 4 ขา

ส่วนรูปที่ 2 แสดงแผนผังภายในของ 8255 ซึ่ง 8255 นี้มีพอร์ตสำหรับรับส่งข้อมูลอยู่ด้วยกัน 3 พอร์ต มีชื่อดังนี้คือ A,B และ C โดยมีพอร์ต C นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ พอร์ต C ล่าง (CLO) กับ C บน (CHI) นอกจากนี้แล้วยังมีพอร์ตอีกพอร์ตหนึ่งซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของพอร์ต A,B และ C โดยการรับคำสั่งมาจาก CPU พอร์ตนี้เราเรียกว่าพอร์ตควบคุม (Control Port) พอร์ตนี้จะใช้งานก็ต่อเมื่อ CPU ต้องการกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ต A,B และ C หรือต้องการเปลี่ยนแปลงหลังจากที่กำหนดไว้เดิม CPU จะส่งรหัสควบคุมมาทางดาต้าบัส (Data Bus) ให้แก่พอร์ตควบคุมนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ตำแหน่งขาต่าง ๆ ของ 8255



รูปที่ 3.7 แผนผังภายในของ 8255

การกำหนดรหัสที่ใช้ในการควบคุมพอร์ตต่าง ๆ นี้จะกล่าวในตอนต่อไป ในทางปฏิบัติผู้ออกแบบระบบต้องนำรหัสควบคุมที่ได้มาตามข้อกำหนดของ 8255 นี้ไปใส่ในโปรแกรมเพื่อให้ CPU ทำการส่งรหัสควบคุมนี้มายังพอร์ตควบคุมเมื่อระบบนั้นเริ่มต้นทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 หน้าที่ของขาต่าง ๆ

ก่อนที่จะกล่าวถึงการนำ 8255 ไปใช้งานควรทราบถึงหน้าที่ของขาต่าง ๆ ของ 8255 ทั้ง 40 ขาเสียก่อน จะทำให้เข้าใจถึงวิธีการใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ขาต่าง ๆ ของ 8255 สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

$\overline{CS}$ (Chip Select) ขานี้ใช้สำหรับรับสัญญาณจากภายนอกเพื่อใช้ในการเลือกว่าจะให้ 8255 ตัวนี้ทำงานหรือไม่ โดยแต่ถ้าขานี้ได้รับลอจิก "0" จะทำให้ 8255 เชื่อมต่อเข้าระบบบัสต่าง ๆ ของ CPU และพร้อมที่จะติดต่อกับ CPU ได้ แต่ถ้าเป็นลอจิก "1" มันก็จะปลดตัวเองออกจากระบบบัสของ CPU (โดยการเป็น Hi-z)

$\overline{RD}$ (Read Enable) เป็นขาอินพุตที่รับสัญญาณจาก CPU ถ้าขานี้ได้รับลอจิก "0" และขณะนั้นขา CS ต้องเป็นลอจิก "0" ด้วย 8255 จะทำการส่งข้อมูลจากพอร์ตที่ CPU ต้องการติดต่อด้วยนั้นได้แก่ CPU ทางดาต้าบัส

$\overline{WR}$ (Write Enable) มีหน้าที่การทำงานตรงกันข้ามกับขา $\overline{RD}$ คือถ้า $\overline{WR}$ นี้ได้รับลอจิก "0" ($\overline{CS}$ ต้องเป็น "0" ด้วยเช่นกัน) 8255 จะรับข้อมูลจากดาต้าบัสของ CPU ส่งออกไปยังพอร์ตที่ CPU กำหนดไว้

RESET คือ ขาที่ทำหน้าที่ RESET 8255 เมื่อใดที่ 8255 ได้รับสัญญาณ RESET มันจะกลับเข้าสู่โหมดอินพุตคือทุก ๆ พอร์ตจะเป็นอินพุตพอร์ต ขา RESET นี้ใช้เมื่อต้องการเคลียร์สถานะต่าง ๆ ของ 8255

D_0-D_7 คือขาข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลกับ CPU โดยขา D_0-D_7 นี้จะต่อเข้ากับดาต้าบัสของ CPU ส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตหรือรับข้อมูลจากพอร์ตส่งให้แก่ CPU ผ่านทาง D_0-D_7 นี้

A_0-A_7 คือขาแอดเดรสที่ใช้ในการเลือกพอร์ตที่ CPU ต้องการจะติดต่อด้วยซึ่งมีความเป็นไปได้ทั้งหมด 4 ค่า ดังนี้คือ

00 = พอร์ต A

01 = พอร์ต B

10 = พอร์ต C

11 = พอร์ตควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PA_0-PA_7 เป็นขาสัญญาณของพอร์ต A ใน 8255 ซึ่งจะถูกเลือกโดยค่าของ A_0-A_1 และเมื่อพอร์ตนี้ถูกเลือกใช้ข้อมูลต่าง ๆ ก็จะถูกส่งผ่าน PA_0-PA_7 นี้ไปยัง D_0-D_7 (กรณีที่ให้พอร์ต A นี้เป็นอินพุตพอร์ต) หรือจาก D_0-D_7 มายัง PA_0-PA_7(กรณีที่เป็นเอาท์พุตพอร์ต)

PB_0-PB_7 เป็นขาสัญญาณของพอร์ต B ซึ่งจะถูกเลือกโดยลอจิกที่ A_0-A_1 เช่นกันกับพอร์ต A และพอร์ต B นี้มีข้อจำกัดการรับส่งข้อมูลที่ต่างจากพอร์ต A ในบางกรณี

PC_0-PC_7 เป็นสายสัญญาณของพอร์ต C ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ PC_0-PC_3 และ PC_4-PC_7 โดยแต่ละกลุ่มสามารถแยกกันทำงานได้โดยอิสระกลุ่มหนึ่งอาจจะเป็นอินพุตพอร์ตในขณะที่อีกกลุ่มหนึ่งเป็นเอาต์พุตพอร์ตได้ แต่จะทำงานพร้อม ๆ กันโดยการเลือกด้วยลอจิกที่ A_0-A_1

3.4.3 การใช้งาน 8255

8255 นั้นแบ่งลักษณะการทำงานออกเป็น 3 โหมด (Mode) ด้วยกันคือ

-โหมด 0 เป็นโหมดอินพุตหรือเอาท์พุตพอร์ตอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งทั้ง 3 พอร์ตคือ A, B และ C สามารถทำงานในโหมดนี้ได้

-โหมด 1 เป็นโหมดอินพุตหรือเอาท์พุตพอร์ตอย่างใดอย่างหนึ่งเช่นกัน แต่จะมีลักษณะการทำงานเป็นลักษณะ handshaking ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในภายหลังในโหมดนี้การทำงานทำได้เฉพาะพอร์ต A และ B

-โหมด 2 เป็นโหมด Bi-directional คือเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุตพอร์ตในเวลาเดียวกัน และทำงานแบบ handshaking เช่นเดียวกับโหมด 1 ในโหมดนี้ใช้ได้เฉพาะพอร์ต A เท่านั้น

การกำหนดโหมดการทำงานของ 8255 นั้นทำได้โดย CPU ทำการส่งรหัสควบคุมผ่านทางดาต้าบัสมายังพอร์ตควบคุม (Control port) ของ 8255 รหัสควบคุมนี้จะมีขนาด 1 ไบต์ เรียกว่า Control Byte และในแต่ละบิตของ Control Byte (1 Byte = 8 bit) นั้นจะมีความหมายเฉพาะของตัวเองดังแสดงในรูปที่ 3.8 ซึ่งจะอธิบายได้ดังนี้

บิต D_7 เป็นบิตที่แสดงว่า Byte นี้เป็นรหัสควบคุม (Control Byte) ที่จะมีผลต่อการกำหนดโหมดการทำงานของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต D_6 และD_5 มีความหมายในการเลือกโหมดของพอร์ต A ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้ง 3 โหมด โดยลอกจิกที่ D_6 และD_5 จะมีความหมายดังนี้

00= โหมด 0

01= โหมด 1

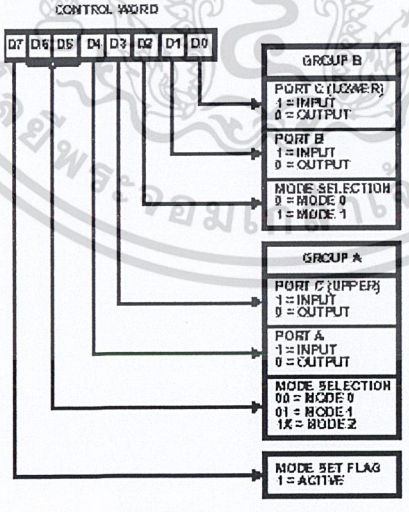
10= โหมด 2

11= โหมด 2

บิต D_4 ถ้าเป็นลอกจิก “0” หมายถึงสั่งให้พอร์ต A ทำหน้าที่เป็นเอาต์พุทพอร์ท แต่ถ้าเป็นลอกจิก “1” พอร์ท A จะเป็นอินพุตพอร์ท บิตนี้จะมีความหมายว่าเมื่อเราให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 หรือ โหมด 1 เท่านั้น เพราะในโหมดที่ 2 พอร์ต A จะเป็นอินพุต และเอาต์พุทพอร์ตในเวลาเดียวกัน

บิต D_4 เป็นบิตที่กำหนดการทำงานของพอร์ต C บน (PC_4-PC_7) ถ้าบิตนี้เป็นลอจิก “0” พอร์ต C บน นี้จะเป็นเอาต์พุตพอร์ต ถ้าเป็น “1” จะเป็นอินพุตพอร์ต

บิต D_2 เป็นบิตที่ใช้สำหรับกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ต B ถ้าเป็นลอกจิก “0” หมายถึงให้พอร์ต B ทำงานในโหมด 0 ถ้าลอกจิก “1” หมายถึงจะทำงานในโหมด 1



รูปที่ 3.8 แสดงความหมายของแต่ละบิตในรหัสควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต D_1 เป็นการกำหนดให้พอร์ต B เป็นอินพุตหรือเอาท์พุตพอร์ต ถ้า D_1 เป็นลอกจิก “0” จะเป็นเอาท์พุตพอร์ต แต่ถ้าลอกจิก “1” จะเป็นอินพุตพอร์ต

บิต D_0 เป็นบิตที่กำหนดการเป็นอินพุตหรือเอาท์พุตของพอร์ต C ล่าง(PC_0-PC_3) ถ้าบิตนี้เป็น “0” จะเป็นเอาต์พุตพอร์ต ถ้าเป็น “1” จะเป็นอินพุต

3.5 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของ ISD 2590

ISD 2590 เป็นไอซีที่ถูกสร้างขึ้นมาให้งานเฉพาะงาน โดยจะใช้งานทางด้านบันทึกเสียงโดยเฉพาะ โดย ISD 2590 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้มากมาย ซึ่งจะขอกล่างถึงเป็นข้อ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

3.5.1 คุณสมบัติของ ISD 2590

คุณสมบัติหลัก ๆ ที่สำคัญก็น่าจะครอบคลุมถึงความยุ่งยากต่าง ๆ ให้ง่ายและกะทัดรัดลงมาเสร็จสรรพ ในการใช้งานในตัวเดียวจริง ๆ ดังคุณสมบัติของ ISD 2590 ต่อไปนี้

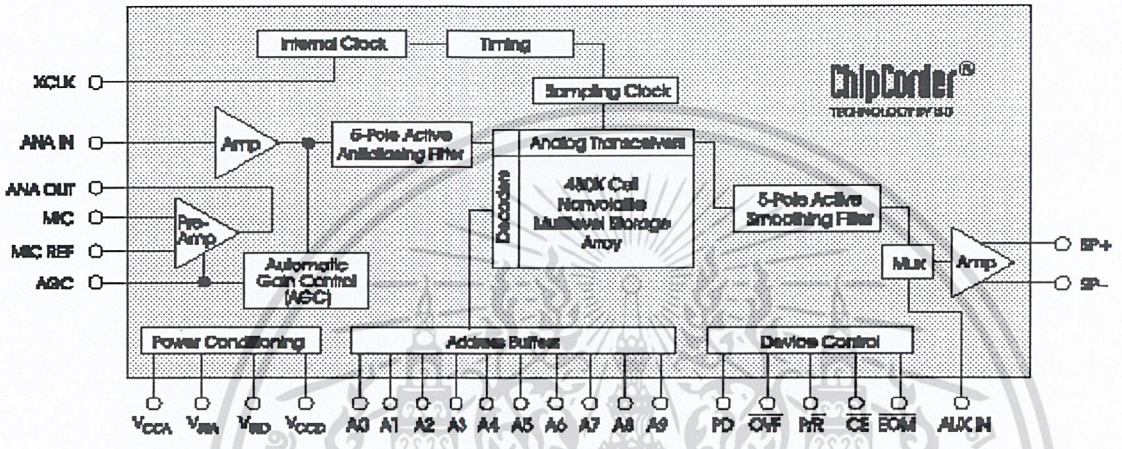
- เพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้อย่างง่ายดาย
- ไม่มีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่น ๆ ประกอบร่วมภายนอก
- ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นเข้ามาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
- มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับที่ให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
- ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยสวิทช์หรือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- ระยะเวลาในการบันทึก/เล่น 90 วินาที
- ต่อคาสเคดกันได้โดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวขึ้น
- ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
- สามารถเก็บความจำไว้ได้นานถึง 100 ปี ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
- สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบใช้งานได้

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวจึงทำให้ง่ายแก่การใช้งานตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน จนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพง ก็รวมไว้ ในไอซีเพียงตัวเดียว ในโหมดการบันทึก จะจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซล แบบไม่ต้องการแรงดันไฟสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย (non-volatile memory cells) สัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอะนาลอก จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บความจำก็เก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอะนาลอกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่เหมือนต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล เข้ามาเกี่ยวข้อง

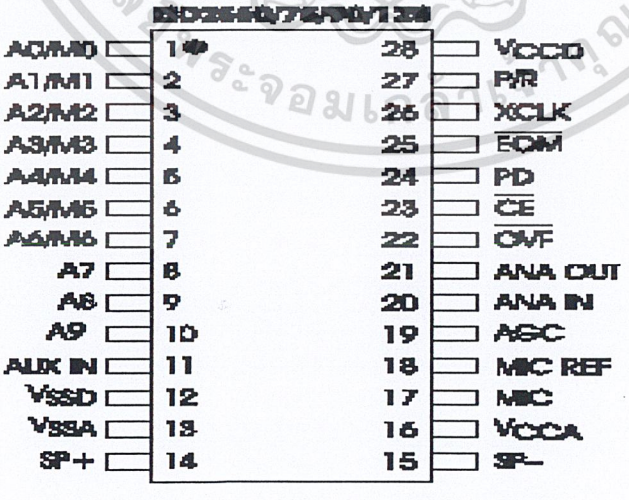
3.5.3 Block Diagram การทำงานภายในของ ISD2590



รูปที่ 3.9 แสดง Block Diagram ของ ISD 2590

3.5.3 การวางตำแหน่งของขาและการใช้งานเบื้องต้น

การวางตำแหน่งขาของ ISD 2590 แสดงให้ดูดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงตำแหน่งขาต่าง ๆ ของ ISD 2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบื้องต้นของการทำงานนั้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตัวนี้เสียก่อน ดังแสดงตารางคุณสมบัติทางเทคนิค หรือไฟฟ้าไว้ในตารางที่ 1 รายละเอียดในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิง ในการออกแบบการใช้งาน และการทำงานเบื้องต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด เพราะหากกล่าวถึงการทำงานธรรมดาก็คือ ไอซีบันทึกเสียงนั่นคือการทำงาน แต่การทำงานของแต่ละขา และหน้าที่ของแต่ละขาจะมีความสำคัญมากกว่า เพราะจะสามารถนำเอาไอซีไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย (ไอซีไม่เสียหายก่อนจะใช้งานได้)

Address/Mode Inputs (A0-A9) (M0-M6) ขา 1-10 ขาแอดเดรส และโหมดอินพุทจะมีอยู่สองฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSBs เป็น “0” อินพุทก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิททั้งหมด และใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึก และเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดแลตช์ โดยขอบขาลงขาพัลส์ที่ขา CE และถ้า MSBs มีสถานะเป็น “1” ขาแอดเดรส/โหมดอินพุท จะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิททั้งหมด และเกิดการแลตช์เมื่อพัลส์ขอบขาลงปรากฏที่ขา CE

Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นขารับอินพุทจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาท์พุทของวงจรขยายภายใน และขับออกสู่ขาเอาท์พุทลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น “1” วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อคาสเคด ISD 2590 กันหลาย ๆ ตัว ขา AUX IN ถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมา จากขาเอาท์พุทลำโพงของตัวก่อนหน้าที่หรือจากตัวอันดับแรก

Ground Inputs(V_{SSA},V_{SSD}) ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD 2590 จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอะนาลอก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซีการใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Speaker Output (Sp+,Sp-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาท์พุทต่อออกลำโพง ISD 2590 นี้จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาท์พุทได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขาต่อลำโพงเอาท์พุททั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาด เมื่อต้องถูกใช้ต่อคาสเคดกันหลาย ๆ ตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันทางเอาท์พุทหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้งขาเอาท์พุทลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรงเพราะมีตัวเก็บประจุคัปปลิงอยู่ภายในเรียบร้อย

Voltage Inputs (V_{CCA} ,V_{CCD}) ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันวงจรอะนาลอก และวงจรดิจิตอล ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลท์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุทที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราขยายอยู่ในช่วง –15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคับปลิ้ง ผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ ค่าความจุ ของตัวเก็บประจุของตัวเก็บประจุคัปปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดการคัดออฟที่ความถี่ต่ำ

Micro Reference Input (MIC REF) ขา 18 จะต่อขา 18 นี้เข้ากับกราวด์อะนาลอก (V_{SSA}) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางขาอินพุทขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุทเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมาก ของสัญญาณางอินพุทจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุดขา AGC นี้จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาดงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวหนึ่งก่อนผ่านลงกราวด์อะนาลอก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD 2590

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุตด้านต่ำ “0”	V_{IL}	0.8	โวลท์
แรงดันอินพุตด้านสูง “1”	V_{IH}	2	โวลท์
แรงดันเอาท์พุตด้านต่ำ	V_{CL}	0.4	โวลท์
แรงดันเอาท์พุตด้านสูง	V_{CH}	Vcc-0.4	โวลท์
แรงดันเอาท์พุตด้านสูงที่ขา OVF	V_{CH1}	2.4	โวลท์
แรงดันเอาท์พุตด้านสูงที่ขา EOM	V_{CH2}	Vcc-10	โวลท์
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ Vcc = 5V	I_{CC}	25 1-10	มิลลิแอมป์
กระแสขณะแสตนบายด์ที่ Vcc = 5V	I_{SB}	1-10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุท	I_{IL}	+1/-1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาท์พุท	R_{EXT}	16	โอห์ม
ความต้านทานอินพุทของปรีแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทอะนาลอก	R_{ANAIN}	3	กิโลโอห์ม
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	A_{PRE1}	24	เดซิเบล
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	A_{PRE2}	5	เดซิเบล
อัตราการขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	โวลท์ต่อโวลท์
อัตราการขยายของภาคขยายเอาท์พุทลำโพง	A_{APP}	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาท์พุทของขา AGC	R_{AGC}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงตัวไอซีทั้งหมด	Vcc	5-7	โวลท์
อุณหภูมิขณะทำงาน	Ts	-65-150	องศาเซลเซียส

Analog Input (ANA IN) ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคัปปลิ้งภายนอกคัปปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ภายในตัวไอซี ตัวเก็บประจุคัปปลิ้งภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กันกับความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุทอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัทออฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analog Output (ANA OUT) ขา 21 เป็นขาเอาท์พุทของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

Overflow Output (OVF) ขา 22 สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกมาทางขาเอาท์พุทนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้ว และจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลล์เอาท์พุทจากขา OVF นี้จะจ่ายให้กับขา CE อินพุท จนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซต และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา OVF นี้จะสามารถใช้เริ่มต้นการทำงาน ของ ISD 2590 ได้เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น "1" ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมาก ๆ แต่เมื่อขา OVF มีสภาวะเป็น "0" ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็น "0" อยู่ขณะนั้นก็จะถูกรีเซต และจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

End of Message / RUN output (EOM) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ non- volatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก ขา EOM นี้จะให้เอาท์พุทออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอก เพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกา ในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่า สัญญาณนาฬิกาการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอก หรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

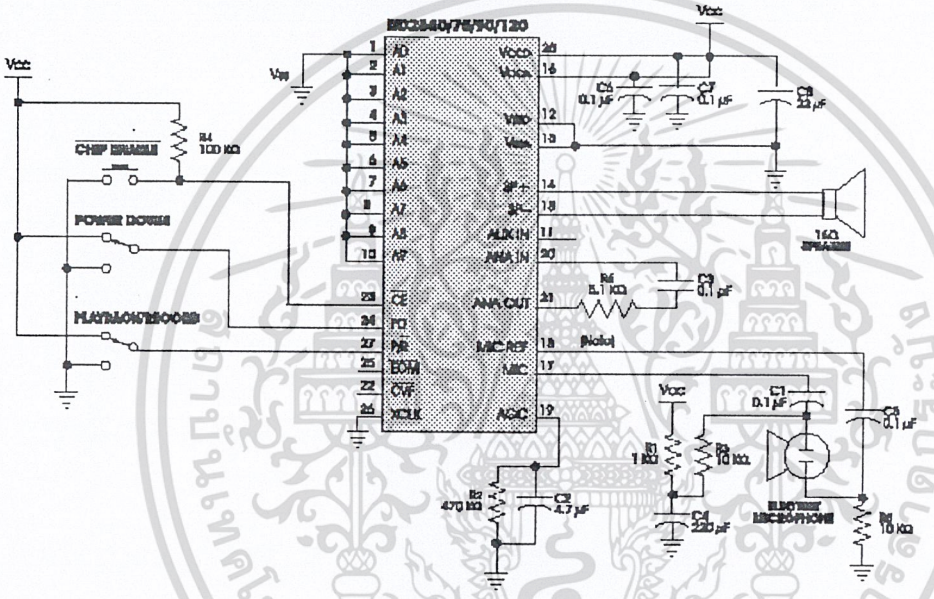
Piayback / Record Input (P/R) ขา 27 เมื่อขาอินพุทควบคุมการเล่น และบันทึกได้รับพัลส์ "1" จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ "0" จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของ CE จะเป็นแลตซ์อินพุทที่ขา P/R

เมื่อการทำงานทุกอย่างเชื่อมโยงกันอยู่แค่ภายในตัวไอซีเพียงอย่างเดียว มีการต่ออุปกรณ์ภายนอกร่วมน้อยมากก็เป็นการง่ายที่จะประยุกต์เอาไอซีตัวนี้ไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 การประยุกต์ใช้งาน ISD 25XX

การประยุกต์ใช้งานไอซี ISD 2590 นี้ก็ง่ายมากดังการทำงานแต่ละขาใช้งานของไอซีที่ได้อธิบายมาแล้ว และวงจรประยุกต์ใช้งานแสดงไว้ในรูปที่ 3.11 จะสังเกตเห็นวงจรที่มีความเรียบง่ายและอุปกรณ์ประกอบร่วมที่น้อยมาก สังเกตวงจรนับตั้งแต่ลำโพงที่สามารถต่อได้โดยตรงกับไอซีเลย ไมโครโฟนนั้นหากใช้แบบไดนามิกไมโครโฟนก็สามารถต่อเข้ากับอินพุทไมโครโฟนหรือไอซีได้เลยโดยตรง หากเป็นแบบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนจะต้องมีการไบแอสค่าแรงดันให้กับไมโครโฟนอย่างเหมาะสม ดังที่แสดงไว้ในวงจรประยุกต์ใช้งานนี้ การทำงานนอกเหนือจากนี้คงไม่ต้องอธิบายแล้ว เพราะได้กล่าวถึงแล้วในการทำงาน และหน้าที่ใช้งานของแต่ละขา

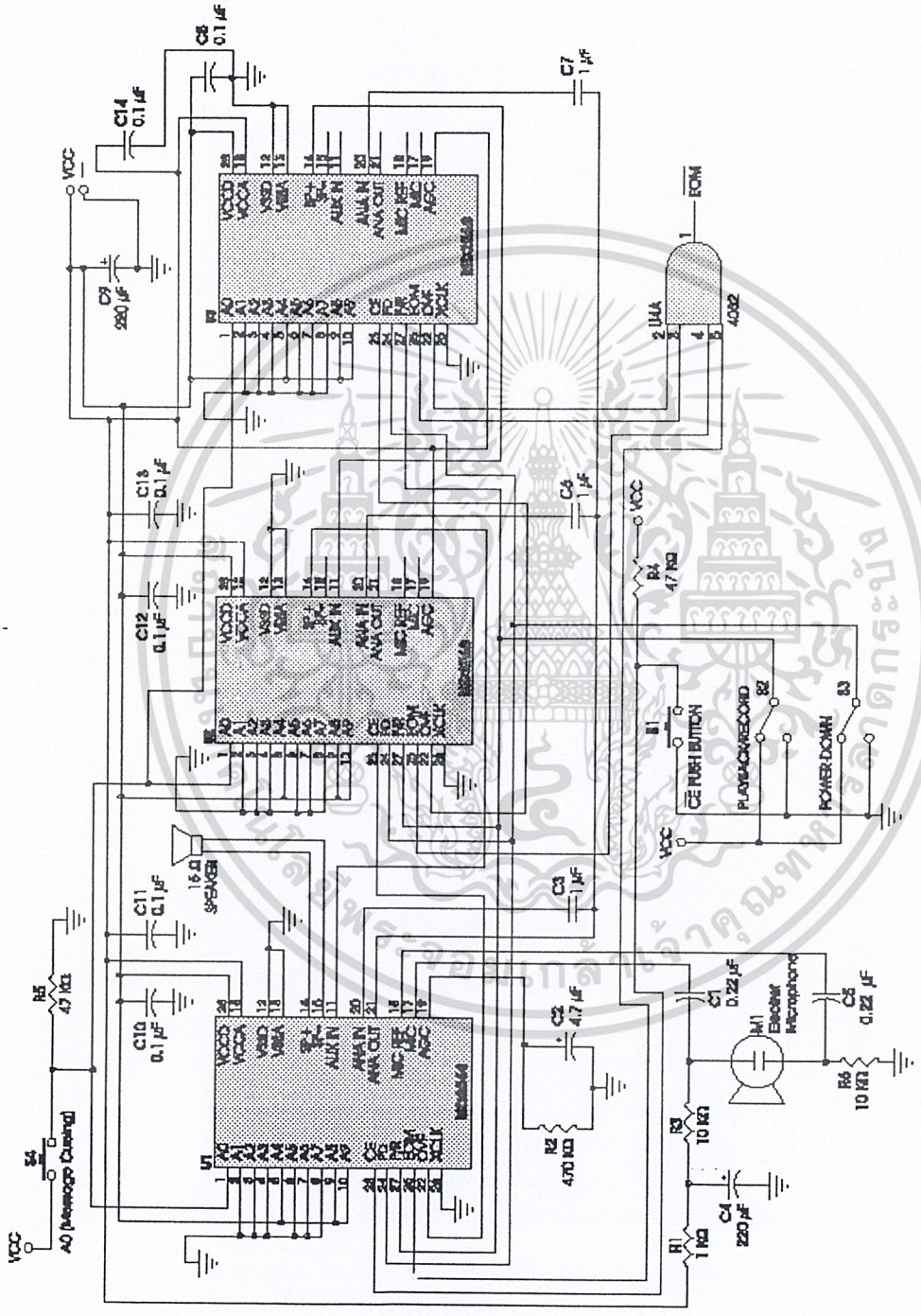


รูปที่ 3.11 แสดงวงจรการใช้งาน ISD 2590 แบบชิพเดี่ยว

การประยุกต์ใช้งานไอซีนอกเหนือจากนั้นก็คือ การประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุม และการพัฒนาโปรแกรม เพื่อควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็สามารถที่จะทำให้ ISD 2590 ทำการบันทึก และเล่นกลับได้ในหลากหลายของฟังก์ชันการทำงานขึ้นกับความสามารถและประสิทธิภาพของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการประยุกต์ใช้งาน ISD 2590 เพื่อให้ได้ระยะเวลาที่นานขึ้น เราสามารถต่อคาสเคดไอซีนี้ได้โดยตรง และควรออกแบบวงจรเพื่อทดสอบ ในการทดสอบเวลาที่ยาวนานขึ้นของไอซีตัวนี้สามารถใช้วงจรตามรูปที่ 3.12 ในการทดสอบได้



รูปที่ 3.12 วงจรทดสอบการทำงานของ ISD 2590 แบบหลายชิพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบและการทดลอง

4.1 พื้นฐานในการออกแบบระบบควบคุม

4.1.1 ลักษณะของการสื่อสาร

ในการสื่อสารหรือการส่งข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลนั้น มีรูปแบบในการสื่อสารที่สำคัญ อยู่ 2 รูปแบบ คือ

1) การสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication)

เป็นการสื่อสารโดยการส่งข้อมูลทีละบิท (bit) ผ่านสายสัญญาณเส้นเดียวจนครบ ทั้ง 8 บิท หรือไบท์ (Byte) โดยจะส่งบิทต่ำ (LSB) ออกไปก่อน

2) การสื่อสารแบบขนาน (Parallel Communication)

เป็นการสื่อสารโดยการส่งข้อมูลไปทีเดียวพร้อม ๆ กันทั้ง 8 บิทผ่านสายสัญญาณทั้ง 8 เส้น

จะเห็นได้ว่าการสื่อสารแบบขนานมีข้อดีคือทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ทีละมาก ๆ และมีความรวดเร็วกว่าการส่งแบบอนุกรม แต่การสื่อสารแบบขนานก็มีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถส่งข้อมูลในระยะทางไกล ๆ ได้ และยังต้องใช้สายสัญญาณหลายเส้นในการส่งข้อมูลทำให้สิ้นเปลืองกว่าการสื่อสารแบบอนุกรม รวมทั้งทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน

ตัวอย่างการสื่อสารแบบอนุกรม เช่น การสื่อสารด้วย MODEM และ MOUSE

ตัวอย่างของการสื่อสารแบบขนาน เช่น เครื่องพิมพ์ (Printer) และ การสื่อสารทางพอร์ทขนาน (ECP Printer Port) เป็นต้น

4.1.2 ลักษณะของการสื่อสารตามมาตรฐาน

ในปัจจุบันสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารส่วนใหญ่จะใช้สัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) เป็นหลักและสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารส่วนมากจะเป็นสัญญาณดิจิตอลที่มีระดับสัญญาณแบบ TTL ซึ่งถ้าทำการติดต่อสื่อสารในลักษณะของระดับสัญญาณแบบ TTL แล้วจะสามารถทำการติดต่อสื่อสารได้โดยตรง แต่ในหลายกรณีที่มีความจำเป็นที่จะต้องสื่อสารด้วยสัญญาณในระดับอื่นที่ไม่ใช่ระดับสัญญาณแบบ TTL หรือไม่ได้เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในการสื่อสาร แต่ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยอาศัยการแปลงสัญญาณที่ต้องการสื่อสารให้เป็นสัญญาณตามมาตรฐาน โดยที่แต่ละมาตรฐานจะมีข้อกำหนดที่แตกต่างกันไป

4.1.2.1 ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-232-C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20 kbps (กิโลบิทต่อวินาที) และระยะทางที่ใช้ในการส่งข้อมูลไม่ควรเกิน 50 ฟุต สำหรับการส่งข้อมูลจะให้ระดับแรงดันแทนค่าทางตรรก (Logic) ของข้อมูลโดยระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง –5 โวลท์ ถึง –15 โวลท์ จะแทนค่าสถานะ 0 และระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง +5 โวลท์ ถึง +15 โวลท์ จะแทนค่าสถานะ 1 ส่วนในช่วงระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง –5 โวลท์ ถึง +5โวลท์ นั้น จะใช้ในการแบ่งแยกสถานะของสัญญาณระหว่างสถานะ 0 และ สถานะ 1

ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-232-C ได้แก่ เทอร์มินัล (Terminal) พล็อตเตอร์ (Plotter) ลอจิกอนาไลเซอร์ (Logc Analyzer) และเครื่องพิมพ์

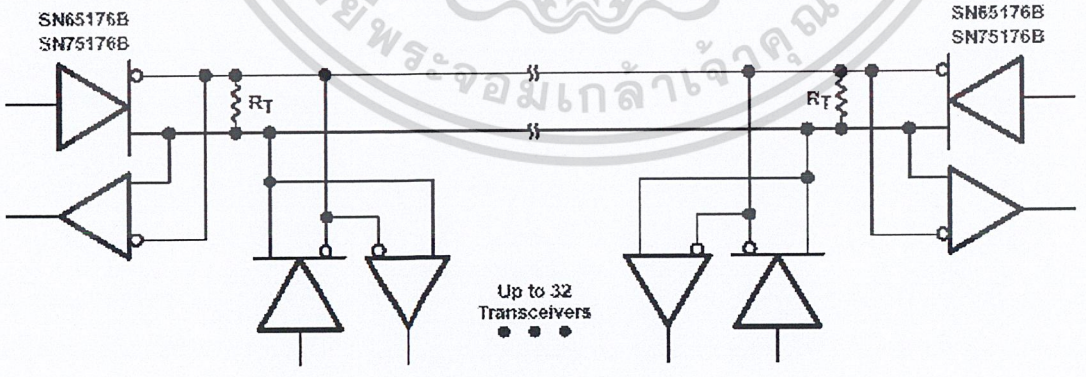
4.1.2.2 ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-485

มาตรฐาน RS-485 เป็นมาตรฐานที่ได้รับการพัฒนามาจากมาตรฐาน RS-422 ให้มีประสิทธิภาพในการสื่อสารเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก โดยมีการพัฒนาให้วงจรของตัวขับสัญญาณเป็นแบบ 3 สถานะ (Tri State) ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้สองทิศทางบนสายคู่เดียวและสามารถต่อเครื่อข่ายแบบ Multidrop ซึ่งอุปกรณ์หลาย ๆ ตัวสามารถรับและส่งข้อมูลแบบ (Half-duplex) บนสายสัญญาณคู่เดียวได้

4.1.3 เหตุผลในการเลือกใช้มาตรฐาน RS-485

1) คุณสมบัติในการสื่อสารแบบสองทิศทางในคนละเวลา (Half-duplex)

เนื่องจากตัวรับและตัวส่งตามมาตรฐาน RS-485 ถูกออกแบบให้เป็นแบบ 3 สถานะ (Tri-State) จึงสามารถทำการสื่อสารได้สองทิศทางบนสายสัญญาณเพียงคู่เดียว (bidirectional) ซึ่งมีข้อดีคือทำให้สะดวกและประหยัดต่อการใช้งาน



รูปที่ 4.1 แสดงเครือข่ายที่สมมูลกันตามมาตรฐาน RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คุณสมบัติของสายสัญญาณที่ใช้

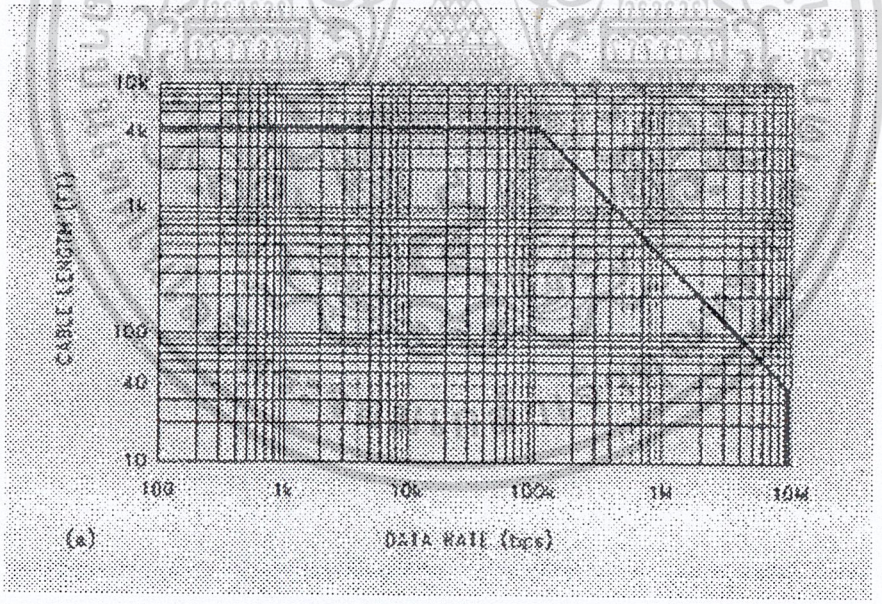
สายสัญญาณที่ใช้ตามมาตรฐาน RS-485 นั้นสามารถที่จะใช้สายเกลียวคู่ (Twist Pair) ซึ่งเป็นสายสัญญาณโทรศัพท์ที่ใช้งานโดยทั่ว ๆ ไปได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการสื่อสาร แต่ถ้าต้องการคุณภาพของการสื่อสารที่สูงขึ้นอาจใช้สายสัญญาณที่มีคุณภาพดีกว่าสายเกลียวคู่ เช่น สายโคแอกเชียล (Coaxial) เป็นสายสัญญาณในการสื่อสารแทนได้

3) คุณสมบัติทางด้านอัตราเร็วและระยะทางในการส่งข้อมูล

ในการส่งข้อมูลตามมาตรฐาน RS-485 นั้นสามารถที่จะส่งข้อมูลได้สูงสุดถึง 10 Mbps และส่งข้อมูลได้ไกลที่สุดถึง 4000 ฟุต (1200 เมตร) โดยความสัมพันธ์ของอัตราเร็วในการส่งข้อมูลและระยะทางในการส่งข้อมูลจะแสดงได้ดังรูปที่ 4.2

4) คุณสมบัติทางด้านสัญญาณรบกวน

สัญญาณรบกวนจะมีผลต่อการสื่อสารตามมาตรฐาน RS-485 น้อยมากถ้าเลือกอัตราเร็วและระยะทางในการส่งข้อมูลให้เหมาะสม เนื่องจากตามมาตรฐาน RS-485 นั้นการสื่อสารจะเป็นแบบ Current Loop และใช้ความต่างศักย์ของคู่สายสัญญาณในการส่งข้อมูล ทำให้สามารถต่อสัญญาณรบกวนได้ดีโดยเฉพาะสัญญาณรบกวนในลักษณะของ Common-mode noise



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและอัตราการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกของโทรศัพท์ (Detect Ringing)

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับตรวจจับ สัญญาณเรียกเข้าที่มาตามสายโทรศัพท์ ขณะที่มีผู้โทรเข้ามา โดยสัญญาณนี้จะมีรูปแบบพื้นฐาน คือ ในขณะที่ไม่มีการเรียกเข้าชุมสายโทรศัพท์จะส่งแรงดันไฟตรงประมาณประมาณ 30 โวลท์ มายังผู้ใช้ และเมื่อมีผู้เรียกต้องการติดต่อกับโทรศัพท์ ชุมสายก็จะทำการจ่ายสัญญาณเรียกมาเป็นแรงดันกระแสสลับ ประมาณ 70-100 โวลท์ เข้ามา เรียกสัญญาณนี้ว่าเรียกเข้า ส่วนตรวจจับสัญญาณจะให้พัลส์ออกมา เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามา

หลักการของวงจรชุดนี้ คือ การนำสัญญาณเรียกเข้า (Ringing tone) มาทำการดัดแปลงเพื่อให้ได้รูปแบบที่สามารถนำไปประยุกต์กับส่วนควบคุมหลักได้ โดยวงจรควบคุมหลักจะทำการตรวจสอบพัลส์ที่ได้ เพื่อส่งสัญญาณมาควบคุม การเปิด-ปิด รีเลย์ ที่เป็นการตัดสายสัญญาณโทรศัพท์เข้าสู่ระบบต่อไป

4.2.1 หลักการของออปโตคัปเปอร์ (Opto Couple)

การนำเอาออปโตคัปเปอร์ มาใช้เพื่อการแยกส่วนของแรงดันไฟสูงทางสายโทรศัพท์ที่มีค่าประมาณ 100 โวลท์ ในขณะมีสัญญาณเรียกเข้า ออกจากวงจรที่มีแรงดันไฟเลี้ยงระดับต่ำประมาณ 5 โวลท์ ซึ่งออปโตคอปเปอร์นี้จะเป็นส่วนที่ช่วยให้วงจรทั้งสองด้านสามารถทำงานร่วมกันได้ โดยในส่วนของวงจรนี้จะใช้ ออปโตคอปเปอร์ หมายเลย 4N26

สำหรับรายละเอียดของ 4N26 มีดังนี้

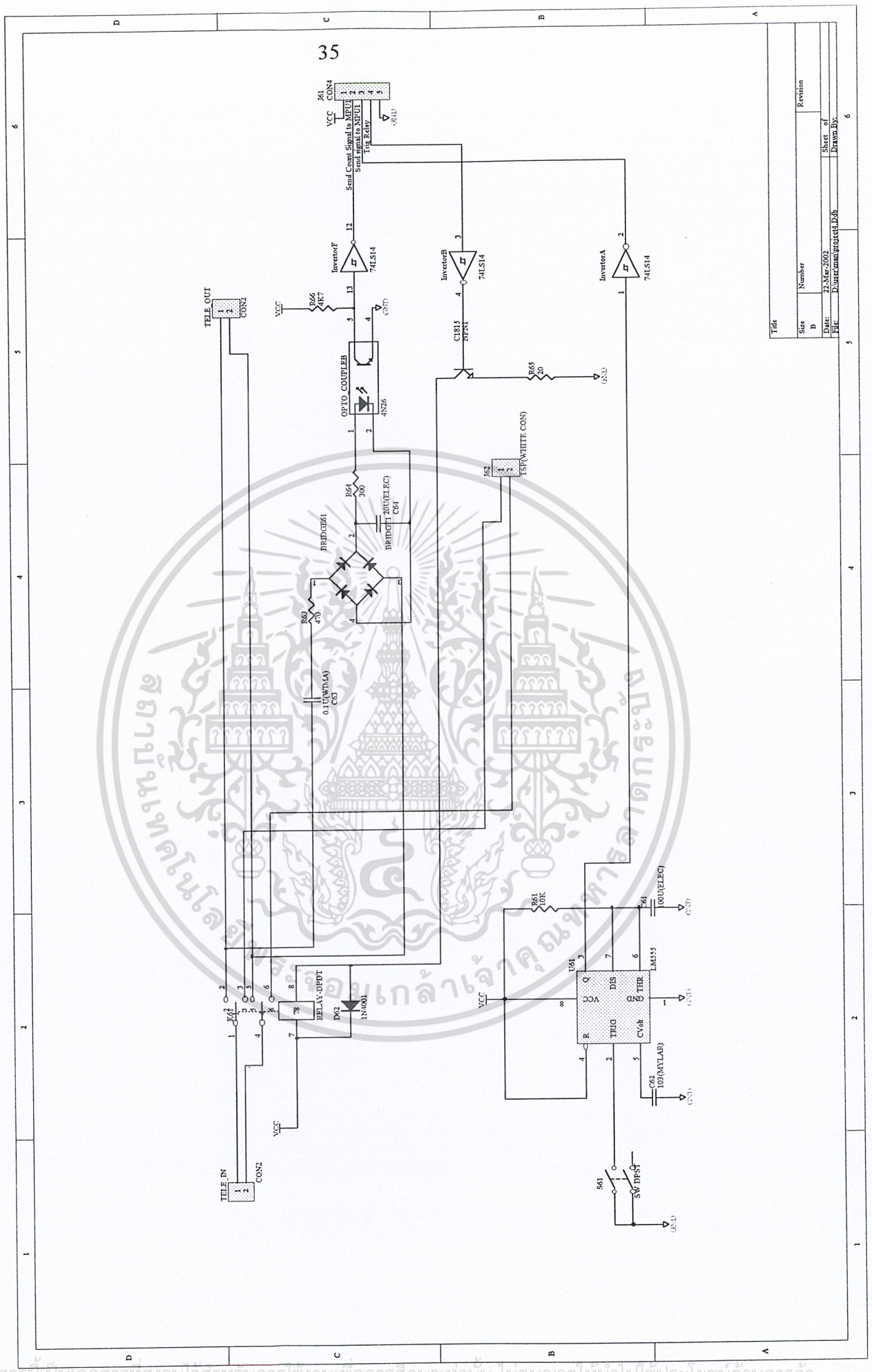
1. ใช้ GaAs ไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรดไปยัง Silicon NPN Photo Transistor
2. การแปลง (Transfer) ของไฟตรงมีค่าสูง
3. สามารถแยกวงจรที่มีระดับแรงดันแตกต่างกันได้ถึง 7500 โวลท์
4. มีความเร็วในการสวิทช์สูง

สัญญาณกระแสสลับที่ผ่านตัวเก็บประจุ จะถูกกรองแรงดันไฟตรงที่มากับแรงดันไฟสลับออก จากนั้น สัญญาณจะถูกดัด โดยบริดจ์ไดโอด ทำให้เกิดพัลซ์ไฟตรง ตกคร่อมตัวเก็บประจุ 33 ไมโครฟารัดจะทำหน้าที่กรองสัญญาณที่ได้ให้เรียบจากนั้นนำแรงดันไฟตรงที่ได้ขับไดโอดเปล่งแสงภายในออปโตคอปเปอร์ 4N26 และส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ ทำงานทำให้เกิดขบวนพัลส์นั้นมา จากนั้นส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการตรวจสอบโดยมีรูปวงจรดังรูป 4.2 นอกจากนี้หลักการนี้ ยังถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบ การเปิดปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งจะกล่าวต่อไปในภายหลัง

4.2.2 วงจรส่วนขัดจังหวะการทำงานเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์

วงจรนี้มีหลักการอยู่ว่าเมื่อผู้ใช้ต้องการใช้โทรศัพท์ หรือยกหูขณะที่เครื่องกำลังทำงานจะต้องทำการขัดจังหวะการทำงานของระบบ โดยใช้การทำงานของวงจรโมโนสเตเบิลที่เมื่อมีการกดปุ่มรีเซตวงจรทั้งหมดจะหยุดทำงาน และปล่อยสายให้ผู้ใช้ยกหูต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกของโทรศัพท์ (Detect Ringing)

4.3 ส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (Telephone Speech Network)

ในส่วนการเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอกนั้นใช้วงจรรวม เทเลโฟน สปีช เน็ทเวิร์ค (Telephone Speech Network Integrated Circuit) เบอร์ MC34014 ทำหน้าที่ดังกล่าว สำหรับไอซี MC34014 นี้ ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นทางผ่านของสัญญาณหลัก 3 สัญญาณคือ

1. สัญญาณ ดีทีเอ็มเอฟ (DTMF:Dual Tone Multiple Frequency) เพื่อส่งต่อให้แก่ส่วน ตรวจสอบสัญญาณ DTMF เบอร์ MT8888
2. ส่วนภาคการรับสัญญาณเพื่อเข้าสู่วงจรอัดเสียงของวงจรควบคุมการส่งเสียง
3. ส่วนภาคการส่งสัญญาณเสียงออกไปยังผู้เรียก สำหรับการสื่อสารกับผู้เรียกโดยวงจรควบคุมการส่งเสียง

วงจรส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอกแสดงได้ดังรูปที่ 4.4

4.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

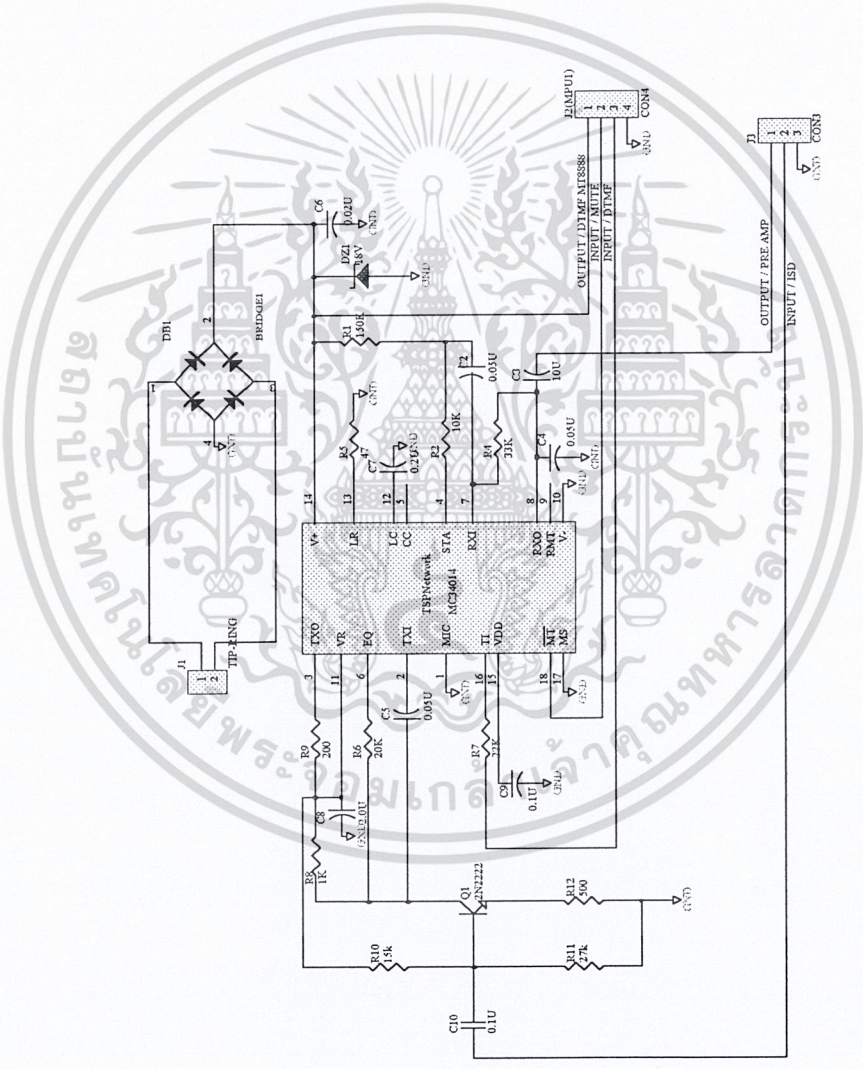
วงจรนี้ใช้สำหรับตรวจสอบและถอดรหัสสัญญาณรูปแบบต่าง ๆ ให้ออกมาเป็นสัญญาณทางตรรกที่มีรูปแบบแน่นอนตามที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อนำสัญญาณ Square Wave ที่ได้จาก Call Progress Mode มาทำการ Retrigable (โดย IC 74LS123) จะพบว่ามีรูปแบบของสัญญาณแต่ละชนิดจะไม่เหมือนกันโดยสัญญาณแต่ละชนิดจะมีรูปแบบและคาบเวลาที่แน่นอนดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงรูปแบบของสัญญาณแต่ละชนิด

สัญญาณ	สถานะ High(Sec)	สถานะ Low (Sec)
Dial Tone	สถานะ High ตลอดช่วงที่สายว่าง	-
Busy Tone	0.3-0.5	0.3-0.5
Ring Tone	0.5-1	3-4
สายขาด (ชำรุด)	-	สถานะ Low ตลอดช่วงที่สายขาด

การที่จะให้ Counter สามารถจับเวลา Pulse ที่เป็นช่วง High ได้ว่ากว้างกี่วินาทีนั้น ก็โดยการนำสัญญาณที่ได้จาก Call Progress Mode มาทำการ Retrigable แล้วนำไปเข้าที่ขา CET ของ Counter ซึ่งจากนี้จะทำให้ Counter พร้อมที่จะนับถ้าอยู่ในสถานะ High นอกจากนี้แล้ว การที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 วงจรส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (Telephone Speech Network)

Counter จะนับได้นั้นต้องมีฐานเวลาให้กับมันซึ่งเราจะสร้างฐานเวลาจาก Microcontroller และมีคาบเวลาเท่ากับ 0.1 ไมโครวินาที

ในทำนองเดียวกันเราสามารถทำให้ Counter ทำหน้าที่จับเวลา Pulse ที่เป็นช่วง Low ได้ด้วยการใส่ Inverter เพื่อกลับ Phase ก่อนที่จะเข้ามา CET ของ Counter จากที่กล่าวมาเราก็จะสามารถแยกแยะสัญญาณ Dial Tone กับ สายขาด(ชำรุด) และกลุ่มของสัญญาณที่เหลือออกจากกันได้ โดย Set Counter ตัวที่ให้นับสถานะ High ให้เริ่มนับตั้งแต่ค่า 0000B ซึ่งจะสามารถนับได้ 1.5 Sec ส่วน Counter ตัวชี้นับสถานะ LOW จะถูก Set ให้เริ่มต้นนับตั้งแต่ค่า 1101B ซึ่งจะสามารถนับได้ 0.2 Sec

เมื่อ Counter นับมาถึง 1111B แล้ว Counter จะส่งสถานะออกมาที่ ขา TC และเราจะนำ Output มาทำการรวมกันให้เป็นขาเดียวโดยจะเรียกขานี้ว่า ขา "Q"

Q1 คือ ขา Output ของ Counter ที่ใช้จับเวลาของ Pulse ช่วงที่เป็น High

Q2 คือ ขา Output ของ Counter ที่ใช้จับเวลาของ Pulse ช่วงที่เป็น Low

ในส่วนของวงจรอีกชุดหนึ่งซึ่งทำหน้าที่ถอดรหัสของสัญญาณรูปแบบของ Dial Tone และ Ring Back นั้น อาศัยหลักการที่ว่า Ring Back นั้นจะมีช่วงที่เป็น High นานที่สุด คือ 1 Sec และสัญญาณ Busy Tone นั้นจะมีช่วงที่เป็น High นานที่สุดคือ 0.5 Sec เมื่อเป็นเช่นนี้ เราจะนำสัญญาณที่ผ่านการ Retrigable แล้วในช่วงแรกมาทำการ Retrigable ซ้ำอีกครั้งโดยครั้งนี้จะใช้คาบเวลาในการ Retrig ประมาณ 1.1 Sec เพื่อให้สัญญาณ Busy Tone นั้นถูกดัดจนเป็น High ตลอดช่วงที่เกิดสัญญาณ Bus Tone ในขณะที่สัญญาณ Ring Back นั้นจะเหมือนเดิม จากนั้นเราจะนำสัญญาณดังกล่าวไปเข้า D-Flip Flop เพื่อทำการ Latch ค่าค้างไว้ และเราจะเรียกขา Output ของ D-Flip Flop ว่าขา "Q3"

จากที่กล่าวมาทั้งหมดเราก็จะสามารถถอดรหัสของสัญญาณรูปแบบต่าง ๆ ออกมาเป็นสัญญาณทางตรรกได้ดังตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงสัญญาณทางตรรก

	Q1	Q2	Q3
Dial Tone	1	0	X
Busy Tone	0	1	1
Ring Tone	0	1	0
สายขาด	0	1	X

ในส่วนของวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF นี้ รูปวงจรแสดงไว้ในรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วงจร ISD25XX (ส่วน Record และ Playback ข้อความ)

สำหรับการทำงานของวงจรสามารถอธิบายได้เป็น 3 Mode ใหญ่ ๆ คือ

1) Menu Mode เป็นโหมดในการลำดับขั้นตอนของวงจรทั้งหมด ให้ผู้ใช้สามารถรู้ได้ว่าต้องทำอะไรต่อไป
2) Record Mode เป็น โหมดในการบันทึกเสียง
3) Playback Mode เป็น โหมดในการเช็คข้อความ

สำหรับหลักในการคำนวณ ค่า Address ของ ISD25XX ที่ตรงกับวินาทีที่เราต้องการเรียกใช้ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าแอดเดรสต่าง ๆ ของ ISDXX

Dec	Binay A9-A0										ISD2560 (Seconds)	ISD2575 (Seconds)	ISD2590 (Seconds)	ISD25120 (Seconds)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	5.0	6.25	7.5	10.0
100	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	10.0	12.5	15.0	20.0
250	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	25.0	31.25	37.5	50.0
300	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	30.0	37.25	45.0	60.0
400	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	40.0	50.0	60.0	80.0
500	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	50.0	62.5	75.0	100.0
599	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	59.9	78.875	89.85	119.8

และสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานของวงจร โดยลำดับได้ดังนี้

1) Menu Mode การทำงานของวงจรนี้สามารถอธิบายได้คร่าว ๆ ว่า วงจรจะมีหน้าที่รับ Code คำสั่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 ซึ่งเป็น Main Control ว่าขณะนี้ต้องการให้พูดข้อความที่เท่าไหร่และจะมีการ Polling รอรับค่าการกดก่อนที่ข้อความจะจบด้วย และจะทำการจับเวลาเพื่อรอการกดคีย์ใด ๆ จากผู้ใช้โดยใช้ Timer ภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เอง และนอกจากนี้ยังมีการทำ Handcheck เพื่อตรวจสอบสถานะการใช้งานของโทรศัพท์ว่ามีการวางหูจากผู้ใช้แล้วหรือยัง การทำงานของวงจรนี้ไม่มีความซับซ้อน สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.4 โดยมีหลักอยู่ว่าเมื่อต้องการให้ ISD ตัวใดทำงานก็ให้ขา CE ของตัวนั้นเป็น 0 ส่วนการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจะควบคุมที่ไมโคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 วงจรในส่วนนี้มีหน้าที่เพียงเรียกข้อความที่ต้องการระบุขั้นตอนทำงานให้ผู้ใช้เข้าใจเท่านั้น

2) Record Mode เมื่อทำการทำงานในโหมดของการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการทำงานใน Mode ที่ 2 คือการบันทึกเสียง เราจึงมีความจำเป็นต้องเพิ่ม ISD ตัวที่ 3 เข้าไป และในวงจรนี้จะใช้ ISD25120 ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้ 120 วินาที จึงทำการบันทึกออกเป็น 8 ข้อความ ข้อความละ 15 วินาที (1บิต เท่ากับ 0.2วินาที) ในการ Record ก็สามารถทำเช่นเดียวกันกับการ Playback โดยแตกต่างกันเล็กน้อย คือ เมื่อเราให้ PD เป็น low และกำหนด Address ให้มันแล้วจะต้องให้ PR เป็น low เพื่อทำการ Record และ CE3 เป็น low เพื่อเลือกให้ ISD ตัวที่ 3 นี้ทำงาน หลังจากนั้นระบบจะทำการบันทึกข้อความของผู้ใช้ที่ฝากไว้ในระยะเวลา ประมาณ 15 วินาที และจะกล่าวขอบคุณเมื่อทำการบันทึกครบ 15 วินาทีแล้วทุกครั้ง ในการคำนวณเวลา 15 วินาที ของ ISD25120 จะใช้ Timer1 ในการนับเวลา และในการบันทึกแต่ละครั้งจะมีการ set ให้บิทควบคุมสถานะการบันทึก(แต่ละบิตของ Status_rec) เป็น 1 ที่ลำดับ Address ที่ถูกบันทึกเรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 4.4 แสดงฟังก์ชันการควบคุม ISDXX

ลำดับการควบคุม	ฟังก์ชันการทำงาน	
1	ให้ไฟเลี้ยงกับชิพและเลือกบันทึกหรือเล่นกลับ	1)PD=LOW 2)P/R=High เมื่อเลือกเล่นกลับ 3)P/R=LOW เมื่อเลือกบันทึก
2	ตั้งค่าแอดเดรสที่ต้องการบันทึกหรือเล่นกลับ	Set Address A0-A9 (สำหรับ ISD2590 1 bit=0.15 วินาที
3A	เริ่มการเล่นกลับ	P/R=High, CE=Pulse Low
3B	เริ่มการบันทึก	P/R=Low, CE=Low
4A	จบการเล่นกลับ	Automatic
4B	จบการบันทึก	PD or CE = High

3) Playback mode เมื่อทำการบันทึกได้เรียบร้อยแล้ว จึงต้องมีการทำงานในโหมดของการเล่นกลับข้อความที่บันทึกเพื่อผู้ใช้จะสามารถโทรมาเช็คข้อความที่ฝากถึงผู้ใช้ได้ (อาจมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ Protect โดยใส่ Password ก่อนเข้าไปทำการเช็คข้อความได้ เช่นเดียวกับโหมดการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า) ในการเล่นกลับจะทำการตรวจสอบแต่ละบิทใน Status_rec ว่ามี bit ใดเป็น 1 บ้าง และจะทำการอ่านข้อความในลำดับ Address ที่ขึ้นอยู่กับบิทนั้น ๆ เช่น บิท 0 ของ Status_rec เป็น 1 แสดงว่ามีข้อความใน Address 0000000000 ของ ISD25120 เป็นต้น ข้อความจะถูกเล่นกลับหรือถูกอ่าน ออกมาเรียงตามลำดับ

วงจรที่ 4.5 แสดงวงจรทั้งหมดที่ควบคุมในส่วนของการบันทึกเสียง จะสังเกตเห็นว่าขาลำโพง และไมโครโฟน สามารถต่อขาบวกได้ ซึ่งจะใช้ได้ดีกับ วงจร Speech part network

4.6 วงจรส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และตรวจสอบสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้า

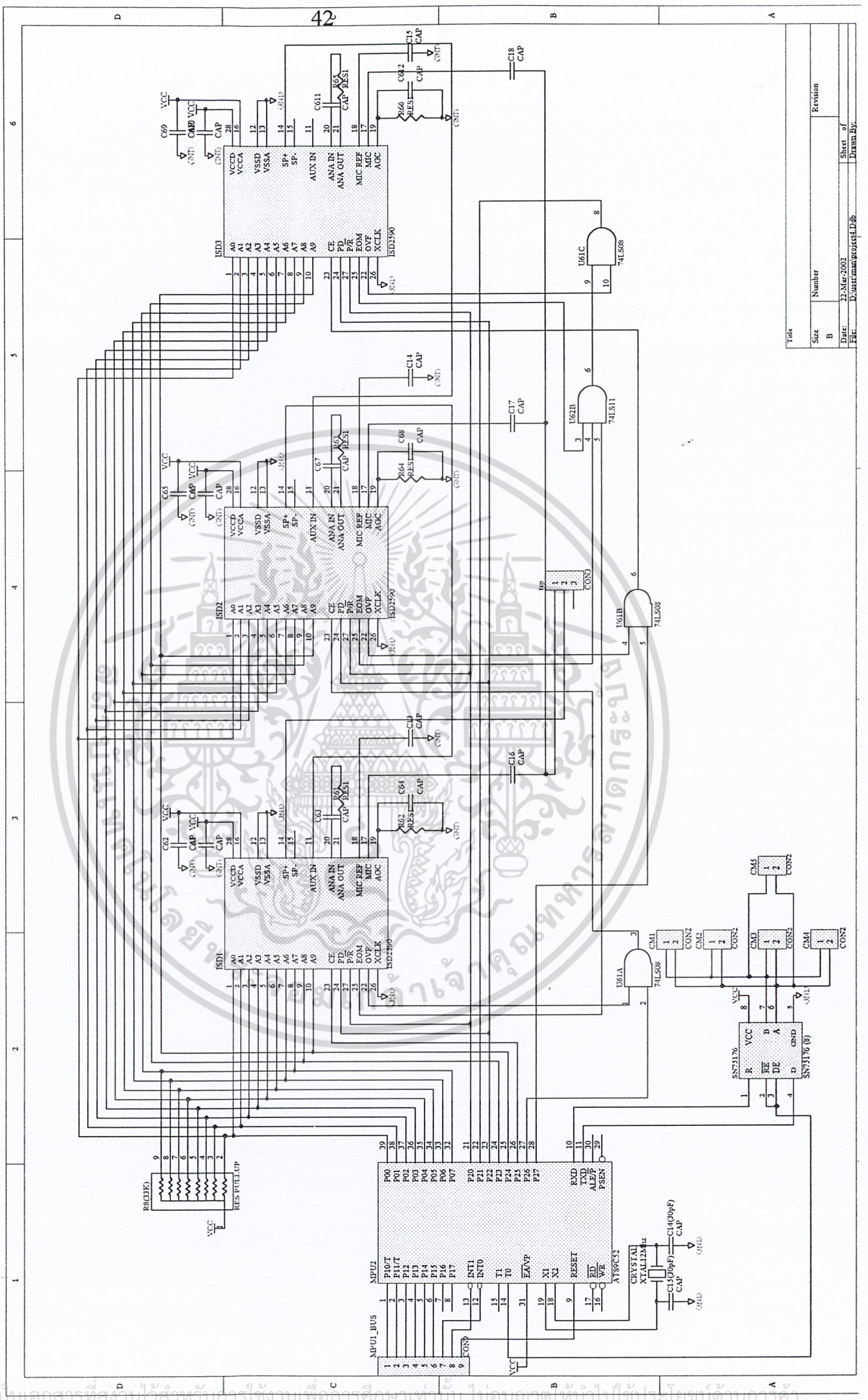
เป็นส่วนวงจรควบคุมการเปิดปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการของการใช้สวิตซ์ 2 ทาง โดยที่ผู้ใช้สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นได้โดยตรงและผ่านทางระบบควบคุมทางโทรศัพท์ในส่วนการตรวจสอบสถานะนั้นจะอาศัยหลักการที่กล่าวว่าเมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเปิดขึ้น จะมีกระแสไฟฟ้าไหลตามมาด้วย

ดังนั้นวงจรนี้จึงทำการตรวจสอบการไหลของกระแสผ่านชุดไดโอดขนาน และเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้ามีค่าสูง 220 โวลท์ ดังนั้นจึงใช้วงจรออปโตคอปเปอร์เพื่อทำการแยกส่วนวงจรควบคุมแรงดันต่ำออกจากวงจรแรงดันสูง

นอกจากนี้ ในการสื่อสารการทำงานระหว่างระบบควบคุมใหญ่ และวงจรนี้จะใช้หลักการสื่อสารของพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-485 ที่สามารถลดสัญญาณรบกวนและส่งได้ในระยะทางที่ไกลกว่ามาตรฐาน RS-232 อีกทั้งยังใช้สายสัญญาณน้อยกว่า

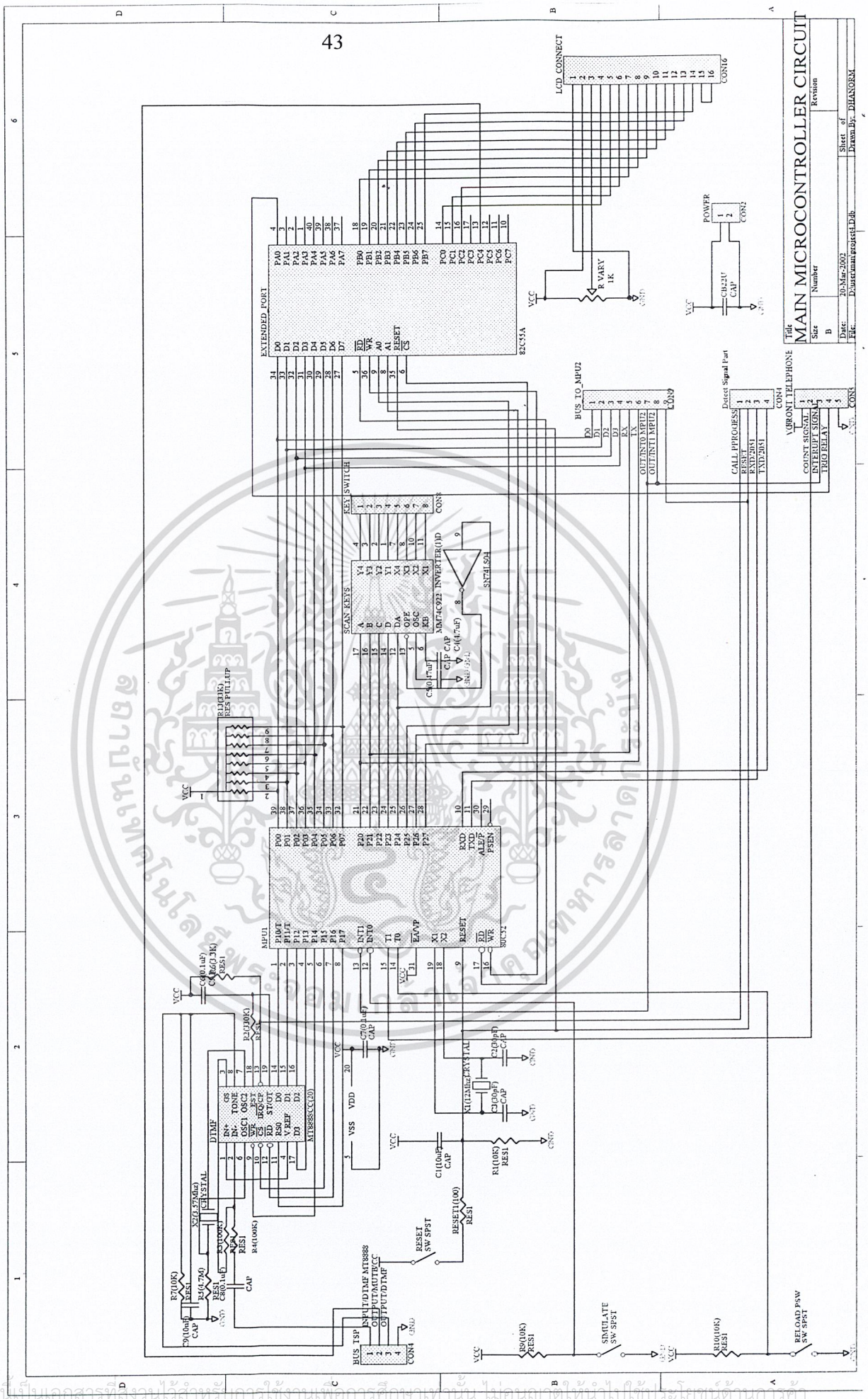
วงจรรูปที่ 4.7 แสดงวงจรส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และตรวจสอบสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



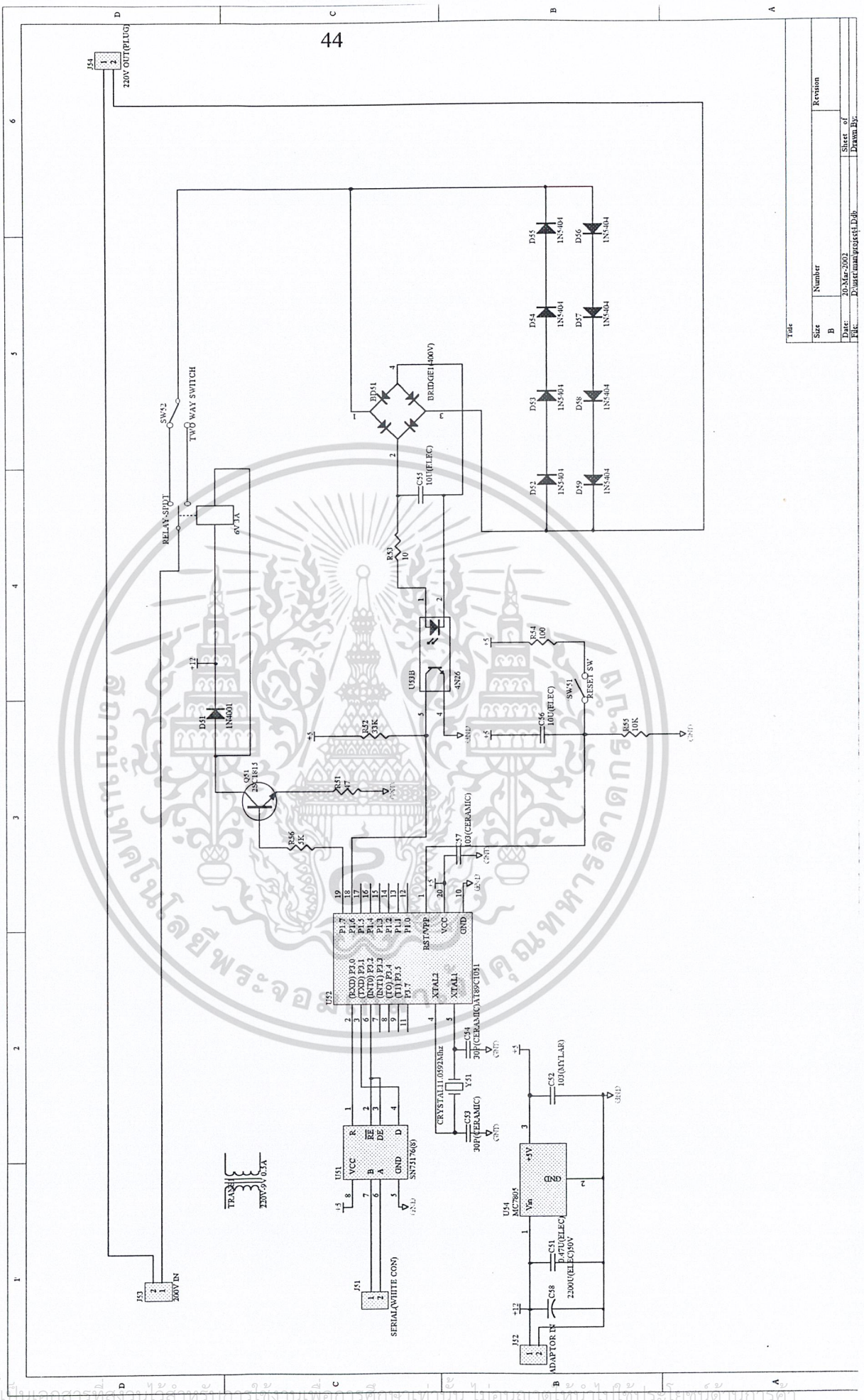
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 แสดงวงจร Sound Circuit (ใช้ ISD25XX)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 แสดงวงจรส่วนควบคุมหลัก และวงจร ถอดรหัสสัญญาณ DTMF



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 แสดงวงจรส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และตรวจสอบสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้า

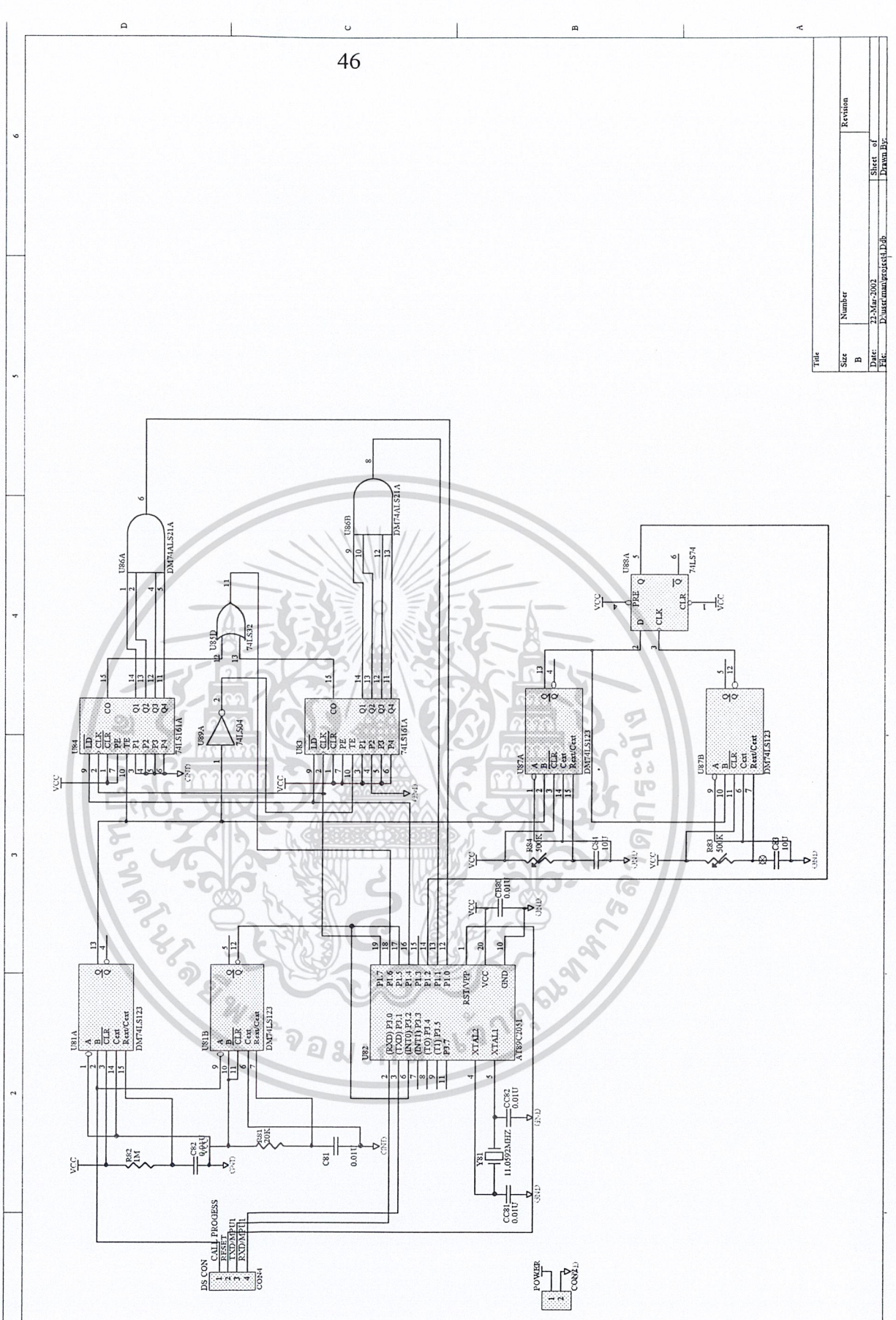
4.7 วงจรส่วนรักษาความปลอดภัย

วงจรส่วนนี้ออกแบบมาเพื่อเป็นแบบจำลองเครื่องโทรศัพท์เพื่อทำหน้าที่เรียกกลับไปยังผู้ใช้โดยอัตโนมัติ วงจรส่วนนี้ใช้ Logic Gate ในการออกแบบให้เกิดระบบรักษาความปลอดภัย

สำหรับการใช้งานเมื่อมีการกดปุ่มที่เครื่องโทรศัพท์(ในที่นี้จะจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบกับ Sensor) วงจรจะทำการตรวจเช็คสัญญาณสายว่าง (Dial Tone) เมื่อตรวจพบว่ามีสัญญาณสายว่าง ระบบจะทำการกดเบอร์ที่ตั้งไว้อัตโนมัติ เมื่อกดเสร็จแล้ว ระบบจึงจะทำการเช็คว่าเป็นสัญญาณ Busy Tone หรือ Ring Back Tone ถ้าเป็นสัญญาณ Busy Tone ระบบจะกลับไปเช็คสัญญาณสายว่างใหม่แล้วจึงโทรซ้ำจนกว่าจะเจอสัญญาณ Ring Back Tone เมื่อพบสัญญาณ Ring Back Tone แล้วระบบจะทำการจับเวลา 4.5 วินาที และเช็ค ข้อความตอบสนองของระบบ (ในกรณีที่เป็น Operator รับสาย) และกดเบอร์ต่อ(1 หรือ 107 สำหรับในการทดลอง)ถ้าไม่มีการกดใดๆ ภายใน 28 วินาที ระบบจะทำการกลับไปเริ่มต้นเช็คสัญญาณสายว่างใหม่ แต่ถ้ามีการต่อเบอร์แล้ว วงจรจะทำการจับเวลาไปอีก 4.5 วินาที แล้วจึงส่งสัญญาณไปให้ผู้ใช้(เลขหมายปลายทางที่ตั้งไว้) ทราบเพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีการกดปุ่มโทรออกอัตโนมัตินี้(หรือเกิดเหตุการณ์อันไม่ปลอดภัยเกิดขึ้น)

วงจรส่วนรักษาความปลอดภัยแสดงได้ดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่ 4.8 วงจรส่วนรักษาความปลอดภัย

บทที่ 5
การทดลอง

การทำงานโดยรวมของวงจร

สามารถอธิบายการทำงานของวงจรโดยรวมได้ดังนี้คือ เมื่อมีสัญญาณโทรศัพท์เป็นสัญญาณเรียกเข้าผ่านเข้ามา วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกเข้า จะทำหน้าที่ตรวจสถานะของโทรศัพท์ว่าเป็นสัญญาณชนิดใด ถ้าเป็นสัญญาณเรียกเข้า วงจรจะทำการตรวจได้ไฟสลับขนาด 5Vp-p ความถี่ 400 Hz ขี่อยู่บนไฟตรง 30 โวลท์ และวงจรนี้จะทำการ เรียงกระแส กรองสัญญาณ แยกกราวด์ และ ทำการจัดให้ได้พัลส์ รูปสี่เหลี่ยมที่จะส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 หรือ Main CPU ทำการนับให้ครบ 6 ครั้ง ในขณะที่มีการนับนี้จะสามารถเปลี่ยน รหัสผ่าน ได้ หลังจากนั้นจึงส่งสัญญาณมาทริกให้รีเลย์ทำงานสับให้เข้าสู่วงจร TSN โดยใช้ MC34014 วงจร TSN:Telephone Speech Part Network นี้จะมีหน้าที่เป็นความต้านทานเสมือนเครื่องโทรศัพท์ (600 โอห์ม) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการแยกส่วนรับส่วนส่ง และเป็นทางผ่านของสัญญาณทุกอย่างโดยสัญญาณอาจเป็นทั้งสัญญาณเสียงพูด หรือสัญญาณรหัสที่ประกอบขึ้นด้วย 2 ความถี่มาเข้ารหัสกัน ซึ่งสัญญาณเสียงพูดจะไม่เหมือนสัญญาณรหัสเพราะมีหลายความถี่รวมกัน สัญญาณนี้จะถูกส่งไปยัง DTMF เบอร์ MT8888 เพื่อแปลความหมายที่ผู้ใช้ต้องการส่งผ่านส่วนประมวลผลหลัก และไปควบคุมวงจรส่วนกำเนิดเสียงต่อไป นอกจากนี้ DTMF ยังมีฟังก์ชันพิเศษขึ้นมาอีก 1 ฟังก์ชันคือสามารถส่งสัญญาณโทรออก

อัตโนมัติไปยังเลขหมายปลายทางที่ตั้งค่าไว้ ในกรณีฉุกเฉิน โดยใช้วงจรทาง Logic Gate TTL เมื่อ DTMF ถอดรหัสสัญญาณและส่วนควบคุมหลัก ส่งคำสั่งให้ส่วนกำเนิดเสียงแล้ว วงจรส่วนกำเนิดเสียงจะทำการพูดข้อความเพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจลำดับการทำงาน และในการทำงานจะแบ่งเป็น 3 โหมด คือ ส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่วนบันทึกข้อความ และส่วนตรวจเช็คข้อความ

การทำงานในส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจะเริ่มโดยผู้ใช้จะต้องป้อนรหัสผ่านที่ถูกต้อง ถ้ารหัสไม่ถูกต้อง เครื่องจะทำการถามซ้ำอีก 2 ครั้ง เมื่อครบแล้วจะตัดออกจากวงจร แต่ถ้ารหัสผ่านที่ป้อนถูกต้อง เครื่องจะถามว่าต้องการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอะไร เมื่อผู้ใช้กดเลือกหมายเลขแล้วเครื่องจะทำการตรวจสอบสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นแล้วแจ้งให้ผู้ใช้ทราบ ผู้ใช้จะทำการเลือกให้เปิดหรือปิด หรือยกเลิกคำสั่งได้ หลังจากนั้นเครื่องจะทำการยืนยันสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้แล้วถามซ้ำว่าต้องการควบคุมตัวอื่นอีกหรือไม่ ถ้าไม่ต้องการแล้วจะออกจากวงจร การทำงานในส่วนนี้จะใช้ RS-485 เป็นพอร์ทสื่อสารอนุกรม (Serial Port)ในการติดต่อระหว่าง CPU2 ในส่วนควบคุมเสียงกับ CPU3 ในวงจรส่วนควบคุมนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนบันทึกข้อความ เมื่อผู้ใช้กด 1 จะเข้าสู่โหมดนี้ เครื่องจะกล่าวต้อนรับและบอกให้ผู้ใช้พูดข้อความหลังได้ยินสัญญาณ วงจร TSN จะผ่านสัญญาณเสียงพูดเข้าไปในส่วนควบคุมเสียง และ ISD25120 จะทำหน้าที่บันทึกเสียงที่ผู้ใช้ฝากไว้ในหน่วยความจำ (Memory) ผ่านทางขาไมโครโฟนของ ISD เมื่อผู้ใช้ฝากข้อความครบ 15 วินาที เครื่องจะกล่าวขอบคุณ และออกจากวงจร

ส่วนตรวจสอบข้อความ เมื่อผู้ใช้กดเมนู 2 จะเข้าสู่โหมดตรวจเช็คข้อความโดยเครื่องจะทำการกล่าวต้อนรับและพูดข้อความที่ทำการบันทึกไว้แล้วให้ผู้ใช้ทราบ โดยจะทำการเช็คบิทใน รีจิสเตอร์สถานะ (Status_Rec) ถ้าบิทใดเป็น 1 แสดงว่ามีข้อความอยู่ เครื่องจะทำการพูดข้อความนั้นออกมา หลังจากหมดทุกข้อความแล้ว จะกล่าวขอบคุณ และออกจากวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและวิจารณ์

เครื่องสั่งงานทางโทรศัพท์อัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันต่อไปนี้

1. วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกเข้าสามารถทำการตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์และทำการส่ง พัลส์ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการนับจนครบ 6 ครั้งและตัดรีเลย์ (Relay) เข้ากับวงจรอัตโนมัติได้
2. ในขณะที่มีการทำงาน จะมีการแสดงสถานะการทำงานออกมาทางหน้าจอแสดงผล (LCD) ได้
3. ในขณะที่มีสัญญาณเสียงเรียกเข้า ผู้ใช้สามารถทำการเปลี่ยน Passward ผ่านคีย์แพด (Keypad) ได้
4. เมื่อมีการรับก่อนครบ 6 ครั้ง ระบบจะทำการ Reset ตัวเอง เพื่อเริ่มทำการนับใหม่สำหรับการเรียกเข้าครั้งถัดไปได้
5. วงจรส่วนควบคุมเสียงสามารถพูดข้อความตามลำดับการทำงานและสามารถทำการบันทึกข้อความเมื่อผู้เรียกต้องการบันทึกข้อความ และยังสามารถทำการตรวจเช็คข้อความได้ด้วย
6. วงจรส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับรู้และทำการดำเนินการตามคำสั่งของผู้เรียกต่อไป

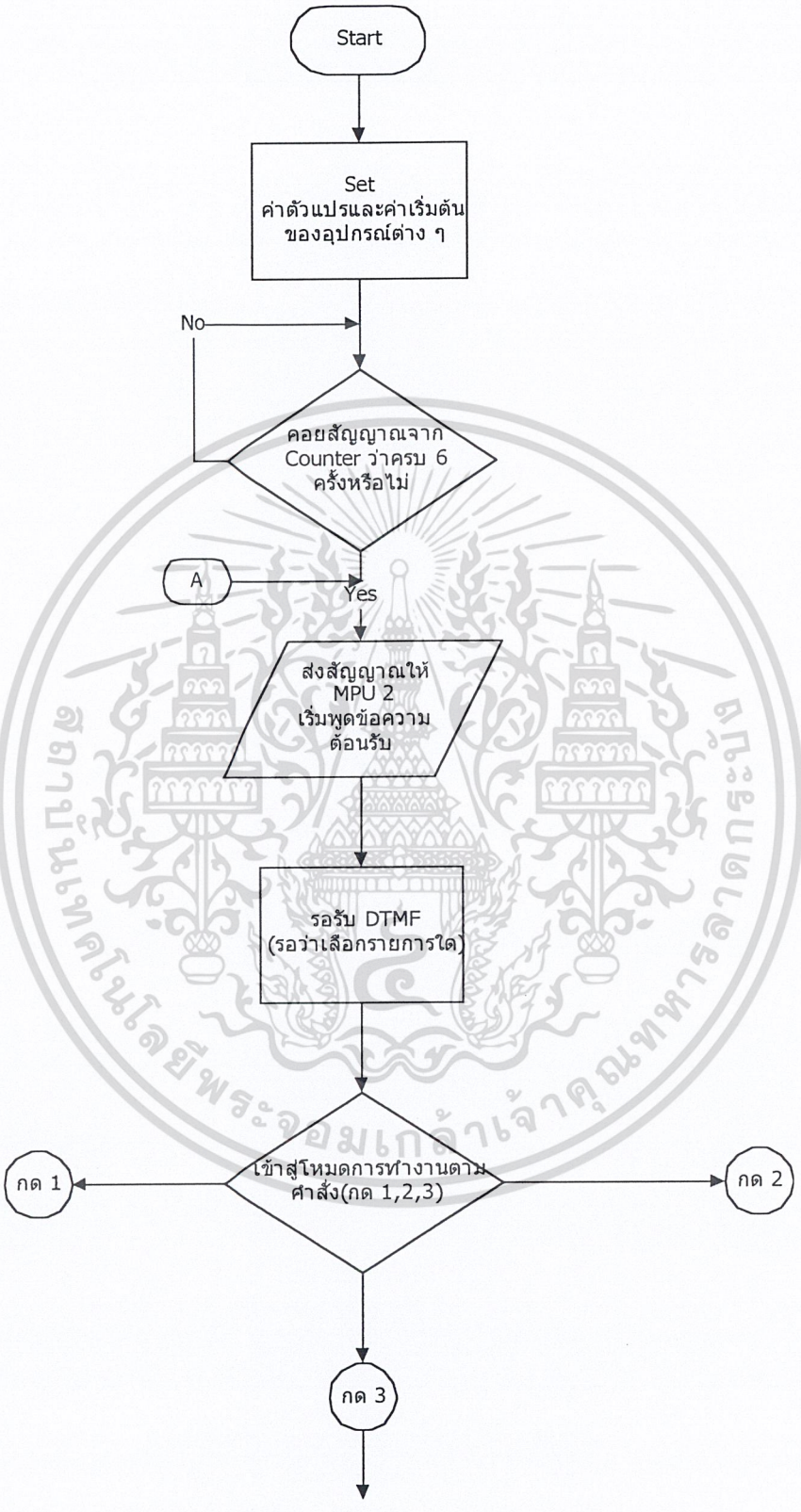
ปัญหาและอุปสรรคที่พบได้แก่

1. ส่วนวงจร Telephone Speech Part Network ไม่สามารถทำการส่งผ่านสัญญาณสองทิศทางให้ DTMF ได้ ในที่นี้จึงใช้หม้อแปลง 600 โอห์มมาทำการส่งผ่านสัญญาณแทนไปก่อน
2. ในส่วนของ วงจร ISD25XX จะต้องทำการคำนวณให้แน่นอนว่าเสียงที่เราได้บันทึกแล้วนั้นกินพื้นที่แอดเดรสที่เท่าไหร่ โดยสำหรับ ISD2590 นั้น 1 บิต จะเท่ากับ 0.15 วินาที และส่วน ISD25120 นั้น 1 บิตจะเท่ากับ 0.2 วินาที
3. ในขณะทำการทดลองพบว่า ISD25XX ข้อความที่ได้ทำการบันทึกไว้มักจะหายไปโดยยังหาสาเหตุแท้จริงไม่ได้ จึงต้องมีการบันทึกใหม่บ่อยครั้ง
4. วงจรแต่ละวงจรสามารถทำงานได้ดีเมื่อทดลองแยกกัน แต่พอเอามารวมกันวงจรจะต้องทำงานสัมพันธ์กัน จึงเกิดปัญหาที่ตามมาหลายปัญหา เนื่องจากระบบมีหลายวงจร และต้องทำการแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

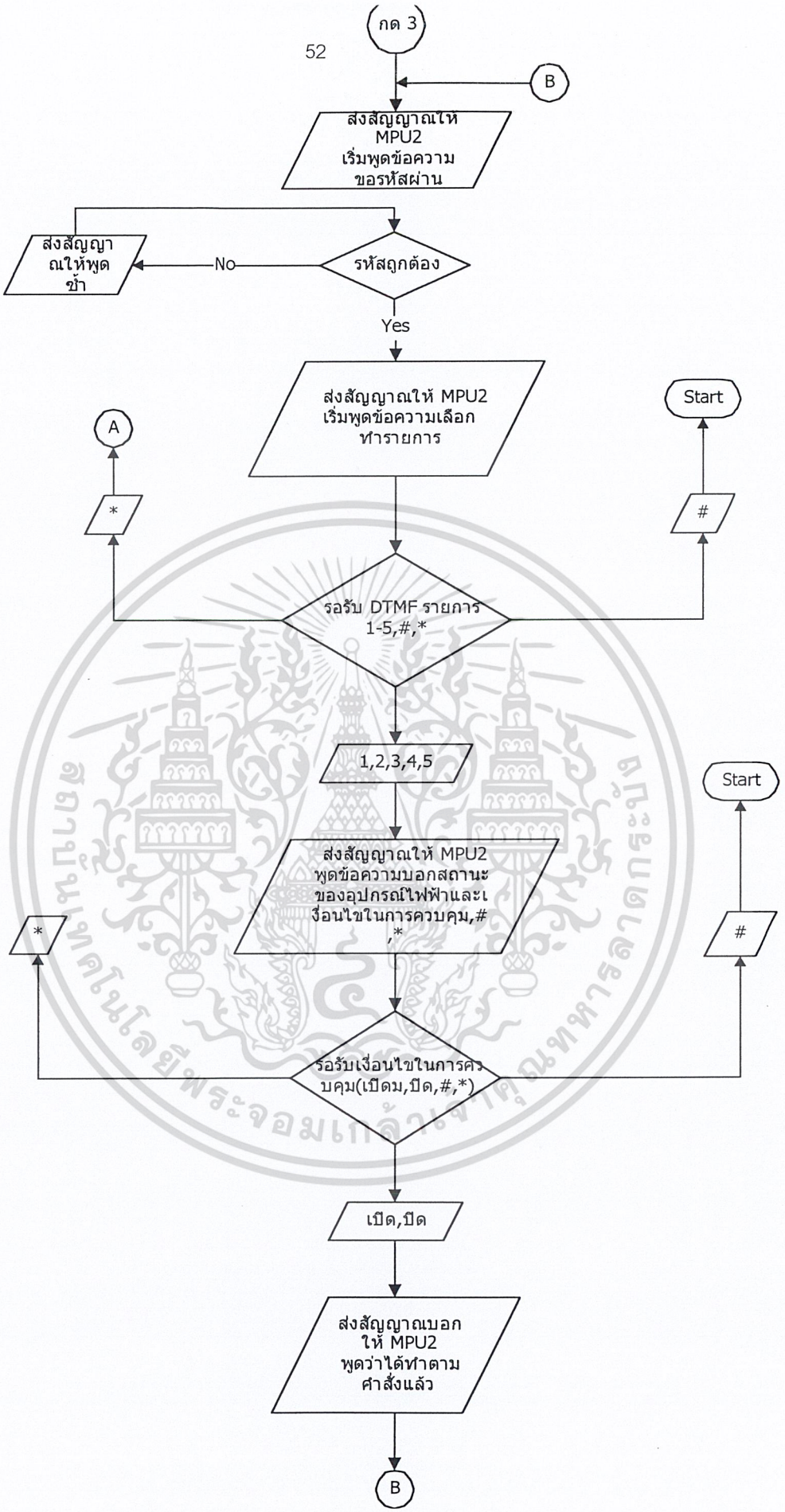
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



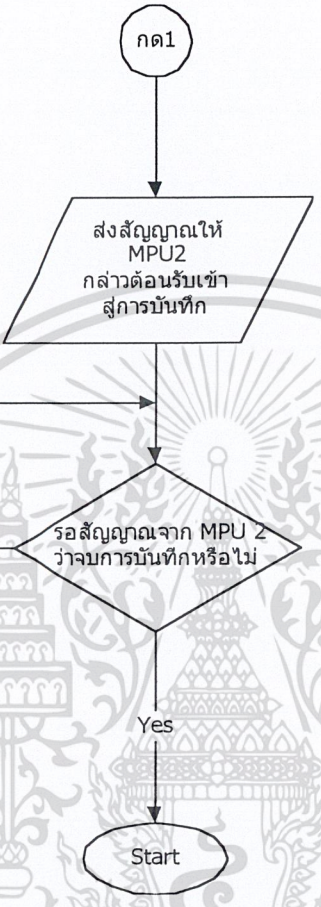
รูปที่ 1 แสดงการทำงานโดยรวมของ Main CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



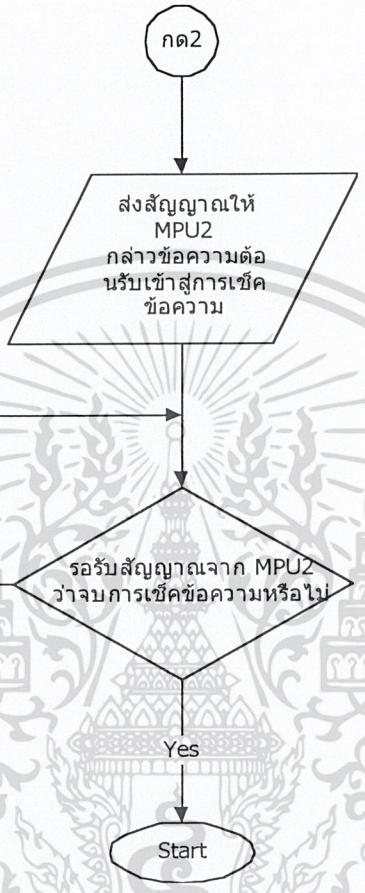
รูปที่ 2 แสดงการทำงานของ Main CPU (กด3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



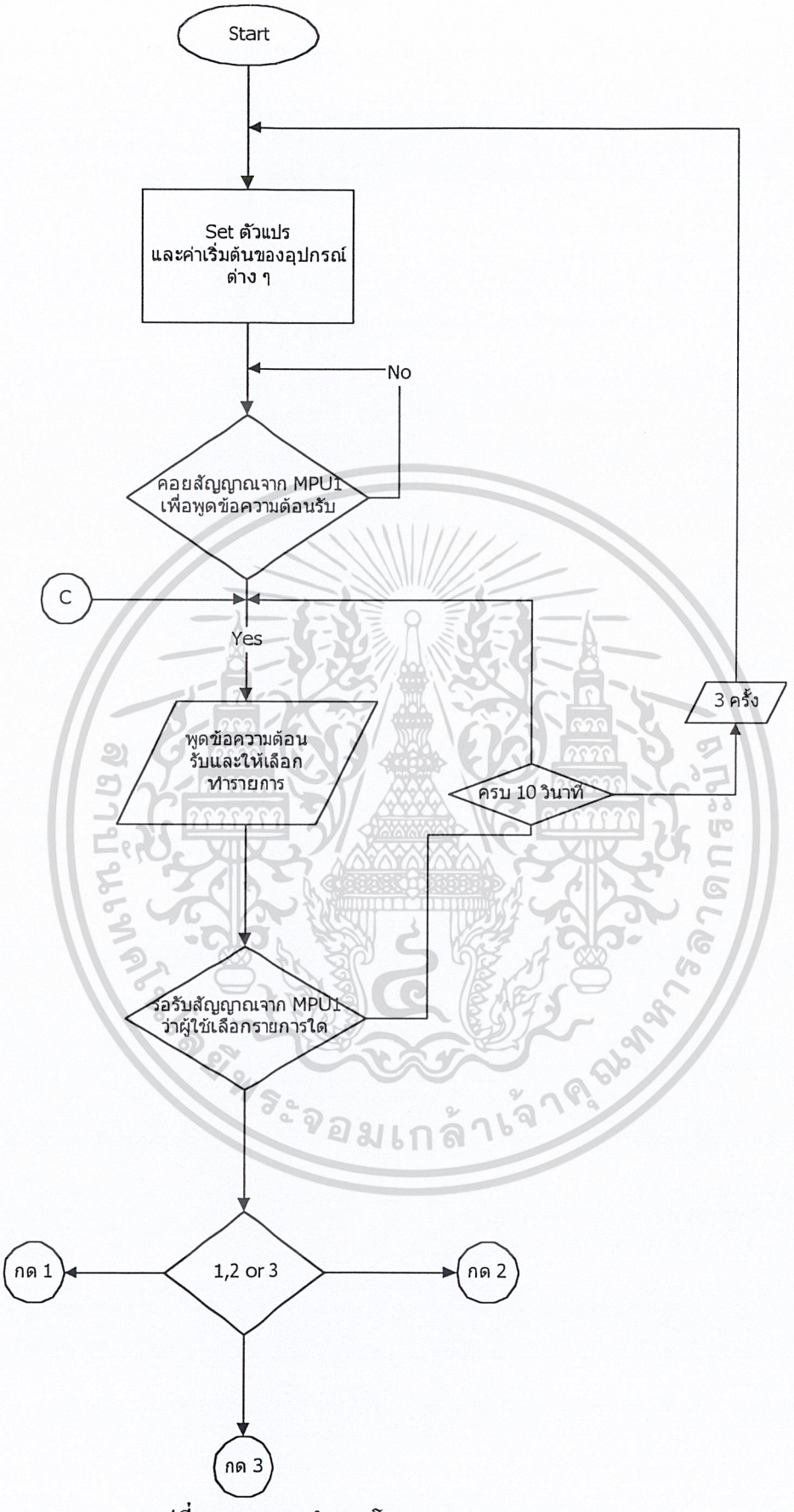
รูปที่ 3 แสดงการทำงานของ Main CPU(กด 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



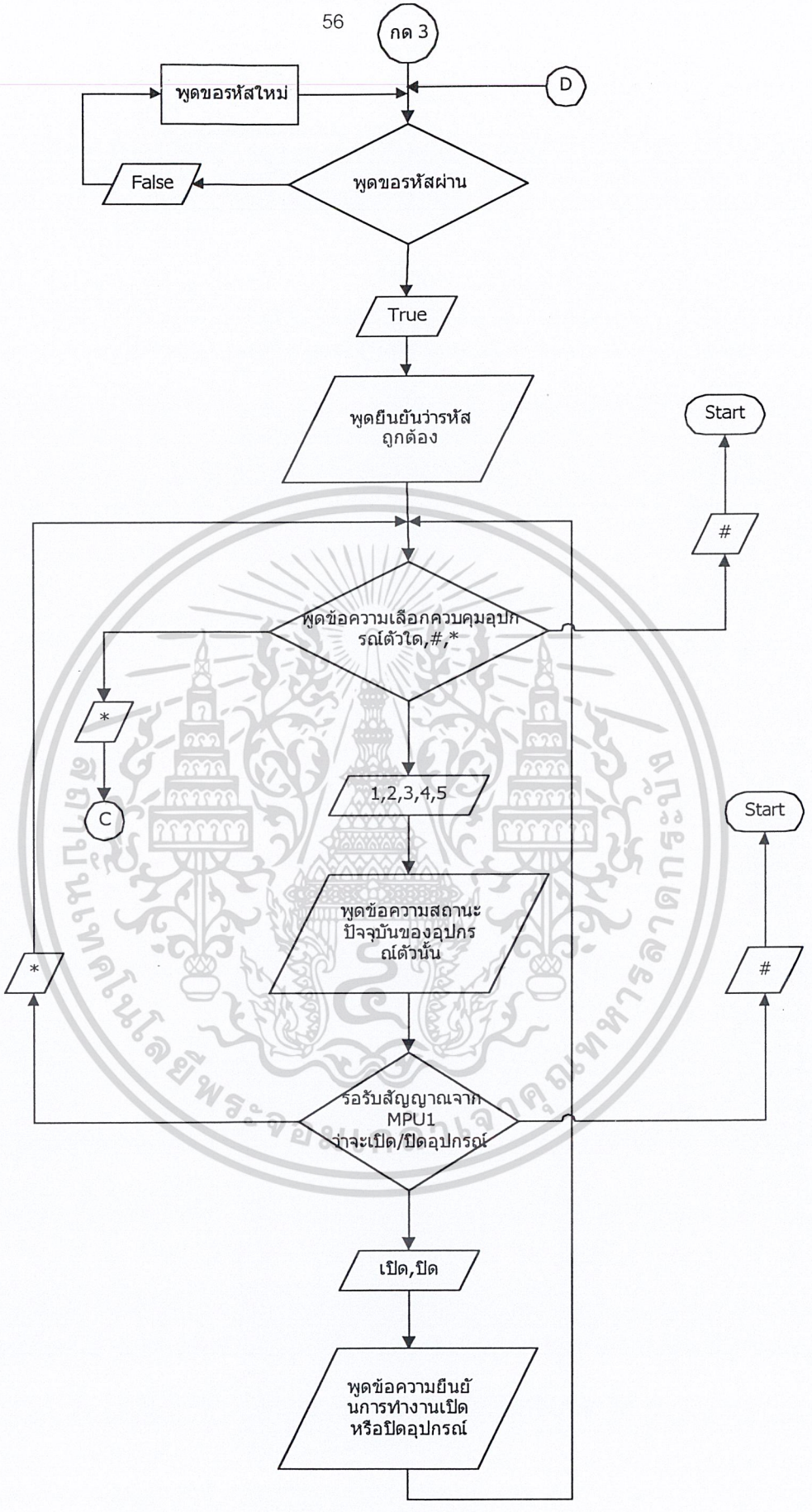
รูปที่ 4 แสดงการทำงานของ Main CPU(กด 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



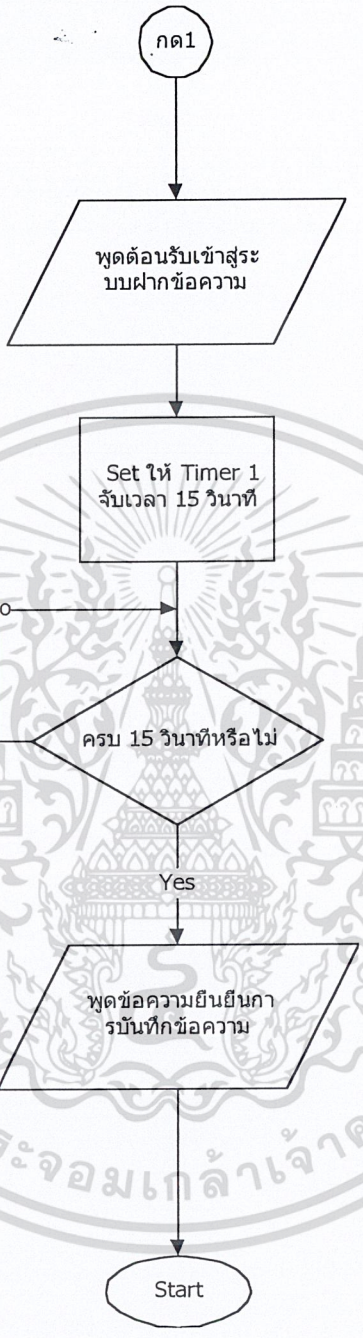
รูปที่ 5 แสดงการทำงานโดยรวมของ Slave CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



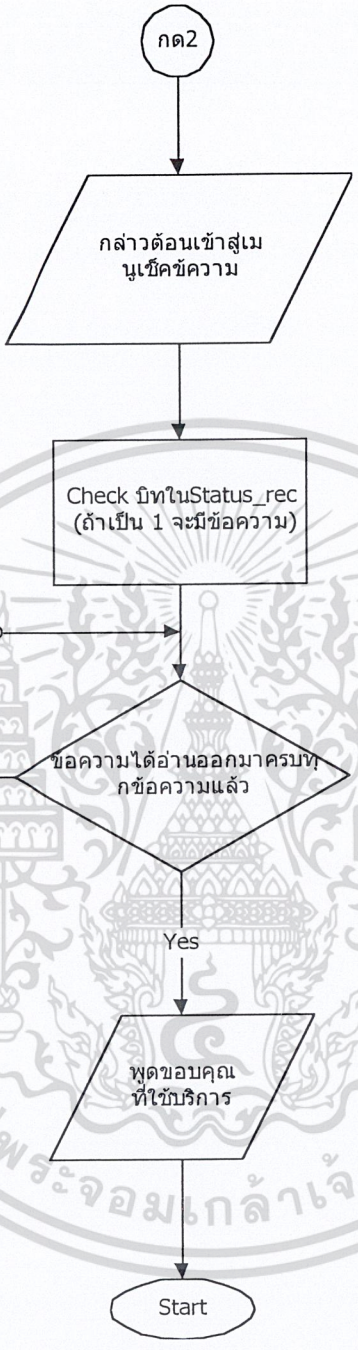
รูปที่ 6 แสดงการทำงานของ Slave CPU (กด 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



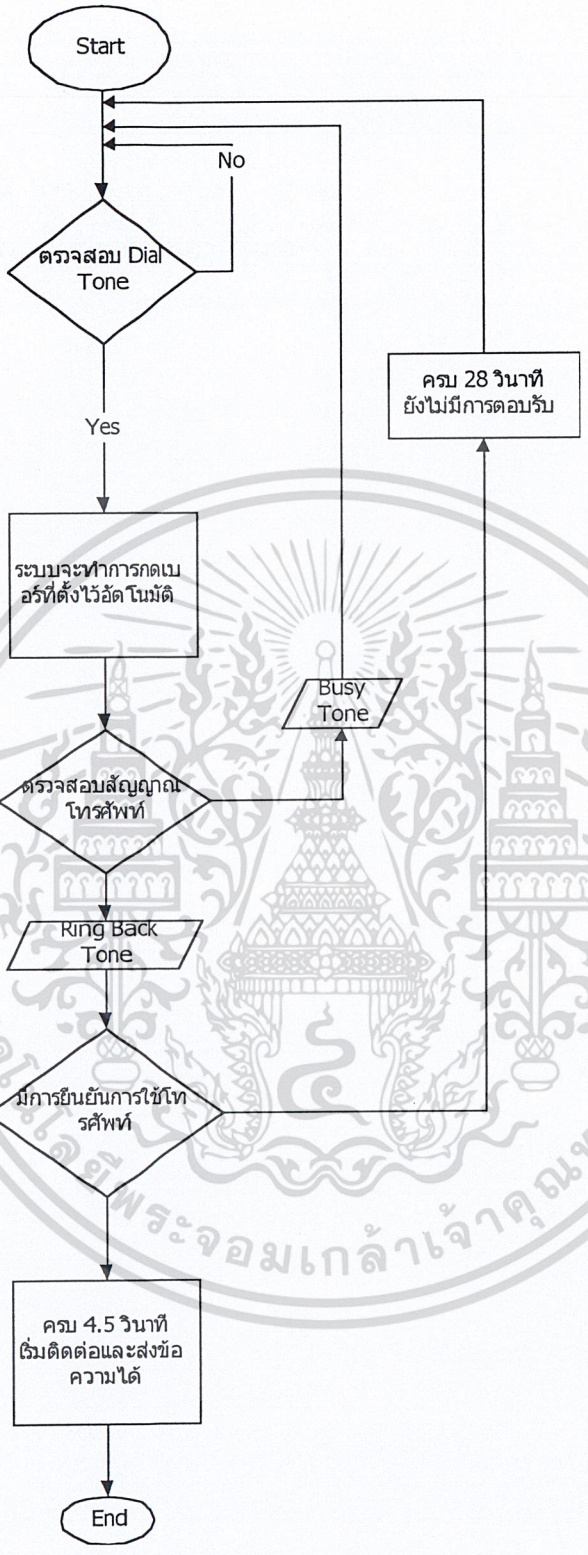
รูปที่ 7 แสดงการทำงานโดยรวมของ Slave CPU (กด 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 แสดงการทำงานของ Slave CPU (กด 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 แสดงการทำงานของวงจรระบบรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก อ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำรายงานและชิ้นงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และ ขอกล่าวขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือกันมาตลอดในการทำโปรเจกต์ครั้งนี้ มา ณ.ที่นี้ด้วย

.....

(นาย ถนอม ปลื้มวงศ์โรจน์)

.....

(นาย ยุทธนา รัตนชื่น)

.....

(นางสาว รวีวรรณ ฝั้นอิ่นแก้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์; คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51; บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน)

-สุทธินันท์ พรศิริกุล,"ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์",เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,ฉบับที่ 120,หน้า 90-94,กันยายน 2535

-Tomi Engdahi,"Telephone ringing circuit", WWW.egyed.com/phonework.html,1997

-Motorola; Communication Device Data Book;DL136/D,1996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้