ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

The Electric Equipment Control by Phone Number

ชื่อนักศึกษา

1. นายนที นิยมรัตน์	รหัสประจำตัว	46035318
2. นายไพโรจน์ เมฆบุตร	รหัสประจำตัว	46035336
3. นายธารานนท์ น่าชม	รหัสประจำตัว	46035704
4. นายวีรชัย สุขสว่าง	รหัสประจำตัว	46035710

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.โกศล ตราชู	
2. ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	
3. ผศ.กิติพงศ์ มะโน	
4. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
5. อ.ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 29 เมษายน พ.ศ. 2548 เวลา 13.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<BT4720292>

เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

THE ELECTRIC EQUIPMENT CONTROL BY PHONE NUMBER

T059528

นายนที นิยมรัตน์
นายไพโรจน์ เมฆบุตร
นายธารานนท์ น่าชม
นายวีรชัย สุขสว่าง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

ฝพ.
ท152ค
2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 59528
วัน,เดือน,ปี - 7 ธ.ค. 2549

b 11532024
i.....

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

The Electric Equipment Control By Phone Number

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโปรแกรมและระบบสัญญาณโทรศัพท์
2. เพื่อออกแบบโปรแกรมและโครงสร้างของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์
3. เพื่อสร้างเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์
4. เพื่อทดลองการทำงานของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์
5. เพื่อนำเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรมและระบบโทรศัพท์
2. ได้วงจรที่ใช้งาน โปรแกรม โครงสร้างของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์
3. ได้เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์
4. ได้ผลการทดลองและผลการทดสอบของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์
5. ได้เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	
นักศึกษา	นายนที	นิยมรัตน์
	นายไพโรจน์	เมฆบุตร
	นายธารานนท์	น่าชม
	นายวีรชัย	สุขสว่าง
อาจารย์ที่ปรึกษา	นายสุรพงษ์	สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2547	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ นำเสนอเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ โดยอุปกรณ์หลักที่สำคัญของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 วงจรประมวลผลกลาง วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า วงจรตรวจสอบและถอดรหัสการกดหมายเลข วงจรตัด-ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า วงจรบันทึกและตอบรับอัตโนมัติ ขีดความสามารถของโครงงานนี้ สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า 220V/50Hz สามารถเลือกควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดได้ตามต้องการ มีการรายงานสถานะการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ระยะไกลผ่านคู่สายโทรศัพท์และโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถเปลี่ยนเสียงแจ้งชนิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อใช้งานและตั้งจำนวนครั้งของเสียงเรียกเข้าตามต้องการได้ และสามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศ 18,000 บีทียูได้ 2 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Electric Equipment Control By Phone Number	
Students	Mr.Natee	Niyomrat
	Mr.Piroad	Makbut
	Mr.Taranon	Nachom
	Mr.Weerachai	Suksawang
Advisor	Mr.Surapong	Siripongdee
Co-Advisors	Asst.Prof.Peerawut	Suwanjan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2004	

ABSTRACT

This thesis presents The Electric Equipment Controller by phone number. This machine is consists of electronics circuits such as a central control unit as a MCS-51 microcontroller, detect ring tone circuit board, check and decode the signal from phone number circuit board, on-off the electric equipment circuit board, record and auto play the sound. The purpose of this machine is to control the electric equipment 220V/50HZ work. This machine can select to control the electric equipment follow to user want. have to report the status of the electric equipment work by the sound signal from phone number. can control the electric equipment to far by telephone and mobile phone. can change the sound of an any channel of electric equipment and can select the number of the ring tone signal and can control two air of 18,000 BTU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ลุล่วงไปด้วยดีเนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณท่านคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณหอสมุดกลาง ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความรู้เกี่ยวกับโทรศัพท์	3
2.2.1 ระบบโทรศัพท์	3
2.2.2 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์	5
2.2.3 การทำงานของลูปท้องถิ่น	6
2.2.4 การติดต่อกันระหว่างผู้เรียก (Calling) และผู้ถูกเรียก (Called)	8
2.2.5 ความถี่สัญญาณต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์	9
2.2.6 โทรศัพท์ระบบ DTMF	11
2.3 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีเบอร์ MT8870	12
2.3.1 โครงสร้างของ MT8870	12
2.3.2 ฟังก์ชั่นการทำงานภายในของ MT8870	12
2.4 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีเบอร์ ISD2590	17
2.4.1 โครงสร้างของ ISD2590	17
2.4.2 คุณสมบัติของ ISD2590	17
2.4.3 การวางตำแหน่งขาและการใช้งานเบื้องต้นของ ISD2590	19
2.4.4 โหมดการทำงานของ ISD2590	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.5 การประยุกต์ใช้งาน ISD2590	26
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์	27
2.5.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	27
2.6 อุปกรณ์ตรวจจับ	29
2.6.1 โฟโตทรานซิสเตอร์	29
2.6.2 อินฟาเรด แอลอีดี	31
2.6.3 ออปโต้คัปเปอร์	31
2.7 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state relay)	33
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	36
3.1 หลักการทำงาน	36
3.2 ส่วนรับสัญญาณอินพุต	38
3.2.1 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า (Detect Ring Tone)	38
3.2.2 ส่วนรับสัญญาณ DTMF	39
3.3 ส่วนไฟเลี้ยงวงจร	40
3.3.1 วงจรกำเนิดแรงดัน (Power Supply)	40
3.4 ส่วนประมวลผล	41
3.4.1 โปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่าน	41
3.4.2 โปรแกรมควบคุมการแสดงสถานะ	41
3.5 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า	41
3.5.1 ส่วนขับกระแส	41
3.5.2 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	44
3.6 ส่วนวงจรบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ	44
3.7 กล่องใส่วงจรต่างๆ ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	45
3.7.1 การออกแบบและการสร้างกล่องใส่วงจร	45
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	48
4.1 กล่าวนำ	48
4.2 การทดลองการทำงานของวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2.1 การทดลองขั้นตอนภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	48
4.2.2 ผลการทดลองขั้นตอนภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	50
4.3 การทดลองการทำงานของวงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	51
4.3.1 การทดลองการทำงานของวงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	51
4.3.2 ผลการทดลองขั้นตอนภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	52
4.4 การทดลองการทำงานของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าร่วมกับภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	52
4.4.1 การทดลองการทำงานของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าร่วมกับภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	53
4.4.2 ผลการทดลองขั้นตอนภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	55
4.5 การทดลองภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	55
4.5.1 การทดลองควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	55
4.5.2 ผลการทดลองขั้นตอนภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	56
4.6 การทดลองเชื่อมต่อภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	57
4.6.1 การทดลองขั้นตอนเชื่อมต่อภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบ การกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	57
4.6.2 ผลการทดลองขั้นตอนเชื่อมต่อภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	59
บทที่ 5 บทสรุป	60
5.1 สรุป	60
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	61
5.2.1 วงจรจ่ายไฟ	61
5.2.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.2.3 วงจรตรวจสอบการกดเลขหมาย	62
5.2.4 วงจรขับกระแส	62
5.2.5 การออกแบบกล่องใส่เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	62
5.3 แนวทางการพัฒนา	63
บรรณานุกรม	64
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	65
ภาคผนวก ข วงและแผ่นวงจรพิมพ์	75
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	86
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	94
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	109
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	117
ประวัติผู้แต่ง	131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความถี่ในแต่ละหมายเลขหน้าเครื่องโทรศัพท์	11
2.2 ค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ	13
2.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD2590	19
2.4 โหมดการทำงานของ ISD2590	23
2.5 การทำงานในโหมด Push – Button	25
2.6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ของรีเลย์ ,โซลิดสเตตรีเลย์ และออปโต้โซลิดสเตตรีเลย์	34
4.1 ผลการทดลองของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	51
4.2 ผลการทดลองของภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	53
4.3 ผลการทดลองเมื่อสัญญาณโทรศัพท์ต่อมายังภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าที่ตั้งจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้าไว้ 8 ครั้ง	54
4.4 ผลการทดลองเมื่อสัญญาณโทรศัพท์ต่อมายังภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	54
4.5 การทดสอบการใช้งานของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	56
4.6 ผลการทดลองการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	56
4.7 ผลการทดลองเชื่อมต่อภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	58
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	87
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	88
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟ	89
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคขับกระแส	90
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	91
ค.6 ภาคคอนโทรลเลอร์ MCS-51	92
ค.7 ภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ	93
จ.1 การเปรียบเทียบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมมีกำลังสูงหรือต่ำ	112
จ.2 หมายเลขปุ่มเพื่อเลือกการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการ	114
จ.3 อาการ สาเหตุและวิธีแก้ไข	115
จ.4 คุณสมบัติและรายละเอียดของข้อมูลจำเพาะ	116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภาพแสดงการทำงานของเครื่องโทรศัพท์	4
2.2 แรงดันไฟฟ้ากระแสตกคร่อมที่เลี้ยงคู่สาย	8
2.3 สัญญาณ Dial Tone	9
2.4 สัญญาณ Busy Tone	9
2.5 สัญญาณ Ring Back Tone	10
2.6 สัญญาณ Ringing Tone	10
2.7 วงจรโครงสร้างภายในของ MT8870	12
2.8 คุณสมบัติที่ได้จากวงจรกรองความถี่	13
2.9 วงจรการตรวจจับอย่างง่าย	14
2.10 การต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุต	15
2.11 ลักษณะของไอซีเบอร์ MT8870	16
2.12 วงจรการใช้งานเบื้องต้นของไอซีเบอร์ MT8870	16
2.13 ลักษณะของไอซีเบอร์ ISD2590	17
2.14 แผนภาพการทำงานภายในของ ISD2590	18
2.15 การประยุกต์ใช้งาน ISD2590	26
2.16 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51	28
2.17 วงจรเชื่อมต่อทางแสงโดยใช้ออปโต้คัปเปอร์	32
2.18 ตัวเชื่อมโยงทางแสงชนิดต่างๆ	32
3.1 ผังการทำงานของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	36
3.2 วงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า (Detect Ring Tone)	38
3.3 วงจรตรวจสอบการกดหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Check Circuit Board)	40
3.4 วงจรกำเนิดแรงดัน (Power Supply)	40
3.5 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51	42
3.6 วงจรขับกระแส (Drive Circuit Board)	43
3.7 วงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	44
3.8 วงจรบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ	45
3.9 ด้านหน้า ด้านบน และด้านข้าง ของกล่องใส่อุปกรณ์	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 ด้านหลัง ด้านบน และด้านข้าง ของกล่องใส่อุปกรณ์	46
3.11 แผนผังการจัดวางวงจรภาคต่าง ๆ ภายในกล่องใส่อุปกรณ์	47
4.1 การตั้งจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้า	49
4.2 วงจรที่ใช้ในการทดลองภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	49
4.3 วงจรที่ใช้ในการทดลองภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	51
4.4 การเชื่อมต่อวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้ากับภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	53
4.5 การเชื่อมต่อวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียก ภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	57
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	66
ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	66
ก.3 ภาพด้านหลังของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	67
ก.4 ภาพด้านในของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	67
ก.5 ภาพด้านลงอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ	68
ก.6 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรจ่ายไฟ	68
ก.7 ภาพด้านลงอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	69
ก.8 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	69
ก.9 ภาพด้านลงอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบการกดหมายเลข	70
ก.10 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรตรวจสอบการกดหมายเลข	70
ก.11 ภาพด้านลงอุปกรณ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	71
ก.12 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	71
ก.13 ภาพด้านลงอุปกรณ์ของวงจรขับกระแส	72
ก.14 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรขับกระแส	72
ก.15 ภาพด้านลงอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	73
ก.16 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	73
ก. 17 ภาพด้านที่ทำการลงอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ	74
ก. 18 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ	74
ข.1 วงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	76
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	77
ข.4 วงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	77
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	77
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข	78
ข.7 วงจรภาคจ่ายไฟ	78
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายไฟ	78
ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคจ่ายไฟ	79
ข.10 วงจรภาคขับกระแส	79
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคขับกระแส	80
ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคขับกระแส	80
ข.13 วงจรภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	80
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	81
ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	82
ข.16 วงจรภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	83
ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	84
ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	84
ข.19 วงจรภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ	85
ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ	85
ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ	85
ง.1 ผังของโปรแกรมควบคุมการทำงาน	95
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านทางสายโทรศัพท์	111
จ.2 ปุ่มหมายเลขบนหน้าปัทม์โทรศัพท์	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านเป็นสิ่งที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้แต่เมื่อมีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าแล้ว เมื่อใช้เสร็จแล้วก็ควรจะปิดหรือหยุดการทำงาน เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานอีกทางหนึ่ง แต่ในบางครั้งผู้ใช้อาจจะลืมปิด ทำให้ค่าใช้จ่ายที่เสียไปกับเครื่องใช้ไฟฟ้าสูงเกินควร และบางครั้งอาจทำให้เกิดอุบัติภัยจากเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ เช่น การเกิดไฟฟ้าลัดวงจรทำให้เกิดไฟไหม้ได้ สาเหตุของการลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าบางครั้งเกิดจากการรีบเร่งที่ต้องออกไปทำงานนอกบ้าน ทำให้มีการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้ โดยในบางครั้งผู้ใช้ต้องออกไปทำงานที่ไกลๆ ไม่สามารถกลับมาปิดได้ เนื่องจากจะทำให้เสียเวลาในการทำงาน

ดังนั้นกลุ่มของข้าพเจ้า จึงมีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังต่อไปนี้

1. สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า 220V/50Hz
2. ผู้ใช้สามารถเลือกควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดได้ตามต้องการ
3. มีการรายงานสถานะการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์
4. สามารถควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ระยะไกลผ่านคู่สายโทรศัพท์ และโทรศัพท์เคลื่อนที่
5. สามารถเปลี่ยนเสียงแจ้งชนิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อใช้งานและตั้งจำนวนครั้งของเสียงเรียกเข้าตามต้องการได้
6. สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 10 ช่องโดยเป็นเครื่องปรับอากาศ ขนาด 18,000 BTU จำนวน 2 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวกับเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ผ่านคู่สายโทรศัพท์ ได้แก่ ทฤษฎีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับโทรศัพท์ ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีเบอร์ MT8870 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีเบอร์ ISD2590 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และอุปกรณ์ตรวจจับ

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรภาคจ่ายไฟ วงจรประมวลผลกลาง วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า วงจรถอดรหัสสัญญาณของปุ่มกด (DTMF) วงจรตอบรับอัตโนมัติและบันทึกสัญญาณเสียง วงจรเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า โครงสร้างของชิ้นงานพร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า วงจรถอดรหัสสัญญาณของปุ่มกด (DTMF) วงจรตอบรับอัตโนมัติและบันทึกสัญญาณเสียง วงจรเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยแผนผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมด ที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการทำงานที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วยทฤษฎีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับโทรศัพท์ ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีเบอร์ MT8870 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีเบอร์ ISD2590 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และอุปกรณ์ตรวจจับ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับโทรศัพท์

2.2.1 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบการสื่อสารที่ทีโครงข่ายบริการสมาชิกและผู้รู้เลขหมายสมาชิกให้สามารถเรียกผู้สนทนาต่าง ๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นลงได้

โทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือ ครอสบาร์ (Crossbar) กับระบบดีทีเอ็มเอฟ ซึ่งระบบแรกเป็นระบบเดิมใช้มาตั้งแต่มีการใช้โทรศัพท์ ส่วนระบบ DTMF เป็นระบบใหม่ที่เข้ามาแทนที่ระบบครอสบาร์ เพราะมีประสิทธิภาพสูงกว่า ใช้เวลาในการส่งหมายเลขน้อยกว่า และการใช้ระบบ DTMF นั้นที่ชุมสายโทรศัพท์จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความทนทานและมีอายุการใช้งานนานกว่าระบบครอสบาร์ ซึ่งเป็นระบบกลไกที่มีการสึกหรอและเสียหาย

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

เครื่องรับโทรศัพท์จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักใหญ่ ๆ 7 องค์ประกอบด้วยกัน คือ

1. ภาครับ (Receiver)
2. ภาคส่ง (Transmitter)
3. เครือข่ายเสียง (Speech Network)
4. สวิตช์สำหรับยกหูวางหู (Hook Switch)
5. กระดิ่งหรือสัญญาณเรียก (Ringing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การหมุนหมายเลข (Dialer)

7. วงจรแปลงสัญญาณไฟตรง (Bridge Rectifier)

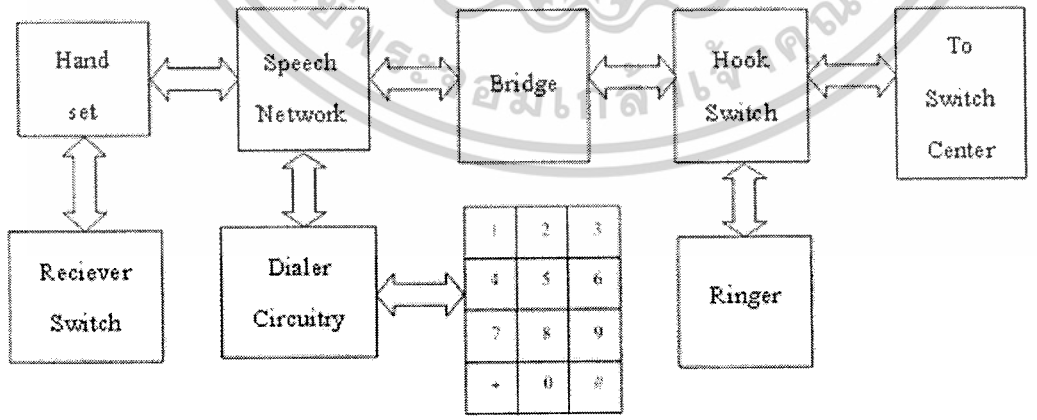
บล็อคไดอะแกรม ในรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงการต่อร่วมกันขององค์ประกอบหลักทั้งภายในเครื่องโทรศัพท์

ตำแหน่งของส่วนส่งส่วนรับปกติจะติดอยู่ที่ตัวพูดหูฟัง (Hand set) ของเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งในส่วนส่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณทางเสียง (Voice signal) ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (Electrical signal) ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกส่งไปที่สวิตชิ่งเซนเตอร์ (Switching center) แต่สำหรับส่วนรับนั้นจะประกอบด้วยสัญญาณความถี่เสียงจากสวิตชิ่งเซนเตอร์ และจะคอยลดทอนการป้อนกลับ

สำหรับเครือข่ายเสียง จะมีหน้าที่แยกสัญญาณส่งและรับในเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นสัญญาณทั้งหมดระหว่างสวิตชิ่งเซนเตอร์และเครื่องรับโทรศัพท์ อาจจะส่งไปในคู่สายเดียวกันได้

ชุดสวิตช์มีอยู่ 2 สภาวะ คือ ออนฮุคกับออฟฮุค ทั้ง 2 สภาวะนี้ขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณว่าง (Dial) หรือใช้งาน (Busy) ตามลำดับ ในสภาวะออฟฮุคปกติจะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหู เมื่อยกหูกระแสที่ส่งจะบอกให้อุปกรณ์สวิตชิ่งเซนเตอร์รู้ว่าอยู่ในสภาวะออฟฮุค สวิตชิ่งเซนเตอร์จะปิดกันสัญญาณเสียงกระดิ่งและเตรียมสัญญาณแมวกรน (Dial signal) ฮุคสวิตช์จะต่อสายโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเมื่ออยู่ในสภาวะออฟฮุค

ในสภาวะออฟฮุค วงจรโทรศัพท์จะรับแรงดันไฟตรงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่สวิตชิ่งเซนเตอร์ส่วนสภาวะออนฮุคจะปรากฏสัญญาณกระดิ่งเมื่อผู้เรียกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าประมาณ 80 Vrms และ 20-30 Hz ซึ่งปกติจะถูกสร้างสัญญาณขึ้นที่สวิตชิ่งเซนเตอร์และถูกส่งมาทำให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ทำงาน



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงการทำงานของเครื่องโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอยู่ 2 วิธีที่จะใช้ส่ง Dial ไปที่สวิตชิ่งเซนเตอร์ คือ

1. สร้างพัลซ์ (Pulse Generation)

2. สร้างโทน (Tone Generation)

Dial แบบหมุน (Rotary Type Dialer) จะสร้างพัลซ์ออกไปตามสายและพัลซ์จะถูกส่งไปและนับที่สวิตชิ่งเซนเตอร์ ส่วนแบบกด (Tone Dialer) จะสร้างเสียงที่เกิดจากการรวมตัวกันของความถี่ที่แตกต่างกัน

สวิตชิ่งเซนเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์ ก็คือ ชุมสาย (Center Office : CO) ซึ่งชุมสายนี้จะต่อรวมเป็นกลุ่มในเขตหรือเส้นทาง เพื่อความเหมาะสมของสวิตชิ่งเซนเตอร์ให้ต่อร่วมกับชุมสายกลางทั้งหมด ซึ่งรวมไปถึงการต่อร่วมกันระหว่างผู้ใช้กับผู้เรียก ซึ่งปกติจะเลือกเส้นทางผ่านลำดับของ Toll Trunk ที่ต่ำสุดระหว่างเครื่องโทรศัพท์และชุมสายกลางอาจมีรีโมทคอนแดนเซอร์และตู้ชุมสายส่วนตัว (PBXs) คอนเซนเตเตอร์มีหน้าที่ลดการเชื่อมต่อระหว่างทุก ๆ คู่สายกับชุมสายกลาง โดยวิธีการ Multiplexing และรูปแบบของ Trunk Sharing

ตู้ชุมสายสาขาส่วนตัวทำหน้าที่เหมือนสวิตชิ่งเซนเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์ส่วนย่อย เช่น ภายในสำนักงานธุรกิจจะมีตู้ไว้สำหรับใช้ในบริษัท ซึ่งตู้นี้จะต่อกับชุมสายกลางโดยผ่าน Analog หรือ Digital Trunk

2.2.2 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์โดยทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นแบบหมุนหรือแบบกดจะต้องมีความสามารถพื้นฐานในการติดต่อสื่อสารดังนี้

- สามารถร้องขอการใช้บริการโทรศัพท์จากเครือข่ายเมื่อมีการยกหูขึ้น
- แจ้งให้ผู้บริการทราบว่าเครือข่ายพร้อมให้บริการ โดยส่งสัญญาณเสียงออกทางหูฟัง เรียกสัญญาณเสียงดังกล่าวว่า สัญญาณเสียงหมุนเลขหมาย (Dial Tone)
- ส่งเลขหมายของเครื่องลูกข่ายปลายทางที่ต้องการเรียกไปยังเครือข่าย ซึ่งการป้อนเลขหมาย โดยผู้ใช้บริการเป็นได้ทั้งแบบหมุนหรือแบบกด
- แสดงสถานะของการเชื่อมต่อ โดยใช้สัญญาณเสียงต่างชนิดกัน เช่น สัญญาณรอรับหรือสัญญาณเลขหมายปลายทางไม่ว่าง
- แจ้งสายเข้าโดยใช้สัญญาณกระดิ่งหรือสัญญาณเตือนอื่น ๆ
- แปลงสัญญาณเสียงจากผู้พูดเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งมาจากเครือข่ายเป็นสัญญาณเสียง
- แจ้งเครือข่ายว่าการสนทนาจบสิ้นในทันทีที่ผู้ทำการเรียกวางหูโทรศัพท์

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ในยุคแรก ๆ จะเชื่อมต่อถึงกันโดยไม่ผ่านชุมสายโทรศัพท์ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนเครื่องในขณะนั้นมีอยู่ไม่มาก แต่เมื่อจำนวนเครื่องลูกข่ายมีมากขึ้นมาเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตรงในลักษณะดังกล่าว ก่อให้เกิดปัญหาในการวางคู่สายซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ทำให้เห็นความจำเป็นในการนำชุมสายโทรศัพท์มาใช้งาน

2.2.3 การทำงานของลูปท้องถิ่น

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกชุมสายซึ่งภายในประกอบไปด้วยอุปกรณ์สลับสาย อุปกรณ์ควบคุมการรับส่งสัญญาณ และระบบแบตเตอรี่ซึ่งทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องลูกข่าย การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายและชุมสายจะผ่านทางสายทองแดงสองเส้นหนึ่งวงจร เรียกว่า ลูปท้องถิ่น (Local Loop) โดยมีการเรียกสายเส้นหนึ่งว่า T (มาจากคำว่า TIP) และอีกเส้นหนึ่งว่า R (มาจากคำว่า RING)

อุปกรณ์สลับสายในชุมสาย ทำหน้าที่ตอบสนองการร้องขอเชื่อมต่อวงจรจากเครื่องลูกข่ายซึ่งส่งเลขหมายปลายทางมาโดยใช้สัญญาณพัลซ์ (Pulse) หรือสัญญาณเสียง (Tone) แล้วแต่ละชนิดของเครื่องลูกข่าย เมื่อสร้างวงจรสื่อสารขึ้นแล้ว เครื่องลูกข่ายต้นทางและปลายทางจะทำการสื่อสารกัน โดยผ่านหม้อแปลงคัปปลิ้งด้วยการใช้กระแสไฟฟ้าซึ่งป้อนจากชุมสายไปยังเครื่องลูกข่ายแต่ละด้าน

ในช่วงปกติที่ไม่ได้มีการสนทนาหูโทรศัพท์ (Hand set) จะถูกวางไว้บนแท่นวาง น้ำหนักของหูโทรศัพท์จะถูกกดลงบนสวิตช์ตัดต่อทำให้สวิตช์เปิดวงจรเรียกภาวะดังกล่าวว่า “On Hook” วงจรระหว่างเครื่องลูกข่ายและชุมสายจะถูกแยกออกจากกัน ยกเว้นวงจรในส่วนสัญญาณกริ่งของเครื่องลูกข่ายเท่านั้นที่มิได้ต่อผ่านสวิตช์ตัดต่อ โดยมีคาปาซิเตอร์ C ทำหน้าที่ป้องกันมิให้ไฟฟ้ากระแสตรงไหลผ่านวงจร แต่จะยอมให้สัญญาณเรียกจากชุมสายซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับผ่านได้เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไฟตรงไหลจากชุมสายมายังเครื่องลูกข่าย

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สปริงซึ่งติดตั้งอยู่กับสวิตช์ตัดต่อจะดันสวิตช์ขึ้น ทำให้เกิดการปิดวงจร วงจรเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายและชุมสายเกิดการครบวงจร ทำให้มีกระแสไฟตรงไหลผ่านลูปท้องถิ่นเรียกภาวะนี้ว่า “Off Hook” สัญญาณ Off Hook จะถูกส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีผู้ใช้บริการต้องการสร้างวงจรสื่อสารขึ้น ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณแจ้งให้หมุนเลขหมายกลับไปเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบว่าชุมสายพร้อมรับเลขหมายปลายทางแล้ว การส่งเลขหมายจากเครื่องลูกข่ายกลับไปยังชุมสายเป็นไปได้ 2 ลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ดังนี้

1) การส่งหมายเลขโดยใช้สัญญาณพัลซ์

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์รุ่นเก่าเป็นแบบหน้าปัทม์หมุน จะใช้วิธีการส่งเลขหมายโดยสัญญาณพัลซ์ โดยการหมุนเลขหมายแต่ละเลขจะเป็นการทำให้สวิตช์ตัดต่อส่งพัลซ์ ซึ่งมีจำนวนลูกสัมพันธ์กับเลขหมายที่หมุน เช่น ส่งพัลซ์ 2 ลูก ในกรณีที่หมุนเลข 2 เป็นต้น คาบเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพัลซ์แต่ละลูกจะมีค่าคงที่และมีค่าน้อยกว่าช่วงเวลาห่างระหว่างพัลซ์ลูกสุดท้ายของเลขหมายและพัลซ์ลูกแรกของเลขหมายถัดไป

2) การส่งเลขหมายโดยใช้สัญญาณเสียง

เป็นการส่งสัญญาณซึ่งถูกนำมาใช้งานโทรศัพท์รุ่นทั่วไป โดยใช้สัญญาณเสียงในย่านแบนด์วิดธ์ของสัญญาณเสียงแทนเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องการส่ง ซึ่งจะใช้ได้กับชุมสายที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ถอดรหัสเสียงแล้วเท่านั้น การส่งสัญญาณชนิดนี้จะใช้ชุดปุ่มซึ่งมีอยู่ 12 ปุ่ม ประกอบด้วย หมายเลข 0 ถึง 9 รวมทั้งเครื่องหมาย * และ # การกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งเหล่านี้จะเป็นการกระตุ้นให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งควบคุมการกดสร้างสัญญาณเสียงซึ่งเกิดจากการผสมสัญญาณไซน์ 2 ความถี่เพื่อที่จะแทนเลขหมายที่กดนั้น ๆ

หลังจากผู้ใช้โทรศัพท์ทำการส่งเลขหมายเป็นที่เรียบร้อยแล้วชุมสายจะทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อระหว่างผู้เรียกและเลขหมายปลายทางโดยใช้อุปกรณ์สวิตชิ่ง ภายในเป็นตัวเชื่อมหากผู้รับปลายทางกำลังยกหูอยู่ในช่วงที่มีการขอเชื่อมต่อในกรณีนี้ชุมสายจะส่งสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) กลับไปยังผู้เรียกต้นทาง แต่ถ้าหากคู่สายปลายทางมิได้ถูกใช้งานชุมสายจะสร้างสัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องลูกข่ายของผู้เรียกเพื่อแจ้งผู้เรียกว่า “ กำลังอยู่ในระหว่างการเรียก ” เมื่อผู้ถูกเรียกปลายทางทำการยกหูรับสายจะถือว่าลูปท้องถิ่นทางด้านผู้เรียกเกิดการครบวงจร เนื่องจากมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นและมีไฟกระแสตรงไหลผ่านลูปปลายทางชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณกระดิ่งจะย้อนกลับไปทันที จากช่วงนี้ไปถือว่าเป็นช่วงการสนทนาของคู่สนทนา

ส่วนของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ซึ่งใช้รับสัญญาณเสียงจากผู้พูดเรียกว่าชุดส่งสัญญาณ (Transmitter) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดค่ากระแสไฟฟ้าภายในลูปท้องถิ่นจะสัมพันธ์กับระดับเสียงผู้พูด สำหรับส่วนของเครื่องลูกข่ายที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าให้กลับมาเป็นสัญญาณเสียงพูดซึ่งสามารถรับฟังได้เรียกว่า ชุดรับสัญญาณ (Receiver) สัญญาณซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยชุดส่งสัญญาณจะถูกส่งผ่านลูปท้องถิ่นในรูปของกระแสไฟฟ้าไปยังชุดรับสัญญาณของเครื่องลูกข่ายปลายทาง ภายในเครื่องลูกข่ายของผู้เรียกจะมีการป้อนสัญญาณจากชุดส่งสัญญาณในระดับที่ไม่สูงมากนักกลับไปยังชุดรับสัญญาณของเครื่องเดียวกัน เรียกสัญญาณดังกล่าวว่า ไซด์โทน (Side tone)

ไซด์โทนนับเป็นสัญญาณที่มีความจำเป็นซึ่งใช้แจ้งให้ผู้พูดทราบว่าระดับเสียงของตนนั้นดังมากหรือน้อยเกินไป การปรับระดับของสัญญาณไซด์โทนนับเป็นสิ่งจำเป็นมาก ไซด์โทนที่มีขนาดแรงเกินไป จะทำให้ผู้พูดพูดเบาเกินไป เนื่องจากการตัดสินระดับเสียงของตนที่ได้ยินและไซด์โทนที่เบาเกินไป จะทำให้ผู้พูดเสียงดังเกินไปจนกลายเป็นเสียงตะโกนออกมา ซึ่งจะทำอันตรายต่อประสาทสัมผัสในการได้ยิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการสนทนาสิ้นสุดลง คู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งทำการวางหูก่อนฝ่ายตรงข้าม สัญญาณ On-Hook ที่ได้จากการวางหู (ไม่มีไฟฟ้ากระแสตรงไหลผ่านลูปท้องถิ่น) จะถูกส่งไปยังชุมสายเพื่อแจ้งให้ชุมสายยกเลิกวงจรการเชื่อมต่อ สำหรับชุมสายบางแห่งจะปลดวงจรการเชื่อมต่อทันทีไม่ว่าคู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูโทรศัพท์ แต่บางชุมสายบางแห่งจะปลดวงจรให้เฉพาะเมื่อผู้ทำการเรียกวางลูปเท่านั้น

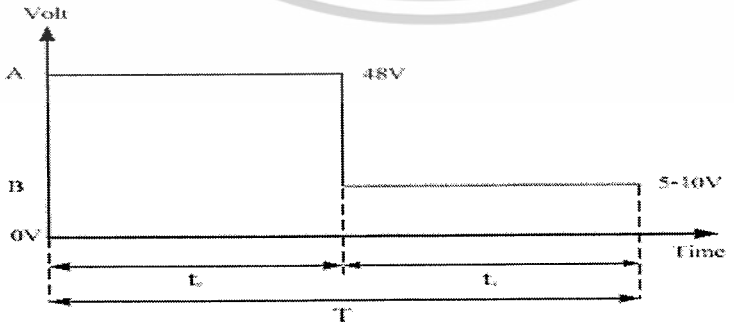
2.2.4 การติดต่อกันระหว่างผู้เรียก (Calling) และผู้ถูกเรียก (Called)

1) กรณีผู้เรียก (Calling subscriber)

ขณะที่หูโทรศัพท์ว่างอยู่นั้น จะมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์อยู่ +48 โวลต์ และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้น แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลต์ จะตกลงมาเหลือ 5-10 โวลต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบชุมสายย่อย ขณะเดียวกันนั้นก็จะมีสัญญาณส่งมาจากชุมสาย เสียงที่เราได้ยินคือ สัญญาณ Dial Tone แสดงว่าพร้อมที่จะหมุนเลขหมายได้ หรือพร้อมกดหมายเลขได้ ถ้าเลขหมายที่ถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณ Ring back tone หรือเรียกเข้า แสดงว่าเลขหมายที่เรียกว่างพร้อมที่จะพูดได้ ให้คอยจนกว่าผู้ถูกเรียกจะหกหูรับ

2) กรณีผู้ถูกเรียก (Called subscriber)

ขณะคู่สายว่าง จะมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมคู่สาย +48 โวลต์ และเมื่อมีการเรียกเลขหมาย ทางชุมสายจะมีการต่อให้จะส่งสัญญาณเรียกเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับประมาณ 110-150 โวลต์ และเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ อิมพีแดนซ์ค่าประมาณ 600 โอห์มต่อเข้ากับชุมสาย และขณะเดียวกันชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณเรียกและทำการต่อคู่สายโทรศัพท์และทำให้แรงดันตกคร่อมเหลือเพียง 5-10 โวลต์ดังรูปที่ 2.2 ช่วง A ขณะที่วางหูโทรศัพท์อยู่มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์อยู่ +48 โวลต์ช่วง B ขณะที่หูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นมีไฟ DC ตกคร่อม 5-10 โวลต์

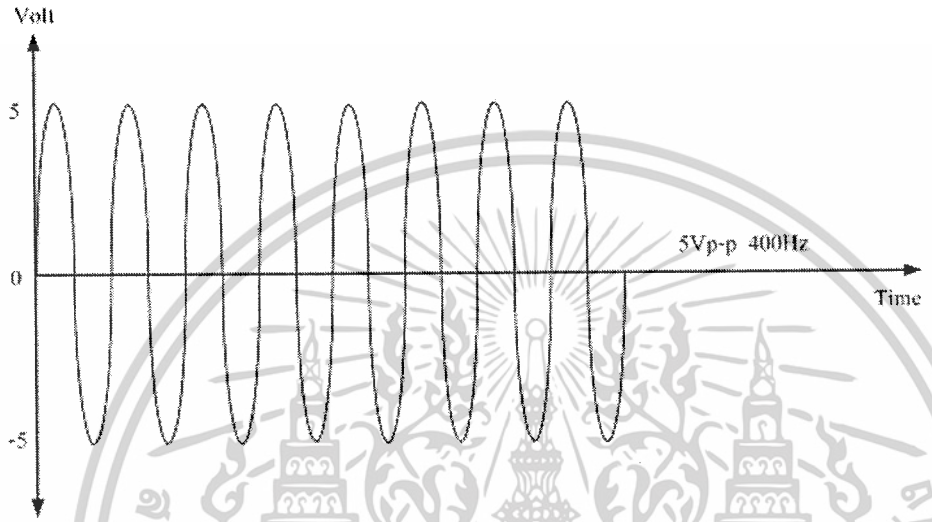


รูปที่ 2.2 แรงดันไฟฟ้ากระแสตกคร่อมที่เลี้ยงคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

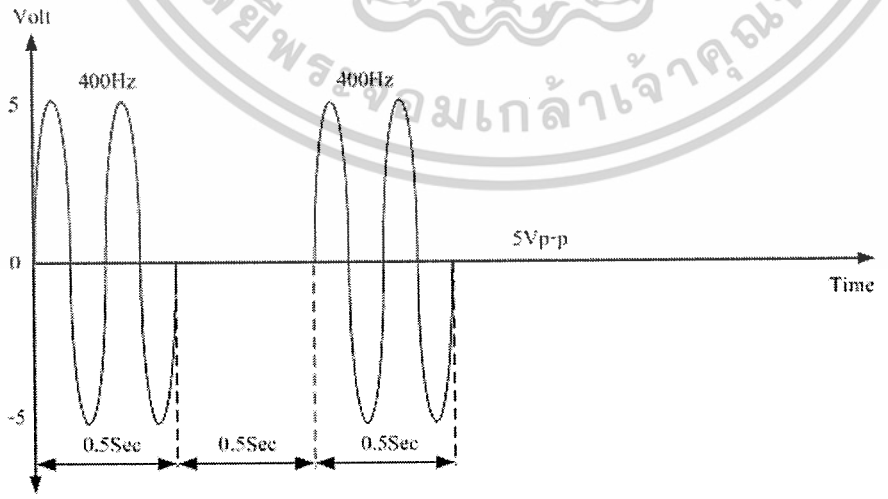
2.2.5 ความถี่สัญญาณต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์

- Dial Tone ใช้เพื่อแสดงให้ผู้เช่าสามารถที่จะเรียกไปยังหมายเลขอื่นได้ ลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 สัญญาณ Dial Tone

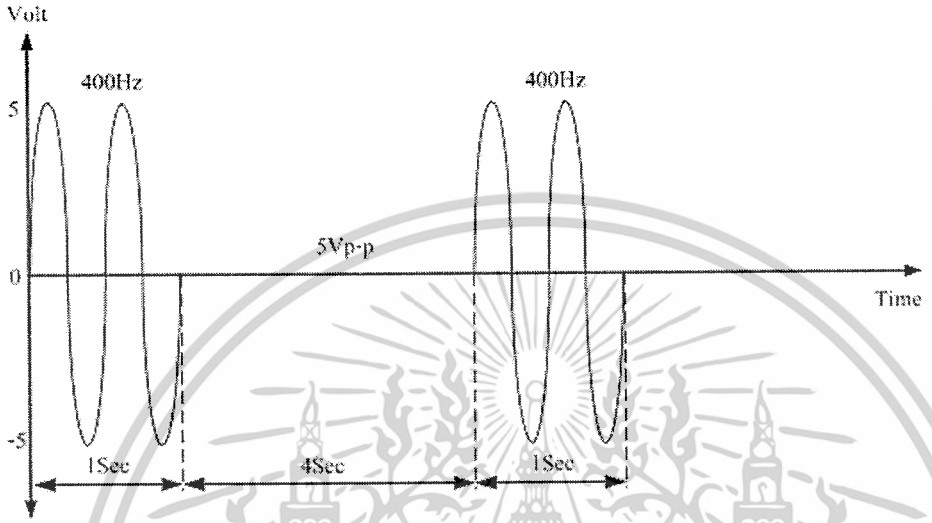
- Busy Tone ใช้เพื่อให้ผู้เรียกทราบว่าโทรศัพท์หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยขณะนี้ยังไม่ว่าง ควรจะวางหูสักระยะหนึ่งก่อน จึงเรียกหมายเลขใหม่อีก มีลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 สัญญาณ Busy Tone

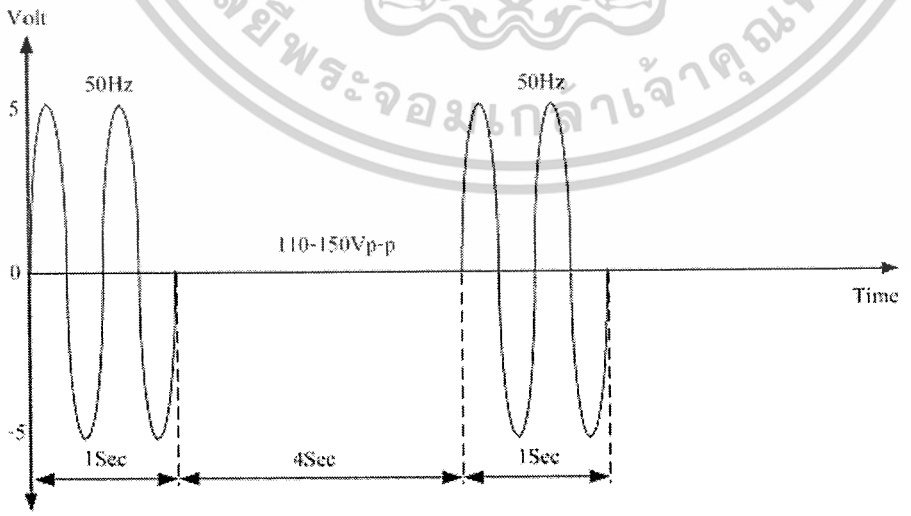
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Ring Back Tone ใช้แสดงให้ผู้เรียกทราบว่าสามารถที่จะติดต่อกับผู้ที่จะติดต่อสนทนาด้วยได้แล้ว แต่อยู่ระหว่างรอการยกหู โดยมีลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 สัญญาณ Ring Back Tone

- Ringing Tone ใช้พร้อมกับ Ring Back Tone เมื่อสัญญาณเรียกดังก็จะมีสัญญาณเรียกกลับดังพร้อม ๆ กัน แต่สัญญาณนี้ดังแรงมากเพื่อไปทำให้กระดิ่งโทรศัพท์ดัง โดยมีลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 สัญญาณ Ringing Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 โทรศัพท์ระบบ DTMF

โทรศัพท์ชนิดกดปุ่มระบบ Tone ประกอบด้วยปุ่มกดจำนวน 12 ปุ่ม มีการทำงานเป็นแบบ Dual Multi Frequency แป้นกดจะแบ่งเป็น แถวทางแนวตั้ง 4 แถว (Row) และ แถวทางด้านแนวนอน 3 แถว (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	#

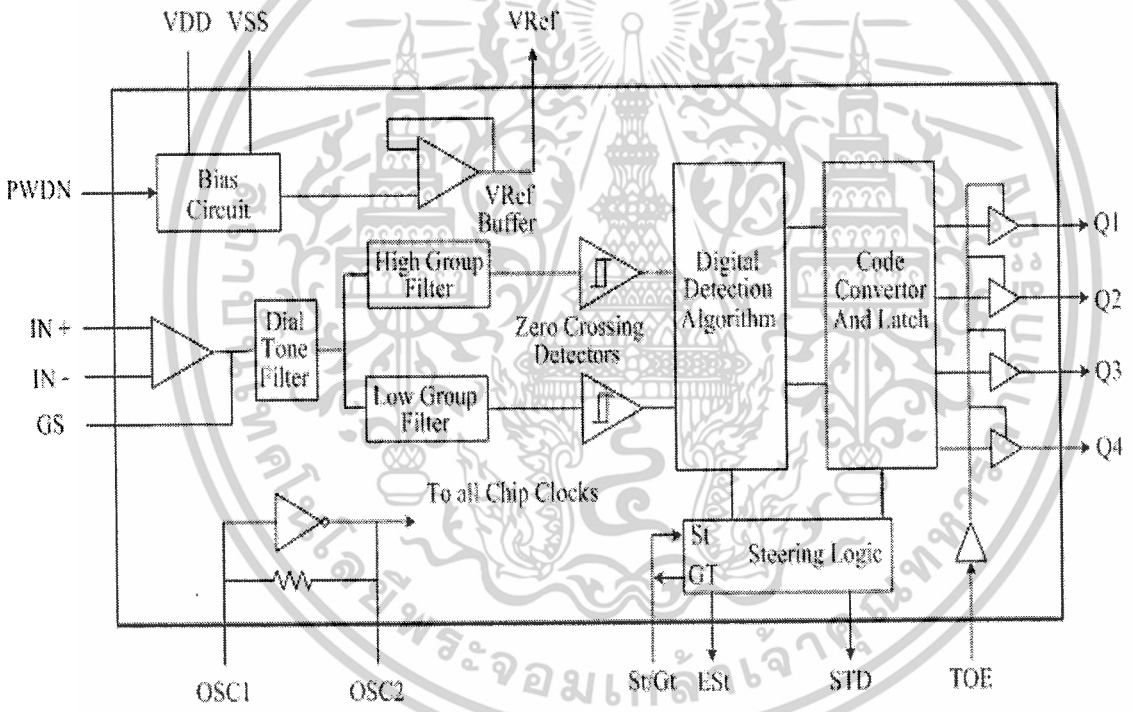
เมื่อกดหมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง จะประกอยด้วยโทนเสียง 2 ความถี่ด้วยกันคือ ความถี่สูงและความถี่ต่ำ (ความถี่ทางด้านหลักและแถวตามลำดับ) ซึ่งแต่ละหมายเลขจะให้ความถี่ออกมา 2 ความถี่ด้วยกัน แสดงดังตารางที่ 2.1 จากตารางจะพบว่าหมายเลข 1,4,7 และ * อยู่ในหลักที่ 1 โดยหมายเลข 1,2,3 อยู่ในแถวที่ 1 ตัวเลขแต่ละตัวเป็นการพบของความถี่ทางแถวและความถี่ทางหลัก ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเรากดปุ่มหมายเลข “5” จะอยู่ในหลักของความถี่ 1336 Hz และแถวของความถี่ 770 Hz ดังนั้นจะได้ความถี่ Output ออกมา 2 ความถี่ คือ 1336 Hz และ 770 Hz ซึ่งเรียกว่า DTMF ดังนั้นในการสร้างวงจรเพื่อถอดรหัสความถี่เหล่านี้นั่นเอง ในปัจจุบันได้มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ คือ MT8870 ของบริษัท INTEL ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF แปลงเป็นค่าเลขฐานสองขนาด 4 บิท ดังนั้นโครงงานนี้จึงเลือกใช้ไอซีเบอร์นี้มาทำการถอดรหัส DTMF ซึ่งสามารถถอดรหัสการกดเลขหมายได้ตามที่ต้องการ ซึ่งได้นำไปใช้ร่วมกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เขียนโปรแกรมในการตรวจสอบการกดหมายเลข และทำตามคำสั่งต่างๆ ที่ได้ยินตามเสียงตอบรับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีเบอร์ MT8870

2.3.1 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคโนโลยีของ SWITCH CAPACITER FILTER สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอล เพื่อตรวจจับและถอดรหัสเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท และเช็คช่วงเวลาสัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้โดยการต่อกับอุปกรณ์ภายนอกซึ่งเป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะ



รูปที่ 2.7 วงจรโครงสร้างภายในของ MT8870

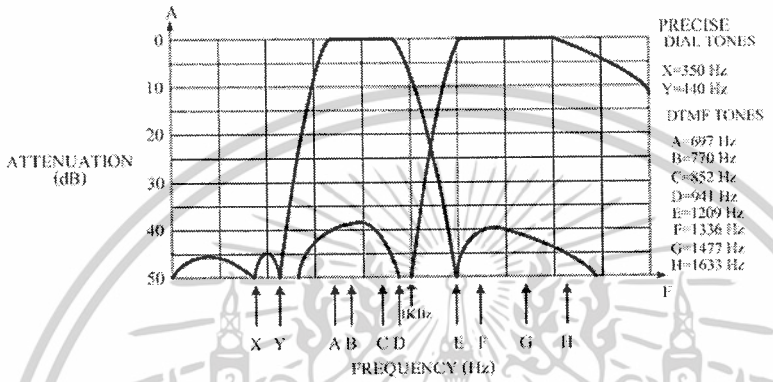
2.3.2 ฟังก์ชั่นการทำงานภายในของ MT8870

ภายในของ MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ ภาคกรองความถี่ (Filter Section) ภาคถอดรหัส (Decoder Section) ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit) ภาคขยายสัญญาณต่าง ๆ (Differential Input)และภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator Section) ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section)

ในส่วนนี้จะทำการแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาซึ่งเป็นช่วงความถี่ 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยการใช้วงจรกรองความถี่ชนิดสวิตซ์คาปาซิเตอร์อันดับที่ 6 ซึ่งสามารถแยกความถี่ออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่ 2.8 คุณสมบัติที่ได้จากวงจรกรองความถี่

2. ภาคถอดรหัส (Decoder Section)

สัญญาณ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัส ซึ่งจะถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่เข้ามาแทรก เมื่อตรวจสอบแล้วว่าความถี่นั้นถูกต้องสัญญาณที่ขา ESt (Early Steering) ก็จะแอคทีฟเพื่อที่จะถอดรหัสความถี่ออกมาตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
1	H	0	0	0	1
2	H	0	0	1	0
3	H	0	0	1	1
4	H	0	1	0	0
5	H	0	1	0	1
6	H	0	1	1	0

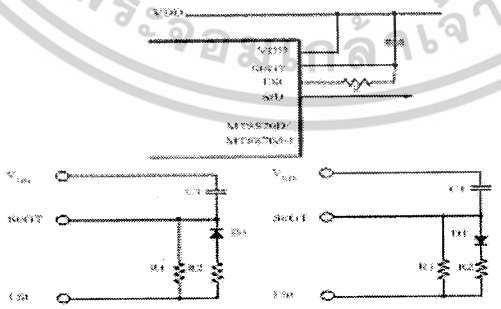
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
7	H	0	1	1	1
8	H	1	0	0	0
9	H	1	0	0	1
0	H	1	0	1	0
*	H	1	0	1	1
#	H	1	1	0	0

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มภายในเวลาที่กำหนด มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลานั้นสามารถตั้งได้โดยค่า RC ที่ต่ออยู่ภายนอก สัญญาณที่ขา ESt เป็น “High” จะทำให้ V_c สูงขึ้น ตัวเก็บประจุจะคายประจุออกมาทำให้แรงดัน V_c สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (Guard Time) หมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะนานมากกว่าหรือเท่ากับช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดยค่า RC ก็คือ การ์ดไทม์ นั่นเอง



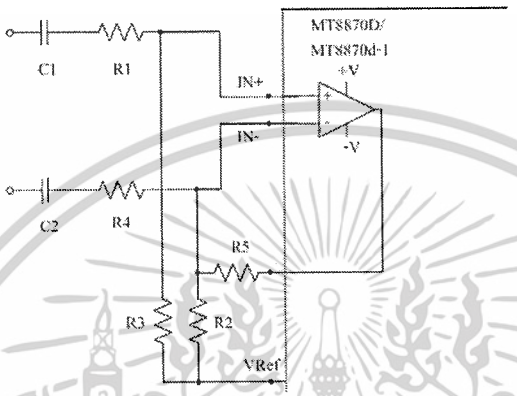
(ก) decreasing t_{GTP} ; ($t_{GTP}<t_{GTA}$) (ข) decreasing t_{GTA} ; ($t_{GTP}>t_{GTA}$)

รูปที่ 2.9 วงจรการตรวจจับอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคขยายสัญญาณต่าง ๆ (Differential Input)

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายโดยใช้ออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราการขยายได้โดยต่อกับวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป ดังรูปที่ 2.10 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุต ซึ่งสามารถคำนวณอัตราการขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ ดังนี้



รูปที่ 2.10 การต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุต

5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator Section)

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อคริสตอลขนด 3.579 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที

คุณสมบัติของ MT8870

1. เป็นตัวรับและถอดรหัสสัญญาณความถี่ DTMF
2. กินไฟน้อยใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับไอซีตระกูล TTL
3. สามารถตั้งอัตราการขยายได้
4. สามารถปรับการ์ดไทม์ได้

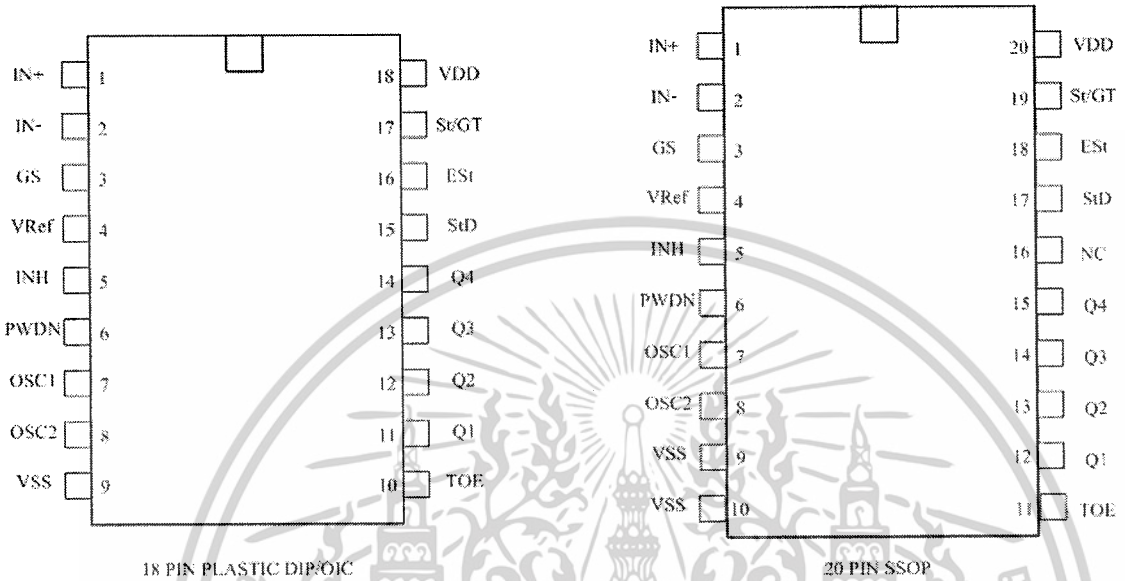
การนำ MT8870 ไปใช้งาน

1. นำไปใช้งานด้านรีโมทคอนโทรล
2. เครื่องป้องกันการโทรศัพท์ทางไกล
3. ใช้งานด้านเกี่ยวกับบัตรเครดิต
4. ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
5. ใช้งานในชุมสายขนาดเล็ก หรือ PABX
6. ใช้งานร่วมกับโทรศัพท์ทั่วไป

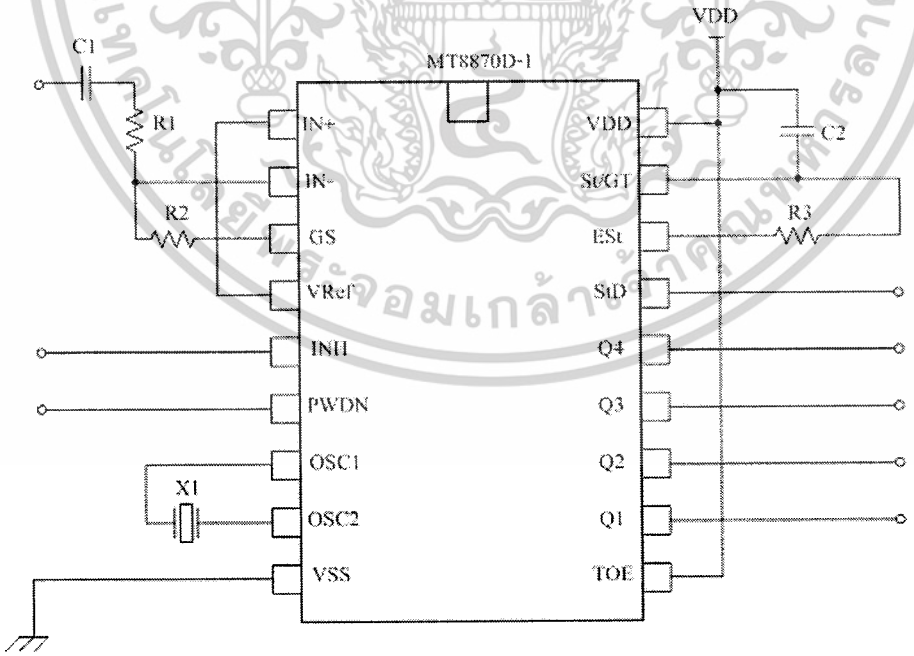
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เครื่องป้องกันขโมย

8. ใช้ควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางโทรศัพท์



รูปที่ 2.11 ลักษณะของไอซีเบอร์ MT8870



รูปที่ 2.12 วงจรการใช้งานเบื้องต้นของไอซีเบอร์ MT8870

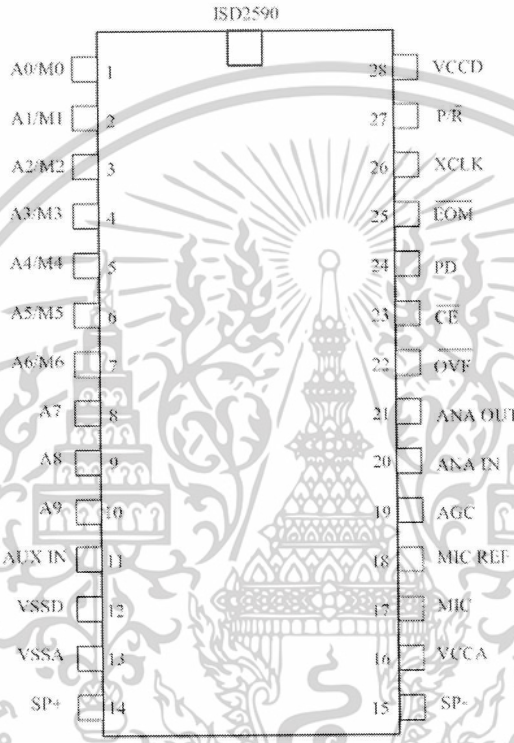
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีเบอร์ ISD2590

2.4.1 โครงสร้างของ ISD2590

ISD2590 เป็นไอซีที่ถูกสร้างขึ้นมาในการใช้งานเฉพาะด้าน โดยจะใช้งานด้านการบันทึกเสียงโดยเฉพาะ ซึ่ง ISD2590 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้มากมาย



รูปที่ 2.13 ลักษณะของไอซีเบอร์ ISD2590

2.4.2 คุณสมบัติของ ISD2590

คุณสมบัติหลัก ๆ ที่สำคัญก็น่าจะเป็นการนำไปใช้งาน เพราะเป็นไอซีสำเร็จรูปและการนำไปใช้งานนั้นก็ไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์ร่วมมากนัก ซึ่งคุณสมบัติของ ISD2590 มีดังต่อไปนี้

1. ไอซีเพียงตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้อย่างง่ายดาย
2. ไม่มีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่น ๆ มาประกอบร่วม
3. ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นเข้ามาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
4. มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับ
5. ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยสวิตซ์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
59528

6. เวลาในการบันทึกหรือเล่นกลับ 90 วินาที

7. ต่อคาสเคดกันได้โดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวขึ้น

8. ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป

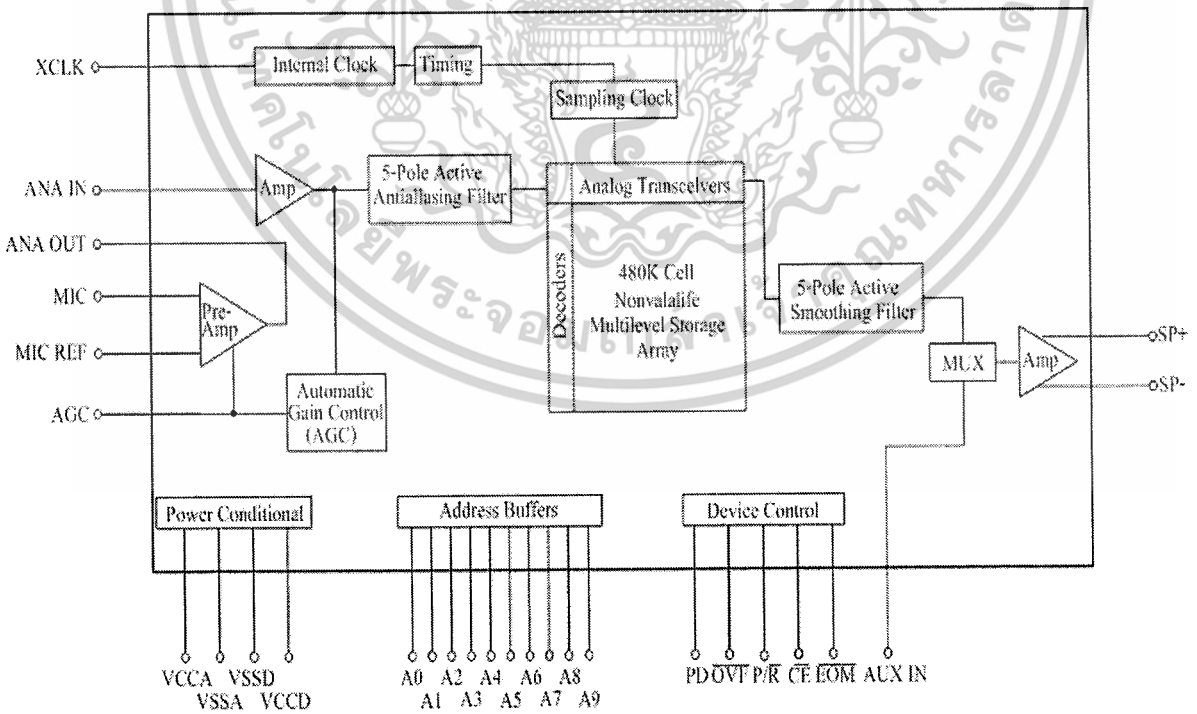
9. สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้นานถึง 100 ปีโดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง

10. สามารถทำการบันทึกได้ถึง 100,000 ครั้ง

11. มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว

12. สามารถตั้งโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียวได้

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวจึงทำให้ง่ายแก่การใช้งาน ตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟนไปจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและเล่นกลับก็รวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียว ในการบันทึกจะเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลล์ โดยไม่ต้องมีไฟสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไว้ไม่ให้สูญหาย (Non – Volatile Memory Cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปของสัญญาณแอนาลอกจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บข้อมูลโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บข้อมูลก็เก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณแอนาลอกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้เสียงที่เหมือนต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง



รูปที่ 2.14 แผนภาพการทำงานภายในของ ISD2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การวางตำแหน่งขาและการใช้งานเบื้องต้นของ ISD2590

การวางตำแหน่งขาของ ISD2590 แสดงให้ดูดังรูปที่ 2.13 และการใช้งานเบื้องต้นของการทำงานนั้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตัวนี้เสียก่อน ซึ่งรายละเอียดนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้อ้างอิงในการออกแบบการใช้งานและการทำงานเบื้องต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขา เพราะการทำงานของแต่ละขาหรือหน้าที่ของแต่ละขามีความสำคัญมากที่จะนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD2590

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุตด้านต่ำ "0"	V_{IL}	0.8	โวลต์
แรงดันอินพุตด้านสูง "1"	V_{IH}	2	โวลต์
แรงดันเอาท์พุทด้านต่ำ	V_{CL}	0.4	โวลต์
แรงดันเอาท์พุทด้านสูง	V_{CH}	VCC-0.4	โวลต์
แรงดันเอาท์พุทด้านสูงที่ขา OVF	V_{CH1}	2.4	โวลต์
แรงดันเอาท์พุทด้านสูงที่ขา EOM	V_{CH2}	VCC-10	โวลต์
กระแสแรงดันไฟเลี้ยงที่ V_{cc} = 5V	I_{CC}	1-10	มิลลิแอมป์
กระแสขณะสแตนบายด์ที่ V_{cc} = 5V	I_{SB}	1-10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต	I_{IL}	1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาท์พุท	R_{EXT}	16	โอห์ม
อิมพีแดนซ์ของปรีแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
อิมพีแดนซ์ของอินพุตภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
อิมพีแดนซ์ของอินพุตแอนาลอก	R_{ANAIN}	3	กิโลโอห์ม
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	A_{PRE1}	24	เดซิเบล
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	A_{PRE2}	5	เดซิเบล
อัตราการขยายของขา AUX	A_{AUX}	1	โวลต์ ต่อโวลต์
อัตราการขยายของลำโพงเอาท์พุท	A_{APP}	22	เดซิเบล
อิมพีแดนซ์ของขา AGC	R_{AGC}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงของไอซีทั้งหมด	V_{CC}	5-7	โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. [ขาที่ 1-10] Address/Mode Input (A0-A9) , (N0-M6)

ขาแอดเดรสและโหมดอินพุตจะมีอยู่สองฟังก์ชั่นที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของ MSB เป็น “0” อินพุตก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิททั้งหมดและใช้แอดเดรสเริ่มต้นสำหรับรอบการบันทึกและเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดแลตซ์ที่ขอบขาลงของพัลซ์ปรากฏที่ขา CE

2. [ขาที่ 11] Auxillary Input (Aux IN)

ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณที่ผ่านออกไปทางเอาท์พุทของวงจรภายในและขับออกสู่ลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น “1” รอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลงหรือเมื่อข้อมูลที่บันทึกไว้เล่นกลับจนหมดแล้ว ถ้ามีการต่อคาสเคด ISD2590 หลาย ๆ ตัว ขา AUX IN จะถูกต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาท์พุทของตัวก่อนหน้านี้

3. [ขาที่ 12 , 13] Ground Input (V_{SSA} , V_{SSD})

โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD2590 จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณกับกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและบรรจุอยู่ในไอซีแล้ว การใช้งานของกราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟในส่วนนี้ที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างระหว่างกราวด์ทั้งสอง

4. [ขาที่ 14 , 15] Speaker Output (Sp+ , Sp-)

เป็นขาเอาท์พุทที่ต่อออกลำโพง ISD2590 นี้จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ในไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับเอาท์พุทออกลำโพงได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขาเอาท์พุททั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาด เมื่อมีการต่อคาสเคดกันหลาย ๆ ตัว และไม่เหมาะในการต่อเอาท์พุทลำโพงขนานหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้งเอาท์พุทลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุเป็นตัวคัปปลิ้งอยู่ภายในตัวแล้ว

5. [ขาที่ 16 ,28] Voltage Input (V_{CCA} , V_{CCD})

เป็นขาที่รับแรงดันที่จะต้องแยกจากกันระหว่างขารับแรงดันของแอนาลอกและขารับแรงดันของดิจิตอลที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และต้องเป็นไฟเลี้ยงที่ทีสัญญาณรบกวนต่ำ

6. [ขาที่ 17] Microphone Input (MIC)

จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งสัญญาณผ่านเข้าวงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคัปปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 ซึ่งค่าความจุของตัวคัปปลิ้งจะถูกกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์มที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซี เพื่อทำให้เกิดการคัทออฟที่ความถี่ต่ำ

7. [ขาที่ 18] Micro Reference Input (MIC REF)

จะต่อขา 18 นี้เข้ากับกราวด์แอนาลอก (V_{SSA}) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตที่ขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

8. [ขาที่ 19] Automatic Gain Input (AGC)

เป็นขาอินพุตที่ควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ของไดนามิกไมโครโฟน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อยกระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกเกิดความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ที่ขา AGC นี้จะต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุนอกอีกตัวหนึ่งแล้วต่อลงกราวด์แอนาลอก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

9. [ขาที่ 20] Analog Input (ANA IN)

จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุเพื่อทำการคัปปลิ้งสัญญาณที่เข้ามาทางขา 2. นี้ เพื่อผ่านเข้าไปทำการบันทึก และค่าตัวเก็บประจุจะต้องสัมพันธ์กับค่าความต้านทานภายใน 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุตอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัทออฟ

10. [ขาที่ 21] Analog Output (ANA OUT)

เป็นขาเอาท์พุทของวงจรปรีแอมป์ที่ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC

11. [ขาที่ 22] Overflow Output (OVF)

สัญญาณพัลซ์ "0" จะปรากฏออกมาทางขานี้ เพื่อเป็นการแสดงว่า สิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกไปหมดแล้ว และจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลซ์จากขา OVF นี้จะจ่ายให้กับขา CE จนกว่าขา PD จะได้รับพัลซ์เพื่อทำการรีเซตและเริ่มรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลซ์ที่ขา OVF นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของไอซี (ISD2590) เมื่อถูกต่อคาสเคดกันหลายตัวได้

12. [ขาที่ 23] Chip Enable Input (CE)

จะต้องรับสัญญาณพัลซ์ "0" เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงระหว่างการบันทึกและการเล่นกลับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาอินพุตและขา P/R อินพุตจะถูกแลตซ์จากพัลซ์ที่ขอบขาลงของพัลซ์ที่ขา CE

13. [ขาที่ 24] Power Down Input (PD)

ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ ที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น “1” ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานให้อยู่ในระดับต่ำ แต่เมื่อขา OVF มีสภาวะเป็น “0” แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลง ขา PD ปกติจะอยู่ในสภาวะเป็น “0” ขณะนั้นก็จะถูกรีเซตและจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่

14. [ขาที่ 25] End Of Message / RUN Output (EOM)

เป็นส่วนของอุปกรณ์ Non – Volatile ภายในตัวไอซีที่จะถูกใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกขา EOM นี้จะทำให้เอาท์พุทออกมาเป็น “0” เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาแล้ว

15. [ขาที่ 26] External Clock Input (XCLK)

เป็นขาที่รับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาของการสุ่มสัญญาณได้ถูกกำหนดไว้แล้วภายในซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอกหรือค่าแรงดันที่ไม่คงที่ การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 26 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

16. [ขาที่27] Playback/Record Input (P/R)

เมื่อขาที่ควบคุมการเล่นหรือการบันทึกได้รับพัลซ์ “1” จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับและถ้าได้รับพัลซ์ “0” จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลซ์ที่ขอบขาลงของ CE จะเป็นการแลตซ์อินพุตที่ขา P/R

เมื่อการทำงานทุกอย่างเชื่อมโยงกันอยู่แค่ไอซีเพียงตัวเดียว มีการต่อร่วมอุปกรณ์ภายนอกน้อยมาก จึงเป็นการง่ายที่จะนำไอซีนี้ไปประยุกต์ใช้งาน

2.4.4 โหมดการทำงานของ ISD2590

ISD2590 จะใช้ขาแอดเดรสแทนโหมดการทำงานโดยมีบิทสำคัญที่สุด (MSBs) คือ ส่วนแอดเดรสที่เหลือจะถูกแปลงเป็นโหมดบิทและส่วนที่ไม่ใช้จะถูกแปลงเป็นแอดเดรสบิท เพราะฉะนั้นการทำงานและแอดเดรสโดยตรงของ ISD2590 จะไม่สอดคล้องกัน และไม่สามารถที่จะใช้งานพร้อมกันได้ สำหรับโหมดการทำงานจะต้องพิจารณาส่วนสำคัญ 2 อย่างด้วยกัน **อย่างแรกคือ** การเริ่มต้นการทำงานจะต้องเริ่มที่แอดเดรส 0 ซึ่งเป็นแอดเดรสสว่างของ ISD2590 ต่อจากนั้นจึงสามารถเริ่มต้นที่ตำแหน่งแอดเดรสอื่น ๆ ได้ ขึ้นอยู่กับการเลือกโหมดการทำงาน นอกจากนั้นตัวชี้แอดเดรสจะถูกรีเซตไปที่ 0 เสมอ เมื่ออุปกรณ์ถูกเปลี่ยนจากการบันทึกไปเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล่นกลับและจากการเล่นกลับไปเป็นการบันทึก (ยกเว้นโหมด 6) **อย่างที่สองคือ** โหมดการทำงาน เมื่อ CE เป็น "LOW" และ MSBs ทั้งสองเป็น "HIGH" โหมดการทำงานนี้จะยังคงทำงานอยู่จนกว่าสัญญาณต่อไปของจะเป็นที่แอดเดรสปัจจุบัน

อธิบายโหมดการทำงาน

โหมดการทำงานสามารถต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้หรือสามารถใช้เป็น Hardware ให้กับการทำงานของระบบที่ต้องการได้

ตารางที่ 2.4 โหมดการทำงานของ ISD2590

โหมด	หน้าที่	การใช้งาน	ใช้ร่วมกับ
M0	Message Cueing	ข้อความเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว	M4,M5,M6
M1	Delete EOM Markers	ตำแหน่ง EOM Markers ที่จุดปลายของข้อความที่แล้ว	M3,M5,M6
M2	Non applicable	สำรอง	M4
M3	Looping	การเล่นกลับต่อเนื่อง	M1,M5,M6
M4	Connective Addressing	บันทึกหรือเล่นกลับติดต่อกันหลาย ๆ ข้อความ	M0,M1,M5
M5	CE Level Activated	ยอมให้หยุดข้อความ	M0,M1,M3,M4
M6	Push – buttom control	อินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์อื่น	M0,M1,M3

1. M0 : Message Cueing

Message Cueing ยอมให้ผู้ใช้งานสามารถข้ามผ่านข้อความโดยไม่ต้องรู้ถึงแอดเดรสที่แท้จริงของแต่ละข้อความได้ CE low pulse แต่ละ pulse เป็นเหตุที่ทำให้ตัวชี้ตำแหน่งแอดเดรสภายในข้ามผ่านไปยังข้อความถัดไป โหมดนี้ควรจะใช้สำหรับการเล่นกลับเท่านั้นและร่วมกับโหมดการทำงาน M4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. M1 : Delete EOM Markers

โหมดการทำงาน M1 จะยินยอมให้ข้อความที่ได้รับการบันทึกตามลำดับรวมกันเป็นข้อความเดียวได้ โดยตั้ง EOM Markers ที่ปลายข้อความแต่ละข้อความที่นำมารวมกันแต่ละตำแหน่ง

3. M2 : Unused

เมื่อโหมดการทำงานโหมดนี้ถูกเลือกใช้ขา M2 จะต้องเป็น "LOW"

4. M3 : Message Looping

โหมดการทำงาน M3 ใช้สำหรับการเล่นกลับซ้ำอย่างต่อเนื่องแบบอัตโนมัติของข้อความที่อยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นของแอดเดรสว่างเมื่อข้อความสามารถบันจุลงใน ISD2590 อย่างสมบูรณ์แล้ว ISD2590 จะวนลูปจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายโดยที่ EOM ไม่เป็น "LOW"

5. M4 : Consecutive Addressing

ระหว่างการทำงานในขณะปกติ ตัวชี้แอดเดรสจะถูกรีเซตเมื่อข้อความถูกเล่นผ่านไปที่ EOM Markers โหมดการทำงานจะกีดกันการรีเซตของตัวแอดเดรสบน EOM และไม่ยอมให้ข้อความถูกเล่นกลับแบบเรียงกลับ

6. M5 : CE Level Activated

Default mode สำหรับ ISD2590 ใช้เพื่อทำให้ CE กลายเป็น Edge – activated บนการบันทึกโหมดการทำงาน M5 จะเป็นเหตุที่ทำให้ขา CE ถูกแปลงไปเป็น Level – activated เพื่อที่จะไม่กลายเป็น Edge – activated ระหว่างการเล่นกลับในโหมดนี้ CE เป็น "LOW" จะเริ่ม Playback และเมื่อ CE เป็น "HIGH" จะหยุด และเมื่อ CE เป็น "LOW" อีกครั้งจะเป็นการเริ่มการเล่นที่จุดที่ซึ่งข้อความถูกทำให้หยุดโดยไม่ต้องทำการรีเซตตัวชี้แอดเดรส

7. M6 : Push – Buttom Mode

ชุดอุปกรณ์ ISD2590 ถูกบรรจุด้วยโหมดการทำงาน Push – Buttom โหมด ซึ่งขั้นต้นได้ถูกประยุกต์ใช้กับต้นทุนต่ำ และการออกแบบมาเพื่อลดอุปกรณ์ภายนอกและวงจรให้น้อยลง เป็นการลดราคาของระบบให้น้อยลง เพื่อที่จะจัดโครงสร้างของอุปกรณ์ในโหมดการทำงาน โดยมีบิทที่สำคัญที่สุด 2 บิท คือ ขา 9 และขา 10 จะต้องเป็น "HIGH" และขา 7 (M6) ต้องเป็น "HIGH" ด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในโหมดนี้กำลังงานจะลดลงที่จุดปลายของการเล่นกลับแต่ละครั้งหรือตอนบันทึกภายหลัง CE เป็น "HIGH"

เมื่อโหมดการทำงานนี้ถูกประยุกต์ใช้ ขาต่าง ๆ บนอุปกรณ์นี้จะมีหน้าที่การทำงานดังตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การทำงานในโหมด Push – Button

ขาที่ใช้งาน	หน้าที่การทำงานในโหมด Push - Button
ขา 23 (CE)	เริ่มต้นและหยุดการทำงาน : Push – Button (LOW pulse activated)
ขา 24 (PD)	รีเซต : Push – Button (HIGH pulse activated)
ขา 25 (EOM)	Active – HIGH run indicator

ขา 23 (CE) : Start / Stop

ในโหมดการทำงานแบบ Push – Button ขา CE จะทำงานที่พัลซ์เป็น "Low" ซึ่งจะเริ่มการเล่นกลับหรือเริ่มการบันทึกตามระดับบนขา P/R พัลซ์ต่อมาบนขา CE จะทำให้อุปกรณ์หยุดการทำงานและจะไม่รีเซต และพัลซ์ต่อมาจะทำให้อุปกรณ์ทำงานต่อไปจากจุดที่มันถูกทำการหยุด

ขา 24 (PD) : Stop / Reset

ในโหมดการทำงานแบบ Push – Buttom ขา PD จะทำงานที่พัลซ์เป็น "HIGH" ในขณะที่ทำการเล่นกลับหรือบันทึก

ขา 25 (EOM) : Run

ในโหมดนี้ EOM มักจะเป็น "HIGH" เมื่อมีการบันทึกหรือเล่นกลับอยู่ในขณะนั้น

การบันทึกในโหมด Push – Button

1. ขา PD ควรจะเป็น "LOW"

2. ทำขา P/R ให้เป็น "LOW"

3. ขา CE เป็น "LOW" เมื่อเริ่มการบันทึก และ EOM จะเป็น "HIGH" เพื่อแสดงการทำงาน

4. ขา CE เป็น "LOW" อีกครั้งเมื่อหยุดการบันทึก และ EOM จะกลับไปเป็น "LOW" (ตัวชี้แอดเดรสภายในจะไม่ถูกรีเซตและจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อเป็นตัวชี้จุดสิ้นสุดของข้อความ)

5. ขา CE เป็น "LOW" อีกครั้งเพื่อเริ่มการบันทึกที่แอดเดรสต่อไป และ EOM จะกลับไปเป็น "HIGH" อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเล่นกลับในโหมด Push – Button

1. ขา PD ควรจะเป็น “LOW”

2. ทำขา P/R ให้เป็น “HIGH”

3. ขา CE เป็น “LOW” เมื่อเริ่มการเล่นกลับ และ EOM จะเป็น “HIGH” เพื่อแสดงการทำงาน

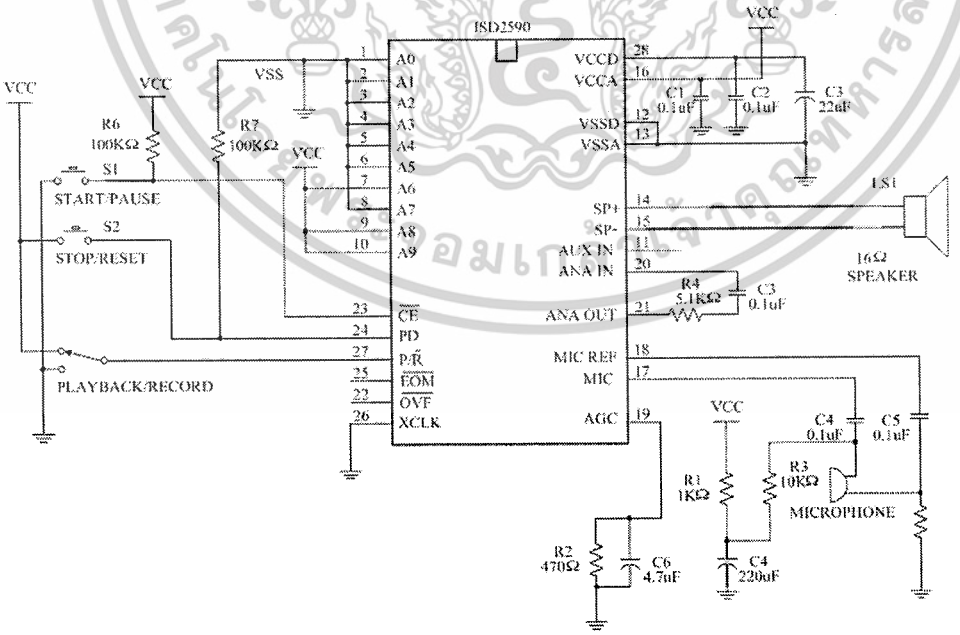
4. ขา CE เป็น “LOW” อีกครั้งเมื่อหยุดการเล่นกลับ และ EOM จะกลับไปเป็น “LOW”

5. ขา CE เป็น “LOW” อีกครั้งเพื่อเริ่มการเล่นกลับต่อไป

6. การเล่นกลับจะกระทำจากข้อ 4 และ 5 จนกว่า PD จะเป็น”HIGH” หรือเกิดการ Overflow ขึ้น (หมายเหตุ : ถ้าเกิดการ Overflow ขา CE จะเป็น “LOW” เพื่อทำการรีเซตตัวชี้แอดเดรส และเริ่มการเล่นกลับจากจุดเริ่มต้น)

2.4.5 การประยุกต์ใช้งาน ISD2590

การประยุกต์ใช้งานไอซี ISD2590 นี้ง่ายมากดังการทำงานของแต่ละขาที่ได้อธิบายมาแล้ว ดังรูปที่ 2.15 จะสังเกตเห็นว่า วงจรมีความเรียบง่ายและอุปกรณ์ต่อร่วมน้อย นับตั้งแต่ลำโพงที่ต่อโดยตรงกับไอซีเลย และไมโครโฟนถ้าหากเป็นไดนามิกก็สามารถต่อเข้าไอซีได้โดยตรง แต่ถ้าหากเป็นแบบคอนแดนเซอร์ไมโครโฟนจะต้องมีการไบอัสค่าแรงดันให้กับไมโครโฟนอย่างเหมาะสม



รูปที่ 2.15 การประยุกต์ใช้งาน ISD2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้นพัฒนาและผลิตออกสู่ตลาดโดยบริษัทอินเทล เพื่อใช้ในงานควบคุมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นงานควบคุมขนาดเล็ก ขนาดกลางจนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนพอสมควร เช่น การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป เป็นต้น จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการนำวงจรพื้นฐานต่าง ๆ มารวมกันไว้ในชิปตัวเดียวกันทำให้วงจรที่สร้างขึ้นมามีขนาดเล็ก มีความสะดวก และคล่องตัวสูงจึงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายมาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในหลายอย่าง ได้แก่ หน่วยความจำสำหรับการเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ อุปกรณ์รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม เนื่องจากโครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในนี้เองทำให้การใช้งานง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมมาก

2.5.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่าง ๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่าง ๆ เช่นวงจรบวกเลข, วงจรเลื่อนข้อมูล, วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

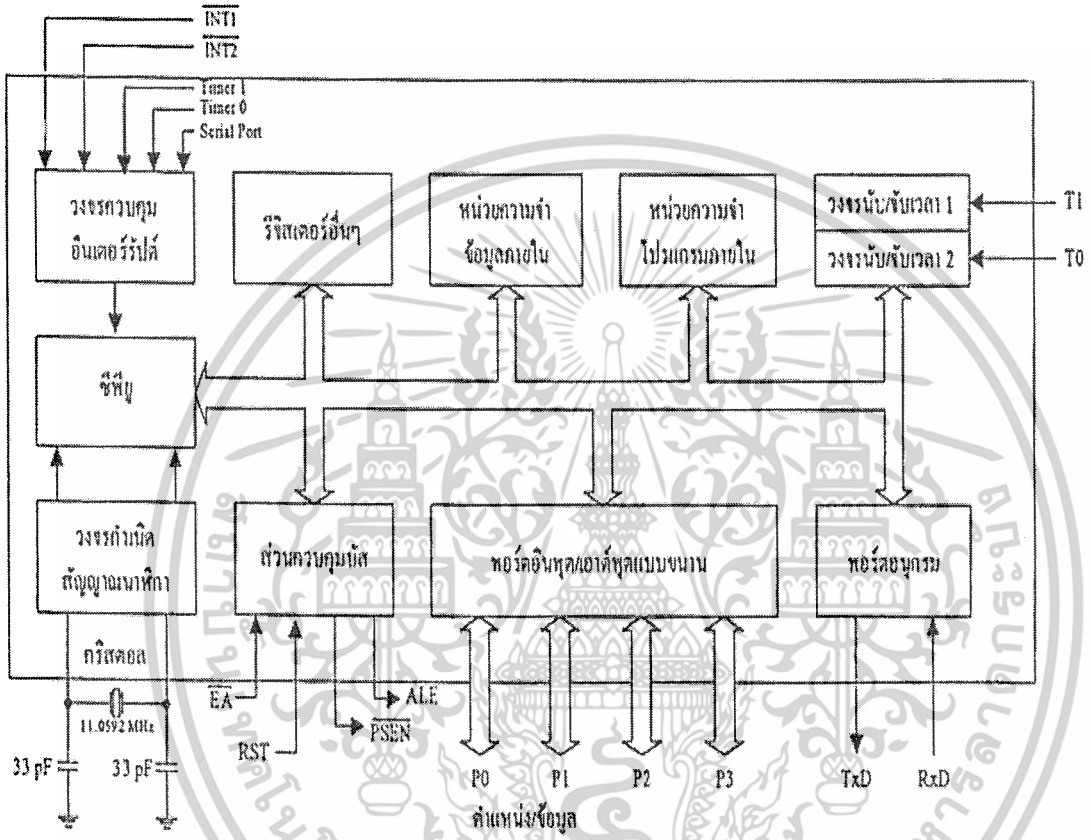
ในรูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Logic Unit: ALU) และส่วนควบคุม (Control Unit: CU) ในส่วนของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์จะทำหน้าที่ประมวลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการและส่วนควบคุมจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่น ๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ,สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือข้อมูลส่งออก รวมทั้งส่วนควบคุมการัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสด้วย ซึ่งซีพียูจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมโดยการถอดรหัสคำสั่งที่มีการกำหนดไว้แยกสัญญาณที่สร้างขึ้นมาอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อให้ทุก ๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

2) หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดข้อมูล ซึ่งการนำเสนอข้อมูลเข้า และออกหน่วยความจำ จำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำในการนำข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียนข้อมูล และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำเรียกว่า การอ่านข้อมูล ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ข้อมูลแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลซึ่งมีค่าระหว่าง 00000000B ถึง 11111111B หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อหน่วยความจะต้องมีสัญญาฯ 3 กลุ่มคือ



รูปที่ 2.16 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51

2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS - 51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลได้สูงงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่งทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65536)

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่ต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่ใช้ในการส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถทำการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่

3.1) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนาน มีทั้งหมด 4 พอร์ต ใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจาก MCS-51 ก็ได้ โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P3 และP3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 หน้าที่

3.2) วงจรนับ/จับเวลา ทำงานได้ 2 หน้าที่คือ ใช้เป็นวงจรนับหรือจับเวลา เมื่อเป็นวงจรนับจำนวนรอบของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 ก็ได้ สามารถทำการตั้งค่าเริ่มต้นของการนับ และอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู เมื่อเป็นวงจรจับเวลาจะใช้หลักการเดียวกับ วงจรนับเพียงแต่จะกำหนดค่าสูงสุดของการนับไว้ ซึ่งค่าสูงสุดของการนับจะคำนวณมาจากค่าเวลาที่ต้องการจับเวลา

3.3) พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่าน และเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็น 8 บิต แต่ละข้อมูลจะถูกส่งออกมาจาก MCS -51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา T_xD ในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาทีละบิตทางขา R_xD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

2.6 อุปกรณ์ตรวจจับ

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนนำสัญญาณเข้าที่ ทำหน้าที่เป็นส่วนรับรู้ความรู้สึกต่างๆ เรียกว่า ตัวตรวจจับ (Sensor) ซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกต่างๆ ที่ได้รับสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งอาจจะเป็นแรงดันหรือกระแสก็ได้และส่งให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตีความหมายและเอาผลดังกล่าวไปใช้งานได้ตามต้องการ

ตัวตรวจจับแบบพื้นฐานที่นิยมใช้ทั่วไป เช่น สวิตซ์กลไก โฟโตทรานซิสเตอร์ สวิตซ์แม่เหล็ก เซลล์รับแสง ตัวเชื่อมโยงทางแสง ตัวตรวจจับตำแหน่ง ตัวตรวจจับแรงดัน ตัวตรวจจับอุณหภูมิ ตัวตรวจจับเสียง เป็นต้น ตัวตรวจจับต่างๆ เหล่านี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนปริมาณทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

2.6.1 โฟโตทรานซิสเตอร์

โดยภาวะปกติสารกึ่งตัวนำจะมีคุณสมบัติที่ไวต่อแสงเมื่อมีการนำเอาสารกึ่งตัวนำมาสร้างเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ โปรตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ ดังนั้นโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่งซึ่งถูกออกแบบขึ้นมาจากการเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำ และมีรอยต่อ P-N ระหว่างสารสองชนิดของโฟโตทรานซิสเตอร์ซึ่งรอยต่อนี้มีขนาดใหญ่กว่ารอยต่อ P-N ของทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไป ความแตกต่างจากทรานซิสเตอร์ทั่วไป คือ ที่ตัวถังด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีช่องสำหรับรับแสงเพื่อส่งไปยังรอยต่อ P-N โดยช่องรับแสงนี้จะมีวัสดุเคลียร์ไมก้า (Clear Mica) หรือควอตซ์เลนซ์ (Quartz Lenz) ติดอยู่บนช่องรับแสง

วงจรสมมูลย์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ ก็คือการนำทรานซิสเตอร์มาต่อร่วมกับโฟโตไดโอด โดยตัวโฟโตไดโอดจะเป็นตัวควบคุมการจัดแรงดันให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เมื่อเกิดแสงมาตกกระทบที่ตัวโฟโตไดโอด จะทำให้เกิดแรงดันไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ก่อให้เกิดกระแสเบสขึ้น ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในที่สุด

ตามปกติการคำนวณหาค่าของกระแสอิมิตเตอร์จะใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$I_E = I_B \cdot (h_{FE} + 1) \tag{2.4}$$

แต่ในกรณีของโฟโตทรานซิสเตอร์ เนื่องจากที่ขาเบส และคอลเลคเตอร์ของโฟโตไดโอดคร่อมอยู่ดังนั้นเมื่อโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานกระแสที่ไหลผ่านตัวโฟโตไดโอด ต้องพิจารณาเป็นกระแสไหลเข้าร่วมกับกระแสเบสจะทำให้สมการของกระแสที่ขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิส - เตอร์จึงกลายเป็น

$$I_E = (I_P + I_B) \cdot (h_{FE} + 1) \tag{2.5}$$

โดยที่ h_{FE} คือ อัตราการขยายกระแสของตัวโฟโตทรานซิสเตอร์

I_P คือ กระแสที่ไหลผ่านตัวโฟโตไดโอด

I_B คือ กระแสเบสของโฟโตทรานซิสเตอร์

สำหรับเครื่องหมายบวกและลบของ I_B ในสมการเป็นตัวบ่งบอกชนิดของทรานซิสเตอร์ ชนิดเอ็นพีเอ็นค่า I_B จะเป็นบวก แต่ถ้าเป็นชนิดพีเอ็นพีค่าของ I_B จะเป็นลบ

สำหรับความต้านทานด้านไฟฟ้ากระแสสลับของส่วนรับของโฟโตทรานซิสเตอร์ จะมีค่าเท่ากับ Rin x h_{FE} ในภาวะที่โฟโตทรานซิสเตอร์ไม่ทำงานค่าความต้านทานภายใน (Rin) ของโฟโตทรานซิสเตอร์จะสูงมาก เนื่องจากการที่โฟโตไดโอดภายในโฟโตทรานซิสเตอร์ถูกไบแอสกลับไว้ ทำให้เกิดค่าความต้านทานสูงมากขึ้น ซึ่งค่าความต้านทานอินพุตนี้เองจะเป็นตัวที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วในการทำงานของตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ ดังนั้นหากต้องการนำโฟโตทรานซิสเตอร์ไปใช้งานที่มีการสวิตซ์ความเร็วสูงต้องพิจารณาถึงพารามิเตอร์ตัวนี้ด้วย

พารามิเตอร์อีกตัวหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ คือ ค่าของกระแสรั่วไหลที่เกิดขึ้นภายในตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ไม่ทำงาน นั่นคือกระแสรั่วไหลระหว่างขาคอลเลคเตอร์และอิมิเตอร์ที่เกิดขึ้นในขณะที่โฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่มีแสงมาตกกระทบให้ตัวมันทำงานหรือ $I_{CEO}(dark)$ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$I_{CEO}(dark) = h_{FE} x I_{CBO} \tag{2.6}$$

โดยที่ I_{CBO} คือ ค่าของกระแสรั่วไหลที่ขาคอลเลคเตอร์และเบส ซึ่งคือกระแสรั่วไหลของตัวโฟโตไดโอดนั่นเอง ปกติในโฟโตทรานซิสเตอร์ทั่วๆ ไปค่าของกระแสรั่วไหลนี้จะต่ำมากๆ อยู่ระหว่าง 4-8 ไมโครแอมป์แปร์ที่อุณหภูมิห้อง

2.6.2 อินฟาเรด แอลอีดี

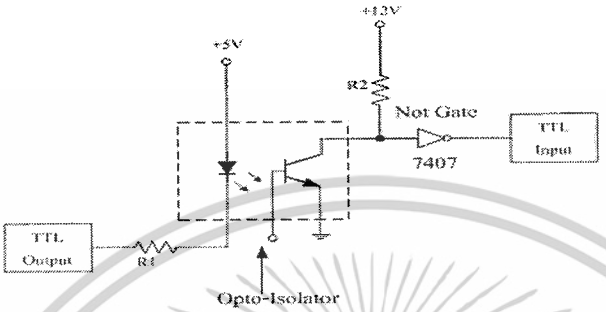
อินฟาเรด ไดโอดแปล่งแสง (Infrared LED) ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำเนิดแสงในย่านอินฟาเรด เมื่อตัวมันนำกระแส อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษและเกิดพลังงานจากโฟตอน การเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปในทันทีที่มีกระแสไหลผ่าน อินฟาเรด แอลอีดี สามารถกำเนิดแสงอินฟาเรดได้ในช่วงสองความยาวคลื่น ดังนี้คือ อินฟาเรด แอลอีดีที่สร้างจากสารแกลเลี่ยมอาเซไนต์ (Gallium Arsenide : GaAs) จะให้ความคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร และอินฟาเรด แอลอีดีที่สามารถสร้างจากสารอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า แกลเลี่ยมอลูมินั่มอาเซไนต์ (Gallium Aluminum Arsenied : GaAlAs) ซึ่งจะกำเนิดแสงอินฟาเรดที่มีความยาวคลื่นประมาณ 880 นาโนเมตร

2.6.3 ออปโต้คัปเปอร์

ออปโต้คัปเปอร์ (Opto-Coupler) เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง โดยตัวส่งแสงและรับแสงจะอยู่ในตัวถังเดียวกันซึ่งจะใช้หลักการเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง แล้วตัวรับแสงจะเปลี่ยนสัญญาณแสงมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าเหมือนเดิม จุดประสงค์ในการเชื่อมต่อวิธีนี้ก็เพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกันและต้องการให้เกิดการแยกกันของวงจรโดยเด็ดขาดแรงดันระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองด้าน คืออุปกรณ์ทางด้านปล่อยแสงและทางด้านรับแสงจะใช้แรงดันมาก

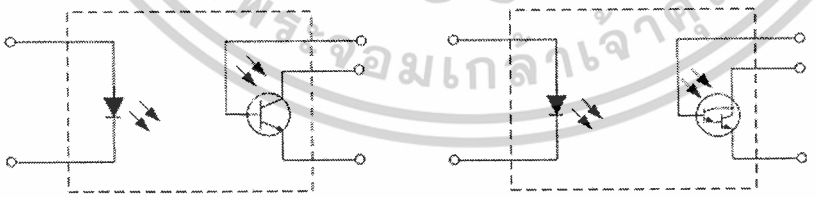
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตัวปล่อยแสงและตัวรับแสงถ้าระยะยิ่งห่างมาก แรงดันที่ป้อนให้ก็ต้องมากตามไปด้วยแต่มีข้อจำกัดตรงทนแรงดันของอุปกรณ์



รูปที่ 2.17 วงจรเชื่อมต่อทางแสงโดยใช้ออปโต้คัปเปอร์

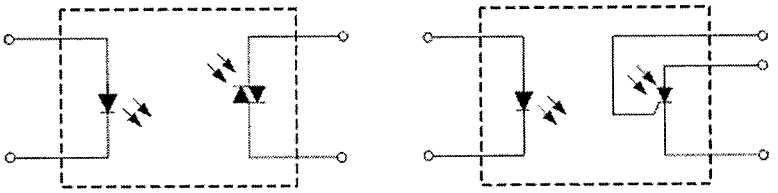
การเชื่อมโยงทางแสงสามารถใช้ในงานที่ต้องการแยกระบบไฟฟ้าของทั้งสองวงจรออกจากกัน เช่น เมื่อใช้เอาต์พุตที่เป็นแรงดันต่ำของวงจรทางดิจิตอลไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟสลับ ทั้งนี้เนื่องจากวงจรดิจิตอลไม่สามารถส่งเอาต์พุตออกเป็นแรงดันไฟสลับได้ นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าสลับที่เหนี่ยวนำขึ้นในวงจรดิจิตอลนั้น สามารถทำให้เกิดข้อยุ่งยากต่างๆ ได้ ดังนั้นมอเตอร์และวงจรทางดิจิตอลจึงต้องแยกกันทางไฟฟ้าซึ่งเป็นหน้าหลักของตัวเชื่อมโยงทางแสงที่สำคัญ ตัวเชื่อมโยงทางแสงมักใช้ในงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่นในสายการผลิตที่ใช้หุ่นยนต์



(ก) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ (ข) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ต่อแบบดาลิงตัน

รูปที่ 2.18 ตัวเชื่อมโยงทางแสงชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตไตรแอค (ง) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตเอสซีอาร์

รูปที่ 2.18 (ต่อ) ตัวเชื่อมโยงทางแสงชนิดต่างๆ

2.7 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state relay)

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าควบคุม โครงสร้างของรีเลย์ประกอบด้วย ขดลวดควบคุม (Control coil) และหน้าสัมผัส (Contact) ซึ่งมีด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ หน้าสัมผัสปกติเปิดวงจร (Normally Open : NO) และหน้าสัมผัสปกติปิดวงจร (Normally Close : NC) รีเลย์จะทำงานได้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดควบคุม ทำให้เกิดแรงแม่เหล็กขึ้นที่หน้าสัมผัสของรีเลย์ก็จะเกิดการดีดตัวจากหน้าสัมผัสด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ซึ่งสามารถสังเกตได้จากเสียงคลิ๊กหรือแต๊กที่ตัวรีเลย์

รีเลย์มีให้เลือกใช้งานตั้งแต่กระแสและแรงดันต่ำ ๆ ไปจนถึงกระแสและแรงดันสูง มีหน้าสัมผัสเดี่ยว คู่ และสี่หน้าสัมผัส ในกรณีของรีเลย์ขนาดเล็ก เมื่อนำไปใช้งานปัญหาในทางกลไม่สู้จะมีมากนัก แต่ถ้าหากรีเลย์ขนาดใหญ่แล้ว การตัดต่อหน้าสัมผัสอาจจะเกิดการอาร์กขึ้น หากที่หน้าสัมผัสนั้นเกิดสกปรกอันนำมาซึ่งการเกิดประกายไฟและสัญญาณรบกวนความถี่สูง ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายขณะที่ใช้งานได้ หากมีการป้องกันไม่ดีพอ

เมื่อเป็นเช่นนี้ จึงมีความพยายามที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว เมื่อเทคโนโลยีของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำได้รับการพัฒนาขึ้น ทำให้เกิดอุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state relay) หรืออาจเรียกได้ว่ารีเลย์สารกึ่งตัวนำก็ได้

โซลิดสเตตรีเลย์ คือ รีเลย์ที่สร้างขึ้นจากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ นั่นหมายความว่า จะไม่มีขดลวดควบคุม ไม่มีหน้าสัมผัสโลหะที่เคลื่อนไหวด้วยแรงแม่เหล็กอีกต่อไป ไม่มีทางที่จะเกิดประกายไฟขณะที่ใช้งานที่แรงดันและกระแสสูง ๆ ทั้งยังมีขนาดเล็กลงมากสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมาสร้างเป็นโซลิดสเตตรีเลย์ ได้แก่ ทรานซิสเตอร์สำหรับงานที่ต้องการกระแสและแรงดันไม่สูงมากนัก อุปกรณ์ไทริสเตอร์จำพวก เอสซีอาร์และไตรแอก สำหรับใช้งานที่ต้องการกำลังงานสูง ๆ โดยอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเหล่านี้จะเข้ามาทำหน้าที่แทนหน้าสัมผัสของรีเลย์ โดยการต่อร่วมกับวงจรทริกเกอร์ ซึ่งทำหน้าที่แทนขดลวดควบคุมรีเลย์ธรรมดา นั่นคือ เมื่อวงจรทริกเกอร์ทำงาน มันจะส่งสัญญาณมากระตุ้นทรานซิสเตอร์หรือไทริสเตอร์ทำงานยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันเองไปยังโหลดได้

ข้อดีอีกประการหนึ่งของโซลิดสเตตรีเลย์ คือ สามารถที่จะกำหนดให้เริ่มทำงานได้เมื่อไฟสลับที่ต่ออยู่กับโหลดมีค่าเท่ากับศูนย์ ทำให้ไม่เกิดกระแสไฟฟ้ากระชากขึ้น อันเป็นหลักการในการพัฒนาโซลิดสเตตรีเลย์ขึ้นมาใช้งานแทนรีเลย์แบบเก่า

เมื่อสามารถพัฒนาโซลิดสเตตรีเลย์ได้แล้ว ก็ยังเกิดข้อจำกัดในด้านของการแยกกราวด์ของสัญญาณควบคุมทางอินพุตหรือวงจรทริกเกอร์นั่นเองกับวงจรที่มีแรงดันและสัญญาณรบกวนจากวงจรเอาท์พุทที่อาจจะกระทบต่อการทำงานของวงจรอินพุตและวงจรใกล้เคียงอื่น ๆ

เมื่อเป็นเช่นนี้ อุปกรณ์ออปโต้อิเล็กทรอนิกส์จึงเข้ามามีบทบาทในการเชื่อมโยงสัญญาณควบคุมกับโหลดกำลังงานสูง โดยอาศัยคุณสมบัติด้านการเชื่อมโยงทางแสง ทำให้สามารถแยกกราวด์ของทั้งสองส่วนออกจากกันได้อย่างสมบูรณ์ อุปกรณ์ออปโต้อิเล็กทรอนิกส์ที่จะนำมาใช้คือ อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงหรือออปโต้คัปเปลอร์

และเมื่อนำออปโต้คัปเปลอร์เข้ามาใช้งานวงจรโซลิดสเตตรีเลย์ จึงทำให้โซลิดสเตตรีเลย์นี้มีความสมบูรณ์แบบอย่างที่สุด จึงอาจเรียกโซลิดสเตตรีเลย์ที่ใช้ออปโต้คัปเปลอร์เป็นส่วนประกอบว่า ออปโต้โซลิดสเตต (Opto Solid State Relay) สามารถแสดงการเปรียบเทียบระหว่างรีเลย์, โซลิดสเตตรีเลย์และออปโต้โซลิดสเตตรีเลย์ได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ของรีเลย์, โซลิดสเตตรีเลย์ และออปโต้โซลิดสเตตรีเลย์

คุณสมบัติ	รีเลย์	โซลิดสเตตรีเลย์	ออปโต้โซลิดสเตตรีเลย์
การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า	สูง	ต่ำ	ต่ำ
ขนาด (ที่แรงดันและกระแสสูง)	ปานกลาง	เล็ก	เล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ของรีเลย์ ,โซลิดสเตตรีเลย์ และออโต้โซลิดสเตตรีเลย์

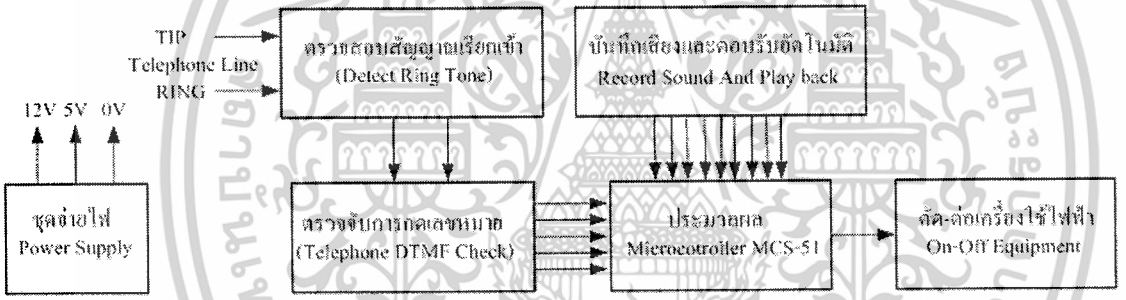
คุณสมบัติ	รีเลย์	โซลิดสเตตรีเลย์	ออปโต้โซลิดสเตตรีเลย์
การแยกกราวด์ของระดับแรงดันสูงต่ำ	ไม่แยก	ไม่แยก	แยกอิสระ
ราคา (ที่แรงดันและกระแสต่ำ)	ถูก	ปานกลาง-แพง	ปานกลาง-แพง
ราคา (ที่แรงดันและกระแสสูง)	แพง	ปานกลาง	ปานกลาง-แพง
การเกิดสัญญาณรบกวนจากฮาร์มอนิก	มีน้อย	น้อย	น้อย
การควบคุมให้โหลดทำงานที่จุดแรงดันเท่ากับศูนย์	ไม่มี	มี	มี
การเกิดอาร์กขณะหน้าสัมผัสตัดต่อที่แรงดันและกระแสสูง	มี	ไม่มี	ไม่มี
ส่วนเคลื่อนไหวในขณะทำงาน	มี	ไม่มี	ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้างและการทำงาน

การออกแบบโครงงานนี้จะแยกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟต์แวร์ซึ่งส่วนของฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ภาคแหล่งจ่ายไฟ ภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดเลขหมาย ภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ และภาคตัด-ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า ในส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นภาคประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยการทำงานของวงจรแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

3.1 หลักการทำงาน



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

จากรูปที่ 3.1 เป็นผังการทำงานของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าทำหน้าที่ในการตรวจจับสัญญาณเรียกเข้า เมื่อมีโทรศัพท์เข้ามายังเลขหมายของเครื่องที่ได้นำมาต่อกับเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้สัญญาณจาก Port 2 บิทที่ 7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวเช็คสัญญาณที่เรียกเข้ามาในแต่ละครั้ง และสัญญาณที่เรียกเข้าจะต้องมาผ่านวงจรแบ่งแรงดันให้ได้ 5 Volt และใช้ไอซีตระกูล TTL เบอร์ 40106 เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปสัญญาณลอจิก “0” กับลอจิก “1” ที่แน่นอนในลักษณะสัญญาณพัลซ์ และใช้สัญญาณจาก Port 2 บิทที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นสัญญาณควบคุมให้รีเลย์ทั้ง 2 ตัวทำงานตามต้องการแล้วเปลี่ยนจากสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตอนแรกต่ออยู่กับส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าอยู่ไปต่อในส่วนตรวจจับการกดเลขหมายแทน ซึ่งสัญญาณที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้รับการขยายกระแสโดยทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 เพื่อขับให้รีเลย์สามารถทำงานได้

ส่วนตรวจจับการกดเลขหมาย ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากการกดหมายเลขที่ตัวเครื่องโทรศัพท์ว่าทำงานถูกต้องหรือไม่ โดยถอดรหัสการกดหมายเลขเป็นเลขฐานสอง หรือเรียกว่า BCD (Binary Code Decimal) 4 หลัก แล้วส่งสัญญาณการกดหมายเลขไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประมวลผลจากการกดหมายเลขตามที่ได้โปรแกรมเอาไว้อีกทีหนึ่ง โดยผ่านพอร์ต P3.0-P3.3 ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ ทำหน้าที่เก็บบันทึกสัญญาณเสียงที่ได้บันทึกลงไปเก็บไว้ในตัว IC เบอร์ ISD2590 ซึ่ง IC สำเร็จรูปตระกูล ISD2590 สามารถบันทึกได้นานถึง 90 วินาทีด้วยกันแล้วรอการสั่งงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์ว่าจะให้ส่งสัญญาณเสียงพูดอะไรออกไป ก็จะดึงเสียงจะตำแหน่งที่ได้บันทึกไว้ออกไปรายงานให้ทราบขั้นตอนในการควบคุมต่าง ๆ

ส่วนควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำหน้าที่รับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ว่าต้องการจะเปิดหรือปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอะไร โดยเมื่อส่วนนี้ได้รับสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งผ่านการขยายกระแสโดยไอซีบัฟเฟอร์แล้วให้ทำการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้วให้ไปทำการเชื่อมต่อไฟฟ้ากระแสสลับโดยไปจุดชนวนให้ไตรแอกทำงานต่อไฟฟ้ากระแสสลับให้กับโหลดต่าง ๆ ที่นำมาต่อในช่องนั้นทำงานทันที

ส่วนแหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่ผลิตแรงดันและกระแสไฟฟ้าโดยจะทำการรับไฟกระแสสลับเข้ามาทำการแปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อจ่ายเป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจรต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ โดยเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 Volt และ 5 Volt

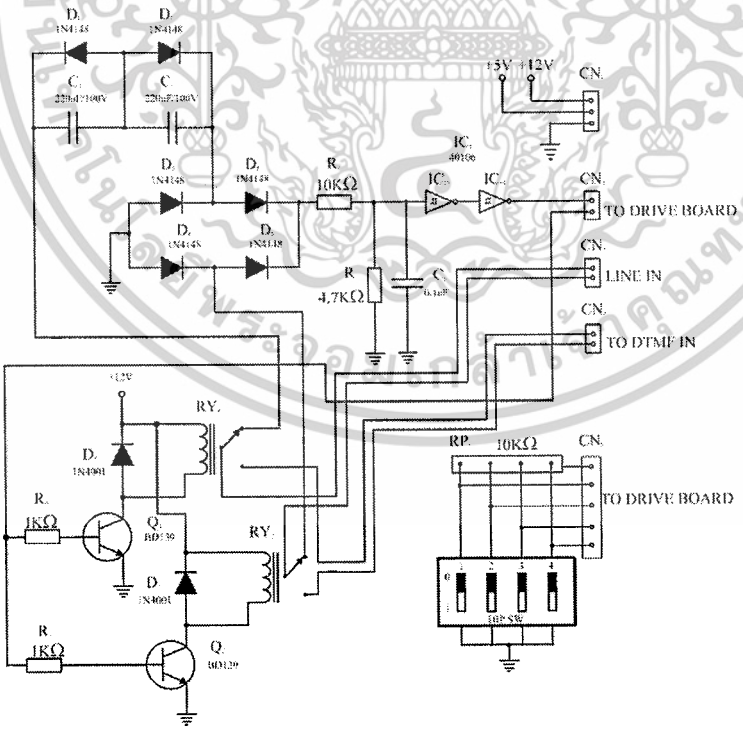
ส่วนประมวลผล ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ในการควบคุมในส่วนตรวจจับการกดหมายเลขโทรศัพท์ ซึ่งต่ออยู่กับ Port 3 (P3.0-P3.3) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนของวงจรบันทึกเสียง และตอบรับอัตโนมัติ ซึ่งต่ออยู่กับ Port 1 (P1.0-P1.7) และ Port 2 (P2.2-P2.5) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนตัด-ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งต่ออยู่กับ Port 0 (P0.0-P0.7) และ Port 2 (P2.0-P2.1) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนของตรวจสอบสัญญาณที่เรียกเข้ามาในแต่ละครั้งใช้ Port 2 (P2.6) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และใช้ Port 3 (P3.4-P3.7)ของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับกำหนดจำนวนครั้งของสัญญาณที่ทำการเรียกเข้ามาและใช้ Port 2 (P2.7) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ไว้เป็นสัญญาณที่ไปควบคุมรีเลย์ให้ทำงานตามที่ได้เขียนโปรแกรมเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนรับสัญญาณอินพุต

3.2.1 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า (Detect Ring Tone)

วงจรส่วนนี้ ทำหน้าที่ในการตรวจจับสัญญาณเรียกเข้าเมื่อมีคนโทรศัพท์เข้ามายังเลขหมายของเครื่องที่ได้นำมาต่อกับเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้สัญญาณจาก Port 2 บิทที่ 7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวเช็คสัญญาณที่เรียกเข้ามาในแต่ละครั้ง และสัญญาณที่เรียกเข้าจะต้องมาผ่านวงจรแบ่งแรงดันให้ได้ 5V และใช้ไอซีตระกูล TTL เบอร์ 40106 เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปสัญญาณลอจิก “0” กับลอจิก “1” ที่แน่นอนก่อนที่จะส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ประมวลผลตามที่ได้เขียนโปรแกรมในลักษณะสัญญาณพัลซ์ และใช้สัญญาณจาก Port 2 บิทที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นสัญญาณควบคุมให้รีเลย์ทั้ง 2 ตัวทำงานตามต้องการแล้วเปลี่ยนจากสัญญาณโทรศัพท์ที่ตอนแรกต่ออยู่กับส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าอยู่ไปต่อในส่วนตรวจจับการกดเลขหมายแทน ซึ่งสัญญาณที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้รับการขยายกระแสโดยทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 เพื่อขับให้รีเลย์สามารถทำงานได้



รูปที่ 3.2 วงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ซึ่งภายในวงจรจะมีอุปกรณ์ที่สำคัญ คือ IC_1 ซึ่งเป็นไอซีตระกูล TTL เบอร์ 40106 ซึ่งการทำงานเริ่มจากเมื่อมีสัญญาณ Ring Tone ดังขึ้นเนื่องจากมีโทรศัพท์เข้ามาวงจรจะทำการเปลี่ยนสัญญาณกระดิ่งให้เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอยู่ประมาณ 110-150Vp-p แล้วแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 75 V โดยวงจรบริดจ์ซึ่งใช้ Diode เบอร์ 1N4148 จากนั้นก็มาผ่านวงจรแบ่งแรงดันโดย R_1 กับ R_2 ซึ่งทำการนำแรงดันที่ตกคร่อม R_2 ไปเป็นอินพุตให้กับ Not Gate Schmitt Trigger ของ IC_1 เบอร์ 40106 เพื่อเปลี่ยนสัญญาณที่ได้จากวงจรแบ่งแรงดันซึ่งออกมา 6 Volt มาเป็นสัญญาณลอจิก "0" กับลอจิก "1" ที่แน่นอนก่อนที่จะส่งไปให้ Port 2 บิทที่ 7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เช็คสัญญาณที่เรียกเข้ามาแต่ละครั้งแล้วทำการนับโดยการนับแต่ละครั้งจะต้องไปตรวจสอบว่าได้นับมาถึงจุดที่ DIP SWITCH ได้ตั้งเอาไว้ แล้วทำการนับต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่านับถึงจุดที่ DIP SWITCH ได้ตั้งเอาไว้ เมื่อนับถึงจุดที่ DIP SWITCH ได้ตั้งเอาไว้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่งสัญญาณออกจาก Port 2 บิทที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งใช้เป็นสัญญาณควบคุมให้รีเลย์ทั้ง 2 ตัวทำงานตามต้องการแล้วเปลี่ยนจากสัญญาณโทรศัพท์ที่ตอนแรกต่ออยู่กับส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าอยู่ไปต่อในส่วนตรวจจับการกดเลขหมายแทน ซึ่งสัญญาณที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้รับการขยายกระแสโดยทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 เพื่อขับให้รีเลย์สามารถทำงานได้ และสามารถตั้งจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้าว่าจะให้ดังกี่ครั้งก่อนที่จะสัญญาณโทรศัพท์ถูกตัดไปยังส่วนรับสัญญาณ DTMF โดย DIP SWITCH

3.2.2 ส่วนรับสัญญาณ DTMF

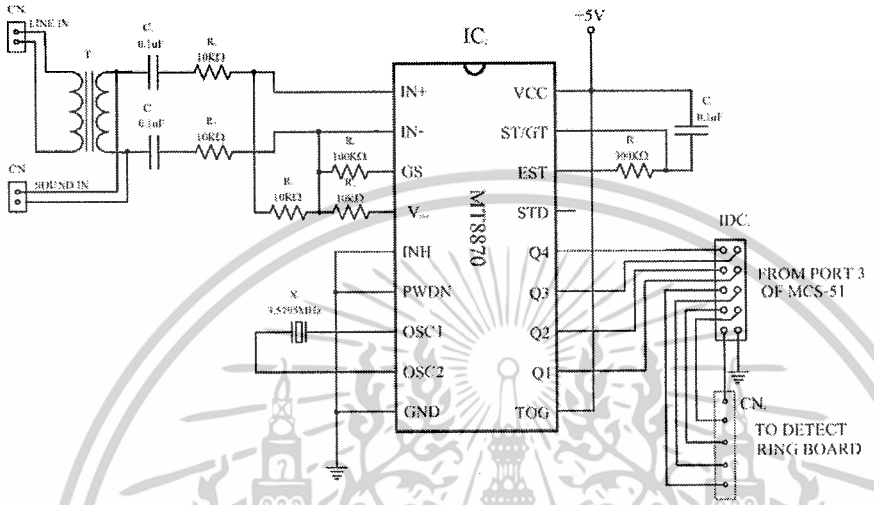
วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากการกดหมายเลขที่ตัวเครื่องโทรศัพท์ โดยถอดรหัสการกดหมายเลขเป็นเลขฐานสอง หรือเรียกว่า BCD 4 หลัก แล้วส่งสัญญาณการกดหมายเลขไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เพื่อประมวลผลจากการกดหมายเลขตามที่ได้โปรแกรมเอาไว้อีกทีหนึ่ง โดยผ่านพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 3.3 วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากการกดคีย์โทรศัพท์ที่นำมาทดสอบเพื่อตรวจสอบระบบคีย์ของโทรศัพท์ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยใช้ IC_2 ซึ่งเป็น DTMF Decoder เบอร์ MT8870 เป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่งจะทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกมาเป็นรหัส BCD 4 หลัก ดังนั้นวงจรในส่วนนี้จึงสามารถถอดรหัสจากการกดหมายเลขบนโทรศัพท์ได้ 16 คีย์ด้วยกัน

ในขณะทำการตรวจสอบคีย์โทรศัพท์แบบ DTMF เมื่อกดคีย์ของโทรศัพท์ จะมีเอาต์พุตเป็น BCD ขนาด 4 บิทออกมาที่ขา 11-14 (Q1-Q4) และที่ขา 15 (STD) จะเป็น Logic "1" ทันทีเมื่อมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกดคีย์ตามตารางเอาต์พุตของไอซีเบอร์ MT8870 ในบทที่ 2 สัญญาณเอาต์พุตของ MT8870 ทั้ง 5 บิทนี้ จะถูกป้อนไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่านทาง Port 3 (P3.0-P3.3) ของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51

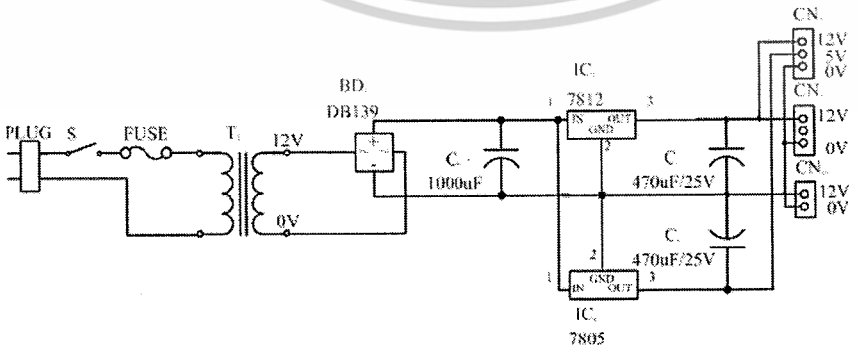


รูปที่ 3.3 วงจรตรวจสอบการกดหมายเลขโทรศัพท์

3..3 ส่วนไฟเลี้ยงวงจร

3.3.1 วงจรกำเนิดแรงดัน

ส่วนนี้ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้แก่วงจรต่าง ๆ ได้แก่ วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจร Detect Ring Tone วงจร DTMF โดยจะทำการรับไฟกระแสสลับเข้ามาทำการแปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.4 ไฟฟ้ากระแสสลับที่รับเข้ามาจะผ่านทางสวิตช์ S_1 ซึ่งเป็นตัวเปิด-ปิดวงจร ขณะที่วงจรปิดไฟฟ้ากระแสสลับจะเข้าทางขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลง T_2 และทำการเหนี่ยวนำกระแสออกทางขดลวดทุติยภูมิ ซึ่งได้ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเท่ากับ 12 โวลต์ จากนั้นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจะถูกส่งไปยัง Bridge Rectifier เบอร์ DB139 เพื่อทำการเรียงกระแสจากแรงดันไฟกระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟกระแสตรง จากนั้นคาปาซิเตอร์ C_6 จะทำการกรองกระแสให้มีความเรียบพอที่จะนำไปใช้งานได้ จากนั้นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จะผ่านไปยังไอซีเร็กกูเลเตอร์เพื่อทำให้ได้ค่าแรงดันที่ 12 โวลต์ และ 5 โวลต์ โดยจะผ่านคาปาซิเตอร์ C_7 และC_8 เพื่อทำการกรองกระแส (Filter)ให้มีความเรียบก่อนจะทำการนำไปใช้

3.4 ส่วนประมวลผล

ส่วนประมวลผลจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยผ่านคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของวงจรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้แก่ วงจรตรวจสอบการกดหมายเลข (Telephone DTMF Check) วงจรบันทึกเสียงและเล่นเสียงกลับอัตโนมัติ (Record Sound And Play back) วงจรตัด-ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า (On-Off Equipment) ซึ่งมีโปรแกรมที่สำคัญดังต่อไปนี้

3.4.1 โปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่าน

เป็นโปรแกรมที่ใช้ทำหน้าที่ตรวจสอบรหัสผ่านจากการกดหมายเลขจากโทรศัพท์ หรือจากการรับค่าจากส่วนของภาคตรวจสอบการกดหมายเลขซึ่งเป็นรหัสตัวเลขจำนวน 4 หลัก ซึ่งโปรแกรมจะนำรหัสที่รับเข้ามาจากภาคนี้ไปทำการเปรียบเทียบรหัสที่ตั้งไว้ก่อนแล้ว เพื่อเข้าสู่การทำงานขั้นตอนต่อไป

3.4.2 โปรแกรมควบคุมการแสดงสถานะ

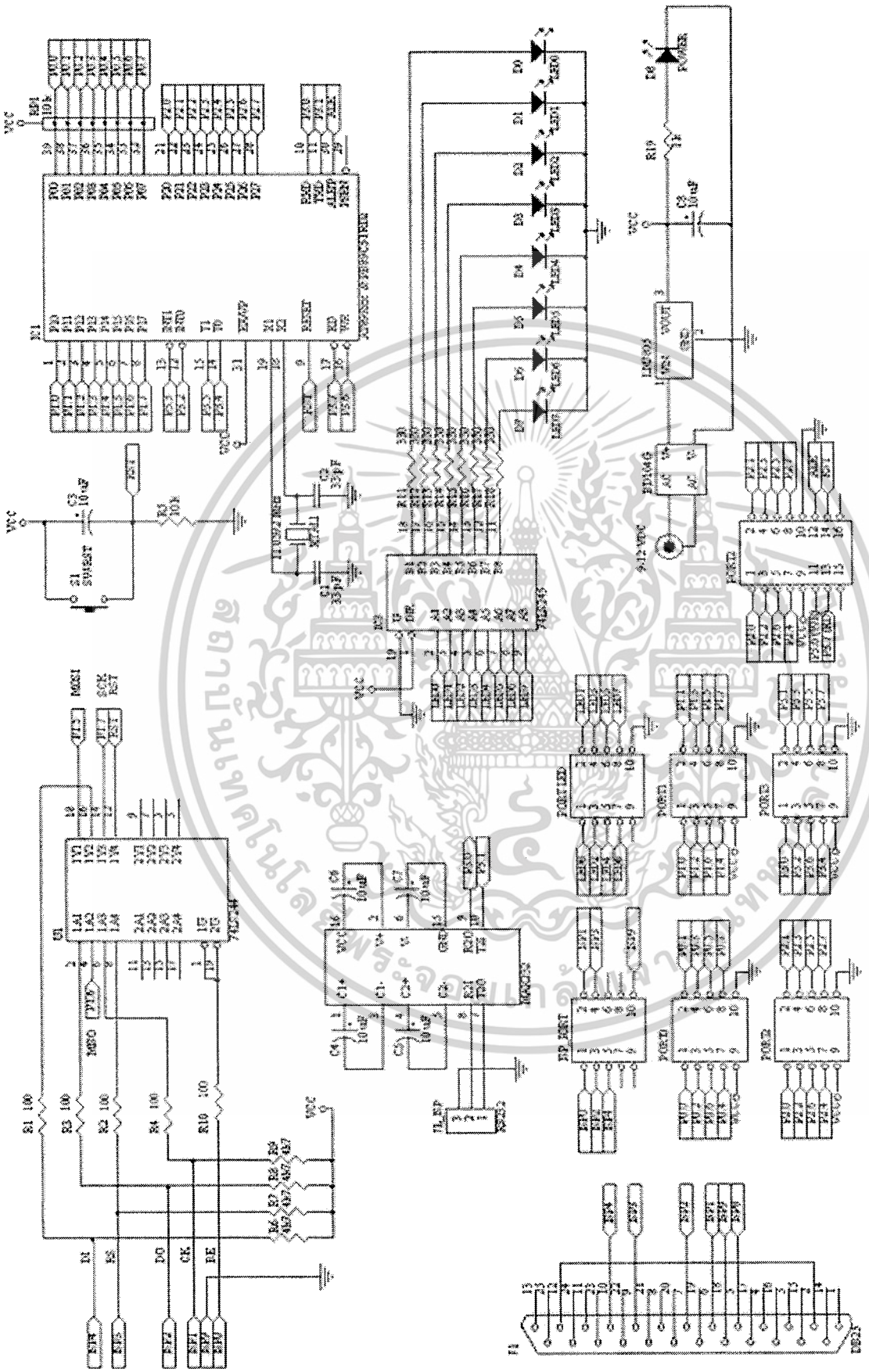
เป็นส่วนที่จะนำข้อมูลของแต่ละช่องที่ถูกใช้อยู่ก่อนที่จะมีการเปิดใช้หรือหลังจากเครื่องหยุดทำงานชั่วคราว ซึ่งส่วนประมวลผลจะส่งสัญญาณในแต่ละช่องก่อนการใช้งาน

3.5 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

3.5.1 วงจรขับกระแส

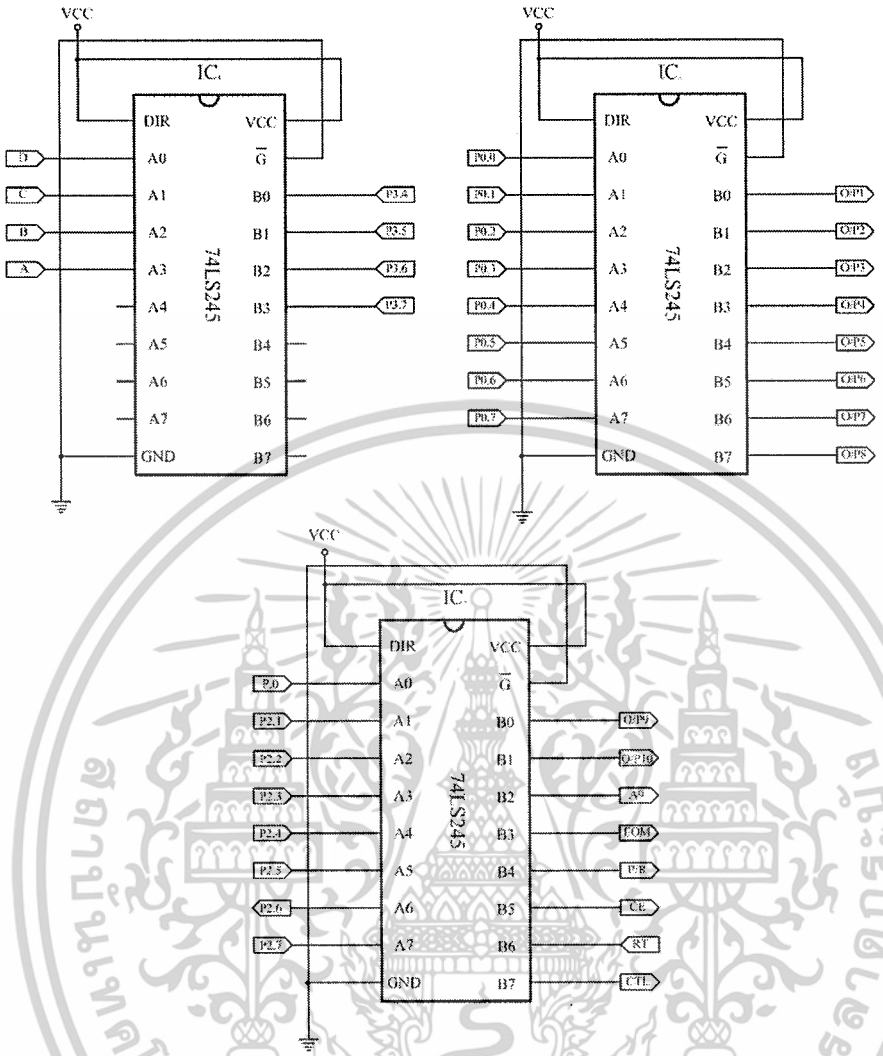
วงจรในสวนนี้ มีหน้าที่ในการขยายกระแสที่รับเข้ามาจากในส่วนของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า มาทำการขยายกระแสให้มากพอที่จะใช้จ่ายให้กับโหลดต่างๆ ที่ต้องการกระแสจำนวนมาก ซึ่งจะประกอบด้วย IC ที่จัดอยู่ในจำพวกขยายกระแส ซึ่งในโครงงานเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นี้ ได้นำ IC เบอร์ 74245 มาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



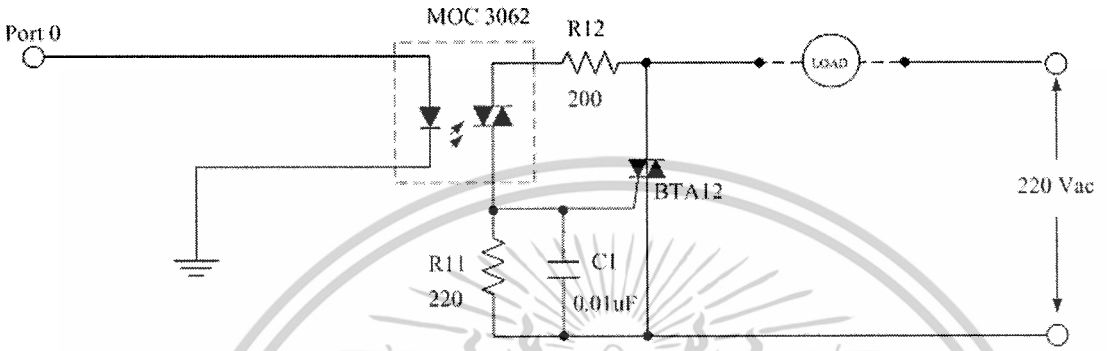
รูปที่ 3.6 วงจรขับกระแส

จากรูปที่ 3.6 เป็นวงจรขับกระแสที่ใช้ IC เบอร์ 74245 เป็นตัวขยายกระแส โดย IC_5 เป็นตัวที่ทำหน้าที่ในการขยายกระแสที่รับเข้ามาจากในส่วนของตั้งจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้าที่อยู่ภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้ามาทำการขยายกระแสให้มากพอที่จะเป็นสัญญาณให้กับภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตรวจสอบได้ IC_6 เป็นตัวที่ทำหน้าที่ขยายกระแสให้กับสัญญาณที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อที่จะส่งไปยังส่วนควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าจำนวน 8 ช่อง เนื่องจากว่ากระแสที่ส่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าต่ำ และ IC_7 เป็นตัวที่ทำหน้าที่ขยายกระแสให้กับสัญญาณที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อที่จะส่งไปยังส่วนต่างๆ คือ ส่วนควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ส่วนควบคุมภาคตอบรับอัตโนมัติ และส่วนที่เป็นสัญญาณควบคุมรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

วงจรในส่วนนี้ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อใช้งาน โดยใช้สัญญาณควบคุมจากส่วนประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาควบคุมการทำงานของวงจร



รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

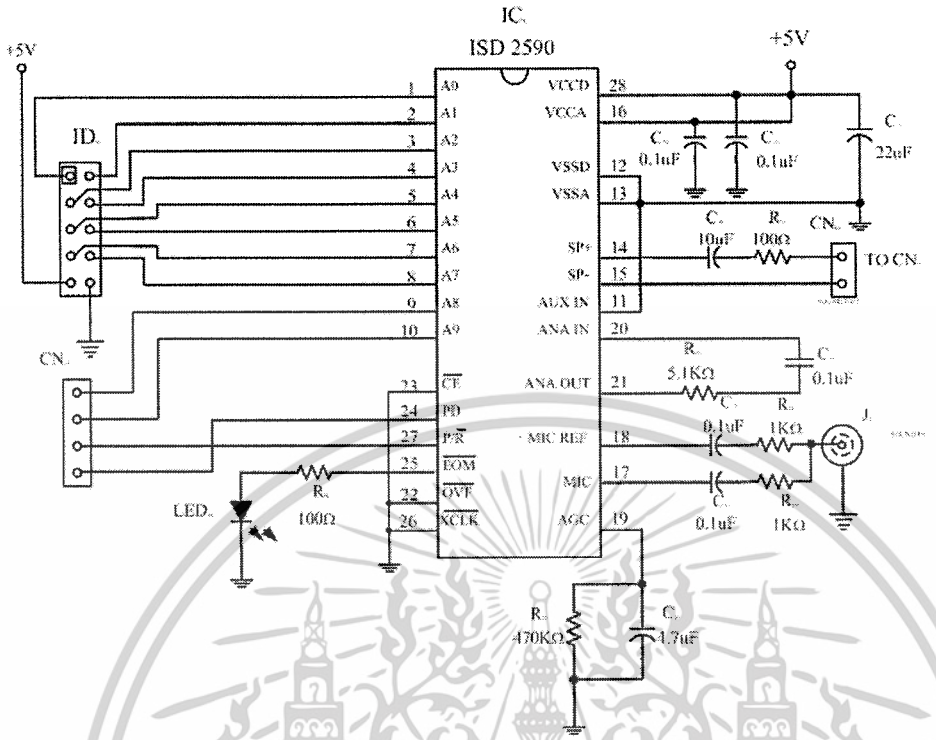
จากรูปที่ 3.7 เป็นผังการทำงานของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยมีหลักการทำงานดังนี้ คือ เมื่อมีการป้อนอินพุตที่ได้ทำการประมวลผลมาแล้วจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 สัญญาณที่ได้จากการประมวลผลของ MCS-51 จะนำมาทำการขยายกระแสโดย IC เบอร์ 74245 ซึ่งเป็นไอซีบัฟเฟอร์ เพื่อที่จะทำให้มีกระแสเพียงพอที่จะจ่ายให้กับ Opto Diac เบอร์MOC 3062 ทำงาน เมื่อ Opto Diac ทำงานจะมีสัญญาณไปทริกเกอร์หรือจุดฉนวนให้ตัว Triac เบอร์ BTA 12 นำกระแส เพื่อจะทำการเชื่อมต่อไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อไป ซึ่งในเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ จะประกอบไปด้วยวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ทั้งหมด 10 ชุด

ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณเมื่อมีคนโทรเข้ามายังเลขหมายนี้ซึ่งจะอยู่ในรูปแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

3.6 ส่วนวงจรบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ

ส่วนนี้เป็นวงจรบันทึกเสียง โดยทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงมาทำการบันทึกเสียงไปเก็บไว้ในไอซีตระกูล ISD เบอร์ ISD2590 ซึ่งไอซีตระกูล ISD เบอร์ ISD2590 สามารถเก็บสัญญาณเสียงอยู่ในรูปสัญญาณแบบแอนาล็อก โดยที่สามารถบันทึกเสียงได้นานถึง 90 วินาที ลักษณะของวงจรที่นำมาใช้เป็นดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ

3.7 กล่องใส่วงจรต่างๆ ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.7.1 การออกแบบและการสร้างกล่องใส่วงจร

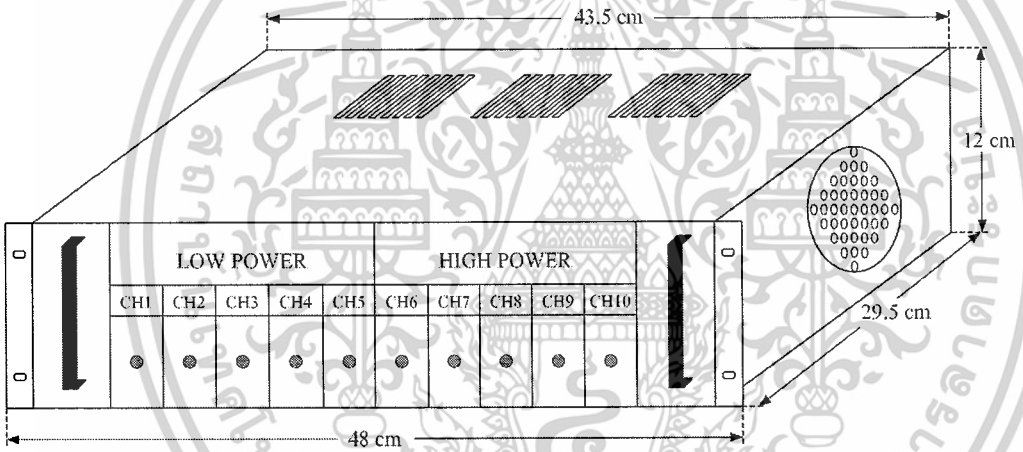
กล่องใส่อุปกรณ์ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการติดตั้งชุดอุปกรณ์และวงจรที่ใช้ในการควบคุมต่างๆ ซึ่งได้เลือกที่จะนำเหล็กมาใช้ทำเป็นกล่องใส่อุปกรณ์และวงจร เนื่องจากมีความเหมาะสม คงทน และทนทานมากกว่าอุปกรณ์ชนิดอื่น โดยในการออกแบบและการสร้างกล่องเหล็กนั้น ได้แบ่งกล่องเหล็กหรือกล่องใส่อุปกรณ์ออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านข้าง และด้านบน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ด้านหน้าเป็นส่วนของการแสดงผล ซึ่งใช้ LED เป็นตัวแสดงสถานการณ์ทำงานของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งถ้าหาก LED ดวงใดติดหรือมีแสงสว่างแสดงว่าช่องนั้นหรือChannel นั้นทำงาน แต่ถ้าหาก LED ดวงใดดับหรือไม่มีแสงสว่างแสดงว่าช่องนั้นหรือChannel นั้นไม่มีการใช้งาน โดยที่ LED ที่ CH1 CH2 CH3 CH4 และ CH5 จะแสดงผลในส่วนของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังต่ำ และ LED ที่ CH6 CH7 CH8 CH9 และ CH10 จะแสดงผลในส่วนของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังสูง ดังรูปที่ 3.9

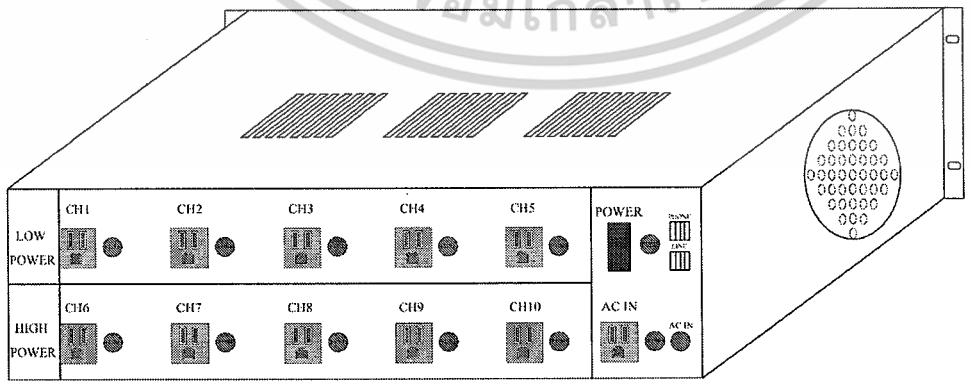
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านหลังเป็นส่วนที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆได้แก่ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องโดยควบคุมผ่านทางสวิตช์เปิด-ปิด ส่วนที่สองเป็นส่วนที่ทำการเชื่อมต่อกันระหว่างวงจรรับสัญญาณอินพุตกับระบบโทรศัพท์ ส่วนที่สามเป็นส่วนที่ทำการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้ากับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านทางเต้ารับ (Plug In) โดยเต้ารับที่ CH1 CH2 CH3 CH4 และ CH5 ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังต่ำ และเต้ารับที่ CH6 CH7 CH8 CH9 และ CH10 ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังสูง ดังรูปที่ 3.10

ด้านบน และด้านข้าง เป็นส่วนที่ใช้ในการระบายความร้อนภายในเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ โดยด้านข้างได้ติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 3โวลต์ 0.13 แอมป์ จำนวน 2 ตัว ด้านซ้าย 1 ตัว ด้านขวา 1 ตัว ส่วนด้านบนเจาะเป็นช่อง ๆ เพื่อระบายอากาศ ดังรูปที่ 3.9 และ รูปที่ 3.10

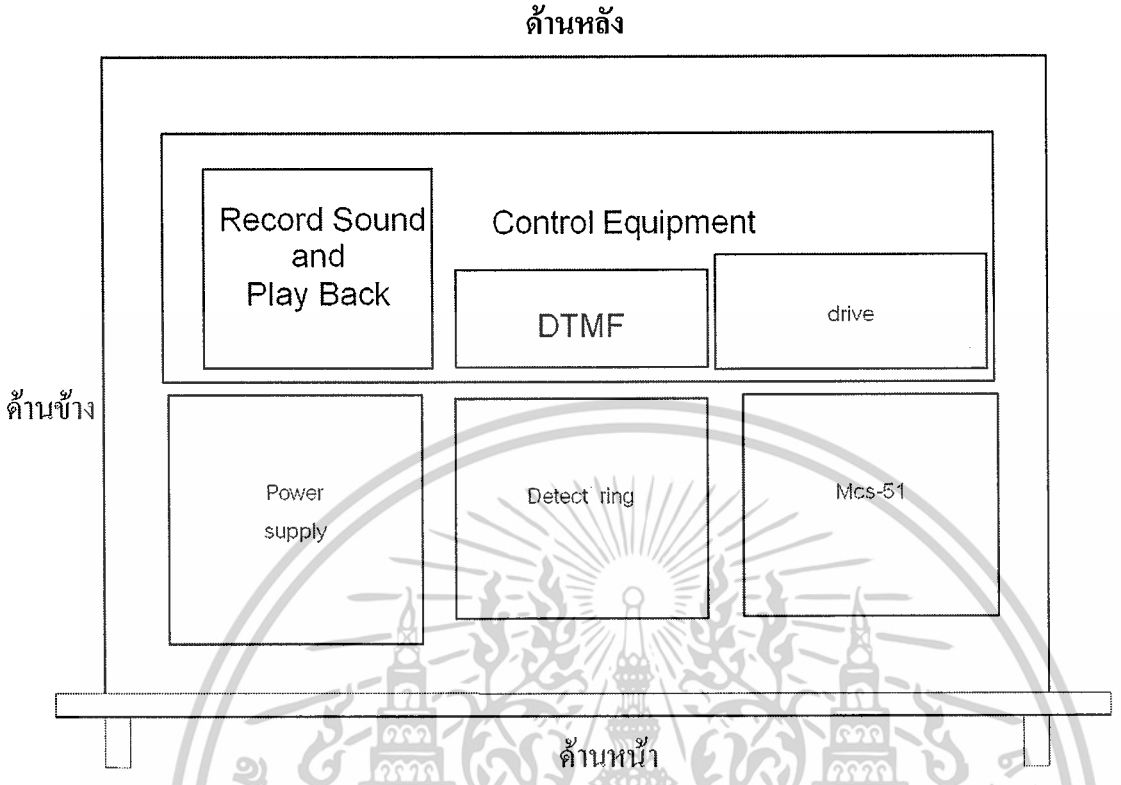


รูปที่ 3.9 ด้านหน้า ด้านบน และด้านข้าง ของกล่องใส่อุปกรณ์



รูปที่ 3.10 ด้านหลัง ด้านบน และด้านข้าง ของกล่องใส่อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แผนผังการจัดวางวงจรภาคต่าง ๆ ภายในกล่องใส่อุปกรณ์

จากรูปที่ 3.11 เป็นการจัดวางวงจรในภาคต่างๆ ได้แก่ ภาค Power Supply ภาค Detect Ring Tone ภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ภาค DTMF ภาค Drive และภาค Control Equipment ลงในกล่องใส่อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

สำหรับเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นี้ หลักการทำงานส่วนใหญ่ของระบบจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุมการทำงานไม่ว่าจะเป็นในภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดเลขหมาย ภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ และภาคตัด-ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนั้นในการทดลองการทำงานของส่วนต่างๆ ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ก็คือ การทดลองการทำงานของส่วนย่อยๆ และการทดลองการทำงานของโปรแกรมควบคุม โดยผลการทดลองจะแสดงผลจากวงจรต่างๆ ที่นำมาต่อใช้งาน ซึ่งได้ผ่านการทดลองการทำงานของวงจรมาก่อน แล้วนำมาประกอบกันเป็นเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งสามารถที่จะทำการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่นำมาต่อได้ โดยในส่วนการทดลองนั้น เพื่อนสมาชิกในกลุ่มและอาจารย์ได้แสดงความคิดเห็นที่ผู้ใช้ต้องการ เมื่อทราบผลการทดลองในส่วนนี้แล้วก็จะนำไปปรับปรุงแก้ไขการทำงานของระบบให้ตรงกับขีดความสามารถของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นี้ได้

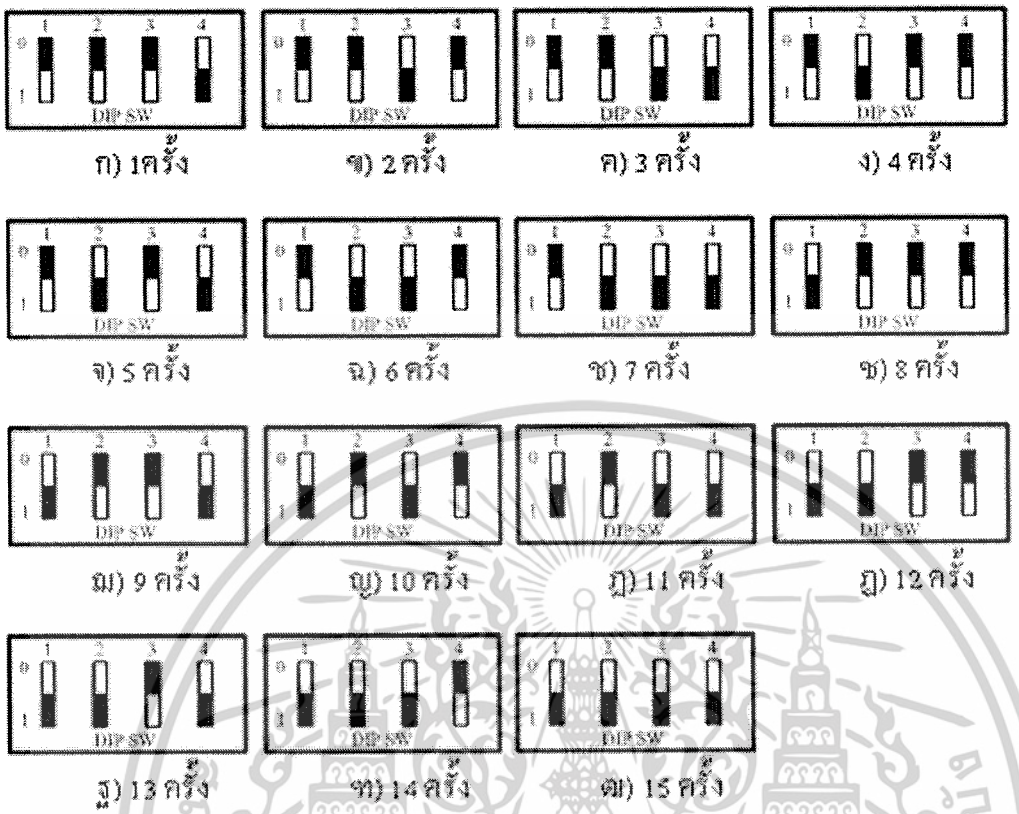
4.2 การทดลองการทำงานของวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

ในการทำงานของวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าจะมีลำดับขั้นการทำงานต่างๆ ซึ่งจะใช้ในการตัด-ต่อสัญญาณจากสายโทรศัพท์ระหว่างภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้ากับภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

4.2.1 การทดลองขั้นตอนภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

สำหรับการออกแบบการทดลองของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ได้ทำการทดลองโดยการเขียนโปรแกรมทดสอบสั่งงานโดยต่อร่วมกับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ในขั้นตอนการกำหนดจำนวนการเรียกของสัญญาณเรียกเข้า โดยใช้ DIP SWITCH ในการตั้งจำนวนครั้งเป็นเลขฐานสองแสดงดังรูปที่ 4.1 โดยที่สัญญาณที่ส่งออกจากวงจรในภาคนี้จะต้องมีการขยายกระแสให้สูงขึ้น โดยผ่านภาคขับกระแสก่อนที่จะส่งให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลตามที่ได้เขียนโปรแกรมเบิร์นลง ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

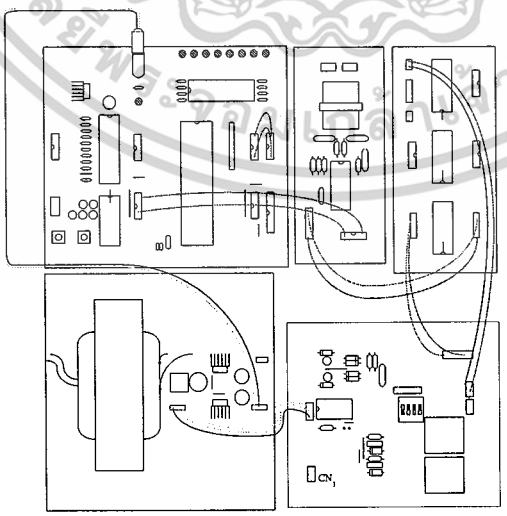
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 การตั้งจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้า

สำหรับขั้นตอนการทดลองของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า มีดังนี้

1) ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 วงจรที่ใช้ในการทดลองภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าโดยใช้โปรแกรม EditPlus เขียนโปรแกรม แล้วเบิร์นโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

3) ต่อสายสัญญาณโทรศัพท์เข้ากับ CN_1 ของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

4) ตั้งค่าจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้า โดยใช้ DIP SWITCH ตามรูปที่ 4.1 โดยให้ตั้งไว้ที่ 8 ครั้ง หลังจากนั้นกดปุ่ม Reset ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

5) ใช้โทรศัพท์มือถือโทรเข้ามายังหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้านี้

6) สังเกตการแสดงผลของ LED ที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า
เมื่อตั้งจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้าไว้ 8 ครั้ง

สัญญาณเรียกเข้าครั้งที่	การแสดงผลของพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์										
	P2.6	P2.7	P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0	P0.7
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2.2 ผลการทดลองขั้นตอนภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 สรุปได้ว่า โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบและวงจรในภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าได้ผลตามที่ต้องการ สามารถนำไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองการทำงานของวงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

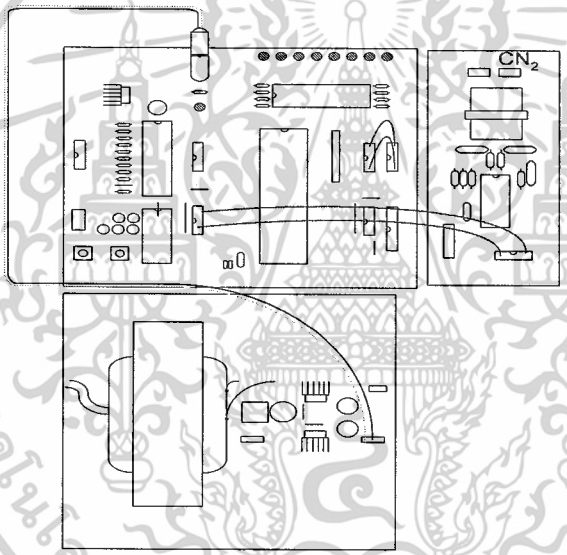
ในการทำงานของวงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลขจะมีลำดับขั้นการทำงานต่างๆ ซึ่งจะใช้ในการสั่งงานตามที่ได้โปรแกรมไว้

4.3.1 การทดลองการทำงานของวงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

สำหรับการออกแบบการทดลองของภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ได้ทำการทดลองโดยการเขียนโปรแกรมทดสอบสั่งงานโดยต่อร่วมกับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

สำหรับขั้นตอนการทดลองของภาคตรวจสอบการกดหมายเลข มีดังนี้

1) ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วงจรที่ใช้ในการทดลองภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

2) เขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานของภาคตรวจสอบการกดหมายเลขโดยใช้โปรแกรม EditPlus เขียนโปรแกรม แล้วเบิร์นโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

3) ต่อสายสัญญาณโทรศัพท์เข้ากับ CN_2 ของภาคตรวจสอบการกดหมายเลข พร้อมทั้งพ่วงต่อเข้ากับโทรศัพท์บ้าน

4) ทำการกดหมายเลขต่างๆ บนแป้นโทรศัพท์ตามตารางที่ 4.2 แล้วทำการบันทึกผลการทดลอง

6) สังเกตการแสดงผลของ LED ที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

หมายเลขที่กด	การแสดงผลของพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์							
	P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	1
6	0	0	0	0	0	1	1	0
7	0	0	0	0	0	1	1	1
8	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	1	0
*	0	0	0	0	1	0	1	1
#	0	0	0	0	1	1	0	0

4.3.2 ผลการทดลองขั้นตอนภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 สรุปได้ว่า โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบและวงจรในภาคตรวจสอบการกดหมายเลขได้ผลตามที่ต้องการ สามารถนำไปใช้งานได้ แล้วจะนำส่วนนี้ไปใช้ร่วมกับวงจรภาคอื่นๆ ต่อไป

4.4 การทดลองการทำงานของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าร่วมกับภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

สำหรับในส่วนนี้ได้ทำการทดลองเชื่อมต่อวงจรของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าเข้ากับวงจรในภาคตรวจสอบการกดหมายเลข เพื่อต้องการทราบถึงการทำงานของทั้งสองส่วนสามารถทำงานร่วมกันได้หรือไม่ แล้วทำการเขียนโปรแกรมลงไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 ในลักษณะเดียวกับการทดสอบในหัวข้อก่อนหน้านี้

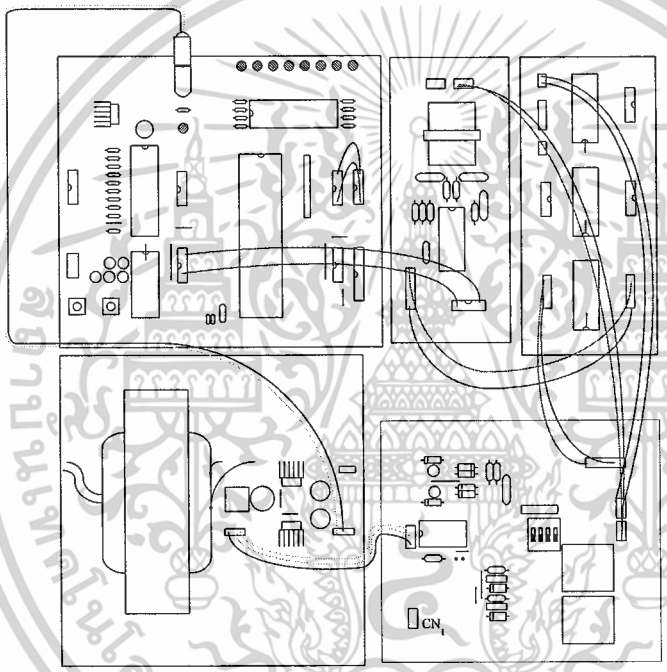
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 การทดลองการทำงานของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าร่วมกับภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

สำหรับการทดลองของส่วนนี้ ได้ทำการทดลองโดยการนำโปรแกรมที่เขียนควบคุมภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้ากับโปรแกรมที่เขียนในภาคตรวจสอบการกดหมายเลขมารวมกันแล้วเบิร์นโปรแกรมที่เขียนไว้ลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

สำหรับขั้นตอนการทดลอง มีดังนี้

1) ทำการต่อเชื่อมต่อวงจรของแต่ละส่วน ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การเชื่อมต่อวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้ากับภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

2) เขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานของภาคตรวจสอบการกดหมายเลขโดยใช้โปรแกรม EditPlus เขียนโปรแกรม แล้วเบิร์นโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยใช้โปรแกรม IspPgm

3) ตั้งค่าจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้า โดยใช้ DIP SWITCH ตามรูปที่ 4.1 โดยให้ตั้งไว้ที่ 8 ครั้ง หลังจากนั้นกดปุ่ม Reset ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4) ต่อสายสัญญาณโทรศัพท์เข้ากับ CN_1 ของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

5) ใช้โทรศัพท์มือถือโทรเข้ามายังหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) สังเกตการแสดงผลของ LED ที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อสัญญาณโทรศัพท์ต่อมายังภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าที่ตั้งจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้าไว้ 8 ครั้ง

สัญญาณเรียกเข้าครั้งที่	การแสดงผลของพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์										
	P2.6	P2.7	P0. 7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0	P0.7
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเมื่อสัญญาณโทรศัพท์ต่อมายังภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

หมายเลขที่กด	การแสดงผลของพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์							
	P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	1
6	0	0	0	0	0	1	1	0
7	0	0	0	0	0	1	1	1
8	0	0	0	0	1	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดลองเมื่อสัญญาณโทรศัพท์ต่อมายังภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

หมายเลขที่กด	การแสดงผลของพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์							
	P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0
9	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	1	0
*	0	0	0	0	1	0	1	1
#	0	0	0	0	1	1	0	0

4.4.2 ผลการทดลองขั้นตอนภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 สรุปได้ว่า โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบและวงจรในภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าและภาคตรวจสอบการกดหมายเลขได้ผลตามที่ต้องการ สามารถนำไปใช้งานได้

4.5 การทดลองภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

การทดสอบการใช้งานของภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น เนื่องจากว่าบอร์ดของการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้ออกแบบไว้นั้นใช้ออฟโต้ไดแอก เป็นตัวควบคุมโดยใช้หลักการไฟแรงดันต่ำควบคุมไฟแรงดันสูง ซึ่งการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบ่งออกเป็นทั้งหมด 10 ชนิดและสามารถแบ่งออกเป็นการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กำลังงานสูง 5 ชนิดและสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กำลังงานต่ำอีก 5 ชนิด ด้วยกัน

4.5.1 การทดลองควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

การทำงานของภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทำดังนี้

1) จ่ายไฟ 5V ให้กับชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่อง

2) ต่อเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนี้

CH1 ควบคุม พัดลมตัวที่ 1	CH 6 ควบคุม กระติกน้ำร้อน
CH2 ควบคุม พัดลมตัวที่ 2	CH 7 ควบคุม เครื่องสูบน้ำ
CH3 ควบคุม โคมไฟ	CH 8 ควบคุม ตู้อบไมโครเวฟ
CH4 ควบคุม ทีวี	CH 9 ควบคุม เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1
CH5 ควบคุม เครื่องเสียง	CH10 ควบคุม เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2

3) บันทึกผลการทดสอบที่ได้ของเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละชนิดลงตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การทดสอบการใช้งานของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

ครั้งที่	ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังต่ำ	ครั้งที่	ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังสูง
1	พัดลมตัวที่ 1	6	กระติกน้ำร้อน
2	พัดลมตัวที่ 2	7	เครื่องสูบน้ำ
3	โคมไฟ	8	ตู้อบไมโครเวฟ
4	ทีวี	9	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1
5	เครื่องสียง	10	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลอบการใช้งานของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

ครั้งที่	การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	ผลการทดลอง
1	พัดลมตัวที่ 1	ควบคุมได้
2	พัดลมตัวที่ 2	ควบคุมได้
3	โคมไฟ	ควบคุมได้
4	ทีวี	ควบคุมได้
5	เครื่องสียง	ควบคุมได้
6	กระติกน้ำร้อน	ควบคุมได้
7	เครื่องสูบน้ำ	ควบคุมได้
8	ตู้อบไมโครเวฟ	ควบคุมได้
9	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1	ควบคุมได้
10	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2	ควบคุมได้

4.5.2 ผลการทดลองขั้นตอนภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เมื่อมีการจ่ายไฟที่มีแรงดัน 5V ให้กับชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าก็สามารถที่จะควบคุมเครื่องไฟฟ้าได้ทุกประเภทที่นำมาใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

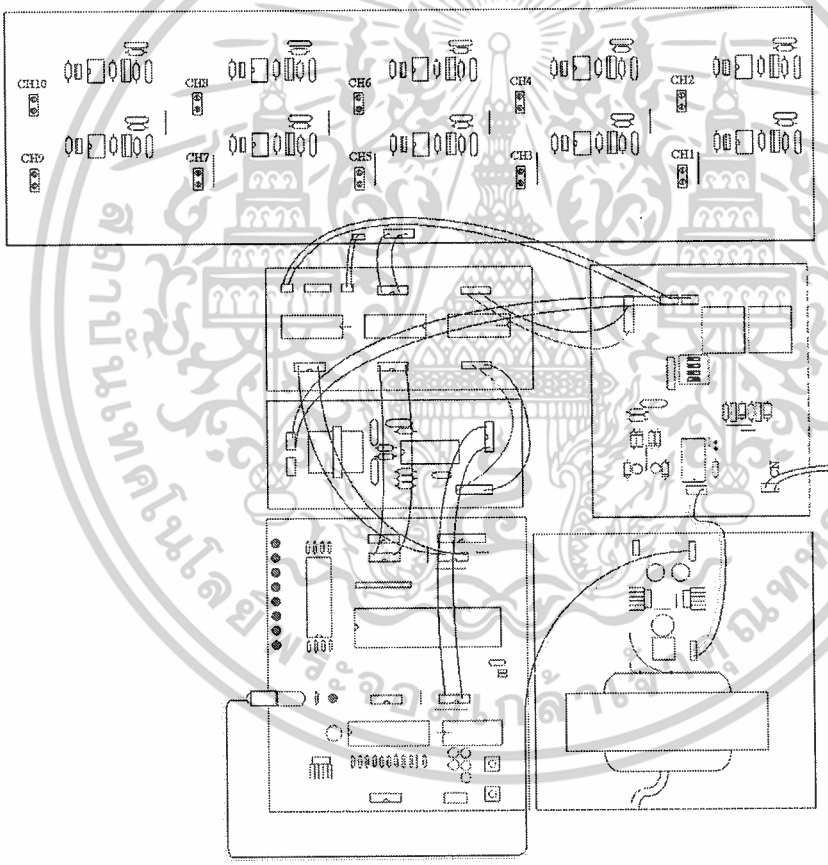
4.6 การทดลองเชื่อมต่อภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

สำหรับในหัวข้อนี้ เป็นการนำวงจรในแต่ละภาคที่ได้ผ่านการทดลองแล้วปรากฏว่าสามารถนำไปใช้งานได้ มาทำการเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน เพื่อทดสอบการทำงานของวงจรทุกๆ วงจร

4.6.1 การทดลองขั้นตอนเชื่อมต่อภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

ขั้นตอนการทดลองในหัวข้อนี้ มีดังนี้

1) ทำการต่อเชื่อมต่อวงจรของแต่ละส่วน ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การเชื่อมต่อวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียก ภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

2) เขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานของภาคตรวจสอบการกดหมายเลขโดยใช้โปรแกรม EditPlus เขียนโปรแกรม แล้วเบิร์นโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ตั้งค่าจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้า โดยใช้ DIP SWITCH ตามรูปที่ 4.1 โดยให้ตั้งไว้ที่ 8 ครั้ง หลังจากนั้นกดปุ่ม Reset ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4) ต่อเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนี้

CH1 ควบคุม พัดลมตัวที่ 1 CH6 ควบคุม กระติกน้ำร้อน

CH2 ควบคุม พัดลมตัวที่ 2 CH7 ควบคุม เครื่องสูบน้ำ

CH3 ควบคุม โคมไฟ CH8 ควบคุม ตู้อบไมโครเวฟ

CH4 ควบคุม ทีวี CH9 ควบคุม เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1

CH5 ควบคุม เครื่องเสียง CH10 ควบคุม เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2

5) ต่อสายสัญญาณโทรศัพท์เข้ากับ CN_1 ของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า แล้วกดสวิตช์ S_1 เพื่อเปิดเครื่อง

6) ใช้โทรศัพท์มือถือโทรเข้ามายังหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้านี้

7) สังเกตการแสดงผลของ LED และการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า แล้วบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองเชื่อมต่อภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

ครั้งที่	การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	ผลการทดลอง
1	พัดลมตัวที่ 1	ควบคุมได้
2	พัดลมตัวที่ 2	ควบคุมได้
3	โคมไฟ	ควบคุมได้
4	ทีวี	ควบคุมได้
5	เครื่องเสียง	ควบคุมได้
6	กระติกน้ำร้อน	ควบคุมได้
7	เครื่องสูบน้ำ	ควบคุมได้
8	ตู้อบไมโครเวฟ	ควบคุมได้
9	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1	ควบคุมได้
10	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2	ควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 ผลการทดลองขั้นตอนเชื่อมต่อภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดหมายเลข ภาคขับกระแสและภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

วงจรที่นำมาต่อรวมกันในแต่ละภาคสามารถทำงานร่วมกันได้ และใช้งานได้ปกติดี เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดที่นำมาต่อสามารถควบคุมให้เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์นี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอผลงานเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ จัดสร้างขึ้นเพื่อช่วยประหยัดพลังงานอีกทางหนึ่ง คือ ในบางครั้งผู้ใช้อาจจะลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้ค่าใช้จ่ายที่เสียไปกับเครื่องใช้ไฟฟ้าสูงเกินควร และบางครั้งอาจทำให้เกิดอุบัติภัยจากเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ เช่น การเกิดไฟฟ้าลัดวงจรทำให้เกิดไฟไหม้ได้ สาเหตุของการลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าบางครั้งเกิดจากการรีบเร่งที่ต้องออกไปทำงานนอกบ้าน ทำให้มีการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้ โดยในบางครั้งผู้ใช้ต้องออกไปทำงานที่ไกลๆ ไม่สามารถกลับมาปิดได้ เนื่องจากจะทำให้เสียเวลาในการทำงาน เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นี้ประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟต์แวร์ ซึ่งส่วนของฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ภาคแหล่งจ่ายไฟ ภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดเลขหมาย ภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ และภาคตัด-ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า ในส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นภาคประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

การออกแบบและการสร้างเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นั้นได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ ส่วนที่ 1 จะเป็นส่วนของการออกแบบวงจรประมวลผลโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการเช็คสัญญาณที่เรียกเข้ามาแต่ละครั้งแล้วทำการนับโดยการนับแต่ละครั้งจะต้องไปตรวจสอบว่าได้นับมาถึงจุดที่ DIP SWITCH ได้ตั้งเอาไว้ แล้วทำการนับต่อไปเรื่อยๆ จนกว่านับถึงจุดที่ DIP SWITCH ได้ตั้งเอาไว้ เมื่อนับถึงจุดที่ DIP SWITCH ได้ตั้งเอาไว้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่งสัญญาณออกจาก Port 2 บิทที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งใช้เป็นสัญญาณควบคุมให้รีเลย์ทั้ง 2 ตัวทำงานตามต้องการแล้วเปลี่ยนจากสัญญาณโทรศัพท์ที่ตอนแรกต่ออยู่กับส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าอยู่ไปต่อในส่วนตรวจจับการกดเลขหมายแทน ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการออกแบบโปรแกรมควบคุมในส่วนต่างๆ ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ และส่วนที่ 3 คือ ส่วนของการออกแบบโครงสร้างของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

สำหรับชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นี้ หลักการทำงานส่วนใหญ่ของระบบจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุมการทำงานไม่ว่าจะเป็นในส่วนของภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ภาคตรวจสอบการกดเลขหมาย ภาคบันทึกเสียงและตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับอัตโนมัติ และภาคตัด-ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนั้นในการทดลองการทำงานของส่วนต่างๆ ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ ก็คือ การทดลองการทำงานของส่วนย่อยๆ และการทดลองการทำงานของโปรแกรมควบคุม โดยผลการทดลองจะแสดงผลจากวงจรต่างๆ ที่นำมาต่อใช้งาน ซึ่งได้ผ่านการทดลองการทำงานของวงจรมาก่อน แล้วนำมาประกอบกันเป็นเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งสามารถที่จะทำการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

จากที่ได้ทำการทดลองการใช้งานเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์เพื่อให้ผู้ที่ได้ใช้งานจริงซึ่งเป็นสมาชิกที่อยู่ในกลุ่มที่ทำโครงงานเดียวกัน ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพในด้านต่างๆ ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นั้น สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพในด้านต่างๆ โดยรวมของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์จะมีระดับประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ในการออกแบบและการสร้างเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ขึ้นมาใช้งาน ให้ได้ตามความต้องการ สามารถที่จะสั่งงานให้เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้จริงและมีประสิทธิภาพนั้น ในทุกขั้นตอนของการออกแบบและการสร้างจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่นำมาใช้ในการสร้าง ที่สำคัญคือปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดทำ ซึ่งปัญหานั้นจะเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงงานทุกงานให้เป็นไปในแนวทางที่ดีขึ้นกว่าเดิม

สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงงานเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ ตั้งแต่เริ่มต้นในการจัดทำให้สำเร็จเป็นโครงงานนี้ มีแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังนี้

5.2.1 วงจรจ่ายไฟ

ปัญหา วงจรที่สร้างไม่สามารถจ่ายไฟให้กับวงจรภาคต่างๆ ได้ เนื่องจากเกิดการลัดวงจรตรงที่ขั้วจ่ายไฟ 12V ที่จ่ายให้กับภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

แนวทางแก้ไข ทำการบัดกรีสายไฟตรงที่ขั้วจ่ายไฟ 12V ที่จ่ายให้กับภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51ใหม่

5.2.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

ปัญหา วงจรที่สร้างไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร คือ ไม่สามารถตั้งค่าจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้าได้ ซึ่งได้ออกแบบโดยใช้ลอจิกควบคุมรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข สร้างวงจรใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีกว่า โดยเปลี่ยนมาใช้วิธีการเขียนโปรแกรมมาควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยใช้ Port 2 บิทที่ 7 เป็นตัวตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า แล้วตรวจสอบสัญญาณที่เรียกเข้ามาแต่ละครั้งแล้วทำการนับโดยการนับแต่ละครั้งจะต้องไปตรวจสอบว่าได้นับมาถึงจุดที่ DIP SWITCH ได้ตั้งเอาไว้ แล้วทำการนับต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่านับถึงจุดที่ DIP SWITCH ได้ตั้งเอาไว้ ซึ่งจะต้องตั้งเป็นเลขฐานสอง เมื่อนับถึงจุดที่ DIP SWITCH ได้ตั้งเอาไว้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่งสัญญาณออกจาก Port 2 บิทที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งใช้เป็นสัญญาณควบคุมให้รีเลย์ทั้ง 2 ตัวทำงานตามต้องการ แล้วเปลี่ยนจากสัญญาณโทรศัพท์ที่ตอนแรกต่ออยู่กับส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้าอยู่ไปต่อในส่วนตรวจจับการกดเลขหมายแทน

5.2.3 วงจรตรวจสอบการกดเลขหมาย

ปัญหา วงจรที่สร้างในตอนแรกได้ทำการออกแบบตรงที่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ Port 3 ให้ใช้เพียงแค่ 4 บิทเท่านั้น เนื่องจากได้ 4 บิทที่เหลือได้ทำการต่อลงกราวด์ไว้ ซึ่งทำให้พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่พอที่จะไปควบคุมหรือตรวจสอบ DIP SWITCH ที่ได้ตั้งไว้

แนวทางแก้ไข ทำการออกแบบลายวงจรตรวจสอบการกดหมายเลขให้สามารถใช้งานได้ครบ 8 บิท คือ นำ 4 บิทที่ต่อลงกราวด์ไว้ มาใช้เป็นพอร์ตตรวจสอบ DIP SWITCH ที่ได้ตั้งไว้

5.2.4 วงจรขับกระแส

ปัญหา วงจรที่ออกแบบตอนแรก ออกแบบมาเพื่อให้ขับกระแสออกได้ทางเดียว ทำให้สัญญาณที่ต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวตรวจสอบ ถูกกั้นไว้โดย IC Buffer เบอร์ 74245 ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ได้รับสัญญาณมาทำการตรวจสอบ

แนวทางแก้ไข ทำการออกแบบวงจรและลายวงจรของภาคขับกระแสใหม่ โดยการนำสัญญาณที่ต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวตรวจสอบ มาผ่านทางด้านอินพุตของ IC Buffer เบอร์ 74245 แล้วทางด้านเอาท์พุตของ IC Buffer เบอร์ 74245 ต่อไปยังพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์

5.2.5 การออกแบบกล่องใส่เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

ปัญหา เนื่องจากว่าได้ทำการจัดหากล่องมาเรียบร้อยแล้ว แต่แบบที่ได้ร่างไว้ตอนแรกมีขนาดใหญ่กว่ากล่อง ทำให้ส่วนด้านหลังไม่สามารถเจาะรูและยึดฟิวส์ได้

แนวทางแก้ไข ทำการออกแบบส่วนด้านหลังของกล่องโดยย้ายช่องที่จะใส่ฟิวส์มาไว้ด้านข้างช่องปลั๊กที่ใช้เสียบเครื่องใช้ไฟฟ้า

ปัญหา เนื่องจากได้จัดทำกล่องใส่อุปกรณ์แล้วแต่ไม่สามารถประกอบวงจรเข้าภายในกล่องใส่อุปกรณ์ได้หมดทุกวงจร

แนวทางแก้ไข ทำการวางวงจรซ้อนกัน โดยมีแผ่นพลาสติกวางขั้นไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการออกแบบเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ขึ้นมาในครั้งนี้ หลังจากที่ได้นำไปทดลองใช้งานจริงแล้ว ทำให้ทราบว่าในบางส่วนต้องมีการพัฒนาเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและปลอดภัยต่อผู้ใช้ ซึ่งแนวทางการพัฒนาเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ มีดังนี้

1) เพิ่มจำนวนช่องที่จะนำมาควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ได้มากขึ้น ถ้าหากผู้ใช้งานมีเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านหลายอย่าง

2) เพิ่มส่วนของระบบเตือนภัยภายในบ้าน โดยเมื่อมีคนแปลกหน้าเข้ามาในบ้าน ให้ส่งสัญญาณเสียงไปรายงานให้ผู้ใช้ได้ทราบ

3) เปลี่ยนเต้ารับของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เป็นแบบขากลม เพื่อที่จะสามารถใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่เต้าเสียบเป็นทั้งแบบแบนและแบบขากลม

4) เพิ่มวงจรที่ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ตัวเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ ในกรณีที่ผู้ใช้อยู่ใกล้กับเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นิทัศน์ ศรีเทียมศักดิ์. **ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์.** ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2545

ถนอม ปลื่มวงศ์โรจน์. **เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรรม ศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544

บัณฑิต จามรภูมิ. **คู่มือการใช้งาน Protel 99.** เชียงใหม่: สำนักพิมพ์ บัณฑิต. 2544

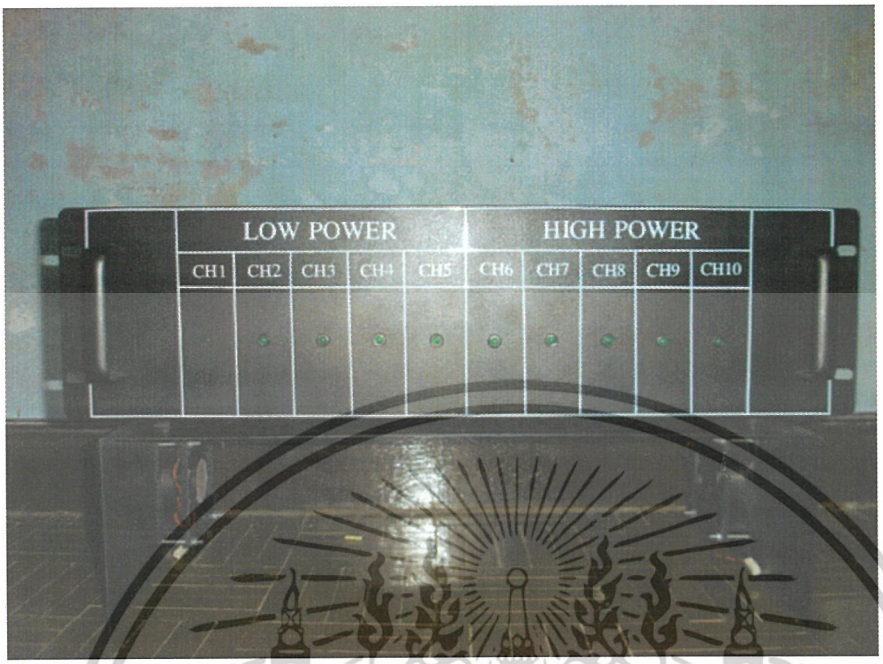
สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539

ฤทธิ์ ธีระโกเมน. **"รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์"** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

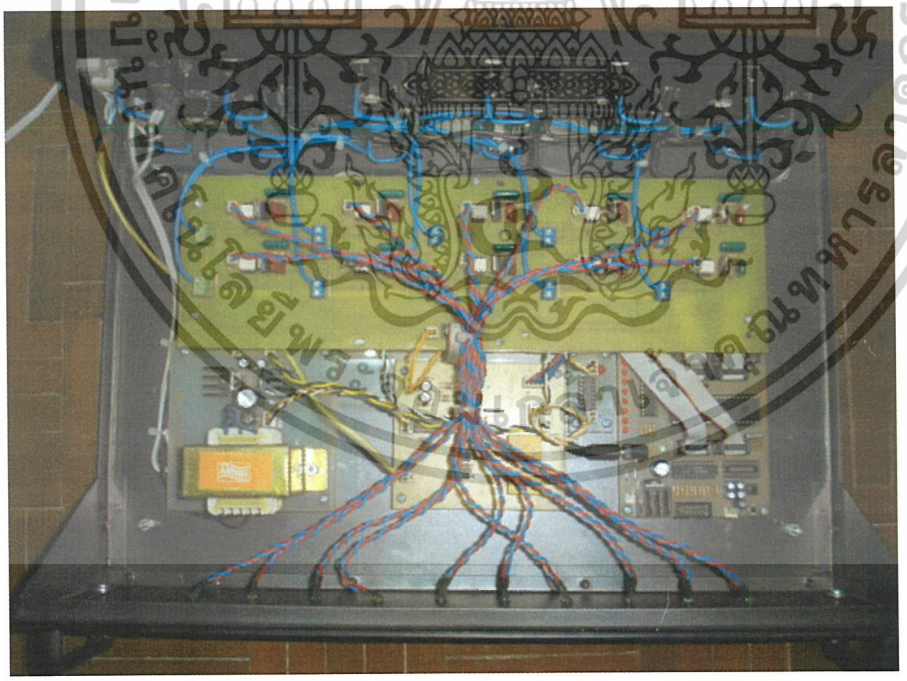


รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

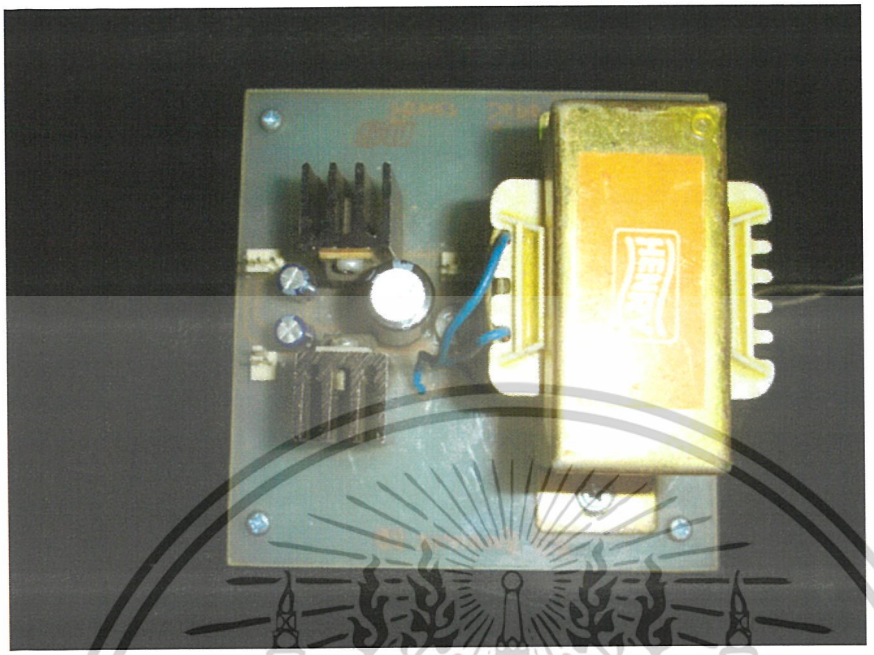
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ภาพด้านหลังของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

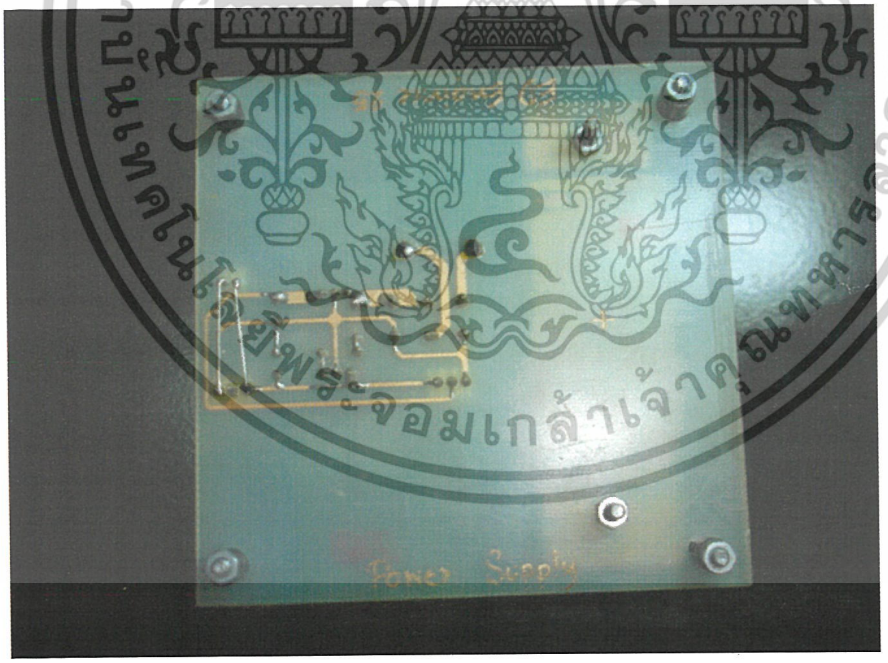


รูปที่ ก.4 ภาพด้านในของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

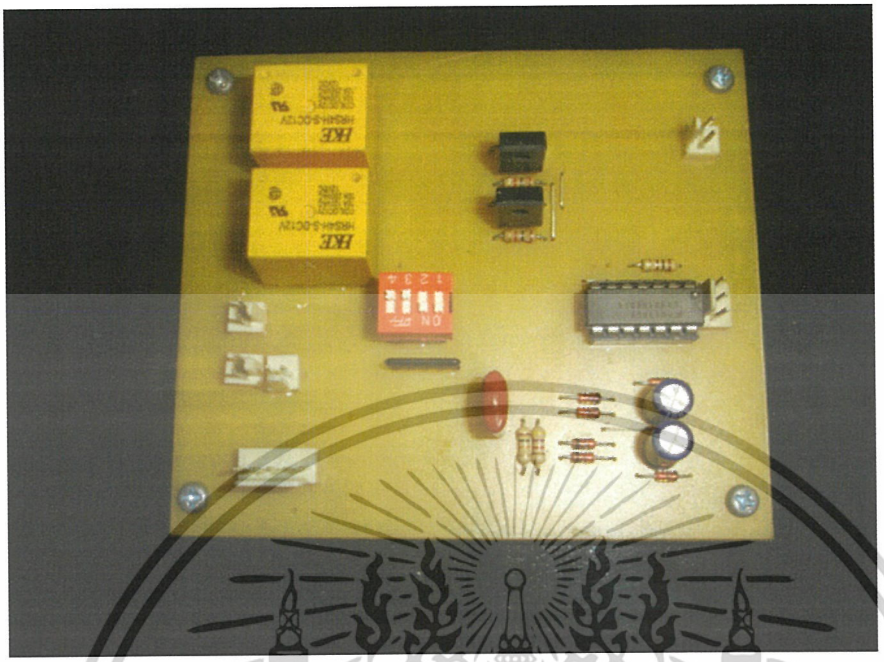


รูปที่ ก.5 ภาพด้านลงอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ



รูปที่ ก.6 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรจ่ายไฟ

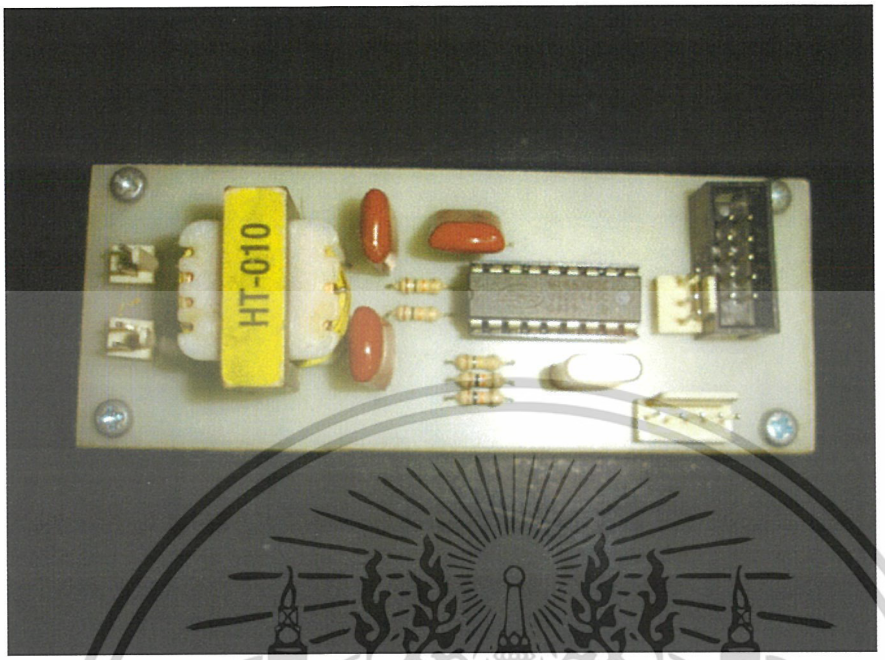
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



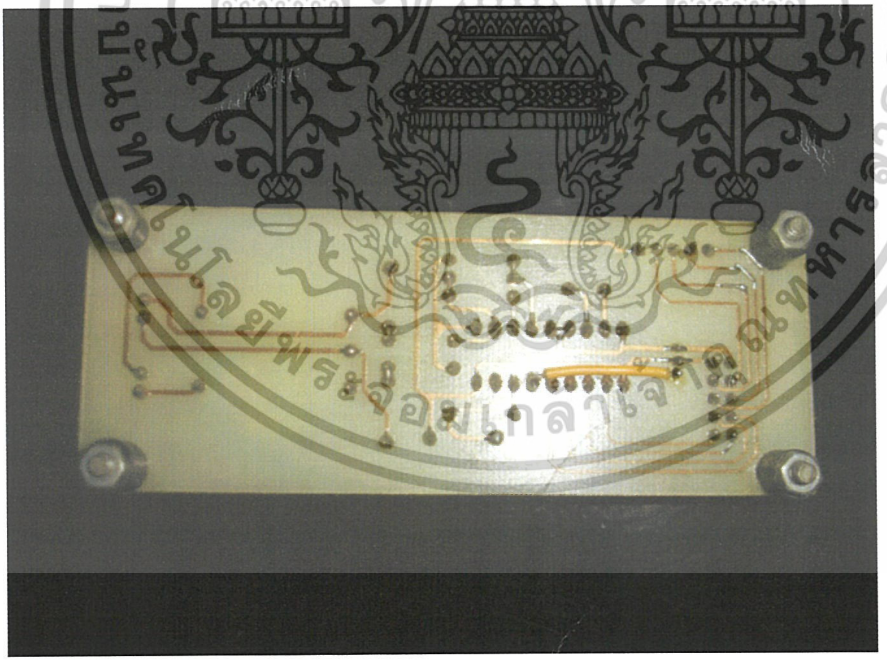
รูปที่ ก.7 ภาพด้านลงอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

รูปที่ ก.8 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

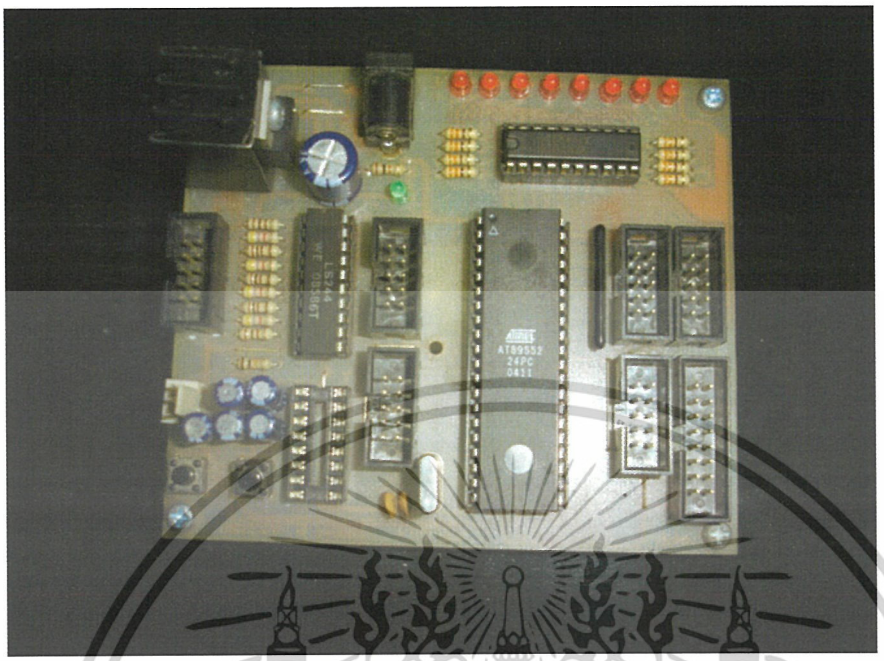


รูปที่ ก.9 ภาพด้านที่ทำการลงอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบการกดหมายเลข

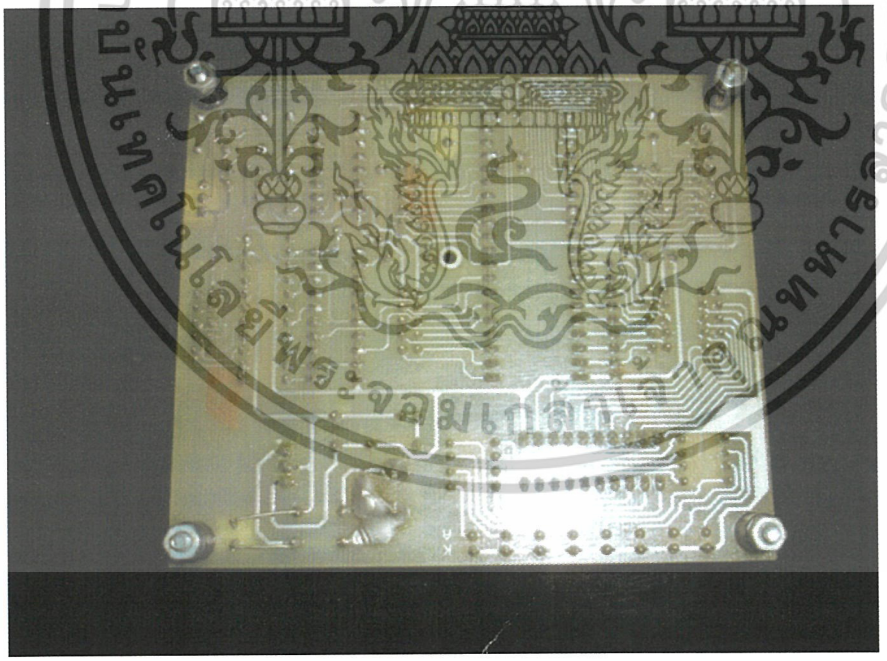


รูปที่ ก.10 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรตรวจสอบการกดหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

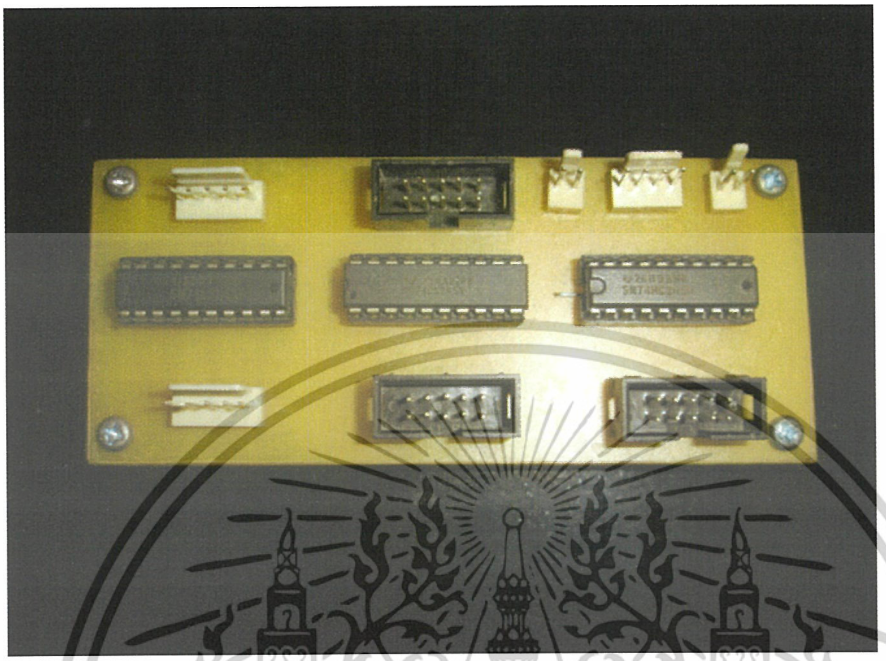


รูปที่ ก.11 ภาพด้านที่ทำการลงอุปกรณ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



รูปที่ ก.12 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

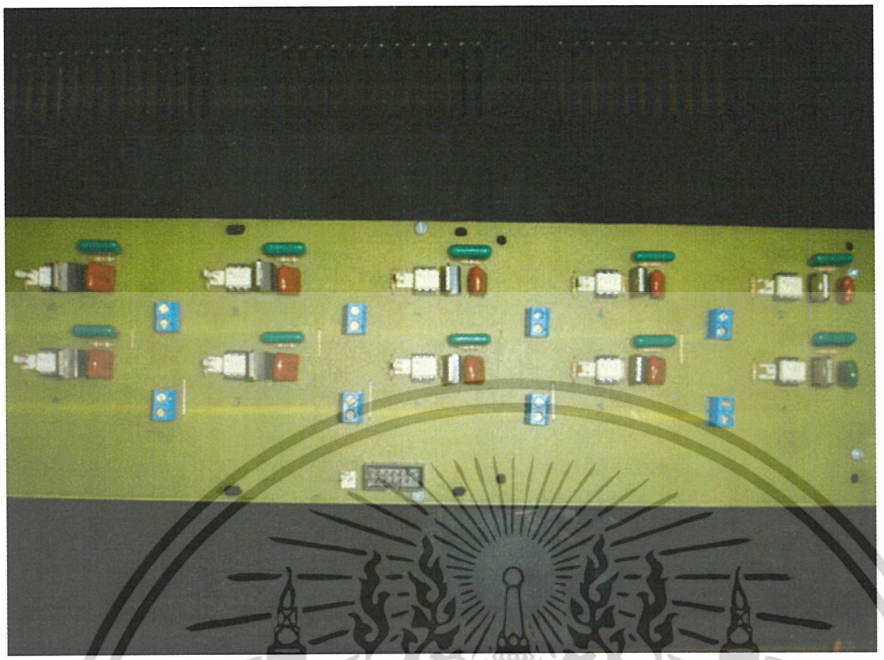
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.13 ภาพด้านลงอุปกรณ์ของวงจรขับกระแส

รูปที่ ก.14 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรขับกระแส

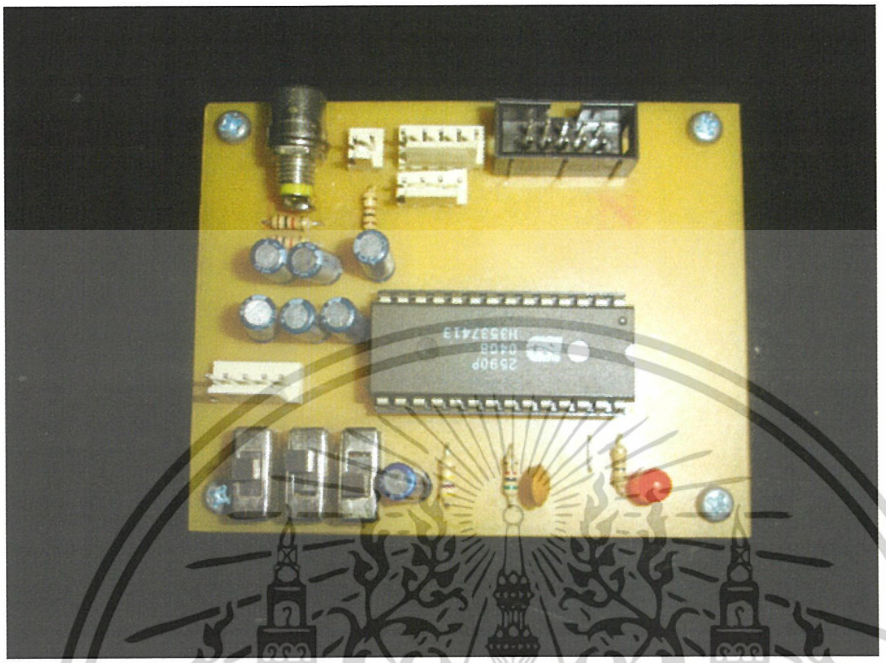
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



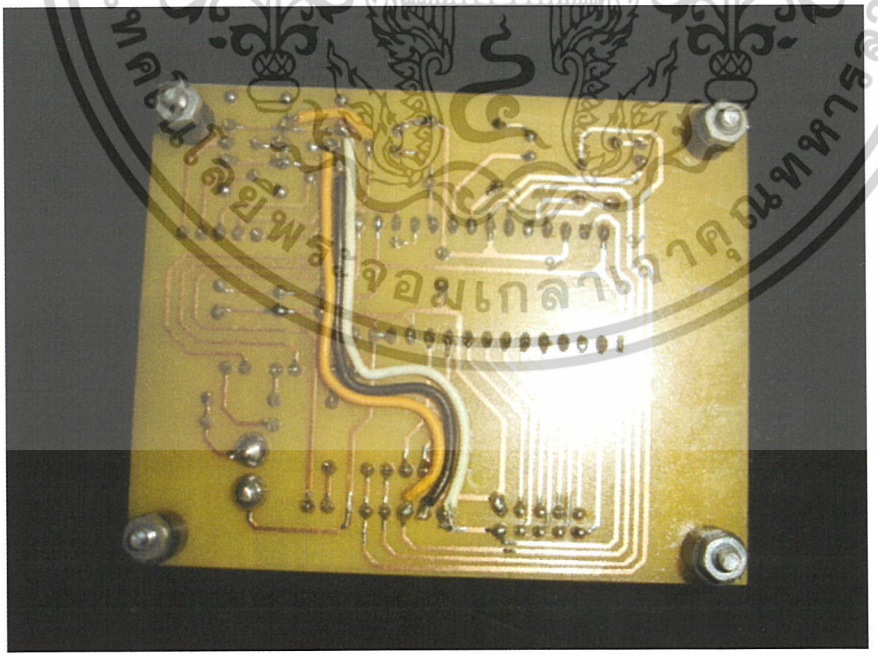
รูปที่ ก.15 ภาพด้านที่ทำการลงอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

รูปที่ ก.16 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.17 ภาพด้านที่ทำการลงอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ



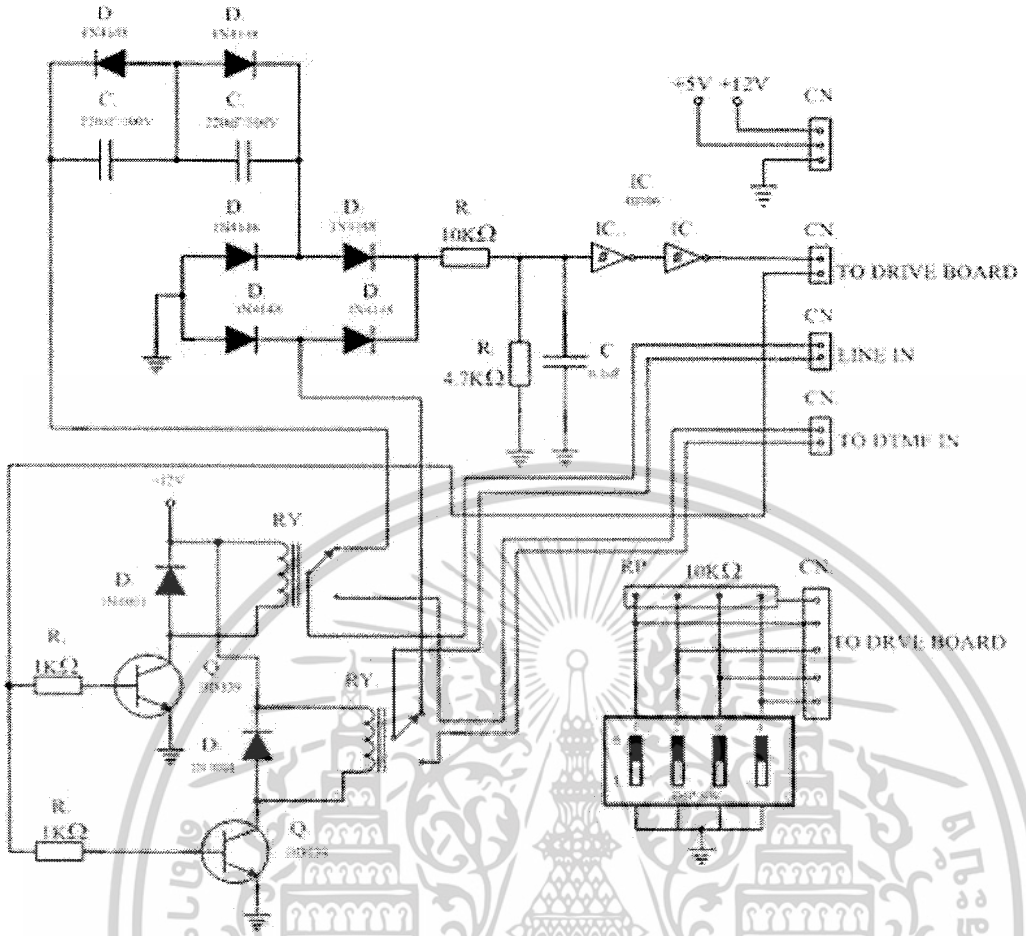
รูปที่ ก.18 ภาพด้านลายทองแดงของวงจรบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

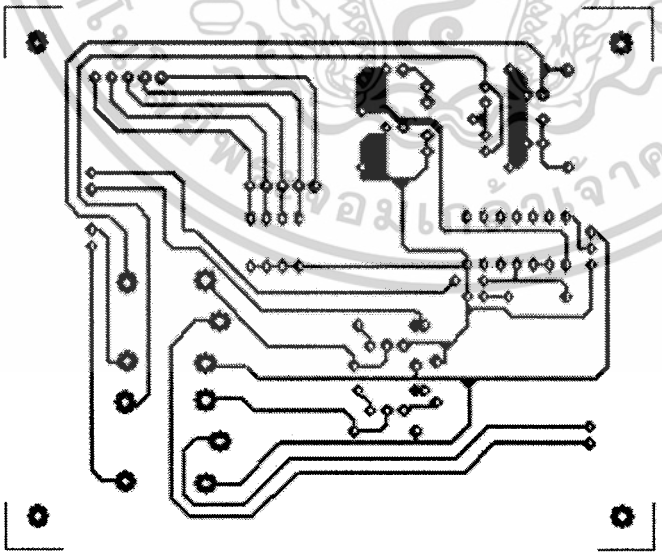
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

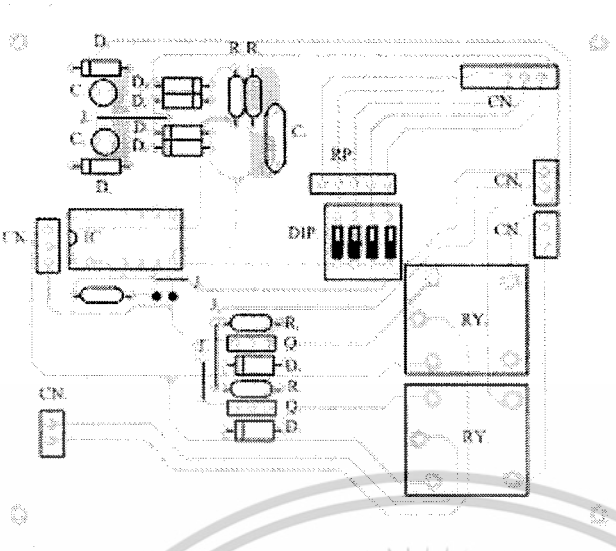


รูปที่ ข.1 วงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

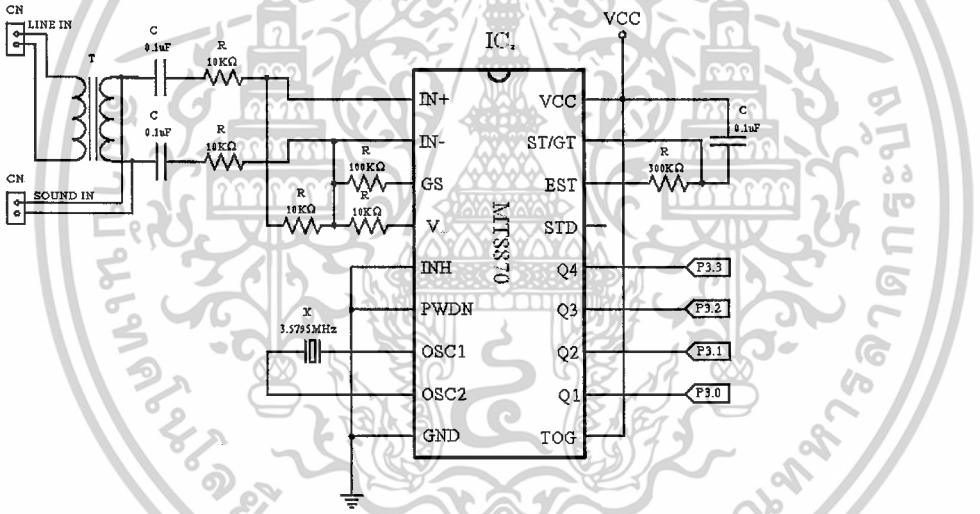


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

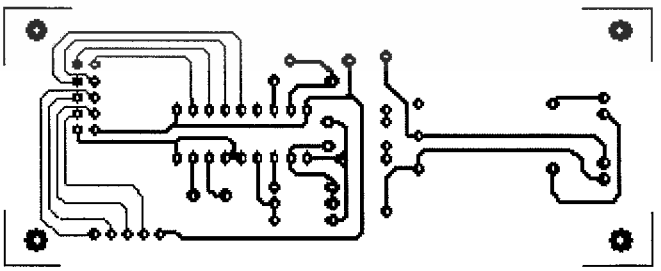
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

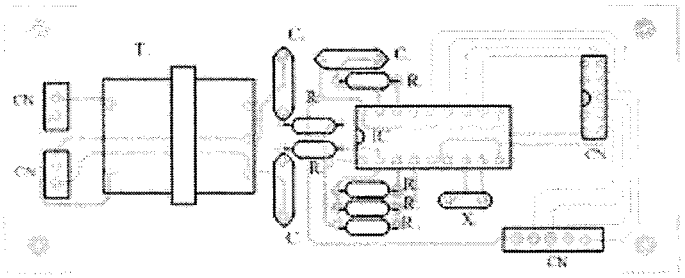


รูปที่ ข.4 วงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

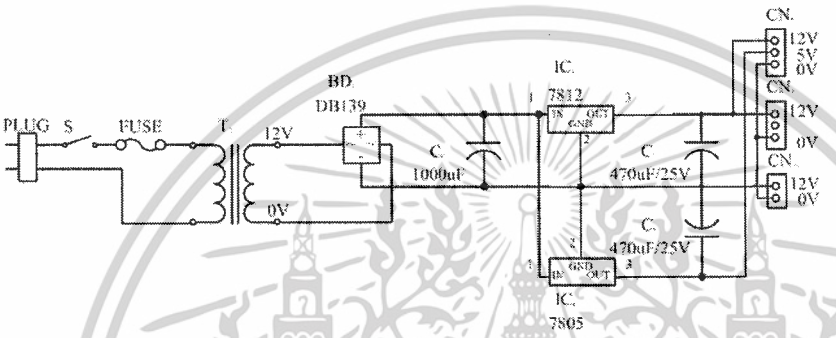


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

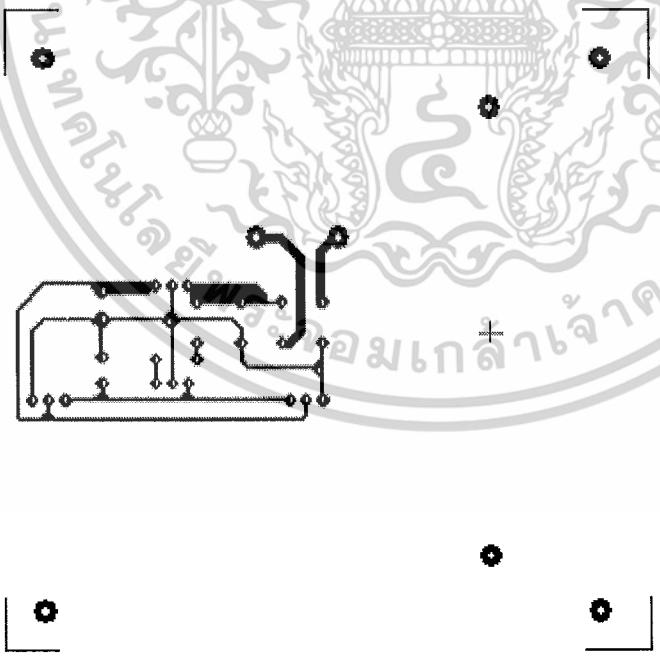
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

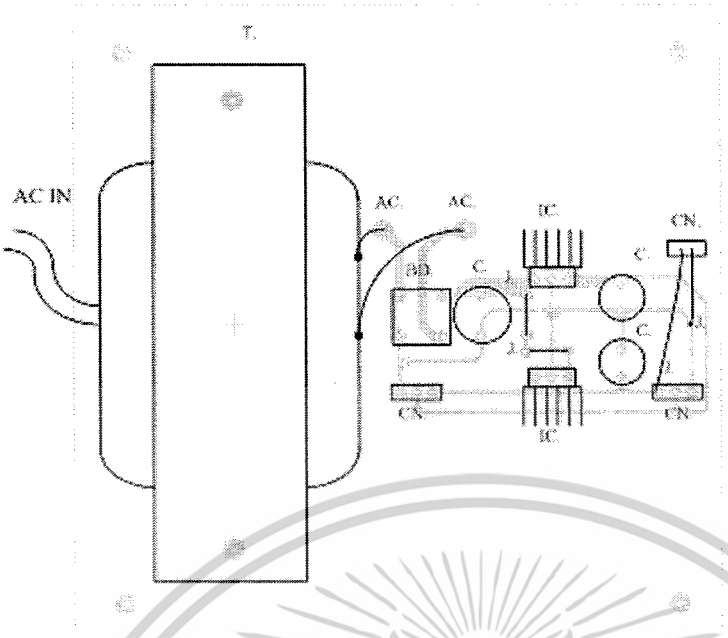


รูปที่ ข.7 วงจรภาคจ่ายไฟ

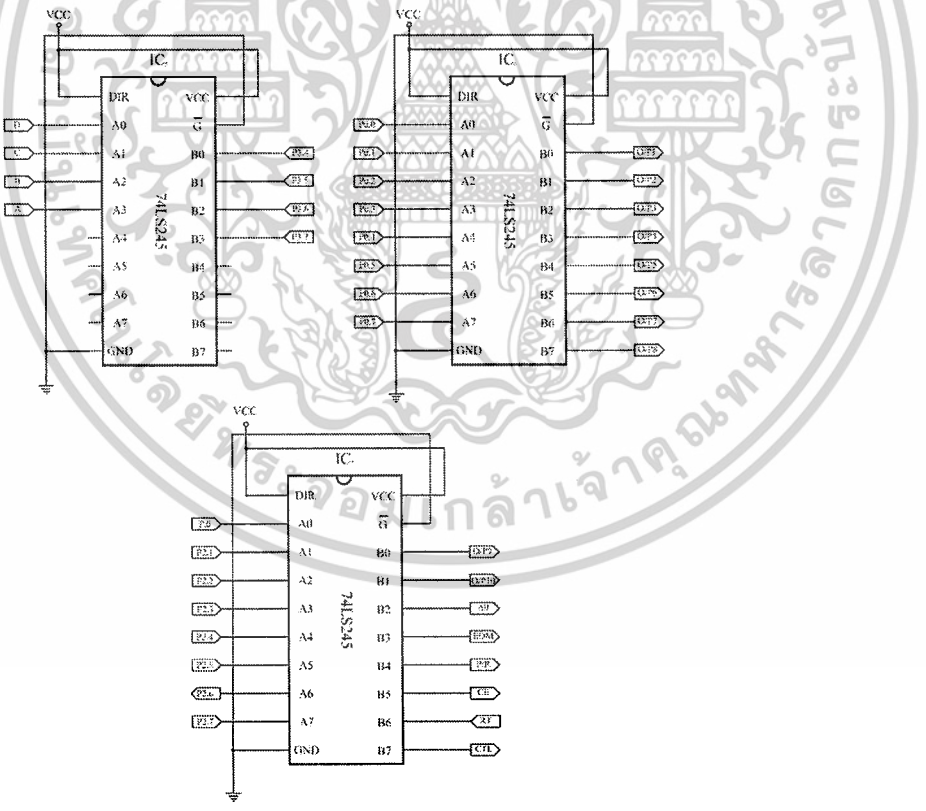


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

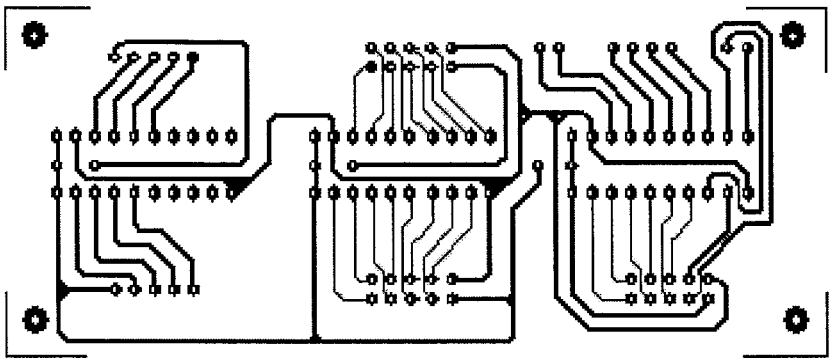


รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคจ่ายไฟ

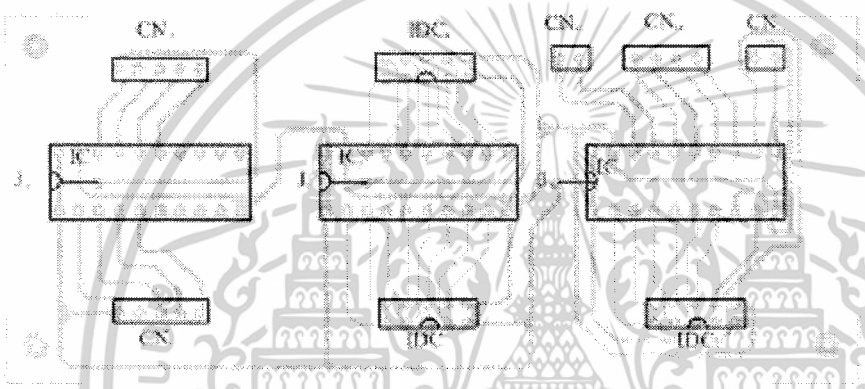


รูปที่ ข.10 วงจรภาคขับกระแส

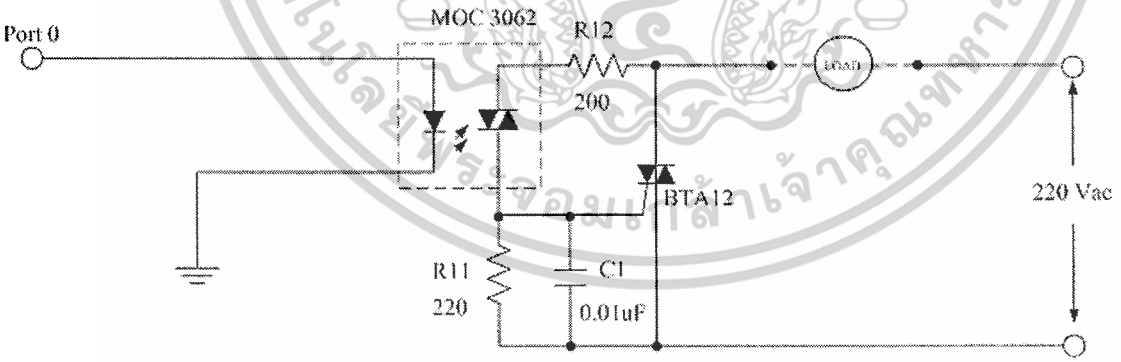
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคขับกระแส

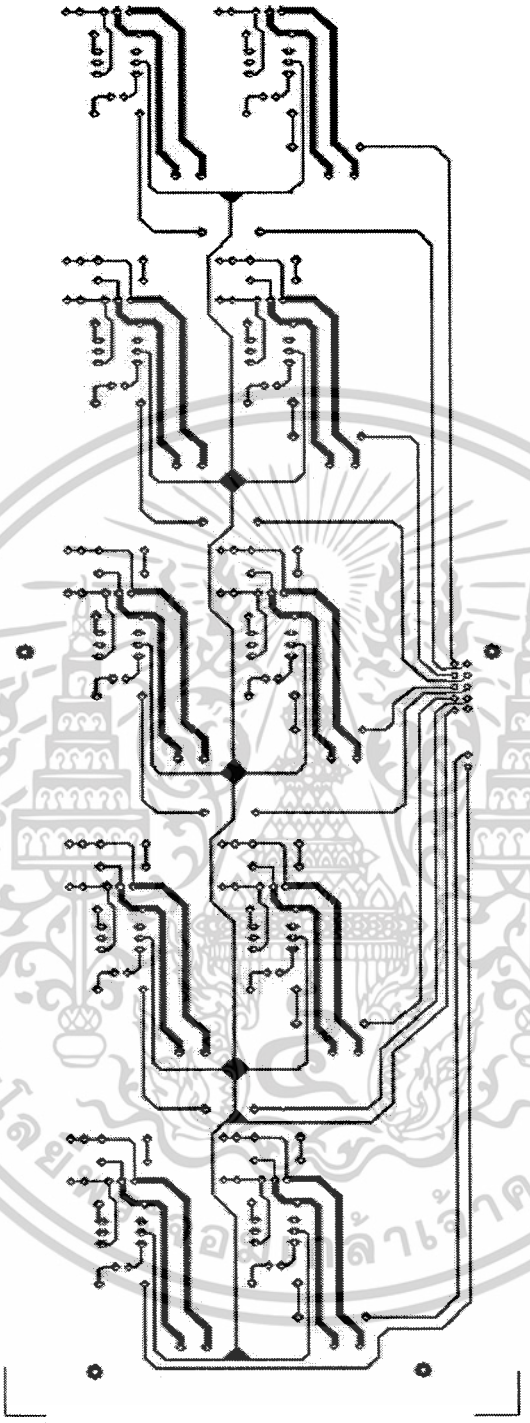


รูปที่ ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคขับกระแส



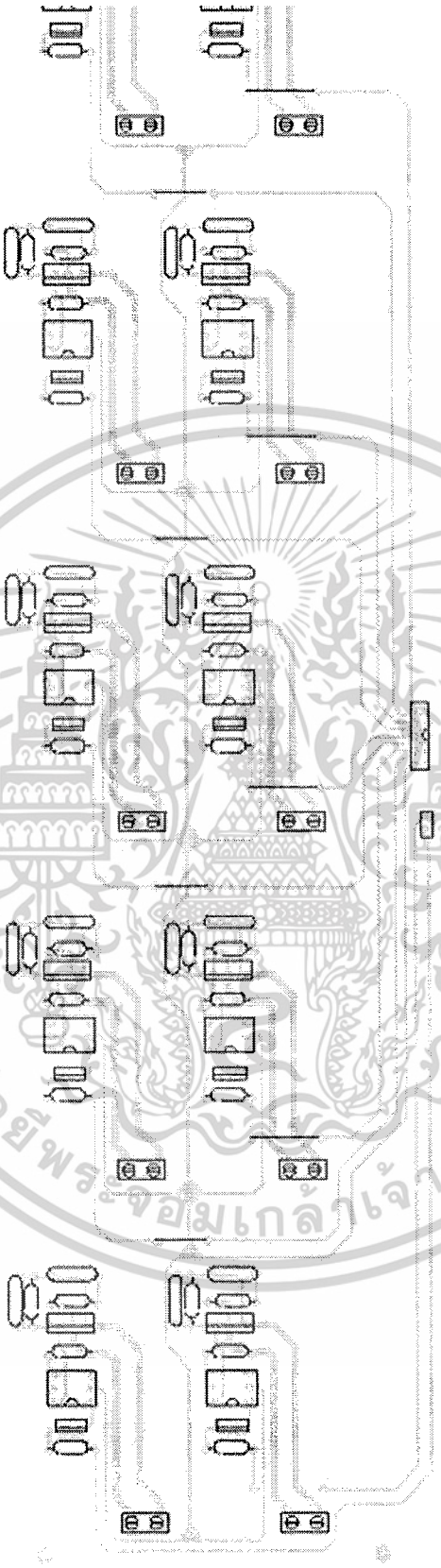
รูปที่ ข.13 วงจรภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



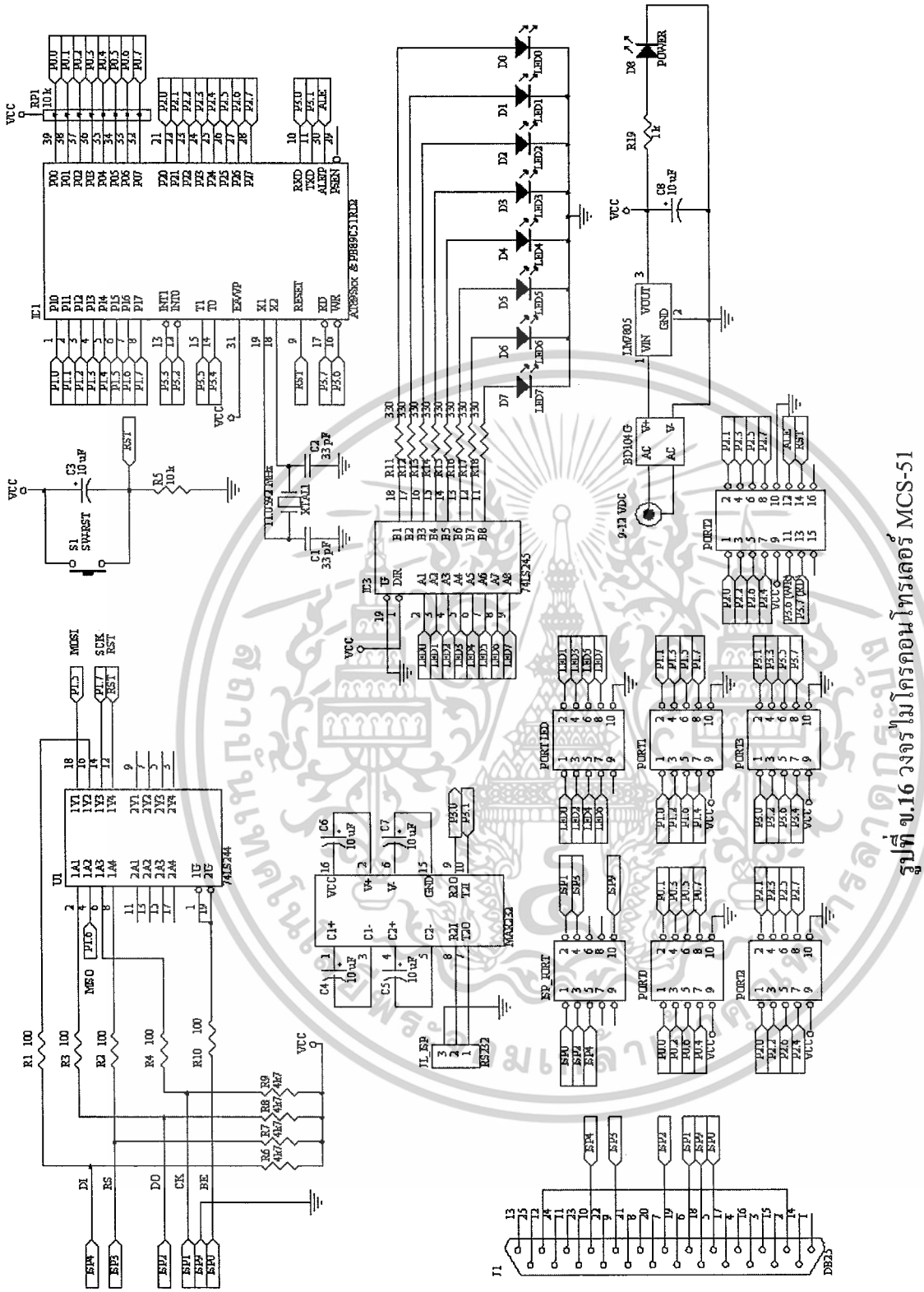
รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



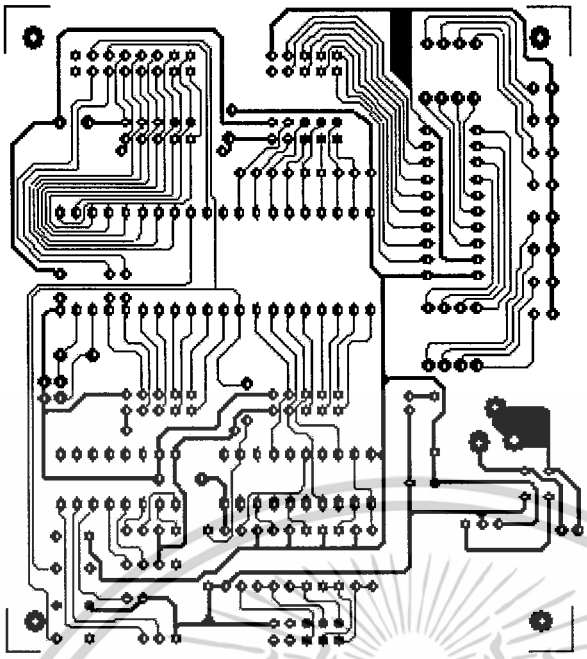
รูปที่ ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

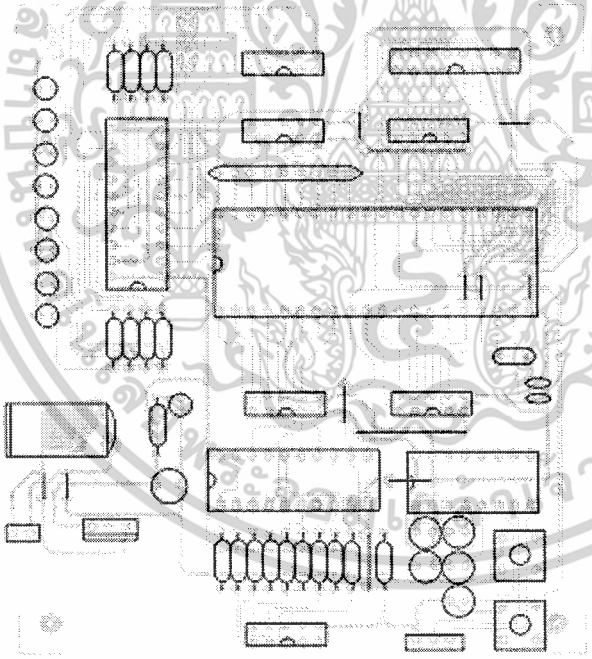


รูปที่ ข.16 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

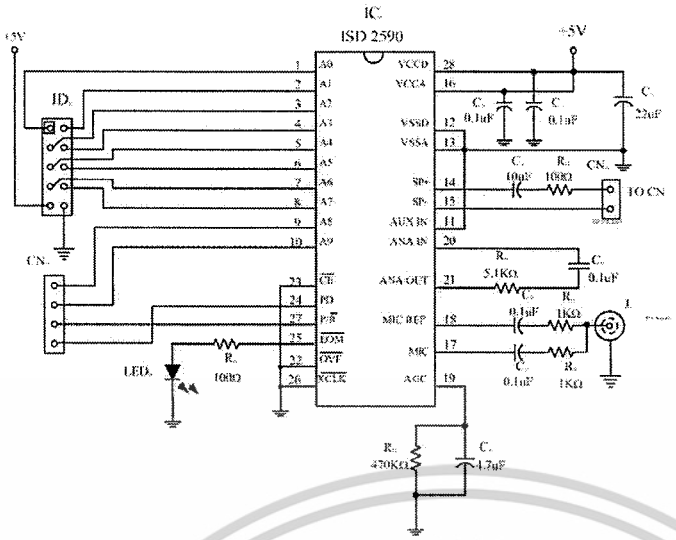


รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

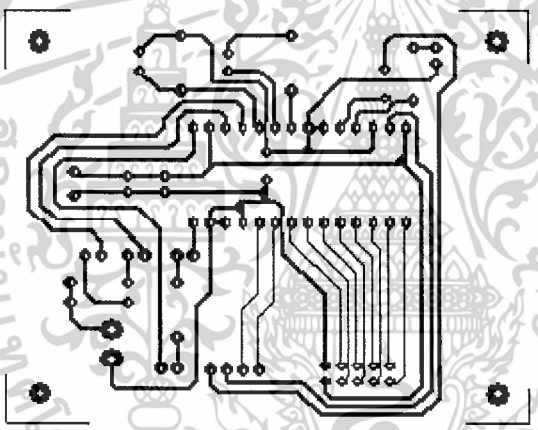


รูปที่ ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

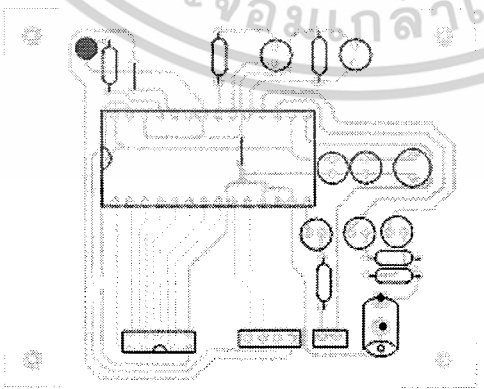
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.19 วงจรภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ



รูปที่ ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ



รูปที่ ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	40106	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D_1- D_6	1N4148	6 ตัว
Q_1, Q_2	BD139	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R_1	10 KΩ 1/4 W	1 ตัว
R_2	4.7 KΩ 1/4 W	1 ตัว
R_4- R_5	1 KΩ 1/4 W	2 ตัว
RP_1	10 KΩ	
ตัวเก็บประจุ		
C_1, C_2	220 µF 100 V	2 ตัว
C_3	0.1 µF 50 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
CN_1	คอนเน็คเตอร์ 3 ขา	1 ตัว
CN_2- CN_4	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	3 ตัว
CN_5	คอนเน็คเตอร์ 5 ขา	1 ตัว
DIP_1	DIP SWITCH ขนาด 4 หลัก	1 ตัว
Socket IC_1	ขนาด 14 ขา	1 ตัว
Socket DIP_1	ขนาด 8 ขา	1 ตัว
RY_1, RY_2	รีเลย์หน้าสัมผัสเดียว	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคตรวจสอบการกดหมายเลข

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
IC_2	MT8870	1 ตัว
X_1	คริสตอล ความถี่ 3.579 MHz	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R_8	100 kΩ 1/4 W	1 ตัว
R_6, R_7, R_9, R_{10}	10 kΩ 1/4 W	4 ตัว
R_{11}	300 kΩ 1/4 W	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_4-C_6	0.1 μF 50 V	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T_1	หม้อแปลงสวิตชิ่ง 600 Ω	1 ตัว
CN_5,CN_6	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	2 ตัว
CN_7	คอนเน็คเตอร์ 5 ขา	1 ตัว
IDC_1	ขนาด 10 PIN	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_3	7812	1 ตัว
IC_4	7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
DB_1	DB139	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_6	1000 µF 50 V	1 ตัว
C_7, C_8	100 µF 50 V	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
CN_8, CN_9	คอนเน็คเตอร์ 3 ขา	2 ตัว
CN_{10}	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคขับกระแส

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
IC_5-IC_7	74245	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
CN_{11},CN_{12}	คอนเน็คเตอร์ 5 ขา	2 ตัว
CN_{13} , CN_{15}	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	2 ตัว
CN_{14}	คอนเน็คเตอร์ 4 ขา	1 ตัว
IDC_2- IDC_4	ขนาด 10 PIN	3 ตัว
Socket IC_2-IC_4	ขนาด 20 ขา	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
$Opto_1$- $Opto_{10}$	Opto Diac ขนาด 6 ขา	10 ตัว
$Triac_1$- $Triac_8$	BTA12	8 ตัว
$Triac_9$- $Triac_{10}$	BTA16	2 ตัว
LED_1-LED_{10}	ขนาด 5mm สีเขียว	10 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R_{12}- R_{21}	100Ω/1/4 W	10 ตัว
R_{22}- R_{31}	220Ω/1/4 W	10 ตัว
R_{32}- R_{41}	330Ω/1/4 W	10 ตัว
R_{42}- R_{51}	10Ω/1/4 W	10 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_9- C_{18}	0.01 µF	10 ตัว
C_{19}- C_{28}	0.1 µF	10 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
CN_{15}	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	11 ตัว
Terminal	ขนาด 2 ขา	10 ตัว
IDC_5	ขนาด 10 PIN	1 ตัว
Socket $Opto_1$- $Opto_{10}$	ขนาด 6 ขา	10 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 ภาคคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
IC_1	AT89C52	1 ตัว
IC_2	MAX232	1 ตัว
IC_3	74244	1 ตัว
IC_4	74245	1 ตัว
IC_5	7805	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
$R_1 - R_5$	100 Ω/1/4 W	5 ตัว
$R_6 - R_9$	4.7 kΩ/1/4 W	4 ตัว
R_{10}	10 kΩ/1/4 W	1 ตัว
R_{12}	1 kΩ/1/4 W	1 ตัว
$R_{13} - R_{20}$	330 Ω/1/4 W	8 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	470 µF	1 ตัว
$C_2 - C_6$	10 µF	5 ตัว
$C_7 - C_8$	33 pF	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Socket IC_1	ขนาด 40 ขา	1 ตัว
Socket IC_2- Socket IC_3	ขนาด 20 ขา	2 ตัว
Socket IC_4	ขนาด 18 ขา	1 ตัว
IDC_4- IDC_9	ขนาด 10 ขา	6 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

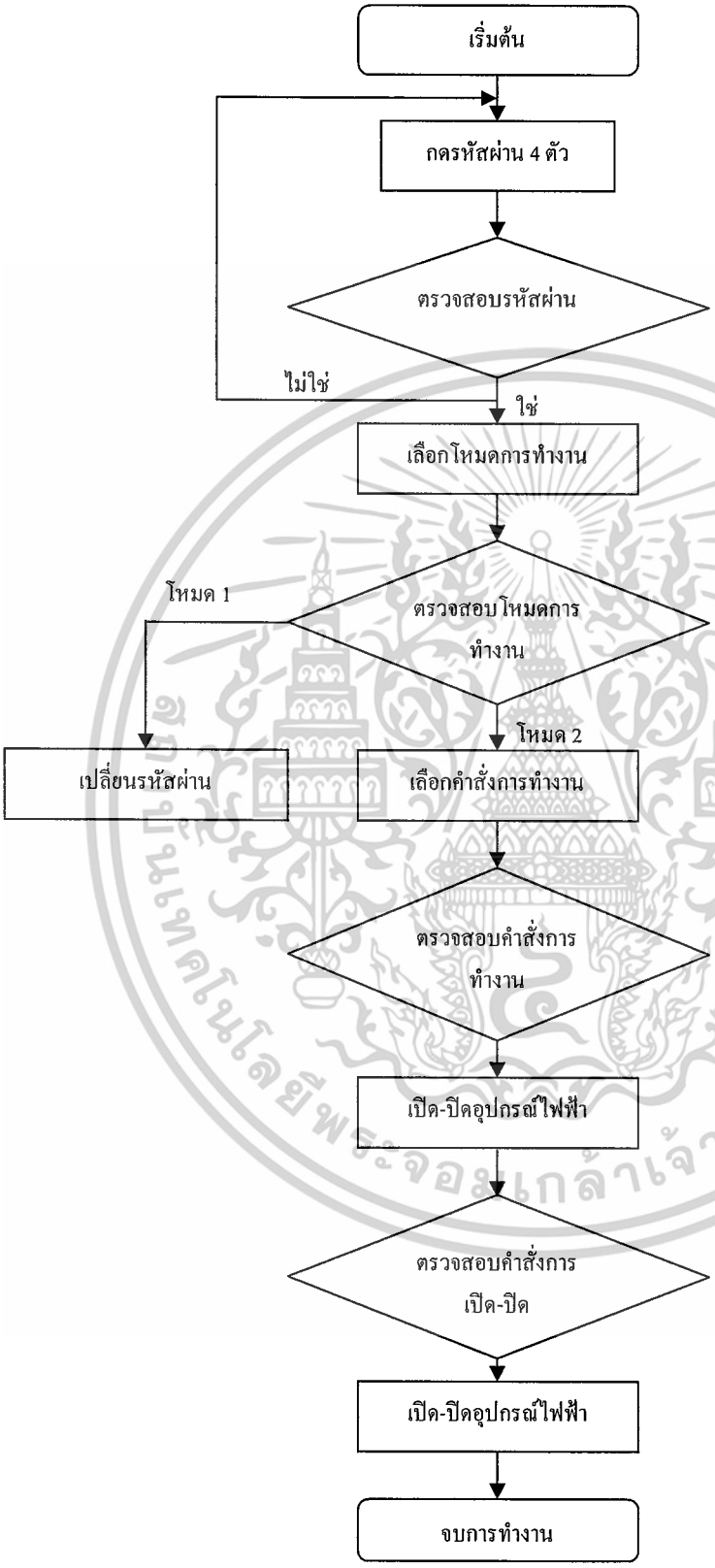
ตารางที่ ค.7 ภาคบันทึกเสียงและตอบรับอัตโนมัติ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
IC_8	ISD2590	1 ตัว
LED_{11}	ขนาด 5mm สีแดง	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
$R_{52,} R_{53}$	100 Ω 1/4 W	2 ตัว
R_{54}	5.1 kΩ 1/4 W	1 ตัว
$R_{55,} R_{56}$	1 KΩ 1/4 W	2 ตัว
R_{57}	470 KΩ 1/4 W	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_{29}-C_{33}	0.1 µF 50 V	5 ตัว
C_{34}	22 µF 50 V	1 ตัว
C_{35}	10 µF 50 V	1 ตัว
C_{36}	4.7 µF 50 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
CN_{16}	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	1 ตัว
CN_{17}	คอนเน็คเตอร์ 4 ขา	1 ตัว
IDC_6	ขนาด 10 PIN	1 ตัว
J_1	แจ็ค RCA ตัวเมีย ลงปริ้น	1 ตัว
Socket IC_8	ขนาด 28 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังของโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************;
; RECORD SOUND Control by MICROCONTROLLER                         ;
;      P1    :    ADDRESS    ,    P2    :CONTROL                  ;
;*****************************************************************;
                    ORG   0000H
START:              CLR   A
                    MOV   P1,A
                    MOV   P2,A
                    SETB  P2.5
                    ACALL DELAY_15S
                    CLR   P2.5

LOOP:               ACALL DELAY
                    MOV   P0,#40H
                    SETB  P2.2
                    SETB  P2.3
                    JMP   LOOP
DELAY:              MOV   R1,#01H
DELAY1:             MOV   R2,#0FFH
DELAY2:             DJNZ  R2,DELAY2
                    DJNZ  R1,DELAY1
                    RET


DELAY_15S:          MOV   R0,#75
LOOP1:              MOV   TMOD,#01H
                    MOV   TH0,#0B7H
                    MOV   TL0,#0FFH
                    SETB  TR0
WAIT1:              JNB   TF0,WAIT1
                    CLR   TR0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     TF0
                DJNZ    R0,LOOP1
                RET
                END

;*****************************************************************;
;       TEST THE  SOUND    Control by MICROCONTROLLER             ;
;       P1      :       ADDRESS     ,       P2      :CONTROL      ;
;*****************************************************************;
                ORG     0000H
        A8      EQU     P3.2
        A9      EQU     P3.3
        PLR     EQU     P3.4
        PD      EQU     P3.5
        START:  CLR     A
                MOV     P0,A
                MOV     P3,A
                CLR A8
                CLR A9
                SETB PLR
        LOOP:   CLR PD
                MOV P0,#50
                ACALL DELAY_15S
                ACALL DELAY_15S
                SETB PD
                ACALL DELAY_15S

                CLR PD
                MOV P0,#100
                ACALL DELAY_15S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 ACALL DELAY_15S
SETB PD
ACALL DELAY_15S

CLR PD
MOV P0,#150
ACALL DELAY_15S
ACALL DELAY_15S
SETB PD
ACALL DELAY_15S

CLR PD
MOV P0,#200
ACALL DELAY_15S
ACALL DELAY_15S
SETB PD
ACALL DELAY_15S

CLR PD
MOV P0,#250
ACALL DELAY_15S
ACALL DELAY_15S
SETB PD
ACALL DELAY_15S

CLR PD
MOV P0,#300
ACALL DELAY_15S
ACALL DELAY_15S
SETB PD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ACALL DELAY_15S

CLR PD
MOV P0,#350
ACALL DELAY_15S
ACALL DELAY_15S
SETB PD
ACALL DELAY_15S

CLR PD
MOV P0,#400
ACALL DELAY_15S
ACALL DELAY_15S
SETB PD
ACALL DELAY_15S

CLR PD
MOV P0,#450
ACALL DELAY_15S
ACALL DELAY_15S
SETB PD
ACALL DELAY_15S

CLR PD
MOV P0,#500
ACALL DELAY_15S
ACALL DELAY_15S
SETB PD
ACALL DELAY_15S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR PD
                MOV P0,#550
                ACALL DELAY_15S
                ACALL DELAY_15S
                SETB PD
                ACALL DELAY_15S

                CLR PD
                MOV P0,#590
                ACALL DELAY_15S
                ACALL DELAY_15S
                SETB PD
                ACALL DELAY_15S

                CLR PD
                JMP LOOP

DELAY_15S:      MOV   R0,#75
LOOP1:          MOV   TMOD,#01H
                MOV   TH0,#0B7H
                MOV   TL0,#0FFH
                SETB  TR0
WAIT1:          JNB   TF0,WAIT1
                CLR   TR0
                CLR   TF0
                DJNZ  R0,LOOP1
                RET
                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************;
;       CONTROL EQUIPMENT     Control by MICROCONTROLLER      ;
;       P1      :       ADDRESS      ,       P2      :CONTROL          ;
;*********************************************************************;
                        ORG     0000H
              CH0       EQU     P0.0
              CH1       EQU     P0.1
              CH2       EQU     P0.2
              CH3       EQU     P0.3
              CH4       EQU     P0.4
              CH5       EQU     P0.5
              CH6       EQU     P0.6
              CH7       EQU     P0.7
              CH8       EQU     P2.0
              CH9       EQU     P2.1
CHKCOUNT      EQU     P2.6
CTLRELAY      EQU     P2.7
DIPSETTING    EQU     40H

START:        CLR     A
              MOV     P0,A
              MOV     P1,A
              MOV     P2,A
              MOV     P3,A
              MOV     DIPSETTING,A

LL:           MOV     A,P3
              MOV     R0,#00H
              CLR     CTLRELAY
              ANL     A,#0F0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    SWAP  A
                    MOV   DIPSETTING,A
                    CJNE  A,#00H,LO
                    JMP   LL

LO:                 MOV   DIPSETTING,A
LOP:                MOV   A,P2
                    CJNE  A,#40H,LOP
                    INC   R0
                    MOV   A,R0
                    MOV   P0,A

LOOP1:              MOV   A,P2
                    CJNE  A,#00H,LOOP1
                    MOV   A,R0
                    CJNE  A,DIPSETTING,LOP
                    SETB  CTLRELAY
                    JMP   START1
;*********************************************************************
START1:             CLR   A
                    MOV   P0,A
                    MOV   P1,A
                    MOV   P3,A

LOOP:               ACALL CHK_NUM1
                    JMP   LOOP

CHK_NUM1:           MOV   A,P3
                    ANL   A,#0FH
                    CJNE  A,#01H,CHK_NUM2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   R2,A
                ACALL ON
                RET

CHK_NUM2:       MOV   A,P3
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#02H,CHK_NUM3
                MOV   R2,A
                ACALL ON
                RET

CHK_NUM3:       MOV   A,P3
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#03H,CHK_NUM4
                MOV   R2,A
                ACALL ON
                RET

CHK_NUM4:       MOV   A,P3
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#04H,CHK_NUM5
                MOV   R2,A
                ACALL ON
                RET

CHK_NUM5:       MOV   A,P3
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#05H,CHK_NUM6
                MOV   R2,A
                ACALL ON
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

CHK_NUM6:       MOV   A,P3
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#06H,CHK_NUM7
                MOV   R2,A
                ACALL ON
                RET

CHK_NUM7:       MOV   A,P3
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#07H,CHK_NUM8
                MOV   R2,A
                ACALL ON
                RET

CHK_NUM8:       MOV   A,P3
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#08H,CHK_NUM9
                MOV   R2,A
                ACALL ON
                RET

CHK_NUM9:       MOV   A,P3
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#09H,CHK_NUM10
                MOV   R2,A
                ACALL ON
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK_NUM10:    MOV   A,P3
              ANL   A,#0FH
              CJNE  A,#0AH,CHK_NUM1
              MOV   R2,A
              ACALL ON
              RET

ON:           MOV   A,P3
              ANL   A,#0FH
              CJNE  A,#0BH,OFF
              MOV   A,R2
              ACALL OCH0
              RET

OCH0:         CJNE  A,#01H,OCH1
              SETB  CH0
              RET

OCH1:         CJNE  A,#02H,OCH2
              SETB  CH1
              RET

OCH2:         CJNE  A,#03H,OCH3
              SETB  CH2
              RET

OCH3:         CJNE  A,#04H,OCH4
              SETB  CH3
              RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OCH4:   CJNE  A,#05H,OCH5
        SETB  CH4
        RET

OCH5:   CJNE  A,#06H,OCH6
        SETB  CH5
        RET

OCH6:   CJNE  A,#07H,OCH7
        SETB  CH6
        RET

OCH7:   CJNE  A,#08H,OCH8
        SETB  CH7
        RET

OCH8:   CJNE  A,#09H,OCH9
        SETB  CH8
        RET

OCH9:   CJNE  A,#0AH,OCH0
        SETB  CH9
        RET

OFF:    MOV   A,P3
        ANL   A,#0FH
        CJNE  A,#0CH,ON
        MOV   A,R2
        ACALLCCH0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

CCH0:           CJNE    A,#01H,CCH1
                CLR     CH0
                RET

CCH1:           CJNE    A,#02H,CCH2
                CLR     CH1
                RET

CCH2:           CJNE    A,#03H,CCH3
                CLR     CH2
                RET

CCH3:           CJNE    A,#04H,CCH4
                CLR     CH3
                RET

CCH4:           CJNE    A,#05H,CCH5
                CLR     CH4
                RET

CCH5:           CJNE    A,#06H,CCH6
                CLR     CH5
                RET

CCH6:           CJNE    A,#07H,CCH7
                CLR     CH6
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

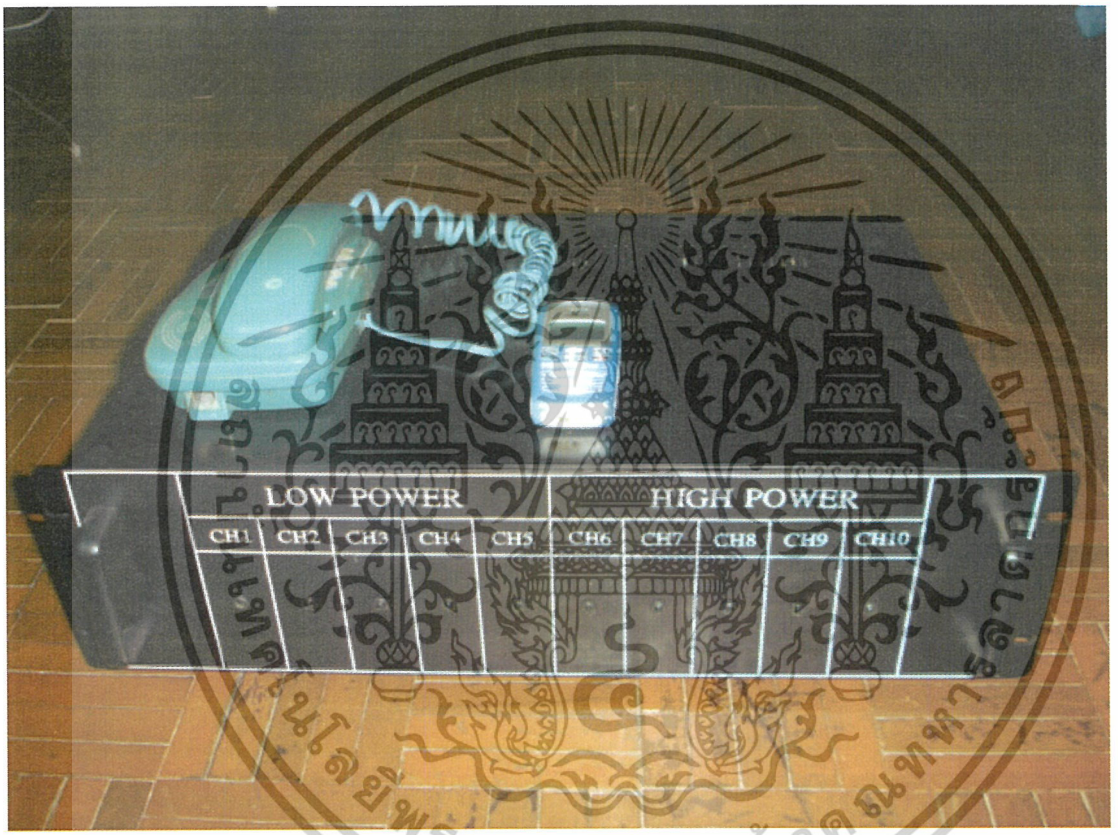
```
CCH7:       CJNE   A,#08H,CCH8
            CLR    CH7
            RET
CCH8:       CJNE   A,#09H,CCH9
            CLR    CH8
            RET

CCH9:       CJNE   A,#0AH,CCH0
            CLR    CH9
            RET

DELAY:      MOV    R1,#01H
DELAY1:     MOV    R2,#0FFH
DELAY2:     DJNZ   R2,DELAY2
            DJNZ   R1,DELAY1
            RET
            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์



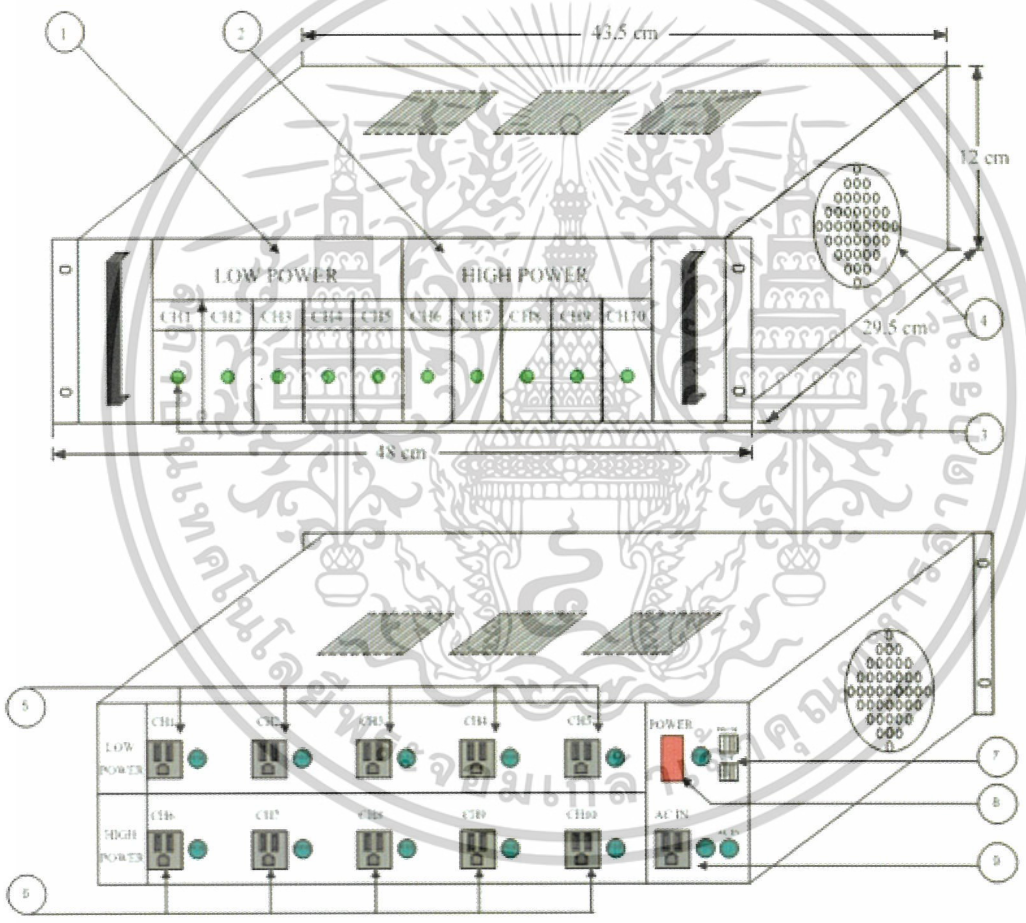
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนลงมือใช้งานเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อการใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับ เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

① ป้ายบอกถึงส่วนแสดงผลการทำงานของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังต่ำ

② ป้ายบอกถึงส่วนแสดงผลการทำงานของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังสูง

③ หลอดแอลอีดีแสดงสถานะการทำงานของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

④ พัดลมระบายอากาศ

⑤ เต้ารับใช้เสียบกับเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังต่ำ

⑥ เต้ารับใช้เสียบกับเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังสูง

⑦ ขั้วต่อหรือที่ใช้ต่อกับคู่สายโทรศัพท์และเครื่องโทรศัพท์

⑧ สวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิดเครื่อง

⑨ สายไฟ AC IN และเต้ารับ AC IN

3. การติดตั้งและการใช้งาน

การเริ่มต้นใช้งานเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ เริ่มจากการติดตั้งโดยการนำคู่สายโทรศัพท์ต่อเข้ากับขั้วต่อ LINE ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ และ นำเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้งานตามปกติต่อเข้ากับขั้วต่อ PHONE ของเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ หลังจากนั้นทำการตรวจดูว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังสูงหรือต่ำ โดยการดูจากป้ายหรือสติ๊กเกอร์ที่ติดอยู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งเปรียบเทียบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมมีกำลังสูงหรือต่ำได้ดังตารางที่ จ.1

ตารางที่ จ.1 แสดงการเปรียบเทียบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมมีกำลังสูงหรือต่ำ

ชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า	ค่ากำลังไฟฟ้า(วัตต์)
อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังต่ำ	0.1-500 W
อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังสูง	500-2500 W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

รูปที่ จ.2 ปุ่มหมายเลขบนหน้าปัทม์โทรศัพท์

เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทำได้โดยการเรียกเข้ามายังเลขหมายโทรศัพท์ที่ได้ทำการติดตั้งกับเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า และรอจนกว่าเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าจะทำตอบรับอัตโนมัติ หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินเสียง "โปรดใส่รหัสผ่าน" หลังจากใส่รหัสผ่านจะได้ยินเสียง "ปี๊บ" แสดงว่ารหัสผ่านถูกต้องและเครื่องจะตอบรับว่า "สวัสดียินดีต้อนรับเข้าสู่ระบบ" แต่ถ้าหลังป้อนรหัสผ่านไปแล้วได้ยินเสียง "ตื๊ด" แสดงว่าได้ทำการป้อนรหัสไม่ถูกต้อง ให้ทำการป้อนรหัสใหม่

หลังจากผ่านกระบวนการตรวจสอบรหัสแล้วเข้าสู่ระบบแล้วเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์จะถามอีกว่า "ต้องการเปลี่ยนผ่านรหัสกด 1 ต้องการเข้าสู่ระบบควบคุมกด 2" ในกรณีที่กด 1 เพื่อต้องการเปลี่ยนรหัสผ่าน เครื่องจะตอบรับว่า "กรุณาใส่รหัสผ่านเดิม" เมื่อใส่รหัสผ่านเดิมแล้วเครื่องจะตอบรับว่า "กรุณาใส่รหัสผ่านใหม่" ให้ผู้ใช้ทำการป้อนรหัสผ่านใหม่ เมื่อป้อนรหัสผ่านใหม่เสร็จแล้ว เครื่องจะถามการยืนยันรหัสผ่าน ถ้ายืนยันกด 1แต่ถ้าไม่ยืนยันกด 2 ซึ่งเมื่อได้รับการยืนยันจากผู้ใช้แล้ว เครื่องจะทำการตอบรับว่า "ต้องการทำรายการอื่นต่อกด 1 จบการทำงานกด 2" เพื่อให้ผู้เลือกสถานะการทำงานต่อไป

แต่ถ้าหลังจากผ่านกระบวนการตรวจสอบรหัสแล้วเข้าสู่ระบบแล้วเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์จะถามอีกว่า "ต้องการเปลี่ยนผ่านรหัสกด 1 ต้องการเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมกด 2” ในกรณีที่กด 2 เครื่องจะตอบรับว่า “ให้เลือกการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า” หลังจากนั้นให้ผู้ใช้กดหมายเลขเพื่อเลือกการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการ

ตารางที่ จ.2 แสดงหมายเลขปุ่มเพื่อเลือกการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการ

หมายเลขปุ่ม	เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ควบคุม	หมายเลขปุ่ม	เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ควบคุม
1	พัดลมตัวที่ 1	6	กระติกน้ำร้อน
2	พัดลมตัวที่ 2	7	เครื่องสูบน้ำ
3	โคมไฟ	8	ตู้อบไมโครเวฟ
4	ทีวี	9	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1
5	เครื่องเสียง	0	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2

หลังจากเลือกการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้ว เครื่องจะถามว่า “ต้องการปิดกด 1 ต้องการเปิดกด 2” หลังจากผู้ใช้ได้ทำการกดแล้ว เครื่องจะทำการถามต่อไปว่า “ต้องการทำรายการต่อกด 1 ต้องการจบการทำงานกด 2” หลังจากผู้ใช้ได้ทำตามขั้นตอนนี้แล้วถือว่าเป็นการจบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ ท่านสามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ จ.3 อาการ สาเหตุและวิธีแก้ไข

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
ไม่สามารถติดต่อไปยังเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ได้	- เสียบคู่สายโทรศัพท์ต่อเข้ากับขั้วต่อ LINE หรือต่อเครื่องโทรศัพท์เข้ากับขั้วต่อ PHONE ของเครื่องไม่ถูกต้อง หรือว่ามีอุปกรณ์ชำรุดเสียหาย - แก้ไขโดยตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างคู่สายโทรศัพท์หรือเครื่องโทรศัพท์กับตัวเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ว่ามีจุดที่ชำรุดเสียหายหรือไม่ หากพบจุดที่ชำรุดให้ทำการแก้ไข ถ้าทำการเชื่อมต่อผิดตำแหน่ง ให้ถอดและเสียบเข้ายังตำแหน่งที่ถูกต้อง
ไม่สามารถเข้าสู่ระบบเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ได้ หรือไม่ผ่านการตรวจสอบรหัส	- เกิดจากการป้อนรหัสผ่านไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้ทำตามโปรแกรมที่เครื่องบันทึกไว้ - แก้ไขโดยการตรวจสอบรหัสให้ถูกต้องก่อนการใช้งาน และทำตามการตอบรับที่เครื่องได้ตั้งโปรแกรมไว้
ฟิวส์ที่จุดต่างๆ ขาด	- เกิดจากการเสียบอุปกรณ์ไฟฟ้าผิดช่อง คือเสียบอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังสูง ในช่องหรือเต้ารับที่ควบคุมไฟฟ้ากำลังต่ำ - เกิดจากการช๊อตขึ้นที่ตัวอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาเสียบกับตัวเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า - แก้ไขโดยตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการทำการควบคุมว่ามีการชำรุดหรือไม่ ถ้าชำรุดแล้วไม่ควรนำมาใช้อีก แล้วทำการนำฟิวส์ตัวใหม่มาเปลี่ยนที่ตัวเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

5.1.1 ปิดสวิตช์แล้วถอดปลั๊กทุกครั้งหากไม่ได้ใช้งาน

5.1.2 ปัดฝุ่นและเช็ดทำความสะอาดด้วยไม้ขนไก่หรือผ้าแห้ง

5.1.3 ให้สังเกต และตรวจสอบตัวเครื่องเป็นประจำว่ามีการชำรุดเสียหาย หรืออาการผิดปกติหรือไม่ ถ้าพบให้ทำการแก้ไข

5.2 ข้อควรระวัง

5.2.1 เพื่อความเข้าใจในการใช้งานควรอ่านคู่มือการใช้งานให้เข้าใจก่อนการใช้งาน

5.2.2 ควรวางตัวเครื่องในบริเวณที่ห่างจากจุดที่น้ำจะมาสัมผัสกับตัวเครื่องได้

5.2.3 หากมีอาการผิดปกติขึ้นกับตัวเครื่อง ให้ทำการถอดปลั๊กทันที

5.2.4 ควรดูแล และป้องกันไม่ให้มีสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ภายในเครื่อง เช่น มด โลหะ น้ำ เป็นต้น

5.2.5 ก่อนใช้งานควรสำรวจทุกครั้งว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการใช้งานนั้น เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้ากำสูงหรือต่ำ และได้ทำการเสียบเข้ากับเต้ารับที่ตัวเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าในช่องที่ถูกต้องตามชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ จ.4 คุณสมบัติและรายละเอียดของข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	DIP SWITCH
วงจรตรวจสอบการกดหมายเลขโทรศัพท์ DTMF	ใช้ IC ซึ่งทำงานเป็นตัว DTMF Decoder เบอร์ MT8870
การตอบรับอัตโนมัติ	ใช้ IC บันทึกเสียง เบอร์ ISD2590 จำนวน 1 ตัว
ส่วนควบคุมการทำงาน	ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C51 จำนวน 1 ตัว
ส่วนควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	ใช้ Opto Diac เบอร์MOC 3062 ไปทริกเกอร์หรือจุดฉนวนให้ตัว Triac เบอร์ BTA 12 และเบอร์ BTA 16 ทำงานเป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ChipCorder
TECHNOLOGY BY ISD

ISD2560/75/90/120 Products

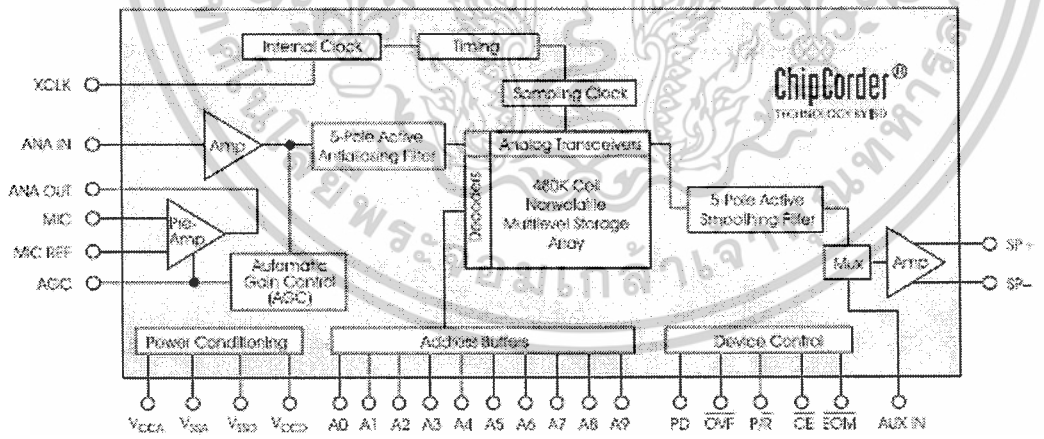
Single-Chip Voice Record/Playback Devices
60-, 75-, 90-, and 120-Second Durations

GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD2500 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions for 60- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier, and high density multilevel storage array. In addition, the ISD2500 is microcontroller compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved.

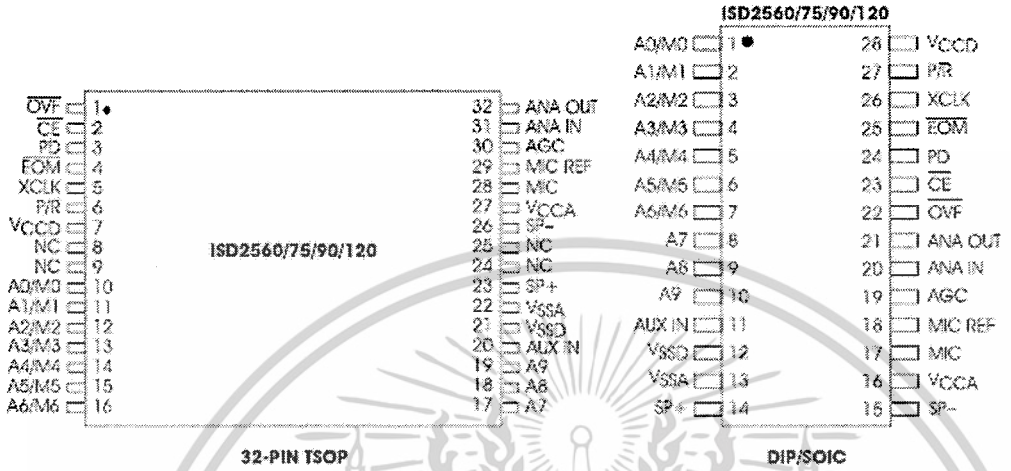
Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, solid-state voice reproduction.

Figure: ISD2560/75/90/120 Device Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 1: ISD2560/75/90/120 Device Pinouts



PIN DESCRIPTIONS

VOLTAGE INPUTS (V_{CCA}, V_{CCD})

To minimize noise, the analog and digital circuits in the ISD2500 series devices use separate power busses. These voltage busses are brought out to separate pins and should be tied together as close to the supply as possible. In addition, these supplies should be decoupled as close to the package as possible.

GROUND INPUTS (V_{SSA}, V_{SSD})

The ISD2500 series of devices utilizes separate analog and digital ground busses. These pins should be connected separately through a low-impedance path to power supply ground.

POWER DOWN INPUT (PD)

When not recording or playing back, the PD pin should be pulled HIGH to place the part in a very low power mode (see I_{SB} specification). When overflow ($\overline{OVF}$) pulses LOW for an overflow condition, PD should be brought HIGH to reset the address pointer back to the beginning of the record/playback space. The PD pin has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational Mode described later in the Operational Mode section.

CHIP ENABLE INPUT ($\overline{CE}$)

The $\overline{CE}$ pin is taken LOW to enable all playback and record operations. The address inputs and playback/record input (P/$\overline{R}$) are latched by the falling edge of $\overline{CE}$. $\overline{CE}$ has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational Mode described later in the Operational Mode section.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLAYBACK/RECORD INPUT (P/$\overline{R}$)

The P/$\overline{R}$ input is latched by the falling edge of the $\overline{CE}$ pin. A HIGH level selects a playback cycle while a LOW level selects a record cycle. For a record cycle, the address inputs provide the starting address and recording continues until PD or $\overline{CE}$ is pulled HIGH or an overflow is detected (i.e. the chip is full). When a record cycle is terminated by pulling PD or $\overline{CE}$ HIGH, an End-Of-Message ($\overline{EOM}$) marker is stored at the current address in memory. For a playback cycle, the address inputs provide the starting address and the device will play until an $\overline{EOM}$ marker is encountered. The device can continue past an $\overline{EOM}$ marker in an Operational Mode, or if $\overline{CE}$ is held LOW in address mode. (See page 5 for more Operational Modes).

END-OF-MESSAGE / RUN OUTPUT ($\overline{EOM}$)

A nonvolatile marker is automatically inserted at the end of each recorded message. It remains there until the message is recorded over. The $\overline{EOM}$ output pulses LOW for a period of t_{EOM} at the end of each message.

In addition, the ISD2500 series has an internal V_{CC} detect circuit to maintain message integrity should V_{CC} fall below 3.5 V. In this case, $\overline{EOM}$ goes LOW and the device is fixed in playback-only mode.

When the device is configured in Operational Mode M6 (Push-Button Mode), this pin provides an active-HIGH RUN signal, indicating the device is currently recording or playing. This signal can conveniently drive an LED for a visual indicator of a record or playback operation in process.

OVERFLOW OUTPUT ($\overline{OVF}$)

This signal pulses LOW at the end of memory space, indicating the device has been filled and the message has overflowed. The $\overline{OVF}$ output then follows the $\overline{CE}$ input until a PD pulse has reset the device. This pin can be used to cascade several ISD2500 devices together to increase record/playback durations.

MICROPHONE INPUT (MIC)

The microphone input transfers its signal to the on-chip preamplifier. An on-chip Automatic Gain Control (AGC) circuit controls the gain of this preamplifier from –15 to 24 dB. An external microphone should be AC coupled to this pin via a series capacitor. The capacitor value, together with the internal 10 KΩ resistance on this pin, determines the low-frequency cutoff for the ISD2500 series passband. See Application Information for additional information on low-frequency cutoff calculation.

MICROPHONE REFERENCE INPUT (MIC REF)

The MIC REF input is the inverting input to the microphone preamplifier. This provides a noise-canceling or common-mode rejection input to the device when connected to a differential microphone.

AUTOMATIC GAIN CONTROL INPUT (AGC)

The AGC dynamically adjusts the gain of the preamplifier to compensate for the wide range of microphone input levels. The AGC allows the full range of whispers to loud sounds to be recorded with minimal distortion. The "attack" time is determined by the time constant of a 5 KΩ internal resistance and an external capacitor (C2 on the schematic on page 18) connected from the AGC pin to V_{SSA} analog ground. The "release" time is determined by the time constant of an external resistor (R2) and an external capacitor (C2) connected in parallel between the AGC Pin and V_{SSA} analog ground. Nominal values of 470 KΩ and 4.7 µF give satisfactory results in most cases.

ANALOG OUTPUT (ANA OUT)

This pin provides the preamplifier output to the user. The voltage gain of the preamplifier is determined by the voltage level at the AGC pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALOG INPUT (ANA IN)

The analog input pin transfers its signal to the chip for recording. For microphone inputs, the ANA OUT pin should be connected via an external capacitor to the ANA IN pin. This capacitor value, together with the 3.0 KΩ input impedance of ANA IN, is selected to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. If the desired input is derived from a source other than a microphone, the signal can be fed, capacitively coupled, into the ANA IN pin directly.

EXTERNAL CLOCK INPUT (XCLK)

The external clock input for the ISD2500 devices has an internal pull-down device. These devices are configured at the factory with an internal sampling clock frequency centered to ±1 percent of specification. The frequency is then maintained to a variation of ±2.25 percent over the entire commercial temperature and operating voltage ranges. The internal clock has a ±5 percent tolerance over the industrial temperature and voltage range. A regulated power supply is recommended for industrial temperature range parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin as follows:

Table 1: External Clock Sample Rates

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD2560	8.0 KHz	1024 KHz
ISD2575	6.4 KHz	819.2 KHz
ISD2590	5.3 KHz	682.7 KHz
ISD25120	4.0 KHz	512 KHz

These recommended clock rates should not be varied because the antialiasing and smoothing filters are fixed, and aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two. **If the XCLK is not used, this input must be connected to ground.**

SPEAKER OUTPUTS (SP+/SP–)

All devices in the ISD2500 series include an on-chip differential speaker driver, capable of driving 50 mW into 16 Ω from AUX IN (12.2 mW from memory).

The speaker outputs are held at V_{SSA} levels during record and power down. It is therefore not possible to parallel speaker outputs of multiple ISD2500 devices or the outputs of other speaker drivers.

NOTE: Connection of speaker outputs in parallel may cause damage to the device.

A single output may be used alone (including a coupling capacitor between the SP pin and the speaker). These outputs may be used individually with the output signal taken from either pin. Using the differential outputs results in a 4 to 1 improvement in output power.

NOTE: Never ground or drive an unused speaker output.

AUXILIARY INPUT (AUX IN)

The Auxiliary input is multiplexed through to the output amplifier and speaker output pins when $\overline{CE}$ is HIGH, P/$\overline{R}$ is HIGH, and playback is currently not active or if the device is in playback overflow. When cascading multiple ISD2500 devices, the AUX IN pin is used to connect a playback signal from a following device to the previous output speaker drivers. For noise considerations, it is suggested that the auxiliary input not be driven when the storage array is active.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS/MODE INPUTS (AX/MX)

The Address/Mode inputs have two functions depending on the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address (A8 and A9).

If either or both of the two MSBs are LOW, the inputs are all interpreted as address bits and are used as the start address for the current record or playback cycle. The address pins are inputs only and do not output internal address information as the operation progresses. Address inputs are latched by the falling edge of $\overline{CE}$.

If both MSBs are HIGH, the Address/Mode Inputs are interpreted as Mode bits according to the Operational Mode table. There are six Operational Modes (M0..M6) available as indicated in the table. It is possible to use multiple Operational Modes simultaneously. Operational Modes are sampled on each falling edge of $\overline{CE}$, and thus Operational Modes and direct addressing are mutually exclusive.

OPERATIONAL MODES

The ISD2500 series is designed with several built-in Operational Modes that provide maximum functionality with minimum additional components. These are described in detail below. The Operational Modes use the address pins on the ISD2500 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH (A8 and A9), the remaining address signals are interpreted as mode bits and not as address bits. Therefore, Operational Modes and direct addressing are not compatible and cannot be used simultaneously.

There are two important considerations for using Operational Modes. First, all operations begin initially at address 0, which is the beginning of the ISD2500 address space. Later operations can begin at other address locations, depending on the Operational Mode(s) chosen. In addition, the address pointer is reset to 0 when the device is changed from record to playback, playback to record (except M6 mode), or when a Power-Down cycle is executed.

Second, Operational Modes are executed when $\overline{CE}$ goes LOW and the two MSBs are HIGH. This Operational Mode remains in effect until the next LOW-going $\overline{CE}$ signal, at which point the current address/mode levels are sampled and executed.

Table 2: Operational Modes Table

Mode Control	Function	Typical Use	Jointly Compatible[1]
M0	Message cueing	Fast-forward through messages	M4, M5, M6
M1	Delete EOM markers	Position EOM marker at the end of the last message	M3, M4, M5, M6
M2	Not applicable	Reserved	N/A
M3	Looping	Continuous playback from Address 0	M1, M5, M6
M4	Consecutive addressing	Record/play multiple consecutive messages	M0, M1, M5
M5	$\overline{CE}$ level-activated	Allows message pausing	M0, M1, M3, M4
M6	Push-button control	Simplified device interface	M0, M1, M3

1. *Additional Operational Modes can be used simultaneously with the given mode.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATIONAL MODES DESCRIPTION

The Operational Modes can be used in conjunction with a microcontroller, or they can be hard-wired to provide the desired system operation.

M0 — MESSAGE CUEING

Message Cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical addresses of each message. Each $\overline{CE}$ LOW pulse causes the internal address pointer to skip to the next message. This mode should be used for playback only, and is typically used with the M4 Operational Mode.

M1 — DELETE EOM MARKERS

The M1 Operational Mode allows sequentially recorded messages to be combined into a single message with only one EOM marker set at the end of the final message. When this Operational Mode is configured, messages recorded sequentially are played back as one continuous message.

M2 — UNUSED

When Operational Modes are selected, the M2 pin should be LOW.

M3 — MESSAGE LOOPING

The M3 Operational Mode allows for the automatic, continuously repeated playback of the message located at the beginning of the address space. A message can completely fill the ISD2500 device and will loop from beginning to end without $\overline{OVF}$ going LOW.

M4 — CONSECUTIVE ADDRESSING

During normal operations, the address pointer will reset when a message is played through to an $\overline{EOM}$ marker. The M4 Operational Mode inhibits the address pointer reset on $\overline{EOM}$, allowing messages to be played back consecutively.

M5 — $\overline{CE}$-LEVEL ACTIVATED

The default mode for ISD2500 devices is for $\overline{CE}$ to be edge-activated on playback and level-activated on record. The M5 Operational Mode causes the $\overline{CE}$ pin to be interpreted as level-activated as opposed to edge-activated during playback. This is specifically useful for terminating playback operations using the $\overline{CE}$ signal.

In this mode, $\overline{CE}$ LOW begins a playback cycle, at the beginning of the device memory. The playback cycle continues as long as $\overline{CE}$ is held LOW. When $\overline{CE}$ goes HIGH, playback will immediately end. A new $\overline{CE}$ LOW will restart the message from the beginning unless M4 is also HIGH.

M6 — PUSH-BUTTON MODE

The ISD2500 series of devices contain a Push-Button Operational Mode. The Push-Button mode is used primarily in very low-cost applications and is designed to minimize external circuitry and components, thereby reducing system cost. In order to configure the device in Push-Button Operational Mode, the two most significant address bits must be HIGH, and the M6 mode pin must also be HIGH. A device in this mode always powers down at the end of each playback or record cycle after $\overline{CE}$ goes HIGH.

When this Operational Mode is implemented, several of the pins on the device have alternate functionality:

Table 3: Alternate Functionality in Pins

Pin Name	Alternate Functionality in Push-Button Mode
$\overline{CE}$	Start/Pause Push-Button (LOW pulse-activated)
PD	Stop/Reset Push-Button (HIGH pulse activated)
$\overline{EOM}$	Active-HIGH Run Indicator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CE PIN (START/PAUSE)

In Push-Button Operational Mode, $\overline{CE}$ acts as a LOW-going pulse-activated START/PAUSE signal. If no operation is currently in progress, a LOW-going pulse on this signal will initiate a playback or a record cycle according to the level on the P/$\overline{R}$ pin. A subsequent pulse on the $\overline{CE}$ pin, before an End-Of-Message is reached in playback or an overflow condition occurs, will cause the device to pause. The address counter is not reset, and another $\overline{CE}$ pulse will cause the device to continue the operation from the place where it was paused.

PD PIN (STOP/RESET)

In push-button Operational Mode, PD acts as a HIGH-going pulse-activated STOP/RESET signal. When a playback or record cycle is in progress and a HIGH-going pulse is observed on PD, the current cycle is terminated and the address pointer is reset to address 0, the beginning of the message space.

$\overline{EOM}$ PIN (RUN)

In Push-Button Operational Mode, $\overline{EOM}$ becomes an active-HIGH RUN signal which can be used to drive an LED or other external device. It is HIGH whenever a record or playback operation is in progress.

Recording in Push-Button Mode

1. The PD pin should be LOW, usually using a pull-down resistor.
2. The P/$\overline{R}$ pin is taken LOW.
3. The $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW. Recording starts, $\overline{EOM}$ goes HIGH to indicate an operation in progress.
4. The $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW. Recording pauses, $\overline{EOM}$ goes back LOW. The internal address pointers are not cleared, but an EOM marker is stored in memory to point to the message end. The P/$\overline{R}$ pin may be taken HIGH at this time. Any subsequent $\overline{CE}$ would start a playback at address 0.
5. The $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW. Recording starts at the next address after the previous set EOM marker. $\overline{EOM}$ goes back HIGH.

NOTE *If the M1 Operational Mode pin is also HIGH, the just previously written EOM bit is erased, and recording starts at that address.)*

6. When the recording sequences are finished, the final $\overline{CE}$ pulse LOW will end the last record cycle, leaving a set $\overline{EOM}$ marker at the message end. Recording may also be terminated by a HIGH level on PD, which will leave a set EOM marker.

Playback in Push-Button Mode

1. The PD pin should be LOW.
2. The P/$\overline{R}$ pin is taken HIGH.
3. The $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW. Playback starts, $\overline{EOM}$ goes HIGH to indicate an operation in progress.
4. If the $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW or an EOM marker is encountered during an operation, the part will pause. The internal address pointers are not cleared, and $\overline{EOM}$ goes back LOW. The P/$\overline{R}$ pin may be changed at this time. A subsequent record operation would not reset the address pointers and the recording would begin where playback ended.
5. $\overline{CE}$ is again pulsed LOW. Playback starts where it left off, with $\overline{EOM}$ going HIGH to indicate an operation in progress.
6. Playback continues as in steps 4 and 5 until PD is pulsed HIGH or overflow occurs.
7. If in overflow, pulling $\overline{CE}$ LOW will reset the address pointer and start playback from the beginning. After a PD pulse, the part is reset to address 0.

NOTE *Push-button mode can be used in conjunction with modes M0, M1, and M3.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GOOD AUDIO DESIGN PRACTICES

ISD products are very high-quality single-chip voice recording and playback systems. To ensure the highest quality voice reproduction, it is important that good audio design practices on layout and power supply decoupling be followed. See the ISD Application Notes in this book for details.

ISD1000A COMPATIBILITY

The ISD2500 series of devices is designed to provide upward compatibility with the ISD1000A family. When designing with the ISD2500 series, the following differences should be noted.

ADDRESSING

The ISD2560/75/90/120 devices have 480K storage cells designed to provide 60 seconds of storage at a sampling rate of 8.0 KHz. This is approximately four times the storage of the ISD1000A family. To enable the same addressing resolution, two additional address pins have been added. The address space of each device is divisible into 600 increments with valid addressing from 00 to 257 Hex. Some higher addresses are mapped into the Operational Modes. All other addresses are invalid.

OVERFLOW

The ISD1000A series combined two functions on the $\overline{EOM}$ pin: end-of-message indication and overflow. The ISD2500 separates these two functions. Pin 25 (PDIP package) remains as EOM, but outputs only the EOM signal indication. Pin 22 (PDIP package) becomes $\overline{OVF}$ and pulses LOW only when the device reaches its end of memory, or is "full." This change allows easy message cueing and addressability across device boundaries. This also means that the M2 Operational Mode found in the ISD1000A family is not implemented in the ISD2500 series.

PUSH-BUTTON MODE

The ISD2500 series includes an additional Operational Mode called Push-Button mode. This provides an alternative interface to the record and playback functions of the part. The $\overline{CE}$ and PD pins become redefined as edge-activated "push-buttons." A pulse on $\overline{CE}$ initiates a cycle, and if triggered again, pauses the current cycle without resetting the address pointer (i.e., a Start or Pause function). PD stops any current cycle and resets the address pointer to the beginning of the message space (i.e., a Stop and Reset function). Additionally, the $\overline{EOM}$ pin functions as an active-HIGH run indicator, and can be used to drive an LED indicating a record or playback operation is in progress. Devices in the Push-Button mode cannot be cascaded.

LOOPING MODE

The ISD2500 series can loop with a message that completely fills the memory space.

NOTE *Additional descriptions of ISD2500 device functionality and application examples are provided in the ISD Application Notes in this book.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAMS

Figure 2: Record

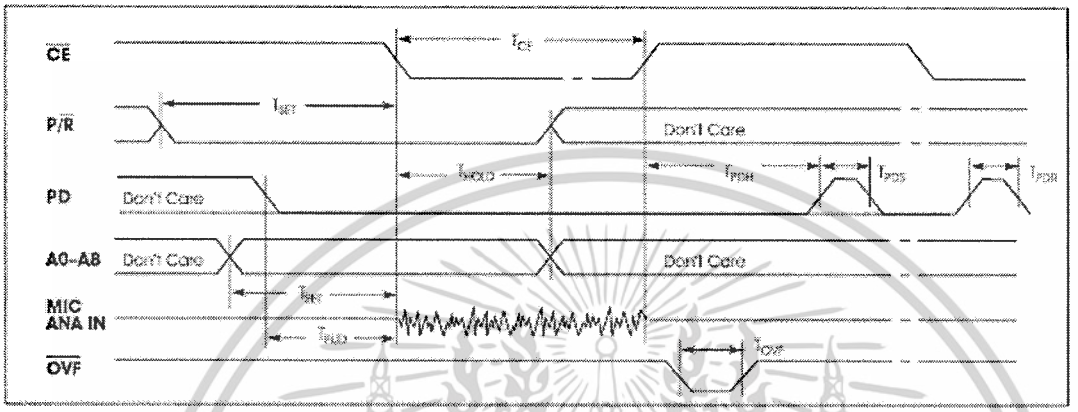
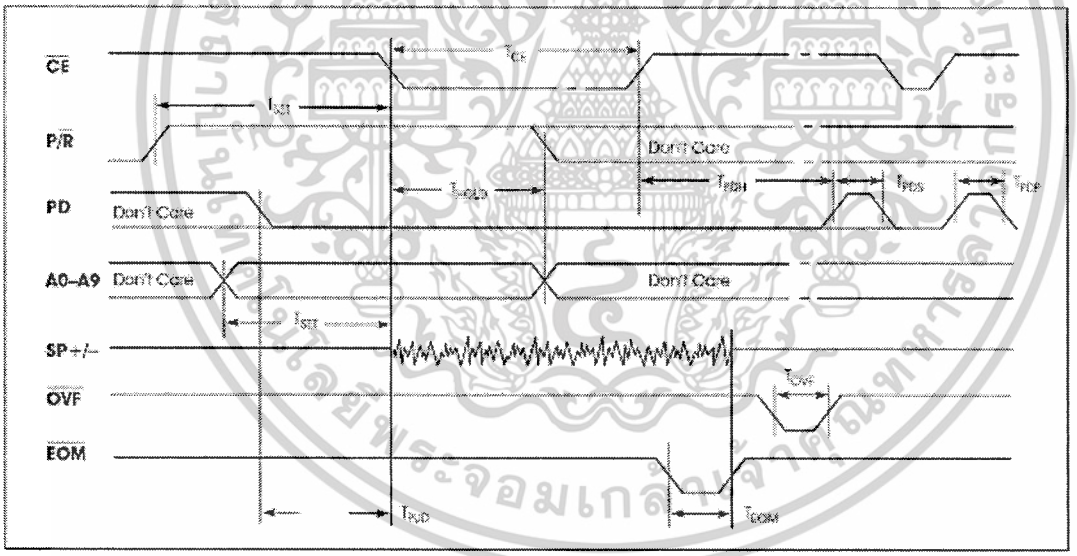
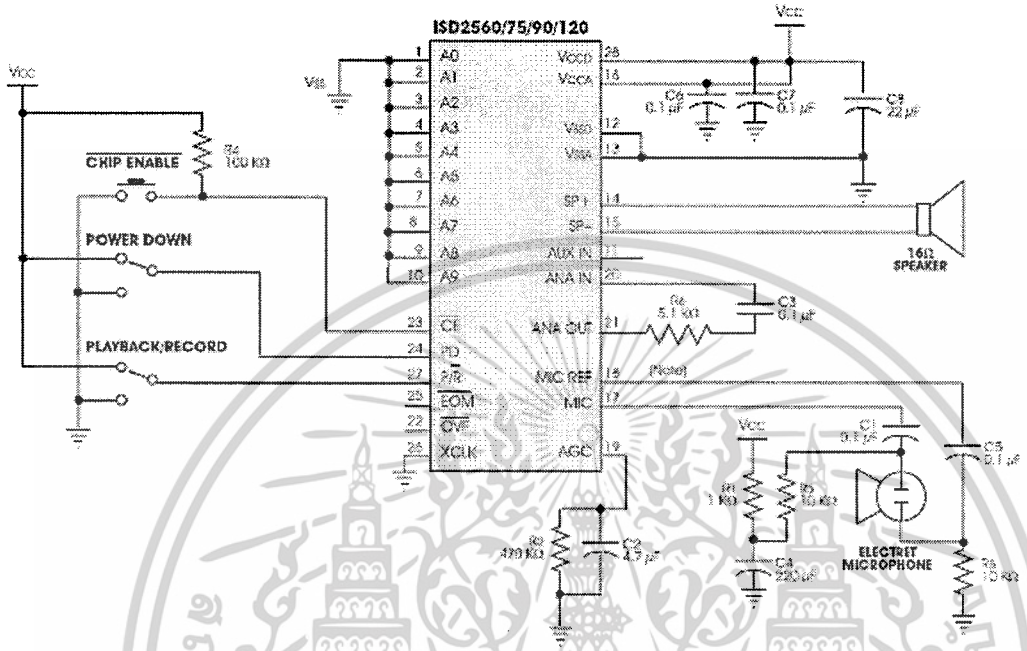


Figure 3: Playback



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4: ISD2560/75/90/120 Application Example—Design Schematic



NOTE: *If desired, pin 18 (PDIP package) may be left unconnected (microphone preamplifier noise will be higher). In this case, pin 18 must not be tied to any other signal or voltage. Additional design example schematics are provided in the Application Notes in this book.*

Table 12: Application Example—Basic Device Control

Control Step	Function	Action
1	Power up chip and select record/playback mode	(1.) PD = LOW, (2.) P/$\overline{R}$ = As desired
2	Set message address for record/playback	Set addresses A0–A9
3A	Begin playback	P/$\overline{R}$ = HIGH, $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3B	Begin record	P/$\overline{R}$ = LOW, $\overline{CE}$ = LOW
4A	End playback	Automatic
4B	End record	PD or $\overline{CE}$ = HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 13: Application Example—Passive Component Functions

Part	Function	Comments
R1	Microphone power supply decoupling	Reduces power supply noise
R2	Release time constant	Sets release time for AGC
R3, R5	Microphone biasing resistors	Provides biasing for microphone operation
R4	Series limiting resistor	Reduces level to prevent distortion at higher supply voltages.
R6	Series limiting resistor	Reduces level to high supply voltages
C1, C5	Microphone DC-blocking capacitor Low-frequency cutoff	Decouples microphone bias from chip. Provides single-pole low-frequency cutoff and common mode noise rejection.
C2	Attack/Release time constant	Sets attack/release time for AGC
C3	Low-frequency cutoff capacitor	Provides additional pole for low-frequency cutoff
C4	Microphone power supply decoupling	Reduces power supply noise
C6, C7, C8	Power supply capacitors	Filter and bypass of power supply

EXPLANATION

In this simplified block diagram of a microcontroller application, the Push-Button mode and message cueing are used. The microcontroller is a 16-pin version with enough port pins for buttons, an LED, and the ISD2500 series device. The software can be written to use three buttons: one each for play and record, and one for message selection. Because the microcontroller is interpreting the buttons and commanding the ISD2500 device, software can be written for any functions desired in a particular application.

NOTE *ISD does not recommend connecting address lines directly to a microprocessor bus. Address lines should be externally latched.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 5: ISD2560/75/90/120 Application Example—Microcontroller/ISD2500 Interface

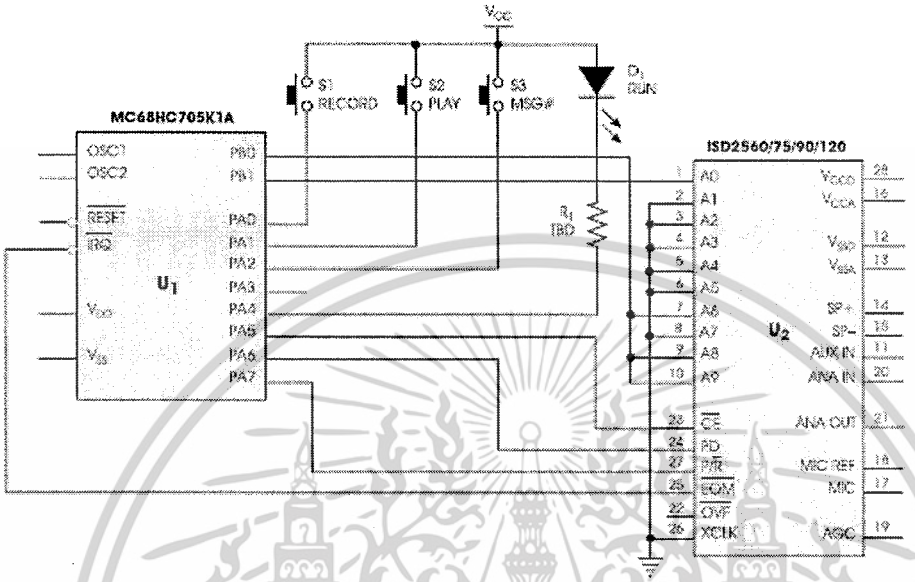
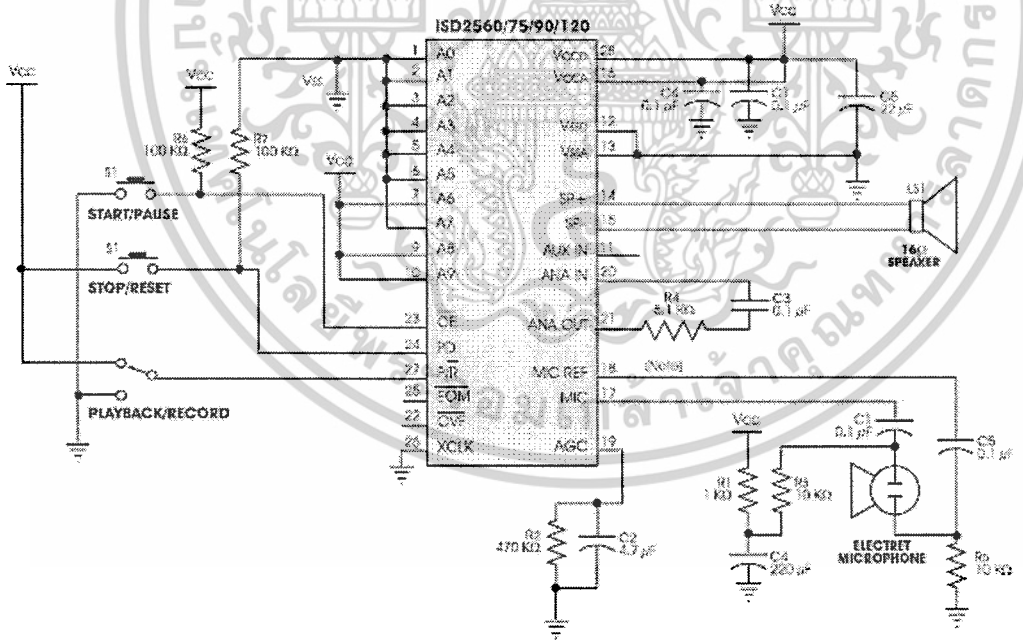


Figure 6: ISD2500 Application Example—Push-Button



NOTE: *Please refer to Application Information.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PUSH-BUTTON TIMING DIAGRAMS

Figure 7: Push-Button Mode Record

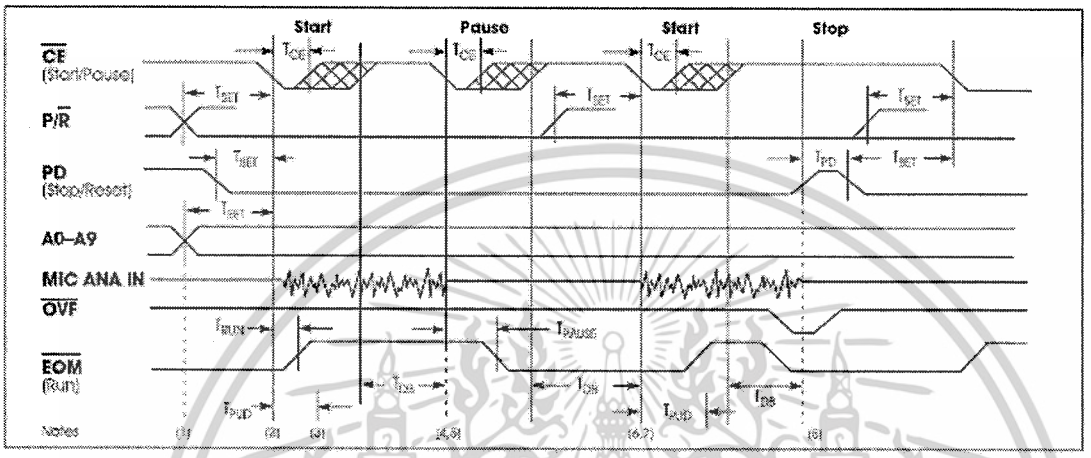
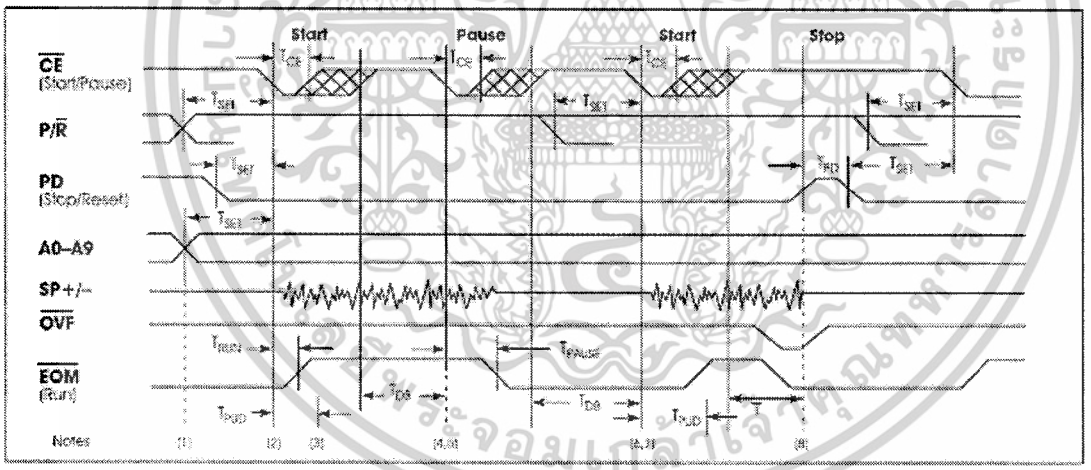


Figure 8: Push-Button Mode Playback



1. *A9, A8, and A6 = 1 for push-button operation.*
2. *The first $\overline{CE}$ LOW pulse performs a Start function.*
3. *The part will begin to play or record after a power-up delay T_{PUD}.*
4. *The part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period TDB before it will recognize another falling edge of $\overline{CE}$ and pause.*
5. *The second $\overline{CE}$ LOW pulse, and every even pulse thereafter, performs a Pause function.*
6. *Again, the part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period TDB before it will recognize another falling edge of $\overline{CE}$, which would restart an operation. In addition, the part will not do an internal power down until $\overline{CE}$ is HIGH for the TDB time.*
7. *The third $\overline{CE}$ LOW pulse, and every odd pulse thereafter, performs a Resume function.*
8. *At any time, a HIGH level on PD will stop the current function, reset the address counter, and power down the device.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายนที นิยมรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	21 กันยายน พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	43/1 หมู่ 6 ตำบลโมคลาน อำเภอท่าศาลา
	จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160 โทรศัพท์ 06-2668439
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านวังหิน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพรหมคีรีพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยการอาชีพพรหมคีรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	อดีตไม่สำคัญ ปัจจุบันและอนาคตสำคัญที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายไพโรจน์ เมฆบุตร
วัน เดือน ปีเกิด	29 ธันวาคม 2525
ภูมิลำเนา	15/1 หมู่ 2 ตำบลกระโสม อำเภอตะกั่วทุ่ง
	จังหวัดพังงา 82130 โทรศัพท์ 06-5412792
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดสุวรรณคูหา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนดีบุกพังงาวิทยายน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ความขยันและพยายามคือหนทางสู่ความสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายวีรชัย สุขสว่าง

วัน เดือน ปีเกิด 10 พฤษภาคม 2525

ภูมิลำเนา 729 หมู่ 1 ตำบลท่ามะเดื่อ อำเภอบางแก้ว
จังหวัดพัทลุง 93140 โทรศัพท์ 0-40443016

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบางแก้วเพียรคุณูปถัมภ์

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบางแก้วพิทยาคม

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ คิดให้ดี แล้วทำให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายธารานนท์ น่าชม

วัน เดือน ปีเกิด 20 มกราคม พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา 135 หมู่ 6 ตำบล ท่าข้าม อำเภอ พุนพิน
จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84130 โทรศัพท์ 0-65577497

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดสุวรรณโกฏิ

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทพมิตรศึกษา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนอาชีวะดอนบอสโกสุราษฎ์

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ จงอย่ายึดติดอยู่กับอดีต แต่จงยึดติดอยู่กับปัจจุบันและทำมันให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้