สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ระบบควบคุมและเตือนภัยเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์และรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์

Control and Emergency System for Electrical Equipment via Telephone and Radio Pager

ชื่อนักศึกษา

1. นายนพดล	วงศ์วัฒนากุล	รหัสประจำตัว	41031112
2. นายประสงค์	แก้ววิจิตร	รหัสประจำตัว	41031114
3. นายลาด	มากสลุง	รหัสประจำตัว	41031123
4. นายสงกรานต์	ไวยรัตนา	รหัสประจำตัว	41031127

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	.....
2. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
3. อาจารย์พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	.....
4. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....
5. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 37211
วัน, เดือน, ปี 5 ก.ย. 2543

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

ระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์

EMERGENCY SYSTEM VIA RADIO PAGER

นายนพดล วงศ์วัฒนากูล

นายประสงค์ แก้ววิจิตร

นายลาด มากสลุง

นายสงกรานต์ ไวยรัตนา

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์

Emergency System Via Radio Pager

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในงานควบคุม
2. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาแอสแซมบลีบนไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
3. เพื่อออกแบบระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านบริการวิทยุติดตามตัวระบบตัวเลข
4. เพื่อออกแบบวงจรควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์
5. เพื่อสร้างระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านบริการวิทยุติดตามตัวระบบตัวเลข
6. เพื่อสร้างวงจรควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์
7. เพื่อนำโครงงานที่จัดสร้างขึ้นไปใช้เกี่ยวกับงานเตือนภัย และควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในระบบงานเตือนภัย และควบคุม
2. ได้ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมบนระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
3. ได้วงจรระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์
4. ได้วงจรควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์
นักศึกษา	นายนพดล วงศ์วัฒนากูล
	นายประสงค์ แก้ววิจิตร
	นายลาด มากสลุง
	นายสงกรานต์ ไวยรัตนา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านทางเพจเจอร์ และระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ โดยใช้สัญญาณความถี่คู่ ควบคุมการทำงานของระบบซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมหลักของการทำงาน ระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านทางเพจเจอร์สามารถใช้ได้กับเพจเจอร์ทุกยี่ห้อที่มีอยู่ในปัจจุบัน ส่วนระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์ดังกล่าวว่าทำงานอยู่หรือไม่ โดยตรวจสอบสัญญาณผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Emergency System Via Radio Pager
Students	Mr.Noppadon Wongwattanakul
	Mr.Prasong Kaewvijit
	Mr.Lard Maksalung
	Mr.Songkran Wairattana
Advisor	Mr.Surachai Pimsalee
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	1999

ABSTRACT

This thesis presents the Emergency System Via Radio Pager and Electrical Equipment Control System Via Telephone Wire. It uses DTMF signal to control operated of all system which control by the microcontroller MCS – 51. This project supports every pager agencies in time and electrical equipment controller system can check their status ON or OFF and sends the signal via telephone wire.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ความดีทุกอย่างในปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่พระคุณของคุณพ่อคุณแม่ที่ทำให้ลูกมีชีวิตจนเติบโตขึ้นทุกวันนี้ได้ พระคุณของครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรบสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาต่างๆ ให้แก่ศิษย์ อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมที่ได้ให้คำแนะนำ และเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ในห้องทดลองปฏิบัติการ เพื่อนทุกคนที่ให้ยืมอุปกรณ์ต่างๆ และคำแนะนำ ขอขอบคุณความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน และกำลังใจจากทุกคนที่ได้ช่วยให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	4
2.3 ขั้นตอนการทำงานโทรศัพท์	7
2.4 ความถี่มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์	9
2.5 ระบบส่งโทรศัพท์แบบส่งความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency Type)	9
2.6 การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ด้วยไอซีเบอร์ MT8870	15
2.7 โครงสร้างชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์	16
2.8 วงจรส่งรหัสเลขหมายไอซีเบอร์ MC145412	19
2.9 หลักการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	22
2.10 หลักการ และทฤษฎีเพจเจอร์	23
2.11 ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยอิเล็กทรอนิกส์	41
2.12 ระบบเตือนภัย	47
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	50
3.1 กล่าวนำ	50
3.2 ชุดควบคุมสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับ	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3 ชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	66
3.4 การเขียนโปรแกรม	76
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	81
4.1 กล่าวนำ	81
4.2 การทดลองเครื่องควบคุมระบบเตือนภัยรายงานสถานภาพผ่านเพจเจอร์	81
4.3 ขั้นตอนการทดลองชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์	83
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไขและพัฒนา	87
5.1 บทสรุป	87
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน	87
5.3 แนวทางการแก้ไขและพัฒนา	88
ภาคผนวก ก ส่วนประกอบของเครื่องระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์	
ภาคผนวก ข วงจรและลายวงจรพิมพ์	
ภาคผนวก ค โปรแกรมควบคุมการทำงาน	
ภาคผนวก ง รายละเอียดข้อมูลและคุณสมบัติของอุปกรณ์	
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานเครื่องควบคุมระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์	
บรรณานุกรม	
ประวัติผู้แต่ง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ระบบความถี่ DTMF	10
ตารางที่ 2.2 ฟังก์ชั่นของหน่วยความจำภายใน	13
ตารางที่ 2.3 ตำแหน่ง CRA	13
ตารางที่ 2.4 ตำแหน่งบิต CRB	13
ตารางที่ 2.5 ลักษณะการควบคุมรีจิสเตอร์ A	14
ตารางที่ 2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	17
ตารางที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ขา MS และการทำงาน	21
ตารางที่ 2.8 การกำหนดความถี่ใช้งานของวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่	26
ตารางที่ 3.1 ค่าความถี่ของแต่ละแถวแนวตั้ง และแนวนอน	51
ตารางที่ 3.2 ค่าเอาต์พุตของ MT8870 ที่การกดคีย์หมายเลขต่างๆ	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์และการเชื่อมต่อกับชุมสาย	6
รูปที่ 2.2 แป้นกดแบบความถี่คู่พร้อมความถี่ประจำแถวและหลัก	6
รูปที่ 2.3 แบบอิเล็กทรอนิกส์ริงเกอร์ (เสียงผู้เรียก) [Electronic Ringer (Tone Caller)]	7
รูปที่ 2.4 ไฟฟ้ากระแสตรงที่เลี้ยงคู่สาย	8
รูปที่ 2.5 สัญญาณเรียกซึ่งเป็นสัญญาณซายน์มีความถี่ 20-25 Hz	8
รูปที่ 2.6 แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้น	10
รูปที่ 2.7 รายละเอียดของไอซี MT8870	13
รูปที่ 2.8 วงจรภายในของไอซี MT8870	15
รูปที่ 2.9 แผนผังของไอซีเบอร์ MC145412	20
รูปที่ 2.10 การให้บริการวิทยุติดตามตัวโดยใช้รอบเหนี่ยวนำ	28
รูปที่ 2.11 สายอากาศระบบวิทยุติดตามตัวแบบสื่อสารเฉพาะท้องถิ่นซึ่งให้รูปแบบแพร่กระจายของคลื่นเป็นลักษณะรูปโคนลงสู่พื้น	28
รูปที่ 2.12 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครื่องเพจเจอร์กับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่	29
รูปที่ 2.13 รูปแบบของมาตรฐานการส่งสัญญาณตามรหัส POCSAG	33
รูปที่ 2.14 สำหรับทุกแบตช์จะมีการจัดสรรให้แต่ละกลุ่มข้อมูลติดต่อกับเครื่องลูกข่ายเฉพาะกลุ่มเรียงจากกลุ่มที่ 1 ถึง กลุ่มที่ 8	34
รูปที่ 2.15 รูปแบบของกลุ่มข้อมูลทั้ง 4 ชนิด	35
รูปที่ 2.16 การชดเชยเวลาหน่วงของเทคนิคการส่งสัญญาณแบบกึ่งซิงโครนัส	38
รูปที่ 2.17 การใช้งานชุดแสดงผลที่รับข้อมูลในระบบเพจเจอร์ซึ่งมีคอมพิวเตอร์ร่วมอยู่ด้วย	39
รูปที่ 2.18 การใช้งานชุดแสดงผลที่รับข้อมูลในระบบเพจเจอร์ซึ่งไม่มีคอมพิวเตอร์ร่วมอยู่ด้วย	40
รูปที่ 2.19 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบรักษาความปลอดภัยด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์	42
รูปที่ 2.20 ระบบกระดิ่งประตูไฟฟ้า หรือระบบแจ้งการเข้าบ้าน	42
รูปที่ 2.21 ระบบสัญญาณกันขโมยพื้นฐาน	43
รูปที่ 2.22 ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยอินฟราเรดแบบพาสซีฟ (PIR)	44
รูปที่ 2.23 ระบบสัญญาณกันขโมยแบบไร้สาย	45
รูปที่ 3.1 วงจรชุดรับอินฟราเรด	52
รูปที่ 3.2 วงจรรีโมท	53

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับความร้อน	53
รูปที่ 3.4 วงจรสวิตช์สั่นสะเทือน	54
รูปที่ 3.5 วงจรตัดต่อสวิตช์โทรศัพท์อัตโนมัติ	55
รูปที่ 3.6 วงจรตรวจจับด้วยรีดรีเลย์	56
รูปที่ 3.7 วงจรชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	60
รูปที่ 3.8 การต่อวงจรชุดขับแสดงผล	61
รูปที่ 3.9 ชุดควบคุมสวิตช์การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	63
รูปที่ 3.10 ผังการทำงานของโปรแกรมขั้นตอนการส่งเพจเจอร์	67
รูปที่ 3.11 ผังการทำงานของโปรแกรมชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	70
รูปที่ 4.1 หน้าปัทม์เครื่อง	71
รูปที่ 4.2 การทดลองเครื่อง	71
รูปที่ 4.3 การทดลองตรวจสอบข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้	72
รูปที่ 4.4 การต่อใช้งาน 1 ช่อง จากตัวตรวจจับความร้อน	73
รูปที่ ก.1 การวางอุปกรณ์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว	78
รูปที่ ก.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ CP – 32	78
รูปที่ ก.3 วงจรเปลี่ยนรหัส DTMF เป็นรหัส 4 บิต	79
รูปที่ ก.4 วงจรควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	79
รูปที่ ก.5 วงจร โทรศัพท์ที่นำมาประยุกต์ใช้งาน	80
รูปที่ ก.6 วงจรตัดต่อคีย์โทรศัพท์อัตโนมัติ	80
รูปที่ ก.7 หน้าปัทม์ด้านหน้า	81
รูปที่ ก.8 ขั้วต่อใช้งานด้านหลัง	81
รูปที่ ก.9 แบบบ้านจำลองภายนอก	82
รูปที่ ก.10 ตำแหน่งการติดตั้งตัวตรวจจับในแบบบ้านจำลอง	82
รูปที่ ก.11 ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว	83
รูปที่ ก.12 สวิตช์สั่นสะเทือน	83
รูปที่ ก.13 สวิตช์รีดรีเลย์	84
รูปที่ ก.14 การติดตั้งตัวตรวจจับความร้อน และตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว	84

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ก.15 วงจรตรวจจับต่างๆ ที่ติดตั้งในแบบบ้านจำลอง	85
รูปที่ ข.1 วงจรคีย์สวิตช์	87
รูปที่ ข.2 ลายวงจรพิมพ์วงจรคีย์สวิตช์	88
รูปที่ ข.3 วงจรสวิตช์บอร์ด	89
รูปที่ ข.4 ลายวงจรพิมพ์วงจรสวิตช์บอร์ด	90
รูปที่ ข.5 วงจรสวิตช์สะเทือน	91
รูปที่ ข.6 ลายวงจรพิมพ์วงจรสวิตช์สะเทือน	91
รูปที่ ข.7 วงจรรีโมท	92
รูปที่ ข.8 ลายวงจรพิมพ์วงจรรีโมท	92
รูปที่ ข.9 วงจรตรวจจับความร้อน	93
รูปที่ ข.10 ลายวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับความร้อน	93
รูปที่ ค.1 ชุดคำสั่งโปรแกรมการรายงานสถานภาพผ่านทางเพจเจอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	107
รูปที่ ค.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	114
รูปที่ จ.1 หน้าปัทม์เครื่อง	134
รูปที่ จ.2 หน้าปัทม์เครื่อง	135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

สังคมไทยในปัจจุบันนี้มีการแข่งขันสูงทางด้านธุรกิจทำให้มนุษย์ต้องทำงานมากขึ้นเพื่อที่จะมีรายได้ที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เวลาส่วนใหญ่ที่มีอยู่ทั้งวันนั้นอยู่กับที่ทำงาน ต้องเดินทางออกจากบ้าน และปิดบ้านทิ้งไว้โดยที่ไม่มีคนดูแล หรือไม่มีคนเฝ้า ซึ่งอาจเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดขึ้นมาได้ เช่น ไฟไหม้ แก๊สรั่ว ขโมยเข้าบ้าน และอื่นๆ ซึ่งเราจะไม่สามารถรับรู้ และสามารถแก้ไขปัญหาได้เลยเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ขึ้น ซึ่งถ้าเราสามารถรับรู้ในขณะที่เกิดเหตุร้ายขึ้นนั้นอาจจะช่วยให้ความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากมากทำให้ลดน้อยลงได้ และสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที ซึ่งในปัจจุบันเครื่องมือทางด้านการสื่อสารได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีการใช้อย่างแพร่หลายในวงการธุรกิจจนถึงการใช้ในบ้าน โทรศัพท์เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้มาก และยังมีวิทยุติดตามตัว หรือที่เรียกว่าเพจเจอร์ ซึ่งเป็นวิวัฒนาการสมัยใหม่ที่นิยมใช้มากในปัจจุบันเนื่องจากมีความสะดวกในการติดต่อระหว่างผู้รับ และผู้ส่ง ซึ่งการนำอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้นั้น เป็นการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านการเตือนภัยร้ายต่างๆ และสามารถที่จะนำเทคโนโลยีการสื่อสารมาใช้ในการสั่งงานทางโทรศัพท์ได้

การติดต่อทางโทรศัพท์ได้เริ่มต้นขึ้นจากผลการทดลองของอเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบล เมื่อ 10 มีนาคม พ.ศ. 2419 และต่อมาก็ได้มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงปัจจุบัน ระบบชุมสายโทรศัพท์ และเครื่องโทรศัพท์ได้มีการพัฒนาไปพร้อมๆ กันจนกระทั่งถึงปัจจุบันระบบชุมสายโทรศัพท์เป็นระบบชุมสายดิจิตอลที่ถูกใช้ในปัจจุบัน ซึ่งเรียกระบบชุมสายนี้ว่า SPC (Stored Program Control) ส่วนการผลิตเครื่องโทรศัพท์ได้นำเอาอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมาใช้ จึงทำให้ตัวเครื่องโทรศัพท์มีขนาดเล็กลง และเปลี่ยนการกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่ได้จากการหมุนหมายเลขมาเป็นสัญญาณโทน (Tone) หรือ สัญญาณความถี่คู่ (Dual Tone Multi-Frequency หรือ DTMF) ที่ได้จากการกดปุ่มหมายเลข และยังมีอุปกรณ์การสื่อสารแบบใหม่ที่เรียกว่าเพจเจอร์เกิดขึ้นมา

ดังนั้น ทางกลุ่มจึงได้ทำการสร้างเครื่องเตือนภัย และควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยสามารถรายงานสภาพทางเพจเจอร์ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาเหตุร้ายที่เกิดขึ้น และสามารถที่จะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขีดความสามารถ

ในระบบควบคุม และเตือนภัยนี้ได้ออกแบบการควบคุมต่างๆ ของส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์ โดยที่นำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งานร่วมในโครงงานทำให้ตัวเครื่องมีขีดความสามารถที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสะดวกที่จะนำไปใช้ในงานให้เกิดประโยชน์ในการเตือนภัย และอำนวยความสะดวกในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถรับรู้สถานภาพต่างๆ ได้ซึ่งคุณสมบัติของเครื่องระบบควบคุม และเตือนภัยนี้มีดังต่อไปนี้

1) การใช้งานง่ายสะดวก
2) สามารถตั้งรหัสผ่านในส่วนชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
3) สามารถตั้งเบอร์บริการทางเพจเจอร์ได้ทุกศูนย์บริการ
4) สามารถตั้งหมายเลขเครื่องได้
5) สามารถเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์ได้
6) สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 7 อุปกรณ์
7) สามารถสั่งงาน หรือควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์ได้
8) ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ในปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ รายละเอียดทางทฤษฎีทั้งหมดที่เกี่ยวข้องของโครงงาน, หลักการทำงาน, การออกแบบการสร้างวงจรที่ใช้งาน และการจัดทำคู่มือการใช้งาน ซึ่งเนื้อหาโดยสังเขปของแต่ละบทมีดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการของโทรศัพท์, หลักการทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์, ระบบความปลอดภัย และการทำงานของเพจเจอร์ซึ่งทำให้ผู้อ่านได้มีความรู้ความเข้าใจที่เป็นพื้นฐาน

บทที่ 3 การออกแบบ, การสร้าง และการทำงานของระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์ และระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากล่าวถึงการทำงานของส่วนรับสัญญาณอินพุต, ส่วนประมวลผล, ส่วนแสดงผล และส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองการเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์ และการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา เป็นการสรุปผลการทำงาน และได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ไข และแนวทางในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ และการใช้งานได้อย่างสะดวกมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาคผนวกแสดงรายละเอียดของโปรแกรม และรายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้จัดทำโครงงานดังนี้

ภาคผนวก ก ส่วนประกอบของระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์ และชุดระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ภาคผนวก ข วงจร และลายวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ภาคผนวก ง รายละเอียดข้อมูล และคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

ภาคผนวก จ คู่มือในการใช้ระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

บทนี้กล่าวถึงทฤษฎี และหลักการเบื้องต้นของระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์ และสามารถที่จะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ได้อีกด้วย โดยความสำคัญในส่วนต่างๆ จะมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์ในส่วนของโครงสร้างโทรศัพท์ และหลักการของการเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency Type : DTMF) รวมถึงการอธิบายหลักการ และทฤษฎีของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และคุณสมบัติของไอซีเบอร์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน และคุณสมบัติของเพจเจอร์ และยังกล่าวถึงระบบรักษาความปลอดภัยด้วยอิเล็กทรอนิกส์ในแบบต่างๆ และมีระบบที่ใช้เกี่ยวกับในโครงงานนี้ด้วย ซึ่งในหลักการ และทฤษฎีที่จะกล่าวนี้เป็นทฤษฎีเบื้องต้นเพื่อให้เข้าใจในการทำงานของส่วนต่างๆ ของโครงงานนี้

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการสมาชิก และผู้รู้เลขหมายสมาชิกให้สามารถเรียกสลับคู่สนทนาต่างๆ ต่อกันโดยไม่จำเป็นเดินทางไปหากัน

โทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือ ระบบหน้าปัทม์แบบหมุน (Cross bar) กับระบบหน้าปัทม์แบบกดปุ่ม (DTMF : Dual Tone Multi Frequency) แต่ในปัจจุบันนี้ได้เปลี่ยนมาใช้ระบบ DTMF กันเกือบทั้งหมดแล้วเนื่องจากระบบใหม่มีข้อดีกว่า

2.2.1 ระบบโทรศัพท์

ในระบบโทรศัพท์จะประกอบไปด้วย

1) การเรียกทางโทรศัพท์ (Telephone Call) คือ การเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ระหว่างสมาชิกผู้เรียก และผู้รับ

2) เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set) คือ อุปกรณ์สำหรับสมาชิกใช้พูด และฟังในการสนทนาผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เมื่อต้องการเรียกก็หมุนหรือกดหมายเลขผู้รับที่หน้าปัทม์

3) ผู้เรียก (Calling Subscriber) หรือสมาชิกผู้เรียก คือ ผู้เริ่มต้นการเรียกจะด้วยการแจ้งให้ผู้ที่เป็นพนักงานช่วยต่อกับผู้รับหมุน หรือกดหมายเลขของผู้รับเมื่อเครื่องโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของเครื่องชุมสายอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ผู้รับ (Called Subscriber) หรือสมาชิกผู้ถูกเรียก คือ ผู้ตอบรับทางการโทรศัพท์เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Signal)

5) คู่สายสมาชิก (Subscriberline) คือ คู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูดแจกจ่ายออกมาจากสถานีที่ติดตั้งเครื่องชุมสายท้องถิ่นไปยังบ้านผู้เช่าหรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ

6) เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ(Automatic Telephone Switching) คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียกกับผู้รับอัตโนมัติ

เครื่องโทรศัพท์จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางของการสื่อสารแบบสองทิศทางคู่สนทนาสามารถได้ยินเสียง และคุยตอบโต้ได้ในเวลาเดียวกันในช่วงแรกของการประดิษฐ์โทรศัพท์ ต้องเดินสายโทรศัพท์ต่อ ถึงกันโดยตรงทุกคู่สายต่อมาเมื่อเครื่องโทรศัพท์มีจำนวนมากขึ้นทำให้ไม่สะดวกที่จะใช้ระบบเดิม จึงได้มีการจัดตั้งหน่วยงานส่วนกลางขึ้นมา โดยมีผู้ทำหน้าที่ควบคุมสวิตช์ต่อสายโทรศัพท์ตามเลขหมายที่ผู้เช่าต้องการ

2.2.2 หลักการในการใช้โทรศัพท์ในปัจจุบัน

1) ผู้เช่าสามารถขอใช้ระบบโทรศัพท์โดยการยกหูโทรศัพท์ขึ้น

2) มีเสียงสัญญาณให้หมุน

3)ใช้เลขหมายเป็นตัวบ่งถึงผู้รับปลายทาง

4) มีสัญญาณบอกสภาวะของการเรียก ซึ่งจะเป็นสัญญาณเสียงต่างๆ กัน

5) ที่ด้านรับจะมีเสียงกระดิ่งเป็นตัวบอกว่ามีการเรียกเข้ามา

6) เครื่องโทรศัพท์จะแปลงสัญญาณเสียงของผู้พูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าโดยใช้ไมโครโฟนแล้วส่งไปตามสายเพื่อเปลี่ยนกลับเป็นสัญญาณเสียงให้ผู้รับได้ยินที่ลำโพงของอีกฝ่ายหนึ่ง

7) มีการเปลี่ยนแปลงอิมพีแดนซ์ และแรงดันอัตโนมัติตามระยะทาง และสภาพของคู่สาย

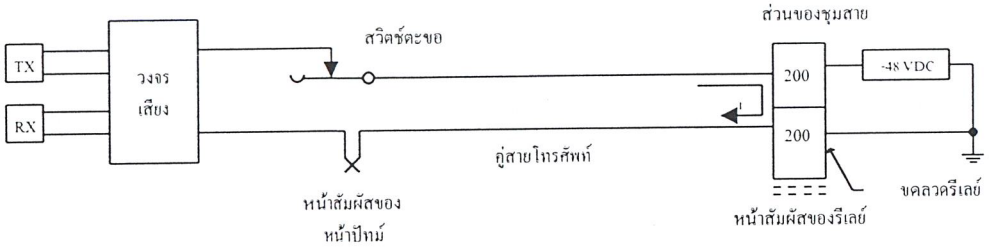
8) ระบบการทำงานของโทรศัพท์เสร็จสิ้นเมื่อวางหูโทรศัพท์

การส่งเลขหมายโทรศัพท์ไปยังชุมสายในปัจจุบันทำได้ 2 วิธี คือ การส่งแบบพัลส์ และการส่งแบบสัญญาณความถี่คู่ซึ่ง ทั้ง 2 แบบ มีวิธีการทำงานที่แตกต่างกันออกไป คือ

1) การส่งเลขหมายแบบพัลส์

เมื่อผู้เช่ายกหูฟังจะทำให้มีกระแสไฟตรง 48 โวลต์ ไหลผ่านฮุกสวิตช์, วงจรของเครื่องโทรศัพท์ และผ่านตัวตัดต่อที่เรียกว่าไดอัลอิมพัลส์คอนแทค (Dial Impulse Contact) ซึ่งขณะหมุนหมายเลข ตัวตัดต่อชุดนี้จะทำการตัดต่อสัญญาณไฟตรงที่มาจากชุมสาย ดังแสดงในรูปที่ 2.7

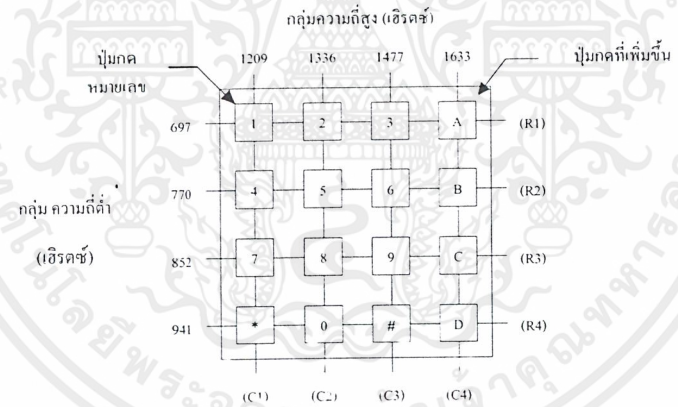
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์ และการเชื่อมต่อกับชุมสาย

เมื่อผู้เช่าได้ยินเสียงสัญญาณให้หมุนความถี่ 450 เฮิรตซ์ มอดูเลตกับ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ และเริ่มหมุนหน้าปัทม์ไม่ว่าจะหมุนเลขใด จะทำให้เกิดพัลส์จำนวนเท่ากับเลขที่หมุน เพื่อส่งไปยังชุมสายทำให้อุปกรณ์ภายในชุมสายต่อไปยังเลขหมายที่ต้องการ

2) การส่งเลขหมายแบบโทนเสียง



รูปที่ 2.2 แป้นกดแบบความถี่คู่ พร้อมความถี่ประจำแถว และหลัก

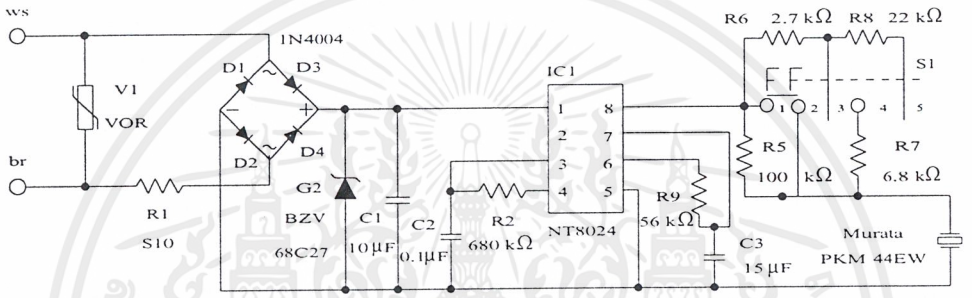
ปัจจุบันโทรศัพท์ส่วนใหญ่ จะใช้การส่งเลขหมายด้วยระบบความถี่คู่ ซึ่งจะมีการถอดรหัสดังกล่าวโดยอุปกรณ์ภายในชุมสาย ระบบสัญญาณความถี่คู่ จะมีความถี่คู่ทั้งหมด 16 ชุด ดังรูปที่ 2.2 มีปุ่มกด 16 ปุ่ม แสดงเลข 0 ถึง 9 และสัญลักษณ์ * และ # ปุ่มที่ไม่ปรากฏ ในเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปคือปุ่ม A, B, C, และ D เมื่อเรากดเลขใดๆ หนึ่งปุ่ม จะทำให้เกิดความถี่ 2 ความถี่ขึ้นในคู่สายโทรศัพท์ โดยความถี่ดังกล่าวจะเป็นการรวมกันของความถี่ประจำแถว และความถี่ประจำหลัก ความถี่กลางของแถว และหลักมีการกำหนดเป็นมาตรฐานนานาชาติ ซึ่งในแต่ละประเทศอาจใช้ช่วงเบี่ยงเบนของความถี่ที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับของของการส่งสัญญาณความถี่คู่อ้างอิงที่ 0 เดซิเบล (มีกำลังงาน 1 มิลลิวัตต์ ที่อิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม) ในส่วนของความถี่สูงจะมีระดับของสัญญาณสูงกว่าความถี่ต่ำประมาณ 2 เดซิเบล

3) ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจากชุมสาย

ส่วนรับสัญญาณเรียกจากชุมสายแบบอิเล็กทรอนิกส์ริงเกอร์เสียงผู้เรียกส่วนของริงเกอร์จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ แทนการใช้กระดิ่งวงจรแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แบบอิเล็กทรอนิกส์ริงเกอร์

แรงไฟสลับ 25 เฮิรตซ์ ของสัญญาณเรียกจะถูกนำมาแปลงให้เป็นแรงไฟกระแสตรงพร้อมทั้งลดขนาดของแรงดันลงโดยซีเนอร์ไดโอดแรงไฟตรงนี้จ่ายให้กับไอซี กำเนิดความถี่ 2 ความถี่ ซึ่งจะส่งสลับกัน ด้วยความถี่ประมาณ 10 เฮิรตซ์ สัญญาณ 2 ความถี่นี้ จะป้อนไปยังตัวทรานดิวเซอร์เสียงที่ได้ยินเป็นเสียงรัวของ 2 ความถี่ สวิตช์เป็นสวิตช์เลื่อนปรับความดังของเสียง

2.3 ขั้นตอนการทำงานโทรศัพท์

ขั้นตอนการทำงานโทรศัพท์แบ่งเป็น 2 กรณี คือ ผู้เรียก กับผู้ถูกเรียก สรุปพอสังเขปได้ดังนี้

2.3.1 กรณีผู้เรียก

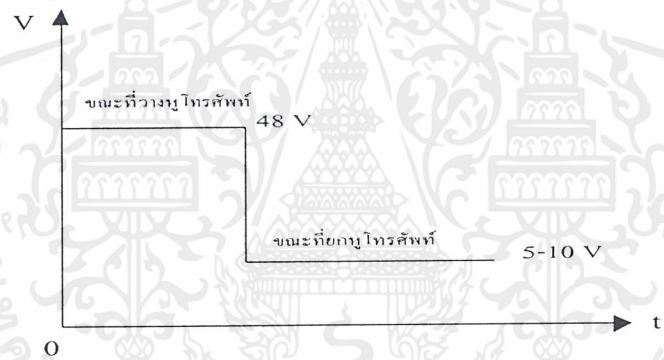
ขณะที่หูโทรศัพท์วางอยู่นั้นจะมีไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลต์ และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้น ไฟฟ้ากระแสตรงที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลต์ จะลดลงมาเหลือ 5-10 โวลต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชุมสายย่อย ขณะเดียวกันจะมีสัญญาณส่งมาจากชุมสาย ซึ่งเสียงที่ได้ยินคือ สัญญาณให้หมุนแสดงว่าพร้อมที่หมุนหมายเลขได้ ถ้าเลขหมายที่ถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณไม่ว่างในกรณีที่คู่สายที่ถูกเรียกว่าง คือ ชุมสายต้องต่อเลขหมายที่จะเรียกให้ ดังนั้น ผู้เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

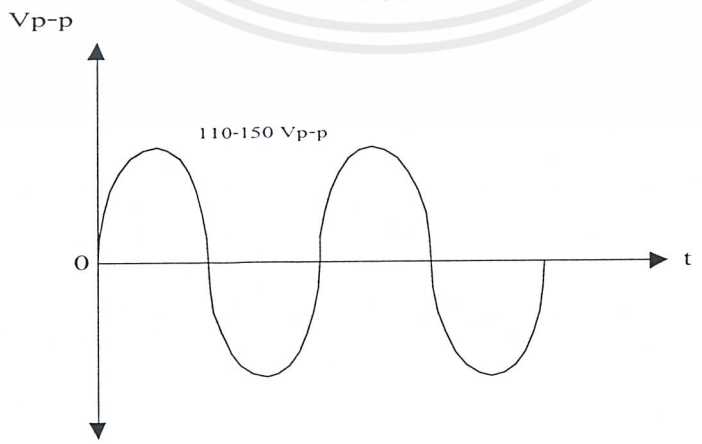
จะได้ยินเสียงเรียกดัง 1 วินาที แล้ว เงียบ 4 วินาที สัญญาณนี้เรียกว่าริงกิ้งโทน หรือ คอลลิ่งโทน แสดงว่า เลขหมายที่เรียกไปว่างพร้อมที่จะพูดได้ ให้คอยจนกว่าฝ่ายถูกเรียกจะยกหู

2.3.2 กรณีผู้ถูกเรียก

ขณะที่คู่สายว่างนั้นจะมีกระแสไฟฟ้าตกคร่อมคู่สาย +48 โวลต์ และเมื่อมีการเรียก มายังเลขหมายของผู้ถูกเรียก ชุมสายจะทำการต่อให้ และส่งสัญญาณเรียกเป็นแรงดันไฟสลับประมาณ 110-150 โวลต์ และขณะเดียวกันชุมสายจะส่งสัญญาณตอบกลับซึ่งดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที สลับกันไป และเมื่อผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ ทำให้วงจรภายในของเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งมีอิมพีแดนซ์ประมาณ 600 โอห์ม ต่อเข้ากับชุมสาย และในขณะเดียวกันชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณเรียก และทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ให้



รูปที่ 2.4 ไฟฟ้ากระแสตรงที่เลี้ยงคู่สาย



รูปที่ 2.5 สัญญาณเรียกซึ่งเป็นสัญญาณซายน์มีความถี่ 20-25 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความถี่มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์

สัญญาณต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ที่ส่งมายังสมาชิกผู้ใช้แจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าควรทำอย่างไรเมื่อได้รับสัญญาณแต่ละชนิด สัญญาณที่จำเป็นประกอบด้วย

1) สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ใช้แสดงให้ผู้เรียกได้ทราบว่าขณะนี้ผู้เรียกสามารถที่จะติดต่อไปยังผู้ถูกเรียกได้ซึ่งจะมีลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่ต่อเนื่องกัน มีความถี่ 350 เฮิรตซ์ กับ 400 เฮิรตซ์ มอดูเลตกัน

2) สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ใช้แสดงให้ผู้เรียกได้ทราบว่าเครื่องโทรศัพท์หมายเลขที่จะติดต่อด้วยไม่ว่าง ควรจะวางหูสักระยะก่อนที่จะทำการหมุนหมายเลขใหม่ ขนาดของสัญญาณจะเป็นสัญญาณที่มีความถี่ 480 เฮิรตซ์ กับ 620 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันเป็นช่วงๆ คือ ดัง 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที

3) สัญญาณตอบกลับ (Ring Back Tone) ใช้แสดงให้ผู้ใช้ได้ทราบว่าสามารถติดต่อกับผู้เรียกได้แล้ว แต่อยู่ในระหว่างรอการยกหูโทรศัพท์ โดยลักษณะของสัญญาณจะดังเป็นช่วงๆ คือ ดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที โดยมีความถี่ 400 เฮิรตซ์

4) สัญญาณเรียก (Ringing Tone Signal) ใช้พร้อมกับสัญญาณตอบกลับ เมื่อมีสัญญาณเรียกดังจะมีสัญญาณตอบกลับดังพร้อมๆกัน แต่สัญญาณเรียกนี้จะมีแรงดันมากเพื่อที่จะทำให้กระดิ่งในเครื่องรับโทรศัพท์ดังขึ้นจะมีความถี่ 20-25 เฮิรตซ์ และมีแรงดันอยู่ในช่วง 110-150 โวลต์ ส่ง 0.67-1.5 วินาที เงียบ 2-4 วินาที

2.5 ระบบโทรศัพท์แบบส่งความถี่คู่

ระบบนี้ มีวิธีในการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ มอดูเลตกันไปซึ่งเป็นตัวแทนหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงพูด (0- 4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.2 ตัวอย่างเมื่อมีการกดหมายเลข “5” ก็จะมีความถี่ 770 กิโลเฮิรตซ์ และ 1,336 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันออกมา

2.5.1 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF)

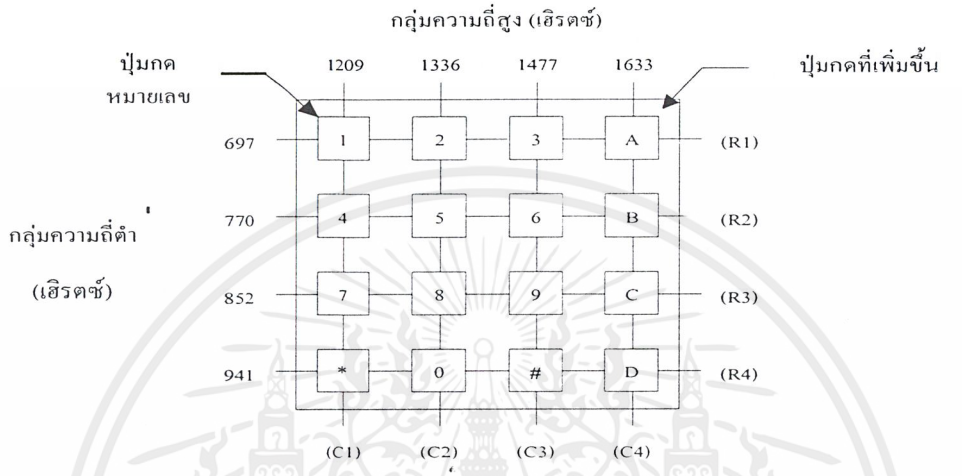
1) สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขลงได้ ทำให้มีผลคือ เวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้งลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับการจราจรชุมสายได้มากขึ้น

2) สามารถใช้วงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ แทนอุปกรณ์ทางด้านแม็คคานิกจึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งหมายเลขมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สามารถเพิ่มปุ่มกดอีก 4 ปุ่มในแถวที่ 4 เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่นๆ

4) มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ SPC



รูปที่ 2.6 แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอน และแนวตั้งของหมายเลขนั้น

2.5.2 การเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ของระบบ DTMF

ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF นี้จะใช้การส่งสัญญาณไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์โดยจะมีข้อดีเหมือนระบบพัลส์หลายอย่าง เช่น หมุนโทรศัพท์ได้เร็วกว่า และสามารถที่จะส่งสัญญาณไปบนสายส่งเสียงระดับใดๆ ก็ได้เป็นการส่งสัญญาณแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่า จะเป็นสัญญาณคลื่นรูปซายน์ 2 แบบ แบ่งเป็น กลุ่มความถี่ต่ำ และกลุ่มความถี่สูง จะมีลักษณะดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงระบบความถี่ DTMF

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ของระบบ DTMF

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขทางโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มชนิดสัญญาณโทนให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิตอลข้อกำหนดต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดรหัส DTMF เกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งผู้ออกแบบวงจรต้องคำนึงถึงเสมอมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสสัญญาณได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้ว่าสัญญาณที่ได้รับเข้ามาจะมีความถี่เบี่ยงเบนมากกว่า 3 % จากค่ามาตรฐานผ่านวงจรกรองความถี่ได้

2) วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที

3) วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสสัญญาณได้ถูกต้องก็ต่อเมื่อมีสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาในวงจรต้องมีช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที

4) วงจรถอดรหัสต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 dB ได้โดยไม่เกิดการผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF มีแอมปลิจูดต่างกันมากกว่า 6 dB

5) วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลาไม่ว่าขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูด หรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัสก็ไม่ทำให้การถอดรหัสผิดพลาด

การเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่จะใช้วงจรรวมเพียงตัวเดียวเท่านั้นที่สร้างจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ส่วนประกอบที่สำคัญของวงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ประกอบด้วย

2.5.4 โครงสร้างของไอซี MT8870C/C-1

1) การกรองของสัญญาณเรียก

รูปแบบของสัญญาณการเรียกซึ่งใช้ MT8870C/C-1 สามารถเลือกให้ตรวจจับระยะของสัญญาณโทน ซึ่งเหมือนกันกับระบบการเรียกของโทรศัพท์ในเน็ตเวิร์ก ความก้าวหน้าของสัญญาณการเรียกโทนอินพุต และสัญญาณความถี่คู่อินพุตร่วมกันอย่างไรก็ตามระบบความก้าวหน้าของสัญญาณโทนในการเรียกเท่านั้นที่จะตรวจเมื่อโหมด CP ถูกเลือก ไม่สามารถที่จะตรวจจับสัญญาณความถี่คู่ได้ ซึ่งความถี่อินพุตที่ให้มาภายในขอบเขตของแบนด์วิทของการกรองเป็นขอบเขตสูงสุดซึ่งผ่านการเปรียบเทียบด้วยเกณฑ์ที่สูงด้วยขา $\overline{IRQ}$/CP เหมือนดังเอาต์พุตคลื่นเอาต์พุตรูปสี่เหลี่ยมได้รับจากชมิตต์ทริกเกอร์สามารถที่จะวิเคราะห์โดยไมโครโปรเซสเซอร์ หรือจัดการโดยเคาน์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่กำหนดลักษณะของการตรวจจับ CP โทน ความถี่ที่ต้องการตัดจะไม่ถูกตรวจสอบ และผลที่เกิดจากขา $\overline{IRQ}$/CP จะเหลือค่าต่ำ

2) เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่คู่

การใช้ชุดส่งสัญญาณความถี่คู่ใน MT8870C/C-1 สามารถที่จะกำเนิดสัญญาณความถี่คู่โทนคู่ทั้งหมด 16 สัญญาณ ด้วยสัญญาณรบกวนต่ำ และความแน่นอนสูงความถี่ทั้งหมดได้มาจากอุปกรณ์ภายนอก คือ คริสตอล 3.579454 MHz สัญญาณรูปคลื่นของโทนแต่ละอันจะเป็นดิจิตอลประกอบกันโดยการใช้แถว และคอลัมน์ในการแบ่งโปรแกรม และสวิตช์ที่ตัวเก็บประจุจะทำหารแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกและทำการกรองให้เป็นสัญญาณความถี่คู่ตามที่กำหนดโดยมีฮาโมนิกโดยรวมต่ำ และมีความแน่นอนสูงซึ่งจะเหมือนกับรหัสที่ได้รับทางเอาต์พุตสัญญาณโทนที่ถูกสร้างกำเนิดขึ้นมาเป็นสัญญาณอ้างอิงด้วยสัญญาณโทนกลุ่มต่ำ คือ 697, 770, 852 และ 941 เฮิรตซ์ และ ความถี่กลุ่มสูง คือ 2 เดซิเบล ที่ชดเชยจากการลดทอนของกลุ่มสูงในลูปที่ยาว

3) เครื่องกำเนิดสัญญาณโทน

วิธีกำเนิดสัญญาณโทนโดยการเรียงตัวของสัญญาณโทนจากกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง เป็นตัวกำเนิดในโหมดนี้สามารถใช้สัญญาณความถี่คู่ ซึ่งเป็นส่วนประกอบในการตรวจสอบการกำเนิดสัญญาณโทนที่เป็นการยอมรับ และแตกต่างจากการใช้เครื่องวัดโดยลักษณะ และรายละเอียดต่างๆ จะถูกควบคุมโดยรีจิสเตอร์ B

4) การติดต่อสื่อสารระหว่างตัวประมวลผล

การใช้ MT8870C/C-1 เป็นอุปกรณ์ต่อร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งสามารถควบคุมฟังก์ชันการรับ และส่งได้ภายในตัวนี้จะมีรีจิสเตอร์ 5 ตัว ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับอุปกรณ์ต่อร่วมไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถแบ่งย่อยได้ 3 ประเภท คือการถ่ายโอนข้อมูล ควบคุมในการรับส่งของรีจิสเตอร์ 2 ตัว จะทำงานสัมพันธ์กันกับการถ่ายโอนข้อมูล

ความจุของรีจิสเตอร์ในการรับข้อมูลจากรหัสเอาต์พุตของสัญญาณ DTMF ที่ถูกถอดรหัสและรีจิสเตอร์ตัวนี้สามารถที่จะอ่านได้อย่างเดียว โดยข้อมูลที่เข้ามาในส่วนรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลจะกำหนดให้เป็นตัวกำเนิดความถี่ DTMF ซึ่งจะทำหน้าที่เหมือนกับแอดเดรสที่ว่างในการเขียนให้ CRB ทำงานให้สำเร็จโดยการตั้งค่าบิต CRA มันจะทำงานตามการเขียนเหมือนกับแอดเดรสตรง CRB และหลังจากการเขียนไซเคิลต่อมาจะกลับทิศทางไปยัง CRA โปรแกรมทุกโปรแกรมจะประกอบด้วยจุดเริ่มต้นควบคุม และสถานะของรีจิสเตอร์หลังจากจ่ายไฟหรือรีเซตอ้างอิงจากตารางที่ 2.1, 2.2 ,2.3, และ 2.4 สำหรับรายละเอียดการควบคุมรีจิสเตอร์ขา $\overline{IRQ}$/CP สามารถโปรแกรมได้โดยการจัดเตรียมการอินเตอร์รัพ ในการอินเตอร์รัพจะเกิดขึ้นเมื่อมีการป้อนสัญญาณ DTMF หรือ มีการเตรียมการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ฟังก์ชั่นของหน่วยความจำภายใน

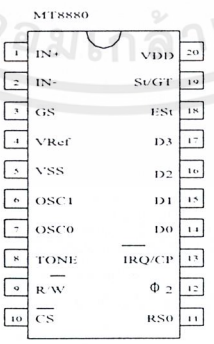
RSO	$\overline{R}$ / W	ฟังก์ชั่น
0	0	เขียนข้อมูล
0	1	อ่านจากหน่วยความจำข้อมูลทางด้านรับ
1	0	เขียนไปควบคุมหน่วยความจำ
1	1	อ่านจากสถานะหน่วยความจำ

ตารางที่ 2.3 ตำแหน่ง CRA

B3	B2	B1	b0
RSEL	IRQ	CP / $\overline{DTMF}$	TOUT

ตารางที่ 2.4 ตำแหน่งบิต CRB

b3	B2	b1	b0
C / $\overline{R}$	S / $\overline{D}$	TEST	BURST



รูปที่ 2.7 รายละเอียดของไอซี MT8870

1) ออสซิลเลเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดความถี่หลักให้กับวงจรภายในตัวไอซี โดยต่อคริสตอลเข้ากับขาไอซีเบอร์ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วงจรนับ และวงจรถอดรหัสจะทำหน้าที่นับความถี่จากออสซิลเลเตอร์ ที่ได้จากการกดปุ่มความถี่คู่จากภายนอกตัวไอซี

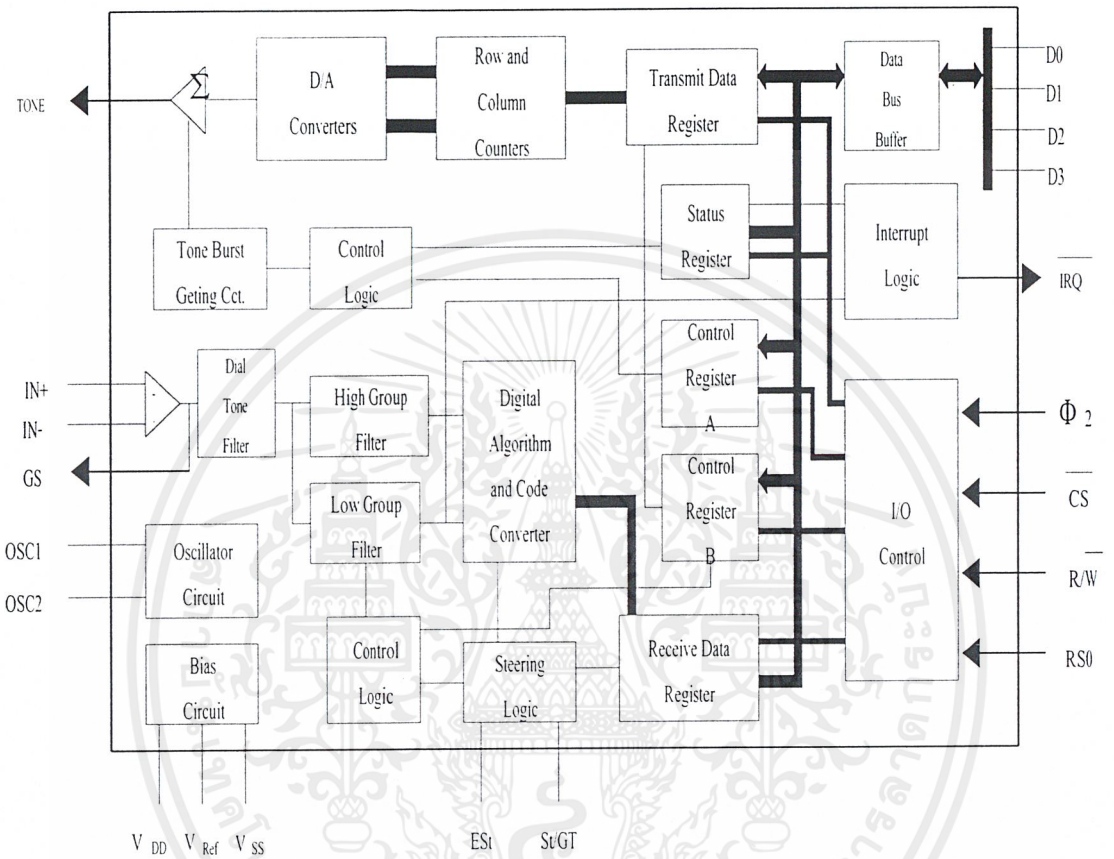
3) วงจรรวม จะทำหน้าที่รวมสัญญาณความถี่แอนะลอกที่ด้านสูง และด้านต่ำเข้าด้วยกัน โดยเกิดเป็นความถี่ใหม่ก่อนที่จะส่งออกภาคเอาต์พุต

4) ภาคเอาต์พุต จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณ จากวงจรรวมก่อนส่งออกไปภายนอกของตัวไอซี

ตารางที่ 2.5 ลักษณะการควบคุมรีจิสเตอร์ A

บิต	ชื่อ	ฟังก์ชั่น	ลักษณะ
B0	TOUT	โทนเอาต์พุต	ถ้าเป็นลอจิก"1"จะทำให้สมารถใช้โทนเอาต์พุตได้
B1	CP/DTMF	รูปแบบการควบคุม	ในโหมดความถี่คู่ ลอจิก "0" จะสามารถกำเนิดและรับสัญญาณให้หมุนได้ ถ้าเป็นลอจิก "1" จะเป็นโหมดของ CP จะสามารถใช้แบนด์พาสฟิลเตอร์ 6 th จะสามารถตรวจจับ CP ได้มันจะรับสัญญาณ CP โทนเฉพาะเมื่อขา $\overline{IRQ}$/CP เป็น 1 เมื่อมีการเลือกทั้งโหมด CP และ โหมด BURST ซึ่งจะมีการจ่ายสัญญาณความถี่คู่ออกมา และหยุดเป็นเวลา 102 มิลลิวินาที
B2	IRQ	อินเตอร์รัพต์เอ็นเนเบิล	จะสามารถเป็นอินเตอร์รัพโหมดได้เมื่อ *b2* เป็นลอจิก "1" เมื่อโหมดนี้ทำงานและ b1= 0 จะทำให้ขา $\overline{IRQ}$/CP เป็นลอจิก "0" การรับสัญญาณความถี่คู่จะมีช่วงเวลาเผื่อไว้ระหว่างสัญญาณความถี่คู่จะมีช่วงเวลาเผื่อไว้ระหว่างสัญญาณ DTMF ที่รับมา
B3	RSEL	การเลือกหน่วยความจำ	เป็นลอจิก "1" จะสามารถใช้รีจิสเตอร์ B ได้ในไซเคิลถัดไป มันจะควบคุมแอดเดรสรีจิสเตอร์ของรีจิสเตอร์ B อีกที การควบคุมรีจิสเตอร์จะถูกควบคุมโดยรีจิสเตอร์ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 วงจรภายในของไอซี MT8870

2.6 การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ด้วยไอซีเบอร์ MT8870

การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่เป็นกระบวนการแปลงสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มความถี่คู่ ซึ่งเป็นสัญญาณแอนะลอกให้กลับกลายมาเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่ใช้ในโครงงานจะเป็นไอซี เบอร์ MT8870 ซึ่งมีฟังก์ชั่นการทำงานดังนี้

1. ภาคกรองความถี่

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่แยกสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามาจากภายนอกออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่ 6 อันดับ ชนิดสวิตช์คาปาซิเตอร์แบบแบนด์พาสฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่คู่ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสที่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่า เป็นความถี่คู่ หรือไม่ สัญญาณที่ขา ESt (Early Steering) จะแอกตีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้ จากความถี่คู่

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่ม ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้น วงจรจะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้น ไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้ โดยการต่อตัวความต้านทาน และตัวคาปาซิเตอร์เข้าที่ขา ESt ซึ่งเมื่อขา ESt ได้รับลอจิก 1 จะทำให้แรงดันตกคร่อมตัวคาปาซิเตอร์มีค่าสูงขึ้นตัวคาปาซิเตอร์จะคายประจุทำให้แรงดันสูงถึงค่าเทรสโฮลด์วงจรถอดรหัสจึงทำการถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของไอซีเบอร์ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยการต่ออุปกรณ์เพิ่มจากภายนอก

5. ภาคออสซิลเลเตอร์

ในส่วนนี้ภายในตัวไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงต่อแร่คริสตอลที่มีขนาด 3.579545 เมกะเฮิรตซ์ ก็สามารถใช้งานได้ทันที

2.7 โครงสร้างชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบที่มีขนาดเล็กโดยบรรจุไว้ในแผงวงจรรวม เหมาะสมสำหรับงานควบคุมอุปกรณ์แบบอัตโนมัติ เพราะว่าผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ตามต้องการ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลิตโดยบริษัทอินเทล มีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างมากมายในปี ค.ศ. 1980 ต่อมาบริษัท ฟิลลิปส์ และซีเมนต์ ได้รับลิขสิทธิ์ ในการผลิตจำหน่าย และได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่น ซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายใน และหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

EMBEDDED CONTROLLERS						
Feature	8051AH	8031AH	8751H	8052AH	8032AH	8752
Program Memory (Bytes)	4 k	-	4 k	8 k	-	8 k
Data Memory (Bytes)	128	128	128	256	256	256
Program Memory Expansion (Bytes)	64 k	64 k	64 k	64 k	64 k	64 k
Data Memory Expansion (Bytes)	64 k	64 k	64 k	64 k	64 k	64 k
Max Clock Frequency (MHz)	12	12	12	16	12	12
Typical Instruction Time (μs)	1	1	1	1	1	1
16-Bit Timer/Counters	2	2	2	3	3	3
NO.of I/O Lines	32	16	32	16	16	32
Interupt Sources	5	5	5	6	6	6

2.7.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2) หน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 4 กิโลไบต์

3) หน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์

4) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) หน่วยความจำโปรแกรม และข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์

7) มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37211

8) มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด

9) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม

รับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

10) รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่งกระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

11) มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

12) นำข้อมูลมา AND, OR หรือทำ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

2.7.2 โครงสร้างของ MCS-51

ภายใน MCS-51 ประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเกตเหล่านี้ จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้าง สัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

โครงสร้างของ MCS-51 จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง

ส่วนนี้ทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์จะรับข้อมูลเข้า หรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุม จากซีพียูนี้ ทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมา จะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

ในซีพียูยังประกอบด้วย ส่วนประมวลผล ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ, บวก, คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2. หน่วยความจำ

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้า และออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำในการนำข้อมูล เข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียนข้อมูล และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำเรียกว่าการอ่านข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่งใน MCS-51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้น การอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2) ข้อมูลที่อ่าน หรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

3) สัญญาณควบคุมจะต้องส่งไปยังหน่วยของความจำ เพื่อจะบอกกับหน่วยของความจำว่าต้องการอ่าน หรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3. อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้า หรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่ 4 I/O Port, Timer/Counter 0, Timer/Counter 1, Serial Port

1) อินพุต/เอาต์พุตพอร์ต (4 I/O Port) หรือพอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้า หรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

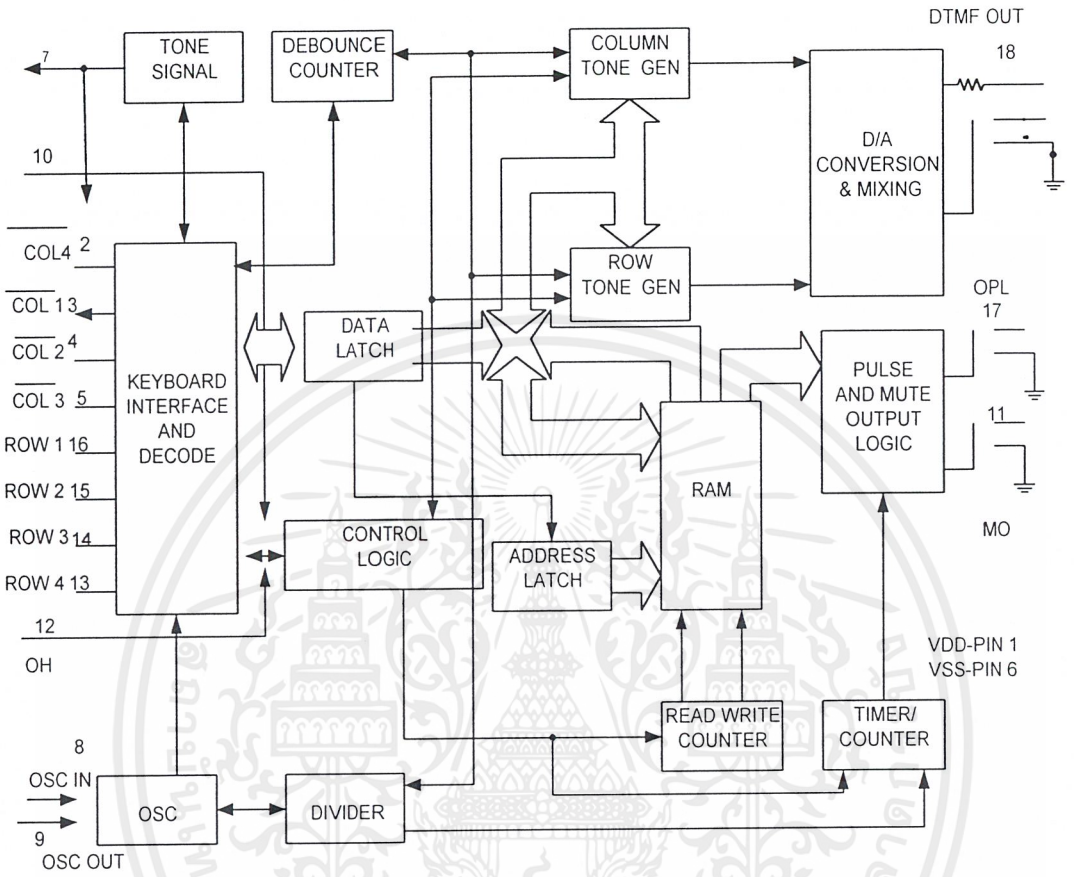
2) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 (Timer/Counter0) และไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 1 (Timer/ Counter1) เป็นวงจรนับที่สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับ และอ่านค่าการนับได้โดยหน่วยประมวลผล

3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) ซีพียูจะอ่าน และเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไปใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

2.8 วงจรส่งรหัสเลขหมายไอซีเบอร์ MC145412

ในการทำโครงงานครั้งนี้ ได้นำเอาไอซีเบอร์ MC145412 มาใช้เป็นวงจรส่งรหัสเลขหมาย มีบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แผนผังไอซีเบอร์ MC145412

2.8.1 คุณสมบัติของขาต่างๆ ของ MC145412

1) V_{DD} , V_{SS} (ขา 1 และ ขา 6) : แหล่งจ่ายแรงดันกระแสไฟตรงจะถูกป้อนเข้ามายัง 2 ขานี้ โดยที่ขา 1 จะเป็นค่าบวก มีค่าตั้งแต่ 1.75 - 5.5 โวลต์ ส่วนขา 6 นิยม ต่อลงกราวด์

2) MS (ขา 10) : เลือกโหมดเป็นขาที่สำหรับใช้เลือกการทำงานของตัวไอซีว่าจะเป็นการส่งสัญญาณแบบไหนความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ขา MS และโหมดการทำงานแสดงจะไว้ในส่วนของตารางที่ 2.7

3) OH (ขา 12) : ออนสุกป้อนแรงดัน V_{DD} หรือปล่อยลอยไว้ เป็นการเลือกการทำงานของไอซีให้อยู่ในโหมดออนสุกหากต่อกับ V_{SS} เป็นการเลือกโหมดออฟสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ขา MS และการทำงาน

MS	โหมด
V_{DD}	20 พัลส์/วินาที
Open	10 พัลส์/วินาที
V_{SS}	DTMF

4) TSO (ขา 7) : เอาต์พุตสัญญาณ TSO กำเนิดสัญญาณความถี่ 500 เฮิรตซ์ หลังจากที่มีการกดหมายเลข เพื่อให้ทราบได้ว่ามีการกดหมายเลขยกเว้นเมื่อมีการกำเนิดสัญญาณ DTMF

5) DTMF เอาต์พุต (ขา 18) เมื่อขา MS ถูกกำหนดแรงดันเป็นขาสัญญาณเอาต์พุต DTMF จะกำเนิดสัญญาณ DTMF ตามแถว และแนวของคีย์บอร์ดที่ถูกกดขานี้มีค่าเป็นไฮอิมพีแดนซ์ในโหมดพัลส์ และการโปรแกรมในขณะออนฮุก

6) OPL (ขา 17) : เอาต์พุตสัญญาณพัลส์กำเนิดสัญญาณพัลส์ 10 พัลส์/วินาทีเมื่อขา MS ถูกปล่อยลอย หรือกำเนิดสัญญาณพัลส์ 20 พัลส์/วินาที เมื่อขา MS ถูกป้อนด้วยแรงดัน V_{DD} มีอัตราการเปิด-ปิดเป็น 60/40 ในโหมด DTMF เอาต์พุตเป็นไฮอิมพีแดนซ์ในระหว่างการโปรแกรมขณะออนฮุกจะไม่มีเอาต์พุตออกมา

7) MO (ขา 11) : เอาต์พุตสัญญาณมิวท์ขานี้จะเปลี่ยนสถานะเป็น “0” เมื่อขา OPL ทำงาน หรือระหว่างการกดปุ่มออฟฮุก หรือการหมุนเบอร์โทรศัพท์จากหน่วยความจำในโหมด DTMF

8) คีย์บอร์ดอินพุต (ขา 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15 และ16) การกดปุ่มที่ใช้ได้ คือ การที่แถวหนึ่งแถวถูกต่อเข้ากับแนวหนึ่งแนว หรือแถวหนึ่งแถวและแนวหนึ่งแนวถูกต่อเข้ากับกราวด์ การต่อขา 2 เข้ากับ V_{DD} เป็นการบอกให้ไอซีรู้ว่ามีการใช้แป้นกดแบบ 3*4 การเลือกแบบของแป้นกดจะถูกเลือกเมื่อมีการป้อนแรงดันให้ไอซี

9) OSC_{in}, OSC_{out} (ขา 8 และ ขา 9) วงจรออสซิลเลเตอร์ภายในชิพต้องการคริสตอลค่า 3.579545 เมกะเฮิรตซ์ เพื่อการอ้างอิงความถี่คริสตอลถูกไบแอสโดยตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุภายใน

2.8.2 การใช้งาน MC145412

1) การส่งหมายเลขโดยการกดแป้น

สามารถทำได้โดยการกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การเก็บหมายเลขไว้ในหน่วยความจำ

ทำได้โดยการกดเลขหมายที่ต้องการแล้วตามด้วย [*] และ [A] โดยที่ A คือ หมายเลขของช่องหน่วยความจำ

3) การส่งหมายเลขจากหน่วยความจำ

ทำได้โดยการกด [*] แล้วตามด้วย [A] โดยที่ A คือ หมายเลขของช่องหน่วยความจำ

4) การส่งหมายเลขสุดท้ายที่โทรออกจากหน่วยความจำ

ทำได้โดยการกด [*] แล้วตามด้วย [0]

5) การเปลี่ยนระบบการส่งจากพัลส์เป็นโทนหรือโทนเป็นพัลส์

ในระหว่างการส่งสัญญาณออกไปสามารถกดปุ่ม MS เพื่อที่จะเปลี่ยนระบบการส่งได้

6) การส่งสัญญาณ * และ # (สามารถทำได้เฉพาะในการทำงานแบบโทนเท่านั้น)

สามารถทำได้โดยการกดปุ่มที่ต้องการส่งซ้ำ 2 ครั้ง เช่น [*] [*] หรือ [#] [*]

7) การเรียกซ้ำอัตโนมัติ

การโทรออกจากหน่วยความจำไม่ว่าจะเป็นการโทรออกจากช่องเก็บหมายเลขไว้ หรือการโทรจากหมายเลขสุดท้ายที่โทรออก จะเป็นการเรียกซ้ำอัตโนมัติ คือ เป็นการเรียกซ้ำต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีคนรับสาย เพื่อประโยชน์ในกรณีที่ต้องการติดต่อให้เร็วที่สุด แต่คู่สายยังไม่ว่างและไม่ต้องการที่จะเรียกซ้ำครั้งแล้วครั้งเล่า หากไม่ต้องการที่จะให้เครื่องเรียกซ้ำอัตโนมัติ ก็สามารถทำได้โดยด้วยการวางหูโทรศัพท์ เข้าที่เดิม

2.9 หลักการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถจะสั่งงาน และควบคุมการทำงาน โดยใช้สัญญาณความถี่คู่ ซึ่งสัญญาณส่วนนี้จะถูกส่งออกจากเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ ส่วนเครื่องรับจะรับสัญญาณความถี่คู่ เพื่อนำมาถอดรหัสเป็นคำสั่ง

2.9.1 ส่วนรับสัญญาณความถี่คู่

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับสัญญาณอินพุต และรับสัญญาณความถี่คู่เข้ามา ถอดรหัสเป็นสัญญาณดิจิตอล และจะทำการส่งไปให้ส่วนประมวลผล โดยส่วนที่กำเนิดสัญญาณความถี่คู่ได้มาจากโทรศัพท์ ดังนั้น ในการรับสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามาจะมีการเลือกรับสัญญาณ ซึ่งพิจารณาจากช่วงเวลาการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

วงจรในส่วนนี้ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อใช้งาน โดยใช้สัญญาณควบคุมจากส่วนประมวลผลมาควบคุมการทำงาน

2.9.2 วงจรนับสัญญาณเรียกและวงจรยกหูอัตโนมัติ

วงจรส่วนนี้ ทำหน้าที่รับสัญญาณเรียกเพื่อนับจำนวนสัญญาณเรียกที่ผ่านเข้ามาให้ครบตามจำนวนที่เลือกไว้เมื่อครบตามที่เลือกแล้วจะทำให้วงจรนับส่งสัญญาณลอจิกไปให้วงจรยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติ และวงจรตอบรับทางโทรศัพท์ทำงาน ถ้าสัญญาณเรียกที่ส่งเข้ามาไม่ครบตามจำนวนที่เลือกไว้วงจรจะถูกรีเซตเพื่อไปรอรับสัญญาณเรียกที่ถูกส่งเข้ามาใหม่

2.9.3 การวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

วงจรในส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณไม่ว่างที่มีความถี่ 400 Hz โดยใช้อุปกรณ์ถอดรหัสความถี่สัญญาณอินพุตที่เรียกว่า โทนดีโคดเดอร์

2.10 หลักการและทฤษฎีเพจเจอร์

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎี และหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วยวิทยุติดตามตัวซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ผิดกันแต่เพียงว่ารูปแบบในการสื่อสารข้อมูลของเพจเจอร์จะเป็นลักษณะของการฝากข่าวสารไว้ที่ศูนย์ฝากรับข้อความ โดยศูนย์จะทำหน้าที่ส่งข่าวนั้นไปยังเครื่องลูกข่ายที่ถูกระบุหมายเลขไว้ ซึ่งมักมีการเข้าใจกันว่าเครื่องลูกข่ายมีหน้าที่เพียงรับข่าวสารที่ถูกส่งจากศูนย์เท่านั้น ในความเป็นจริงแล้ว เพจเจอร์บางระบบมีการกำหนดความสามารถของเครื่องลูกข่ายให้ส่งข่าวสารกลับมายังศูนย์ได้ สำหรับข่าวสารที่สามารถส่งผ่านเครือข่ายเพจเจอร์นั้นมีตั้งแต่ตัวเลข ตัวอักษร และเสียงพูด ทั้งนี้การจะใช้บริการส่งข่าวสารประเภทใดต้องพิจารณาในการรับข่าวสารของเครื่องลูกข่ายด้วยปัจจุบันการใช้งานวิทยุติดตามตัว หรือเพจเจอร์นั้นเป็นที่นิยมอย่างสูง ในการสื่อสารข้อมูล หรือกระจายข่าวสาร เนื่องจากว่าพื้นที่ให้บริการครอบคลุมได้ทั่วประเทศ และการเรียกเพจก็สะดวก ซึ่งสามารถฝากหมายเลขโดยฝากข้อความทางโทรศัพท์ และสามารถฝากข้อความผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ตได้

2.10.1 ระบบวิทยุติดตามตัว

วิทยุติดตามตัวหรือเพจเจอร์ จัดเป็นเครื่องมือสื่อสารแบบเคลื่อนที่ชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้ในหมู่นักธุรกิจ, นายแพทย์, พนักงาน, วิศวกร หรือช่างที่ให้บริการนอกสถานที่ และผู้ที่มีภาระหน้าที่ไม่ค่อยประจำอยู่กับที่แต่จำเป็นที่จะต้องมีการติดต่อได้ตลอดเวลาเช่นเดียวกับพวกวิทยุโทรศัพท์,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์แบบรวงผึ้ง แต่มีลักษณะการติดต่อสื่อสารในทิศทางเดียวด้วยคลื่นวิทยุจากผู้ส่งไปยังผู้รับ สามารถรับฟังได้แต่ส่งไม่ได้ข้อเด่นของเพจเจอร์คือ ตัวเครื่องรับมีขนาดเล็กกระทัดรัดสามารถที่จะพกติดตัวไปไหนมาไหนได้ตลอดเวลาลักษณะของการส่งข่าวสาร จะเป็นเสียงเตือนแล้วตามด้วยข่าวสาร หรือให้โทรศัพท์กลับศูนย์ระบบวิทยุติดตามตัวมีข้อดีกว่าวิทยุโทรศัพท์ คือ สามารถติดต่อได้ง่ายกว่า เพราะในความถี่หนึ่งสามารถใช้ส่งข้อมูลให้กับวิทยุติดตามตัวได้หลายเครื่องในเวลาเดียวกันส่วนวิทยุโทรศัพท์ต้องรอช่องสัญญาณว่าง ซึ่งช่องสัญญาณนั้นมีจำนวนน้อย และไม่เป็นที่เพียงพอต่อการใช้งานในปัจจุบันซึ่งมีมากขึ้นเรื่อยๆ

2.10.2 ประเภทของระบบวิทยุติดตามตัว

ในแง่ของการให้บริการ สามารถแบ่งระบบวิทยุติดตามตัวออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ การให้บริการระบบวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่ และการให้บริการระบบวิทยุติดตามตัวแบบพื้นที่ครอบคลุมกว้าง

1. การให้บริการระบบวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่

เป็นการนำเสนอบริการวิทยุติดตามตัวภายในขอบเขตพื้นที่จำกัด เช่น ภายในอาคารโรงงาน หรือโรงพยาบาล ลักษณะของการแจ้งผลต่อผู้ใช้มีทั้งแบบเป็นข้อความ, เสียงพูด, เสียงเตือน หรือรูปแบบผสมของทั้งสามชนิด โดยมีรายละเอียดของการใช้ความถี่วิทยุตามตารางที่ 2.8

แบบวงรอบเหนี่ยวนำใช้ความถี่ในช่วง 16 ถึง 150 กิโลเฮิรตซ์ ระบบนี้เหมาะสำหรับงานในพื้นที่ ซึ่งมีอาณาบริเวณไม่กว้างมากนัก คือ ประมาณไม่เกิน 6 ช่วงตึก โดยจะใช้วิธีการเดินสายนำสัญญาณรอบๆ บริเวณที่กำหนดให้เป็นพื้นที่บริการการส่งสัญญาณจะใช้การเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น โดยทั่วไปมักจะใช้สายโคแอกเชียล ซึ่งมีความรั่วไหลสูงเป็นสายนำสัญญาณในระยะแรกระบบนี้ ถูกใช้งานในย่านความถี่ต่ำเครื่องลูกข่ายแต่ละลูกจะถูกจูนความถี่ไปยังความถี่ที่แพร่ออกมาจากสายเคเบิลนั้น พบว่าความสามารถในการให้บริการของระบบในช่วงเวลาดังกล่าวถูกจำกัดโดยแบนวิทของระบบตัวเอง และระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณของระบบนี้จะใช้ความถี่ในช่วง 16 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 150 กิโลเฮิรตซ์

สำหรับระบบที่ยอมให้ผู้ใช้ปลายทางส่งข่าวสารย้อนกลับมายังศูนย์ได้จะใช้ความถี่ทางด้านย้อนกลับในช่วง 161 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 161.150 กิโลเฮิรตซ์ นอกจากจะใช้งานสำหรับระบบวิทยุติดตามตัวแล้ว ยังสามารถนำรูปแบบของวงรอบเหนี่ยวนำไปประยุกต์ใช้ในกิจการอื่นๆ เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพของการรับฟัง สำหรับผู้มีปัญหาทางด้านการรับฟังโดยเดินสายที่มีความรั่วไหลสูงรอบๆ ห้องเพื่อทำหน้าที่เหนี่ยวนำสัญญาณเสียงจากเครื่องรับโทรทัศน์แล้วให้ทำการขยายสัญญาณดังกล่าว ก่อนที่จะถูกรับฟังโดยเครื่องช่วยฟัง

แบบใช้งานย่านความถี่ HF (26 เมกะเฮิรตซ์ถึง 30 เมกะเฮิรตซ์) และ VHF (49 เมกะเฮิรตซ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสำหรับใช้งานครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง เช่น ภายในโรงงาน และโรงพยาบาลเป็นระบบที่ได้รับความนิยมในการใช้งานมากที่สุด ใช้ระบบการส่งสัญญาณโดยแพร่กระจายคลื่นวิทยุจากสายอากาศโดยตรง ระบบดังกล่าวได้ถูกจำกัดให้ใช้งานได้เฉพาะที่ความถี่ 31 เมกะเฮิรตซ์ และ 49 เมกะเฮิรตซ์ เท่านั้น เนื่องจากทั้งสองความถี่นี้จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในโรงพยาบาลแต่อย่างใด อีกทั้งยังมีการอนุญาตให้ส่งข้อความประเภทที่เป็นเสียงพูดทั้งในทิศทางไป และกลับจากเครื่องลูกข่ายสำหรับย่านความถี่ทั้งสองอีกด้วย โดยความถี่ที่ใช้ในการส่งข่าวสารย้อนกลับจะอยู่ในช่วง 161 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 161.150 กิโลเฮิรตซ์

แบบใช้งานย่านความถี่ UHF (459 เมกะเฮิรตซ์) เหมาะสำหรับใช้งานในตึกที่มีกำแพงหนาหรือภายในบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เนื่องจากในย่าน UHF มีความสามารถในการทะลุทะลวงสูงสามารถส่งข่าวสารเฉพาะที่ไม่ใช่เสียงพูด และไม่อนุญาตให้ผู้ใช้ส่งข่าวสารย้อนกลับไปยังศูนย์บริการวิทยุติดตามตัวได้

แบบสื่อสารเฉพาะท้องถิ่น (459 เมกะเฮิรตซ์) สำหรับส่งข่าวสารทุกประเภท รวมถึงเสียงพูดไปยังเครื่องลูกข่ายทั้งหมดที่ใช้ และรับข่าวสารประเภทเสียงพูดจากเครื่องลูกข่ายในช่วงความถี่ 161 เมกะเฮิรตซ์ นับเป็นระบบที่ค่อนข้างใหม่ ซึ่งได้รับใบอนุญาตให้ใช้งานในปี 2528 ระบบดังกล่าวถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้แทนระบบเฉพาะที่ ทั้งแบบ HF และ UHF ซึ่งใช้ในกิจการโรงพยาบาล รวมถึงแบบวงรอบเหนี่ยวนำด้วย นอกจากนั้นยังสนับสนุนการสื่อสาร 2 ทิศทางชนิดสมบูรณ์แบบ โดยผู้ใช้งานจะต้องอยู่ภายในรัศมีทำการ 1 กิโลเมตร รอบๆ สถานีส่งซึ่งให้รูปแบบการแพร่กระจายของคลื่นเป็นลักษณะในทิศทางลงสู่พื้น

ระบบวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อจุดประสงค์สำหรับการใช้งานในพื้นที่เฉพาะ โดยระบบมีความสามารถในการรองรับเครื่องลูกข่ายในระดับต่ำ (ตั้งแต่ 10 ถึง 2,000 เครื่อง) ความห่างของช่องสัญญาณแต่ละช่องในย่าน VHF และ UHF มีค่าเท่ากับ 25 กิโลเฮิรตซ์ และ 12.4 กิโลเฮิรตซ์ สำหรับกรณีของแบบที่ใช้ความถี่ในช่วง 49 เมกะเฮิรตซ์ เนื่องจากแต่ละช่องสัญญาณมีแบนด์วิทแคบ จึงส่งผลให้ความสามารถในการตรวจจับสัญญาณของระบบต่ำส่งผลให้เครื่องรับถูกออกแบบอย่างซับซ้อนมากขึ้นทำให้มีราคาแพง

วิทยุติดตามตัว หรือที่เรียกว่าเพจเจอร์จะสามารถใช้ได้ในพื้นที่ที่มีการให้บริการ ซึ่งจะมีพื้นที่ให้บริการเป็นบริเวณกว้างครอบคลุมเกือบทั้งประเทศ แต่ในบางพื้นที่ก็จะไม่สามารถใช้บริการได้ เนื่องจากคลื่นความถี่วิทยุไปไม่ถึงในพื้นที่ ซึ่งอาจจะอยู่กลางทะเล หรืออยู่ในป่าเขา ซึ่งส่วนนี้เครือข่ายคลื่นวิทยุจะไม่สามารถไปถึงได้ เนื่องจากไม่มีการติดตั้งเครื่องส่งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 การกำหนดความถี่ใช้งานของวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่

ย่านความถี่	ความถี่จากสถานีส่งไปเครื่องลูกข่าย	ความถี่จากเครื่องลูกข่ายไปสถานีส่ง
16-150 kHz	16-150 kHz	161.10-161.15 MHz
	ใช้กับระบบเพจเจอร์แบบวงรอบเหนี่ยวนำ	
ย่าน HF 26 MHz	26.2375-26.8655 MHz	ไม่อนุญาตให้มีการส่ง
ย่าน HF 27 MHz	26.978-27.262 MHz	ไม่อนุญาตให้มีการส่ง
ย่าน HF 31 MHz	31.725,31.750,31.775 MHz	161.00-161.10 MHz
	สำหรับให้บริการในเขตโรงพยาบาล	
ย่าน VHF 49 MHz	49.0000-49.4875 MHz	ไม่อนุญาตให้มีการส่ง
ย่าน VHF 49 MHz	49.4250-49.4375,49.4500, 49.4625, 49.4750 MHz	161.00-161.10 MHz
	สำหรับให้บริการในเขตดรงพยาบาล	
ย่าน UHF 459 MHz	459.125-459.450 MHz	ไม่อนุญาตให้มีการส่ง
ย่าน 459 MHz ย่าน VHF 161 MHz	กรณีใช้เฉพาะความถี่ UHF	
	459.125-459.450 MHz	161.00-161.10 MHz
	กรณีใช้เฉพาะความถี่ UHF ร่วมกับ VHF	
	459.325 กับ 161.0125 MHz 459.375 กับ 161.0375 MHz 459.400 กับ 161.0625 MHz 459.475 กับ 161.1125 MHz	459.125 กับ 161.00 MHz 459.150 กับ 161.025 MHz 459.250 กับ 161.050 MHz 459.450 กับ 161.100 MHz
	ใช้สำหรับระบบเพจเจอร์แบบสื่อสารท้องถิ่น	

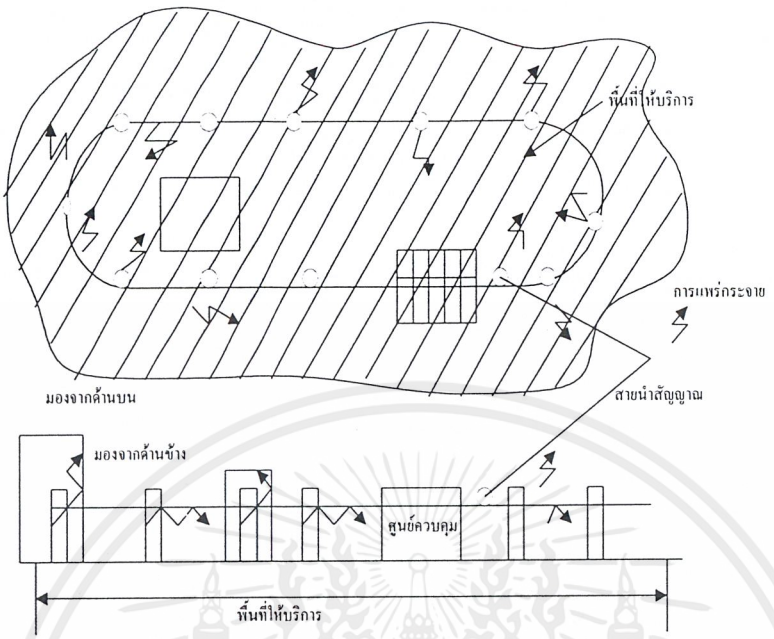
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในส่วนของการให้บริการนั้น จะสามารถควบคุมขอบเขตของการแพร่กระจายของสัญญาณความถี่คลื่นวิทยุ ซึ่งจะสามารถทำได้โดยวิธีการกำหนดขนาดของกำลังส่งของสถานีส่งให้มีค่าของกำลังส่งต่ำ แต่โดยทั่วไปแล้วมักมีค่าของกำลังส่งเท่ากับ 25 มิลลิวัตต์ ซึ่งสายอากาศของสถานีส่งจะถูกติดตั้งในลักษณะที่จะสามารถทำให้รูปแบบของการแพร่กระจายคลื่นความถี่วิทยุ จะเป็นไปในรูปแบบโคนในทิศทางที่ลงสู่พื้น และจะมีการโพลาไรซ์สัญญาณเกิดขึ้นในส่วนของแนวราบ ซึ่งรูปแบบของสายอากาศที่ใช้ในงานทั่วไปนั้น จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.11 แต่อย่างไรก็ตามการแพร่กระจายของคลื่นความถี่วิทยุจะมีลักษณะการแพร่กระจายมากกว่า 1 รูปแบบ ซึ่งจะทำให้มีการออกแบบมาสำหรับการใช้งานในทางเชิงปฏิบัตินั้น จะมีความซับซ้อนมากกว่าที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.12 ซึ่งจะแสดงถึงเครื่องลูกข่ายในระบบวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่ ซึ่งสามารถที่จะส่งข่าวสารกลับมายังศูนย์บริการของเพจเจอร์ได้แต่จะต้องมีการติดตั้งระบบสายอากาศและเครื่องรับเพิ่มเติมที่สถานีส่ง

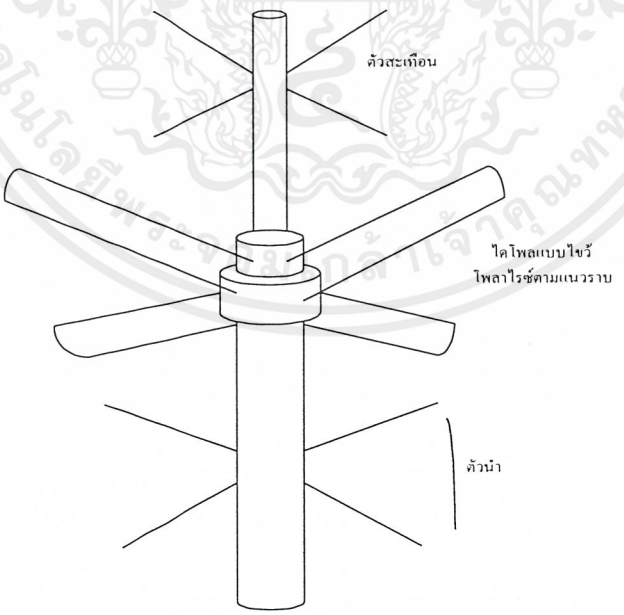
2. การให้บริการระบบวิทยุติตามตัวแบบพื้นที่ครอบคลุมกว้าง

การให้บริการวิทยุติดตามตัวแบบพื้นที่ครอบคลุมกว้างนั้น จะเป็นระบบวิทยุติดตามตัวที่มีการอนุญาตให้มีการส่งข่าวสารไปอยู่ในรูปแบบในทิศทางเดียว ซึ่งจะมีการส่งข่าวสารในรูปของความถี่วิทยุส่งไปจากสถานีส่งนั้นไปยังสู่เครื่องลูกข่าย ซึ่งจะอยู่ภายในพื้นที่การให้บริการ โดยส่วนมากแล้วพื้นที่ให้บริการนั้นจะมีรัศมีของคลื่นความถี่วิทยุครอบคลุมประมาณ 5 กิโลเมตร ถึง 20 กิโลเมตร รอบๆบริเวณของสถานีส่งแต่ละจุดพื้นที่นั้นๆ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของกำลังส่งของแต่ละสถานีส่งนั้นด้วยว่าพื้นที่ในบริเวณนั้นมีภูมิประเทศเป็นอย่างไร และระบบสายอากาศของแต่ละสถานีส่งจะมีคุณภาพเป็นแบบใด ซึ่งสัญญาณที่ถูกส่งออกจากสายอากาศของสถานีส่งนั้นจะมีการลดทอนสัญญาณได้ ซึ่งจะเกิดจากการแพร่กระจายคลื่นวิทยุที่ถูกออกมา และความถี่ที่ส่งผ่านไปยังอาคารสูงๆ หรือการส่งความถี่ผ่านร่างกายของมนุษย์ผลการทดสอบเพื่อแก้ไขปัญหานั้นๆ ด้านการลดทอนของสัญญาณคลื่นจะชี้ให้เห็นว่าในของช่วงความถี่ 80 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 460 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งจะมีความเหมาะสมสำหรับการใช้กิจการของระบบวิทยุติดตามตัว โดยจะเกิดผลในเรื่องของการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุดการลดทอนสัญญาณจะเกิดขึ้นได้ ซึ่งจะเกิดจากการแพร่กระจายของสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุภายในตัวอาคาร ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 14 เดซิเบล ถึง 22 เดซิเบล และที่คลื่นความถี่ 150 เมกะเฮิรตซ์, 18 เมกะเฮิรตซ์ และ 250 เมกะเฮิรตซ์ และจะมีค่าอยู่ในช่วง 12 เดซิเบล ถึง 18 เดซิเบล ที่ความถี่ 400 เมกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

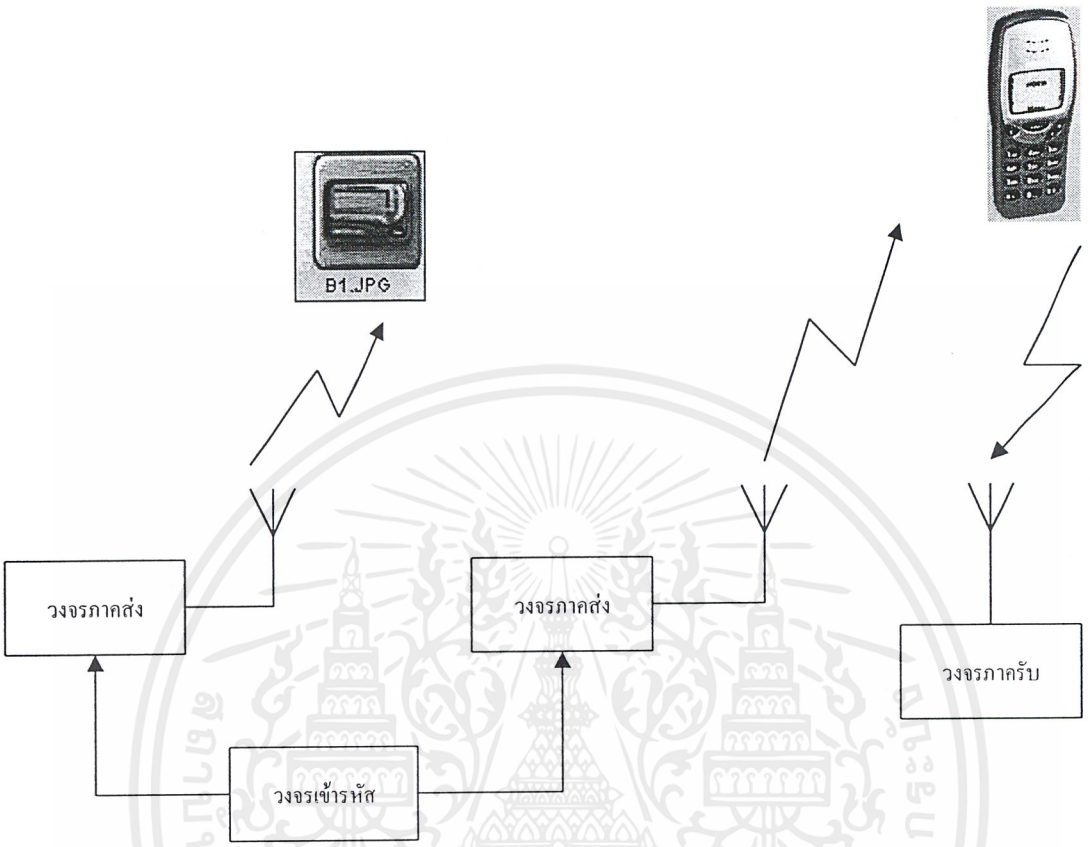


รูปที่ 2.10 การให้บริการวิทยุติดตามตัวโดยใช้รอบเหนี่ยวนำ



รูปที่ 2.11 สายอากาศระบบวิทยุติดตามตัวแบบสื่อสารเฉพาะท้องถิ่น ซึ่งให้รูปแบบการแพร่กระจายของคลื่นเป็นลักษณะรูปโคนลงสู่พื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครื่องเพจเจอร์กับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

นอกจากปัญหาการลดทอนของสัญญาณแล้วมีปัจจัยอื่นๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของเครื่องลูกข่ายอีก เช่น ระดับความแรงของสัญญาณรบกวนในพื้นที่ให้บริการ ซึ่งจะมีผลกระทบมากในพื้นที่ส่วนที่เป็นเมืองใหญ่ โดยสัญญาณรบกวนมักเกิดจากสัญญาณรถยนต์หรือเครื่องจักรกล สัญญาณรบกวนลักษณะนี้ จะมีขนาดความแรงของสัญญาณรบกวนลดลงเมื่อพิจารณาที่ความถี่ใช้งานค่าสูงทำให้ต้องเลือกใช้ความถี่สูงสำหรับส่งข่าวสารในเขตเมือง

ระบบวิทยุติดตามตัวแบบพื้นที่ครอบคลุมกว้างมีการใช้ความถี่สำหรับส่งข่าวสารทั้งในย่าน VHF และ UHF โดยการกำหนดความถี่ในช่วง 138 เมกะเฮิรตซ์ และ 153 เมกะเฮิรตซ์ สำหรับย่าน VHF และ 454 เมกะเฮิรตซ์ สำหรับย่าน UHF ระบบที่ใช้ย่านความถี่ VHF จะสามารถส่งข่าวสารได้เฉพาะที่เป็นข้อความหรือเป็นเสียงเตือนเท่านั้น สำหรับการส่งข่าวสารที่เป็นทั้งข้อความเสียงเตือนและเสียงพูดจะใช้ได้กับ ระบบ UHF สำหรับมาตรฐานการส่งข่าวสารของระบบวิทยุติดตามตัวแบบพื้นที่ครอบคลุมกว้างจะเป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งเรียกว่ามาตรฐาน POCSAG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 ชนิดของระบบวิทยุติดตามตัว

1) แบบตัวอักษร เป็นแบบที่ได้รับความนิยมอย่างสูงเครื่องลูกข่ายประเภทนี้ สามารถรับข้อความได้เต็มที่ 200 ตัวอักษร และแสดงผลได้หน้าละ 80 ตัวอักษรต่อหนึ่งหน้าข่าวสาร โดยอักษรในที่นี้หมายถึงตัวอักษรอังกฤษหากเป็นตัวอักษรไทยจะได้จำนวนที่น้อยกว่านี้ หน่วยความจำสำรองสามารถจะเก็บข้อมูลข่าวสารได้ทั้งหมด 40 ชุด โดยผู้ใช้สามารถสั่งลบ หรือป้องกันการลบได้ด้วยตัวเอง บริการพิเศษซึ่งได้รับความนิยมมากสำหรับเครื่องลูกข่ายประเภทนี้คือ การให้บริการข่าวสารแบบออนไลน์ เช่น อัตราแลกเปลี่ยนการเงิน, ข่าวการเมือง, ข่าวกีฬา เป็นต้น

2) แบบตัวเลข สามารถรับข่าวสารได้เฉพาะตัวเลข โดยเก็บตัวเลขได้สูงสุด 20 หลักต่อหนึ่งข่าวสารตัวเลขเหล่านี้อาจจะเป็นหมายเลขโทรศัพท์ที่จะให้ติดต่อกลับ, ราคาสินค้า, รหัสสินค้า หรือรหัสพิเศษเฉพาะกลุ่มแล้วแต่ผู้ใช้บริการ

3) บริการใช้เสียงเป็นเครื่องลูกข่ายที่มีราคาถูกที่สุด โดยจะมีเสียงในการติดต่อไปยังเครื่องหมายเลขนั้น ทั้งนี้อาจใช้เป็นการเตือนให้เจ้าของเครื่องโทรติดต่อกลับศูนย์ หรือใช้เป็นการเตือนให้โทรกลับไปยังหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งในกรณีที่การตกลงกันล่วงหน้า

4) แบบหลายเสียง คล้ายกับแบบใช้เสียงแต่เครื่องนี้ให้เสียงเตือนที่แตกต่างกันตั้งแต่ 2 เสียงขึ้นไป เพื่อใช้เป็นการแยกความแตกต่างของหมายเลขที่จะให้ติดต่อกลับ

5) แบบฝากเสียงพูด เป็นอีกแบบหนึ่งของเครื่องลูกข่าย โดยผู้ฝากข่าวสารสามารถฝากเสียงพูดของตนผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปเก็บไว้ยังเครื่องรับฝากข้อความ เพื่อให้ศูนย์บริการส่งข้อความไปยังเจ้าของเครื่อง

สำหรับเวลาที่ใช้ในการส่งแต่ละข่าวสารนั้น จะมีความแตกต่างกันออกไปตามแต่ละชนิดของเครื่องลูกข่ายจะกล่าวได้คือ ตั้งแต่ 10 วินาที ลงมาสำหรับเครื่องลูกข่ายในของแต่ละศูนย์บริการลักษณะแบบฝากเสียงพูดจนถึงเป็นแบบมิลลิวินาที สำหรับในแบบที่ไม่ใช้เสียงพูดความพิเศษของระบบเพจเจอร์ คือ ความสามารถในการติดต่อกับลูกข่ายได้มากกว่า 100,000 ราย ต่อหนึ่งความถี่ โดยระบบที่ไม่ใช้เสียงพูดสามารถครอบคลุมพื้นที่ให้บริการได้กว้างกว่าแบบใช้เสียงพูด ทั้งนี้เพราะใช้กำลังส่งน้อยกว่าในการทำให้เครื่องรับทำงาน และตัวเครื่องรับเองก็มีความไวสูงมากเป็นพิเศษกับสัญญาณในช่วงสั้นๆ

ในระบบวิทยุติดตามตัว หรือเพจเจอร์นั้นผู้ใช้บริการสามารถใช้งานเครื่องลูกข่ายร่วมกันได้ทั้ง 5 แบบ ที่กล่าวมาแล้วแต่ผู้ให้บริการแต่ละศูนย์บริการจะแยกความถี่ที่ใช้งานสำหรับเครื่องลูกข่ายแต่ละแบบทั้งนี้ เพื่อให้ได้คุณภาพของสัญญาณที่ดี คือ ข้อดีของวิทยุติดตามตัวเมื่อเปรียบเทียบกับระบบสื่อสารเคลื่อนที่ชนิดอื่นที่เป็น 2 ทิศทาง เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) สามารถพกติดตัวได้สะดวกเนื่องจากขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และไม่ต้องการไฟฟ้าจากภายนอก

2) ค่าใช้จ่ายในการเช่าใช้ถูกกว่า

3) มีจำนวนผู้เช่าใช้ได้มากกว่าต่อหนึ่งความถี่

4) สามารถใช้เครื่องลูกข่ายต่างยี่ห้อแทนกันได้ โดยต้องเป็นเครื่องประเภทเดียวกัน

5) ไม่ต้องมีการติดตั้งใดๆ ในส่วนของผู้เช่าใช้

6) เครื่องรับส่วนใหญ่สามารถบันทึกข่าวสารไว้ในตัวได้

7) ติดต่อสื่อสารได้รวดเร็วกว่าไม่ต้องรอสัญญาณว่าง

8) ในปัจจุบันเพจเจอร์มีการทำงานใกล้เคียงกับวิทยุโทรศัพท์แล้วยกตัวอย่าง เช่น สามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ได้

2.10.4 รูปแบบของสัญญาณวิทยุติดตามตัว POCSAG

สัญญาณข่าวสารที่จะส่งไปยังผู้รับนั้นเป็นสัญญาณรหัสข้อมูลเลขฐานสองเรียงต่อเนื่องกัน ซึ่งรหัสข้อมูลที่ใช้เป็นรหัสของ POCSAG ซึ่งเป็นรูปแบบ และรหัสมาตรฐานสำหรับวิทยุติดตามตัวที่ถูกกำหนดโดย CCIR รูปแบบของสัญญาณข่าวสารที่ใช้ส่งประกอบไปด้วยสัญญาณพัลส์ส่วนหน้า จำนวน 576 บิต และตามด้วยรหัสคำสั่งตั้งแต่หนึ่งชุดขึ้นไป ซึ่งแต่ละชุดจะเริ่มต้นด้วยรหัสคำสั่งการซิงโครไนซ์ ตามด้วยบิตของรหัสคำสั่งเทียมรหัสคำหมายเลขเรียกขาน และรหัสคำสั่งข่าวสารถ้าข้อมูลที่ส่งไม่เต็มหนึ่งชุดจะส่งรหัสคำสั่งเทียมต่อท้ายมาจนเต็มหนึ่งชุด

สัญญาณพัลส์ส่วนหน้า

ประกอบด้วยรูปแบบที่มีลักษณะของบิตตรงข้ามกัน คือ 1010....1010 จะถูกส่งเป็นจำนวนอย่างน้อย 576 บิต (มีค่าเท่ากับ 1 Batch บวก 1 Codeword) สัญญาณพัลส์ส่วนหน้านี้ถูกใช้เป็นตัวช่วยในการตรวจหาจุดเริ่มต้นของการส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัว

คุณสมบัติทั่วไปของรหัสตามมาตรฐาน POCSAG มีรายละเอียดดังนี้

รหัสนี้สามารถใช้งานได้กับเครื่องลูกข่ายทั้งแบบใช้เสียง แบบตัวเลข หรือแบบตัวอักษร มีการสำรองหมายเลขตำแหน่งของเครื่องลูกข่ายถึงสองล้านเลขหมาย ซึ่งสามารถเพิ่มขึ้นเป็นแปดล้านเลขหมายโดยใช้ฟังก์ชั่นบิตทำให้เครื่องลูกข่ายหนึ่งมีเลขประจำเครื่องที่ต่างกันถึง 4 เลขหมาย ศูนย์บริการมีการใช้เทคนิคการตรวจจับความผิดพลาดของการส่งข้อมูล มีการใช้มอดูเลตแบบ FSK แบบไม่คืนกลับค่าศูนย์จะมีค่าความเบี่ยงเบนความถี่ผิดพลาดที่ระหว่าง 4.5 กิโลเฮิรตซ์ โดยแต่ละช่องสัญญาณมีความกว้าง 25 กิโลเฮิรตซ์ การมอดูเลตแบบ FSK ช่วยป้องกันการเหลื่อมกันทางเวลาของสัญญาณในกรณีที่มีการส่งสัญญาณเดียวกันจากเครื่องส่งหลายเครื่องพร้อมๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโครงสร้างของรหัสตามมาตรฐาน POCSAG แสดงไว้ในรูปที่ 2.12 เริ่มจากการที่สถานีส่งทำการส่งสัญญาณพัลส์ส่วนหน้าความยาว 576 บิต ถัดจากสัญญาณพัลส์ส่วนหน้าเป็นชุดของแบตซ์ แต่ละแบตซ์ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลซิงโครนัสขนาด 32 บิต ทำหน้าที่ประสานจังหวะการติดต่อ สื่อสารระหว่างสถานีส่ง กับเครื่องลูกข่ายทุกเครื่องในพื้นที่ให้บริการของสถานีส่ง ในแต่ละแบตซ์ยังประก3อบด้วยเฟรมจำนวน 8 เฟรม ซึ่งแต่ละเฟรมประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลขนาด 32 บิต จำนวน 2 กลุ่ม สามารถคำนวณหาขนาดความยาวรวมของแต่ละแบตซ์ได้ดังนี้

1 แบตซ์ = 8 เฟรม + 1 กลุ่มข้อมูล (ซิงโครนัส)

= 8 เฟรม * 2 กลุ่มข้อมูล/(เฟรม + 1 กลุ่มข้อมูล)

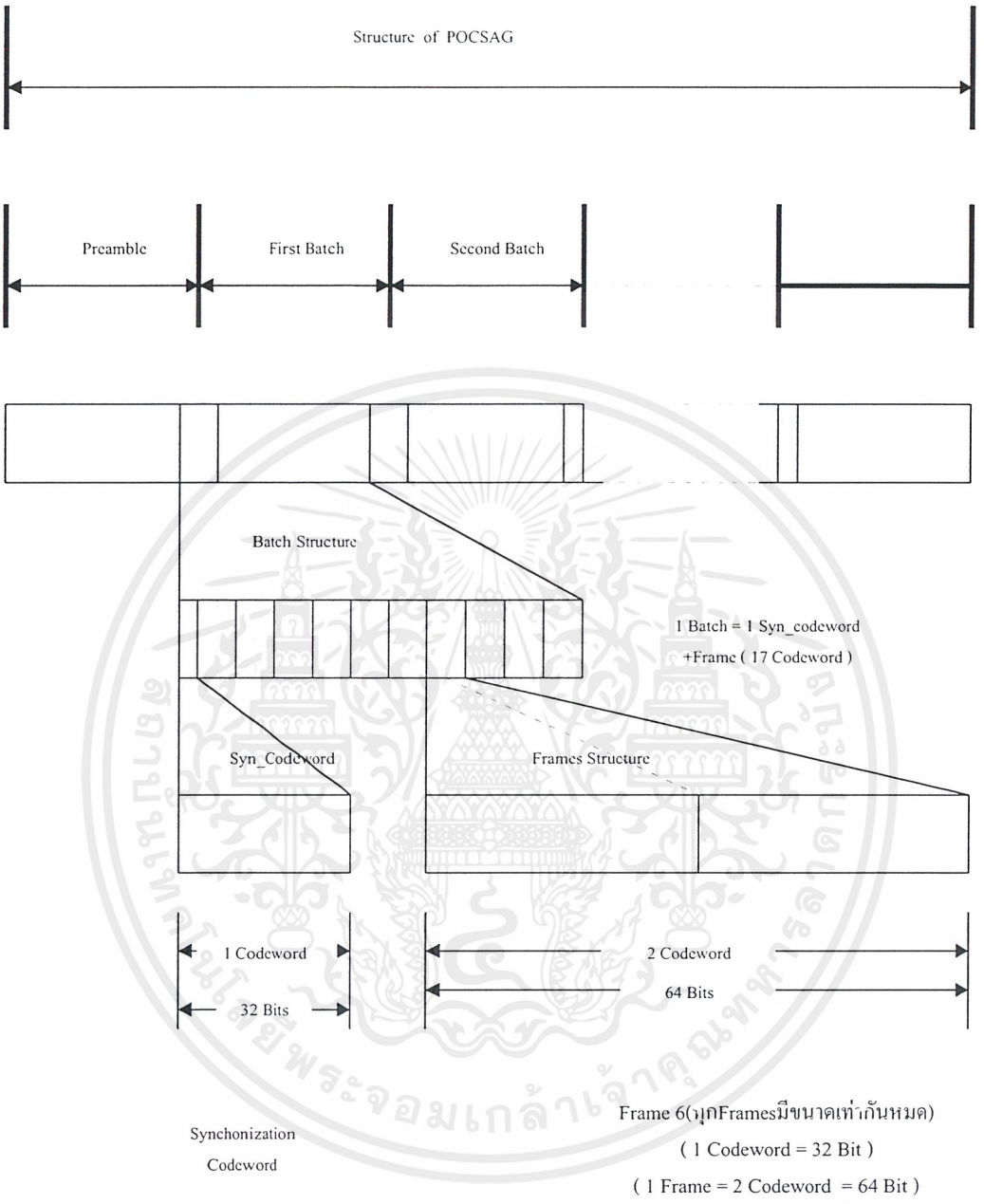
= 16 กลุ่มข้อมูล + 1 กลุ่มข้อมูล

= 17 กลุ่มข้อมูล * 32 บิต / กลุ่มข้อมูล

= 544 บิต

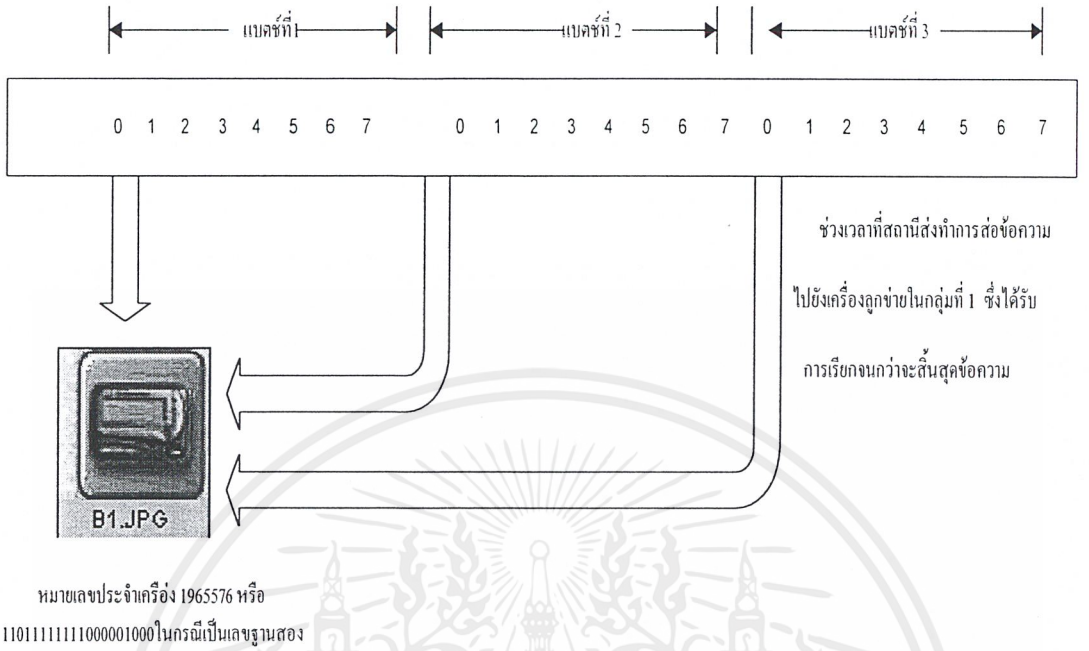
แต่ละเฟรมในแต่แบตซ์จะถูกกำหนดชื่อเรียกจะเรียงจาก 0 ถึง 7 สำหรับเครื่องลูกข่ายทุกเครื่องที่มีจะมีอยู่ในระบบจะถูกนำมาแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มเท่ากับจำนวนของเฟรม หากพลิกดูที่ด้านหลังของตัวเครื่องจะพบหมายเลขชุดหนึ่งเป็นเลขฐานสิบจำนวน 7 หลัก ตัวเลขดังกล่าวคือ เลขหมายประจำเครื่องของแต่ละเครื่องซึ่งจะไม่มีการซ้ำกัน หากแปลงตัวเลขชุดนี้เป็นเลขฐานสองจะได้ความยาว 21 หลัก หรือ 21 บิต จากตัวอย่างในรูปที่ 2.13 สมมติว่าเครื่องลูกข่าย มีเลขหมายประจำเครื่องเป็น 1965576 สามารถแปลงเลขเป็นเลขฐานสองได้ 111011111111000001000 มาตรฐาน POCSAG กำหนดให้บิตซึ่งมีนัยสำคัญต่ำที่สุด 3 บิต สุดท้ายแสดงถึงหมายเลขกลุ่มของเพจเจอร์เครื่องลูกข่ายทุกเครื่องที่มีเลขหมาย 3 บิต สุดท้ายเป็น 000 001 010 011 100 101 110 และ 111 จะทำการติดต่อเข้ากับสถานีส่งจะส่งอยู่ในช่วงของเฟรมที่ 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งวิธีการดังกล่าวนั้นจะเป็นการช่วยประหยัดการใช้งานของแบตเตอรี่ของเครื่องลูกข่าย เนื่องจากวงจรภาครับของเครื่องลูกข่ายจะทำงานเฉพาะในช่วงที่สถานีส่งทำการส่งข้อมูล ซิงโครนัส และช่วงที่เฟรมซึ่งเป็นของเครื่องลูกข่ายเท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องจะทำงานเฉพาะ 3 ใน 17 ส่วนของเวลาทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 รูปแบบของมาตรฐานการส่งสัญญาณตามรหัส POCSAG

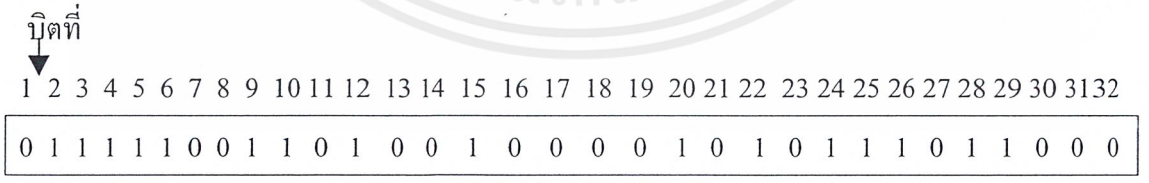
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



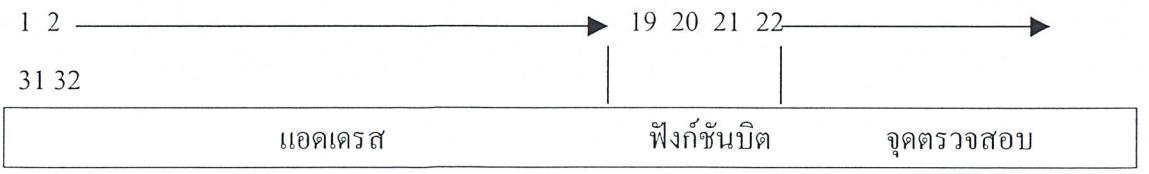
รูปที่ 2.14 สำหรับทุกแบตช์จะมีการจัดสรรให้แต่ละกลุ่มข้อมูลติดต่อกับเครื่องลูกข่ายเฉพาะกลุ่ม เรียงจากกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 8

กลุ่มข้อมูลความยาว 32 บิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทตามจุดประสงค์การใช้งาน คือ กลุ่มข้อมูลซิงโครนัส, กลุ่มข้อมูลรหัสแอดเดรส, กลุ่มข้อมูลรหัสข่าว และกลุ่มข้อมูลรหัสว่าง

กลุ่มข้อมูลซิงโครนัส ซึ่งได้กล่าวถึงแล้วมีรูปแบบโครงสร้างตามรูป กลุ่มข้อมูลชนิดนี้มีตำแหน่งที่อยู่ ณ จุดเริ่มต้นของแต่ละแบตช์ ไม่ใช้ตำแหน่งร่วมกับกลุ่มข้อมูลอีก 3 ประเภทที่เหลือ

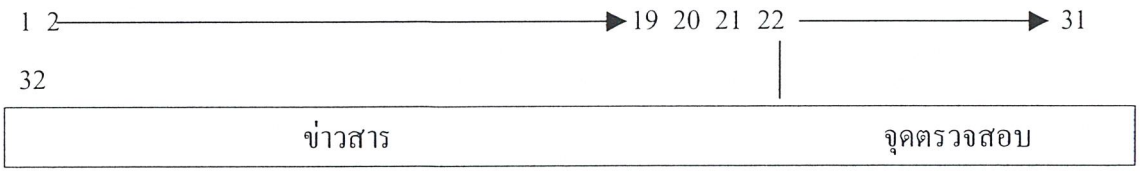


ก) กลุ่มข้อมูลซิงโครนัส

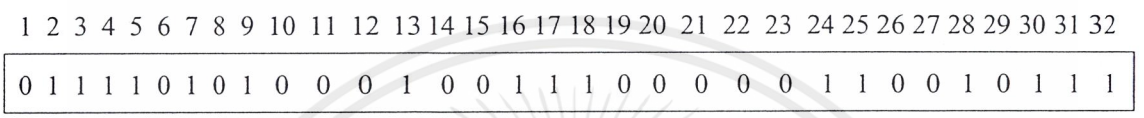


ข) กลุ่มรหัสแอดเดรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค) กลุ่มรหัสข่าวสาร



ง) กลุ่มรหัสว่าง

รูปที่ 2.15 รูปแบบของกลุ่มข้อมูลทั้ง 4 ชนิด

กลุ่มข้อมูลรหัสตำแหน่งมีรูปแบบโครงสร้างตามรูปที่ 2.14 ดังได้กล่าวแล้วว่าเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องมีเลขหมายประจำเครื่องขนาด 21 บิต โดยใช้บิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด 3 บิต กำหนดกลุ่มตามลำดับของเฟรม ดังนั้นสถานีส่งจะส่งเฉพาะตำแหน่ง 18 บิตที่เหลือเพื่อเรียกเครื่องลูกข่ายที่สำคัญกันนั้น ตำแหน่ง 18 บิต ดังกล่าวจะถูกบรรจุลงในตำแหน่งบิตที่ 2 ถึง 19 ของกลุ่มข้อมูลรหัสที่ตำแหน่งสำหรับบิตที่ 20 และ 21 ในรูป เรียกว่า ฟังก์ชั่นบิตจะถูกใช้งานเมื่อต้องการเพิ่มเลขหมายให้กับเครื่องลูกข่ายนั้น ทำให้สามารถกำหนดเลขหมายที่ต่างกันให้กับเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องได้ถึง 4 เลขหมาย ในกรณีดังกล่าวจะส่งผลให้สามารถสร้างเลขหมายให้สำหรับระบบได้ถึง 223 หรือประมาณ 8 ล้านเลขหมาย (คิดจากบิตเลขหมาย 21 บิต ต่อเครื่องลูกข่ายบวก 2 บิตเพิ่มเติม = 23 บิต) บิตที่ 22 ถึง 31 ใช้เป็นชุดตรวจสอบความผิดพลาดบิตที่ 1 เป็นบิตแฟล็ก ซึ่งหากบิตนี้มีค่าเป็น 0 แสดงว่าเป็นกลุ่มข้อมูลรหัสตำแหน่ง หากเป็น 1 แสดงว่าเป็นกลุ่มข้อมูลรหัสข่าวสาร นอกจากนี้ยังมีการนำบิตที่ 1 ถึง 31 มาตรวจสอบพาริตี้คู่อีกครั้งหนึ่ง โดยเก็บผลลงในบิตที่ 32

กลุ่มข้อมูลรหัสข่าวสารมีรูปแบบโครงสร้างตามรูป บิตที่ 1 ตามที่ได้กล่าวไว้ในกรณีของกลุ่มรหัสข้อมูลตำแหน่ง ข่าวสารความยาว 20 บิต จะถูกบรรจุลงในตำแหน่งบิตที่ 2 ถึง 21 ตามด้วยข้อมูลตรวจสอบความผิดพลาดในบิตที่ 22 ถึง 31 และบิตที่ 32 ซึ่งเป็นการตรวจสอบพาริตี้คู่ ในกรณีที่ข่าวสารซึ่งต้องการส่งมีความยาวเกินกว่า 1 กลุ่มข้อมูลข่าวสารนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนละ 20 บิต ส่งไปยังเครื่องลูกข่ายโดยใช้กลุ่มข้อมูลชนิดนี้จนกว่าข่าวสารจะจบลงทั้งนี้ข่าวสารแต่ละส่วนจะถูกส่งได้เฉพาะในเฟรมที่สัมพันธ์กับกลุ่มของเครื่องลูกข่ายเท่านั้น ความยาวสูงสุดของข่าวสารจะขึ้นอยู่กับความจุของเครื่องลูกข่ายนั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไปมีได้ 40 ตัวอักษรสำหรับเครื่องลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่ายแบบข้อความ และ 20 ตัวอักษรสำหรับเครื่องลูกข่ายแบบตัวเลข ตัวอักษรในกรณีนี้จะเป็นตัวอักษร 0 ถึง 9 สำหรับรูปแบบของข่าวสาร ทั้งแบบกรณีตัวอักษร และแบบตัวเลขจะเป็นไปตาม ASCII ทำให้แบบตัวอักษรต้องใช้เนื้อที่ 7 บิตต่อหนึ่งอักขระ เพื่อให้สามารถแสดงอักขระ 0 ถึง 9 และ A ถึง Z รวมถึงเครื่องหมายต่างๆ ในขณะที่เป็นแบบตัวเลขใช้เพียง 4 บิตต่อหนึ่งอักขระสำหรับแสดงอักขระ 0 ถึง 9 เท่านั้น ยิ่งเป็นเครื่องลูกข่ายที่สามารถรับข้อความเป็นภาษาเฉพาะถิ่น เช่น ภาษาไทย ก็ต้องมีความจุมากขึ้น เนื่องจากใช้เนื้อที่ถึง 8 บิต ต่อหนึ่งอักขระ

กลุ่มข้อมูลรหัสว่างสถานีส่งจะส่งกลุ่มข้อมูลนี้ เมื่อไม่มีข่าวสารใดให้ส่งไปยังเครื่องลูกข่าย รูปแบบของกลุ่มข้อมูลรหัสว่างจะมีลักษณะแน่นอน และต้องไม่มีกลุ่มข้อมูลประเภทใดใช้รูปแบบเดียวกันกับกลุ่มข้อมูลนี้ด้วย

สำหรับทุกกลุ่มรหัสข้อมูล การส่งจะเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญสูงสุด คือ จากบิตที่ 32 ไปหาบิตที่ 1 การส่งข่าวสารไปยังเครื่องลูกข่ายจะต้องเป็นไปตากกฎต่อไปนี้

1) เครื่องลูกข่ายจะต้องไม่แสดงข้อความในส่วนของกลุ่มข้อมูลซิงโครนัส

2) ข่าวสารที่ต้องการจะส่งจะต้องถูกส่งในกลุ่มข้อมูลรหัสข่าวสารที่อยู่ถัดจากกลุ่มข้อมูลรหัสตำแหน่งที่ระบุเลขหมายเครื่องลูกข่ายนั้นทันที

3) เครื่องลูกข่ายจะถือว่าการส่งข่าวสารสิ้นสุดลงทันที หากปรากฏว่ามีการส่งกลุ่มข้อมูลรหัสตำแหน่ง หรือกลุ่มข้อมูลรหัสว่างในตำแหน่งกลุ่มข้อมูลซึ่งเครื่องลูกข่ายเคยใช้รับข่าวสารอยู่

ในกรณีที่มีการส่งข่าวสารจากสถานีส่งด้วยอัตรา 512 บิตต่อวินาที แต่ละแบตช์จะใช้เวลาในการส่ง 1.0625 วินาที ซึ่งหมายความว่าข่าวสารที่ถูกส่งในเฟรมหนึ่งจะถูกพักการส่งไว้เมื่อสิ้นสุดเฟรมจนกว่าช่วงเวลาของเฟรมในแบตช์ถัดไปจะมาถึง โดยทั่วไปข่าวสารซึ่งต้องการส่งไปยังเครื่องลูกข่ายจะถูกผ่านกระบวนการเข้ารหัสข้อมูลก่อนที่จะทำการส่งโดยสถานีส่ง นับเป็นข้อดีอย่างมากในการป้องกันการลักลอบดักฟังข้อมูลโดยบุคคลที่สาม ผู้ดักฟังจะไม่สามารถดักจับใจความของข่าวสารที่ส่งออกอากาศได้ ซึ่งมาตรฐานการเข้ารหัสส่งข้อมูลตามข้อกำหนดของ POCSAG ได้ถูกรับรองให้ใช้งานโดยบริษัทผู้ผลิตเพจเจอร์ แทบทุกรายซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้บริโภคมีสิทธิ์เลือกซื้อเครื่องลูกข่ายที่มีรูปแบบหลากหลาย โดยเครื่องเหล่านั้นสามารถทำงานได้กับระบบเครือข่ายมาตรฐาน POCSAG

2.10.5 การส่งสัญญาณแบบกึ่งซิงโครนัส

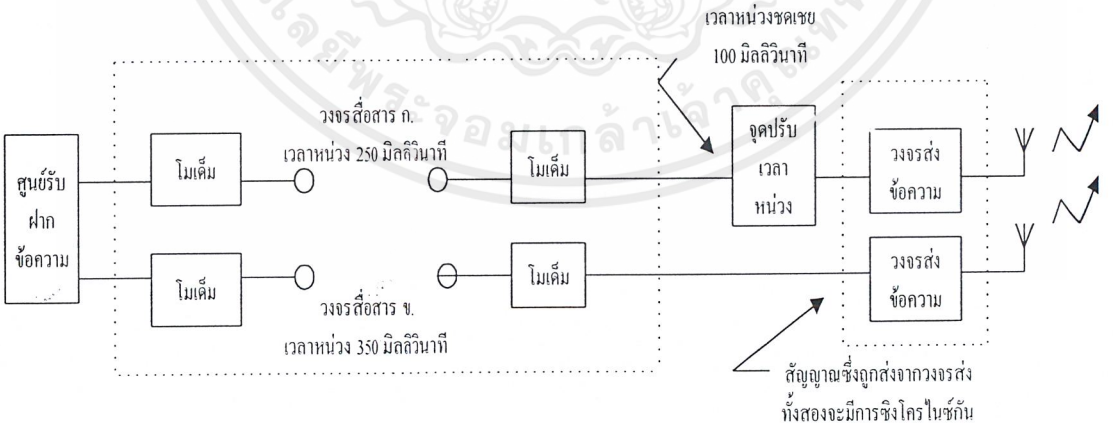
เนื่องจากสายอากาศของเครื่องลูกข่าย มีลักษณะเป็นแกนเฟอร์ไรต์พันด้วยคอยล์ขนาดเล็กบรรจุอยู่ภายในเครื่อง คอยล์เหล่านี้มีค่าตัวประกอบการสูญเสียถึง 16 เดซิเบล เมื่อเทียบกับสายอากาศแบบไดโพลทั่วไป อีกทั้งผลจากการลดทอนสัญญาณที่เกิดจากอาคาร และร่างกายมนุษย์ทำให้ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของเครื่องลูกข่ายอยู่ในระดับต่ำ แนวทางในการเพิ่มคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการรับสัญญาณทำได้โดยการเพิ่มความแรงของสัญญาณ ที่ส่งออกจากสถานีส่งให้อยู่ในระดับเพียงพอที่เครื่องลูกข่ายจะสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ในทางปฏิบัตินิยมทำโดยเพิ่มจำนวนสถานีส่งสัญญาณไปยังพื้นที่ให้บริการพร้อมๆ กัน โดยข่าวสารจากทั้งสองสถานีเป็นข่าวสารเดียวกัน และใช้ความถี่เดียวกัน แต่ถ้าระยะทางจากศูนย์ควบคุมของสถานีส่งทั้งสองมีค่าต่างกันจะทำให้ข่าวสารที่มาถึงสถานีทั้งสองไม่พร้อมกันดังนั้น ความถี่ที่ถูกส่งออกอากาศจากสถานีส่งทั้งสองมีเฟสต่างกัน บางครั้งเมื่อสัญญาณมาถึงเครื่องรับอาจเกิดการลดทอนมากกว่ากรณีใช้สถานีส่งเดียว

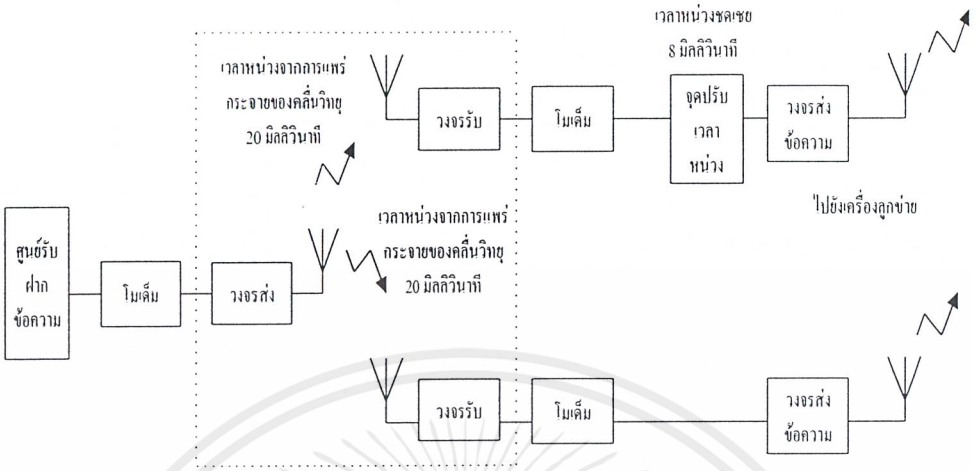
ทางแก้ไขดังกล่าวทำได้โดยเทคนิคการส่งสัญญาณแบบกึ่งซิงโครนัส โดยหากสถานีใดอยู่ห่างจากศูนย์ควบคุมมากกว่า จะมีการติดตั้งวงจรหน่วงเวลาในวงจรสื่อสารของสถานีส่งที่อยู่ใกล้กว่าเพื่อชดเชยเวลาหน่วงของข่าวสารที่ไปยังสถานีทั้งสองให้เท่ากัน ทำให้สัญญาณที่ส่งออกจากสถานีทั้งสองมีเฟสตรงกันตลอดเวลา โดยไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของสถานีทั้งสอง เนื่องจากรูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างศูนย์ควบคุมกับสถานีส่งอาจใช้วงจรหน่วงเวลาได้ทั้งสิ้น ดังรูปที่ 2.22

เมื่อเครื่องลูกข่ายได้รับสัญญาณความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งมีคาบเวลาเป็น 1 / 1000 = 1 มิลลิวินาที สมมติว่าสัญญาณที่มาจากสถานีส่งโดยตรง และสัญญาณที่สะท้อนมายังเครื่องลูกข่ายมีช่วงเวลาห่างกัน 1 มิลลิวินาที จะพบว่าสัญญาณทั้งสองยังคงมีเฟสเดียวกัน แต่หากสัญญาณที่ใช้ส่งมีความถี่ 500 เฮิรตซ์ หรือมีคาบเวลาเป็น 1/500 = 2 มิลลิวินาที และช่วงเวลาห่างของสัญญาณทั้งสองทิศทางยังมีค่าเท่าเดิม ในกรณีนี้จะพบว่าสัญญาณทั้งสองจะกลับเฟสกันพอดี ทำให้สัญญาณสุทธิที่เครื่องลูกข่ายรับได้มีค่าเป็นศูนย์



ก) เวลาหน่วงที่เกิดจากวงจรสื่อสารแบบใช้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข) เวลาหน่วงที่เกิดจากวงจรสื่อสารแบบใช้คลื่นไมโครเวฟ

รูปที่ 2.16 การชดเชยเวลาหน่วงของเทคนิคการส่งสัญญาณแบบกึ่งซิงโครนัส

ค่าเวลาสูงสุดที่จะยอมให้เกิดขึ้นได้กับสัญญาณของสัญญาณเสียงพูดจะมีค่าไม่เกินช่วง 10 เปอร์เซ็นต์ของคาบเวลาของความถี่สูงสุด ซึ่งจะมีค่าอยู่ในกรณีที่ย่านความถี่เสียงพูดนั้นผ่านโทรศัพท์ ซึ่งมีค่าความถี่ของสัญญาณจำกัดสูงสุด 3,400 เฮิรตซ์ มีคาบเวลาเท่ากับ 1 - 3,400 วินาที หรือประมาณ 300 ไมโครวินาที ดังนั้นค่าเวลาที่หน่วงออกไปจะยอมให้เกิดขึ้นได้จะมีค่าไม่เกิน 30 ไมโครวินาที

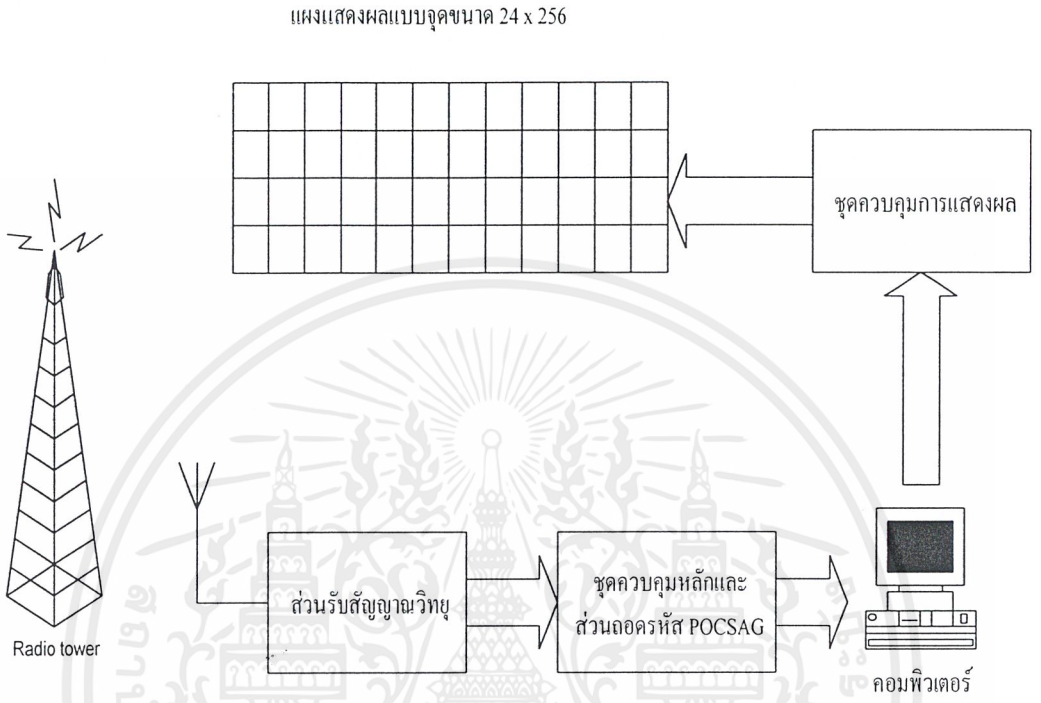
สำหรับข้อมูลดิจิตอล ปัญหาลักษณะเดียวกันจะเกิดขึ้นในช่วงที่เรียกว่า “ช่วงสับสน” ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนระดับของข้อมูลจาก 0 เป็น 1 ช่วงเวลาหน่วงที่ยอมให้ได้ในกรณีนี้จะมีค่าไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ของคาบเวลาต่อบิต เนื่องจากอัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีอยู่ 2 ระดับ คือทั้ง 512 บิต และ 1,200 บิตต่อวินาที ดังนั้นช่วงเวลาหน่วงที่ยอมให้ได้จะมีค่าดังนี้

สำหรับอัตราเร็ว 512 บิตต่อวินาที = (1/512) * 25 % = 488 ไมโครวินาที

สำหรับอัตราเร็ว 1,200 บิตต่อวินาที = (1/1,200) * 25 % = 208 ไมโครวินาที

ดังนั้นโครงงานนี้ ได้เอาความสามารถของการรับข้อมูลในระบบเพจเจอร์มาเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ หรือแผงแสดงไฟวิ่งก็จะได้การกระจายข้อมูลข่าวสารในรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยใช้ระบบบริการเพจเจอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยมีลักษณะของระบบแบ่งเป็น 2 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

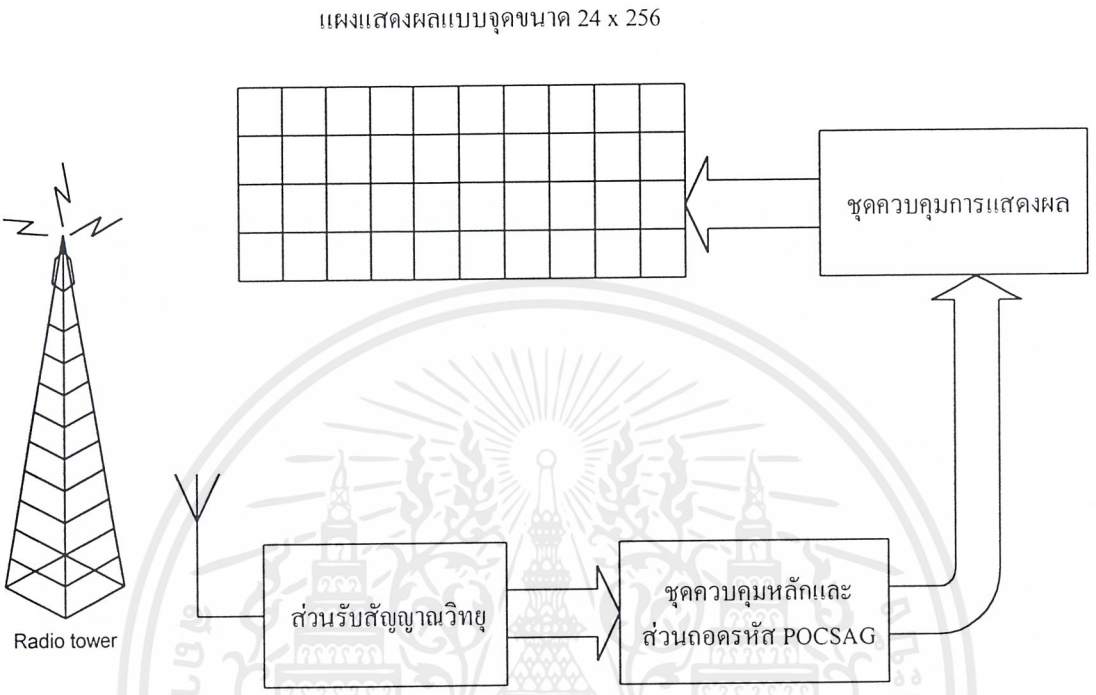


รูปที่ 2.17 การใช้งานชุดแสดงผลที่รับข้อมูลในระบบเพจเจอร์ซึ่งมีคอมพิวเตอร์ร่วมอยู่ด้วย

การใช้งานของระบบเพจเจอร์ในกรณีที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อร่วมอยู่กับระบบการส่งนั้น สามารถแสดงข้อความปกติคือ ข้อความที่จะกำหนดขึ้นนั้นการแสดงผลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่ออยู่กับระบบการส่งข้อความที่รับมาจากเพจเจอร์ โดยข้อความที่รับจากเครื่องเพจเจอร์นั้นจะสามารถแก้ไขข้อความได้ ข้อความที่แสดงผลออกมาสามารถกำหนดรูปแบบการแสดง และสามารถเปลี่ยนรูปแบบของตัวอักษรโดยกำหนดจากโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์

ส่วนการใช้งานของระบบเพจเจอร์ในกรณีที่ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ต่ออยู่ ข้อความที่จะนำมาแสดงผลที่จอแสดงผล ซึ่งจะรับมาจากเพจเจอร์เพียงอย่างเดียวข้อความที่รับข้อมูลเข้ามาสามารถแสดงไว้ได้ทั้งหมด 16 ข้อความ ส่วนข้อความที่รับเข้ามาในอันดับต้นๆนั้นจะหายไป ส่วนข้อความที่รับเข้ามาจากเพจเจอร์นั้นในกรณีนี้จะไม่สามารถที่จะแก้ไขได้ และไม่สามารถแก้ไขรูปแบบของตัวอักษรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2. 18 การใช้งานชุดแสดงผลที่รับข้อมูลในระบบเพจเจอร์ซึ่งไม่มีคอมพิวเตอร์ร่วมอยู่ด้วย

2.10.6 คุณสมบัติเฉพาะ

1) สามารถรับข้อมูลในระบบเพจเจอร์จากรหัส POCSAG

2) สามารถใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ หรือไม่ร่วมกับคอมพิวเตอร์ในการแสดงข้อความที่แผงแสดงผล

3) สามารถกำหนดหมายเลขรหัสประจำเครื่อง (Capcode) เพจเจอร์ได้

4) สามารถเลือกความถี่ในการรับข้อมูลได้ในย่าน 270 – 290 MHz

5) สามารถรับและแสดงข้อความเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

6) การเรียกเพจเจอร์แต่ละครั้งกำหนดไว้ได้สูงสุด 64 ตัวอักษร

7) การแสดงผล 1 หน้าจอได้สูงสุด 16 ตัวอักษร

8) มีรหัสเฉพาะสำหรับการรับข้อมูลจากเพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.7 ข้อดีของชุดแสดงผลที่รับข้อมูลในระบบเพจเจอร์

1) สามารถกระจายข้อมูลจากการเรียกเพจเจอร์ได้

2) ในกรณีที่ต้องการติดตั้งชุดแสดงผลในพื้นที่ซึ่งยากต่อการติดตั้งชุดควบคุม (คอมพิวเตอร์) เช่น บริเวณ ถนนสะพานลอย หรือ รถโดยสาร เป็นต้น ระบบนี้ก็สามารถเลือกทำงานในลักษณะ ที่ไม่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้

3) ในองค์กรใหญ่ที่มีหน่วยงานย่อยหลายแห่ง เช่น ธนาคาร ปั๊มน้ำมัน เป็นต้น ถ้าใช้ชุดแสดงผลนี้โดยตั้งหมายเลขประจำเครื่องให้มีหมายเลขเหมือนกัน ก็สามารถที่จะกระจายข่าวสารไปทุกๆ หน่วยงานได้พร้อมกันจากการ เรียกเพจเจอร์เพียงครั้งเดียว

4) ในกรณีที่ใช้ชุดแสดงผลนี้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ข้อมูลที่ได้จากการรับเพจเจอร์จะสามารถถูกจัดการโดยคอมพิวเตอร์ได้ทั้งหมด เช่น การแก้ไข การพิมพ์ และการเก็บเป็นไฟล์ข้อมูล

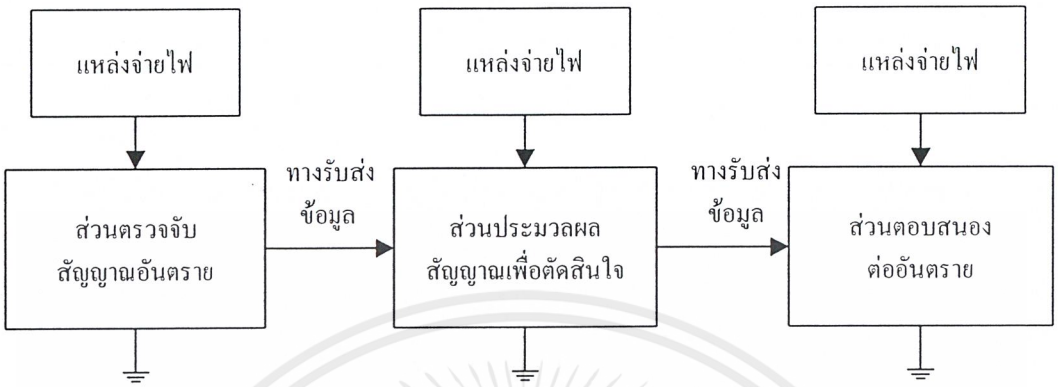
2.11 ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยอิเล็กทรอนิกส์

การป้องกันอันตรายจากการบุกรุก การคุกคาม การรบกวน ไม่ว่าจะเป็นการโจรกรรม การบุกรุกจากคน และสัตว์การเสียหายของเครื่องจักรอัคคีภัยไฟฟ้าลัดวงจร และอื่นๆ จำเป็นต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยที่ดี มีความเที่ยงตรง เพื่อพิทักษ์ชีวิตทรัพย์สินไม่ให้สูญเสีย และสูญหายได้ ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยอิเล็กทรอนิกส์นั้น เป็นระบบหนึ่งซึ่งการทำงานของระบบส่วนใหญ่ จะเกี่ยวข้องกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เช่น กระดิ่งไฟฟ้ากับดักเครื่องไล่สัตว์ สัญญาณกันขโมย เป็นต้น

2.11.1 พื้นฐานระบบรักษาความปลอดภัยด้วยอิเล็กทรอนิกส์

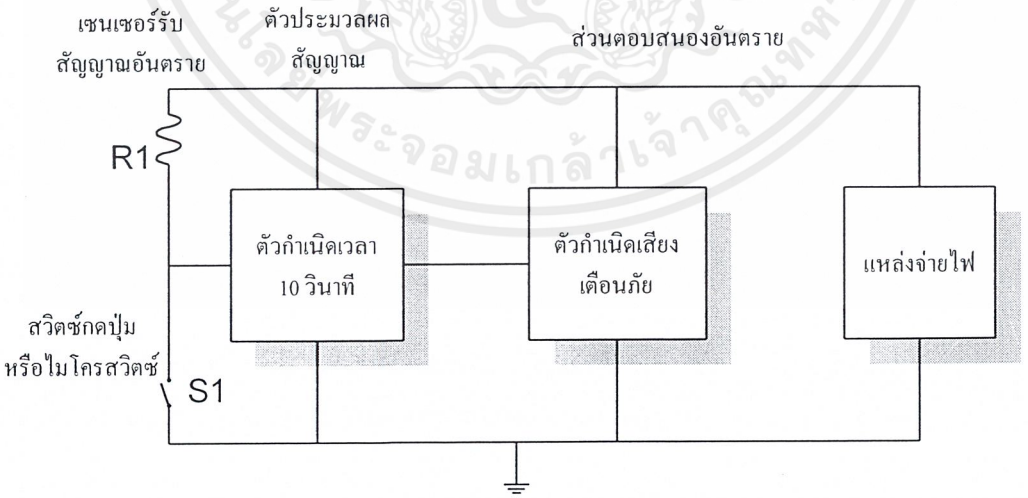
ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยอิเล็กทรอนิกส์ทุกระบบประกอบด้วยส่วนสำคัญพื้นฐานต่างๆ ดังรูปที่ 2.19 จะมีเซ็นเซอร์ที่ตรวจจับอันตรายต่างๆ เป็นระบบ และสร้างสัญญาณไฟฟ้าออกมาเมื่อตรวจพบภัยอันตรายต่างๆ ที่เข้ามาสัญญาณที่ได้จะผ่านไปส่วนประมวลผลเพื่อทำการตัดสินใจ แล้วส่งสัญญาณออกไปสู่ส่วนตอบสนองต่ออันตราย เช่น สัญญาณเตือนภัย กลไกทางไฟฟ้า หรือสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์รูปที่ 2.20 แสดงระบบกระดิ่งประตูไฟฟ้าหรือสัญญาณแจ้งการเข้าร้านแบบพื้นฐานใช้เซ็นเซอร์เป็นสวิตช์ S1 ปิด ทำให้เครื่องกำเนิดเวลาทำงาน เปิดเครื่องกำเนิดเสียงเตือนภัยเป็นเวลา 10 นาที โดยไม่เกี่ยวกับระยะเวลาในการปิดสวิตช์ และจะยังคงทำงานซ้ำๆ กันอย่างนี้ต่อไปทุกครั้งที่สวิตช์ S1 ปิดหรือต่อวงจร จึงไม่มีกระแสไหลขณะที่ S1 เปิดวงจร หรือกระแสเฉลี่ยเป็นศูนย์นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



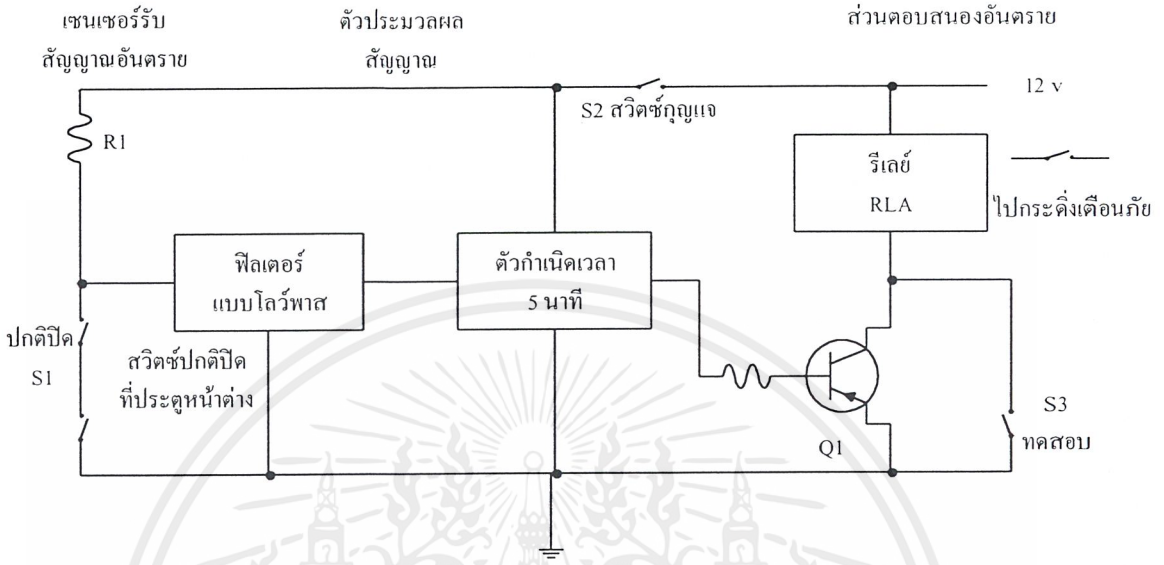
รูปที่ 2.19 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบรักษาความปลอดภัยด้วยอิเล็กทรอนิกส์

จากรูปที่ 2.19 เป็นรูปพื้นฐานของของระบบความปลอดภัย ซึ่งจะมีการต่อส่วนที่เป็นวงจรตรวจจับสัญญาณในรูปแบบต่างๆ จะถูกต่อไว้กับแหล่งจ่ายไฟตลอดเวลาเพื่อเป็นไฟเลี้ยงในวงจรตรวจจับสัญญาณนั้น เมื่อเกิดเหตุการใดขึ้นจากวงจรตรวจจับที่ถูกต่อไว้นั้น จะมีการส่งข้อมูลไปในส่วนประมวลผลเพื่อจะแสดงผลในส่วนในส่วนต่างๆต่อไป



รูปที่ 2 .20 ระบบกระดิ่งประตูไฟฟ้าหรือระบบแจ้งการเข้าร้าน

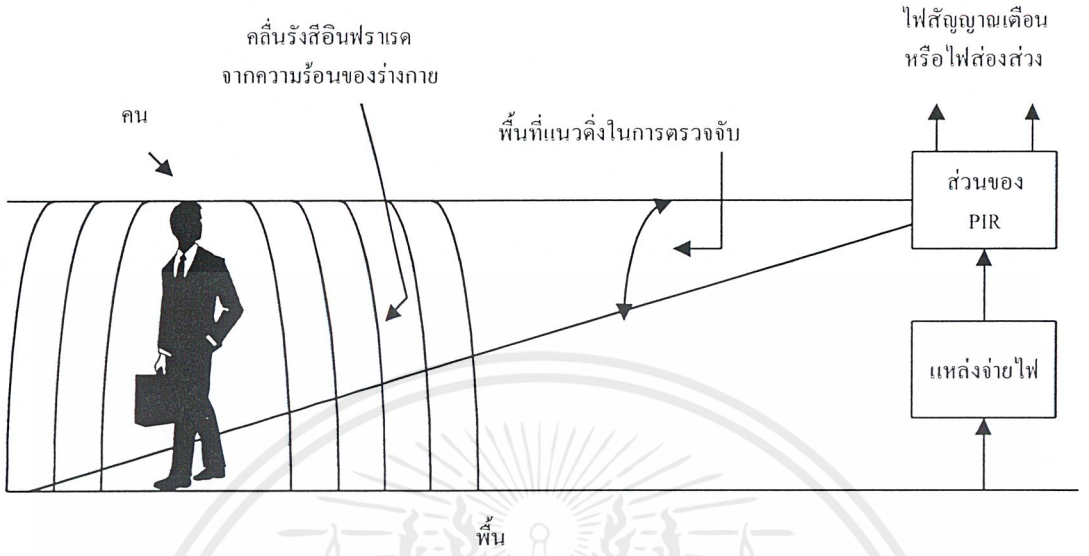
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 ระบบสัญญาณกันขโมยพื้นฐาน

ในรูปที่ 2.21 จะแสดงระบบสัญญาณกันขโมยแบบพื้นฐาน ซึ่งจะแบ่งออกเป็นแต่ละส่วน และจะมีรูปแบบที่เป็นระบบเตือนภัยหลัก โดยจะมีหลักการทำงานดังนี้ การทำงานในส่วนแรกนี้จะทำการปิดที่สวิตช์ S2 และวงจรตรวจจับสัญญาณจะรับสัญญาณอันตรายมาจากสวิตช์ S1 ซึ่งเป็นแบบปกติปิดจะทำการต่อแบบอนุกรมกับตามจำนวนของวงจรตรวจจับสัญญาณในส่วนต่างๆ ได้ตามที่ต้องการ ซึ่งทุกตัวของอุปกรณ์จะทำการต่อเข้ากับประตูหน้าต่าง หรือส่วนอื่นๆ เท่าที่ต้องการจะป้องกัน ดังนั้นสวิตช์ที่ถูกต่อไว้กันทั้งหมดนี้ เมื่อมีการเปิดประตูหรือหน้าต่างหรือส่วนอื่นๆ เกิดขึ้นจะมีการทำงานของวงจรที่ถูกต่อไว้กับ R1 จะมีการดึงสัญญาณเข้ามาผ่านตัวฟิลเตอร์ในลักษณะแบบโลว์พาสที่จะสามารถใช้ลดทรานเซียนต์ให้สูงขึ้น และหลังจากนั้นจะมีการหน่วงเวลาให้สั้นๆ เพื่อที่จะให้สัญญาณออกไปผ่านตัวฟิลเตอร์ ซึ่งสัญญาณที่ออกไปนั้นจะไปกระตุ้นเครื่องกำเนิดเวลาแบบ 5 นาที ให้กับตัวทรานซิสเตอร์ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ขับตัวรีเลย์ RLA ทำให้กระดิ่งเตือนภัยภายนอกที่ถูกต่อเอาไว้สัญญาณภายนอก หรือสัญญาณไซเรนจะเริ่มทำงาน ซึ่งในการทำงาน 1 ครั้ง รีเลย์ และสัญญาณเตือนภัยจะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที แต่ถ้าสามารถหยุดการทำงานของวงจรที่ถูกต่อเอาไว้ หรือรีเซตได้ตลอดเวลาโดยการเปิดสวิตช์ S2 ซึ่งสัญญาณเตือนภัยนี้สามารถทำการทดสอบได้ทุกเวลาด้วยสวิตช์ S3 โดยจะปิดหรือเปิด S2 ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



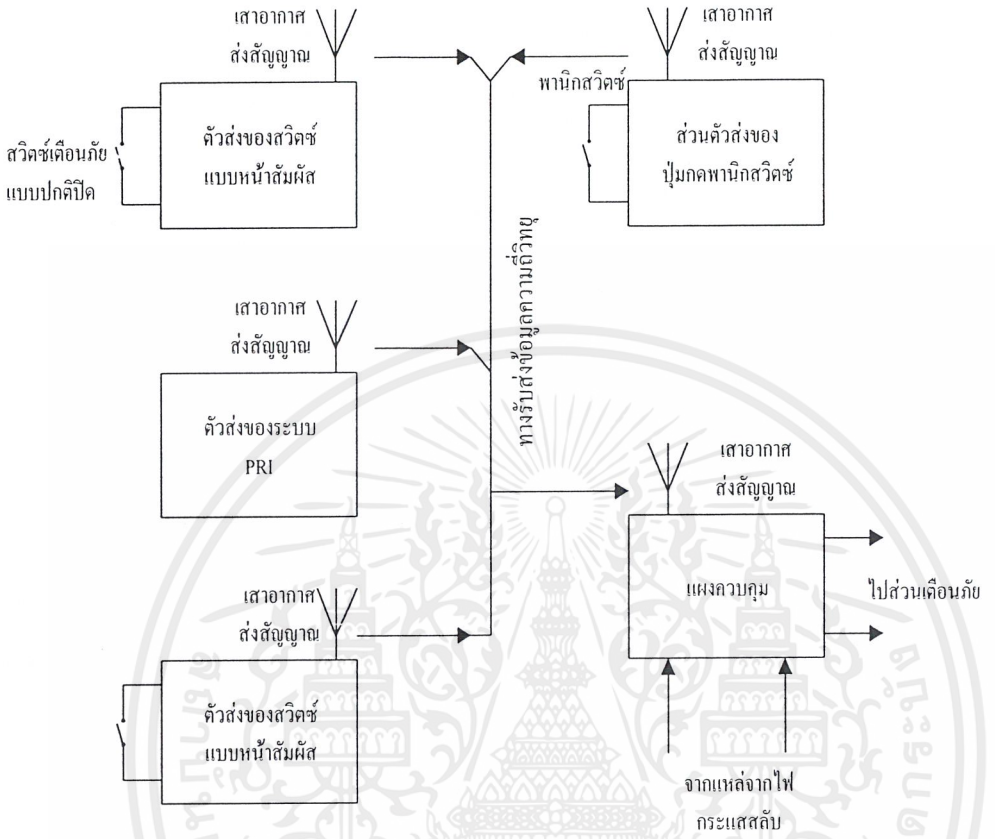
รูปที่ 2.22 ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยอินฟราเรดแบบพาสซีฟ (PIR)

รูปที่ 2.22 แสดงระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้อินฟราเรดแบบพาสซีฟ สามารถใช้สัญญาณเตือนภัยอัตโนมัติจะเป็นแบบเสียงเตือนหรือไฟส่องสว่าง ทำงานเมื่อมีบุคคลเข้าไปในพื้นที่การตรวจจับของ PIR (PIR นั้น โดยทั่วไปสามารถตรวจจับได้ไกลที่สุด 12 เมตร และพื้นที่ในแนวตั้งกระจายประมาณ 15 องศา และแนวนอนประมาณ 90 ถึง 180 องศา)

ระบบ PIR สามารถตรวจจับรังสีอินฟราเรดเล็กๆ ที่เกิดจากความร้อนของร่างกายมนุษย์ แต่จะส่งสัญญาณเตือนภัยเมื่อแหล่งกำเนิดความร้อนเคลื่อนที่เข้าสู่พื้นที่ที่ตรวจจับเท่านั้น ส่วนใหญ่จะป้องกันการเตือนภัยผิดพลาดได้ดีบางชนิด จะทำงานร่วมกันกับสัญญาณออกจากรีเลย์ซึ่งปกติปิด (ทำงาน) แต่จะเปิด (ไม่ทำงาน) เมื่อผู้บุกรุกถูกตรวจจับ หรือแหล่งจ่ายไฟเสียหรือถูกตัดออกอุปกรณ์ ชนิดหลังนี้ปกติจะต้องใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์ และในการใช้กระแสเฉลี่ยประมาณ 20 มิลลิแอมป์ ระบบ PIR นี้ถูกใช้อย่างกว้างขวางในห้องหรือพื้นที่ที่ทำการป้องกัน เป็นระบบกันขโมยรุ่นใหม่ๆ

ส่วนในรูปที่ 2.23 จะแสดงส่วนประกอบพื้นที่ฐานต่างๆ ของสัญญาณกันขโมยแบบไร้สาย การส่งผ่านข้อมูลระหว่างส่วนหลักของระบบมีรูปแบบรหัสสัญญาณความถี่วิทยุ (ใช้ความถี่ที่ 418 เมกะเฮิรตซ์ หรือ 458 เมกะเฮิรตซ์) หัวใจของระบบนี้คือแผงควบคุมหลักมีตัวรับและตัวถอดรหัสรวมทั้งวงจรลอจิกควบคุมภายในบวกกับไซเรนขนาดเล็กกำลังสูง และมีสัญญาณออกมาสามารถต่อเข้ากับไซเรนกำลังสูงภายนอก และสัญญาณไฟเตือนภัยได้ระบบเซ็นเซอร์รับสัญญาณอันตรายแบบนี้ตัวส่งสัญญาณวิทยุขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 ระบบสัญญาณกันขโมยแบบไร้สาย

และเสาอากาศซึ่งส่งรหัสสัญญาณภายใต้สภาวะอันตรายทุกส่วนจะถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามปกติอย่างน้อยที่สุด 6 เดือนจากแบตเตอรี่ขนาดเล็ก สวิตช์ปกติปิดที่ต่ออนุกรมกันมีอันหนึ่ง หรือมากกว่านั้นถูกเปิดออก และสามารถใช้เพื่อป้องกันโซนได้ในทุกขนาด ชนิด “อินฟราเรด” PIR จะส่งสัญญาณอันตรายเมื่อมนุษย์เคลื่อนไหวเข้าไปในพื้นที่ที่ทำงานของอุปกรณ์ PIR และสามารถใช้ป้องกันโซนที่มีขนาดจำกัด ชนิดฉุกเฉินจะส่งสัญญาณอันตรายเมื่อปุ่มเตือนภัยถูกกด และสามารถใช้เพื่อป้องกันบุคคลที่ถูกทำอันตรายหรือถูกคุกคามอย่างกระทันหัน เมื่อไรก็ตามที่พวกเขายังอยู่ภายในเขตของการติดต่อกับตัวรับของระบบ

เซ็นเซอร์ทั้ง 3 ชนิดจะมีการส่งสัญญาณเตือนเมื่อกำลังงานของแบตเตอรี่หมด หรือมีเจตนารบกวน ซึ่งระบบสัญญาณกันขโมยแบบไร้สายนี้ จะช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบมากขึ้น ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยอิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไป เช่น รูปที่ 2.21 และ 2.22 สามารถสร้างได้ง่าย และราคาถูก ในขณะที่การสร้างระบบ PIR ในรูปที่ 2.23 หรือระบบไร้สายนั้นค่อนข้างแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้งยังต้องขออนุมัติเกี่ยวกับการใช้ความถี่วิทยุดังนั้นอาจไม่เหมาะสมในการที่จะสร้างขึ้นไว้ใช้เองภายในบ้าน

2.11.2 ความน่าเชื่อถือของระบบรักษาความปลอดภัย

สิ่งที่สำคัญที่สุดของระบบรักษาความปลอดภัยด้วยอิเล็กทรอนิกส์ คือ ความน่าเชื่อถือในการออกแบบทุกระบบต้องง่ายต่อการใช้งานแต่ต้องยากต่อการปิดระบบจากผู้ไม่หวังดี และมีความสามารถในการคุ้มกัน และสร้างสัญญาณเตือนภัยสูง

ชนิด และระดับความน่าเชื่อถือที่ต้องการจากระบบรักษาความปลอดภัยเปลี่ยนแปลงตามระดับของความปลอดภัยที่ระบบถูกออกแบบให้ทำงานป้องกัน ตัวอย่างเช่น ระบบสัญญาณกันขโมยทั่วไปจะมีความสัมพันธ์กับความต้องการในการต่อต้านความยุ่งยากต่ำ หรือปิดระบบง่ายแต่ระบบสัญญาณกันขโมยที่ใช้ในการต่อต้าน ความยุ่งยากต่ำหรือปิดระบบง่าย แต่ระบบสัญญาณกันขโมยที่ใช้ในสำนักงานใหญ่ๆ จะมีระดับความต้องการในการต่อต้านความยุ่งยากสูงมาก หรือปิดระบบยาก

ความน่าเชื่อถือของระบบรักษาความปลอดภัยอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดนั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ส่วนประกอบสำคัญต่างๆ ในตัวระบบเอง เช่น ส่วนเซ็นเซอร์ และ ส่วนรับ-ส่งข้อมูล เป็นต้น

เซ็นเซอร์รับสัญญาณอันตรายทางกล เช่น รีดสวิตช์ และแพดสวิตช์ความดันมีระดับของความน่าเชื่อถือในระยะทางไกลว่าของเซ็นเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น อัลตร้าโซนิก ไมโครเวฟ และตัวตรวจจับลำแสงทั่วไป แต่สวิตช์รักษาความปลอดภัยแบบแป้นกด หรือคีย์แพดอิเล็กทรอนิกส์นั้นโดยปกติมีความน่าเชื่อถือในระยะทางไกลกว่าสวิตช์ทางกลแต่สามารถใช้ออกแบบแทนกันได้ ขึ้นอยู่กับการใช้งานหรืองบประมาณ

อุปกรณ์เซ็นเซอร์ทางกลสวิตช์ทั่วไปเป็นระบบเซ็นเซอร์ธรรมดาที่สุด และเป็นต้นกำเนิดของสวิตช์ต่างๆ ทางไฟฟ้าอีกมากมาย เช่น เทอร์โมสตัท เป็นสวิตช์เปิด-ปิดทำงานด้วยอุณหภูมิซึ่งส่วนมากจะสามารถนำไปใช้งานได้เลยทันที และง่ายในการใช้ควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ หรือใช้งานในการเตือนภัยโดยทั่วไปเทอร์โมสตัทแบบปรับได้ที่มีคุณภาพดีจะปิดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นมาถึงที่ค่า 21 องศาเซลเซียส แต่จะไม่เปิดใหม่อีกครั้งจนกว่าอุณหภูมิจะตกถึง 19.5 องศาเซลเซียส และยังมีสวิตช์ตรวจจับความเอียงในแนวนอน, สวิตช์ตรวจจับความเอียงในแนวดิ่ง, และสวิตช์แบบความดันสวิตช์แบบนี้ถูกใช้อย่างกว้างขว้างในระบบสัญญาณกันขโมยทั่วไป ซึ่งสวิตช์ส่วนใหญ่จะมีสัญญาณออก 4 สาย สายสวิตช์ 2 เส้น มีส่วนเปลือยตรงปลายส่วนอีก 2 เส้น ไม่เปลือยซึ่งจะช็อตเข้าด้วยกันภายใน โดยระบบเตือนภัยจะทำงานถ้าเซ็นเซอร์ถูกตัด, สวิตช์กุญแจ, สวิตช์เวลา, และรีดสวิตช์จะทำงานเมื่อวางอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เหมาะสม มีประโยชน์ในการใช้งานเป็นตัวตรวจจับสิ่งที่อยู่ใกล้ๆ เทอร์โมคัปเปลอร์, ตัวต้านทานแปรผันตามแสงใช้เซลล์รับแสงเป็นแคดเมียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซัลไฟด์ เป็นอุปกรณ์แบบพาสซีฟ โดยความต้านทานจะเปลี่ยนแลงตามความเข้มแสงที่มองเห็นได้ LDR มีการใช้งานจริงในระบบรักษาความปลอดภัยและควบคุมอัตโนมัติ และสุดท้ายไมโครโฟน เป็นตัวแปลงเสียงเป็นไฟฟ้าและใช้ในการแอบฟัง และในระบบความปลอดภัยอื่นๆ ในการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ในด้านความปลอดภัยของไมโครโฟนนั้น จะต้องเล็กแต่ความไวในการสร้างสัญญาณออกนั้นอยู่ในระดับกลาง

2.12 ระบบเตือนภัย

อัคคีภัยเป็นภัยร้ายแรงที่สุดทำให้คนต้องสิ้นเนื้อประดาตัวมามากต่อมากแล้ว วิธีป้องกันอัคคีภัยที่เราทราบกันอยู่แล้วก็มีหลายวิธี แต่อยากจะแนะนำวิธีง่ายๆ ทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้อุปกรณ์เพียงไม่กี่ชิ้น

วงจรที่ใช้เป็นวงจรง่ายๆ อาศัยการทำงานของตัวตรวจจับความร้อนกับรีเลย์แบบชนิดหน้าสัมผัส 2 ชุด โดยเมื่อมีอุณหภูมิภายในห้องที่ติดตั้งอุปกรณ์นี้สูงขึ้นมาประมาณ 135 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 57 องศาเซลเซียส รีเลย์จะทำงาน จะทำให้มีสัญญาณเตือนดังขึ้น และจะดังขึ้นไปเรื่อยๆ แม้ว่าอุณหภูมิจะลดลงแล้วจนกว่าคุณจะกดสวิตช์เริ่มต้นการทำงานใหม่ หรือปิดไฟเข้าเครื่องนี้เสียก่อน

2.12.1 การทำงาน

วงจรนี้อาศัยการทำงานของตัวตรวจจับความร้อน ซึ่งจะเป็นตัวตรวจจับว่าถ้าอุณหภูมิภายในห้องนั้นสูงกว่าประมาณ 57 องศาเซลเซียส สวิตช์ภายในตัวตรวจจับความร้อนจะเปลี่ยนจากเปิดวงจรมาเป็นปิดวงจรทำให้กระแสไฟผ่านไปยังขดลวดของรีเลย์ได้ เมื่อขดลวดของรีเลย์ได้รับกระแสก็จะทำให้หน้าสัมผัสชุดที่ 2 ของรีเลย์ตีจากขั้ว NC ไปขั้ว NO กระแสก็จะไหลผ่านหน้าสัมผัสชุดนี้ไปยังกระดิ่งได้ และกระดิ่งก็จะดังขึ้นทันทีส่วนหน้าสัมผัสชุดแรกนั้น จะทำหน้าที่ต่อวงจรให้รีเลย์มีกระแสไฟผ่านตลอดเวลา แม้ว่าสวิตช์ตรวจจับความร้อนจะเปิดวงจรเพราะหยุดทำงานแล้วก็ตามเพื่อให้กระดิ่งดังตลอดจนกว่าคุณจะมากดสวิตช์ เมื่อต้องการตั้งต้นการทำงานของเครื่องใหม่อีกครั้งหนึ่งต้องใช้ไดโอดกับตัว C ด้วยเพื่อแปลงไฟสลับให้เป็นไฟตรงจะใช้กับรีเลย์ได้

2.12.2 หลักการในการวัดอุณหภูมิทางด้านอิเล็กทรอนิกส์

อุณหภูมิเป็นเรื่องที่สำคัญมากในบางงาน เช่น วัดอุณหภูมิคนไข้ เตาอบ การวัดอุณหภูมิมีวิธีดังเดิมเราจะใช้ความรู้สึกจากมือสัมผัสด้วยมือหรืออวัยวะบางส่วนที่เป็นการวัดอุณหภูมิแบบง่ายๆ แต่เท่านั้นไม่เป็นการเพียงพอสำหรับการรู้ค่าอุณหภูมิ ดังนั้น มนุษย์จึงคิดค้นเครื่องมือช่วยวัดอุณหภูมิ ดังนั้นมนุษย์จึงคิดค้นเครื่องมือช่วยวัดอุณหภูมิขึ้นมา แต่ไม่หยุดยั้งเพียงแค่เครื่องมือเก่าๆ แบบโบราณ ได้มีการพัฒนาขึ้นมาสู่อิเล็กทรอนิกส์ดังที่ท่านจะทราบต่อไปในบทความนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนอื่นเราก็มาเรียนรู้กันก่อนว่านิยามของอุณหภูมิ คือ อะไรจากที่เราได้เรียนมาก็จะทราบว่าอุณหภูมิเกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุล ถ้าอุณหภูมิสูงโมเลกุลก็จะเคลื่อนที่เร็วในทางตรงข้ามถ้าโมเลกุลเคลื่อนที่ช้าก็แสดงว่าอุณหภูมินั้นต่ำแต่ปัญหาก็มีอยู่ว่าเรามองไม่เห็นโมเลกุลแล้วจะทำอย่างไรในการวัดอุณหภูมิได้ ทางออกเขาก็มีวิธีโบร่ำโบราณที่ใช้เป็นมาตราฐานในการวัดอุณหภูมิกันมาโดยองค์การ NIST (National Institute of Standards and Technology) โดยใช้กฎของแก๊สในอุดมคติ คือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นแก๊สจะขยายตัวเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิ สามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้คือ

$$PV = kT$$

โดยที่ P = แรงดัน

V = ปริมาตร

k = ค่าคงที่

T = อุณหภูมิสมบูรณ์ (อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป)

แก๊สที่อยู่ในภาชนะปิดเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แน่นอน โมเลกุลของแก๊สจะเคลื่อนที่เกิดแรงดันออกมารอบข้าง (แก๊สขยายตัวนั่นเอง) หรือในทางตรงกันข้ามถ้าลดอุณหภูมิใกล้กับศูนย์สมบรูณ์แก๊สก็จะหดตัวลดลงจนไม่มีปริมาตร และความดันอยู่เลยทฤษฎีว่ามาอย่างนั้นแต่ในความเป็นจริงแล้วไม่เป็นเช่นนั้น เพราะแก๊สในอุดมคติไม่มีในโลกจึงต้องใช้แก๊สที่มีลักษณะใกล้เคียงกับแก๊สในอุดมคติมากที่สุด นี่คือหลักการพื้นฐานในการวัดอุณหภูมิแบบหนึ่ง จากนั้น เรามาดูตัวตรวจจับอุณหภูมิแบบอิเล็กทรอนิกส์มารู้จักเทอร์โมคับเปิล

เทอร์โมคับเปิลทำมาจากโลหะ 2 ชนิดมาต่อกัน ที่จุดต่อนี้จะมีการผลิตสนามไฟฟ้าขึ้นที่แปรผันตรงกับอุณหภูมิความไวก็เป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิ และย่านวัดก็ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่นำมาผลิตข้อมูลของเทอร์โมคับเปิลนั้น หาได้จากผู้ผลิตที่จะบอกมาตรฐานให้ในบางครั้งผู้ผลิตก็จะผลิตเทอร์โมมิเตอร์แบบพิเศษใช้ในงานเฉพาะ เช่น วัดอุณหภูมิสูง หรือจุดเยือกแข็งเทอร์โมคับเปิลที่ใช้วัดอุณหภูมิสูงจะทำมาจากโลหะผสมทังเสตน ซึ่งสามารถวัดได้สูงประมาณ 2,315 องศาเซลเซียส (4,200 องศาฟาเรนไฮต์)

เทอร์โมมิเตอร์ชนิดความต้านทาน หรือที่เรียกว่า RTD ซึ่งทำมาจากขดลวดความต้านทานหรือเป็นแผ่นฟิล์มโลหะ โดยหลักการแล้วโลหะตัวนำจะมีความต้านทานที่ขึ้นกับอุณหภูมิถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานจะเพิ่มขึ้นด้วยในทางตรงกันข้ามก็กลับกันแต่มีโลหะอยู่ 2 ชนิดที่เลือกใช้ทำ คือ พลาตินัม และนิเกล เพราะด้วยเหตุที่ว่าโลหะทั้ง 2 ชนิดนี้มีความเสถียรภาพ ความแม่นยำ และความไวดีกว่าเมื่อเทียบกับเทอร์โมคับเปิลแต่ย่านการวัดแคบกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTD ที่ทำมาจากพลาตินัมจะมีความเสถียรภาพ, ความแม่นยำ และย่านวัดที่กว้างครอบคลุมย่านสูงได้ดีที่สุดเมื่อเทียบตัวจับอุณหภูมิอื่นๆ ส่วนแบบนิเกลจะดีตรงที่มีราคาถูกกว่า RTD มีความไวสูงแต่เป็นเชิงเส้น และครอบคลุมย่านวัดอุณหภูมิจำกัดอยู่ในย่านแคบๆ ส่วนเทอร์โมคับเปิลอีกชนิดคือ ชนิด NTC ซึ่งทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงความต้านทานตรงข้ามกับอุณหภูมิ การลดค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิจะอยู่ราว 3-5 % ต่อองศาเซลเซียส เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้กันจะมีรูปแบบและลักษณะสมบัติต่างกันออกไป เช่น รูปร่าง ความแม่นยำ ราคาเป็นต้น

ตัวสุดท้าย คือ ชนิดไอซีเป็นวิธีการที่ใหม่ที่สุด และง่ายสำหรับนักทดลองที่จะประยุกต์ใช้งานไอซีนี้จะตอบสนองเร็วมีความเป็นเชิงเส้น และประยุกต์ใช้งานง่าย เพราะง่ายต่อการเชื่อมต่อกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่นวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเพราะสัญญาณที่ได้จะเป็นลักษณะแรงดัน หรือกระแสที่บอกถึงความสัมพันธ์กับอุณหภูมินั้น เลยส่วนราคานั้นจะแบ่งตามระดับของความเที่ยงตรงย่านการวัดใกล้เคียงกับเทอร์มิสเตอร์ ที่เคลือบด้วยอีพ็อกซีแต่ค่าผิดพลาดมากกว่า

ถ้าดูถึงความแม่นยำสูงก็เป็นเทอร์โมคับเปิลของ RTD ชนิดพลาตินัมมีความละเอียดสูงอาจจัดว่าดีเลิศส่วนเทอร์มิสเตอร์ และไอซีนั้นใช้งานได้ดีความแม่นยำจัดอยู่ปานกลาง สามารถเลือกใช้ได้ตามคุณสมบัติที่จะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบปริญญานิพนธ์นี้ แยกเป็นสองภาค คือ ส่วนของภาคควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า และการเตือนภัยจากอุปกรณ์ตรวจจับในแบบต่างๆ ส่วนของการส่งสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับในแบบต่างๆ รายงานผลทางเพจเจอร์ ซึ่งส่วนของภาคการควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งแบ่งได้เป็นส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์ส่วนของฮาร์ดแวร์ก็คือส่วนที่ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ได้แก่ 3 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง, สัญญาณโทน ซึ่งส่วนที่สอง คือ ส่วนแสดงผลการทำงานใน แต่ละแชนเนลส่วนที่สามเป็นส่วนเอาต์พุตที่ใช้ควบคุมการทำงานของสวิตช์เพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า รวมไปถึงภาคจ่ายไฟทั้งหมดของวงจรในส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับภาคการประมวลผล ซึ่งจะทำให้การทำงานของวงจรทำได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนของซอฟต์แวร์

ส่วนของภาคที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับแล้วรายงานผลผ่านทางเพจเจอร์ แบ่งได้เป็นส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์เช่นเดียวกัน ส่วนของฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ภาคส่งและรับของสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับในแต่ละแบบ และภาคควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในส่วนของซอฟต์แวร์เป็นส่วนเกี่ยวข้องกับภาคการประมวลผล และทำงานการต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์เพื่อที่จะรายงานสถานภาพผ่านไปยังเพจเจอร์ ซึ่งจะประกอบด้วยวงจรในส่วนต่างๆ ในแบบอุปกรณ์ตรวจจับแต่ละจุด เพื่อให้การทำงานสมบูรณ์ โดยการทำงานของวงจรในแต่ละส่วนเป็นไปอย่างมีระบบโดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นส่วนควบคุมของทางด้านซอฟต์แวร์

3.2 ชุดควบคุมสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับ

3.2.1 การออกแบบวงจรแปลงความถี่ DTMF เป็นรหัสฐานสอง 4 บิต

อุปกรณ์สำคัญซึ่งทำงานเป็นตัวกำเนิดสัญญาณความถี่สำหรับสั่งออก โดยใช้ IC1 ที่ทำหน้าที่ผลิตความถี่ออกมาครั้งละสองความถี่ พร้อมกันตามตำแหน่งการกดปุ่มที่แป้นคีย์แล้วจับนำมามอดูเลตรวมกันขึ้นมาเป็นความถี่ใดความถี่หนึ่ง เมื่อดูจากแป้นกดซึ่งมี 12 ปุ่ม ด้วยกันแต่ละขาของปุ่มกดจะเป็นลักษณะกดติดปล่อยดับ แต่ละขาจะถูกต่ออยู่กับเข้ากับ IC1 ตรงตามตำแหน่ง R1-R4 ซึ่ง เป็นแถวแนวนอนกับในส่วนของแนวตั้ง C1-C3 โดยที่แต่ละจุดก็จะมีความถี่ประจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่เมื่อกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งก็จะสังเกตเห็นว่าเป็นการ ช็อตขั้ว R ตัวใดตัวหนึ่งเข้ากับ C ตัวใดตัวหนึ่งของ R1 นั้นเองความถี่ที่ได้ออกทางเอาต์พุตก็จะเป็นความถี่ของทั้งสองจุดนั้น ซึ่งความถี่ประจำจุดของแถวแนวนอน และแนวตั้งกำหนดไว้เป็นมาตรฐานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าความถี่ของแต่ละแถวแนวตั้งและแนวนอน

ความถี่	1209Hz	1336Hz	1477Hz
697 Hz	1	2	3
770 Hz	4	5	6
852 Hz	7	8	9
941 Hz	*	0	#

เมื่อเรากดปุ่มใดปุ่มหนึ่งในแป้นคีย์ก็จะเกิดความถี่รวมขึ้นมาออกไปยังขา 16 ของ IC1 ผ่าน C1 ส่งสัญญาณออกผ่าน C1 เข้าสู่ส่วนของวงจรแปลงความถี่ DTMF เป็นรหัสดิจิตอล 4 บิต ต่อไป

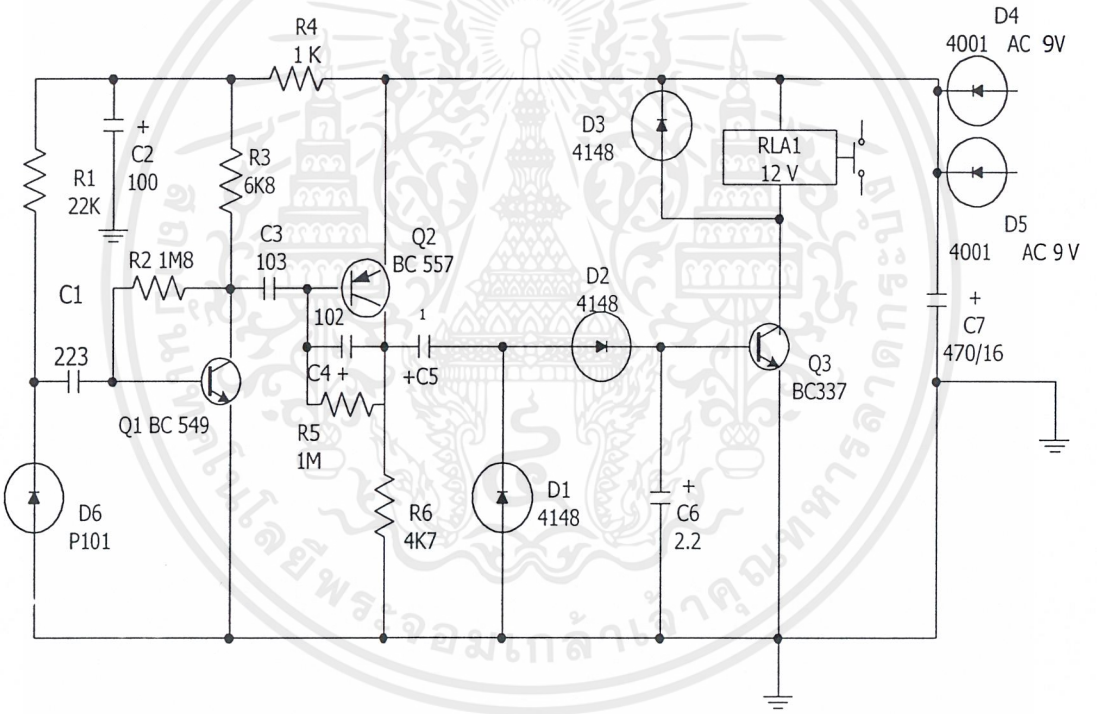
ในส่วนของ IC2 มีหน้าที่การทำงานโดยรวมแล้ว คือ การรับสัญญาณเข้ามาแล้วทำการถอดรหัสสัญญาณของหมายเลขโทรศัพท์ และให้เอาต์พุตออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล 4 บิต (มีค่าเท่ากับ 16 ค่า) ด้วยกัน โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์ R3, C2 และ X-TAL ความถี่ 3.579 MHz ซึ่ง IC จะรับสัญญาณเสียงของความถี่สองความถี่ที่มอดูเลตรวมกัน เข้ามาจากการกดหมายเลขต่างๆ โดย IC2 เพื่อทำการถอดรหัสสัญญาณนั้น ออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบ BCD (Binary Code Decimal) ขนาด 4 บิต ที่ขา 11, 12, 13 และ 14 โดยที่ขา 14 จะเป็นขาที่มีบิตนัยสำคัญสูงสุด เรียงตามกันลงมาเป็น D, C, B, A สัญญาณนี้จะถูกส่งผ่านเข้าไปยัง IC3 เพื่อทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ โดยที่เอาต์พุตของบัฟเฟอร์ที่ขา 12, 14, 16, 18 จะถูกส่งไปให้กับ P1 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อีกส่วนหนึ่งที่ขา 3, 5, 7, 9 จะถูกส่งไปให้แก่ IC5 เพื่อทำการถอดรหัสออกมาเป็นเลข 10 ค่า คือ 0-9 ซึ่งจะแสดงหมายเลขที่กดไปขณะนั้น

3.2.2 วงจรชุดรับส่งอินฟราเรด

วงจรภาครับแสดงดังรูปที่ 3.1 จะเห็นได้โฟโต้ไดโอดจะต่อแบบรีเวิร์สไบอัส ดังนั้นในขณะที่ไม่มีแสงอินฟราเรด ส่องมากระทบตัวมันจะมีกระแสไหลผ่านตัวมันน้อยมาก ต่อเมื่อมีแสงอินฟราเรดส่องมากระทบจะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านที่ไดโอด อย่างมากทำให้เกิดแรงไฟสัญญาณเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของชุดส่งสัญญาณป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ TR1 ซึ่งต่อร่วมกับ TR2 เป็น

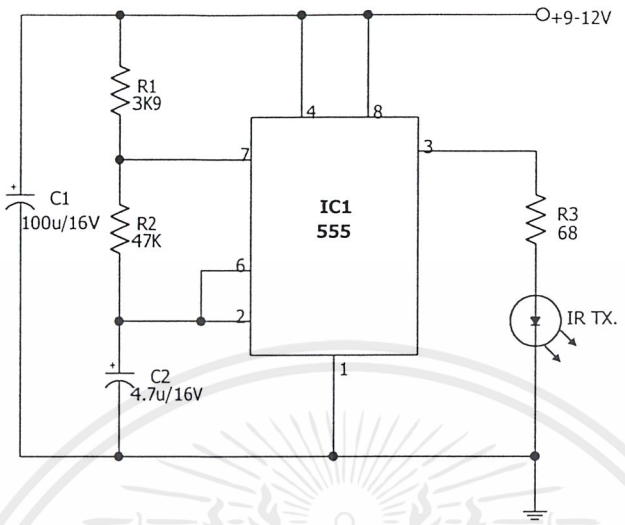
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขยายประมาณ 100 เท่า C2, C3 เป็นวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ ไดโอด D2, D3 ทำหน้าที่เป็นวงจรแปลงไฟกระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟตรงโดยมี C5 เป็นตัวกรองกระแสให้เรียบแรงดันไฟเอาต์พุตที่ได้จะนำไปขับทรานซิสเตอร์ TR3 ให้รีเลย์ทำงาน วงจรส่วนนี้รีเลย์จะทำงานก็ต่อเมื่อมีแสงอินฟราเรดส่องจากชุดส่งมายังชุดรับ ถ้าถูกตัดตอน หรือบังไว้รีเลย์ก็จะหยุดทำงาน วงจรนี้จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้ในวงจรป้องกันขโมย หรือวงจรป้องกันอื่นๆ วงจรภาคส่งรีโมทอินฟราเรดแสดงดังรูปที่ 3.2 ทำการส่งแสงอินฟราเรดไปยังชุดรับหากมีสิ่งกีดขวางทางเดินของแสง จะทำให้วงจรทำงาน



รูปที่ 3.1 วงจรชุดรับอินฟราเรด

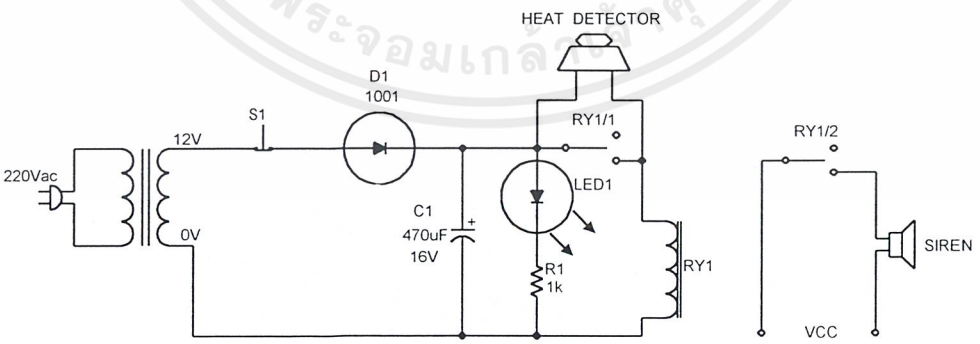
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรรีโมท

3.2.3 วงจรตรวจจับความร้อน

จากรูปที่ 3.3 ไฟเข้า 220 โวลต์ จากนั้นแปลงไฟเป็นกระแสตรง 12 โวลต์ ไปใช้งาน สวิตช์ S1 ทำหน้าที่ เป็นสวิตช์รีเซต (Heat Detector) จะทำงานเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น มีความร้อนขึ้นมาในระดับที่ทำให้ตัวตรวจจับความร้อนทำงาน จากนั้นจะเกิดการทำงานที่รีเลย์ RY1/1 สวิตช์ไปแตะที่ RY1 สัญญาณจะเข้ามา และสามารถต่อไปใช้งานได้ มี D1, C1 ทำหน้าที่เร็กติไฟร์ ถ้านำลำโพงมาต่อก็จะเกิดเสียงได้

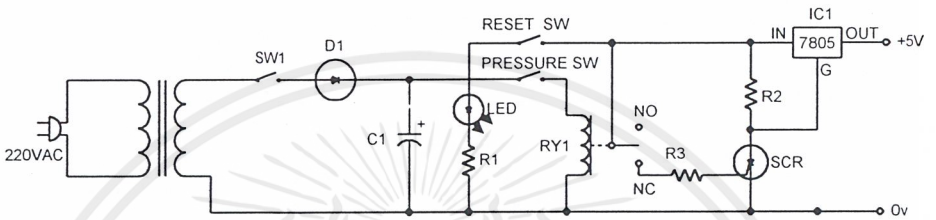


รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจรสวิตช์สั่นสะเทือน

SW1 เป็นสวิตช์รีเซต D1, C1 เป็นการเร็กติไฟร์ของวงจรสวิตช์สั่นสะเทือนจะทำงานเมื่อมีการกระแทกแรงพอที่จะทำให้สวิตช์ที่ถูกต่อไว้ทำงาน จะทำการตัดต่อวงจรทำให้รีเลย์ (RY1) ทำงาน เพื่อให้ไฟไปตกคร่อม SCR ทำให้ SCR ทำงาน

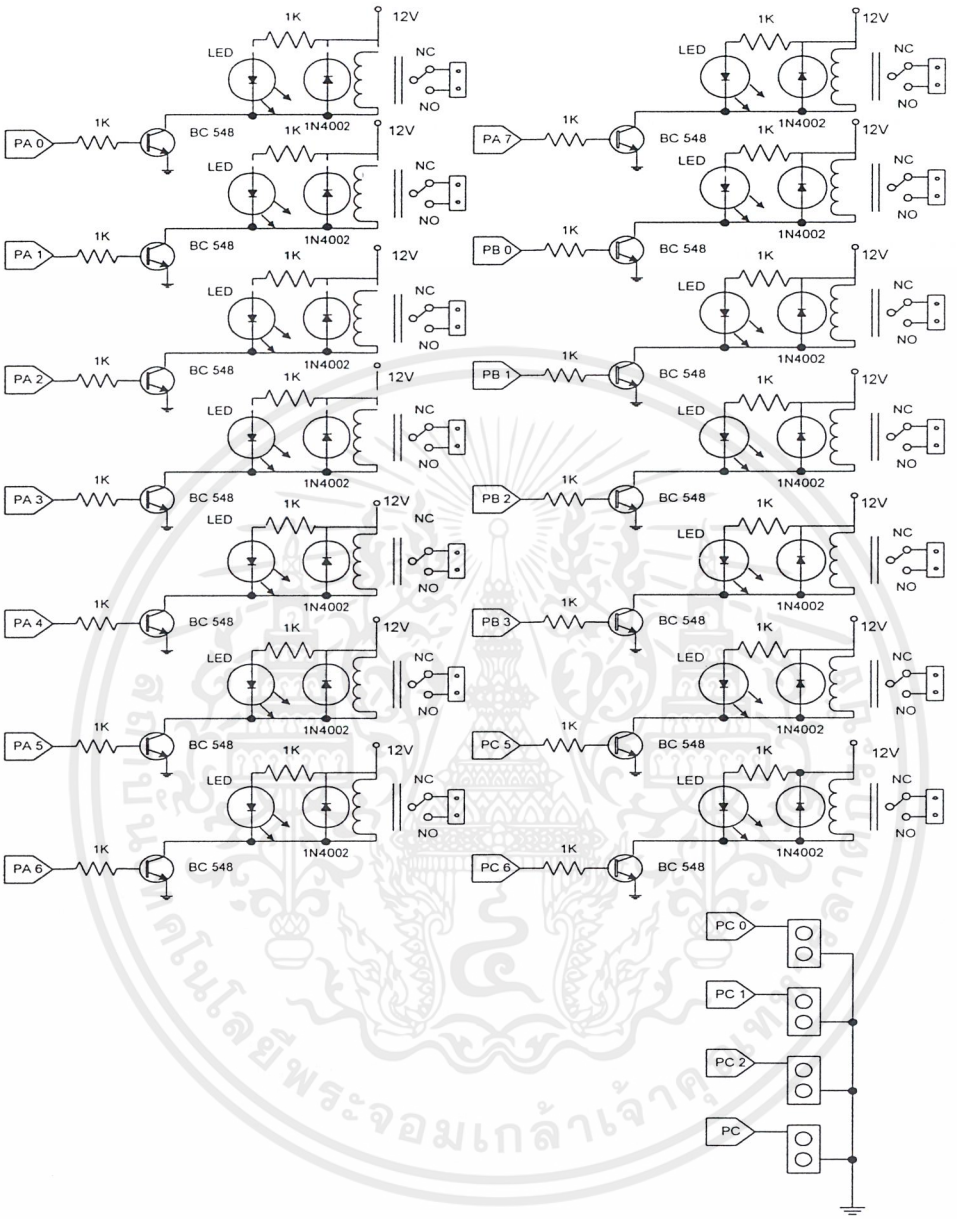


รูปที่ 3.4 วงจรสวิตช์สั่นสะเทือน

3.2.5 วงจรตัดต่อสวิตช์โทรศัพท์อัตโนมัติควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์

การทำงานของวงจรตัดต่อสวิตช์โทรศัพท์อัตโนมัติ โดยควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์ เบอร์ BC548 และรีเลย์ขนาด 12 โวลต์ ต่อร่วมกันเป็นวงจรสวิตช์ ซึ่งสวิตช์ดังกล่าวจะทำงานเมื่อมีสัญญาณเตือนภัยเกิดขึ้น จะมีสัญญาณไปป้อนที่ขาของพอร์ต C ของไอซีเบอร์ 8255 เมื่อไอซีได้รับสัญญาณแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบ และดำเนินการส่งหมายเลขของวิทยุติดตามตัวที่ได้บันทึกไว้ก่อนล่วงหน้าในการเขียนโปรแกรมลงในอีพรอม โดยจะส่งลอจิก “1” มาที่ขาพอร์ต PA0-PB3 ซึ่งถูกต่อสวิตช์ไว้เมื่อมีลอจิก “1” มากระตุ้นทำให้เกิดการทำงานของทรานซิสเตอร์ เมื่อได้รับไบอัสกระแสตรงเกิดการนำกระแสทำให้รีเลย์ทำงานเพื่อทำการตัดต่อสวิตช์ให้ทำงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรตัดต่อสวิตช์โทรศัพท์อัตโนมัติ

ออกแบบการเชื่อมต่อไอซีเบอร์ 8255 กับอุปกรณ์ภายนอก

- ขาพอร์ต PA0 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 1
- ขาพอร์ต PA1 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 2
- ขาพอร์ต PA2 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 3
- ขาพอร์ต PA3 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 4
- ขาพอร์ต PA4 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 5

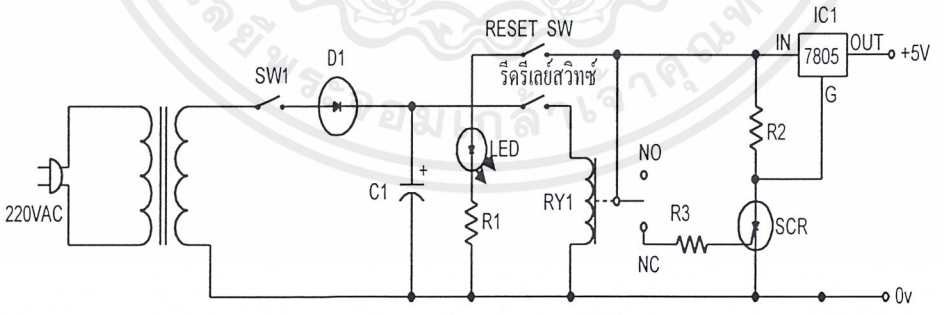
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขาพอร์ต PA5 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 6
- ขาพอร์ต PA6 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 7
- ขาพอร์ต PA7 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 8
- ขาพอร์ต PB0 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 9
- ขาพอร์ต PB1 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 10
- ขาพอร์ต PB2 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 11
- ขาพอร์ต PB3 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 12
- ขาพอร์ต PB4 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 13
- ขาพอร์ต PB6 ต่อกับรีเลย์ชุดที่ 14

สัญญาณจากชุดตรวจจับเตือนภัย จะถูกต่อไว้ที่ PC0-PC3 ตามลำดับ โดยจะกำหนดให้ PC0 เป็นช่องสัญญาณที่ 1 โดยจะมี PC1 เป็นช่องสัญญาณที่ 2 PC2 เป็นช่องสัญญาณที่ 3 และ PC3 เป็นช่องสัญญาณที่ 4

3.2.6 วงจรตรวจจับด้วยรีดรีเลย์

SW1 เป็นสวิตช์รีเซต D1, C1 เป็นการเร็กติไฟร์ของวงจรตรวจจับด้วยรีดรีเลย์จะทำงานเมื่อมีการทำให้รีดรีเลย์แยกออกจากกันจะทำให้สวิตช์ที่ถูกต่อไว้ทำงาน เกิดการตัดต่อวงจรทำให้รีเลย์ (RY1) ทำงานเพื่อให้ไฟไปตกคร่อม SCR ทำให้ SCR ทำงานมีการทำงานคล้ายวงจรสวิตช์สั่นสะเทือน



รูปที่ 3.6 วงจรตรวจจับด้วยรีดรีเลย์

3.3 ชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

จุดประสงค์ของเครื่องควบคุมนี้จะต้องต่อกับคู่สายโทรศัพท์เพื่อสั่งการต่างๆ ผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยอาศัยสัญญาณโทนที่ได้จากการกดที่แป้นคีย์โทรศัพท์ โดยเริ่มแรกนั้นเครื่องควบคุมนี้จะตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มทำงาน จากนั้นเครื่องควบคุมจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์เพื่อให้อยู่ในสภาวะยกหูโทรศัพท์ โดยจะมีระยะเวลาหน่วงรออยู่ประมาณ 10 วินาที เพื่อให้ผู้ต้องการควบคุมกดรหัสผ่าน เพื่อเข้าสู่โหมดการควบคุมทั้งหมดของระบบ หากทำการกดรหัสผ่านไม่ถูกต้องก็ไม่สามารถผ่านไปสู่การทำงานควบคุมได้ รหัสผ่านนี้เป็นการป้องกันผู้ที่ไม่หวังดีโทรศัพท์เข้ามาสั่งการภายในบ้านเจ้าของบ้านที่แท้จริงได้รหัสหรือสัญญาณโทนที่ใช้ในการควบคุมจะเป็นสัญญาณ DTMF ที่ได้จากแป้นคีย์โทรศัพท์เมื่อผ่านเข้ามาสู่ระบบควบคุมจะอาศัยอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF เพื่อให้เอาต์พุตออกมาเป็นรหัสเลขฐานสองเข้าสู่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนสวิตช์ทำงานทางเอาต์พุตต่อไปในทุกครั้งที่ถอดรหัสสั่งการเสร็จในแต่ละหน้าที่จะมีสัญญาณตอบกลับจากเครื่องควบคุมเป็นสัญญาณโทนสั้นๆ ย้อนกลับมาทางหูฟังโทรศัพท์ ชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นี้จะสามารถสั่งการต่างๆ ผ่านทางคู่สายโทรศัพท์

3.3.1 หลักการทำงาน

การทำงานจะอาศัยสัญญาณโทนที่ได้จากการกดแป้นคีย์ของโทรศัพท์ โดยสามารถแบ่งวงจรออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง, สัญญาณโทน และจัดลำดับการสั่งการด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนแสดงผลการทำงานในแต่ละแชนเนลของเอาต์พุต และส่วนที่ 3 เป็นส่วนเอาต์พุตที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของสวิตช์เพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และภาคจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงของวงจรทั้งหมด ซึ่งจุดประสงค์หลักของชุดควบคุมนี้จะเป็นการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อกับแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ หรือสามารถดัดแปลงมาใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ เพื่อต่อออกไปควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้กับไฟสลับ ก็สามารถทำได้โดยการตัดแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ออกจากส่วนของเอาต์พุตที่ต่อมาจากหน้าสัมผัสของรีเลย์

3.3.2 การทำงานของวงจร

การทำงาน และรายละเอียดที่สมบูรณ์ของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์แสดงไว้ในรูปที่ 3.5 จากวงจรสมบูรณ์จะสังเกตได้ว่ามีส่วนประกอบที่พอจะแยกส่วน รายละเอียดออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง, สัญญาณโทน และการจัดลำดับการสั่งการด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์, ส่วนที่สองเป็นส่วนแสดงผลการทำงานในแต่ละช่องเอาต์พุต และส่วนที่สาม คือ ส่วนเอาต์พุตควบคุมสวิตช์การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า และภาคจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงวงจร จุดประสงค์หลักของเครื่องควบคุมนี้จะเป็นการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อกับแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ เท่านั้น แต่ก็ไม่ได้จำกัดไว้เพียงเท่านี้ เพราะสามารถดัดแปลงส่วนหน้าสัมผัสของรีเลย์โดยตัดแรงดันไฟ 220 โวลต์ ออกไป ก็จะได้หน้าสัมผัสรีเลย์ที่พร้อมจะต่อออกไปควบคุมอุปกรณ์อย่างอื่นที่ไม่ได้ใช้กับไฟ 220 โวลต์ ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 อุปกรณ์สำคัญของชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์

อุปกรณ์ที่เป็นหัวใจหลักของวงจรสมบูรณ์เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์นั่นก็คือ ไอซีตระกูล 8051 ซึ่งทำให้วงจรนี้มีความคล้ายคลึงกับการควบคุมในส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์เลยทีเดียว ซึ่งจะเป็นตัวจัดลำดับการทำงานและการสั่งการทำงานทั้งหมด รวมกับการอินเตอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์ด้วย นอกจากนั้นก็ยังมีอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่ผ่านมาทางคู่สายโทรศัพท์ในวงจรนี้ใช้ไอซีเบอร์ MV8870 โดยจะทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกมาเป็น BCD Code เข้าสู่ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ และยังมีส่วนอีกอย่างมากในการทำงาน คือ โปรแกรมสำเร็จรูปที่อยู่ในอีพรอมที่จะทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.4 ไอซี ใช้ ในส่วนชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

MC145412	ไอซี Key Tone มาใช้ในส่วนของวงจรส่งรหัสเลขหมาย
MV8870	ไอซีถอดรหัส DTMF เป็นรหัสเลขฐานสอง
MCS8051	ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานทั้งหมด
74 HC8573	เป็นวงจรแลตช์ข้อมูลขนาด 8 บิต
2764	เป็นอีพรอมบรรจุข้อมูลมีขนาดความจุ 8 กิโลไบต์

3.3.5 หลักการอินเตอร์เฟสเข้ากับคู่สายโทรศัพท์

ส่วนที่ทำการอินเตอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์โดยตรงจะมีอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และส่วนรับและส่งสัญญาณกระดิ่ง และส่วนรับและส่งสัญญาณโทนออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ ในส่วนของการตรวจจับสัญญาณจะทำการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มการทำงาน จากนั้นเครื่องควบคุมจะสวิตช์เพื่อให้อยู่ในสภาวะยกหูโทรศัพท์ โดยจะมีระยะเวลาหน่วงอยู่ประมาณ 10 วินาที เพื่อให้ผู้ต้องการควบคุมสามารถกดรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่โหมดของการควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ หากการกดรหัสผ่านไม่ถูกต้องก็ไม่สามารถผ่านเข้าไปสู่การทำงานควบคุมได้ รหัสผ่านนี้จะช่วยในการป้องกันผู้ที่ไม่หวังดีโทรศัพท์เข้ามาสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านของเจ้าของบ้าน

รหัสหรือสัญญาณโทนที่ใช้ในการควบคุมจะเป็นสัญญาณ DTMF ที่ได้จากแป้นคีย์โทรศัพท์เมื่อผ่านเข้ามาสู่ระบบควบคุมจะอาศัยอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF เพื่อให้เอาต์พุตออกมาเป็นรหัสเลขฐาน 2 เข้าสู่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนสวิตช์ทำงานทางเอาต์พุตต่อไปในทุกครั้งที่ทำการถอดรหัสสั่งการเสร็จใน แต่ละหน้าที่ก็จะมีสัญญาณตอบกลับจากชุดควบคุมเป็นสัญญาณโทนสั้นๆ ย้อนกลับมาทางหูฟังโทรศัพท์

การควบคุมเบื้องต้นจะต้องใช้หมายเลขที่แป้นคีย์ 1-7 โดย 1-7 นั้นเป็นช่องสัญญาณควบคุมเอาต์พุต (หมายเลขช่องควบคุม) และตามด้วยเลข “1” แทนการเปิดสวิตช์ (ON) ของเครื่องใช้ไฟฟ้า

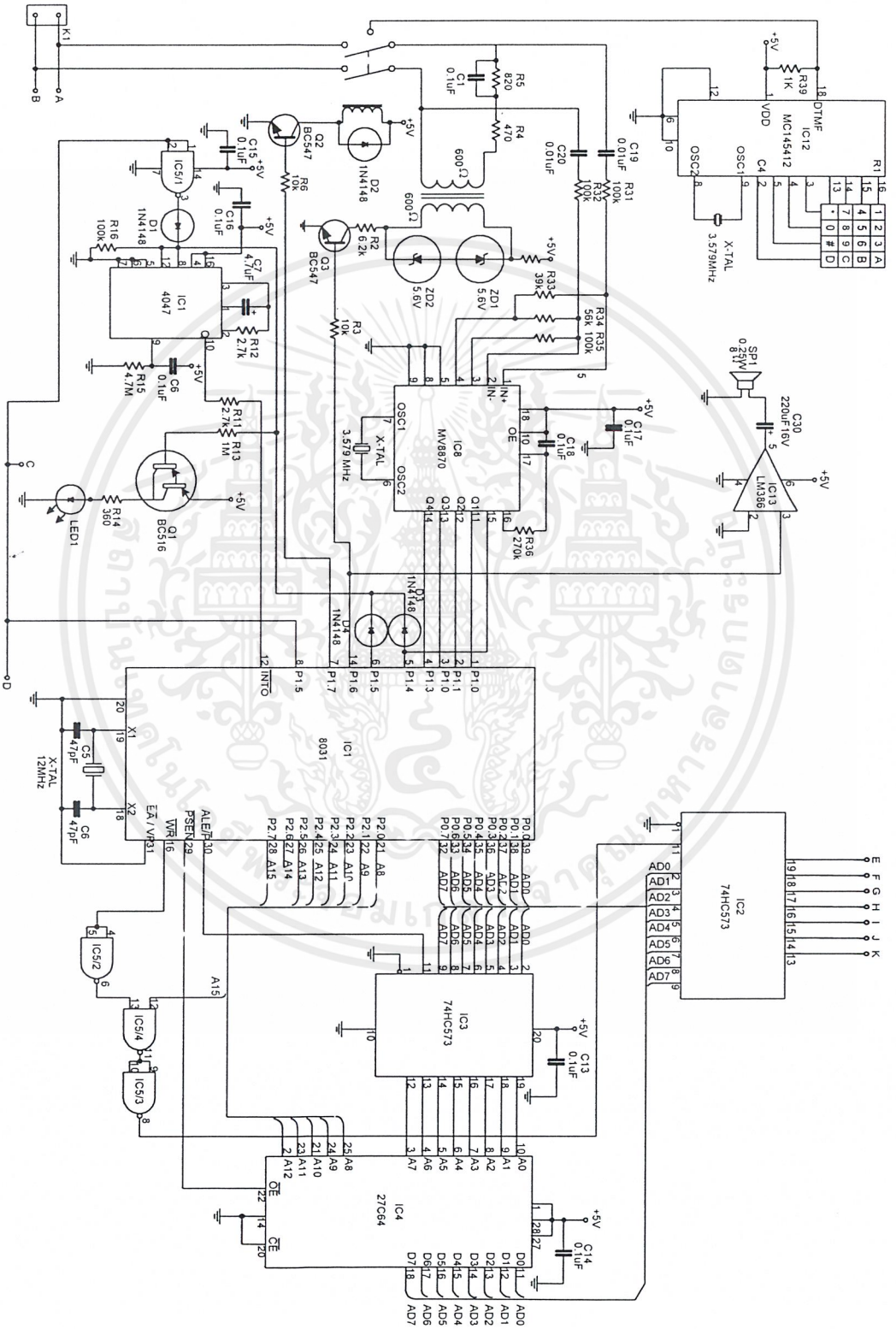
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือตามด้วยเลข "0" แทนการปิดสวิตช์ (OFF) ของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือตามด้วยเลข "2" เพื่อตรวจสอบสภาวะการทำงานของแต่ละช่องควบคุมและกดหมายเลข "8" เพื่อควบคุมทุกช่องสัญญาณ ให้ทำงานพร้อมกันแล้วตามด้วยเลข "1" หรือ "0" เพื่อเปิดหรือปิดของทุกช่องสัญญาณ ในการกดสวิตช์คีย์แต่ละครั้ง หรือการทำงานในแต่ละหน้าที่เสร็จสิ้นลงไปในขั้นตอนนั้นๆ จะมีสัญญาณโทนตอบกลับแจ้งสภาวะการทำงานทุกครั้ง โดยจะมีเสียงโทนยาวๆ 1 ครั้งแสดงสภาวะ "ปิด" และโทนสั้นๆ 2 ครั้งแสดงสภาวะ "เปิด" การสั่งการในแต่ละขั้นตอนการทำงานจะมีเวลาหน่วงรอรหัสคำสั่ง 10 วินาที หากเลยช่วงเวลาหน่วงไปแล้ว โดยไม่มีการกดคีย์รหัสสั่งการเครื่องควบคุมจะทำการวางหูโทรศัพท์ (ตัดสายโทรศัพท์ออกจากระบบ)

3.3.6 การทำงานของวงจรในการอินเตอร์เฟสสัญญาณเข้ากับระบบโทรศัพท์

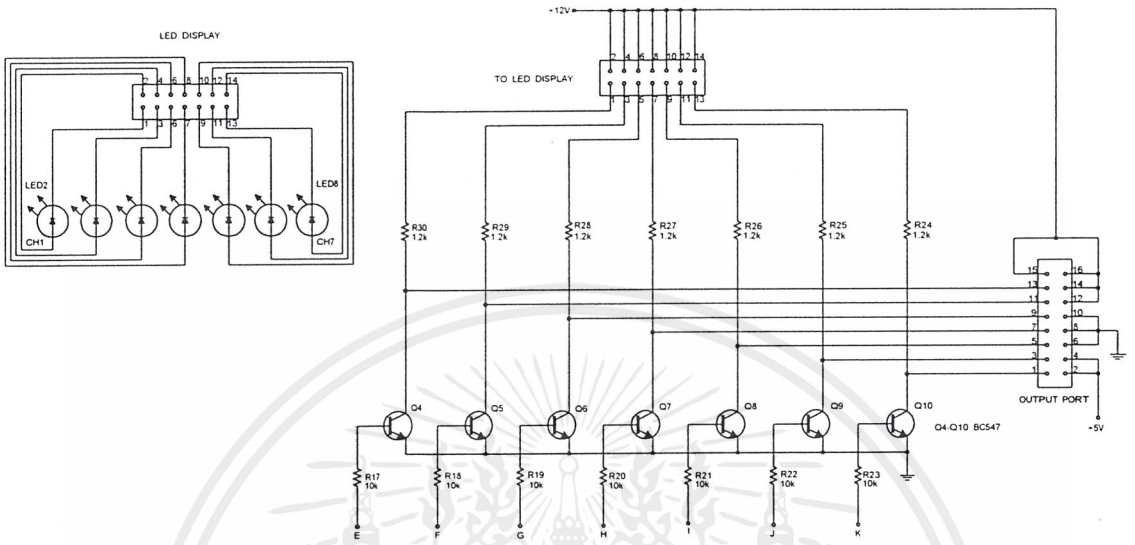
ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งเพื่อเพื่อเปิดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วย ชุดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ โดยจะมี D_5-D_7 ต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์มี R_7 และ C_2 เป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณกระดิ่งและจำกัดขนาดของกระแสและแรงดันของสัญญาณกระดิ่ง โดยจะต่ออยู่ที่ K_1 ที่จุด "A" และ "B" แรงดันของสัญญาณกระดิ่งจะถูกเร็กติไฟร์ให้เป็นแรงดันไฟตรงที่มีลักษณะเป็น พัลส์แรงดันไฟตรงตกคร่อม C_3 และ R_8 ทำหน้าที่คายประจุให้กับ C_3 เพื่อให้เป็นพัลส์ไฟตรงมากยิ่งขึ้น พร้อมกับจำกัดแรงดันพัลส์ไว้ที่ 15 โวลต์ ด้วยซีเนอร์ไดโอด ZD_3 แรงดันพัลส์ไฟตรงที่ตกคร่อม ZD_3 นี้จะถูกจ่ายไบอัสให้กับ LED ภายในออปโต้ IC_7 โดยมีตัวต้านทาน R_9 จำกัดกระแสให้กับ LED ในออปโต้ เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่คู่สายโทรศัพท์ K_1 จะทำให้ที่ขาคอลเล็กเตอร์ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ในออปโต้ IC_7 ต่อกับกราวด์เนื่องจากได้รับไบอัสตรง ทำให้แรงดันตกเป็นศูนย์ในจังหวะนี้เอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ IC_1 ก็จะทำหน้าที่ตรวจสอบหรือเป็นการถามว่า จะทำหน้าที่อะไรต่อไปหลังจากสัญญาณกระดิ่งเข้ามาแล้ว ซึ่งพัลส์จากขาคอลเล็กเตอร์ของออปโต้ IC_7 ก็จะต่อเข้ากับขาอินพุตพอร์ต P1.7 (ขา 8) เพื่อทำการนับจำนวนพัลส์ที่เข้ามาไม่ให้เกินกว่าที่กำหนดไว้ และเป็นการเปิดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรอคำสั่งต่อไป พัลส์ลบที่ได้จาก ออปโต้นี้ยังถูกใช้เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ (MMV) IC_6 ผ่านทางอินเวอร์เตอร์ $IC_{5/1}$ เข้ามากระตุ้นที่ขา 8, 12 ของ IC_6 ตามลักษณะของสัญญาณกระดิ่ง เอาต์พุตที่ขา 10 ของ IC_6 ก็จะถูกส่งต่อไปเข้าที่ขา INTO (ขา12) ของ IC_1 เพื่อทำการหน่วงเวลาไว้ 10 วินาที แล้วหลังจากนั้นก็จะตัดให้การยกหูโทรศัพท์พร้อมกับการส่งรหัสตอบกลับออกไป สัญญาณกระดิ่งที่เข้ามายังชุดตรวจจับและสัญญาณโทนที่เข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์จะมี LED_1 เป็นตัวแสดงสภาวะการทำงานทุกครั้งที่มีการกดคีย์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การต่อวงจรชุดขับแสดงผล

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการนับจำนวนพัลส์ที่เข้ามาในลักษณะของสัญญาณกระดิ่งได้ครบตามที่โปรแกรมไว้ในช่วงเวลา 10 วินาที ก็จะทำให้มีระดับลอจิก "1" ออกมาทางขา P1.6 (ขา 7) ไบอัสให้กับขาเบสของ Q_2 ผ่าน R_6 ทำให้รีเลย์ RY_1 ทำงาน ในขณะนี้จะเป็นการยกหูโทรศัพท์ด้วยเครื่องควบคุมนี้ ทำให้ขดไพรมารีของหม้อแปลงแมตชิ่ง T_1 ต่อกับคู่สายโทรศัพท์ทางคอนเน็กเตอร์ K_1 ผ่านหน้าสัมผัสรีเลย์ RY_1 โดยมีตัวต้านทาน R_4, R_5 ต่ออนุกรมอยู่เพื่อป้องกันการไหลของกระแสที่สูงมากขณะเริ่มทำงานของรีเลย์ทางด้านขดเซ็กกันดารีของ T_1 จะต่อกับแรงดันไฟบวก 5 โวลต์ ผ่าน R_1 และ R_2จำกัดกระแสมี ZD_1 และ ZD_2 รักษาช่วงระดับเวลาไว้ในช่วงที่ปลอดภัย หม้อแปลงนี้จะทำหน้าที่คัปปลิ้งสัญญาณพัลส์ตอบกลับเข้าไปยังคู่สายโทรศัพท์เมื่อ RY_1 ทำงาน เอาต์พุตที่ T_0 (ขา 14) ก็จะกำเนิดพัลส์สามเหลี่ยมออกมาผ่านที่ตัว R_3 และ Q_3 เพื่อทำการสวิตช์ ทำให้แรงดันที่ขดเซ็กกันดารีเกิดการเปลี่ยนแปลงตามพัลส์สามเหลี่ยมทำให้เกิดสัญญาณเสียงโทนผ่าน T_1 และชุดตัวต้านทานคัปปลิ้ง R_4, R_5 และ C_1 ออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ ทำให้ทราบว่าขณะนี้เสร็จสิ้นขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งแล้ว และให้สั่งงานต่อไปสัญญาณตอบกลับนี้เราจะได้ยินทางหูฟังโทรศัพท์เป็นจำนวนสองครั้งสั้นๆ เมื่อรีเลย์ RY_1 ทำงาน หลังจากเสียงสัญญาณตอบกลับสิ้นสุดลงให้สั่งการในขั้นตอนต่อไปภายใน 10 วินาที

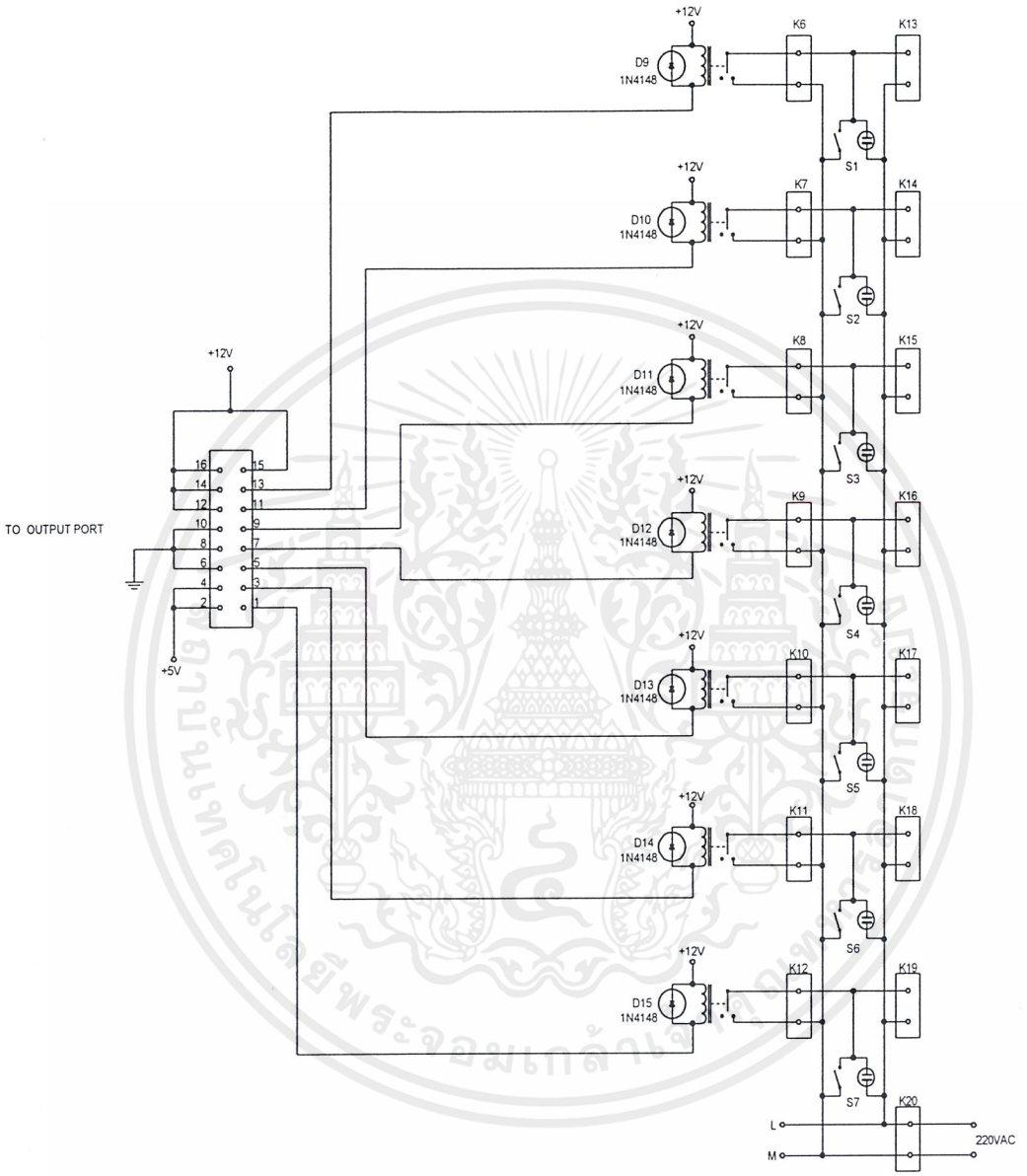
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ IC_1 ได้รับสัญญาณกระดิ่งและการกระตุ้นจากวงจรตั้งเวลาโมโนสเตเบิ้ลครบตามจำนวนพัลส์ที่กำหนดไว้แล้วสั่งให้รีเลย์ RY_1 ทำงาน ในจังหวะนี้คู่สายโทรศัพท์จะต่อเข้ากับชุดถอดรหัส DTMF IC_8 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณโทนออกมาเป็นรหัส BCD โดยมีตัวเก็บประจุทำหน้าที่คัปปลิ้งสัญญาณมาเข้าขาอินพุตร่วมกับตัวต้านทานเน็ตเวิร์กเหล่านี้ประกอบด้วย C_{19}, C_{20}, C_{31}-R_{35} นอกจากนั้นโดยพื้นฐานของ IC_8 เบอร์ MV8870 นี้ออกแบบมา โดยมีอุปกรณ์ต่อร่วมน้อยมากก็สามารถทำงานได้แล้ว มีคริสตอล X-TAL_1 เป็นตัวกำเนิดฐานเวลาให้กับไอซี และ R_{33} กับ R_{34} กำหนดความแตกต่างของสัญญาณทางอินพุตการถอดรหัสออกมาทางเอาต์พุตจะเป็นรหัส BCD ออกมาทางเอาต์พุต Q_1- Q_4 (ขา 11 – ขา 14) ซึ่งลักษณะของลอจิกทางเอาต์พุตที่ความถี่สัญญาณโทนอินพุตต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 1 เอาต์พุตเหล่านี้จะส่งผ่านเข้าสู่พอร์ตอินเตอร์เฟสกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา 1-4 (P1.0-P1.3)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ IC_1 หากมีการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสจากภายนอกขาควบคุมแอดเดรสภายนอก (ขา 31 $\overline{EA}$/VP) จะต้องต่อลงกราวด์ไว้ตลอด ไม่เช่นนั้นแล้วจะไม่สามารถทำงานได้ รวมทั้งต้องต่อกับอีพรอมภายนอกขนาดความจุ 8 กิโลไบต์ ในที่นี้ใช้เบอร์ 27C64 (IC_4) แอดเดรส และสัญญาณข้อมูลจะมีการดีมัลติเพล็กซ์ที่พอร์ต P_0 (ขา 39) ของ IC_1 ต่อร่วมกับวงจรแลตช์ข้อมูลขนาด 8 บิต IC_2 และ IC_3 เบอร์ 74HC573 ภายในอีพรอมจะบรรจุโปรแกรมใช้งานอยู่สองพารามิเตอร์ คือ โปรแกรมกำหนดหมายเลขของสัญญาณโทน และสัญญาณกระดิ่ง และโปรแกรมกำหนดรหัสผ่านเข้าสู่การทำงานหลัก ซึ่งการอินเตอร์เฟสระหว่างอีพรอมกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะผ่านวงจรแลตช์ข้อมูล IC_3 ทั้งหมด เพื่อให้เกิดการควบคุมแรมภายใน

วงจรแลตช์ข้อมูลขนาด 8 บิตชุดที่สองIC_2จะทำงานในลักษณะให้เอาต์พุตออกมาสามสเตจเพื่อการควบคุมทางเอาต์พุตทั้ง 8 บิต เอาต์พุต 7 เอาต์พุต จากเอาต์พุตทั้งหมด 8 เอาต์พุตบิต (ขา 13 – ขา 19) จะใช้ควบคุมรีเลย์เอาต์พุต RY_2-RY_8 และขับชุด LED แสดงสภาวะการทำงานในแต่ละเอาต์พุต LED_2-LED_8 ซึ่งเอาต์พุตต่างๆ เหล่านี้จะถูกขับด้วยทรานซิสเตอร์ Q_4-Q_{10} ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ต่อลงกราวด์ให้ครบวงจรในขณะที่ขาคอมมอนรวมของ LED_2-LED_8 และ RY_2-RY_8 ต่ออยู่กับแรงดันไฟบวก 12 โวลต์ ซึ่งการกระตุ้นการสวิตช์ของทรานซิสเตอร์จะอาศัยระดับลอจิก “1” ที่ออกมาทางเอาต์พุตของวงจรแลตช์ได้เอาต์พุต IC_2 ไดโอด D_9-D_{15} ต่อป้องกันการทำงานที่ผิดพลาดของรีเลย์เนื่องจากการยุบตัว และพองตัวของสนามแม่เหล็กที่ขดลวดรีเลย์โดยเฉพาะขณะที่รีเลย์เริ่มหยุดทำงานซึ่งผลอันนี้เรียกว่า แรงดันอันเกิดจากการยุบตัวของเส้นแรงแม่เหล็ก (E.M.F.) เป็นผลให้รีเลย์สั่น และแรงดันจะย้อนกลับทางเอาต์พุตของทรานซิสเตอร์ทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ชุดควบคุมสวิตช์การทำงานของใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงเอาต์พุตของ MV8870 ที่การกดคีย์หมายเลขต่างๆ

หมายเลข โทรศัพท์	ขา OE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
31	1	0	0	0	1
2	1	0	0	1	0
3	1	0	0	1	1
4	1	0	1	0	0
5	1	0	1	0	1
6	1	0	1	1	0
7	1	0	1	1	1
8	1	1	0	0	0
39	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0
*	1	1	0	1	1
#	1	1	1	0	0
A	1	1	1	0	1
B	1	1	1	1	0
C	1	1	1	1	1
88D	1	0	0	0	0
อื่นๆ	0	*	*	*	*

เอาต์พุต Q_1-Q_4 ตำแหน่ง * หมายถึง เอาต์พุตเป็น High Impedance

หน้าสัมผัสของรีเลย์ RY_2-RY_8 จะถูกต่อออกไปใช้งานควบคุมสวิตช์แรงดันไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมในที่นี้จากวงจร จะทำการต่อกับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ ไว้เรียบร้อย มีสวิตช์ S_1-S_7 ทำหน้าที่เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าขณะไม่มีการสั่งงานมาทางโทรศัพท์ เอาต์พุตทั้งเจ็ดเอาต์พุตจะต่อออกไปใช้งานทางคอนเน็กเตอร์ K_{13}-K_{19} ซึ่งเป็นปลั๊ก AC และที่คอนเน็กเตอร์ K_{20} เป็นจุดต่อสำหรับไฟสลับ 220 โวลต์ เข้ามาสู่วงจรแหล่งจ่ายไฟโดยมีหม้อแปลง T_2 เป็นตัวลดแรงดันไฟลงมาผ่านชุดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ B_1 แรงดันไฟตรงจากวงจรบริดจ์ชุดนี้จะแยกไปเข้าวงจรเร็กกูเลตสองชุด คือ ชุด 12 โวลต์ IC_9 และชุด 5 โวลต์ IC_{10} โดยมีตัวเก็บประจุสำหรับกรองแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เรียบ สำหรับเร็กกูเลตทั้งสองชุดคือ C_{21}-C_{27} และ C_9 แรงดัน 12 โวลต์ จะเลี้ยงชุดรีเลย์ และ LED ส่วนแรงดัน 5 โวลต์ จะเลี้ยงอุปกรณ์ไอซีทั้งหมดในวงจร

การตั้งเวลาในการสั่งการเสร็จสิ้นไปทีละคำสั่งเป็นเวลา 10 นาที นั้น ได้มาจากการที่ IC_8 ถอดรหัส DTMF ออกมาเป็นรหัส BCD ในทุกครั้งที่มีเอาต์พุตออกมาทางขา 11-14 (Q_1-Q_4) ไอซี MV8870 ก็จะให้พัลส์ออกมาที่ขา STD (ขา 15) หนึ่งพัลส์ "1" ทุกๆ ครั้งเช่นกัน พัลส์ที่ออกมานี้จะผ่านไดโอด D_3 มาทำการกระตุ้นวงจรตั้งเวลาโมโนสเตเบิ้ล IC_6 ที่ขา 8 และ 12 เป็นการกระตุ้นเพื่อให้เกิดการรีเซตและเริ่มตั้งเวลา 10 วินาที ค่าเวลานี้กำหนดด้วยค่าเวลาของ C_7 และ R_{12} นอกจากนี้แล้วทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเอาต์พุตของ IC_8 และไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานเอาต์พุตขา 6 ของ IC_1 ก็จะให้พัลส์ออกมาเช่นกัน เพื่อขับ LED แสดงสภาวะการทำงานถอดรหัส Q_1 และทำให้ LED_1 กระพริบตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอุปกรณ์ C_4, R_{10}, C_8 และ R_{15} ทำหน้าที่เป็นชุดรีเซตอัตโนมัติให้กับ IC_1 และ IC_6 ตามลำดับขณะเปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟเข้าสู่วงจรให้เริ่มทำงาน

การแลตช์ข้อมูลจากทางเอาต์พุตของ IC_2 ถูกควบคุมด้วยขา 11 เมื่อทำการเลือกแอดเดรสเรียบร้อยแล้วมีสัญญาณออกไปทางเอาต์พุตของ IC_2 พร้อมกับ IC_1 จะสั่งการออกไปทางขา $\overline{WR}$ (ขา 15) เพื่อทำการแลตช์ข้อมูลที่ขา 11 ของ IC_2 ดังนั้นเอาต์พุตก็จะค้างสถานะไว้ที่การควบคุมทางอินพุตที่ต้องการหรือที่กำหนดไว้ และจะกล่าวย้อนกลับมาที่อินพุตของ IC_8 อีกรอบเหตุที่ต้องมีชุดตัวต้านทานเน็ตเวิร์ก R_{33}-R_{35} ก็เพื่อจัดให้เป็นวงจรขยายความแตกต่างทางอินพุตขา 1 และ ขา 2 เพื่อเหตุผลไม่ต้องการให้สัญญาณ DTMF เกิดการเปรียบเทียบกับกราวด์ภายในวงจรควบคุมเพราะไม่เช่นนั้นแล้ว การต่อคู่สายของโทรศัพท์จะต้องทำการตรวจสอบขั้วกราวด์กับสัญญาณไฟบวกเสียก่อน ซึ่งจะเป็นการต่อใช้งานที่ยุ่งยาก โดยปกติแล้วคู่สายโทรศัพท์จะต่อสลับขั้วกันได้ด้วยเหตุผลนี้จึงต้องจัดวงจรทางอินพุตของ IC_8 ใหม่ดังในวงจรสมบูรณ์นี้ และต้องการแยกระบบกราวด์ของคู่สายโทรศัพท์ออกจากกราวด์ของเครื่องควบคุมด้วย

จุดอ่อนของเครื่องควบคุมผ่านคู่สายโทรศัพท์คือเมื่อสั่งผ่านทางโทรศัพท์ แล้วจะกลับมาปิดที่บ้านเป็นเฉพาะแชนเนลไม่ได้นอกจากถอดปลั๊กของเครื่องควบคุมออกหมด ทำให้บ้านต้องมืดชั่วขณะก่อนที่จะเปิดสวิตช์ตัวเดิม หนทางในการแก้ปัญหาก็สามารถกระทำได้โดยการสร้างสัญญาณกระดิ่งจำลองขึ้นมาเองที่ตัวเครื่อง แต่เป็นลักษณะพัลส์ที่ผ่านการเร็กติไฟเออร์มาแล้วโดยการทำงานในส่วนนี้ประกอบด้วย $IC_{11/1}$ และ $IC_{11/2}$ มี R_{38} และ C_{28} ทำหน้าที่กำหนดความถี่พัลส์ที่ออกมาทางเอาต์พุตขา 4 ของ $IC_{11/1}$ และช่วงห่างของการส่งพัลส์ออกทางเอาต์พุต กำหนดจากการกดสวิตช์ S_8 กดตามจำนวนที่ตั้งการตรวจจับสัญญาณกระดิ่งในตอนแรก เมื่อครบจำนวนพัลส์แล้วทรานซิสเตอร์ Q_{11} ก็จะทำงานเหมือนกับออปโต้ IC_7

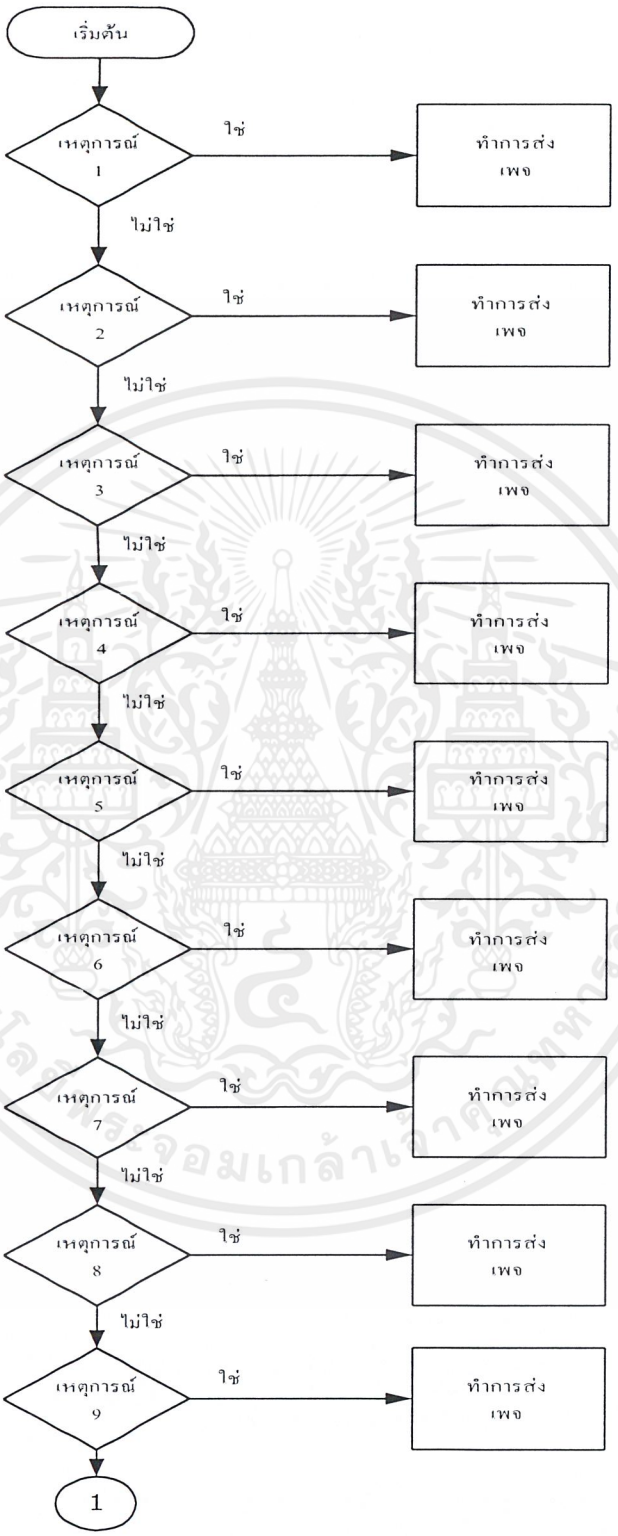
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงการควบคุมที่ตัวเครื่องควบคุมนี้สวิตช์ S_9 จะทำหน้าที่ตัดคู่สายโทรศัพท์ออกจากระบบพร้อมกับต่อชุดกำเนิดสัญญาณโทน DTMF เข้าไปยังอินพุตของ IC_8 แทนที่ต้องตัดคู่สายโทรศัพท์ออกจากระบบก่อนก็เพื่อไม่ต้องการใช้สัญญาณ DTMF ออกไปยังองค์การโทรศัพท์อาจเกิดการสับสนได้ เมื่อสวิตช์ S_9 ต่องวงจรแล้ว IC_{12} จะทำหน้าที่เข้ารหัสจากการกดสวิตช์ที่คีย์โทรศัพท์ที่ติดกับเครื่องควบคุมให้เอาต์พุตออกมาทางขา 18 เป็นสัญญาณ DTMF มาเข้าที่ IC_8 แทน และการทำงานขั้นตอนต่อไปก็จะเหมือนกับการสั่งงานทางโทรศัพท์ปลายทางทุกอย่าง

3.4 การเขียนโปรแกรม

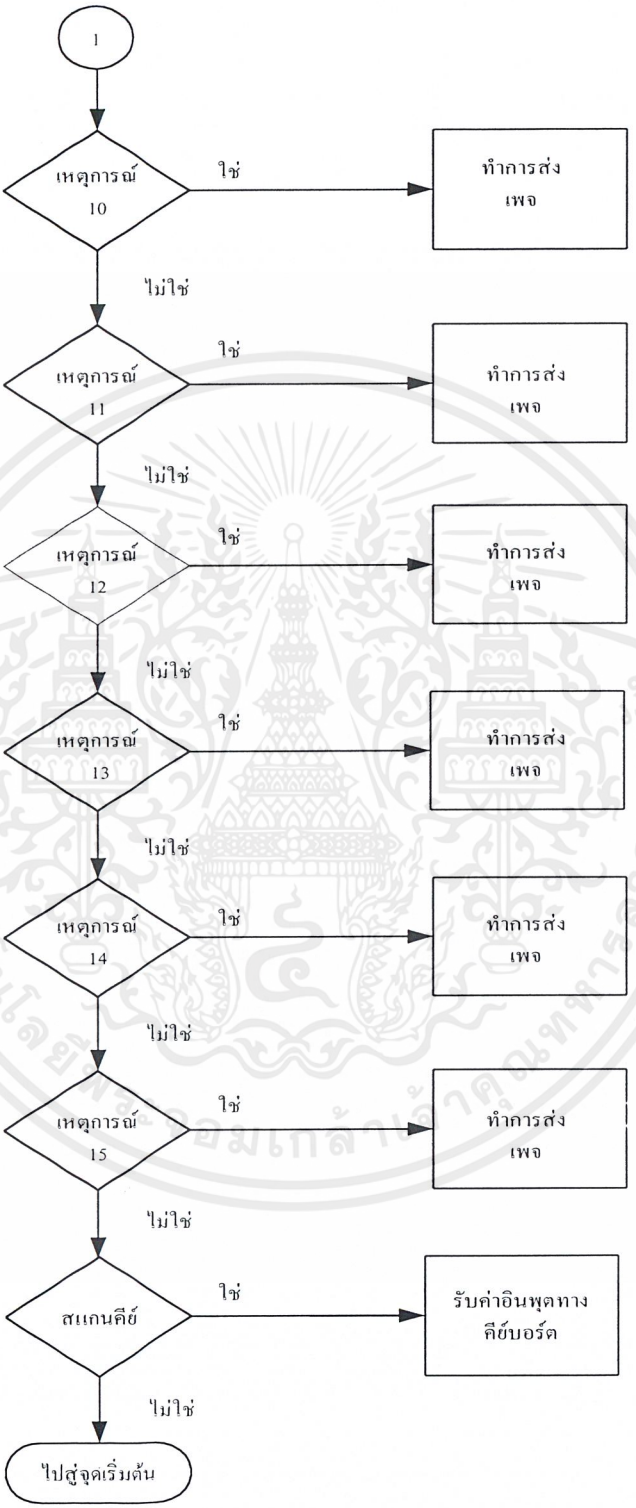
ในการรายงานสถานภาพผ่านเพจเจอร์และการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมเพื่อให้การทำงานของโครงงานทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ ซึ่งในการเขียนโปรแกรมจะใช้ภาษาแอสแซมบลีในการเขียน ซึ่งเป็นภาษาเครื่องของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โปรแกรมจะทำการหน้าที่ตรวจวงจรว่ามีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น จากนั้นจะทำการต่อโทรศัพท์เพื่อติดต่อกับศูนย์เพจเจอร์ เพื่อให้ทางศูนย์เพจทำการส่งรายงานข้อมูลไปยังเครื่องรับตามแต่ละศูนย์เพจที่ได้ตั้งไว้ ส่วนการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ก็ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุม ซึ่งก็จะใช้ภาษาเครื่องของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นส่วนที่เขียนโปรแกรมเช่นกัน โปรแกรมที่เขียนจะอัดลงไปในอีพรอมเบอร์ 27C64 การทำงานจะทำงานตามผังการทำงานของโปรแกรมดังรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



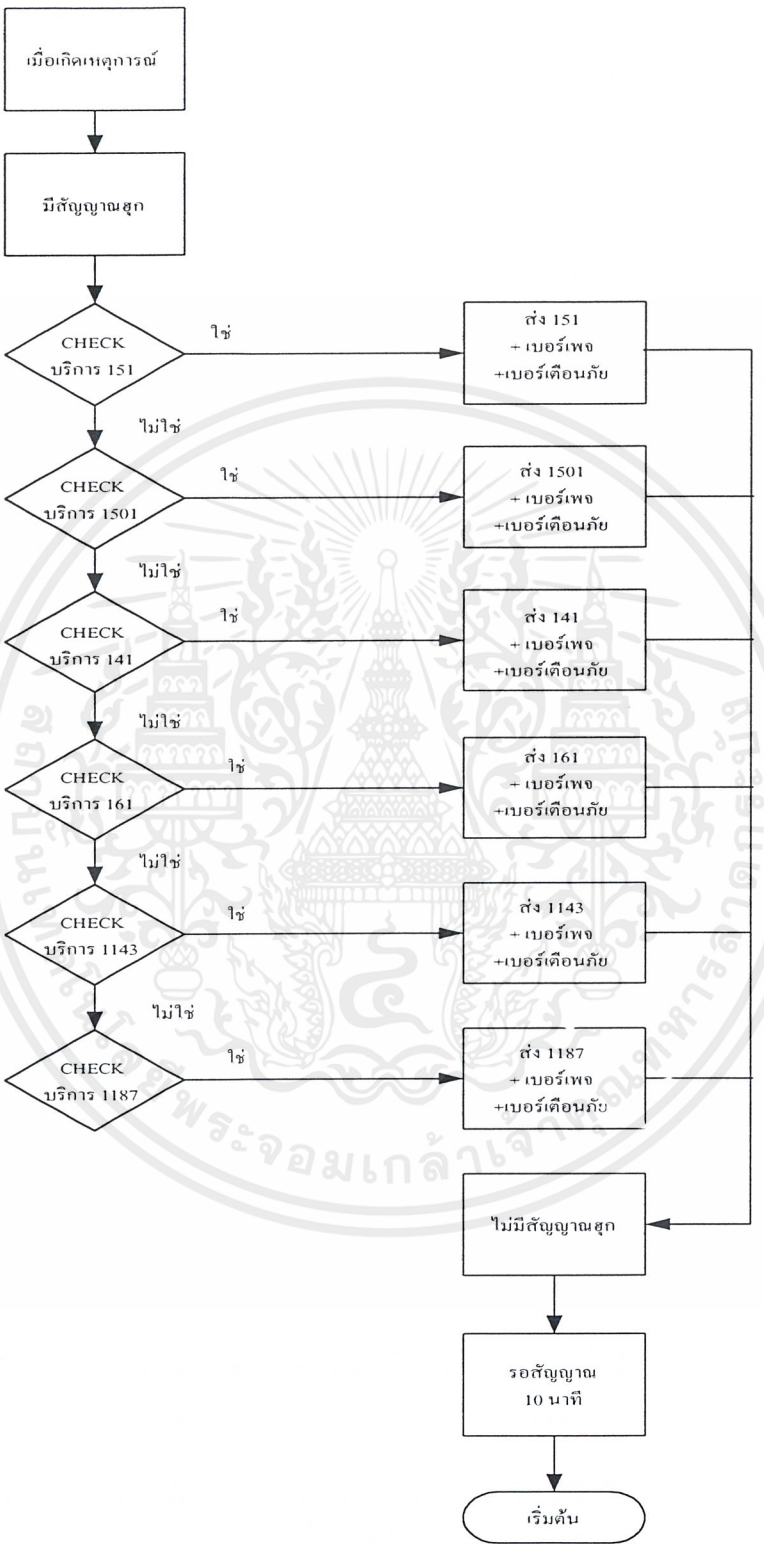
รูปที่ 3.10 ผังการทำงานของโปรแกรมขั้นตอนการส่งเพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



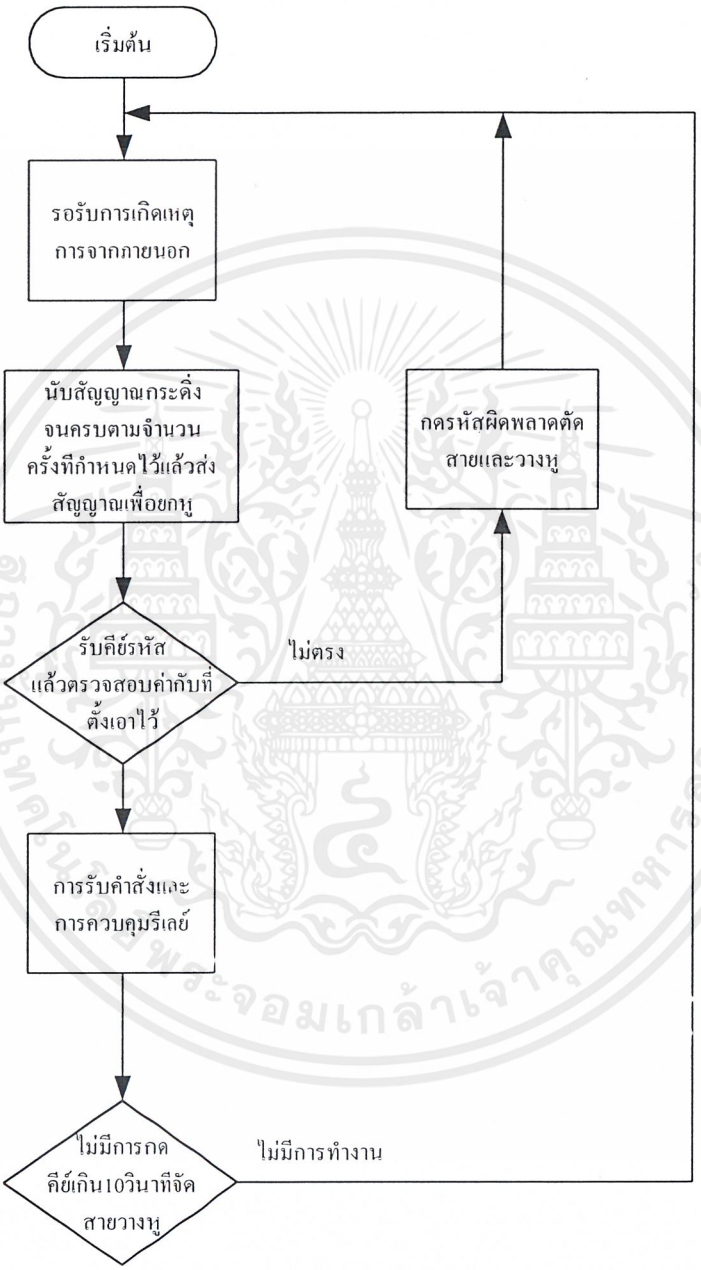
รูปที่ 3.10 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรมขั้นตอนการส่งเพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรมขั้นตอนการส่งเพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ผังการทำงานของโปรแกรมชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

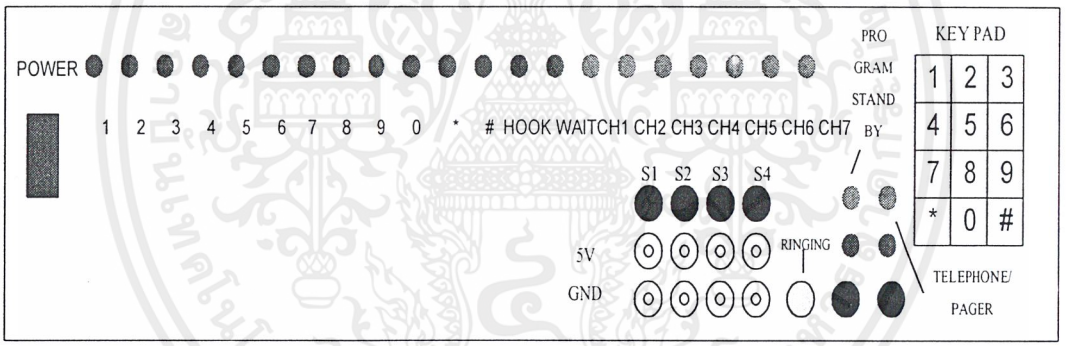
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้ จะกล่าวถึงการทดลอง และผลการทดลองของส่วนประกอบของการทำงานทั้งหมดของโครงงานในแต่ขั้นตอนซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญ ทั้งนี้ยังรวมถึงการใช้งานทั้งหมดของโครงงาน และยังรวมถึงการทำงานในส่วนต่างๆ ของวงจรในโครงงานที่ได้ออกแบบไว้

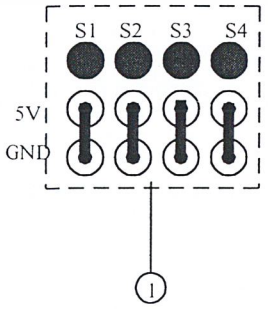
4.2 การทดลองเครื่องควบคุมระบบเตือนภัยรายงานสถานภาพผ่านเพจเจอร์

4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง



รูปที่ 4.1 หน้าปัทม์เครื่อง

1) ต่ออินพุตทั้ง 4 ช่อง แล้วเปิดเครื่องสังเกตไฟ WAIT สีแดงต้องดับ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.2 การทดลองขั้นตอนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กดสวิตช์เลือกให้อยู่ในตำแหน่ง PAGER จะแสดงไฟเป็นสีเขียว

3) กดปุ่ม [#] เพื่อให้พร้อมรับค่าจากสวิตช์

4) เมื่อต้องการตั้งเบอร์บริการศูนย์เพจเจอร์แต่ละแห่งกระทำดังนี้

4.1) กดปุ่ม [*] + [4]

4.2) กดปุ่มใส่เบอร์รหัสบริการศูนย์เพจเจอร์ เช่น บริการของ 151 เป็นต้น

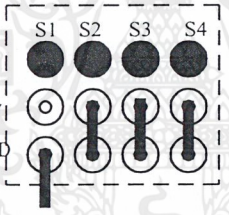
4.3) กดปุ่ม [#]

สรุป การตั้งเบอร์บริการ

[*] + [4] + เบอร์บริการ + [#]

4.2.2 ผลการทดลอง

จะมีข้อมูลของเบอร์ศูนย์บริการเพจเจอร์ และเบอร์เครื่องจะถูกบันทึกไว้สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ โดยกระทำดังนี้

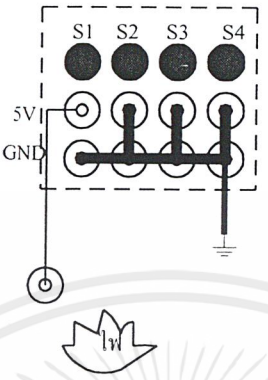


รูปที่ 4.3 การทดลองตรวจสอบข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้

จากรูปที่ 4.3 ให้ทำการลอยอินพุตไว้ช่องใดช่องหนึ่งจากรูปที่ 4.3 เป็นการลอยอินพุตสัญญาณเตือนภัยช่องที่หนึ่งจากนั้นกดสวิตช์ S1 แล้ว ทำการเสียบอินพุตเข้ากับที่เดิม หลังจากกดสวิตช์ S1 สังเกตไฟ HOOK ต้องติดจากเครื่อง จะแสดงการส่งหมายเลขของศูนย์บริการเพจเจอร์ให้ดูก่อน จากนั้นจะเว้นระยะการหน่วงเวลาเสร็จแล้ว จะส่งเบอร์เลขหมายเพจเจอร์ที่ถูกบันทึกไว้ จากนั้น จะส่งหมายเลขการเตือนภัยออกไปยังเครื่องเพจเจอร์นั้นๆ จากตัวอย่างการทดลองข้างต้นจะส่งข้อความ 1 ออกไป จากนั้นไฟ HOOK จะดับเป็นการสิ้นสุดการส่งข้อมูลไปยังศูนย์บริการเพจเจอร์ต่อมาไฟสัญญาณ WAIT จะติดเพื่อหน่วงเวลารอสัญญาณเตือนภัยครั้งต่อไปถ้าได้ผลตามขั้นตอนก็จะสามารถต่อสายโทรศัพท์เข้ากับเครื่องเพื่อทดลองส่งเพจจริงๆ โดยทำการทดลองดังกล่าวข้างต้นอีกครั้งจากนั้นรอสัญญาณจากเครื่องเพจเจอร์ว่าได้รับสัญญาณตรงตามที่ส่งหรือไม่ ถ้าตรงแสดงว่าสามารถใช้งานได้ หากไม่ได้ผลที่ถูกต้องให้แก้ไขเบื้องต้นโดยการปิดสวิตช์เครื่องแล้วปิดใหม่ และทำการทดลองใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ขั้นตอนการทดลองส่งเพจเจอร์เมื่อมีเหตุเตือนภัย



รูปที่ 4.4 การต่อใช้งาน 1 ช่องจากตัวตรวจจับความร้อน

1) ทำการต่ออินพุตตามรูปเมื่อมีความร้อน หรือไฟไหม้ตัวตรวจจับความร้อนจะส่งอินพุตไปยัง PC0 ในกรณีเป็นช่องที่ 1 ถ้าเป็นกรณีช่องที่ 2-4 อินพุต จะถูกส่งไปที่ PC1-PC3 ตามลำดับ

2) เมื่อมีการเตือนภัยที่ช่องสัญญาณอินพุตใดจากนั้นเครื่องจะยกหูโทรศัพท์ และทำการส่งเพจเจอร์ที่ถูกบันทึกตั้งแต่ขั้นตอนการบันทึกเบอร์ศูนย์บริการ และเบอร์เลขหมายเครื่องเพจเจอร์ตามลำดับ

3) จะทำการส่งสัญญาณเบอร์รหัสเตือนไปยังศูนย์บริการเพจเจอร์ระบบอัตโนมัติ

4) เครื่องจะวางหูโทรศัพท์ และจะทำการหน่วงเวลารอเพื่อจะตรวจสอบการเตือนภัยในครั้งต่อไปถ้ามีเหตุการณ์เตือนภัยจะทำการส่งสัญญาณไปศูนย์เพจเจอร์ตามรหัสการเตือนภัยที่เกิดขึ้น

4.3 ขั้นตอนการทดลองชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์

4.3.1 การทำงาน

ต้องทำความเข้าใจการนำไปใช้งานการสั่งงานทางโทรศัพท์ และการสั่งงานผ่านตัวเครื่องโดยตรงเลย ซึ่งสองขั้นตอนนี้แตกต่างกันนิดเดียวเท่านั้น สำหรับการใช้งานนี้จะเป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับรหัสการสั่งงานผ่านคีย์สวิตช์โทรศัพท์ และเข้าใจเกี่ยวกับเสียงสัญญาณโทนตอบกลับที่แสดงถึงสภาวะการทำงานของเครื่องควบคุมขณะนั้น รวมไปถึงการตั้งรหัสผ่านเข้าสู่ระบบสั่งงาน เพราะหากไม่เข้าใจตรงนี้แล้ว หรือลืมก็เป็นอันว่าไม่ต้องใช้งานเครื่องนี้เลยก็เป็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดลองการใช้งานชุดระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

เริ่มต้นเกี่ยวกับการใช้งานของคีย์สวิตช์โทรศัพท์แต่ละคีย์ทำหน้าที่อะไรบ้าง และจะต้องใช้งานร่วมกับคีย์ใดบ้าง โดยรูปแบบควบคุมผ่านคีย์สวิตช์นี้จะเป็นการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก เริ่มต้นเมื่อต้องการใช้งานโดยมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่คู่สายประมาณ 10 วินาที (สามารถโปรแกรมกำหนดได้) เครื่องจะต้องรับหรือยกหูโทรศัพท์จากนั้นจะมีเสียงโทนตอบรับช่วงสั้นๆ สองครั้ง ในจังหวะนี้เองจะต้องทำการกดรหัสผ่านเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์และอีพรอมสามารถทำงานได้ โดยเริ่มแรกรหัสผ่านกำหนดไว้เป็น 1 2 3 4 5 6 (สามารถตั้งรหัสผ่านใหม่ได้) ดังนั้นเมื่อได้ยินสัญญาณตอบกลับมาที่หูโทรศัพท์ให้กด 1 2 3 4 5 6 ภายในระยะเวลา 10 วินาที เมื่อกดถูกต้องจะมีเสียงตอบกลับเช่นเดิมช่วงสั้นๆ สองครั้ง ต่อจากนั้นเป็นการสั่งงานให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเปิด-ปิด โดยคีย์สวิตช์โทรศัพท์หมายเลข 1-7 เป็นหมายเลขแทนช่องสัญญาณที่ต้องการควบคุม และหมายเลข [1] หมายถึงเปิด หมายเลข [0] หมายถึงปิด และหมายเลข [2] แสดงสถานะของช่องสัญญาณนั้นๆ หมายเลข [8] เป็นการควบคุมทุกช่องสัญญาณพร้อมกันแล้วตามด้วย [1] เปิด หรือปิด [0]

เมื่อมาถึงขั้นตอนที่ต้องกดรหัสเลขหมายแล้วให้กดหมายเลขช่อง (เลข 1-7) แล้วตามด้วยเลข [1] เพื่อเปิด หรือตามด้วย [0] เพื่อปิด ทุกครั้งที่ควบคุมให้เปิดจะมีสัญญาณตอบกลับช่วงสั้นๆ สองครั้งและทุกครั้งที่ควบคุมให้ปิด จะมีสัญญาณตอบกลับเสียงดังยาวหนึ่งครั้งเสมอ

การตั้งรหัสผ่านส่วนตัว รหัสผ่านมีไว้เพื่อเป็นการป้องกันความบังเอิญที่อาจมีผู้โทรเข้ามาแล้วไม่มีใครอยู่หากเกิดการกดหมายเลขแบบเดาสุ่ม อาจจะบังเอิญก็อาจทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่บ้านทำงานโดยที่ยังไม่ถึงเวลาได้ หรือเพื่อนบางคนที่ทราบว่ามีระบบนี้อยู่อาจจะโทรเข้ามาแกล้งก็เป็นได้ดังนั้นเพื่อความปลอดภัย จึงต้องให้ผู้มีสิทธิ์เต็มร้อยเท่านั้นที่จะสามารถผ่านเข้าไปโปรแกรมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

การตั้งรหัสผ่านขั้นตอนแรก ก็เหมือนกับการสั่งงานโดยโทรศัพท์เข้ามาที่บ้านพร้อมกับคอยจังหวะให้เครื่องควบคุมตอบรับพร้อมกับมีเสียงตอบกลับสั้นๆ สองครั้งหลังจากนั้นให้กดรหัสผ่านเดิมก่อน (1 2 3 4 5 6) รอให้เครื่องตอบรับโดยมีเสียงสั้นๆ สองครั้งต่อจากนั้นให้กดเครื่องหมายดอกจัน [*] ตามด้วย เลข [1] เป็นคำสั่งเข้าสู่โหมดของการโปรแกรมรหัสผ่านเมื่อกดหมายเลขและเครื่องหมายเรียบร้อยแล้วจะมีสัญญาณตอบกลับสั้นๆ สองครั้ง เช่นเดิม ต่อไปเครื่องหมาย [#] จะแสดงให้ทราบว่าถ้ากดเครื่องหมาย [#] นี้ ต่อจากขั้นตอนที่ผ่านมาจะเป็นการล้างรหัสผ่านเดิมออกไป และเป็นเครื่องหมายแสดงการจบรหัสผ่านในตอนโปรแกรมรหัส ซึ่งจะมีสัญญาณเสียงเตือนออกมาเป็นเสียงยาวหนึ่งครั้งแสดงถึงการจบรหัส และสั้นๆ หนึ่งครั้งแสดงถึงการล้างรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนหลักของรหัสผ่านสามารถกำหนดได้ทั้งหมด 8 หลัก และทุกครั้งที่โปรแกรมเข้าไปหนึ่งหลักจะมีเสียงตอบกลับสั้นๆ หนึ่งครั้งแล้วให้กดหมายเลขในหลักต่อไปเช่นนี้ จนครบจำนวนที่ต้องการจะหมายเลขอะไรก็ได้ในจำนวน 0-9 แต่ถ้าในกรณีที่ไม่ต้องการตั้งรหัสให้ครบทั้ง 8 ตัว ก็สามารถกระทำได้โดยกดตั้งรหัสไปตามที่ต้องการแล้วหลังจากหลักสุดท้าย ให้กดเครื่องหมาย [#] ต่อท้ายไปอีกจนครบ 8 หลัก ก็เป็นอันเสร็จสิ้น แต่รหัสผ่านที่ตั้งใหม่จะไม่ต้องกด [#] ตามเมื่อใช้งานจริงเปรียบเสมือนกับเป็นวงเล็บปิดให้กับคำสั่ง สรุปแล้วการตั้งโปรแกรมกระทำหลังจากกดรหัสผ่านเดิม เครื่องควบคุมตอบกลับแล้วให้กด [*] ตามด้วย [1] แล้วตามด้วย [#] เพื่อลบรหัสเดิม แล้วตามด้วย [*] และเลข [1] เพื่อเข้ารหัส ตามด้วยหมายเลขรหัส หากครบ 8 หลัก ไม่ต้องกด [#] ต่อท้ายให้ครบ 8 หลัก ก็เสร็จสิ้นการตั้งรหัส

การกำหนดจำนวนของสัญญาณกระดิ่ง สัญญาณนี้จะอยู่ในรูปแบบของพัลส์เมื่อผ่านวงจรบริดจ์ตรวจจับสัญญาณกระดิ่งมาแล้ว การกำหนดจำนวนพัลส์นี้เป็นการกำหนดเวลาในการตอบกลับหรือเวลาในการรอรับสายของเครื่องควบคุมเทียบกับเวลาแล้วจะเป็นวินาทีโดยประมาณ การจะเข้ามาตั้งสัญญาณกระดิ่งจะต้องผ่านรหัสเข้าสู่การสั่งงานทุกขั้นตอนก่อน เมื่อกดรหัสผ่านมาแล้วมีสัญญาณตอบกลับสิ้นสุดลงให้กด [*] ตามด้วยเลข [2] จะมีสัญญาณตอบกลับสั้นๆ สองครั้งแล้วให้ตามด้วยหมายเลข [0] หรือ [1] หรือ [2] ซึ่งตัวเลขทั้งสามตัวนี้จะแทนตัวเลขในหลักสิบ และให้กดตัวใดตัวหนึ่งแล้วตามด้วยตัวเลขในหลักหน่วย คือ 1-9 ซึ่งเมื่อกดหมายเลขทั้งสองกลุ่มนี้ครบแล้ว จะมีสัญญาณเสียงดังยาวหนึ่งครั้งตอบกลับมา

อย่างเช่น หากกด [*] และเลข [2] แล้วตามด้วยเลข [0] กับ [9] แสดงว่าตั้งเวลาการตรวจจับสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามาทางคู่สายไว้มีขนาด 9 พัลส์ (หรือประมาณ 9-10 วินาที) หรือการกด [0] ตามด้วยเลข [1] กับเลข [5] แสดงว่าตั้งไว้ 15 พัลส์ ส่วนการตั้งที่ยาวนานที่สุดคือการกด [*] กับ [2] ตามด้วยหมายเลขหลักสิบ เลข [2] กับเลขหลักหน่วย [9] แสดงว่าตั้งไว้ 29 พัลส์ แต่ในระยะเวลาที่เหมาะสมควรจะตั้งไว้ที่ประมาณ 9 พัลส์ ถึง 10 พัลส์ คือการกด [*] กับ [2] ตามด้วยเลข [0] กับ [9] หรือการกด [*] กับ [2] ตามด้วยเลข [1] กับ [0] เป็นต้น

การทดสอบสัญญาณ DTMF การทดสอบนี้เป็นฟังก์ชั่นพิเศษ เพราะต้องการความถูกต้องในการกดคีย์สวิตช์แต่ละคีย์จะต้องให้สัญญาณโทน DTMF ออกมาได้อย่างถูกต้อง เพราะไม่อย่างนั้นแล้วการเข้ารหัสผ่านและการควบคุมหน้าที่ในแต่ละแชนเนลจะไม่ตรง และเป็นไปด้วยความลำบากยุ่งยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบเริ่มจากกดรหัสผ่านเข้าสู่ระบบควบคุมทั้งหมดก่อน หลังจากมีสัญญาณเตือนสั้นๆ สองครั้งสิ้นสุดลงให้กดเครื่องหมาย [*] และเลข [3] แล้วตามด้วยเลขช่องควบคุม และเลขอื่นๆ บนหน้าปัทม์ทีละหมายเลข 1-9 โดยจะได้ยินเสียงตอบกลับเป็นช่วงสั้นๆ ตามจำนวนหมายเลขที่กดลงไปเช่น กด [*] กับเลข [3] แล้วตามด้วย [3] หรือเลขใดก็ได้หนึ่งตัว ก็จะได้ยินเสียงตอบกลับ 3 ครั้ง หรือตามจำนวนหมายเลขที่กดลงไป แต่ถ้ากด [*] กับ [3] และ [*] อีกครั้ง จะได้ยินเสียงตอบกลับ 11 ครั้ง และถ้ากด [*] กับ [3] และ [#] จะได้ยินเสียง 12 ครั้ง หรือการกด [*] กับ [3] แล้วตามด้วยคีย์อักษร A-D ก็จะได้ยินเสียงตอบกลับ 13-16 ครั้ง ตามลำดับช่วงห่าง หรือระยะเวลาเว้นช่วงระหว่างการกดคีย์สวิตช์แต่ละครั้ง จะต้องห่างกันไม่เกิน 10 วินาที ถ้าเกินกว่านี้แล้วเครื่องจะตัดระบบออกจากคู่สายโทรศัพท์ (วางหู) ทันที หรือกดหมายเลขผิดก็จะถูกตัดออกจากระบบทันทีเช่นกัน

4.3.3 ผลการทดลอง

การทำงานหรือการใช้งาน และการโปรแกรมต่างๆ สามารถกระทำได้ทั้งการโทรเข้ามาโปรแกรม หรือการกดคำสั่งโปรแกรมภายในตัวเครื่องควบคุมเองก็ได้ จะต่างกันตรงที่การควบคุมและโปรแกรมภายในเครื่องควบคุมเองจะต้องกดสวิตช์ S_8 เพื่อสร้างสัญญาณพัลส์แทนสัญญาณกระดิ่งแทนตามจำนวนที่กำหนดไว้ เมื่อรีเลย์ตัดรับสายแล้วขั้นตอนต่อไปจะเหมือนกับที่กล่าวมาทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

เครื่องเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์ เป็นการดัดแปลงอุปกรณ์สื่อสารที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบันประเภทหนึ่งมาเป็นอุปกรณ์เตือนภัย โดยใช้บริการส่งหมายเลขเตือนภัยไปยังเพจเจอร์เครื่องนั้นๆ โดยอาศัยบริการฝากหมายเลขระบบอัตโนมัติของบริษัทหมายเลขเพจเจอร์ที่ผู้ใช้ทำการเปิดหมายเลขเครื่องนั้นไว้

เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านโทรศัพท์ เป็นการนำเอาเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารประจำบ้านในปัจจุบัน มาดัดแปลงใช้งานให้มีความหลากหลาย และเพิ่มประโยชน์การใช้งานให้มากขึ้น โดยการนำเอาระบบความถี่คู่มาใช้งานทำให้สามารถสั่งงาน ปิด-เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าได้จากที่ใดๆ ก็ได้โดยการโทรสั่ง ปิด-เปิด อุปกรณ์ดังกล่าว

การควบคุมการทำงานของทั้ง 2 ระบบ ควบคุมการทำงาน และประมวลการทำงานในส่วนต่างๆ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ภาษาแอสแซมบลีในการพัฒนาโปรแกรมโดยผ่านชุด CP-32 ของบริษัท อีทีที จำกัด ประโยชน์โดยรวมที่ได้จากโครงงานนี้ คือ ทำงานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 7 ช่องสัญญาณ และสามารถประยุกต์หน้าสัมผัสรีเลย์ในส่วนนี้ได้อีกหลากหลายตามความต้องการ และแนวความคิดของผู้ใช้งานสามารถต่อระบบเตือนภัยที่มีเอาต์พุตเป็นลอจิก TTL ได้ 4 จุด เพื่อนำผลที่ได้ส่งไปยังเพจเจอร์โดยใช้บริการฝากหมายเลขระบบอัตโนมัติ โดยสามารถตั้งเบอร์หมายเลขเครื่องได้ให้ตรงกับเพจเจอร์ของผู้ใช้

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน

จากผลการทดลอง การทำงานของเครื่องเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านเพจเจอร์ และการทำงานของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ ผลปรากฏว่าเกิดปัญหาขึ้นในการทดลอง โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การทดสอบเพื่อทดลองในการใช้งาน ใช้ไอซีถอดรหัสความถี่คู่ เบอร์ MT8870 ต้องต่อวงจรผ่านวงจรไฮบริดจ์ของภาครับ และภาคส่งจึงสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

2) การเขียนโปรแกรมยังมีข้อผิดพลาดในการทำงานซึ่งทำให้การทำงานของระบบต่างๆ ยังไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การใช้งานจะใช้ได้เฉพาะโทรศัพท์สายตรงเท่านั้น ถ้าหากเป็นระบบที่ต้องกดปุ่มตัดออกจากระบบ PABX จะใช้งานไม่ได้

5.3 แนวทางการแก้ไขและพัฒนา

1) เครื่องเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านเพจเจอร์ และชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์สามารถปรับปรุงโปรแกรมให้ใช้กับระบบโทรศัพท์ภายในที่ต้องกดตัดเพื่อออกจากระบบ PABX ได้ซึ่งปกติใช้ได้แต่เบอร์โทรศัพท์สายตรงเท่านั้น

2) เครื่องเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านเพจเจอร์ สามารถดัดแปลงให้เป็นเครื่องที่สามารถโทรแจ้งเตือนไปยังสถานที่บรรเทาสาธารณะภัยต่างๆ ได้โดยตรง เช่น สถานีดับเพลิง เป็นต้น

3) เครื่องเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านเพจเจอร์ และชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ สามารถที่จะเขียนโปรแกรมให้สามารถติดต่อ กับโอเปอร์เรเตอร์ที่เป็นพนักงานพิมพ์ข้อความเพื่อส่งข้อความเป็นตัวอักษรที่มีความหมายได้

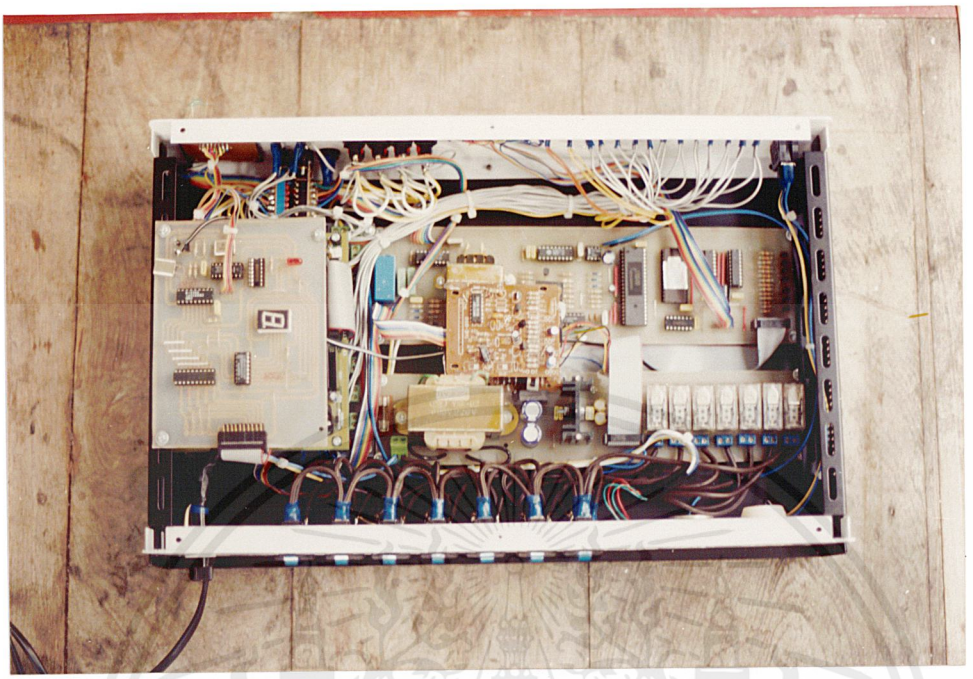
4) เครื่องเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านเพจเจอร์ สามารถปรับปรุงให้สามารถใช้ได้กับจำนวนช่องสัญญาณที่มากขึ้นได้

5) เครื่องเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านเพจเจอร์ และชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์สามารถทำส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานให้ผู้ที่ใช้งาน สามารถใช้งานได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

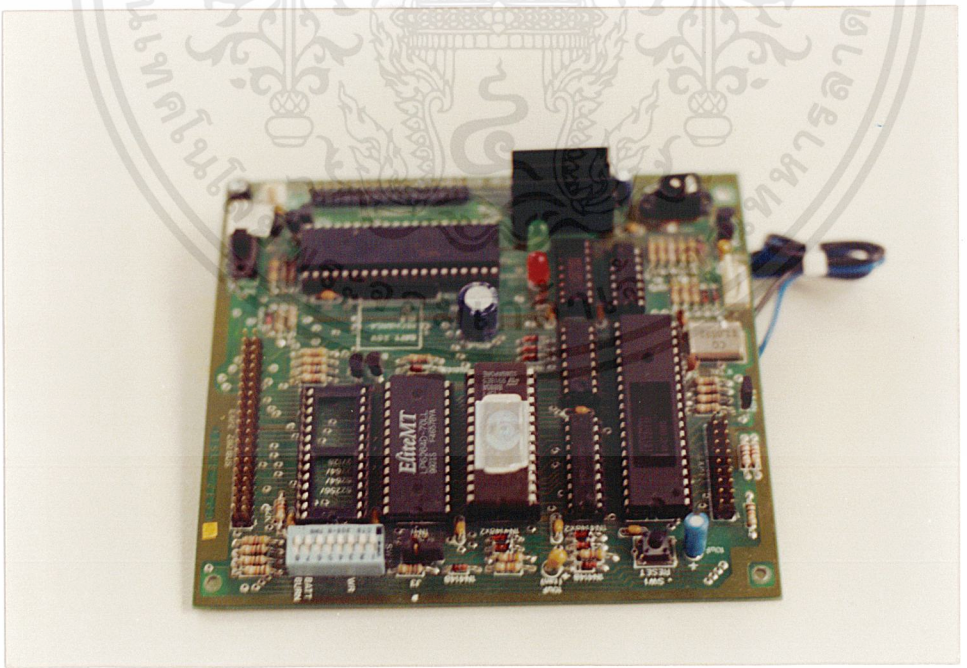
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ส่วนประกอบของเครื่องระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านทางเพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

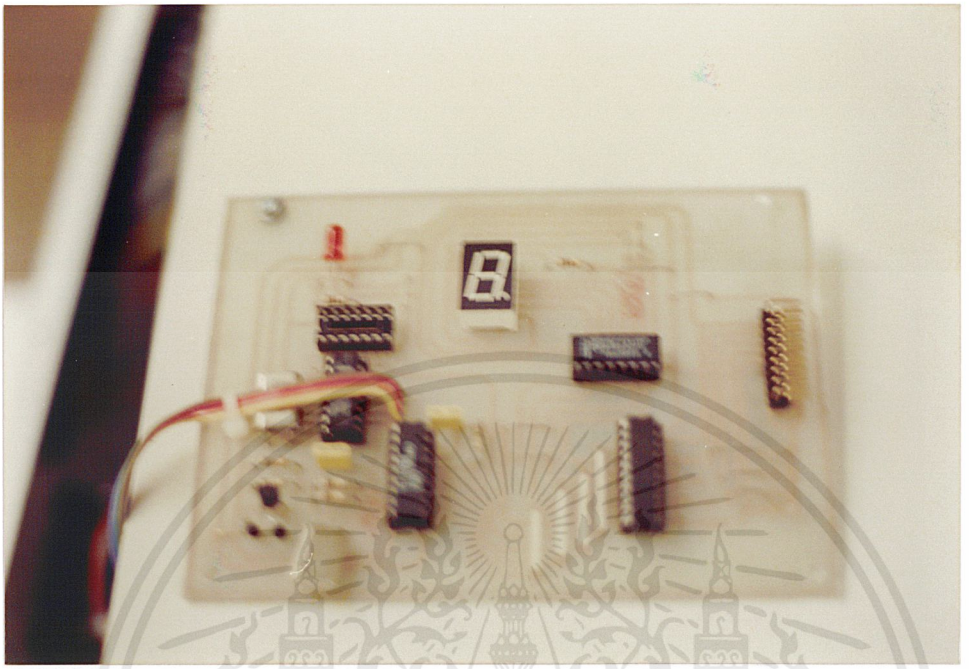


รูปที่ ก.1 การวางอุปกรณ์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

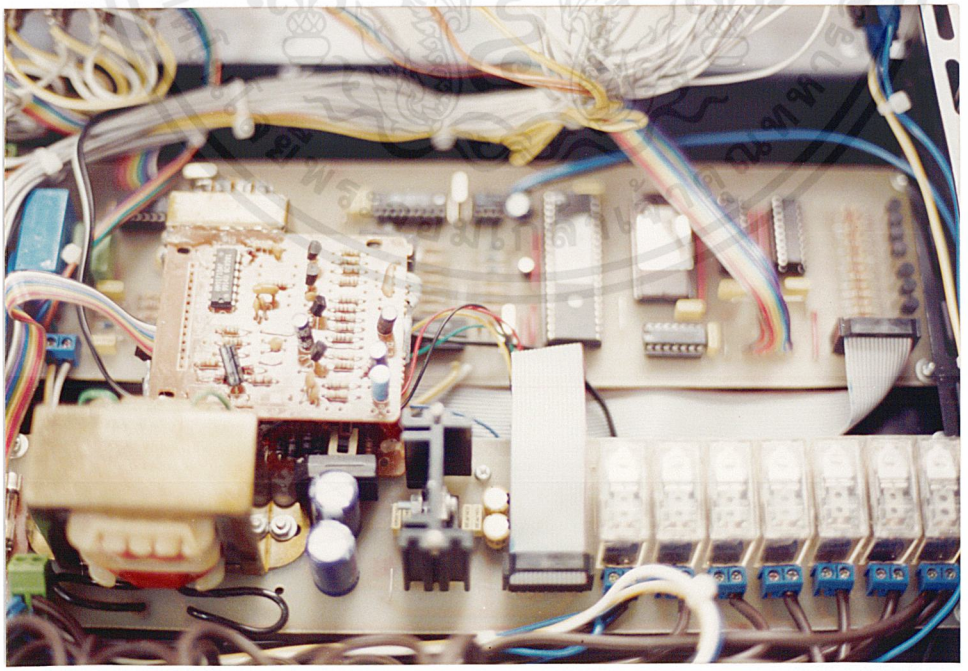


รูปที่ ก.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ CP – 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

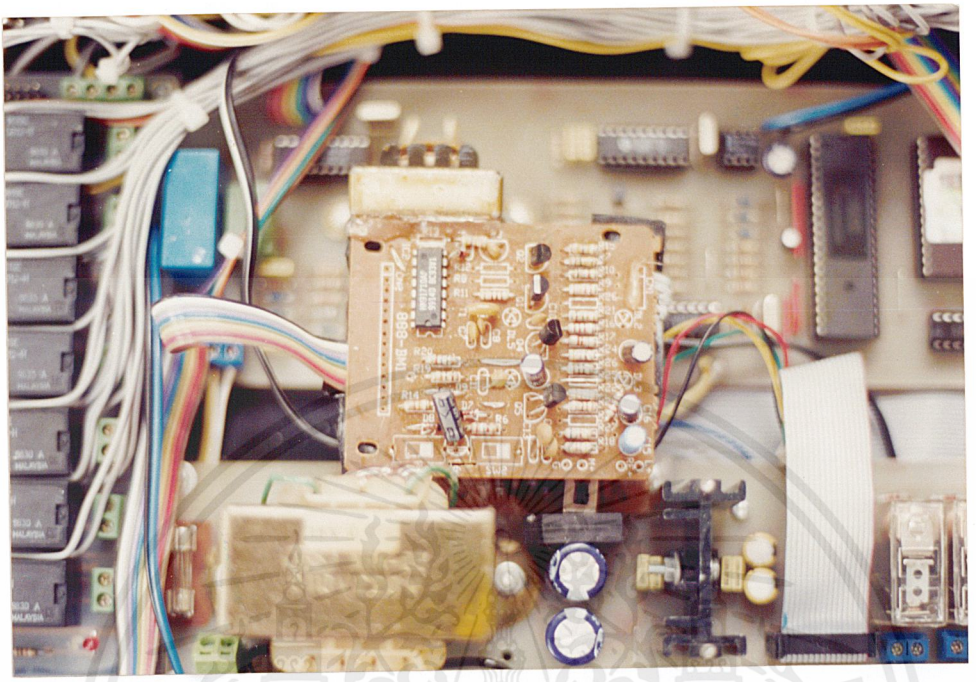


รูปที่ ก.3 วงจรเปลี่ยนรหัส DTMF เป็นรหัส 4 บิต

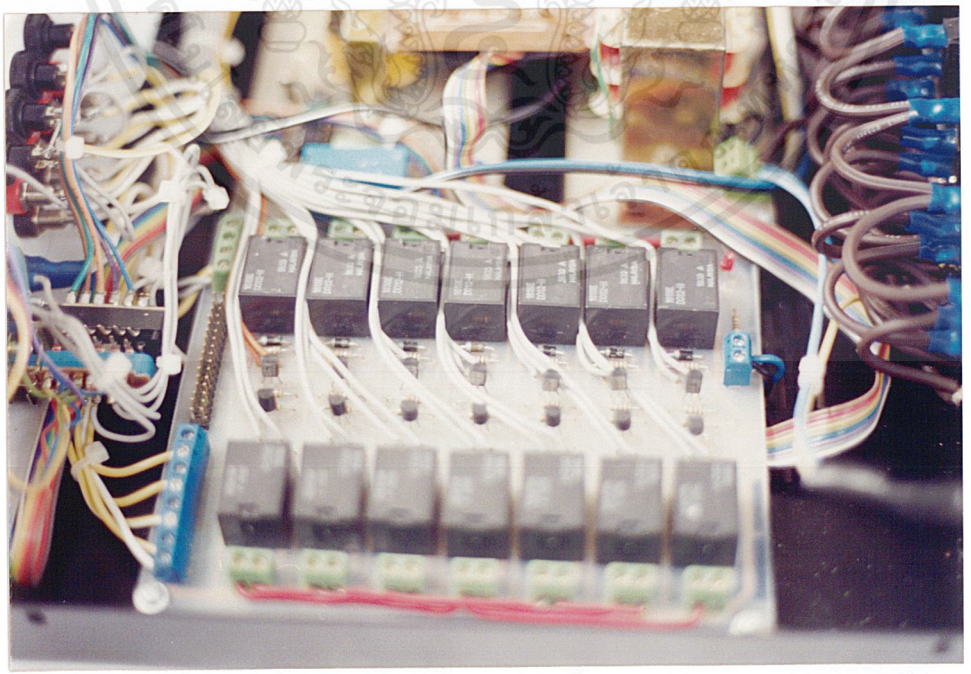


รูปที่ ก.4 แสดงวงจรควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

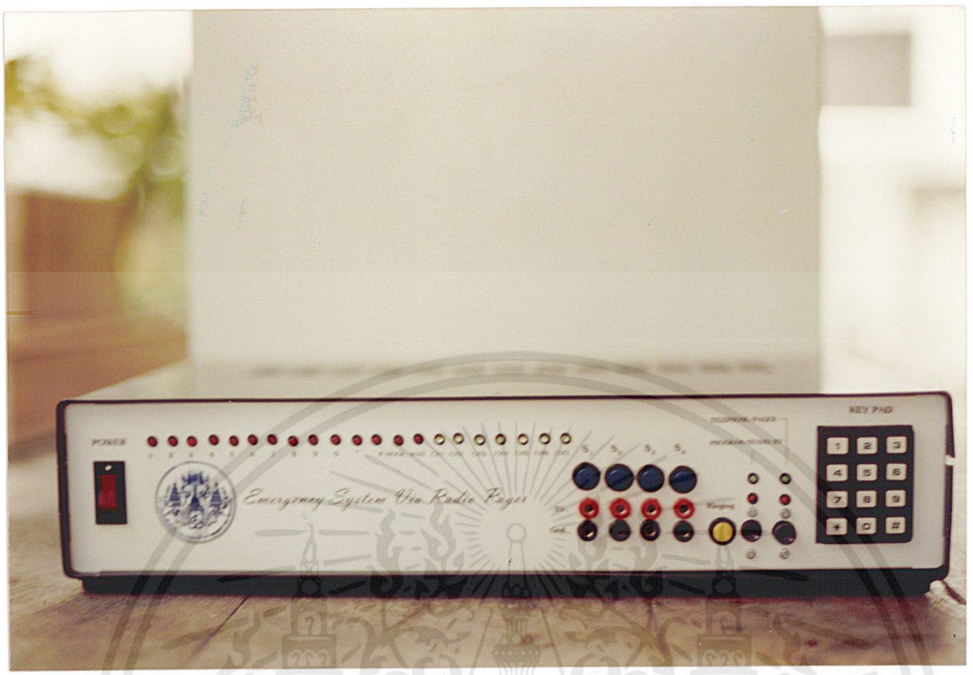


รูปที่ ก.5 แสดงวงจรโทรศัพท์ที่นำมาประยุกต์ใช้งาน



รูปที่ ก.6 วงจรตัดต่อคีย์โทรศัพท์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

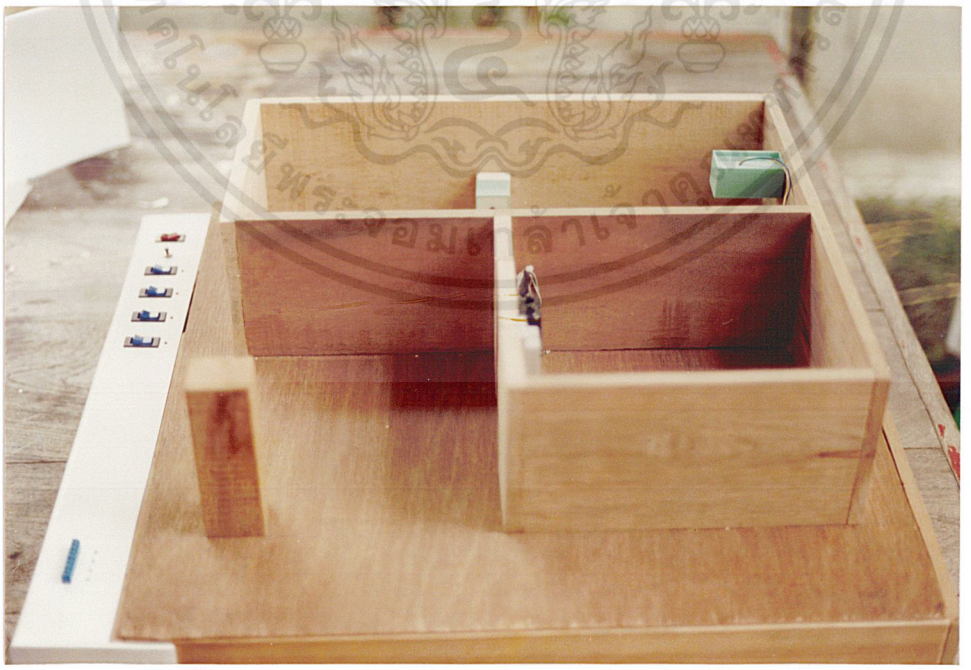


รูปที่ ก.7 แสดงหน้าปัทม์ด้านหน้า

รูปที่ ก.8 แสดงขั้วต่อใช้งานด้านหลัง

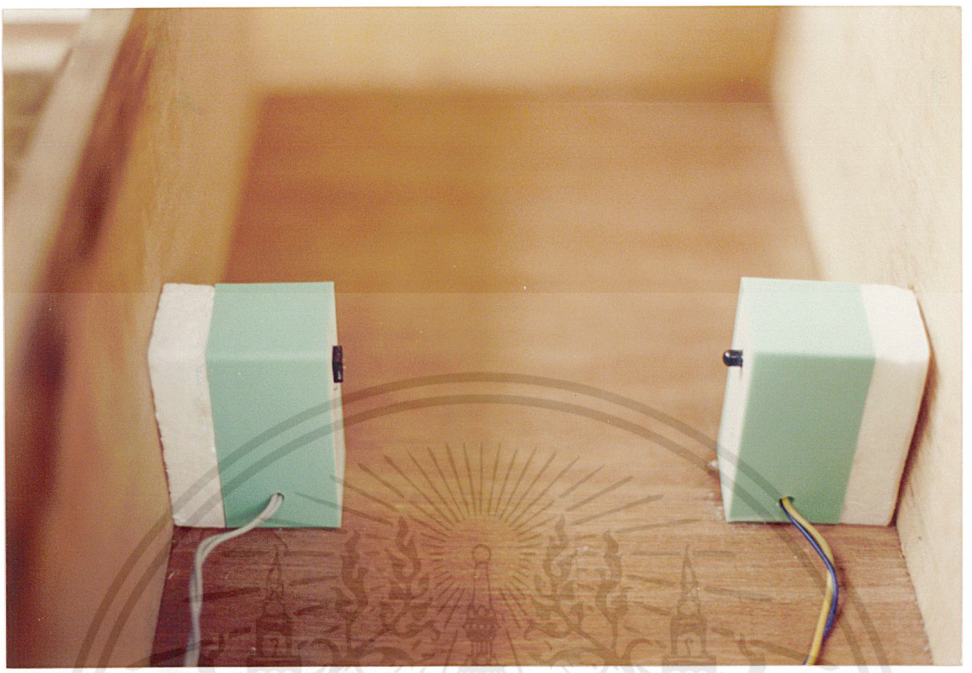
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.9 แสดงแบบบ้านจำลองภายนอก



รูปที่ ก.10 แสดงตำแหน่งการติดตั้งตัวตรวจจับในแบบบ้านจำลอง

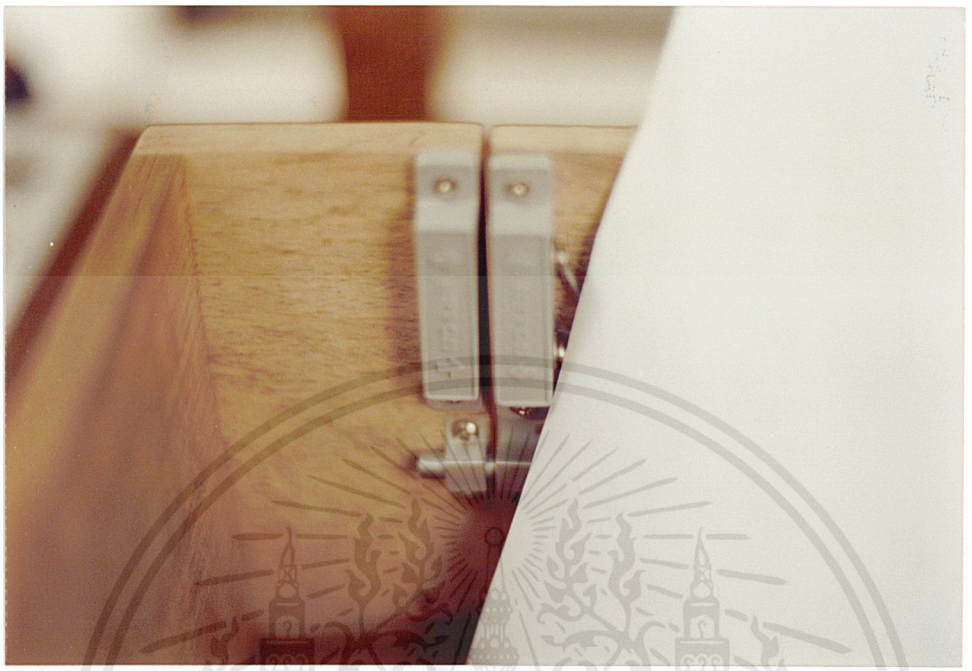
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



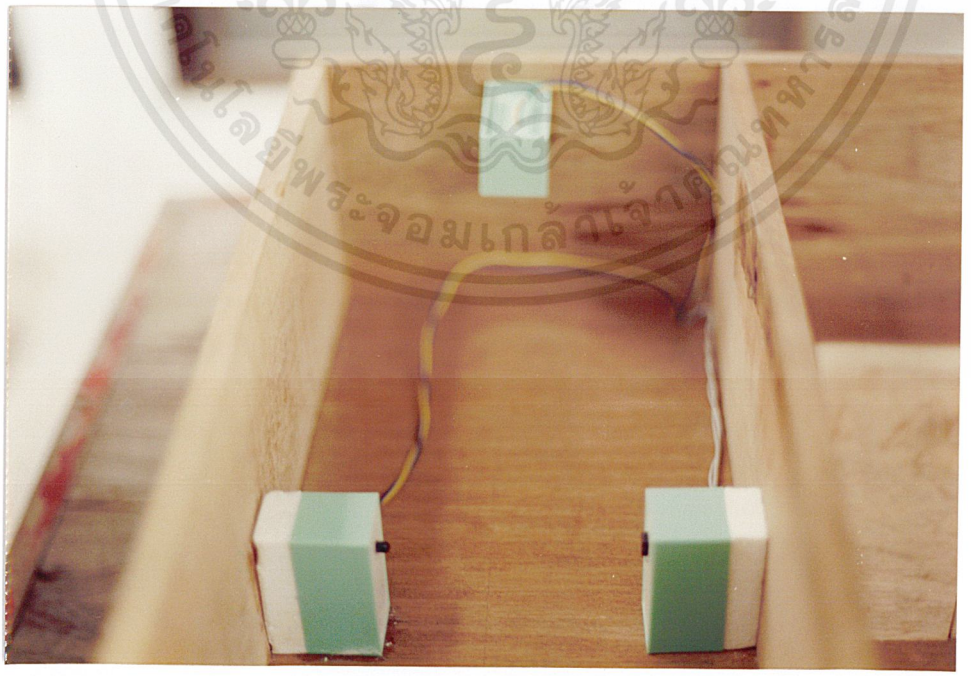
รูปที่ ก.11 ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว

รูปที่ ก.12 สวิตช์สั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

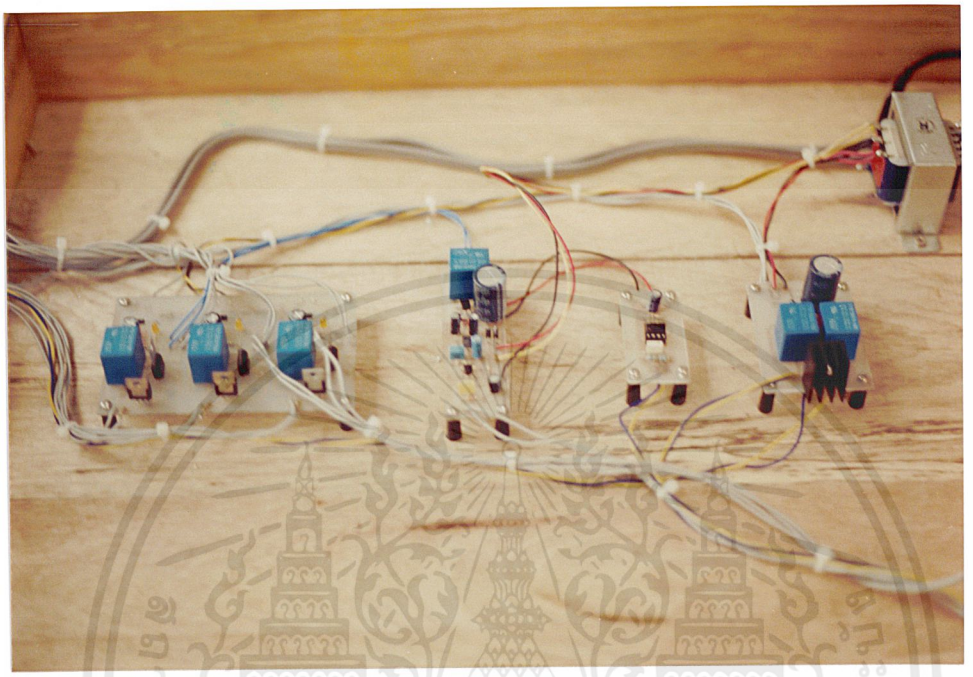


รูปที่ ก.13 แสดงสวิตช์รีดรีเลย์



รูปที่ ก.14 แสดงการติดตั้งตัวตรวจจับความร้อนและตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



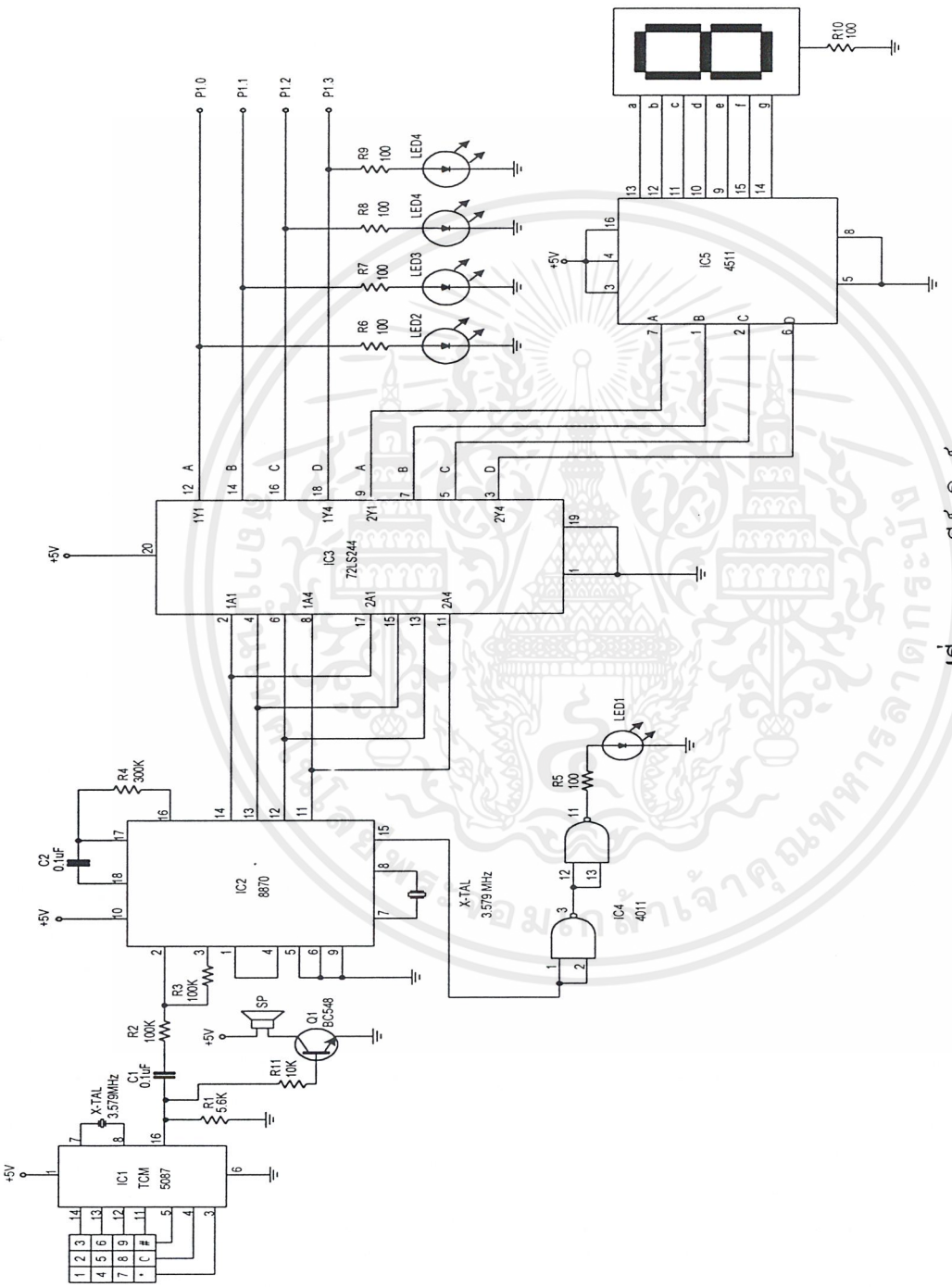
รูปที่ ก.15 แสดงวงจรตรวจจับต่างๆ ที่ติดตั้งภายในแบบบ้านจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

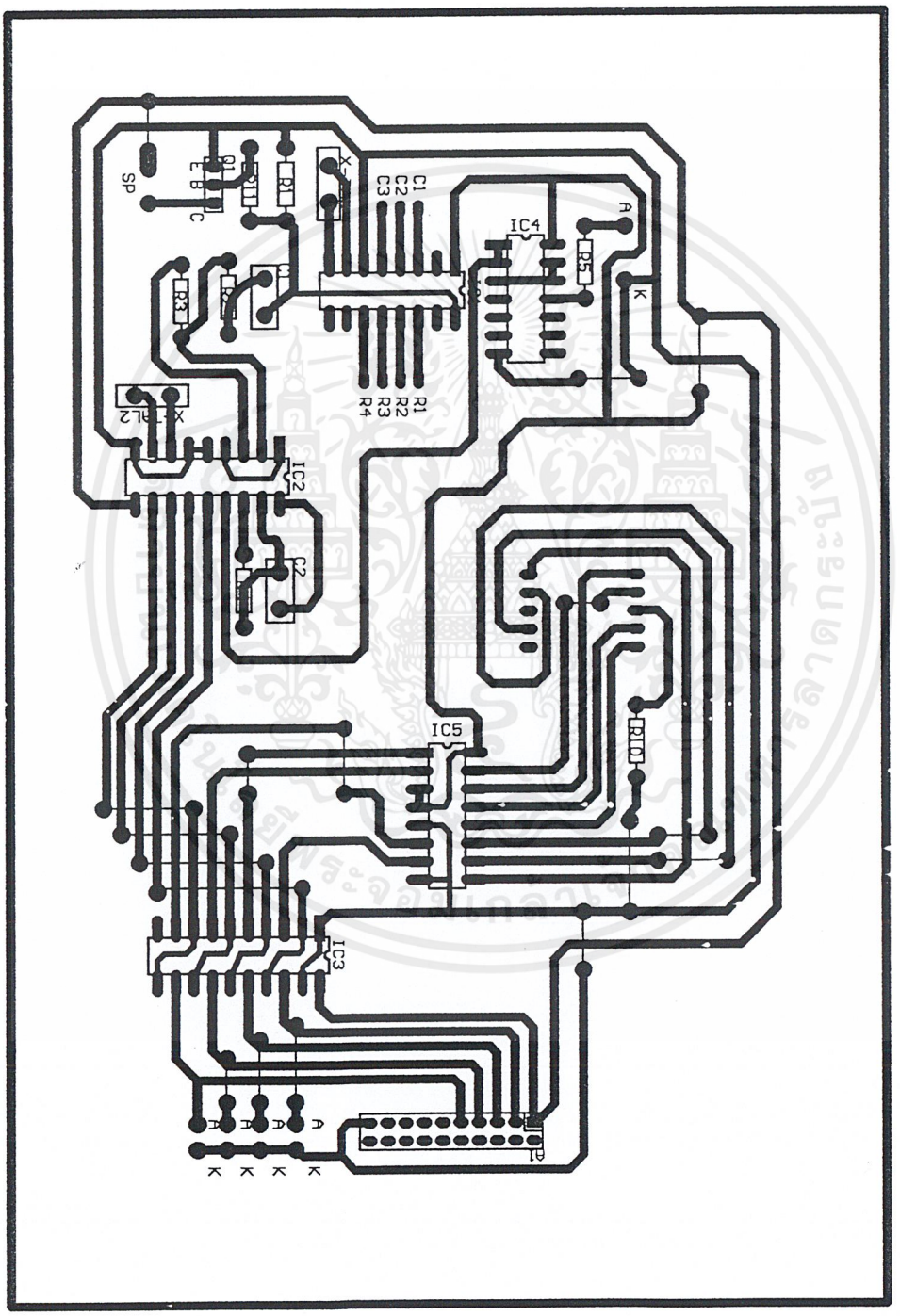
วงจรและลายทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



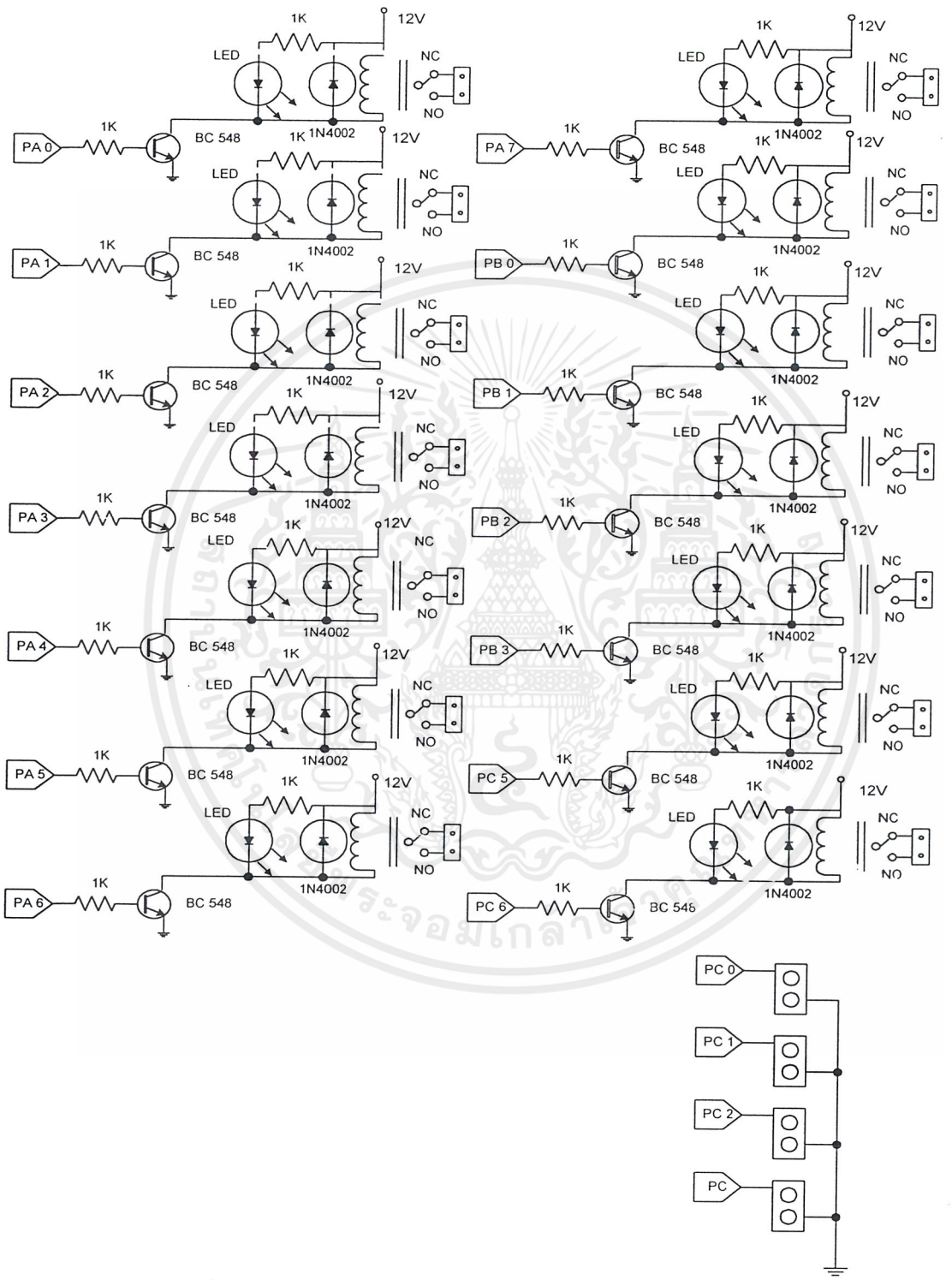
รูปที่ ข.1 วงจรคีย์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



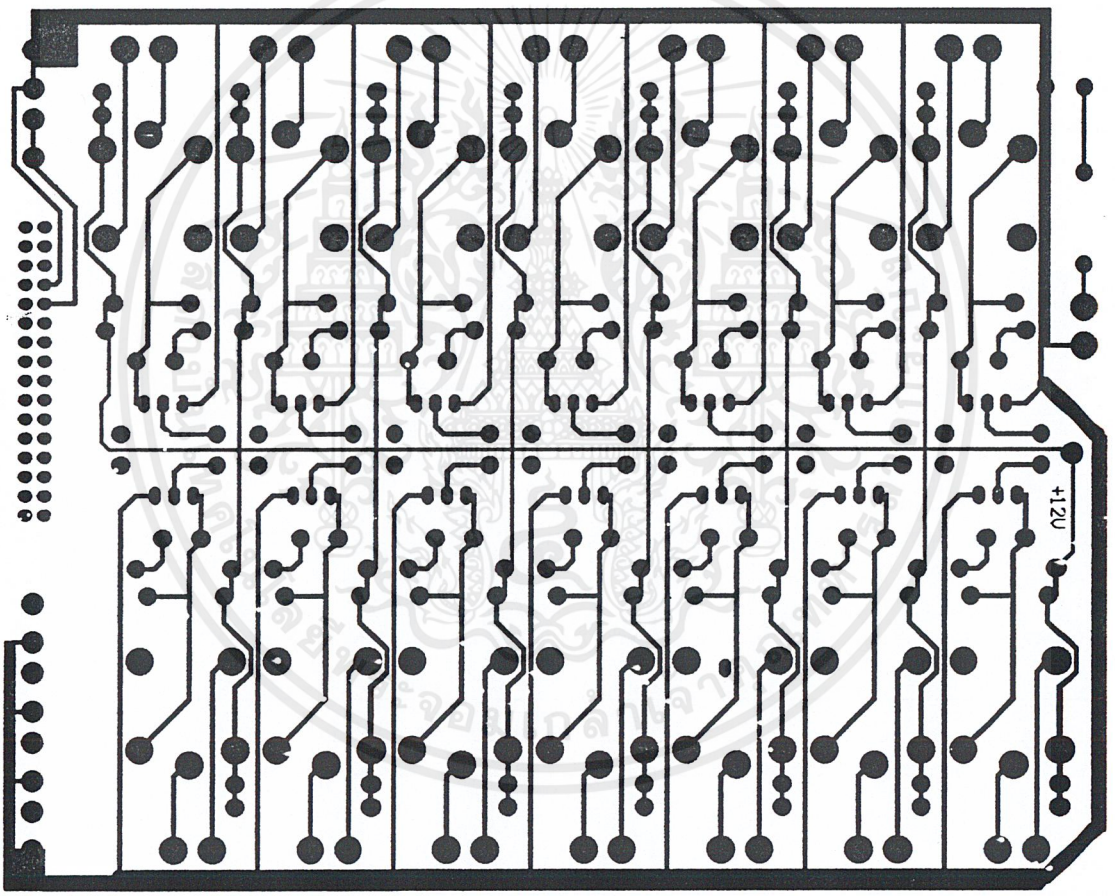
รูปที่ ข.2 ลายวงจรพิมพ์วงจรคีย์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ ใช้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



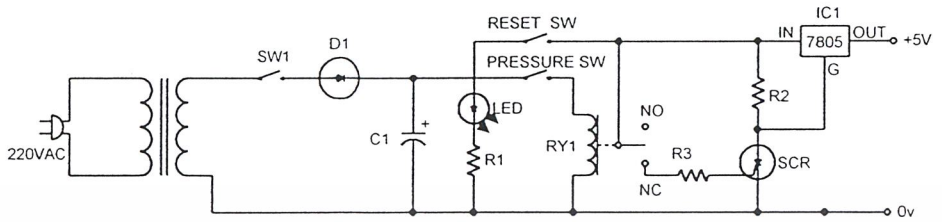
รูปที่ ข.3 วงจรสวิตช์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

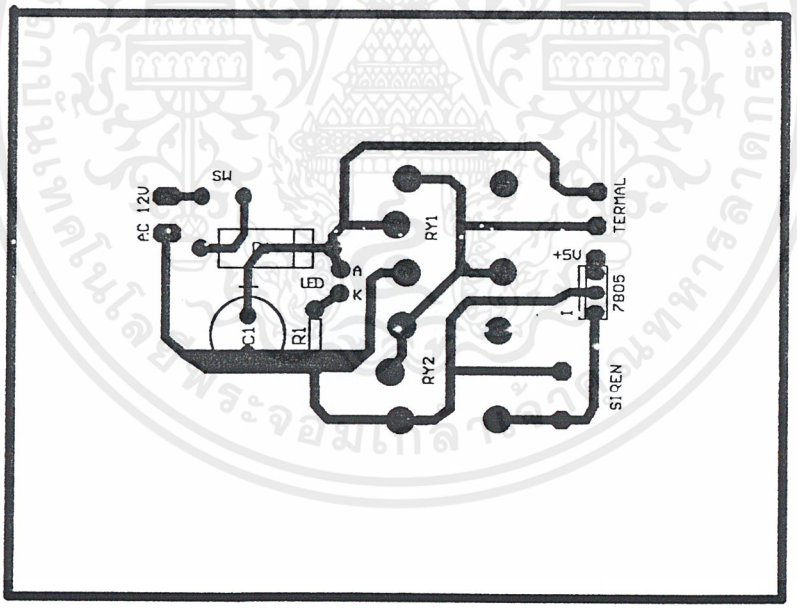


รูปที่ ข.4 ลายวงจรพิมพ์วงจรสวิตช์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

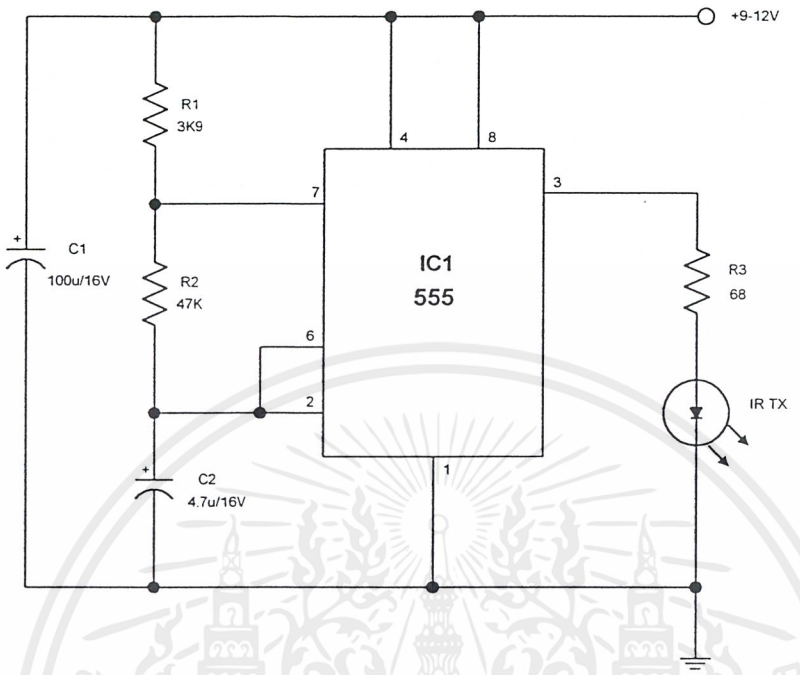


รูปที่ ข.5 วงจรสวิตช์สะเทือน

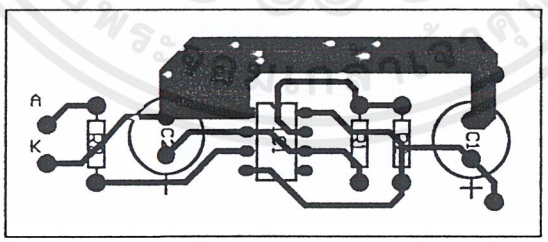


รูปที่ ข.6 ลายวงจรพิมพ์วงจรสวิตช์สะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

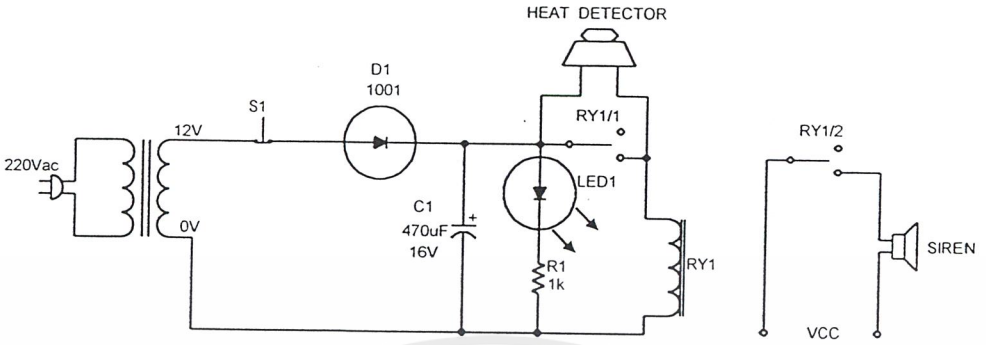


รูปที่ ข.7 วงจรรีโมท

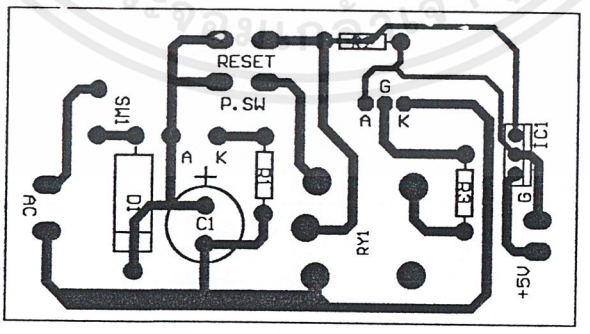


รูปที่ ข.8 ลายวงจรพิมพ์วงจรรีโมท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข. 9 วงจรตรวจจับความร้อน



รูปที่ ข.10 ลายวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          ORG  0000H
          PO_A EQU  0E0E0H
          PO_B  EQU 0E0E1H
          PO_C  EQU 0E0E2H
          PO_CRLEQU 0E0E3H
MAIN:     MOV  DPTR,#PO_CRL
          MOV  A,#81H
          MOVX @DPTR,A
START:    MOV  DPTR,#PO_C
          MOVX A,@DPTR
          ANL  A,#0FH
          MOV  51H,A
;*****************************************************
;ALERT     NUMBER    0  -  15
STAR1:    MOV  A,51H
          CJNE A,#01H,STAR2
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR2:    CJNE A,#02H,STAR3
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR3:    CJNE A,#03H,STAR4
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR4:    CJNE A,#04H,STAR5
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR5:    CJNE A,#05H,STAR6
          LCALL     WORK
          JMP  STARE
STAR6:    CJNE A,#06H,STAR7
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR7:    CJNE A,#07H,STAR8
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR8:    CJNE A,#08H,STAR9
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR9:    CJNE A,#09H,STAR10
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR10:   CJNE A,#10H,STAR11
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR11:   CJNE A,#11H,STAR12
          CALL WORK
          LJMP STARE
STAR12:   CJNE A,#12H,STAR13
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
STAR13:   CJNE A,#13H,STAR14
          LCALL     WORK
          LJMP STARE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STAR14:    CJNE A,#14H,STAR15
           LCALL     WORK
           LJMP STARE
STAR15:    CJNE      A,#15H,STAR16
           LCALL     WORK
           LJMP STARE
STAR16:    LCALL     DOBU
STARE:     LJMP MAIN
;WORK:     LCALL     ONHOOK
           LCALL STEP1
           LCALL     SETP2
           LCALL     STEP3
           LCALL     OFFHOOK
           LCALL     WAIT
           LCALL     STOP
           RET
;*****************************************************
;STATUS WAIT
 WAIT:     MOV  DPTR,#PO_C
           MOV  A,#10H
           MOVX @DPTR,A
           LCALL     DE_10S
           RET
STOP:           MOV  DPTR,#PO_C
           MOV  A,#OOH
           MOVX @DPTR,A
           RET
;*****************************************************
;MOVE  DATA  TO  RAM
DOBU:           SETB P1.4
           JNB  P1.4,LAST
           CLR  00H
           CLR  01H
BUO:       JNB  P1.4,BUO
BU1:       JB   P1.4,BU1
           MOV  A,P1
           ANL  A,#0FH
           CJNE A,#0BH,SET1
           SETB 00H
           LJMP BUO
SET1:           CJNE A,#4,SET2
           JNB  00H,SET2
           MOV  R0,#30H
           CLR  00H
           SETB 01H
           LJMP BUO
SET2:           CJNE A,#5,SSET3
           JNB  00H,SET3
           MOV  RO,#34H
           CLR  00H
           SETB 01H
           LJMP BUO
SET3:           CJNE A,#0CH,SET4
           CLR  01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LJMP LAST
SET4:          PUSH ACC
          CLR  C
          SUBB A,#0BH
          POP  ACC
          JNC  ERR
          JNB  01H,ERR
          MOV  @R0,A
          INC  R0
ERR:      LJMP BUO
LAST:          RET
;*****************************************************
;CHECK   NUM  SER   151  &  1501
SETP1:    MOV  A,31H
          CJNE A,#00H,FIRE1
          SJMP JOB
FIRE1:    MOV  A,31H
          CJNE A,#05H,JOB
          MOV  A,32H
          CJNE A,#01H,FIRE2
          LCALL     PHON_1    ; SEND   151
          SJMP JOB
FIRE2:    MOV  A,32H
          CJNE A,#0AH,JOB
          LCALL     EASY ; SEND    1501
JOB:      RET
;*****************************************************
;CHECK   NUM  SER   141  &  161
STEP2:    MOV  A,31H
          CJNE A,#00H,DIN1
          SJMP JOB1
DIN1:          MOV  A,31H
          CJNE A,#04H,DIN2
          LCALL     WORLD
          SJMP JOB1
DIN2:          MOV  A,31H
          CJNE A,#06H,JOB1
          LCALL     HUTCH
JOB1:          RET
;*****************************************************
:CHECK   NUM   SER  1143  &  1187
STEP3:    MOV  A,31H
          CJNE A,#00H,LOM1
          SJMP JOB2
LOM1:          MOV  A,31H
          CJNE A,#01H,JOB2
          MOV  A,32H
          CJNE A,#04H,LOM2
          LCALL     PACK
          SJMP JOB2
LOM2:          MOV  A,32H
          CJNE A,#08H,JOB2
          LCALL     POST
JOB2:          RET
;*****************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ONHOOK:    MOV  DPTR,#PO_C
           MOV  A,#40H
           MOVX @DPTR,A
           RET
;*********************************************************
OFFHOOK:   MOV  DPTR,#PO _C
           MOV  A,#00H
           MOVX @DPTR,A
           LCALL     DE_1S
           RET
;*********************************************************;
SEND  NUM  SERVICE  151
PHON_1:    LCALL     DE_1S
           MOV  DPTR,#PO_A
           MOV  A,#01H     ; SEND 1
           MOVX @DPTR,A
           LCALL     DE5S
           LCALL     ZEROA
           MOV  A,#10H     ; SEND  5
           MOVX @DPTR,A
           LCALL     DE5S
           LCALL     ZEROA
           MOV  A,#10H
           MOVX @DPTR,A
           LCALL     DE5S
           LCALL     ZEROA
           LCALL     DE_5S       ; DELAY  FOR  PAGENUM
           LCALL     PAGENUM
           LCALL     DE_2S
           LCALL     DANGER
           LCALL     SHARP
           LCALL     DE_3S
           RET
;*********************************************************
;SEND  NUM  SERVICE 1501
EASY:           LCALL     DE_1S
           MOV  DPTR,#PO_A
           MOV  A,#01H
           MOVX @DPTR
           LCALL     DE5S
           LCALL     ZEROA
           MOV  DPTR,#PO_A
           MOV  A,#10H
           MOVX @DPTR,A
           LCALL     DE5S
           LCALL     ZEROA
           MOV  DPTR,#PO_B
           MOV  A,#02H
           MOVX @DPTR,A
           LCALL     DE5S
           LCALL     ZEROB
           MOV  DPTR,#PO_A
           MOV  A,#01H
           MOVX @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          LCALL     DE_5S      ; DELAY  FOR  PAGENUM
          LCALL     PAGENUM
          LCALL     DE_2S
          LCALL     DANGER
          LCALL     DE_3S
          RET
;*********************************************************
;SEND  NUM  SERVICE 141
WORLD:    LCALL     DE_1S
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#01H
          MOVX @DPTR
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#08H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#01H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          LCALL     DE_5S      ; DELAY  FOR  PAGENUM
          LCALL     PAGENUM7
          LCALL     DE_2S
          LCALL     DANGER
          LCALL     SHARP      ;  #
          LCALL     DE_3S
          RET
;*********************************************************
;SEND  NUM  SERVICE 161
HUTCH:    LCALL     DE_1S
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#01H
          MOVX @DPTR
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#20H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#01H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
     LCALL     DE_5S      ; DELAY  FOR  PAGENUM
          LCALL     PAGENUM
          LCALL     DE_2S
          LCALL     DANGER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL     SHARP      ;  #
          LCALL     DE_3S
          RET
;*********************************************************
;SEND  NUM  SERVICE 1143
PACK:          LCALL     DE_1S
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#01H
          MOVX @DPTR
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#01H
          MOVX @DPTR
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#08H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#04H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          LCALL     DE_3S      ; DELAY  FOR  PAGENUM
          LCALL     PAGENUM
          LCALL     DE_2S
          LCALL     DANGER
          LCALL     DE_3S
          RET
;*********************************************************
;SEND  NUM  SERVICE 1187
POST:          LCALL     DE_1S
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#01H
          MOVX @DPTR
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#01H
          MOVX @DPTR
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#80H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
          LCALL     ZEROA
          MOV  DPTR,#PO_A
          MOV  A,#40H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL       ZEROA
            LCALL       DE_1S
            LCALL       PAGENUM7
            LCALL       DE_2S
            LCALL       DANGER
            LCALL       DE_3S
            RET
;*****************************************************
;SEND  PAGE  NUMBER 6  NUMBER
PAGENUM:    MOV  A,34H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,35H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,36H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,37H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,38H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,39H
            LCALL       COMPARE
            RET
;*****************************************************
;SEND  PAGE  NUMBER 7  NUMBER
PAGENUM:    MOV  A,34H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,35H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,36H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,37H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,38H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,39H
            LCALL       COMPARE
            MOV  A,3AH
            LCALL       COMPARE
            RET
*****************************************************
;COMPARE   PAGE  NUMBER
COMPARE:    CJNE A,#0AH,COM1
            LCALL       NUM_0
            SJMP JOB3
COM_1:      CJNE A,#01H,COM2
            LCALL       NUM_1
            SJMP JOB3
COM_2:      CJNE A,#02H,COM3
            LCALL       NUM_2
            SJMP JOB3
COM_3:      CJNE A,#03H,COM4
            LCALL       NUM_3
            SJMP JOB3
COM_4:      CJNE A,#04H,COM5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL     NUM_4
            SJMP JOB3
COM_5:      CJNE A,#05H,COM6
            LCALL     NUM_5
            SJMP JOB3
COM_6:      CJNE A,#06H,COM7
            LCALL     NUM_6
            SJMP JOB3
COM_7:      CJNE A,#07H,COM8
            LCALL     NUM_7
            SJMP JOB3
COM_8:      CJNE A,#08H,COM9
            LCALL     NUM_8
            SJMP JOB3
COM_9:      CJNE A,#09H,JOB3
            LCALL     NUM_9
JOB_3:      RET
;*****************************************************
;NUMBER    0    TO    9
NUM_0:      MOV  DPTR,#PO_B
            MOV  A,#02H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL     DE5S
            LCALL     ZEROB
            RET
NUM_1:      MOV  DPTR,#PO_A
            MOV  A,#01H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL     DE5S
            LCALL     ZEROA
            RET
NUM_2:      MOV  DPTR,#PO_A
            MOV  A,#02H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL     DE5S
            LCALL     ZEROA
            RET
NUM_3:      MOV  DPTR,#PO_A
            MOV  A,#04H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL     DE5S
            LCALL     ZEROA
            RET
NUM_4:      MOV  DPTR,#PO_A
            MOV  A,#08H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL     DE5S
            LCALL     ZEROA
            RET
NUM_5:      MOV  DPTR,#PO_A
            MOV  A,#10H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL     DE5S
            LCALL     ZEROA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            RET
NUM_6:      MOV  DPTR,#PO_A
            MOV  A,#20H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL      DE5S
            LCALL      ZEROA
            RET
NUM_7:      MOV  DPTR,#PO_A
            MOV  A,#40H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL      DE5S
            LCALL      ZEROA
            RET
NUM_8:      MOV  DPTR,#PO_A
            MOV  A,#80H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL      DE5S
            LCALL      ZEROA
            RET
NUM_9:      MOV  DPTR,#PO_B
            MOV  A,#01H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL      DE5S
            LCALL      ZEROB
            RET
SHARP:      MOV  DPTR,#PO_B
            MOV  A,#08H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL      DE5S
            LCALL      ZEROB
            RET
DAO:        MOV  DPTR,#PO_A
            MOV  A,#02H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL      DE5S
            LCALL      ZEROA
            RET
;************************************************
;NUMBER  FOR  ALERT  TO  PAGER
DANGER:     MOV  A,51H
            CJNE A,#01H,DAN_1
            LCALL      NUM_1
            LJMP JOB4
DAN_1:      CJNE A,#02H,DAN_2
            LCALL      NUM_2
            LJMP JOB4
DAN_2:      CJNE A,#03H,DAN_3
            LCALL      NUM_1
            LCALL      NUM_2
            LJMP JOB4
DAN_3:      CJNE A,#04H,DAN_4
            LCALL      NUM_3
            LJMP JOB4
DAN_4:      CJNE A,#05H,DAN_5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL     NUM_1
            LCALL     NUM_3
            LJMP JOB4
DAN_5:      CJNE A,#06H,DAN_6
            LCALL     NUM_2
            LCALL     NUM_3
            LJMP JOB4
DAN_6:      CJNE A,#07H,DAN_7
            LCALL     NUM_1
            LCALL     NUM_2
            LCALL     NUM_3
            LJMP JOB4
DAN_7:      CJNE A,#08H,DAN_8
            LCALL     NUM_4
            LJMP JOB4
DAN_8:      CJNE A,#09H,DAN_10
             LCALLNUM_1
            LCALL     NUM_4
            LJMP JOB4
DAN_10:     CJNE A,#0AH,DAN_11
            LCALL     NUM_2
            LCALL     NUM_4
            LJMP JOB4
DAN_11:     CJNE A,#0BH,DAN_12
            LCALL     NUM_1
            LCALL     NUM_2
            LCALL     NUM_4
            LJMP JOB4
DAN_12:     CJNE A,#0CH,DAN_13
            LCALL     NUM_3
            LCALL     NUM_4
            LJMP JOB4
DAN_13:     CJNE A,#0DH,DAN_14
            LCALL     NUM_1
            LCALL     NUM_3
            LCALL     NUM_4
            LJMP JOB4
DAN_14:     CJNE A,#0EH,DAN_15
            LCALL     NUM_2
            LCALL     NUM_3
            LCALL     NUM_4
            LJMP JOB4
DAN_15:     CJNE A,#0FH,JOB4
            LCALL     NUM_1
            LCALL     NUM_2
            LCALL     NUM_3
            LCALL     NUM_4
            LJMP JOB4
JOB4:            RET
;*****************************************************
DELAY:      MOV  R6,#0FFH
DEL1:            MOV  R7,#0FFH
DEL2:            DJNZ R7,DEL2
            DJNZ R6,DEL1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          RET
;*****************************************************
;DELAY  1S
DE_1S:    MOV  R5,#29H
LOOP3:    MOV  R4,#0FEH
LOOP2:    MOV  R3,#2FH
LOOP1:    DJNZ R3,LOOP1
          DJNZ R4,LOOP2
          DJNZ R5,LOOP3
          RET
;*****************************************************
;DELAY  0.5S
DE5S:          MOV  R5,#14H
LOOK3:    MOV  R4,#0FEH
LOOK2:    MOV  R4,#2FH
LOOK1:    DJNZ R3,LOOK1
          DJNZ R4,LOOK2
          DJNZ R5,LOOK3
          RET
;*****************************************************
;ZERO  PO_A
ZEROA:    MOV  DPTR,@PO_A
          MOV  A,#00H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
          RET
;ZERO  PO_B
ZEROB:    MOV  DPTR,@PO_B
          MOV  A,#00H
          MOVX @DPTR,A
          LCALL     DE5S
          RET
;*****************************************************
;DELAY  5S
DE_5S:    MOV  R5,#0CBH
LOOA3:    MOV  R4,#0FEH
LOOA2:    MOV  R3,#2FH
LOOA1:    DJNZ R3,LOOA1
          DJNZ R4,LOOA2
          DJNZ R5,LOOA3
          RET
;*****************************************************
;DELAY  10S
DE_10S:   MOV  R5,#0CCH
LOOB3:    MOV  R4,#0FEH
LOOB2:    MOV  R3,#2FH
LOOB1:    DJNZ R3,LOOB1
          DJNZ R4,LOOB2
          DJNZ R5,LOOB3
          RET
;*****************************************************
;DELAY  3S
DE_3S:    MOV  R5,#7AH
LOOC3:    MOV  R4,#0FEH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOC2:     MOV  R3,#2FH
LOOC1:     DJNZ R3,LOOC1
           DJNZ R4,LOOC2
           DJNZ R5,LOOC3
           RET
;*********************************************************
;DELAY  15S
DE_15S:    MOV  R5,#A7CH
LOOD3:     MOV  R4,#0FEH
LOOD2:     MOV  R3,#2FH
LOOD1:     DJNZ R3,LOOD1
           DJNZ R4,LOOD2
           DJNZ R5,LOOD3
           RET
;*********************************************************
;DELAY  9S
DE_9S:     MOV  R5,#0B7H
LOOE3:     MOV  R4,#0FEH
LOOE2:     MOV  R3,#2FH
LOOE1:     DJNZ R3,LOOE1
           DJNZ R4,LOOE2
           DJNZ R5,LOOE3
           RET
;*********************************************************
;DELAY  2S
DE_2S:     MOV  R5,#51H
LOOF3:     MOV  R4,#0FEH
LOOF2:     MOV  R3,#2FH
LOOF1:     DJNZ R3,LOOF1
           DJNZ R4,LOOF2
           DJNZ R5,LOOF3
           RET
;*********************************************************
;DELAY  8S
DE_8S:     MOV  R5,#0A3H
LOOG3:     MOV  R4,#0FEH
LOOG2:     MOV  R3,#2FH
LOOG1:     DJNZ R3,LOOG1
           DJNZ R4,LOOG2
           DJNZ R5,LOOG3
           RET
;*********************************************************
;DELAY  13S
DE_13S:    MOV  R5,#91H
LOOH3:     MOV  R4,#0FEH
LOOH2:     MOV  R3,#2FH
LOOH1:     DJNZ R3,LOOH1
           DJNZ R4,LOOH2
           DJNZ R5,LOOH3
           RET
;*********************************************************
;DELAY  4S
DE_4S:     MOV  R5,#51H
LOOI3:     MOV  R4,#0FEH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOI2:     MOV  R3,#2FH
LOOI1:     DJNZ R3,LOOI1
           DJNZ R4,LOOI2
           DJNZ R5,LOOI3
           RET
;*************************************************
;DELAY  30S
DE_30S:    MOV  R5,#0DFH
LOOJ3:     MOV  R4,#0FEH
LOOJ2:     MOV  R3,#2FH
LOOJ1:     DJNZ R3,LOOJ1
           DJNZ R4,LOOJ2
           DJNZ R5,LOOJ3
           RET
                END
```

รูปที่ ค.1 ชุดคำสั่งโปรแกรมการรายงานสถานภาพผ่านทางเพจเจอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

```
BUFFER:    EQU  2AH
STA:       EQU  24H
BUFSD:     EQU  2BH
BUFNO:     EQU  29H
ONE:       EQU  49H
TWO:       EQU  3FH
THREE:     EQU  34H
FOUR:      EQU  29H
FIVE:      EQU  1FH
SIX:       EQU  16H
SEVEN:     EQU  0BH
EIGHT:     EQU  04H
           ORG  0000H
           NOP
           NOP
           NOP
           NOP
           NOP
           NOP
           NOP
           NOP
           NOP
           NOP
           SJMP START
           ORG  000BH
           LJMP STT
           NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ORG  0020H
START:      LCALL      DELAY1
            CLR  A
            MOV  24H,A
            LCALL      LODPW
            MOV  DPTR,#1003H
            MOV  A,# 80H
            MOVX @DPTR,A
            CLR  A
            MOV  BUFFER,A
            MOV  DPTR,# 1000H
            MOVX @DPTR,A
            MOV  DPTR,# 1001H
            MOV  A # 00H
            MOVX @DPTR,A
            SETB EA
            MOV  TMOD,#06H
            MOV  TLO,#FCH
            MOV  THO,#FCH
            SETB ETO
            SETB TRO
LOOPC:      JB   24H,LOOP8
            JNB  P1.4LOOPC
            LCALL      DELAY
            JNB  P1.4,LOOPC
LOOPE:      JB   P1.4,LOOPE
            LCALL      DELAY
            JB   P1.4,LOOPE
            MOV  ,P1
            XRL  A,#20H
            CJNE A,#0CH,LOOPC
            SETB 24H.1
            CLR  ETO
            CLR  TRO
            JNB  24H.1,CROS3
            LCALL      TX_ON
CROSS3:     LCALL      FF3
LOOP8:      LCALL      FF1
            JNB  24H.1, LOOPH
            LCALL      TX_OFF
LOOPF:      LCALL      CHKPW
            JNB  24H.1,CROS4
            LCALL      TX_ON
CROS4:      LCALL      FF2
            JNB  24H.1,LOOP
            LCALL      TX_OFF

     ; # # # Check  Key # # # # # # #

LOOP:            JNB  P1.4,LOOP
            LCALL      DELAY
            JNB  P1.4,LOOP
            LJMP SET1
LOOP1:      JB   P1.4,LOOP1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL     DELAY
            JB    P1.4,LOOP1
            SJMP LOOP
SET1:            MOV  A,P1
            XRL  A,#30H
            CJNE A,#01H,SET2
            CPL  BUFFER.0
            JNB  BUFFER.0,A
            SETB STA.2
            SJMP B
A:          CLR  STA.2
B:          MOV  BUFNO,#ONE
            LJMP BUFO
SET2:            CJNE A,#02H,SET3
            CPL  BUFFER.1
            JNB  BUFFER.1,C
            SETB STA.2
            SJMP D
C:          CLR  STA.2
D:          MOV  BUFO,#TWO
            LJMP BUFO
SET3:            CJNE A,#03H,SET4
            CPL  BUFFER.2
            JNB  BUFFER.2,E
            SETB STA.2
            SJMP F
E:          CLR  STA.2
F:          MOV  BUFNO,#THREE
            LJMP BUFNO
SET4:            CJNE A,#04H,SET5
            CPL  BUFFER.3
            JNB  BUFFER.3,G
            SETB STA.2
            SJMP H
G:          CLR  STA.2
H:          MOV  BUFNO,#FOUR
            LJMP BUFO
SET5:            CJNE A,#05H,SET6
            CPL  BUFFER.4
            JNB  BUFFER.4,I
            SETB STA.2
            SJMP J
I:          CLR  STA.2
J:          MOV  BUFNO,#FIVE
            LJMP BUFNO
SET6:            CJNE A,#06H,SET7
            CPL  BUFFER.5
            JNB  BUFFER.5,K
            SETB STA.2
            SJMP L
K:          CLR  STA.2
L:          MOV  BUFNO,#SIX
            LJMP BUFNO
SET7:            CJNE A,#07H,SET8
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CPL   BUFFER.6
            JNB   BUFFER.6,M
            SETB  STA.2
            SJMP  N
M:          CLR   STA.2
N:          MOV   BUFNO,#SEVEN
            LJMP  BUFNO
SET8:            CJNE A,#08H,RESET
            CPL   BUFFER.7
            JNB   BUFFER.7,O
            SETB  STA.2
            SJMP  P
O:          CLR   STA.2
P:          MOV   BUFNO,#EIGHT
            LJMP  BUFO
BUFO:            MOV   A,BUFFER
            MOV   DPTR,#100H
            MOVX  @DPTR,A
            JNB   24H.1,CROS1
            LCALL      TX_ON
CROS1:      LCALL      SND
            JNB   24H.1,CROS2
            LCALL      TX_OFF
CROS2:      LJMP  LOOP1
RESET:      MOV   DPTR,#1001H
            MOV   A,00H
            MOVX  @DPTR,A
            MOV   24H,A
            SETB  ETO
            SETB  TRO
LOOP9:      JB    P1.4,LOOP9
            LCALL      DELAY
            JB    P1.4,LOOP9
            LJMP  LOOPC
STT:        LCALL      DELAY

            CLR   A
            SETB  A.0
            MOV   DPTR,#1001H
            MOVX  @DPTR,A
            SETB  24H.0
            LCALL      FF3
            RETI
STT:        LCALL      DELAY
            CLR   A
            SETB  A.0
            MOV   DPTR,#1001H
            MOVX  @DPTR,A
            SETB  24H.0
            LCALL      FF3
            RETI
DELAY:      MOV   R7,#01H
DL3:        MOV   R5,#01H
DL2:        MOV   R6,#FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DL1:        DJNZ R6,DL1
            DJNZ R5,DL2
            DJNZ R7,DL3
            RET
FLASH:      MOV  DPTR,#100H
            MOV  A,#FFH
            MOVX @DPTR,A
            LCALL      DELAY1
            MOV  DPTR,#100H
            MOV  A,#00H
            MOVX @DPTR,A
            RET
DELAY1:     MOV  R7,#FFH
DLC:        MOV  R5,#10H
DLB:        MOV  R6,#FFH
DLA:        DJNZ R6,DLA
            DJNZ R5,DLB
            DJNZ R7,DLC
            RET
ENTPW:      MOV  R4,#04H
            MOV  R0,#20H
            MOV  A,P1
PEPW:            JNB  P1.4,REPW
            LCALL      DELAY
            JNB  P1.4,REPW
            MOV  A,P1
            XRL  A,#30H
            CJNE A,#0CH,RET1
LOOPB:      JB   P1.4,LOOPB
            LCALL      DELAY
            JB   P1.4,LOOPB
REPA:            JNB  P1.4,REPA
            LCALL      DELAY
            JNB  P1.4,REPA
            MOV  A,P1
            XRL  A,#30H
            MOV  @R0,A
            INC  R0
LOOP2:      JB   P1.4,LOOP2
            LCALL      DELAY
            JB   P1.4,LOOP2
            DJNZ R4,REPA
RET1:            RET
LODPW:      MOV  R4,#00H
            MOV  R0,#20H
LDPW   :    MOV  A,R4
            MOV  DPTR,#ADPW
            MOVC A,@A+DPTR
            MOV  @R0,A
            INC  R4
            INC  R0
            CJNE R4,#04H,LDPW
            RET
CHKPW:      MOV  R1,#25H
            MOV  R0,#04H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP4:    JNB  P1.4,LOOP4
          LCALL     DELAY
          JNB  P1.4,LOOP4
          LCALL     DELAY
          MOV  A,P1
          XRL  A,#30H
          MOV  @R1,A
          INC  R1
LOOP5:    JB   P1.4,LOOP5
          LCALL     DELAY
          JB   P1.4,LOOP5
          DJNZ R0,LOOP4
          MOV  R1,#25H
          MOV  A,@R1
          CJNE A,20H,LOOP6
          INC  R1
          MOV  A, @R1
          CJNE A,20H,LOOP6
          INC  R1
          MOV  A,@R1
          CJNE A,22H,LOOP6
          INC  R1
          MOV  A,@R1
          CJNE A,23H,LOOP6
          RET
LOOP:     LCALL     FF
          LJMP CHKPW; WORLD  TO  SAY
FF:       MOV  R0,#07H
          MOV  R1,#00H
LL2:      MOV  DPTR,#TABLE0
          MOV  A,R1
          MOVC A,@A+DPTR
          LCALL     SOU
          INC  R1
          DJNZ R0,LL2
          RET
FF1:      MOV  R0,#03H
          MOV  R1,#00H
LL3:      MOV  DPTR,#TABLE1
          MOV  A,R1
          MOVC A,@A+DPTR
          LCALL     SOU
          INC  R1
          DJNZ R0,LL3
          RET
FF2:      MOV  R0,#07H
          MOV  R1,#00H
LL4:      MOV  DPTR,#TABLE2
          MOV  A,R1
          MOVC A,@A+DPTR
          LCALL     SOU
          INC  R1
          DJNZ 0,LL4
          RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
FF3:    MOV  R0,#01H
        MOV  R1,#00H
LL6:    MOV  DPTR,#TABLE3
        MOV  A,R1
        MOVC A,@A+DPTR
        LCALL    SOU
        INC  R1
        DJNZ R0,LL6
        RET
SND:    MOV  R0,#BUFSD
        MOV  @R0,#D3H
        INC  R0
        MOV  @R0,#C7H
        INC  R0
        MOV  @R0,BUFNO
        INC  R0
        JB   STA.2,AA
        MOV  @R0,#76H
        INC  R0
AA:     MOV  @R0,#53H
        MOV  A,R0
        SUBB A,#BUFSD
        MOV  R0,A
        INC  R0
        MOV  R1,#BUFSD
LL5:    MOV  A,@R1
        LCALL    SOU
        INC  R1
        DJNZ R0,LL5
        RET
SOUND:  MOV  A,R1
        MOV  R0,A
        MOV  DPTR,#0850H
LL1:    MOVX A,@DPTR
        PUSH DPTR
        MOV  DPTR,#TABLE0
        MOVC A,@A+DPTR
        MOVX @DPTR,A
        INC  DPTR
        DJNZ R0,LL1
        MOV  A,R1
        MOV  R0,A
        MOV  DPTR,#0850H
L2:     MOVX A,@DPTR
        LCALL    SOU
        INC  DPTR
        DJNZ R0,L2
        RET
SOU:    MOV  DPTR,#1002H
        MOVX @DPTR,A
        CLR  P3.0
        LCALL    DELAY
        SETB P3.0
L1:     JB   P1.5,L1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL     DELAY2
            RET
DELAY2:     MOV   R7,#0AH
DLF:        MOV   R5,#10H
DLE:        MOV   R6,#FFH
DLD:        DJNZ  R6,#DLD
            DJNZ  R5,#DLE
            DJNZ  R7,#DLF
            RET
TX_ON:      CLR   A
            SETB  ACC.7
            MOV   DPTR,#1001H
            MOVX  @DPTR,A
            RET
TX_OFF:     CLR   A
            SETB  ACC.7
            MOV   DPTR,#1001H
            MOVX  @DPTR,A
            RET
ADPW:           DB    01H,02H,05H,04H
TABLE0:     DB    ACH,76H,8BH,A0H
            DB    97H,ACH,7FH
TABLE1:     DB    A0H,97H,ACH
TABLE2:     DB    E3H,B8H,A0H,6BH
            DB    C7H,D3H,5CH
TABLE3:     DB    E3H
            END
```

รูปที่ ค.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านทางคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รายละเอียดและคุณสมบัติอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรของโครงงาน

1.ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง, สัญญาณโทน และจัดลำดับการสั่งงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.	R 1 kΩ	1 ตัว
2.	R 100 kΩ	4 ตัว
3.	R 820 kΩ	1 ตัว
4.	R 470 kΩ	1 ตัว
5.	R 10 kΩ	2 ตัว
6.	R 6.2 kΩ	1 ตัว
7.	R 39 kΩ	1 ตัว
8.	R 56 kΩ	1 ตัว
9.	R 4.7 kΩ	1 ตัว
10.	R 2.7 kΩ	2 ตัว
11.	R 1 MΩ	1ตัว
12.	R 360 Ω	1 ตัว
13.	R 270 kΩ	1 ตัว
14.	C 0.01 µF	2 ตัว
15.	C 0.1 µF	8 ตัว
16.	C 4.7 µF	1 ตัว
17.	C 47 pF	2 ตัว
18.	C 220 µF 16 V	1 ตัว
19.	ไดโอด 1N4148	4 ตัว
20.	ซีเนอร์ไดโอด 5.6 V	2 ตัว
21.	LED	1 ตัว
22.	TR BC547	2 ตัว
23.	TR BC516	1 ตัว
24.	ไอซีเบอร์ 744C573	2 ตัว
25.	ไอซีเบอร์ 27C64	1 ตัว
26.	ไอซีเบอร์ 4047	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27. ไอซีเบอร์ MV8870 1 ตัว
28. ไอซีเบอร์ MC145412 1 ตัว
29. ไอซีเบอร์ LM386 1 ตัว
30. ไอซีเบอร์ 8031 1 ตัว
31. ไอซีเบอร์ 7408 4 ตัว
32. คริสตอล 3.579 MHz 2 ตัว
33. คริสตอล 12 MHz 1 ตัว
34. ลำโพง 0.25 W 8 Ω 1 ตัว
35. หม้อแปลง 600 Ω 1 ตัว
36. รีเลย์ 2 คอนแทค 1 ตัว

2.ส่วนแสดงผลการทำงานของแต่ละแชนเนล O/P ด้าน LED DISPLAY

1. LED 7 ตัว
2. TR BC547 7 ตัว
3. R 10 kΩ 7 ตัว
4. R 1.2 kΩ 7 ตัว
5. คอนเน็กเตอร์ 14 ขา แถวคู่ 2 ตัว
6. คอนเน็กเตอร์ 16 ขา แถวคู่ 1 ตัว

3.ส่วน O/P ควบคุมสวิตช์การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

1. ไดโอด 1N4148 7 ตัว
2. สวิตช์แบบมี LED 7 ตัว
3. รีเลย์ 1 คอนแทค 7 ตัว
4. คอนเน็กเตอร์ 16 ขา แถวคู่ 1 ตัว
5. คอนเน็กเตอร์ 2 ขา 15 ตัว

4.ส่วนภาคแหล่งจ่ายไฟ

1. R 560 Ω 1 ตัว
2. R 1 kΩ 1 ตัว
3. R 10 kΩ 1 ตัว
4. R 22 kΩ 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. C 0.1 μF 6 ตัว
6. C 22 μF 16 V 2 ตัว
7. C 100 μF 25 V 2 ตัว
8. C 100 μF 35 V 2 ตัว
9. TR BC547 1 ตัว
10. ไดโอด 1N4148 4 ตัว
11. ซีเนอร์ไดโอด 15 V 19 ตัว
12. ไอซีเบอร์ 4N26 1 ตัว
13. ไอซีเบอร์ 7805 1 ตัว
14. ไอซีเบอร์ 7812 1 ตัว
15. สวิตช์กดติดปล่อยดับ 1 ตัว
16. หม้อแปลง 0-15 V 1 ตัว
17. ฟิวส์ 100 mA 1 ตัว

วงจรตรวจจับความร้อน

1. R 1 kΩ 1 ตัว
2. C 470 μF 16 V 1 ตัว
3. LED 1 ตัว
4. ไดโอด 1001 1 ตัว
5. รีเลย์ 1 คอนแทค 1 ตัว
6. สวิตช์กดดับปล่อยติด 1 ตัว
7. HEAT DETECTOR 1 ตัว

วงจรตรวจจับด้วยรีดรีเลย์

1. R 1 kΩ 1 ตัว
2. LED 1 ตัว
3. SCR 1 ตัว
4. ไดโอด 1N4001 1 ตัว
5. ไอซีเบอร์ 7805 1 ตัว
6. สวิตช์ 1 ตัว
7. รีดรีเลย์สวิตช์ 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. รีเลย์ 1 คอนแทค 1 ตัว
9. หม้อแปลง 12 V 300 mA 1 ตัว

วงจรตรวจจับการสั่นสะเทือน

1. R 1 kΩ 1 ตัว
2. LED 1 ตัว
3. SCR 1 ตัว
4. ไดโอด 1N4001 1 ตัว
5. ไอซีเบอร์ 7805 1 ตัว
6. สวิตช์ 1 ตัว
7. สวิตช์ตรวจจับการสั่นสะเทือน 1 ตัว
8. รีเลย์ 1 คอนแทค 1 ตัว
9. หม้อแปลง 12 V 300 mA 1 ตัว

วงจรชุดส่งอินฟราเรดตรวจจับความเคลื่อนไหว

1. R 47 kΩ 1 ตัว
2. R 36.9 kΩ 1 ตัว
3. R 68 kΩ 1 ตัว
4. C 4.7 μF 16 V 1 ตัว
5. C 400 μF 16 V 1 ตัว
6. LED 1 ตัว
7. ไอซีเบอร์ 555 1 ตัว

วงจรชุดรับอินฟราเรดตรวจจับความเคลื่อนไหว

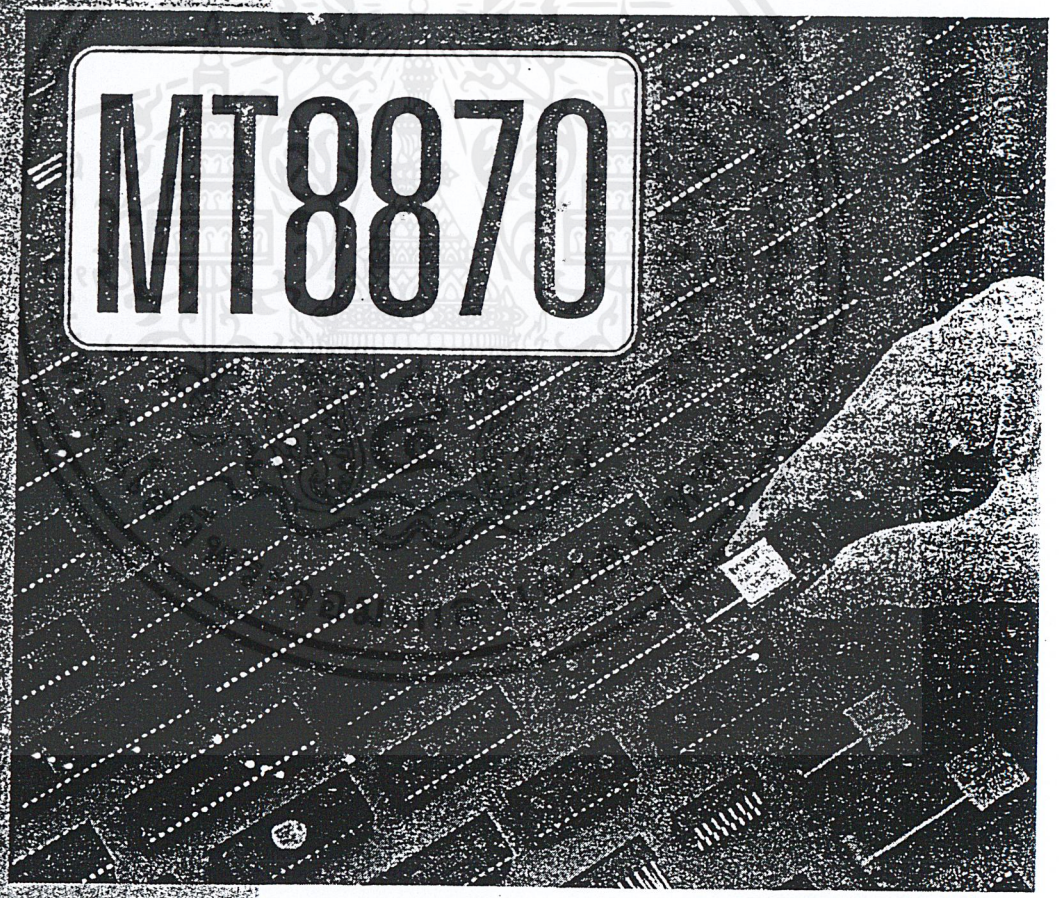
1. R 22 kΩ 1 ตัว
2. R 1 MΩ 1 ตัว
3. R 4.7 kΩ 1 ตัว
4. R 6.8 kΩ 1 ตัว
5. R 1 kΩ 1 ตัว
6. R 1.8 MΩ 1 ตัว
7. C 470 μF 16 V 2 ตัว
8. C 0.01 μF 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.	C 0.001 μF	1 ตัว
10.	C 2.2 μF	1 ตัว
11.	C 100 μF	1 ตัว
12.	C 223 μF	1 ตัว
13.	C 1 μF	1 ตัว
14.	TR BC337	1 ตัว
15.	TR BC549	1 ตัว
16.	TR BC557	1 ตัว
17.	ไดโอด 1N4001	1 ตัว
18.	ไดโอด 1N4148	1 ตัว
19.	รีเลย์ 2 คอนแทค 12 V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870 ใช้ถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (DTMF)ให้เป็นตัวเลข BCD ขนาด 4 บิต โดยใช้งานร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz เท่านั้น



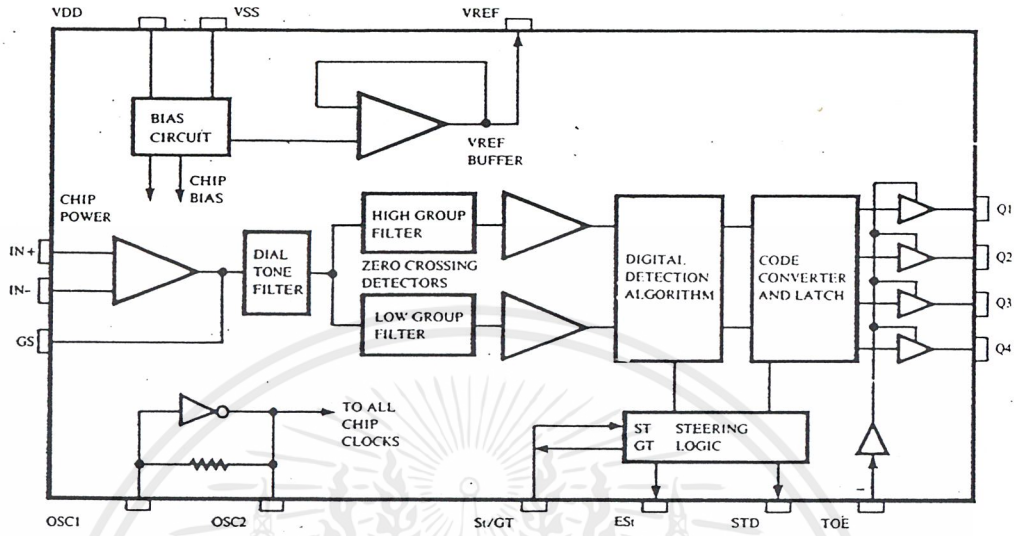
MT8870

ไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

(Integrated DTMF Receiver)

เมื่อเอ่ยถึงไอซีทางโทรศัพท์ ช่างหรือวิศวกรส่วนใหญ่มักจะส่ายหน้าสาเหตุก็เนื่องมาจากบ้านเราไม่ค่อยมีผู้นำเข้ามาจำหน่าย หายาก คู่มือไม่มี ขาดการเผยแพร่ ทั้ง ๆ ที่ในปัจจุบันโทรศัพท์มีส่วนสำคัญกับชีวิตประจำวันของเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

อย่างมากมาย และนับวันก็จะยิ่งทวีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นทุกที และอุตสาหกรรมทางด้านโทรศัพท์ และการสื่อสารก็ขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นช่างหรือวิศวกรอย่างพวกเราก็น่าจะมาศึกษาเอาไว้ เพื่อจะได้นำมาใช้งานได้ในโอกาสต่อไป

ก่อนอื่นขอให้ความหมายของคำว่า *ถอดรหัสความถี่โทรศัพท์* อันหมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

ในยุคก่อน การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ มักใช้ไอซีจำพวกเฟสล็อกลูปซึ่งสร้างปัญหาสารพัด ไม่ว่าเรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจร ขนาดของวงจรที่ใหญ่ เพราะต้องใช้ไอซีจำนวนมาก

คุณสมบัติของ MT8870

☐ เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)

☐ กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL

☐ สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้

☐ สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time) ได้

☐ เป็นไอซีคุณภาพสูง

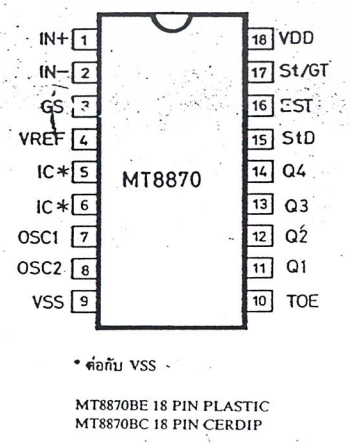
การนำ MT8870 ไปใช้งาน

☐ นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล

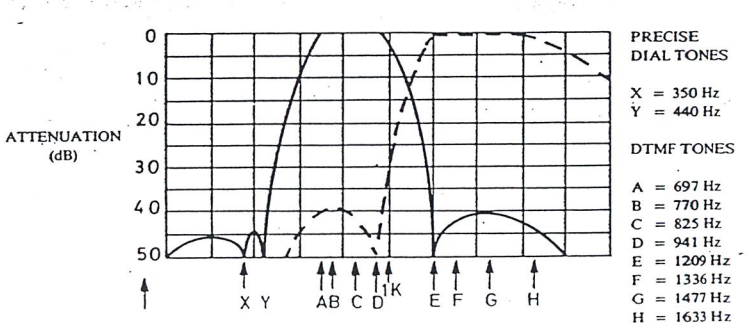
☐ เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล

☐ ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด

☐ ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870



รูปที่ 3 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☐ ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อย หรือ PABX

☐ ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป

☐ เครื่องกันขโมย

☐ การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์

☐ ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO^2-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาต์พุตเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ รูปที่ 1 แสดงขาของ MT8870 และรูปที่ 2 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

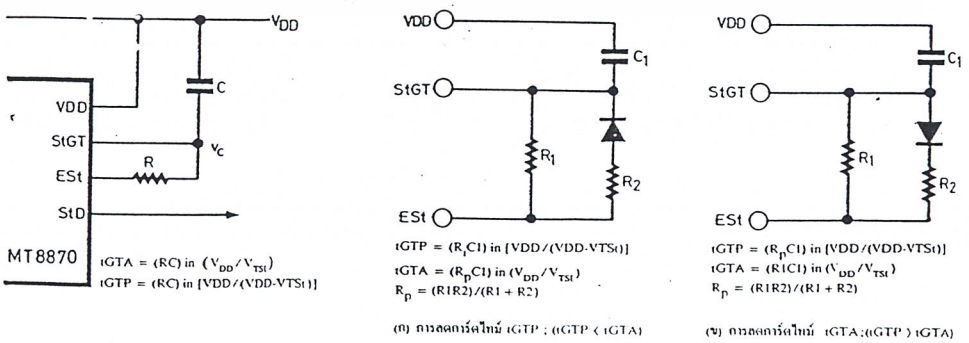
F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633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

รูปที่ 4 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

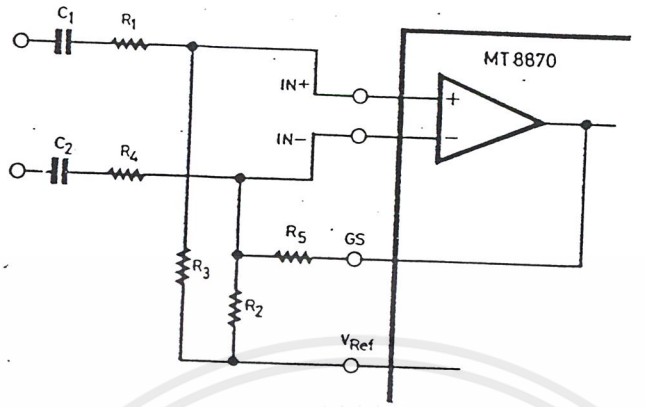
ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

- ภาคกรองความถี่ (filter section)
- ภาคถอดรหัส (decoder section)
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)
- ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)



รูปที่ 5 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (gard time) พร้อมวิธีคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคขยายความแตกต่างด้านอินพุต

$C_1 = C_2 = 10$ nF

$R_1 = R_4 = R_5 = 100K\Omega$ ค่าผิดพลาด ± 1%

$R_2 = 60K\Omega$, $R_3 = 37.5$ KΩ ค่าผิดพลาด ± 5%

$R_3 = \frac{R_2 R_5}{R_2 + R_5}$

อัตราขยายแรงดัน (A_V diff) $= \frac{R_5}{R_1}$

อินพุตอิมพีแดนซ์

$(Z_{INDIFF}) = 2\sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$

รูปที่ 6 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต

ภาคกรองสัญญาณความถี่

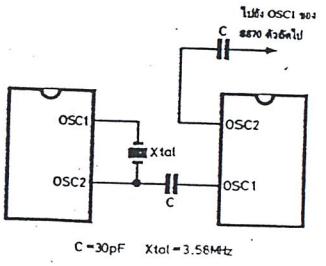
ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตช์คาปาซิเตอร์ (six-order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

ภาคถอดรหัส

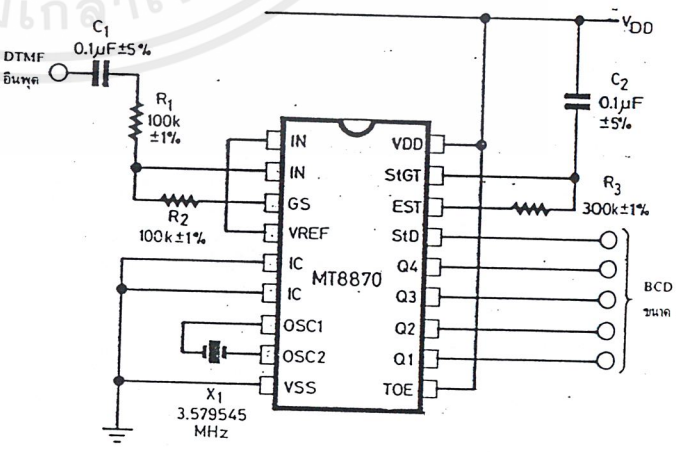
ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา ESt (early steering) ก็จะแอกทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดงในรูปที่ 4

ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเ
ยาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC
ภายนอก สัญญาณที่ขา ESt จะเ
"High" นานใกล้เคียงกับระยะเวลา
ความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 5
ขา ESt เป็น "High" ทำให้ V_C สูง
ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรง
V_C สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วง
ถอดรหัส จึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเ
ขนาด 4 บิต รายละเอียดการทำงาน
ให้ดูจากแผนภูมิเวลาหรือไทมิ่งไดอะแก
(timing diagram) ในรูปที่ 9 จะเข้า
ได้ง่ายกว่า

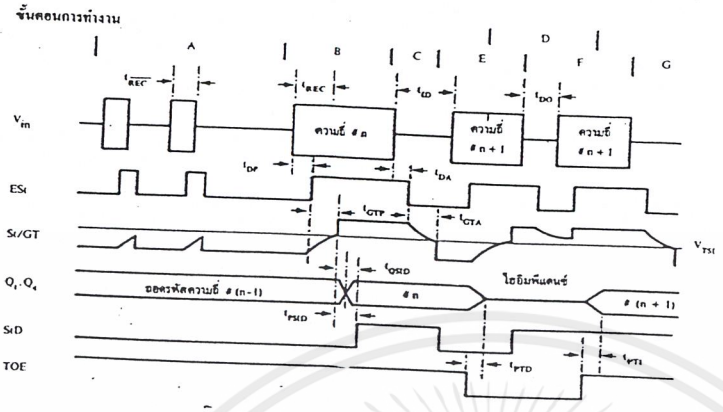


รูปที่ 7 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่



รูปที่ 8 แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อธิบายขั้นตอนการทำงาน

A - ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาต์พุตไม่เปลี่ยน

B - ความถี่ # n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และแลตช์ไว้ที่เอาต์พุต

C - จบความถี่ # n ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลตช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D - เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์

E - ความถี่ # n + 1 ถูกตรวจพบ คาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้

F - ความถี่ # n + 1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลตช์อยู่

C - จบความถี่ # n + 1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

อธิบายคำศัพท์

V_{in} - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา

ESt - Early Sterring output ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง

St/GT - Steering input/Guard Time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก

Q_1-Q_4 - เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต

StD - Delayed Steering output ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไป มีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

TOE - Tone Output Enable (input) ใช้ควบคุม Q_1-Q_4 ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ์

$t_{\overline{REC}}$ - คาบเวลานานสุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง

t_{REC} - คาบเวลาสั้นสุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง

t_{ID} - เวลาสั้นสุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ

t_{DO} - เวลานานสุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

t_{DP} - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{DA} - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{GTP} - การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF

t_{GTA} - การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

รูปที่ 9 แสดงแผนภูมิเวลา (timing diagram) ของ MT8870

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (gard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่าหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 5

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป รูปที่ 6 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุตซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ ดังนี้

$$\text{อัตราขยาย } (A_v\text{diff}) = \frac{R_5}{R_1}$$

$$\text{อินพุตอิมพีแดนซ์ } (Z_{in}\text{diff}) = 2\sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในรูปที่ 7

ไอซีถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์เบอร์ MT8870 นี้ มีจำหน่ายที่บริษัท อิเล็กทรอนิกส์-ซอร์ส จำกัด เลขที่ 138 ถนนบ้านหม้อ กรุงเทพฯ 10200 โทรศัพท์ 225-6986

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

MC145412
MC145413
MC145512

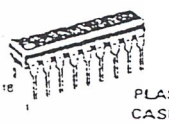
Advance Information

Pulse/Tone Repertory Dialer

Low Power Silicon-Gate CMOS

The MC145412/13 and MC145512 are silicon gate, monolithic CMOS integrated circuits which convert keyboard inputs into either pulse or DTMF outputs. They are packaged in a standard 18 pin (0.3" wide) plastic DIP.

- 3 x 4 or 4 x 4 Keyboard Compatibility Which Allows the Use of 2-of-7, 2-of-8, or Form A Type Keyboards
- MC145413 Adds Keyboard Selectable Pause Switch Function
- Single Pin Switchable Between DTMF, 10 pps and 20 pps
- 500 Hz Tone Signal Output in the Pulse Dialing Mode
- Memory Storage for Ten 18 Digit Numbers, Including Last Number Redial
- Uses 3.579545 MHz Colorburst Crystal
- Telephone Line Powered
- Silicon Gate CMOS Technology for 1.7-5.5 V Low Power Operation
- Stand Alone DTMF Dialer/Stand Alone Pulse Dialer
- Mute Output Used to Isolate Receiver from Dialing Output
- Memory Programming Options by Keyboard Configuration



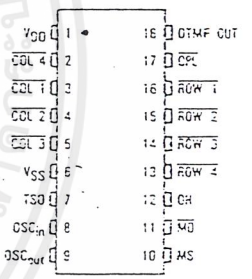
PLASTIC
CASE 707

Ordering Information

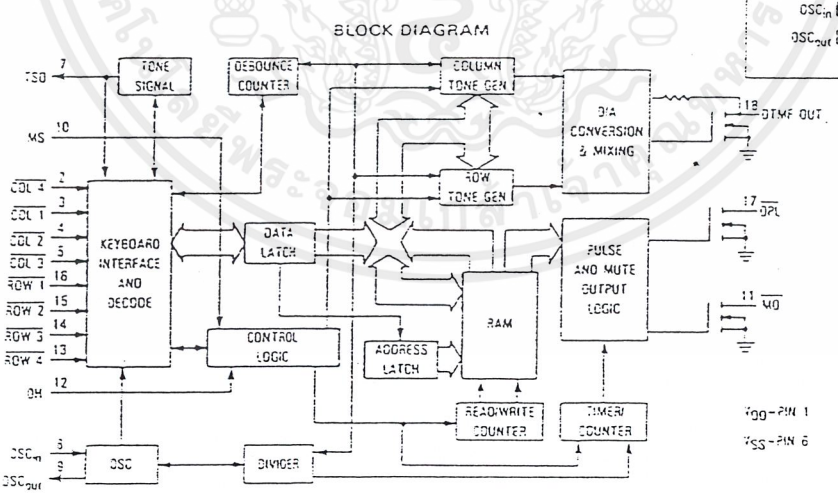
MC145 X X X X

- P Plastic
- 4 40/60 M/B Ratio
- 5 32/68 M/B Ratio

PIN ASSIGNMENT



BLOCK DIAGRAM



This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (V_{SS} = 0 V)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	−0.5 to +8.0	V
Operating Temperature	T_A	−30 to +60	°C
Storage Temperature	T_{stg}	−65 to +150	°C
DC Current Drain Per Pin	I	10	mA
Maximum Voltage On Any Pin Relative to V_{SS} On Any Pin Relative to V_{DD}	 V_{in1} V_{in2}	 −0.5 −0.5	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = −30 to 60°C, V_{DD} = 2.5 V, V_{SS} = 0 V, Unless Otherwise Noted)

Characteristics		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
DC Supply Voltage	Pulse Mode DTMF Mode	V_{DD}	2.0 2.5	— —	5.5 5.5	V
Operating Current	Pulse Mode (MS = V_{DD}) DTMF Mode (MS = V_{SS})	I_{DD}	— —	0.25 1.0	0.7 2.0	mA
Memory Retention Voltage		V_{stby}	1.7	—	—	V
Memory Retention Current	(V_{DD} = 1.7 V) (V_{DD} = 2.5 V)	I_{stby}	— —	1.0 1.2	2.0 2.5	µA
Input Voltage, Row/Column/OH	"0" Level "1" Level	V_{IL} V_{IH}	— 0.8 V_{DD}	— —	0.2 V_{DD} —	V
Row/Column Input Impedance	To V_{DD} To V_{SS}	Z_{in}	— —	100 2	— —	kΩ
OH Pull-Up Resistance		R	—	50	—	kΩ
Input Capacitance (All Inputs)		C_{in}	—	10	—	pF
MS Pin Input Impedance		Z_{in}	50	300	—	kΩ
Output Sink Current	(V_{DD} = 2.5 V) TSO Pin $\overline{MO}$ Pin $\overline{OPL}$ Pin (V_{DD} = 4.0 V) $\overline{MO}$ Pin $\overline{OPL}$ Pin	I_{OL}	0.5 1.0 1.0 3.0 4.5	0.7 2.0 2.0 — —	— — — — —	mA
TSO Output Source Current (V_{out} = 2.0 V)		I_{OH}	0.5	0.7	—	mA
Output Leakage Current	$\overline{MO}$, $\overline{OPL}$ Pins	I_{lkg}	—	—	1.0	µA
DTMF Output Level Referenced to V_{DD}/2 (V_{DD} = 2.5 to 4.0 V, RL = 600 Ω to V_{DD})	Row Tone Column Tone	V_{out}	260 330	310 390	370 460	mV RMS
DTMF Output Tone Leakage (V_{DD} = 3.5, RL = 600 Ω, 300 to 4000 Hz)			—	—	−80	dBm
DTMF Output Tone Distortion (V_{DD} = 3.5, RL = 600 Ω, 300 to 4000 Hz)			—	—	5	%
Pre-Emphasis			1	2	2.5	dB
DTMF Output Leakage Current While Not Dialing Tones (V_{DD} = 2.5 V)			—	—	1.0	µA
DTMF Output Sink Current While Dialing Tones			20	—	—	µA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2

KEYBOARD INPUTS—(PINS 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16)

The keyboard inputs allow either a single contact (Class A) keyboard, or a standard 2-of-8 or 2-of-7 keyboard with V_{SS} tied to common. A valid key entry occurs when either a single row is tied to a single column, or a single row and column are simultaneously connected to V_{SS}. Connecting pin 2, $\overline{COL\ 4}$, to V_{DD} sets the part to 3 x 4 keyboard mode. Keyboard mode selection is performed during application of power.

Typical keyboard configurations are shown in Figure 1.

OSC_{in}, OSC_{out} (PIN 8, PIN 9)

A 3.579545 MHz crystal is required as the frequency reference for the on-chip oscillator. Crystal biasing is accomplished by an internal resistor and capacitors.

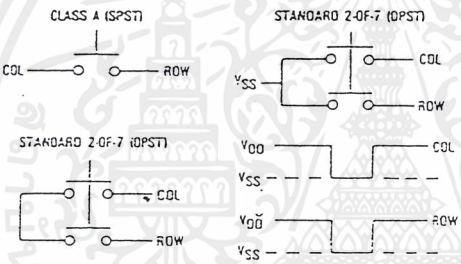


Figure 1. Keyboard Configurations

GENERAL DEVICE DESCRIPTION

The MC145412/MC145512 and the MC145413 provide users with switchable pulse and DTMF dialing functions. The MC145412/MC145512 change dialing modes via the MS pin. The MC145413 allows users to switch dialing modes via the keyboard in addition to the MS pin. All devices have 10 memories, LNR (last number redial) inclusive, each 18 digits long.

On application of power, there is a 64 ms initialization period during which the oscillator is enabled and the keyboard inputs are disabled. During initialization $\overline{COL\ 4}$ is scanned to set the keyboard mode. If the $\overline{COL\ 4}$ input is high (V_{DD}) the dialer is set to the 3 x 4 keypad mode, otherwise the 4 x 4 keypad mode is selected. Changing modes is not possible after this initialization period.

During normal dialing, the oscillator starts when a key is depressed. The key input is debounced for 32 ms. During this debounce period the RAM and dialing circuits are disabled, the mode select pin is scanned to determine the dialing mode (either 10 pps, 20 pps, or DTMF). After debounce, the keypad entry is checked and the input is latched into LNR memory followed by a stop code. This process continues until 18 digits have been entered. If a 19th digit is entered, it will over-write the first digit and will be followed by a stop code. When dialing, the device fetches data from memory until a stop code is encountered or 18 digits have been dialed.

During manual DTMF dialing, a minimum tone duration of 60 ms DTMF is output and will continuously output in 32 ms increments as long as the key is depressed. The DTMF OUT pin is designed to drive an external PNP transistor which can be used to modulate tip and ring voltage at the DTMF frequencies.

If the first key is for redial or recall, the device will respond accordingly, either redialing the last number entered, or recalling and dialing the number selected by a subsequent key depression. Responses to dialing sequences for 4 x 4 keyboards are shown in Figure 2, and 3 x 4 keyboard responses are shown in Figure 3.

The MC145412 series can be configured with an external battery to provide memory retention power and allow on-hook programming of the repertory memory. If the part is in the on-hook mode and a key is depressed, the oscillator will start and the key entry will be stored in the last number redial memory. Dialing outputs will not be activated while the device is in the on-hook condition. Dialing inputs will be stored in last number redial memory, as during off-hook operation. After the number has been entered in the on-hook mode, it can be stored in repertory memory. For the 4 x 4 keyboard, pressing the STORE key (* for 3 x 4 keyboard), followed by a digit (1 through 9) will store the number in the repertory memory location specified by the digit.

The RECALL key for the 4 x 4 keypad is used to recall and dial numbers stored in the repertory memory. The digit immediately following the RECALL key designates the memory location of the number to be auto-dialed. For the 4 x 4 keyboard, a last number redial can be accomplished if the RED/P key ($\overline{COL\ 4}$, $\overline{ROW\ 1}$) is the first key depressed after an on-hook to off-hook transition. Otherwise the RED/P key will effect a 4 second pause. If the pulse mode is selected, redial can be accomplished if the first key depressed on a transition to off-hook is #. For the 3 x 4 keyboard, redial occurs if the first key depressed is *,0.

The PAUSE key ($\overline{COL\ 4}$, $\overline{ROW\ 2}$) for the MC145412/MC145512 will cause a 4 second pause. The PAUSE/S key ($\overline{COL\ 4}$, $\overline{ROW\ 2}$) is a feature offered on the MC145413. Depressing this key will cause a 4 second delay, and will switch dialing modes. PAUSE (and PAUSE/S) is stored in memory for pauses (and mode switching) during auto-dialing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS (T_A = 25°C, V_{DD} = 2.5 V, Osc. Freq. = 3.579545 MHz, Unless Otherwise Noted)

Characteristics		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Row/Column Scan Frequency		f	–	250	–	Hz
Key Debounce Time		t_{DB}	16	–	20	ms
DTMF Tone Duration for Keypad Dialing		t_{w1}	50	78	–	ms
DTMF Tone Duration for Memory Dialing		t_{w2}	90	102	110	ms
Inter-Digit Pause Time	DTMF (Memory Dialing)	t_{ID}	90	98	110	ms
	Pulse 10 pps		0.8	1.0	1.2	s
	20 pps		0.4	0.5	0.6	
MS Pin Scan Rate		f_{ms}	–	1	–	kHz
Make/Break Ratio (MS = Open or V_{DD})	MC145412/13	MBR	–	40/60	–	%
	MC145512		–	32/68	–	
Outpulsing Rate	MS = Open	f_{OPL}	–	10	–	pps
	MS = V_{DD}		–	20	–	
MUTE Output ($\overline{MO}$) Overlap Time		t_{MO}	–	2	–	ms
TSO Output Frequency		f_{TSO}	–	500	–	Hz
TSO Output Duration		t_{TSO}	35	–	40	ms
DTMF Cycle Time	(Memory Dialing)		–	5	–	tones/s
	(Keypad Dialing)		–	10	–	
DTMF Frequency Deviation			–	–	±1.0	%
Predigit Mute	MC145412/13 Pulse 10 pps	t_d	–	40	–	ms
	20 pps		–	20	–	
	MC145512 Pulse 10 pps		–	32	–	
	20 pps		–	16	–	
	DTMF		–	1	–	

PIN DESCRIPTIONS

V_{DD}, V_{SS} — POWER SUPPLY (PIN 1, PIN 6)

DC power is supplied to the part on these two pins, with V_{DD} being the most positive. Permissible ranges are from 1.7 to 5.5 V.

MS — MODE SELECT (PIN 10)

The MS pin is a three state input for switching between DTMF, 10 pps, and 20 pps dialing modes. Mode selection is done during the first key entry debounce period after the dialer has completed a dialing sequence or has just come off hook. When this pin is not scanned it is high impedance.

This pin is a combination input and weak output. The input circuitry has the capability to determine each of these three states. When the pin is open the weak driver will be able to clock the pin at 1 kHz. The relationship between pin input voltage and operating mode is shown in Table 1 below.

Table 1. Mode Select Options

MS	Dialing Mode
V_{DD}	20 pps Pulse Dialing
Open	10 pps Pulse Dialing
V_{SS}	DTMF Dialing

OH-ON-HOOK (PIN 12)

Connecting the OH pin to V_{DD}, or allowing it to float sets the device in the on-hook mode. Connecting this pin to V_{SS} selects the off-hook mode. When in the on-hook mode, repertory memory can be programmed without a dialing output.

TSO — TONE SIGNAL OUTPUT (PIN 7)

TSO emits 500 Hz tone signals after valid key inputs are accepted providing audio feedback for key depressions, except when DTMF tones are generated. This pin also outputs a tone during on-hook programming.

DTMF OUT — DUAL TONE MULTIFREQUENCY OUTPUT (PIN 18)

When the MS pin is set to V_{SS} the DTMF OUT pin outputs tones corresponding to the row and column of the key depressed. Simultaneously depressing two or more keys in a single row (or column) will generate the corresponding row (or column) tone on 4 x 4 keypad mode only.

In pulse dialing mode (MS = V_{DD} or float) and during on-hook programming this pin is high impedance. While outputting tones, this pin has a dc bias at ($V_{DD} - V_{SS}$)/2. DTMF OUT is an open drain output requiring an external pull-up to V_{DD}. This pull-up resistor must satisfy the instantaneous current requirements of the internal feedback network in addition to the load applied to the pin.

$\overline{OPL}$ — OUTPULSING (PIN 17)

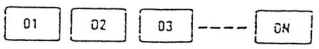
This pin outputs pulses at 10 pps (MS is open) or 20 pps (MS = V_{DD}). The MC145412/13 have a make/break ratio of 40/60, while the MC145512 has a make/break ratio of 32/68. In the DTMF dialing mode (MS = V_{SS}), this output is high impedance. During on-hook programming this pin will not outpulse. This pin is an open drain N-channel output which pulls low to break the loop current.

$\overline{MO}$ — MUTE OUTPUT (PIN 11)

The Mute Output is an open drain N-channel output that pulls to V_{SS} during $\overline{OPL}$ outpulsing and during off-hook key depressions and memory dialing in DTMF mode.

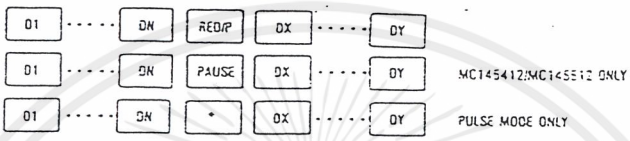
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. MANUAL DIALING—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



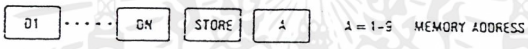
ALL DIGITS ENTERED WILL BE STORED IN THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER. PRESSING * OR # WILL DIAL OUT THE DTMF SIGNAL IN TONE MODE ONLY.

2. MANUAL DIALING WITH AUTO ACCESS PAUSE—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



THE AUTO ACCESS PAUSE WILL NOT OCCUR DURING MANUAL DIALING IN DTMF MODE. IT IS RETRIEVED DURING RECALL OR REDIAL.

3. STORING NUMBERS INTO MEMORY—ON-HOOK/OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



THIS OPERATION TRANSFERS THE DIGITS D1 TO DN FROM THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER TO AN ADDRESS SPACE SPECIFIED BY "A". DIALING OUTPUTS ARE NOT ACTIVATED DURING ON-HOOK PROGRAMMING.

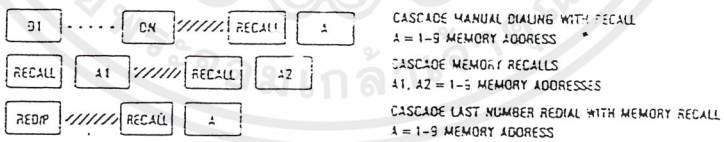
4. MEMORY REDIAL—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

5. LAST NUMBER REDIAL—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

REDIALS THE NUMBER THAT WAS PREVIOUSLY ENTERED INTO THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER.

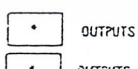
6. PULSE-TO-TONE MODE SWITCH—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

7. CASCADED DIALING—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



////////, WAIT UNTIL PREVIOUS REDIAL OR RECALL SIGNALS HAVE BEEN SENT BEFORE SUBSEQUENT ENTRIES ARE MADE.

8. SIGNALING * AND # TONES—OFF-HOOK (DTMF MODE ONLY)



4 × 4 KEY MATRIX

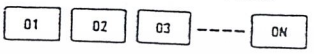
COL 1	COL 2	COL 3	COL 4	
1	2	3	RED/P	ROW 1
4	5	6	PAUSE	ROW 2
7	8	9	STORE	ROW 3
*	0	#	RECALL	ROW 4

MC145413 PAUSE/S KEY FOR PAUSE & SWITCHING DIALING MODES

Figure 2. 4 × 4 Keyboard Dialing Sequences

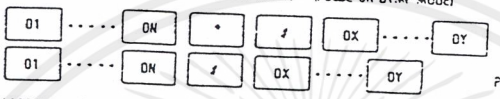
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. MANUAL DIALING—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



ALL KEY ENTRIES, EXCEPT * AND #, WILL BE STORED IN THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER. PRESSING * OR # WILL NOT DIAL OUT THE DTMF SIGNAL IN TONE MODE. FOR SIGNALING, * OR # SHOULD BE PRESSED TWICE.

2. MANUAL DIALING WITH AUTO ACCESS PAUSE—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



PULSE MODE ONLY

THE AUTO ACCESS PAUSE WILL NOT OCCUR ON MANUAL DIALING IN DTMF MODE. IT CAN ONLY BE RETRIEVED DURING RECALL OR REDIAL.

3. STORING NUMBERS INTO MEMORY—ON-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

A = 1–9 MEMORY ADDRESS

THIS OPERATION TRANSFERS THE DIGITS 01 TO ON FROM THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER TO AN ADDRESS SPACE SPECIFIED BY "A".

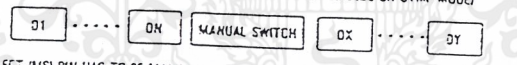
4. MEMORY REDIAL—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

A = 1–9 MEMORY ADDRESS

5. LAST NUMBER REDIAL—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

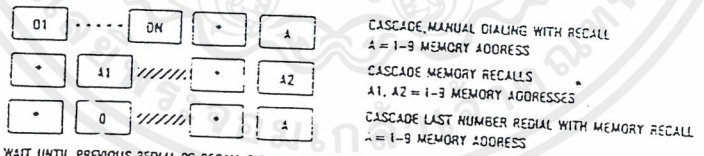
THIS OPERATION REDIALS THE LAST NUMBER ENTERED OFF-HOOK AND RETRIEVES DATA FROM MEMORY ADDRESS 0.

6. PULSE-TO-TONE AND TONE-TO-PULSE SWITCHING—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



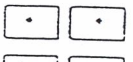
MODE SELECT (MS) PIN HAS TO BE MANUALLY SWITCHED TO DETERMINE THE DIALING MODE. DIALING MODE SELECTION WITH MANUAL SWITCH IS NOT PROGRAMMED INTO THE LAST NUMBER REDIAL MEMORY.

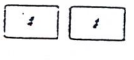
7. CASCADED DIALING—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



////////. WAIT UNTIL PREVIOUS REDIAL OR RECALL SIGNALS HAVE BEEN SENT BEFORE SUBSEQUENT ENTRIES ARE MADE.

8. SIGNALING * AND # TONES—OFF-HOOK . (DTMF MODE ONLY)





3 × 4 KEY MATRIX

COL 1	COL 2	COL 3	
1	2	3	ROW 1
4	5	6	ROW 2
7	8	9	ROW 3
*	0	#	ROW 4

Figure 3. 3 × 4 Keyboard Dialing Sequences

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

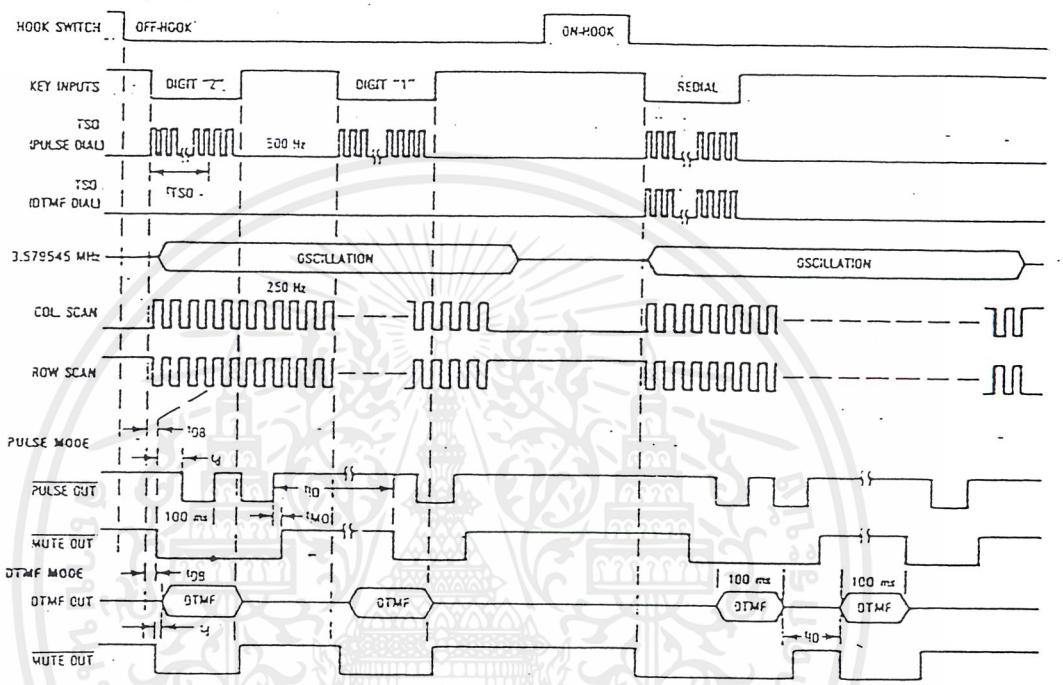


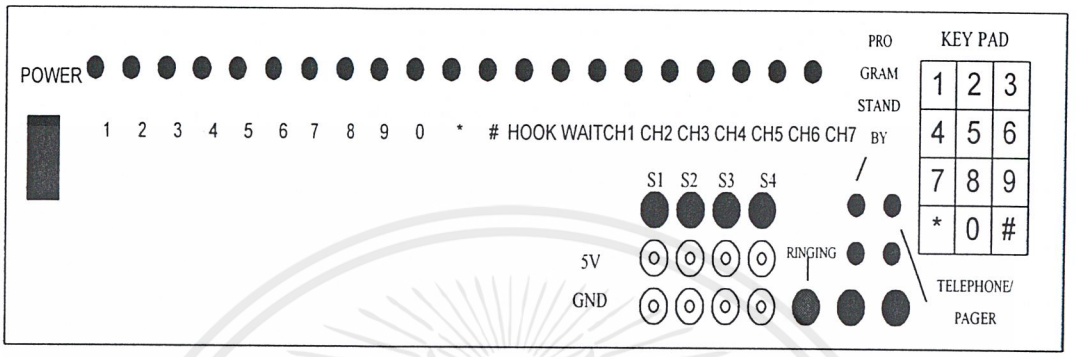
Figure 4. Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งานเครื่องควบคุมระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านทางเพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือ
การใช้งานเครื่องระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพผ่านทางเพจเจอร์



รูปที่ จ.1 หน้าปัทม์เครื่อง

1) ต่ออินพุตทั้ง 4 ช่อง ลงกราวด์ แล้วเปิดเครื่องสังเกตไฟสัญญาณ WAIT สีแดงต้องดับ
2) กดสวิตช์เลือกให้อยู่ในตำแหน่ง PAGER จะแสดงไฟเป็นสีเขียว
3) กดปุ่ม [#] เพื่อให้พร้อมรับค่าจากสวิตช์
4) เมื่อต้องการตั้งเบอร์บริการเพจเจอร์ กระทำดังนี้
   4.1) กดปุ่ม [*] + [4]
   4.2) กดปุ่มใส่เบอร์รหัสบริการศูนย์เพจเจอร์ (0-9)
   4.3) กดปุ่ม [#]

สรุป การตั้งเบอร์บริการ

[*] + [4] + เบอร์บริการ + [#]

5) เมื่อต้องการตั้งเลขหมายเครื่องเพจเจอร์ของผู้ใช้
   5.1) กดปุ่ม [*] + [5]
   5.2) กดปุ่มใส่เลขหมายเครื่อง (0-9)
   5.3) กดปุ่ม [#]

สรุป การตั้งเบอร์หมายเลขเครื่องเพจเจอร์

[*] + [5] + หมายเลขเครื่อง + [#]

6) กดสวิตช์เลือกให้อยู่ในตำแหน่ง TELEPHONE

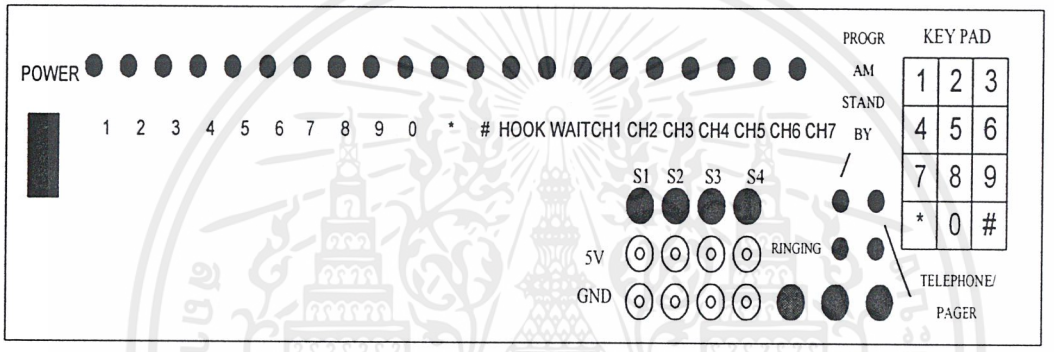
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบหมายเลขเพจเจอร์ที่ได้บันทึกไว้

ดึงสายอินพุตที่ 1 ออก จากนั้นกดสวิตช์ S1 แล้วต่อสายกลับเข้าไปตำแหน่งเดิมสังเกตไฟฮุก (HOOK) จะติด และจะตามด้วยหมายเลขที่ถูกบันทึกไว้ ตรวจความถูกต้องจากการติดดับของ LED ว่าตรงตามหมายเลขที่ได้บันทึกไว้หรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องให้เริ่มบันทึกใหม่อีกครั้ง

<u>หมายเหตุ</u> การทดสอบสามารถทำได้ทั้ง S1, S2, S3 และ S4 โดยทำตามขั้นตอนในลักษณะเดียวกับขั้นต้น

การใช้งานชุดสั่งงานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์



รูปที่ จ.2 หน้าปัทม์เครื่อง

เปิดเครื่องที่ปุ่มสวิตช์ POWER ดังรูป จ.2

1. ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมไว้ด้านหลังที่ตำแหน่ง CH1 – CH7
2. ต่อสายโทรศัพท์เข้าที่ช่อง TELEPHONE LINE ด้านหลัง
3. กดสวิตช์ TELEPHONE/PAGER ให้อยู่ในโหมดของ TELEPHONE โดยสังเกตว่า LED สีแดงจะต้องติดสว่าง
4. กดสวิตช์ PROGRAM/STAND BY ให้อยู่ในโหมดของ PROGRAM โดยจะสังเกตว่า LED สีเขียวจะต้องติดสว่าง
5. กดปุ่ม RINGING เพื่อให้เครื่องพร้อมรอรับคำสั่งต่างๆ ซึ่งจะมีเสียงสัญญาณตอบรับสั้นๆ 2 ครั้ง
6. กดรหัสผ่านที่ถูกกำหนดไว้ในเครื่องเป็น 1 2 3 4 5 6 ที่ KEY PAD ภายใน 10 วินาที และจะมีเสียงสัญญาณตอบรับสั้นๆ 2 ครั้ง
7. การกำหนดค่าต่างๆ ของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดตั้งรหัสผ่านใหม่สามารถทำได้โดยกดปุ่มที่(KEY PAD)ตามนี้ กดปุ่มเครื่องหมาย [*] ตามด้วยเลข [1] จะได้ยินเสียงสัญญาณสั้นๆ 2 ครั้ง แสดงว่าเข้าสู่โหมดการตั้งค่ารหัสผ่าน และกดเครื่องหมาย [#] เพื่อล้างรหัสผ่านเดิมออกไปก่อน หลังจากนั้นเข้าสู่โหมดการตั้งค่ารหัสผ่านอีกครั้ง โดยกดปุ่มเครื่องหมาย [*] ตามด้วย [1] และสามารถใช้รหัสผ่านได้สูงสุด 8 หลัก โดยใช้เลข 0-9 แต่ไม่จำเป็นต้องตั้งถึง 8 หลัก โดยให้กดเครื่องหมาย [#] ตามหลังรหัสที่ต้องการ

สรุปการใช้งาน

1. กดปุ่ม [*] + [1] + [#] เพื่อลบรหัสเดิม
2. กดปุ่ม [*] + [1] + รหัสใหม่ เพื่อตั้งรหัสผ่านใหม่

การกำหนดจำนวนของสัญญาณกระดิ่ง (RINGING) ในขณะที่มีการโทรศัพท์เข้ามาสามารถทำได้โดยกดเครื่องหมาย [*] ตามด้วยเลข [2] ซึ่งจะมีสัญญาณตอบรับสั้นๆ 2 ครั้ง แสดงว่าเข้าสู่โหมดการกำหนดจำนวนของสัญญาณกระดิ่ง แล้วตามด้วยหมายเลขสองหลักด้วยตัวเลข 0 – 9 ซึ่งใน 1 เดือนสามารถตั้งได้สูงสุด 29 ครั้ง

สรุปการใช้งาน

กดปุ่ม [*] + [2] + (0 – 2), (0 – 9)

1. หลังจากทำการตั้งค่าต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดสวิตช์ PROGRAM/STAND BY ไว้ที่โหมด STAND BY โดยจะสังเกตได้ว่า LED สีแดงจะติดสว่าง เพื่อรอรับสัญญาณจากโทรศัพท์ภายนอก

การสั่งงานชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากโทรศัพท์ภายนอก

1. กดหมายเลขโทรศัพท์ไปยังหมายเลขที่มีเครื่องระบบเตือนภัยโดยรายงานสถานภาพทางเพจเจอร์ (Emergency System Via Radio Pager) ติดตั้งอยู่
2. รอจนกว่าเสียงสัญญาณกระดิ่งจะดังจนครบตามที่ผู้ใช้ได้กำหนดเอาไว้แล้ว และจะมีเสียงสัญญาณตอบรับสั้นๆ 2 ครั้ง
3. กดรหัสผ่านที่ผู้ใช้ได้ตั้งเอาไว้ล่วงหน้า
4. กดหมายเลขช่องที่ต้องการควบคุม (CH1 – CH7) แล้วกดปุ่มเพื่อสั่งงาน ถ้ามีการกดหมายเลข [1] เป็นการสั่งให้ทำงานจะมีสัญญาณเสียงตอบรับสั้นๆ 2 ครั้ง และถ้ากดหมายเลข [0] จะเป็นการสั่งปิดการทำงานจะมีสัญญาณเสียงตอบรับยาว 1 ครั้ง หรือว่าหากต้องการจะตรวจสอบสถานะของช่องสัญญาณนั้นสามารถทำได้โดยการกดหมายเลข [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือถ้าหากผู้ใช้ต้องการที่จะเปิดให้ทำงานทุกช่องสัญญาณก็สามารถทำได้โดยกดหมายเลข [8] และถ้ามีการกดสั่งงานหมายเลข [0] หรือ หมายเลข [1]

5. การกำหนดค่าต่างๆ นั้นสามารถทำได้จากการโทรศัพท์ภายนอกเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เข็มทอง นิ่มศิริ. **วิศวกรรมการวางสายโทรศัพท์ตอนนอก**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปรเมษฐ์ ประนยานันท์ และปิยพงศ์ เผ่าวณิช. **คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

ไมโครแชลแนลต่อคีย์บอร์ดกับ 8052. **เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์**. เล่มที่ 136. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายนพดล วงศ์วัฒนากูล
วันเดือนปีเกิด	29 มีนาคม พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	นครปฐม
ภูมิลำเนาเดิม	118 หมู่9 ต.ทุ่งลูกนก อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
ที่อยู่ปัจจุบัน	112/23 หมู่บ้านสินธร-อ่อนนุช เขตลาดกระบัง จ.กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์	(02) 7391084

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนเทพวิทยา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนกรับใหญ่ว่องกุศลกิจพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	ทุนกู้ยืมของรัฐบาล
คติพจน์	ความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่มิใช่อยู่ที่การไม่เคยล้ม หากแต่สามารถลุกขึ้นได้ทุกครั้งที่ล้มลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายประสงค์ แก้ววิจิตร
วันเดือนปีเกิด	3 ตุลาคม พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	กรุงเทพเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	256 หมู่ 10 เคหะนคร 1 แขวงหนองบอน เขตประเวศ จ.กรุงเทพฯ 10260
ที่อยู่ปัจจุบัน	256 หมู่10 เคหะนคร 1 แขวงหนองบอน เขตประเวศ จ.กรุงเทพฯ 10260
โทรศัพท์	(02) 7472639 , (02) 3935250

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนกุศลิน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	อดีตคือความฝัน ปัจจุบันคือความจริง อนาคต คือสิ่งไม่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายลาด มากสลุง
วันเดือนปีเกิด	16 ตุลาคม พ.ศ.2520
สถานที่เกิด	ลพบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	70/1 หมู่5 ต.โคกสลุง อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี 15140
ที่อยู่ปัจจุบัน	70/1 หมู่5 ต.โคกสลุง อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี 15140
โทรศัพท์	-

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดโคกสลุง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนโคกสลุงวิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต ภาคตะวันออกเฉียงเหนือนครราชสีมา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ท้อแต่อย่าถอย พักหน่อยค่อยลองใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสงกรานต์ ไวยรัตนา
วันเดือนปีเกิด	13 เมษายน พ.ศ.2521
สถานที่เกิด	นนทบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	237/89/1 หมู่2 ซ.ทรายทอง ถ.ติวานนท์ ต.ท่าทราย อ.เมืองฯ จ.นนทบุรี 11000
ที่อยู่ปัจจุบัน	237/89/1 หมู่2 ซ.ทรายทอง ถ.ติวานนท์ ต.ท่าทราย อ.เมืองฯ จ.นนทบุรี 11000
โทรศัพท์	(02) 5808862 , (02) 5807767

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนศักดิ์สงครามวิทยา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนนทบุรีพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	จงอย่าภูมิใจในสิ่งที่ได้มา โดยมิได้ใช้ความพยายาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้