ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์

ELECTRIC EQUIPMENT REMOTE CONTROL SYSTEM BY RADIO OR TELEPHONE

ชื่อนักศึกษา

1. นายนิทัศน์	ศรีเทียมศักดิ์	รหัสประจำตัว	37031113
2. นายสมรัฐ	นิ่มเย็น	รหัสประจำตัว	37031131
3. นายสุรินทร์	อ่อนน้อม	รหัสประจำตัว	37031140

หลักสูตร ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
2. อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
3. อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
2. อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	
3. อาจารย์กิติพงค์ มะโน	
4. อาจารย์โกศล ตราชู	
5. อาจารย์อำพล ทองระอา	

วันเดือนปีที่สอบ วันที่ 16 มีนาคม 2539 **เวลา** 10.00 ถึง 11.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.301 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 17 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์

ELECTRIC EQUIPMENT REMOTE CONTROL SYSTEM

BY RADIO OR TELEPHONE

นายนิทัศน์ ศรีเทียมศักดิ์

นายสมรัฐ นิ่มเย็น

นายสุรินทร์ อ่อนน้อม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สจล.
ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

A021302

เลขหมู่ 1533 ว2
เลขทะเบียน
วัน เดือน ปี 29 ตค 2539

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์
ELECTRIC EQUIPMENT REMOTE CONTROL SYSTEM BY RADIO OR TELEPHONE

ผู้จัดทำ

1. นายนิทัศน์ ศรีเทียมศักดิ์
2. นายสมรัฐ นิ่มเย็น
3. นายสุรินทร์ อ่อนน้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม .....
(อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

ลงนาม .....
(อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

ลงนาม .....
(อาจารย์สุชิน อาจหาญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม .....
(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์
ELECTRIC EQUIPMENT REMOTE CONTROL SYSTEM BY RADIO OR TELEPHONE

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเข้ารหัส-ถอดรหัส DTMF และการใช้งาน
2. เพื่อออกแบบชุดเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือหรือโทรศัพท์
3. เพื่อออกแบบระบบสำรองข้อมูล
4. เพื่อสร้างชุดเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือหรือโทรศัพท์
5. เพื่อนำระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือหรือโทรศัพท์มาใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจหลักการเข้ารหัส-ถอดรหัส DTMF
2. สามารถออกแบบชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้วิทยุรับ-ส่งแบบมือถือหรือโทรศัพท์ได้
3. รู้วิธีการออกแบบระบบสำรองข้อมูลได้
4. สามารถสร้างชุดเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือหรือโทรศัพท์ได้
5. สามารถนำระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือหรือโทรศัพท์ไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์

นายนิทัศน์ ศรีเทียมศักดิ์
นายสมรัฐ นิ่มเย็น
นายสุรินทร์ อ่อนน้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
อาจารย์สุชิน อาจหาญ

ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์ ซึ่งนำสัญญาณความถี่ DTMF ที่ได้จากการกดปุ่ม DTMF จากเครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์มาใช้เป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของระบบ โดยนำไมโครโปรเซสเซอร์(Z-80) มาประยุกต์ใช้งาน โดยใช้ภาษาแอสแซมบลีเป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น ผู้ใช้งานเกิดความสะดวกสบายในการใช้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านี้ โดยสามารถนำระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านี้ไปใช้ภายในบ้านหรืออาคารต่างๆ ซึ่งสามารถสั่งงานได้ทั้งในระยะใกล้หรือไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRIC EQUIPMENT REMOTE CONTROL SYSTEM BY RADIO OR TELEPHONE

MR.NITHAT SRITHIAMSAK
MR.SOMRAT NIMYEN
MR.SURIN AONNOM

ADVISORS
MR.PEERAWUT SUWANJAN
MR.WISUIT ATIPORNTUM
MR.SUCHIN ADHAN

1995

ABSTRACT

This thesis presents the Electric Equipment Remote Control System by Radio or Telephone. The control system is taken the DTMF signal from pressing the DTMF button of radio or telephone for control operation. Using the Assembly Language of Z-80 microprocessor for controlling the stages of operation, that serve high efficiency and easily to user in comfortable and convenient to use the control system inside the home or building, and can use in both a short and long distance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 3 ท่าน และขอขอบคุณ อาจารย์วรวิทย์ สมหา ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการเขียนโปรแกรมแอสแซมบลี Z-80 รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมาก นอกจากนี้กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	VIIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถ	3
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	5
2.1 บทนำ	5
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยุคมนาคม	5
2.2.1 ประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคม	5
2.2.2 ส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องวิทยุคมนาคม	7
2.2.3 คุณสมบัติของเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ	9
2.2.4 การเลือกใช้เครื่องวิทยุคมนาคม	10
2.2.5 การแบ่งประเภทการใช้งานเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ	11
2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	12
2.4 ขั้นตอนการทำงานโทรศัพท์	12
2.4.1 กรณีผู้เรียก	12
2.4.2 กรณีผู้ถูกเรียก	13
2.5 ความถี่มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
2.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณ DTMF	14
2.6.1 การเข้ารหัส DTMF	15
2.6.2 การถอดรหัส DTMF	16
2.7 Real Time Clock (RTC)	18
2.7.1 การจัดขาและหน้าที่ของขาต่างๆ	18
2.7.2 รีจีสเตอร์ต่างๆ ที่ใช้งาน	20
2.8 โครงสร้างชุดควบคุม Z-80V2	24
2.8.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของบอร์ด Z80-V2	24
2.8.2 การต่อพัฒนาเพื่อเขียนโปรแกรมโดยบอร์ด Z80-V2	25
2.9 หลักการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์	26
2.9.1 ส่วนรับสัญญาณความถี่คู่	27
2.9.2 ส่วนประมวลผล	27
2.9.3 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า	27
บทที่ 3 การออกแบบการสร้างและการทำงาน	28
3.1 หลักการทำงาน	28
3.2 ส่วนรับสัญญาณอินพุต	29
3.2.1 ส่วนรับสัญญาณความถี่คู่	29
3.2.2 วงจรนับสัญญาณเรียกและวงจรยกหูอัตโนมัติ	31
3.2.3 วงจรตอบรับทางโทรศัพท์	33
3.2.4 วงจรวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	34
3.2.5 ส่วนถอดรหัสความถี่คู่	36
3.2.6 ส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์	37
3.2.7 ส่วนแสดงสัญญาณตอบสนอง	37
3.3 ส่วนประมวลผล	38
3.3.1 โปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่าน	38
3.3.2 โปรแกรมควบคุมการแสดงสถานะ	39
3.3.3 โปรแกรมตรวจสอบปุ่มกด	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
3.4 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า	40
3.4.1 ส่วนแสดงผล	40
3.4.2 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	41
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ	42
4.1.1 การทดลองใส่ค่ารหัสผ่าน	42
4.1.2 การทดลองเปลี่ยนรหัสผ่าน	44
4.1.3 การทดลองเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ	44
4.1.4 การทดลองตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ	46
4.1.5 การทดลองตรวจสอบสภาวะอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ	46
4.1.6 การทดลองเก็บค่าสภาวะอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ	47
4.2 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยโทรศัพท์	48
4.2.1 การทดลองใช้โทรศัพท์ติดต่อกับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	48
4.2.2 การทดลองใช้โทรศัพท์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าร่วมกับวิทยุแบบมือถือ	50
4.3 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์	52
4.4 การทดสอบการใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้วิทยุแบบมือถือ	52
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา	55
5.1 บทสรุป	55
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน	55
5.3 แนวทางแก้ไขและพัฒนา	56
ภาคผนวก ก ส่วนประกอบของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	57
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์	61
ภาคผนวก ค ผังและโปรแกรมควบคุมการทำงาน	69
ภาคผนวก ง กฎหมายที่เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องรับ-ส่งวิทยุ	87
ภาคผนวก จ วงจรและลายทองแดง	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน	107
บรรณานุกรม	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเครื่องวิทยุรับ-ส่ง	10
ตารางที่ 2.2 คาบเวลาที่อินพุต T1 และ T0	22
ตารางที่ 2.3 การใช้งานรีจีสเตอร์ของ MSM 6242B	23
ตารางที่ 4.1 การทดสอบใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	52
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจุดที่ 1, 2, 3 และ 4	53
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจุดที่ 5	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปภาพ		หน้า
รูปที่ 2.1	เครื่องวิทยุแบบมือถือปฏิบัติการ	6
รูปที่ 2.2	เครื่องวิทยุคมนาคมแบบเคลื่อนที่	6
รูปที่ 2.3	เครื่องวิทยุคมนาคมแบบติดตั้งประจำที่	7
รูปที่ 2.4	แบตเตอรี่แพ็คที่ใช้กับวิทยุแบบมือถือปฏิบัติการ	8
รูปที่ 2.5	เครื่องประจุไฟแบตเตอรี่	8
รูปที่ 2.6	สายอากาศที่ใช้กับวิทยุคมนาคม	9
รูปที่ 2.7	ไฟฟ้ากระแสตรงที่เลี้ยงคู่สาย	13
รูปที่ 2.8	สัญญาณเรียก ซึ่งเป็นสัญญาณซายน์มีความถี่ 20-25 Hz	13
รูปที่ 2.9	ปุ่ม DTMF ที่ใช้สร้างความถี่	15
รูปที่ 2.10	วงจรเข้ารหัสภายในตัวไอซี MC145421	15
รูปที่ 2.11	รายละเอียดของไอซี MT8870	16
รูปที่ 2.12	วงจรภายในของไอซี MT8870	17
รูปที่ 2.13	การจัดวางขาของ MSM 6242B	19
รูปที่ 2.14	การต่อบอร์ด Z80 - V2 กับ อีพรอมอีมูเลเตอร์	25
รูปที่ 2.15	การต่อบอร์ด Z80 - V2 กับ เครื่องซิงเกิ้ลบอร์ด	26
รูปที่ 2.16	ผังการทำงานเบื้องต้น	26
รูปที่ 3.1	ผังการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์	28
รูปที่ 3.2	ส่วนรับสัญญาณ DTMF	30
รูปที่ 3.3	วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกและวงจรยกหูอัตโนมัติ	31
รูปที่ 3.4	วงจรตอบรับทางโทรศัพท์	33
รูปที่ 3.5	วงจรวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	35
รูปที่ 3.6	วงจร DTMF DECODER	36
รูปที่ 3.7	วงจรการสั่งงานที่หน้าปัทม์	37
รูปที่ 3.8	วงจรส่งสัญญาณตอบสนอง	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพ **หน้า**

รูปที่ 3.9 วงจรส่วนแสดงผลและส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 40

รูปที่ 4.1 ตำแหน่งของสวิตซ์ S2 บนแผ่นวงจรพิมพ์ 42

รูปที่ 4.2 การเชื่อมต่อวิทยุแบบมือถือเข้ากับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 43

รูปที่ 4.3 ส่วนแสดงผลการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ 45

รูปที่ 4.4 การเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์เข้ากับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 48

รูปที่ 4.5 ตำแหน่งของดิพสวิตซ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ 49

รูปที่ 4.6 การตั้งดิพสวิตซ์ที่ตำแหน่งต่างๆ 49

รูปที่ 4.7 การใช้โทรศัพท์และวิทยุแบบมือถือต่อกับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันเครื่องมือทางด้านการสื่อสารได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีการใช้อย่างแพร่หลายในวงการธุรกิจจนถึงการใช้ในบ้าน โทรศัพท์ และเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้มากเนื่องจากมีความสะดวกในการติดต่อระหว่างผู้รับและผู้ส่ง

การติดต่อทางโทรศัพท์ได้กำเนิดขึ้นจากผลการทดลองของอเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบล เมื่อ 10 มีนาคม พ.ศ. 2419 ปีต่อมา โทมัส เอ. อิดิสัน ค้นพบตัวส่งแบบคาร์บอน และในปี พ.ศ. 2421 ได้คิดสร้างระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ขึ้นโดยใช้คีย์โยก ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาระบบชุมสายโทรศัพท์และเครื่องโทรศัพท์ได้มีการพัฒนาไปพร้อมๆ กันจนกระทั่งถึงปัจจุบัน ระบบชุมสายโทรศัพท์ได้มีการพัฒนาเป็นชุมสายที่มีการโอนคู่สายอัตโนมัติและเป็นระบบชุมสายดิจิตอลที่ถูกใช้ในปัจจุบัน ซึ่งเรียกระบบชุมสายนี้ว่า SPC (Stored Program Control) ส่วนการผลิตเครื่องโทรศัพท์ได้นำเอาอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมาใช้จึงทำให้ตัวเครื่องโทรศัพท์มีขนาดเล็กลงและเปลี่ยนการกำเนิดสัญญาณพัลซ์ที่ได้จากการหมุนหมายเลขมาเป็นสัญญาณโทน หรือสัญญาณความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency หรือ DTMF) ที่ได้จากการกดปุ่มหมายเลข

ส่วนเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือนั้น ตั้งแต่เริ่มมีการคิดค้นจนถึงปัจจุบัน ระบบเครื่องวิทยุรับ-ส่งได้พัฒนาให้เกิดความสะดวกในการใช้งานมากขึ้นและมีความสามารถหลายอย่างที่เพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ระบบประหยัดพลังงาน ที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้ประหยัดพลังงานหรือไม่, การตั้งความถี่อย่างอิสระ, สามารถกดหมายเลขตามความต้องการและค้นหาสถานีที่กำลังใช้ความถี่นั้นได้ หรือแม้แต่การติดตั้งเวลาให้เครื่องปิดตัวเองก็ยังสามารถทำได้ เป็นต้น

ปัจจุบันเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ ได้มีการพัฒนานำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน และประหยัดการใช้ความถี่ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การใช้วิทยุสื่อสารในการส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันการส่งข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ทำได้โดยส่งผ่านโมเด็มไปตามสายโทรศัพท์ ซึ่งค่าใช้จ่าย และจำนวนคู่สายโทรศัพท์ยังไม่ทั่วถึง จึงมีการทำโมเด็มที่สามารถส่งข้อมูลทางเครื่องวิทยุรับ-ส่งแทนสายโทรศัพท์ จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการส่งข้อมูลต่ำลงมาก

2. การใช้วิทยุสื่อสารร่วมกับโทรศัพท์

ถ้าเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือมีระบบ DTMF และมีที่ต่อสายกับโทรศัพท์ เครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือก็จะสามารถติดต่อกับบุคคลที่มีโทรศัพท์ได้ เพียงแต่ต้องมีการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม

3. การใช้วิทยุสื่อสารกับระบบทวนสัญญาณ

เครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือจะใช้ติดต่อกันเองได้ในระยะทางไม่ไกลมากนัก เช่น 1.5-5 กิโลเมตร เป็นต้น แต่ถ้าผ่านอุปกรณ์ทวนสัญญาณก่อนจะทำให้ส่งได้ระยะทางเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม

4. การใช้เครื่องวิทยุรับ-ส่งในระบบเพจจิ้ง

เป็นการใช้ระบบการเข้ารหัสในการติดต่อทางเครื่องวิทยุรับ-ส่ง ซึ่งจะสามารถติดต่อเฉพาะเครื่องหรือทั้งกลุ่มได้ ถ้าเครื่องที่ไม่มีรหัสตรงกับที่ส่งก็จะไม่ได้ยินเสียงเรียก

จากที่กล่าวมาเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าการสื่อสารทั้งด้านโทรศัพท์และเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือจะเน้นไปทางการส่งข้อมูล, ข้อความหรือการพูดคุยกันตลอดเวลา แต่ในการสื่อสารสามารถที่จะแทรกรหัสคำสั่ง เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์ได้มากกว่าการส่งสัญญาณเสียงพูด ซึ่งจะเห็นได้ว่า สามารถนำเอารหัสคำสั่งไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้านหรือสถานที่ทำงาน โดยใช้โทรศัพท์ หรือวิทยุรับ-ส่ง ที่สามารถใช้สัญญาณ DTMF ได้ โดยจะไม่เสียเวลาในการสั่งงานเมื่อไม่ได้อยู่ภายในอาคาร ดังนั้นการใช้เครื่องโทรศัพท์และวิทยุรับ-ส่งเป็นสื่อกลางในการควบคุมนี้มีข้อได้เปรียบกว่าการใช้สื่อกลางอื่นๆ หลายประการด้วยกันก็คือ

- เครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือ สามารถส่งข่าวสารได้โดยไม่สิ้นเปลืองค่าใช่จ่าย
- เครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือ สามารถส่งข่าวสารได้ในกรณีที่เลขหมายโทรศัพท์ถูกใช้งาน
- โครงข่ายโทรศัพท์ใช้กันอย่างกว้างขวางหาใช้งานได้ง่าย
- การใช้งานโทรศัพท์ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะทางในการสื่อสาร
- การควบคุมผ่านทางโทรศัพท์หรือวิทยุรับ-ส่ง สามารถกระทำได้ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นทางกลุ่มจึงได้ทำการสร้างระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ หรือโทรศัพท์ขึ้นมา

1.2 ขีดความสามารถ

ในระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือหรือโทรศัพท์ ได้ออกแบบและใช้ส่วนของฮาร์ดแวร์ร่วมกับส่วนของซอฟต์แวร์ โดยนำไมโครโปรเซสเซอร์มาประยุกต์ใช้งานร่วมในโครงงาน ทำให้ตัวเครื่องมีความสามารถเพิ่มขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์และอำนวยความสะดวกในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งคุณสมบัติของเครื่องมีดังต่อไปนี้

- สั่งงานโดยการกดปุ่ม DTMF ของเครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือและโทรศัพท์
- มีช่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้สูงสุด 16 ช่อง
- สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่อได้สูงสุด 15 แอมป์
- ตั้งรหัสผ่านด้วยตัวเลข 5 หลักและสามารถแก้ไขได้เมื่อต้องการเปลี่ยน
- ตั้งเวลาในการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเวลาสูงสุด 120 นาที
- ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ผ่านทางเครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์
- มีส่วนเก็บข้อมูลการทำงานไว้เมื่อตัวเครื่องเกิดการขัดข้องทางแรงดันไฟฟ้า

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ในปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดทั้งทฤษฎี, หลักการทำงาน, การออกแบบการสร้างวงจรที่ใช้งาน และการจัดทำคู่มือการใช้งาน ซึ่งเนื้อหาโดยสังเขปของแต่ละบทมีดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์, ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาโดยสังเขปของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการของวิทยุรับ-ส่ง, โทรศัพท์ และส่วนประกอบของเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การออกแบบ, การสร้างและการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า กล่าวถึงการทำงานของส่วนรับสัญญาณอินพุต, ส่วนประมวลผล, ส่วนแสดงผลและส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ, การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยโทรศัพท์ และการทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์

บทที่ 5 บทสรุป, ปัญหาที่เกิดขึ้น, แนวทางการแก้ไขและพัฒนาเพื่อให้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ามีความสะดวกและใช้งานได้ง่ายขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์

เนื้อหาของทฤษฎีจะกล่าวถึงความสำคัญและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยุรับ-ส่ง, โทรศัพท์, การเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ รวมถึงการอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน ในส่วนหลักการทำงานเป็นการกล่าวถึงการทำงานเบื้องต้นในแต่ละส่วนของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยุคมนาคม

อุปกรณ์วิทยุคมนาคมเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการติดต่อสื่อสารให้ได้ประสิทธิภาพสูง และตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ผู้ใช้ควรจะทราบว่าอุปกรณ์ที่ใช้อยู่นั้นมีคุณสมบัติ, ข้อดี, ข้อเสีย อย่างไร เป็นต้น

2.2.1 ประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคม

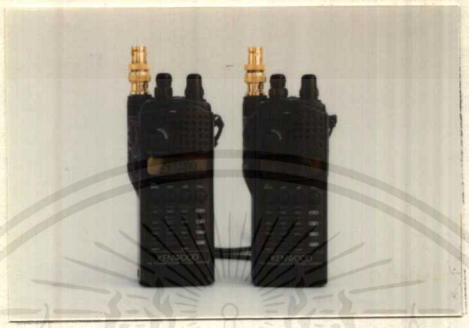
- แบบมือถือปฏิบัติการ (Hand-held)

เป็นเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือปฏิบัติการ(Hand-held Radio หรือ Handier Talkie Radio) เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากมีความคล่องตัว และสะดวกในการใช้งานติดต่อสื่อสาร รวมทั้งราคาถูกกว่าแบบอื่นๆ ด้วย แต่มีกำลังส่งออกไม่เกิน 5 วัตต์

โดยทั่วไปมีไมโครโฟนและลำโพงรวมอยู่ด้วยกันที่หน้าเครื่อง ด้านล่างเป็นแบตเตอรี่แพ็ค (Battery pack) สำหรับใช้เป็นเครื่องจ่ายไฟให้กับเครื่อง ซึ่งหลังจากเลิกใช้แล้วจะมีที่เสียบเครื่องวิทยุพร้อมแบตเตอรี่แพ็คเข้ากับแท่นชาร์จ หรือเครื่องประจุไฟแบตเตอรี่ เพื่อประจุไฟให้เต็มที่พร้อมที่จะใช้งานเสมอ (ควรงดเว้นการกดคีย์ส่งออกอากาศขณะที่มีการประจุไฟ) และอุปกรณ์ที่ติดมากับเครื่องที่สำคัญคือ สายอากาศ ซึ่งมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแบบเสายางทำจากลวดขดแบบสปริงแล้วหุ้มยาง (Helical Antenna) หรือที่เรียกว่า Rubber Duck สายอากาศแบบนี้มีความอ่อนตัวได้เหมือนขดลวดสปริงทั้งมีความยาวไม่มากนัก



รูปที่ 2.1 เครื่องวิทยุแบบมือถือปฏิบัติการ

- แบบเคลื่อนที่หรือแบบติดในรถยนต์

รูปที่ 2.2 เครื่องวิทยุคมนาคมแบบเคลื่อนที่

เป็นเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถใช้ติดตั้งในรถยนต์ หรือติดตั้งประจำที่ก็ได้ โดยจะใช้แรงดันไฟตรง 12 โวลต์ และมีกำลังส่งตามระเบียบของกรมไปรษณีย์โทรเลขไม่เกิน 10 วัตต์ แต่ปัจจุบันมักจะใช้นำมาติดตั้งประจำที่ เพราะราคาไม่แพงมากนัก

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบติดตั้งประจำที่

รูปที่ 2.3 เครื่องวิทยุคมนาคมแบบติดตั้งประจำที่

เครื่องรับ-ส่งแบบติดตั้งประจำที่มีสมรรถนะและฟังก์ชั่นต่างๆ เพิ่มมากขึ้นกว่าเครื่องแบบวิทยุมือถือปฏิบัติการและแบบติดตั้งในรถยนต์ ขนาดของเครื่องใหญ่ มีตัวแสดงผลต่างๆ ที่ช่วยในการทำงานคล่องตัวขึ้น สามารถใช้กับไฟสลับ 220 โวลต์ได้ ไม่จำเป็นต้องต่อแบตเตอรี่แพ็คและสามารถใช้ได้หลายระบบทั้ง CW, SSB, AM และ FM การใช้งานจะต่อกับสายอากาศที่มีความสูงพอสมควร ทั้งมีอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น SWR, Power meter เป็นต้น และกำลังส่งของเครื่องค่อนข้างสูง ตั้งแต่ 60 วัตต์ขึ้นไป

2.2.2 ส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องวิทยุคมนาคม

นอกเหนือจากตัวเครื่องที่มีภาครับ-ส่งแล้วยังมีอุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบเพิ่มเติมที่สำคัญๆ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบตเตอรี่แพ็ค

รูปที่ 2.4 แบตเตอรี่แพ็คที่ใช้กับวิทยุแบบมือถือปฏิบัติการ

เป็นกล่องใส่แบตเตอรี่หรือเซลย่อย ซึ่งมีหลายขนาดแรงดัน เช่น 6, 7.2, 12 โวลต์ เป็นต้น ซึ่งแบตเตอรี่แบบนี้เป็นแบบนิเกิล-แคดเมียม ซึ่งสามารถประจุไฟฟ้าได้ใหม่ แบตเตอรี่แพ็คนี้แต่ละยี่ห้อจะมีขนาดไม่เท่ากัน รวมทั้งขั้วต่อของแบตเตอรี่จะต่างกัน ดังนั้นอาจจะใช้ร่วมกันไม่ได้

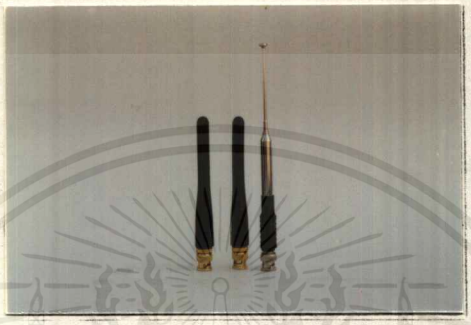
- เครื่องประจุไฟแบตเตอรี่

รูปที่ 2.5 เครื่องประจุไฟแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องประจุไฟแบตเตอรี่หรือแท่นชาร์จ ใช้ทำหน้าที่ประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่แพ็ค เพื่อให้มีกำลังพร้อมใช้งานกับวิทยุแบบมือถือปฏิบัติการตลอดเวลา เมื่อเลิกใช้เครื่องวิทยุควรนำกลับมาใส่แท่นชาร์จนี้เสมอ

- สายอากาศ



รูปที่ 2.6 สายอากาศที่ใช้กับวิทยุคมนาคม

สายอากาศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเครื่องวิทยุรับ-ส่ง การติดต่อสื่อสารจะได้ระยะทางมากน้อยเพียงใด ชนิดของสายอากาศเป็นองค์ประกอบหนึ่งซึ่งมีผลมาก ในการใช้งานสายอากาศแต่ละแบบมีความเหมาะสมกับการใช้งานแตกต่างกันไป สายอากาศมีหลายแบบ เช่น สายอากาศยาง, สายอากาศชัก, หรือแบบติดตั้งกับเสาสูงต้นเดียวหรือแบบทาวเวอร์

2.2.3 คุณสมบัติของเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ

เครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือมีคุณสมบัติหลายอย่างที่ควรทราบก่อนที่จะเลือกใช้งาน เพื่อให้ได้เครื่องวิทยุที่มีคุณสมบัติตรงกับความต้องการและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับผู้ใช้ได้สูงสุด โดยมีคุณสมบัติที่ควรทราบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเครื่องวิทยุรับ-ส่ง

คุณสมบัติ	รายละเอียด
Frequency Rang	ช่วงความถี่ที่ใช้งาน เช่น 144-146 MHz
Operating Voltage Rang	ช่วงแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน เช่น 5.5-16 โวลต์
RF Power Output	กำลังส่งของเครื่อง เช่น Low 0.35 W, Mid 2.5 W, Hi 5W
Sensitivity	ความไวในการรับ ค่าน้อยจะรับได้ดีกว่า เช่น 0.158 ไมโครโวลต์
Audio Power Output	ความดังของเสียง ค่ามากจะดังมาก เช่น 200 มิลลิวัตต์, 400 มิลลิวัตต์
Selectivity	เลือกรับความถี่ที่ต้องการ ค่ามากจะเลือกรับได้ดี เช่น 55 ดีบี, 60 ดีบี

2.2.4 การเลือกใช้เครื่องวิทยุคมนาคม

ในการเลือกใช้เครื่องวิทยุคมนาคม ควรจะคำนึงถึงคุณลักษณะโดยทั่วๆ ไปของเครื่องวิทยุคมนาคมดังนี้คือ

- ย่านความถี่ (Frequency rang of Frequency coverage)

เป็นช่วงความถี่ที่เครื่องวิทยุสามารถใช้งานได้

- จำนวนช่องความจำ (Memory channels)

เครื่องที่มีช่องความจำมากๆ ก็จะสามารถเก็บความจำได้มากกว่าเครื่องที่มีช่องความจำที่น้อยกว่า

- ความสิ้นเปลืองกระแสไฟ (Current drain หรือ current Consumption หรือ Voltage requirement หรือ Operating voltage range)

ส่วนมากก็จะอยู่ในระหว่าง 6-15 โวลต์ เป็นไฟฟ้ากระแสตรงประเภทกราวด์ลบ และบอกแรงดันใช้งานปกติไว้ด้วยว่า ในขณะเฝ้าฟัง, ขณะที่กำลังรับ, ขณะที่ส่งออกอากาศด้วยกำลังสูงหรือกำลังส่งต่ำนั้น จะใช้กระแสไฟฟ้ากี่มิลลิแอมป์ ซึ่งถ้าใช้กระแสไฟฟ้าน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะเป็นการดีที่ว่าแบตเตอรี่จะใช้งานได้นานขึ้น และถ้าใช้กระแสไฟฟ้ามาก บางทีอาจจะหมายถึง กำลังวัตต์ที่ส่งออกอากาศมีมากกว่า

- ความถี่แปลกปลอม (Spurious emission ratio)

เป็นอัตราส่วนที่แสดงให้ทราบว่า เครื่องวิทยุรับ-ส่งมีอัตราส่วนกรองความถี่ฮาร์โมนิคไม่ให้ออกไปรบกวนความถี่วิทยุช่องข้างเคียงมากน้อยแค่ไหน โดยปกติตัวเลขจะอยู่ระหว่าง 60 เดซิเบลขึ้นไป ยิ่งตัวเลขมากเท่าไรยิ่งดีเท่านั้น

- ความถี่เบี่ยงเบนสูงสุด (Maximum deviation)

ตัวเลขจะอยู่ประมาณ 5 kHz ซึ่งโรงงานที่ผลิตเครื่องวิทยุรับ-ส่งจะถูกกำหนดค่าความถี่เบี่ยงเบนสูงสุดโดยองค์การ EIA ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดเอาไว้

- ความไวในการรับ (Sensitivity)

เป็นเกณฑ์บอกความสามารถในการรับว่าดีแค่ไหน ตัวเลขยิ่งน้อยยิ่งดี เช่น ความไวในการรับ 0.16 ไมโครโวลต์ ย่อมจะรับได้ไวกว่า 0.25 ไมโครโวลต์ บางทีจะพบว่ามีวงเล็บ 12 dB SINAD เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งก็คือ การวัดค่าความดันและความเพี้ยนของสัญญาณเสียง

- ความคมในการรับ (Selectivity)

เป็นตัวชี้ให้ทราบว่า ความถี่บนหน้าปัทม์ของเครื่องวิทยุรับ-ส่งตรงกับความถี่ที่เรารับเข้ามาหรือไม่ ตัวเลขมีค่ามากๆ ยิ่งดี เช่นเครื่องแรก 50 dB เครื่องที่สอง 65 dB เครื่องตัวที่สองย่อมดีกว่า

2.2.5 การแบ่งประเภทการใช้งานเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ

เครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือได้มีการกำหนดการใช้งานด้านต่างๆ จึงแบ่งตามประเภทการใช้งานได้ดังนี้คือ

- เครื่องวิทยุรับ-ส่งที่ใช้ย่านความถี่สมัครเล่น

เครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบนี้จะใช้ย่านความถี่ 144-146 MHz ผู้ที่มีสิทธิ์ใช้เครื่องวิทยุรับ-ส่งประเภทนี้คือผู้ที่สอบได้ใบอนุญาตนักวิทยุสมัครเล่นขั้นต้นจากกรมไปรษณีย์โทรเลข เครื่องวิทยุรับ-ส่งประเภทนี้จะถูกกำหนดความถี่ไว้ช่วง 144-146 MHz เท่านั้นและไม่สามารถส่งความถี่ DTMF ออกอากาศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องวิทยุรับ-ส่งที่ใช้ในหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจ

เครื่องวิทยุรับ-ส่งประเภทนี้จะมีลักษณะเหมือนกับเครื่องวิทยุรับ-ส่งที่ใช้กันทั่วๆ ไป เพียงแต่เครื่องวิทยุประเภทนี้จะใช้ความถี่ที่ส่งออกมาเลยช่วงความถี่ของนักวิทยุสมัครเล่นโดยกรมไปรษณีย์โทรเลขจะเป็นผู้กำหนดจัดสรรความถี่ให้ เครื่องวิทยุรับ-ส่งประเภทนี้สามารถใช้ความถี่ DTMF ส่งออกอากาศได้เพื่อใช้ในงานด้านต่างๆ

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1. Handset จะประกอบด้วยปากพูด และหูฟังรวมอยู่ด้วยกัน ปากพูดคือ เครื่องส่ง, หูฟังคือ เครื่องรับ

2. Ringing คือสัญญาณกระดิ่ง เป็นเสียงที่บอกว่ามีคนเรียกเข้ามา

3. Hook Switch ทำหน้าที่ตัดต่อวงจร

4. หน้าปัทม์ มีทั้งแบบหมุนและแบบปุ่มกด

2.4 ขั้นตอนการทำงานโทรศัพท์

ขั้นตอนการทำงานโทรศัพท์แบ่งออกได้เป็น 2 กรณีคือ ผู้เรียก กับผู้ถูกเรียก สรุปพอสังเขปได้ดังนี้

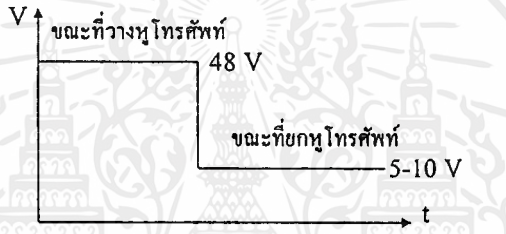
2.4.1 กรณีผู้เรียก (Calling subscriber)

ขณะที่หูโทรศัพท์วางอยู่นั้นจะมีไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลต์ และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้น ไฟฟ้ากระแสตรงที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลต์ จะลดลงมาเหลือ 5-10 โวลต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชุมสายย่อย ขณะเดียวกันก็จะมีสัญญาณส่งมาจากชุมสายซึ่งเสียงที่ได้ยินคือ เสียงแมวกรน (Dial tone) แสดงว่าพร้อมที่หมุนหมายเลขได้ถ้าเลขหมายที่ถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) ในกรณีที่คู่สายที่ถูกเรียกว่าง คือชุมสายต้องต่อเลขหมายที่จะเรียกให้ ดังนั้นผู้เรียกจะได้ยินเสียงเรียกดัง1 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สัญญาณนี้เรียกว่า Ringing tone หรือ Calling tone แสดงว่า เลขหมายที่เรียกไปว่างพร้อมที่จะพูดได้ ให้คอยจนกว่าฝ่ายถูกเรียกจะยกหู

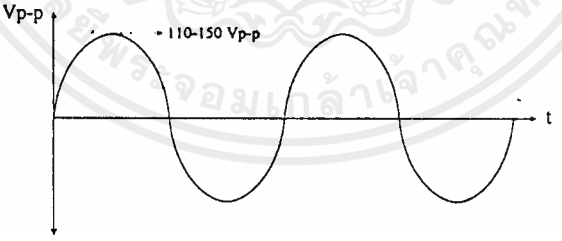
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 กรณีผู้ถูกเรียก (Called subscriber)

ขณะที่คู่สายว่างนั้นจะมีกระแสไฟฟ้าตกคร่อมคู่สาย +48 โวลต์ และเมื่อมีการเรียกมายังเลขหมายของผู้ถูกเรียก ชุมสายจะทำการต่อให้และส่งสัญญาณเรียก (Ringing) เป็นแรงดันไฟสลับประมาณ 110-150 โวลต์ และขณะเดียวกันชุมสายจะส่งสัญญาณตอบกลับ (Ring back tone) ซึ่งดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที สลับกันไป และเมื่อผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ ทำให้วงจรภายในของเครื่องโทรศัพท์ซึ่งมีอิมพีแดนซ์ประมาณ 600 โอห์มต่อเข้ากับชุมสาย และในขณะเดียวกันชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณเรียก และทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ให้



รูปที่ 2.7 ไฟฟ้ากระแสตรงที่เลี้ยงคู่สาย



รูปที่ 2.8 สัญญาณเรียก ซึ่งเป็นสัญญาณซายน์มีความถี่ 20-25 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความถี่มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์

- เสียงแมวกรน ใช้แสดงให้ผู้เรียกได้ทราบว่า ขณะนี้ผู้เรียกสามารถที่จะติดต่อไปยังผู้ถูกเรียกได้ ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่ต่อเนื่องกันมีความถี่ 400 Hz

- สัญญาณไม่ว่าง ใช้แสดงให้ผู้เรียกได้ทราบว่า เครื่องโทรศัพท์หมายเลขที่จะติดต่อด้วยไม่ว่างควรจะวางหูสักระยะก่อนที่จะทำการหมุนหมายเลขใหม่ขนาดของสัญญาณจะเป็นสัญญาณที่มีความถี่ 400 Hz เป็นช่วงๆ คือดัง 0.3 วินาที หยุด 0.3 วินาที

- สัญญาณตอบกลับ ใช้แสดงให้ผู้ใช้ได้ทราบว่า สามารถติดต่อกับผู้เรียกได้แล้วแต่อยู่ในระหว่างรอการยกหูโทรศัพท์ โดยลักษณะของสัญญาณจะดังเป็นช่วงๆ คือดัง 1 วินาทีและหยุด 4 วินาที โดยมีความถี่ 400 Hz

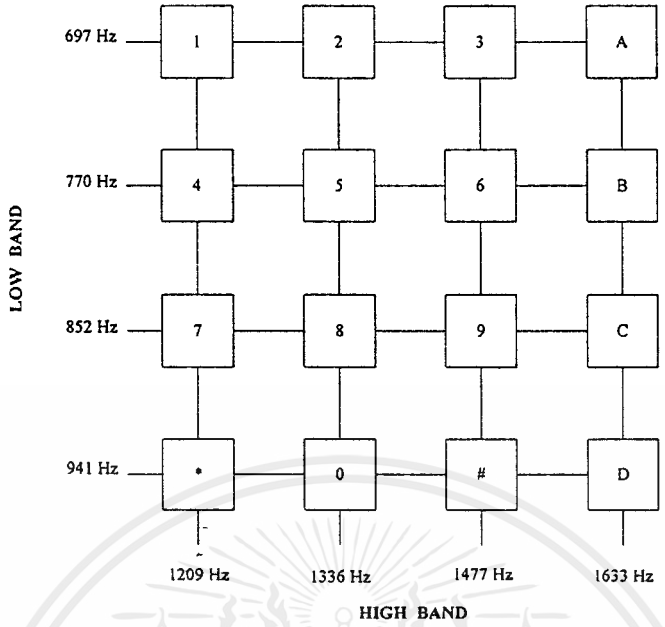
- สัญญาณเรียก ใช้พร้อมกับสัญญาณตอบกลับ เมื่อมีสัญญาณเรียกดัง จะมีสัญญาณตอบกลับดังพร้อมๆ กัน แต่สัญญาณเรียกนี้จะมีแรงดันมาก เพื่อที่จะทำให้กระดิ่งในเครื่องรับโทรศัพท์ดังขึ้น โดยมีความถี่ 20-25 Hz และมีแรงดันอยู่ในช่วง 110-150 โวลต์

2.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณ DTMF

สัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณการเข้ารหัสความถี่คู่ของหมายเลขโทรศัพท์หรือที่เรียกว่าโทรศัพท์แบบปุ่มกด นอกจากโทรศัพท์แบบปุ่มกดแล้ว ปุ่ม DTMF ยังมีใช้ในเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ ซึ่งเราสามารถนำส่วนนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้เช่นเดียวกับโทรศัพท์แบบปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

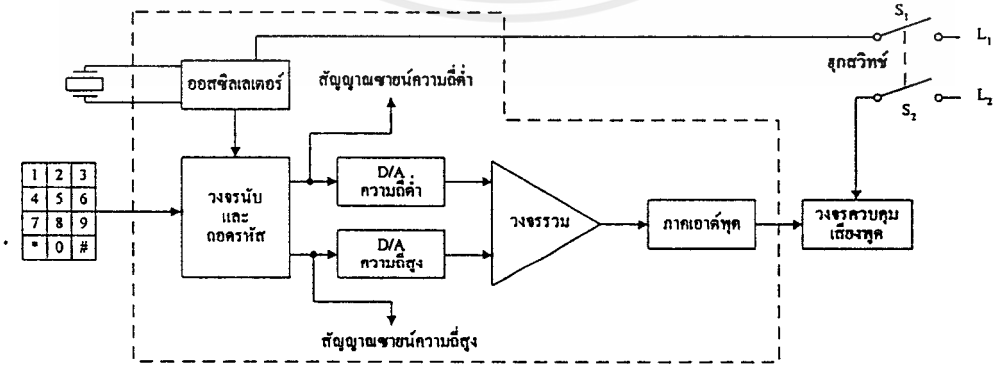
ม596 ร 2538
ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.



รูปที่ 2.9 ปุ่ม DTMF ที่ใช้สร้างความถี่

2.6.1 การเข้ารหัส DTMF

การเข้ารหัส DTMF จะใช้วงจรรวม (Integrated Circuits : IC) เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่สร้างจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ไอซีเบอร์ MC145421 โดยมีโครงสร้างภายในดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 วงจรเข้ารหัสภายในตัวไอซี MC145421

1533
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
021302

จากรูปที่ 2.10 ส่วนประกอบที่สำคัญของวงจรเข้ารหัส DTMF ประกอบด้วย

- **ออสซิลเลเตอร์** ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดความถี่หลักให้กับวงจรภายในตัวไอซีโดยต่อคริสตรอลเข้ากับขาไอซีเบอร์ MC145421

- **วงจรนับและถอดรหัส** จะทำหน้าที่นับความถี่จากออสซิลเลเตอร์ที่ได้จากการกดปุ่ม DTMF จากภายนอกตัวไอซี

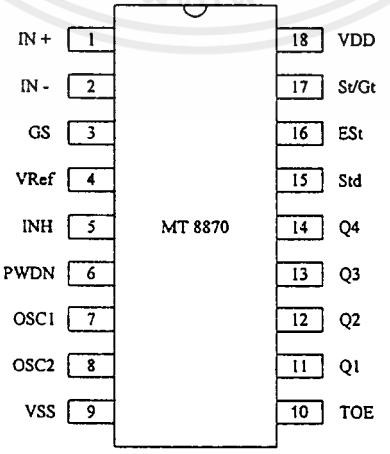
- **วงจร D/A ความถี่ต่ำ และ D/A ความถี่สูง** จะทำหน้าที่เปลี่ยนรหัสสัญญาณดิจิตอลความถี่ต่ำและรหัสสัญญาณดิจิตอลความถี่สูงเป็นสัญญาณแอนาลอกเพื่อส่งเข้าสู่วงจรรวม

- **วงจรรวม** จะทำหน้าที่รวมสัญญาณความถี่แอนาลอกที่ด้านสูงและด้านต่ำเข้าด้วยกัน โดยเกิดเป็นความถี่ใหม่ก่อนที่จะส่งออกภาคเอาต์พุต

- **ภาคเอาต์พุต** จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณจากวงจรรวม ก่อนส่งออกไปภายนอกของตัวไอซี

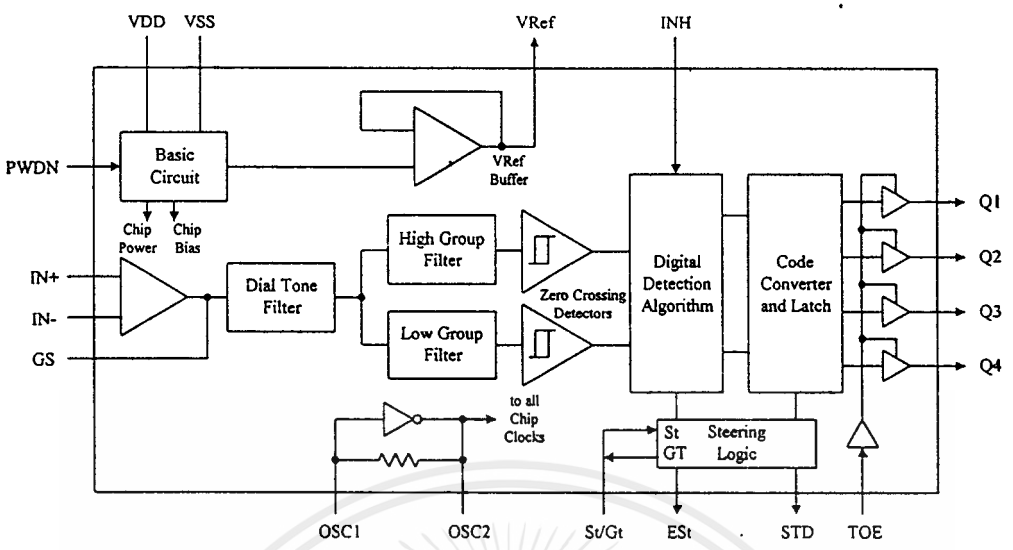
2.6.2 การถอดรหัส DTMF

การถอดรหัส DTMF เป็นกระบวนการแปลงสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่ม DTMF ซึ่งเป็นสัญญาณแอนาลอกให้กับกลายมาเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรถอดรหัส DTMF ที่ใช้ในโครงงานจะเป็นไอซีเบอร์ MT 8870 ซึ่งมีฟังก์ชั่นการทำงานดังนี้



รูปที่ 2.11 รายละเอียดของไอซี MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 วงจรภายในของไอซี MT8870

- ภาคกรองความถี่ (Filter section)

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่แยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาจากภายนอกออกเป็น 2 กลุ่มความถี่คือช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่ 6 อันดับชนิดสวิตซ์คาปาซิเตอร์แบนด์พาสฟิลเตอร์

- ภาคถอดรหัส (Decoder section)

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสที่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่ DTMF หรือไม่ สัญญาณที่ขา ESt (Early Steering) ก็จะแอคตีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ DTMF

- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering circuit)

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรจะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยการต่อตัวต้านทานและตัวเข้าที่ขา ESt ซึ่งเมื่อขา ESt ได้รับลอจิก 1 จะทำให้โวลต์เตจตกคร่อมตัวคาปาซิเตอร์มีค่าสูงขึ้นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาปาซิเตอร์จะคายประจุทำให้แรงดันสูงถึงค่าเทรสโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงทำการถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท

- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential input)

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยการต่ออุปกรณ์เพิ่มจากภายนอก

- ภาคออสซิลเลเตอร์ (Oscillator)

ในส่วนนี้ภายในตัวไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตรอลขนาด 3.579545 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที

2.7 Real Time Clock (RTC)

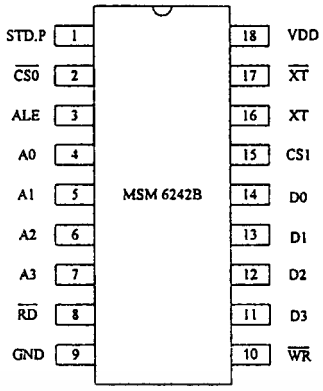
ในการนำไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้งานที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องเวลานั้น RTC เหมาะที่จะใช้กับงานลักษณะนี้ เพราะสามารถบอกได้ทั้ง วัน, เดือน, ปี, วันในรอบสัปดาห์, ชั่วโมง, นาที, วินาที ในการติดต่อกับ RTC นั้นเปรียบเสมือนการติดต่อกับพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต คือสามารถเขียนข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่เบอร์พอร์ตของ RTC ตัวนับเวลาภายในก็จะเดินตามเวลาที่เราตั้งไว้

MSM 6242B เป็นไอซี Real Time Clock/Calendar ชนิด CMOS ใช้ต่อกับบัสของไมโครโปรเซสเซอร์/ไมโครคอมพิวเตอร์ได้ โดยมี Address bus และ Data bus ขนาด 4 บิท มี Control Register ขนาด 4 บิท 3 ตัวคือ CD, CE, CF MSM 6242B โดยปกติจะทำงานที่แรงดัน 5 โวลต์ +10% ที่ -30 ถึง 25 องศาเซลเซียส มีตัวถัง 3 แบบคือ 18 PIN Plastic, 24 PIN Plastic flat package และแบบ 12 PIN Plcc package การจัดขาต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.13

2.7.1 การจัดขาและหน้าที่ของขาต่างๆ

MSM 6424B ได้ถูกออกแบบมาให้อินเตอร์เฟสเข้ากับ CPU ในตระกูล 8085, MCS 48, Z80 และ Z80180 ได้ด้วย สำหรับหน้าที่ขาต่างๆ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 การจัดวางขาของ MSM 6242B

- **D_0-D_3** (Data bus) เป็นบัสข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตสามารถต่อเข้ากับบัสของไมโครคอลโทรลเลอร์ได้โดยตรง ใช้ในการอ่านและเขียนข้อมูลของรีจิสเตอร์ภายในที่เป็นนาฬิกา/ปฏิทิน และรีจิสเตอร์ควบคุม โดย D_0 = LSB และ D_3 = MSB

- **A_0-A_3** (Address bus) เป็นบัสแอดเดรสสำหรับติดต่อกับรีจิสเตอร์กับรีจิสเตอร์ภายในของ RTC เพื่อที่จะเขียนหรืออ่านข้อมูลในตำแหน่งนั้น ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่างๆ ดูได้ในตารางที่ 2.3 A_0-A_3 จะใช้ร่วมกับ ALE สำหรับการอ้างตำแหน่งรีจิสเตอร์

- **ALE** (Address Latch Enable) เมื่อ CS0 = 0 และ ALE เปลี่ยนจากลอจิก 1 ไปเป็นลอจิก 0 แอดเดรสจะถูกแลทซ์ไว้ภายในตัวของ RTC ไมโครโปรเซสเซอร์/ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขา ALE เป็นเอาต์พุต ควรจะต่อเข้ากับขา ALE ของ RTC ด้วย แต่ถ้าไม่มีขา ALE ให้ต่อขา ALE ของ MSM 6242B เข้ากับ VDD

- **WR** (Write Enable) ใช้เขียนข้อมูลเข้าไปในรีจิสเตอร์ของ RTC โดยจะแอคตีฟที่ลอจิก 0 โดยที่ CS1 = 1 และ CS0 = 0

- **RD** (Read Enable) ใช้อ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ของ RTC แอคตีฟที่ลอจิก 0 โดยที่ CS1 = 1 และ CS0 = 0 และ RD กับ WR จะต้องไม่แอคตีฟพร้อมกัน

- **CS0, CS1** (Chip Select 0,1) ทำหน้าที่ Enable/Disable การทำงานของ ALE, RD และ WR โดยที่ CS0 และ ALE จะทำงานร่วมกันส่วน CS1 กับ ALE จะทำงานแยกกัน

- **STD.P** (Standard Pulse Output) เป็นขาเอาต์พุตชนิด N-Ch Open Drain ใช้ต่อกับขาอินเตอร์รัพต์ของ CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **XT, $\overline{XT}$** (Xtal Oscillator Input/Output) ต่อเข้ากับตัวคริสตรอล 32.768 kHz ถ้าต้องการป้อนความถี่จากภายนอก 32.768 kHz ทำได้โดยป้อนความถี่เข้าที่ขา XT ถ้าความถี่มาจากเอาต์พุตของไอซี TTL ควรต่อ R pull up ไว้ด้วย ส่วนขา $\overline{XT}$ ให้ปล่อยลอยไว้

- **VDD** เป็นขา Power Supply +2 โวลต์~ +6 โวลต์

- **GND** เป็นขา Ground

2.7.2 รีจิสเตอร์ต่างๆ ที่ใช้งาน

CD Register (Control D Register)

-Hold (D_0) เมื่อเซ็ทบิทนี้เป็น 1 สัญญาณ Clock 1 Hz ที่จะเข้ามาที่ S1 จะถูกหยุดไว้ ในเวลานี้เองบิท D_1 (Busy) ซึ่งเป็นบิทสถานะจะสามารถอ่านได้ เมื่อ Busy เท่ากับ 0 รีจิสเตอร์ S1~W สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลได้ ถ้าในช่วงเวลานี้มีตัวทดเกิดขึ้น ที่วงจรนับของ S1 จะมีผลทำให้หลักหน่วยของวินาทีมีค่าเพิ่มขึ้นอีก 1 วินาที หลังจากที่ Hold = 0 เมื่อ CS1 = 0 จะทำให้ Hold = 0 โดยไม่สนใจสถานะอื่นๆ

-Busy (D_1) เป็นบิทที่แสดงสถานะของการอินเตอร์เฟสกับไมโครคอนโทรเลอร์ หรือไมโครโปรเซสเซอร์ บิทนี้สามารถอ่านได้อย่างเดียวเท่านั้น เมื่อบิท Busy = 0 หมายถึง พร้อมที่จะให้อ่านหรือเขียนกับรีจิสเตอร์ S1~ W (Address 0 c)

-IRQ Flag (D_2) บิทสถานะนี้จะสัมพันธ์กับระดับสัญญาณของขา STD.P เมื่อขา STD.P = 0 แล้ว IRQ Flag จะเท่ากับ 0 IRQ Flag จะเป็นตัวบอกไมโครคอมพิวเตอร์ว่าการอินเตอร์รัพต์เกิดจาก MSM 6242B (เมื่อ IRQ Flag = 1) บิทสถานะ IRQ Flag จะทำงานร่วมกับรีจิสเตอร์อื่นๆ ดังต่อไปนี้

1. รีจิสเตอร์ CE บิท D_0 (Mask) เมื่อ $D_0 = 0$ STD.P จะเปิด ในทางตรงกันข้ามถ้า $D_0 = 1$ STD.P จะเปลี่ยนสถานะตามเวลาที่กำหนดโดย D_3 (T_1) และ D_2 (T_0) ของรีจิสเตอร์ E

2. เมื่อบิท D_1 (Intrpt/Stnd) ของรีจิสเตอร์ E = 1 (อินเตอร์รัพต์โหมด) เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพต์ขึ้น STD.P จะเป็น Low จนกว่าบิท IRQ Flag จะถูกเขียนด้วย 0 และถ้า IRQ Flag เป็น 1 อยู่ และเกิดการอินเตอร์รัพต์ใหม่ขึ้นจะไม่มีผลต่อ STD.P (เป็น Low เหมือนเดิม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อบิท D_1 (Intrpt/Stnd) ของรีจิสเตอร์ E = 0 (Standard Pulse Output Mode) เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพต์ STD.P จะยังคงเป็น Low จนกระทั่งบิท IRQ Flag ถูกเขียนด้วย 0 หรือเมื่อเวลาผ่านไป 7.8125 mS STD.P จะกลับเป็น Hi โดยอัตโนมัติ

4. เมื่อมีการเขียนไปที่บิท Hold หรือ 30 Sec Adjust ของรีจิสเตอร์ D จำเป็นจะต้องเขียน 1 ไปที่บิท IRQ Flag ด้วย

5. 30 ADJ (D_3) ถ้าเซ็ทบิทนี้ให้เป็น 1 ในขณะที่เราเซ็ทเวลานั้น ถ้าหลักวินาทีนับไปได้น้อยกว่า 30 วินาทีจะมีผลทำให้หลักวินาทีถูกเซ็ทเป็น 00 วินาที แต่ถ้าเกิดว่าหลักวินาทีนับได้มากกว่าหรือเท่ากับ 30 วินาที จะมีผลทำให้หลักนาทีเพิ่มขึ้นอีก 1 นาที แล้วหลักวินาทีจะถูกเซ็ทให้เป็น 00 วินาที ในขณะที่เซ็ทบิทนี้เป็น 1 นั้นไม่ควรที่จะอ่านหรือเขียนในเวลา 125 μS หลังจากบิทนี้ถูกเซ็ทเป็น 1 มันจะเปลี่ยนกลับมาเป็น 0 อย่างอัตโนมัติ หลังจากนั้นก็สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลในรีจีสเตอร์ได้

CE Register (Control E Register)

- **Mask (D_0)** เป็นบิทที่ใช้ควบคุมเอาต์พุตของ STD.P เมื่อ Mask = 1 จะมีผลทำให้ STD.P = 1 (Open) คือ ไม่สามารถใช้บิทอื่นมาเปลี่ยนสภาวะของ STD.P ได้ และเมื่อให้ Mask = 0 ก็จะทำให้ STD.P = Output Mode นั่นคือบิทอื่นๆ สามารถควบคุมเอาต์พุตของ STD.P ได้ตามต้องการ

-Intrpt/Stnd (D_1) ใช้เป็นตัวเลือกสัญญาณเอาต์พุตของ STD.P ได้ 2 โหมดคือ อินเตอร์รัพต์กับ Standard Timing Waveforms (ผลิตพัลซ์ออกมาด้วยคาบเวลาที่แน่นอน)

ถ้า Intrpt/Stnd = 1 และ Mask = 0 เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพต์จาก RTC เอาต์พุตของ STD.P จะให้ลอจิก Low จนกว่าจะเขียน 0 ไปที่ IRQ Flag ในรีจิสเตอร์ C

ถ้า Intrpt/Stnd = 0 และ Mask = 0 จะส่งพัลซ์ออกไปที่ขาเอาต์พุตของ STD.P โดยมี T1 และ T0 เป็นตัวกำหนดคาบเวลาในการอินเตอร์รัพต์ และมี Low-Level Pulse Width ออกมาที่ขา STD.P ถ้าไม่มีการเขียนลอจิก 0 ไปที่ IRQ Flag ความกว้างของพัลซ์จะเท่ากับ 7.125 mS

-T0 (D_2), T1 (D_3) บิททั้งสองนี้จะเป็นตัวกำหนดคาบเวลาสัญญาณเอาต์พุตของ STD.P ของทั้ง 2 โหมดคือ Interrupt และ Fixed Timing Waveform ตารางที่ 2.2 จะแสดงถึงคาบเวลาซึ่งมี T0 และ T1 เป็นบิทอินพุตซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับ STD.P กับ Intrpt/Stnd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คาบเวลาที่อินพุต T1 และ T0

T1	T0	Period	Duty cycle of "0" level when Intrpt/Stnd bit is "0"
0	0	1/64 Second	1/2
0	1	1 Second	1/128
1	0	1 Minute	1/7680
1	1	1 Hour	1/460800

ถ้าเราให้บิท Intrpt/Stnd เป็น 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง STD.P กับ Mask Bit จะเป็นดังนี้คือ ถ้า STD.P เป็น 0 อยู่ก่อนแล้ว เราเขียนให้ Mask Bit เป็น 1 ก็จะมีผลทำให้ STD.P เปลี่ยนเป็น 1 และในขณะที่ STD.P เป็น 1 อยู่นั้น (โดยการเซ็ทให้ IRQ Flag เป็น 0) แล้วเราให้ Mask Bit เป็น 1 ก่อนที่ STD.P จะเปลี่ยนมาเป็น 0 นั้นมีผลทำให้ STD.P เป็น 1

ถ้าเราให้บิท Intrpt/Stnd เป็น 0 ความสัมพันธ์ระหว่าง STD.P กับ Mask Bit จะเป็นดังนี้คือ ถ้า STD.P เป็น 0 อยู่ก่อนแล้วเราเขียนให้ Mask Bit เป็น 1 ก็จะไม่มีผลอะไรเกิดขึ้น และในขณะที่ STD.P เป็น 1 อยู่ก่อนแล้วเราให้ Mask Bit เป็น 1 ก่อนที่ STD.P จะเปลี่ยนมาเป็น 0 นั้น ก็จะมีผลทำให้ STD.P เป็น 1

CF Register (Control F Register)

- **Rest (D_0)** บิทนี้จะใช้ในการเคลียร์ Clock ภายในที่ใช้ในการนับ/หารของวินาที เมื่อ Rest = 1 จะทำให้ STD.P = 1 และวงจรนับภายในจะถูกรีเซ็ท และเมื่อต้องการให้วงจรนับภายในทำงานต่อ (ออกจากการรีเซ็ท) จำเป็นต้องให้ Rest = 0 และ ถ้า CS_1 = 1 ดังนั้น Rest = 1 อย่างอัตโนมัติ

- **Stop (D_1)** จะใช้ในการหยุดตัวทดที่จะเข้าไปในวงจรหารความถี่ 8192 Hz และจะมีการหน่วงเวลาไป 122 μS ก่อนที่เวลาจะทำการเดินหรือหยุดเดิน หลังจากที่มีการเปลี่ยนสภาวะของ Flag นี้เป็น 1 = Stop และ เป็น 0 = Run ในขณะที่จะเซ็ทเวลาให้ RTC นั้น ควรให้บิทนี้เป็น 1 เพื่อไม่ให้ตัวทดเข้ามาที่หลักวินาที หลังจากเซ็ทเวลาให้ RTC เสร็จแล้วจึงให้บิทนี้เป็น 0 เพราะว่าในขณะที่เราเซ็ทเวลานั้นเกิดมีตัวทดเข้ามาจะทำให้หลักวินาทีเพิ่มขึ้นอีก 1 วินาที หลังจากที่เราเซ็ทเวลาเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 การใช้งานรีจีสเตอร์ของ MSM 6242B

Address Input	Address Input				Register Name	Data				Count value	Descriptions
	A_3	A_2	A_1	A_0		D_3	D_2	D_1	D_0		
0	0	0	0	0	S_1	S_8	S_4	S_2	S_1	0-9	1-second digit register
1	0	0	0	1	S_{10}	*	S_{40}	S_{20}	S_{10}	0-5	10-second digit register
2	0	0	1	0	MI_1	mi_8	mi_4	mi_2	mi_1	0-9	1-minute digit register
3	0	0	1	1	MI_{10}	*	mi_{40}	mi_{20}	mi_{10}	0-5	10-minute digit register
4	0	1	0	0	H_1	h_8	h_4	h_2	h_1	0-9	1-hour digit register
5	0	1	0	1	H_{10}	*	PM/ AM	h_{20}	h_{10}	0-2 or 0-1	PM/AM, 10-hour digit register
6	0	1	1	0	D_1	d_8	d_4	d_2	d_1	0-9	1-day digit register
7	0	1	1	1	D_{10}	*	*	d_{20}	d_{10}	0-3	10-day digit register
8	1	0	0	0	MO_1	mo_8	mo_4	mo_2	mo_1	0-9	1-month digit register
9	1	0	0	1	MO_{10}	*	*	*	mo_{10}	0-1	10-month digit register
A	1	0	1	0	T_1	y_8	y_4	y_2	y_1	0-9	1-year digit register
B	1	0	1	1	T_{10}	y_{80}	y_{40}	y_{20}	y_{10}	0-9	10-year digit register
C	1	1	0	0	W	*	w_4	w_2	w_1	0-6	Week register
D	1	1	0	1	C_D	30sec. ADJ	IRQ	Busy	Hold	-	Control register D
E	1	1	1	0	C_E	T1	T0	Itrpt/ Stnd	Mask	-	Control register E
F	1	1	1	1	C_F	Test	24/12	Stop	Rest	-	Control register F

- **24/12 (D_2)**. บิทนี้จะเป็นการเลือกว่าจะให้เวลาเดินแบบ 24 ชม. หรือ 12 ชม. (มี PM/AM) ถ้าเลือกโหมด 1-24 ชม. บิท PM/AM จะไม่ถูกนำมาใช้ (มีค่าเป็น 0) แต่ถ้าเลือกโหมด 0-12 ชม. บิท PM/AM จะมีการเปลี่ยนสภาวะไปด้วย สำหรับการเซ็ทบิทมีขั้นตอนดังนี้

1. ต้องให้ Rest Bit = 1

2. 24/12 Hour Bit = 0 หรือ 1 ถ้าเป็น 0 หมายถึง โหมด 24 ชม., ถ้าเป็น 1 หมายถึงโหมด 12 ชม.

3. Rest Bit = 0

หมายเหตุ Rest จะต้องเป็น 1 ถึงจะเขียนบิท 24/12 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-Test (D_3) เมื่อบิทนี้เป็น 1 อินพุตที่วงจรนับในหลักวินาทีจะมาจากวงจรนับ/หาร แทนที่จะมาจากภาคหาร 15 ดังนั้นวงจรนับหลักวินาทีจะนับความถี่ที่ 5.4163 kHz แทน (ปกติจะนับที่ความถี่ 1 Hz) เมื่อ Test = 1 (Test Mode) บิท Stop และบิท Rest จะต้องไม่ถูกเซ็ท ในขณะที่อยู่ใน Test Mode (Test = 1) ถ้า Hold = 1 วงจรนับภายในจะถูกหยุดไว้ แต่เมื่อ Hold กลับมาเป็น 0 จะไม่รับรองว่าเวลาที่ได้จะถูกต้อง

2.8 โครงสร้างชุดควบคุม Z-80V2

ในโครงงานนี้ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลของโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลผลทั้งหมดจะใช้บอร์ด Z80-V2 ซึ่งจะเป็นบอร์ดคอลโทรลเลอร์ที่ใช้ภาษาแอสแซมบลี Z80 เป็นตัวควบคุมการทำงานหรือเป็นส่วนประมวลผลของโครงงาน

2.8.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของบอร์ด Z80-V2

1. CPU ใช้เบอร์ Z84C00-6 ของบริษัทไซลอกซ์ซึ่งจะมีคุณสมบัติเทียบเท่า Z80B ติดต่อกับความถี่ได้ถึง 6 MHz แต่ในวงจรจะใช้เพียง 4 MHz

2. ROM ที่ใช้ในวงจรจะใช้ EPROM เบอร์ 2764 มีขนาด 8 กิโลไบต์ ซึ่งจะอยู่ที่ตำแหน่ง 0000H-1FFFH

3. RAM ที่ใช้ในวงจรจะใช้ RAM เบอร์ 6264 มีขนาด 8 กิโลไบต์ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลอยู่ที่ตำแหน่ง 8000H-9FFFH

4. พอร์ต ประกอบด้วยไอซี 8255 ซึ่งมี 2 ตัว โดยมีพอร์ตใช้งานจำนวน 8 พอร์ต ตำแหน่งพอร์ต 8255 ตัวที่ 1 เริ่มที่แอดเดรส 30H-33H และตำแหน่งพอร์ต 8255 ตัวที่ 2 เริ่มที่แอดเดรส 40-43H

5. WDT (Watch Dog Timer) ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณรีเซ็ท CPU ทุกๆ 1 วินาที โดยจะรีเซ็ท CPU ในกรณีที่ CPU เกิดผิดพลาดในการทำงาน

6. Pin Z80 bus ใช้สำหรับส่งข้อมูลทางอินพุต-เอาต์พุต เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ ของโครงงาน

7. Pin 72IO จะทำหน้าที่ส่งและรับข้อมูลผ่านทางพอร์ตที่ใช้งาน

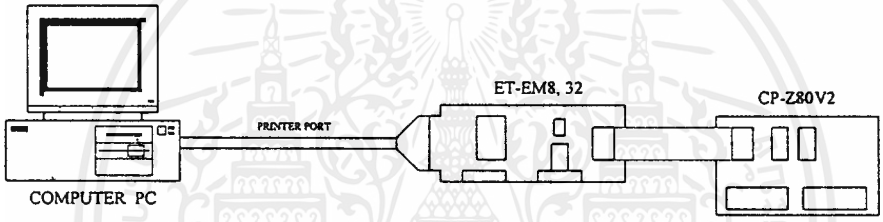
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Pin-Power supply ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าดีซี 5 โวลต์ จากภายนอก

2.8.2 การต่อพัฒนาเพื่อเขียนโปรแกรมโดยบอร์ด Z80-V2

บอร์ด Z80-V2 สามารถต่อใช้งานโดยการเขียนโปรแกรมสั่งการทำงาน โดยนำโปรแกรมไปเก็บไว้ใน EPROM เพื่อใช้ในการควบคุมการสั่งงานตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ การทดลองโปรแกรมสามารถนำบอร์ด Z80-V2 ไปต่อใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ต่อใช้กับอีพรอมอีมูเลเตอร์

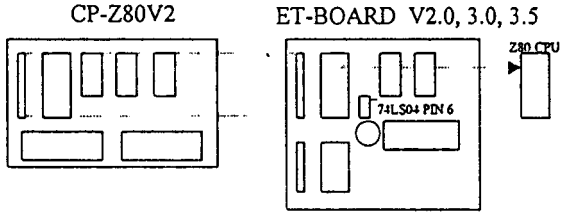


รูปที่ 2.14 การต่อบอร์ด Z80 - V2 กับ อีพรอมอีมูเลเตอร์

การต่อใช้งานดังรูปที่ 2.14 โดยจะต้องเขียนโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี Z80 บนเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วทำการแปลงเป็นภาษาเครื่อง โดยจะใช้อีมูเลเตอร์เป็นตัวรับภาษาเครื่องจากคอมพิวเตอร์ส่งผ่านมายังบอร์ด Z80-V2 เมื่อทดสอบโปรแกรมเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แล้ว จึงนำโปรแกรมที่ใช้งานได้แล้ว มาทำการถ่ายลงใน EPROM ที่นำไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การประยุกต์ต่อใช้กับเครื่องซิงเกิ้ลบอร์ด



รูปที่ 2.15 การต่อบอร์ด Z80 - V2 กับ เครื่องซิงเกิ้ลบอร์ด

จากรูปที่ 2.15 สามารถต่อ Z80-V2 เข้ากับเครื่องซิงเกิ้ลบอร์ด โดยเชื่อมต่อกันทาง Z80-bus โดยให้ชุดซิงเกิ้ลบอร์ดเข้าครอบครองระบบบัสของ Z80-V2 สามารถทำได้โดยการถอด CPU-Z80 และ สัญญาณนาฬิกาของซิงเกิ้ลบอร์ดออก

2.9 หลักการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์ สามารถจะสั่งงานและควบคุมการทำงานโดยใช้สัญญาณ DTMF ซึ่งสัญญาณส่วนนี้จะถูกส่งออกจากเครื่องส่งวิทยุแบบมือถือที่สามารถใช้สัญญาณความถี่คู่ได้ หรือจากเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ส่วนเครื่องรับจะรับสัญญาณ DTMF เพื่อนำมาถอดรหัสเป็นคำสั่ง โดยใช้ส่วนประมวลผลแปลรหัสที่รับเข้ามาออกเป็นคำสั่งแล้วนำไปควบคุม โดยประกอบด้วย 3 ส่วนดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 ผังการทำงานเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 ส่วนรับสัญญาณความถี่คู่

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับสัญญาณอินพุต และรับสัญญาณความถี่คู่เข้ามาถอดรหัสเป็นสัญญาณดิจิตอล และจะทำการส่งไปให้ส่วนประมวลผล โดยส่วนที่กำเนิดสัญญาณความถี่คู่ได้มาจาก 2 ส่วนคือ เครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ และโทรศัพท์ ดังนั้นในการรับสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามาจะมีการเลือกรับสัญญาณ ซึ่งพิจารณาจากช่วงเวลาการใช้งาน

2.9.2 ส่วนประมวลผล

ส่วนประมวลผลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดเปรียบเสมือนสมองสั่งงาน ภายในส่วนนี้จะมีลักษณะการทำงานเบื้องต้นดังนี้

ส่วนประมวลผลจะรอรับข้อมูลจากส่วนถอดรหัสสัญญาณความถี่ที่สัญญาณดิจิตอล (0 และ 1) ข้อมูลที่รับเข้ามาจะนำไปประมวลผลเป็นคำสั่งแล้วส่งไปควบคุมที่ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลจะแบ่งออกเป็นข้อมูลที่เป็นรหัสผ่าน, ข้อมูลเลือกรูปแบบการทำงาน, ข้อมูลที่ใช้ในการตั้งเวลา, ข้อมูลที่เป็นรหัสของเครื่องใช้ไฟฟ้า และข้อมูลที่ตรวจสอบสภาวะการทำงาน

2.9.3 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 16 ช่อง โดยจะควบคุมการป้อนแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้นจึงต้องใช้วงจรเปิด-ปิด ไฟฟ้าที่มีขนาดแรงดัน 220 โวลต์ ในขณะที่ส่วนประมวลผลซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้สัญญาณเป็นแบบลอจิก เพื่อป้องกันความเสียหายของส่วนอื่นๆ จากแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ จึงควรนำเอาส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแยกออกจากส่วนประมวลผลส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถสั่งการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 16 ตัว โดยแต่ละตัวนั้นจะเป็นอิสระแยกจากกัน

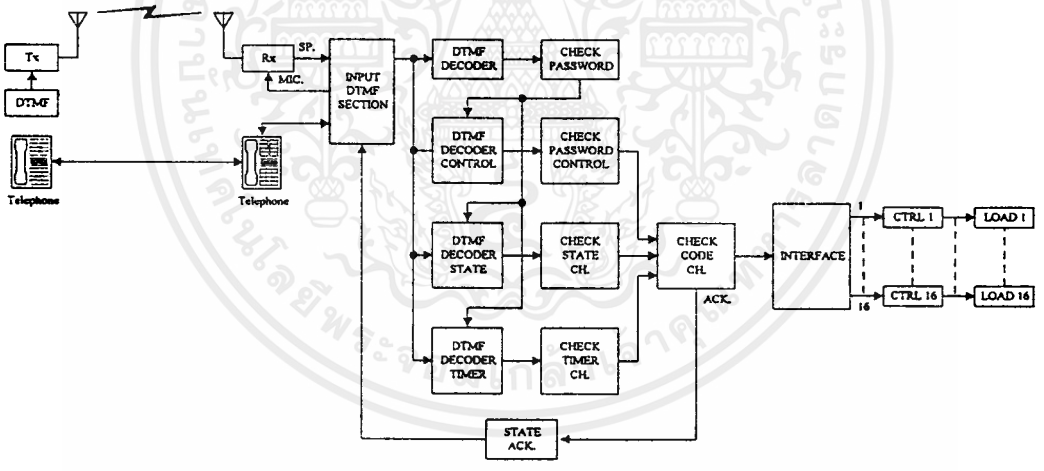
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบการสร้างและการทำงาน

การออกแบบโครงงานนี้จะแยกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟต์แวร์ ซึ่งส่วนของฮาร์ดแวร์ได้แก่ ภาครับสัญญาณ DTMF, ภาคแสดงผลที่หน้าปัทม์ และภาคควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ในส่วนของซอฟแวร์จะเป็นภาคประมวลผล ซึ่งจะประกอบด้วยวงจรต่างๆ เพื่อให้การทำงานได้สมบูรณ์ โดยการทำงานของวงจรในแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

3.1 หลักการทำงาน



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์

จากรูปที่ 3.1 เป็นผังการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์ ซึ่งมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

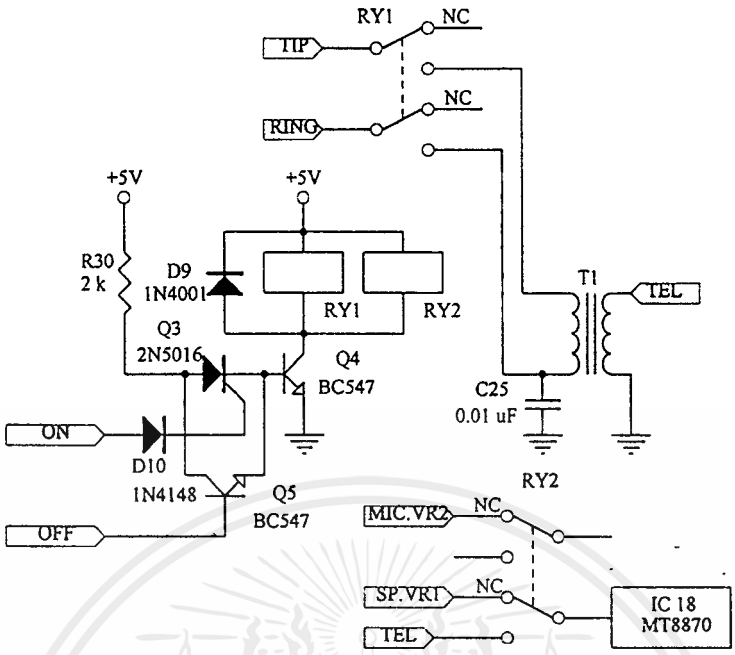
ส่วนรับสัญญาณ DTMF ทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF จากเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ และโทรศัพท์ โดยจะรอรับสัญญาณ DTMF จากลำโพงของเครื่องวิทยุรับ-ส่ง ถ้ามีสัญญาณ DTMF จากลำโพงเข้ามา สัญญาณดังกล่าวจะถูกนำมาถอดรหัสออกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมีแค่สองสถานะคือ 0 และ 1 แล้วถูกส่งไปยังส่วนตรวจสอบรหัสผ่าน (Check Password) ซึ่งจะใช้โปรแกรมในการตรวจสอบโดยเปรียบเทียบกับรหัสผ่านที่มีอยู่เดิมในโปรแกรม ในการรับค่ารหัสผ่านจะตรวจสอบรหัสผ่านจำนวน 5 ตัว เมื่อรหัสผ่านที่รับเข้ามานั้นถูกต้อง โปรแกรมจะสั่งงานให้ในส่วนรับค่ารหัสคำสั่งรอรับคำสั่งต่อไปได้ โดยประเภทคำสั่งที่รับเข้ามาจะมีคำสั่งเปลี่ยนรหัสผ่าน, คำสั่งเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน, คำสั่งตั้งเวลาปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า, คำสั่งตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า และคำสั่งเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งในแต่ละคำสั่งจะตรวจสอบโดยโปรแกรมที่มีอยู่ในผังการทำงาน เมื่อตรวจสอบได้แล้วว่าเป็นคำสั่งประเภทใด จากนั้นจะมีการตรวจสอบช่องของอุปกรณ์ที่มีการสั่งงานแล้วส่งออกไปควบคุมผ่านทางชุดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละช่อง แต่ถ้ารหัสผ่านที่เข้ามาไม่ถูกต้องจะทำให้โปรแกรมรอรับรหัสผ่านต่อไป โดยจะไม่นำเอาสัญญาณที่ถอดรหัสซึ่งผ่านต่อเข้ามานำไปเข้าในส่วนตรวจสอบคำสั่งอื่นๆ หรือถ้ารหัสของคำสั่งไม่ถูกต้อง โปรแกรมก็จะรอรับคำสั่งต่อไปเรื่อยๆ จนถูกต้องหรือถ้าไม่มีรหัสเข้ามาเป็นเวลาที่โปรแกรมตั้งค่าเอาไว้ โปรแกรมก็จะเข้าสู่สภาวะปกติคือจะรอรับรหัสผ่านโดยอัตโนมัติ

3.2 ส่วนรับสัญญาณอินพุต

3.2 .1 ส่วนรับสัญญาณ DTMF

วงจรในส่วนนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF จากเครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือและโทรศัพท์เพื่อส่งเข้าสู่วงจรถอดรหัส เพื่อเปลี่ยนรหัส DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอลส่งให้ส่วนประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



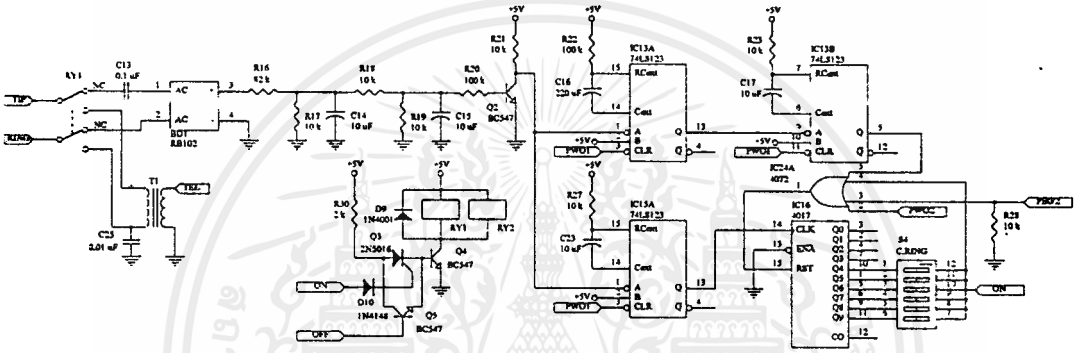
รูปที่ 3.2 ส่วนรับสัญญาณ DTMF

จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรรับสัญญาณ DTMF จากเครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือและโทรศัพท์ ซึ่งจะรับสัญญาณ DTMF โดยผ่านทางรีเลย์ RY1 และ RY2 ในส่วนวงจรรีเลย์ RY2 ทำหน้าที่เป็นส่วนรับสัญญาณ DTMF จากลำโพงเครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือผ่านขา NC (Normal Close) ต่อกับขา C (Common) เข้าสู่ IC18 ขณะที่รีเลย์ RY2 ยังทำงานอยู่ สัญญาณ DTMF จากโทรศัพท์จะผ่านเข้าวงจรในส่วนนี้ได้โดยต่อสาย Tip และ Ring จากคู่สายโทรศัพท์เข้ากับขา NC และขา C ของ RY1 แต่วงจรในส่วนนี้จะยังไม่ทำงานจนกว่าจะมีสัญญาณลอจิก 1 ผ่านไดโอด D10 ทริกให้ Q3 นำกระแส ทรานซิสเตอร์ Q4 มีกระแสไหลผ่าน ทำให้ขา C ของขดลวด RY1 และRY2 มาต่อที่ขา NO (Normal Open) และต่อเข้ากับขดลวดเซคันเดอรีของ T1 (Matching Transformer) ทำให้สัญญาณจากลำโพงวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือถูกตัดออกแสดงว่าวงจรการทำงานทางโทรศัพท์ได้เริ่มทำงานแล้ว และที่ขา C ของขดลวด RY1 จะเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันกับ RY2 ซึ่งทำให้ขา C ของขดลวด RY1 ต่อเข้ากับขดลวดไพรมารีของ T1 เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรนับสัญญาณเรียกและวงจรยกหูอัตโนมัติ

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณเรียก (Ringing tone) เพื่อนับจำนวนสัญญาณเรียกที่ผ่านเข้ามาให้ครบตามจำนวนที่เลือกไว้ เมื่อครบตามที่เลือกแล้วจะทำให้วงจรนับส่งสัญญาณลอจิกไปให้วงจรยกหูอัตโนมัติและวงจรตอบรับทางโทรศัพท์ทำงาน ถ้าสัญญาณเรียกที่ส่งเข้ามาไม่ครบตามจำนวนที่เลือกไว้วงจรจะถูกรีเซ็ทเพื่อไปรอนับสัญญาณเรียกที่ถูกส่งเข้ามาใหม่



รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกและวงจรยกหูอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.3 วงจรตรวจนับสัญญาณเรียกจะทำหน้าที่รับสัญญาณเรียกจากสาย Tip และ Ring ของคู่สายโทรศัพท์ผ่านเข้าทางขา NC และขา C ของ RY1 ผ่าน C13 เข้าสู่บริดจ์ BD1 ผ่าน R16, R17, R18, R19 และ R20 ซึ่งทำหน้าที่ลดขนาดของแรงดันลง โดยมี C14 และ C15 ทำหน้าที่กรองกระแสให้เรียบ แรงดันจากสัญญาณเรียกที่ถูกลดขนาดลงจะถูกนำไปไบอัสให้ Q2 ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเรียกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลหนึ่งพัลซ์ต่อสัญญาณกระดิ่งหนึ่งครั้ง สัญญาณที่ได้จากส่วนนี้จะส่งไปยัง IC13A และ IC15A ซึ่งเป็นไอซีโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ (Monostable Multivibrator) โดย IC13A ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณเรียกที่ส่งเข้ามา สัญญาณเรียกนั้นจะดัง 1 วินาทีและหยุด 4 วินาที ในการตรวจจับแต่ละครั้งจะใช้เวลา 6 วินาที โดยใช้ IC13A เป็นตัวตรวจจับการเกิดสัญญาณเรียก ซึ่งโดยปกติที่ขา Q ของ IC13A จะเป็นลอจิก 0 เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจะทำให้เปลี่ยนเป็นลอจิก 1 เป็นเวลานาน 6 วินาที แต่ถ้ามีสัญญาณเรียกเข้ามาอีกจะทำให้สภาวะการเกิดลอจิก 1 ต่อเวลาไปเรื่อยๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของ IC13A ส่วน IC13B จะทำหน้าที่ผลิตพัลซ์ในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สั้นส่งให้ IC24A เพื่อไปรีเซ็ท IC16 (Counter/Divider) ที่ทำหน้าที่นับการเกิดสัญญาณเรียก IC15A ทำหน้าที่เช่นเดียวกันกับ IC13A ซึ่งจะนำสัญญาณที่ผลิตได้ส่งให้ขา 14 ของ IC16 เพื่อนับจำนวนครั้งการเกิดสัญญาณเรียก ซึ่งในวงจรส่วนนี้ได้ออกแบบให้นับจำนวนการเกิดสัญญาณเรียกได้ตั้งแต่ 5 ครั้งจนถึง 10 ครั้ง โดยเลือกได้จากสวิตซ์ S4 (Counter Ringing Switch) เมื่อ IC16 นับสัญญาณเรียกครบจำนวนตามที่เลือกจากสวิตซ์ S4 ทำให้มีสัญญาณลอจิก 1 ผ่านสวิตซ์ S4 ส่งให้ D10 ไปกระตุ้นที่ขาเกทของ Q3 และส่งสัญญาณลอจิก 1 เข้าไปยังขา 4 ของ IC24A เพื่อรีเซ็ท IC16 เมื่อ Q3 นำกระแสแล้ว Q4 จะถูกไบอัสให้ทำงาน ทำให้ขา C ของรีเลย์ RY1 และ RY2 เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยจะไปต่อกับขา NO ทำให้สาย Tip ไปต่อเข้ากับขดไพรมารีของ T1 ซึ่งการต่อแบบนี้เป็นการสร้างสภาวะการยกหูโทรศัพท์ ทำให้ชุมสายโทรศัพท์รับรู้ถึงการยกหูโทรศัพท์ได้ จึงเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ให้ผู้เรียกติดต่อเข้ากับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์ได้

การออกแบบวงจรตรวจนับสัญญาณเรียก

IC13A เป็นวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ทำหน้าที่หน่วงเวลาสัญญาณเรียกที่เข้าสู่วงจรเป็นเวลา 6 วินาทีเท่ากับจำนวนคาบเวลาที่เกิดขึ้นของสัญญาณ โดยช่วงในการหน่วงเวลานี้ กำหนดโดย R22 และ C16 ซึ่งสูตรในการคำนวณหาค่า R22 และ C16 จะใช้สูตรดังนี้

$$T = 0.695 \times R22 \times C16$$

โดยกำหนดให้ $R22 = 100\ k\Omega$

และ $C16 = 220\ \mu F$

ซึ่งจะได้ค่าเวลา $T = 0.695 \times (100 \times 10^{3}) \times (220 \times 10^{-6})$

$= 15.29$ วินาที

การออกแบบวงจรผลิตพัลซ์

IC13B และ IC15A เป็นวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ถูกออกแบบให้ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณพัลซ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ที่เรียกว่า one shot ซึ่งวงจรโมโนสเตเบิลสามารถทำได้โดยใช้สูตรการคำนวณเช่นเดียวกันกับวงจรตรวจนับสัญญาณเรียก ค่า R23 และ C17 เป็นตัวกำหนดค่าเวลาในการหน่วงของสัญญาณพัลซ์ มีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T = 0.695 \times R23 \times C17$$

โดยกำหนดให้ $R23 = 10\ k\Omega$

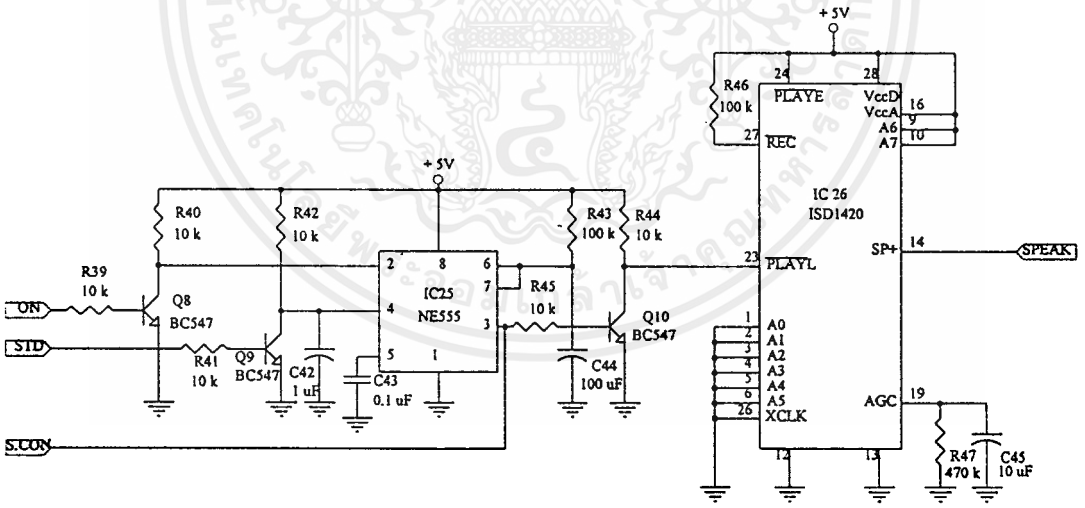
และ $C17 = 10\ \mu F$

ซึ่งจะได้ค่าเวลา $T = 0.695 \times (10 \times 10^{3}) \times (10 \times 10^{-6})$

$= 0.069$ วินาที

3.2.3 วงจรตอบรับทางโทรศัพท์

วงจรในส่วนนี้จะใช้ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD 1420 ซึ่งสามารถที่จะบันทึกเสียงพูดได้ 20 วินาที และสามารถเก็บเสียงที่บันทึกได้โดยไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง วงจรภายในจะมีวงจรกำเนิดความถี่ฐานเวลาชนิดซีมอส, วงจรขยายสัญญาณไมโครโฟน, วงจรควบคุมอัตราการขยายสัญญาณไมโครโฟน, วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ, วงจรกรองความถี่ และวงจรขยายสัญญาณออกสู่ลำโพง



รูปที่ 3.4 วงจรตอบรับทางโทรศัพท์

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรตอบรับทางโทรศัพท์ ทำงานได้โดยรับสัญญาณลอจิก 1 จาก S4 มาไบอัสให้ Q8 ทำงานเพื่อผลิตสัญญาณไปกระตุ้นที่ขา 2 ของ IC25 ซึ่งถูกออกแบบให้เป็นวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ผลิตสัญญาณพัลซ์ ที่ถูกหน่วงเวลาออกมาที่ขา 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาไบอัสให้ Q10 นำกระแส โดยจะผลิตสัญญาณพัลซ์ที่ขอบขาลงเป็นสัญญาณอินพุตป้อนให้ขา 23 ของ IC26 ทำให้ส่งสัญญาณเสียงที่ถูกบันทึกไว้ส่งออกที่ขา 14 ผ่านขา C ที่ต่อเข้ากับขา NO ของรีเลย์ RY2 ผ่านเข้าสู่ขดลวดเซคันเดอรีของ T1 เพื่อส่งสัญญาณเสียงออกสู่คู่สายโทรศัพท์ ขณะที่ IC26 ทำงาน ถ้ามีสัญญาณที่เกิดจากการกดปุ่ม DTMF เข้ามาทำให้ขา STD ของ IC18 สัญญาณลอจิกเป็น 1 มาไบอัสให้ Q9 นำกระแสโดยจะไปรีเซ็ท IC25 ที่ขา 4 ทำให้สัญญาณที่ขา 3 ของ IC25 เปลี่ยนสถานะลอจิก จาก 1 มาเป็น 0 ส่งผลให้ Q10 หยุดนำกระแส สัญญาณที่ส่งเข้าขา 23 ของ IC26 จะเป็นลอจิก 1 ทำให้ IC26 หยุดการส่งสัญญาณเสียงออกไป

การออกแบบ

การออกแบบวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC25 หน่วงเวลา โดยช่วงเวลาในการหน่วงถูกกำหนดโดย R43 และ C44 ซึ่งสูตรในการคำนวณหาค่า R43 และ C44 สามารถหาได้จากสูตรดังต่อไปนี้คือ

$$T = 1.1 \times R43 \times C44$$

โดยกำหนดให้ $R43 = 100\ k\Omega$

และ $C44 = 100\ \mu F$

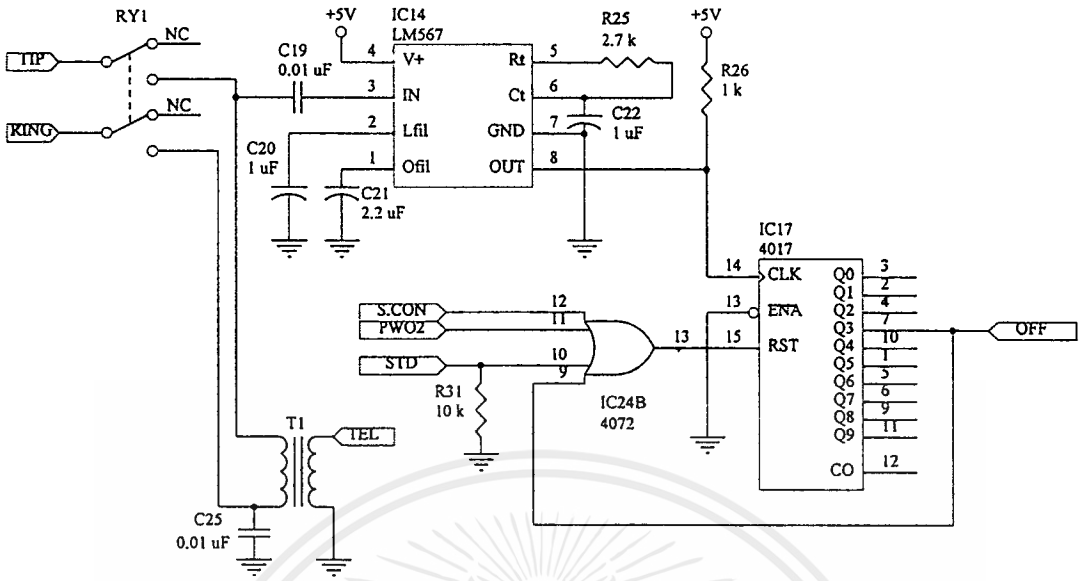
ซึ่งจะได้ค่าเวลา $T = 1.1 \times (100 \times 10^{3}) \times (100 \times 10^{-6})$

$= 11$ วินาที

3.2.4 วงจรวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

วงจรในส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) ที่มีความถี่ 400 Hz โดยใช้อุปกรณ์ถอดรหัสความถี่สัญญาณอินพุตที่เรียกว่า โทนดีโคดเดอร์ (Tone decoder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.5 IC14 เป็นไอซี Tone decoder ซึ่งต่ออยู่กับขา NO ของ RY1 โดยจะตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง ที่ถูกคัปปลิ้งโดย C19 มาเข้าที่ขา 3 ของ IC14 เมื่อมีสัญญาณไม่ว่าง เข้ามาจะทำให้ที่ขา 8 มีสถานะเป็น 0 ส่งไปยัง IC17 ที่ทำหน้าที่นับจำนวนสัญญาณไม่ว่าง ที่เข้ามาซึ่งถูกกำหนดให้นับได้ 3 ครั้ง จากนั้นจะมีสัญญาณพัลซ์ที่เป็นลอจิก 1 ออกจากเอาต์พุตที่ขา 7 เพื่อส่งไปไบอัสที่ Q5 เพื่อให้ Q3 หยุดนำกระแส ทำให้ RY1 และ RY2 กลับสู่สภาวะวางหูโทรศัพท์ สัญญาณอีกส่วนหนึ่งจะส่งเข้าที่ขา 9 ของIC24B เพื่อไปรีเซ็ทการนับของ IC17 ให้กลับสู่สภาวะเริ่มต้น ที่ขา 10 ของ IC24B จะต่อเข้ากับขา STD ของ IC18 เพื่อที่จะไปรีเซ็ทไม่ให้ IC17 ทำงานขณะที่มีการกดปุ่มสัญญาณ DTMF เข้ามา และที่ขา 12 จะถูกต่อเข้ากับขา 3 ของ IC25 เพื่อรีเซ็ท IC17 ขณะที่วงจรตอบรับทางโทรศัพท์ทำงาน

การออกแบบวงจรโทนดีโคดเดอร์

การออกแบบวงจรโทนดีโคดเดอร์จะใช้ IC18 ซึ่งสามารถกำหนดค่าที่ใช้งานได้ตั้งแต่ 0.01 Hz-500 kHz ความถี่กึ่งกลางสามารถคำนวณได้จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f_o = \frac{1.1}{R25 \times C22}$$

กำหนดใช้ความถี่กลาง $f_o = 400$ Hz

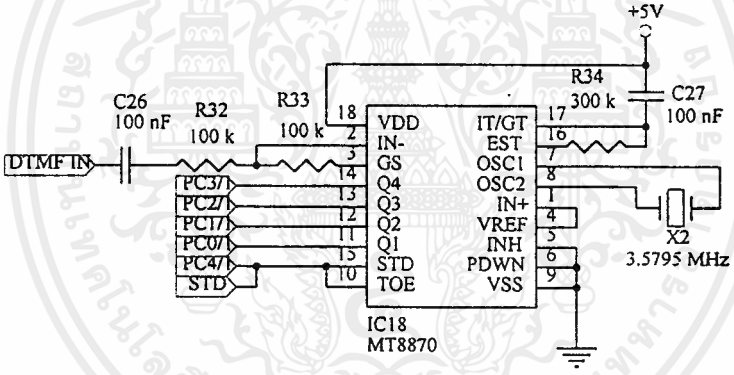
และ $C22 = 1\ \mu F$

ค่าที่ใช้ในวงจร $R25 = \frac{1.1}{400 \times 1 \times 10^{-6}}$

$= 2.7\ k\Omega$

3.2.5 ส่วนถอดรหัสความถี่คู่

วงจรถอดรหัสความถี่คู่ ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาเป็นรหัสไบนารี่ 4 บิท เพื่อส่งเป็นสัญญาณอินพุตให้กับส่วนประมวลผล



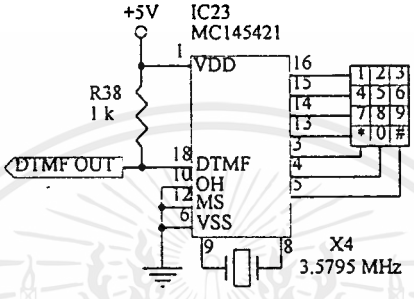
รูปที่ 3.6 วงจร DTMF Decoder

จากรูปที่ 3.6 C26 จะเป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณ DTMF ผ่าน R32 และ R33 ซึ่งอัตราการขยายของวงจรสามารถกำหนดได้โดยความต้านทานทั้งสองตัวนี้ ในโครงงานนี้ใช้อัตราการขยายเท่ากับหนึ่ง โดยอุปกรณ์ที่สำคัญของส่วนนี้คือ IC19 โดยเอาต์พุตที่ได้ออกมาทางขา 11, 12, 13, 14 และที่ขา 15 ซึ่งเป็นขา STD โดยต่อเข้ากับขา TOE ซึ่งขา STD จะมีลอจิก 1 เมื่อมีสัญญาณ DTMF เข้ามาทำให้ขา TOE เป็น 1 ไปด้วย ทำให้ขาเอาต์พุตมีข้อมูลออกพร้อมๆ กัน ถ้าขา STD เป็นลอจิก 0 ขา TOE จะเป็น 0 ด้วย ทำให้ขาเอาต์พุตเกิดสภาวะไฮอิมพีแดนซ์ (High Impedance) ขณะที่ไม่มีสัญญาณ DTMF เข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 ส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์

วงจรส่วนนี้คือวงจรเข้ารหัสที่หน้าปัทม์ของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์นั่นเอง โดยทำหน้าที่เข้ารหัสความถี่ 2 ความถี่รวมกัน ที่ได้จากการกดปุ่มที่หน้าปัทม์



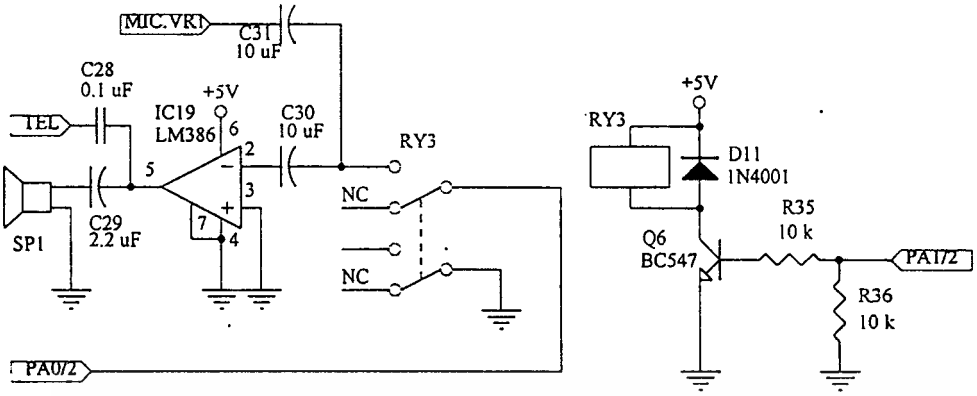
รูปที่ 3.7 วงจรการสั่งงานที่หน้าปัทม์

จากรูปที่ 3.7 เป็นวงจรสั่งงานที่หน้าปัทม์ ซึ่งจะเป็นวงจรจำลองการกดคีย์ DTMF ที่เครื่องโทรศัพท์และเครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือ โดยใช้คีย์กดเข้ารหัสแบบ 4×4 เป็นคีย์อินพุตต่อเข้ากับ IC24 ซึ่งเป็นไอซีเข้ารหัส DTMF โดยใช้คริสตอลความถี่ 3.5795 MHz เป็นอุปกรณ์ผลิตความถี่ สัญญาณ DTMF ที่ได้จากการกดปุ่มจะออกทางขา 18 แล้วผ่านเข้าไปยังส่วนรับสัญญาณอินพุตให้กับวงจรถอดรหัส DTMF

3.2.7 ส่วนแสดงสัญญาณตอบสนอง

จากรูปที่ 3.8 สัญญาณที่ได้จากการต่อพอร์ต PA0/2 และ PA1/2 ของ IC6 จะเป็นสัญญาณตอบสนองและสัญญาณควบคุม โดยสัญญาณควบคุมจะส่งผ่านทางพอร์ต PA1/2 ไปไบอัสให้ Q6 ทำงาน ซึ่งจะทำให้ขา NC ของรีเลย์ RY3 เปลี่ยนสถานะเป็นขา NO ต่อกับขาC ขณะเดียวกันสัญญาณตอบสนองจะถูกส่งผ่านพอร์ต PA0/2 ผ่าน RY3 โดยสัญญาณที่ผ่านออกมาจะถูกนำไปใช้งาน 2 เส้นทางคือ สัญญาณที่ถูกคัปปลิ้งผ่าน C31 เข้าสู่ที่อินพุตไมค์ของเครื่องวิทยุรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือ เพื่อส่งสัญญาณตอบรับไปให้ผู้ควบคุม และอีกส่วนหนึ่งสัญญาณจะถูกคัปปลิ้งโดย C30 ส่งผ่านเข้าสู่ IC20 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรส่งสัญญาณตอบสนอง

ความถี่ก่อนส่งออกลำโพงที่อยู่ภายในตัวเครื่อง และจะมีอีกส่วนหนึ่งส่งออกทางขดลวดเซคันเดอรีของ T1 เพื่อนำสัญญาณออกไปที่คู่สายโทรศัพท์

3.3 ส่วนประมวลผล

ส่วนประมวลผลจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์ ซึ่งจะใช้บอร์ดคอนโทรล Z-80V2 เป็นส่วนประมวลผล โดยมี Z84C00-6 เป็น CPU และใช้โปรแกรมภาษาแอสแซมบลี Z80 เป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงานของวงจร ซึ่งมีโปรแกรมที่สำคัญดังต่อไปนี้

3.3.1 โปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่าน

เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจรถอดรหัส DTMF ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสั่งงานโดยกดปุ่ม DTMF เป็นรหัสตัวเลข 5 ตัว โปรแกรมจะนำรหัสที่ป้อนเข้ามาเปรียบเทียบกับรหัสเดิมที่มีอยู่ เพื่อเข้าสู่การทำงานขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 โปรแกรมควบคุมการแสดงสถานะ

เป็นส่วนที่จะนำข้อมูลของแต่ละช่องที่ถูกใช้งานอยู่ก่อนที่จะมีการเปิดใช้เครื่องหรือหลังจากเครื่องหยุดการทำงานชั่วคราว (เนื่องจากไฟฟ้าดับ) ซึ่งส่วนประมวลผลจะส่งสัญญาณไปในแต่ละช่องก่อนการใช้งาน

3.3.3 โปรแกรมตรวจสอบปุ่มกด

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบการกดปุ่ม DTMF เพื่อเลือกขั้นตอนการทำงาน ซึ่งมีโปรแกรมย่อย 4 ส่วนได้แก่

1. โปรแกรมเปิด-ปิดช่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

โปรแกรมในส่วนนี้จะรอรับรหัสสั่งงานจากการกดปุ่ม DTMF ซึ่งเป็นรหัสตัวเลข 2 หลัก เพื่อทำการเปิดหรือปิดช่องนั้นๆ (แม้จะมีการตั้งเวลาปิดไว้ก็ตาม) เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

2. โปรแกรมตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

โปรแกรมส่วนนี้จะทำหน้าที่ตั้งเวลา ซึ่งจะรับคำสั่งจากการกดปุ่ม DTMF เป็นรหัสตัวเลข 2 หลัก เพื่อเลือกเวลาการตั้งปิด โดยเวลาที่สามารถเลือกได้คือ 30, 60, 90 และ 120 นาที

3. โปรแกรมตรวจสอบสถานะการทำงาน

เป็นส่วนรอรับคำสั่งจากการกดรหัส DTMF ที่ผู้ใช้เครื่องต้องการทราบสถานะการทำงานของช่องต่างๆ โดยโปรแกรมจะส่งสัญญาณตอบสนองออกไปให้ผู้ใช้ได้ทราบ

4. โปรแกรมตรวจสอบการกดปุ่ม DTMF

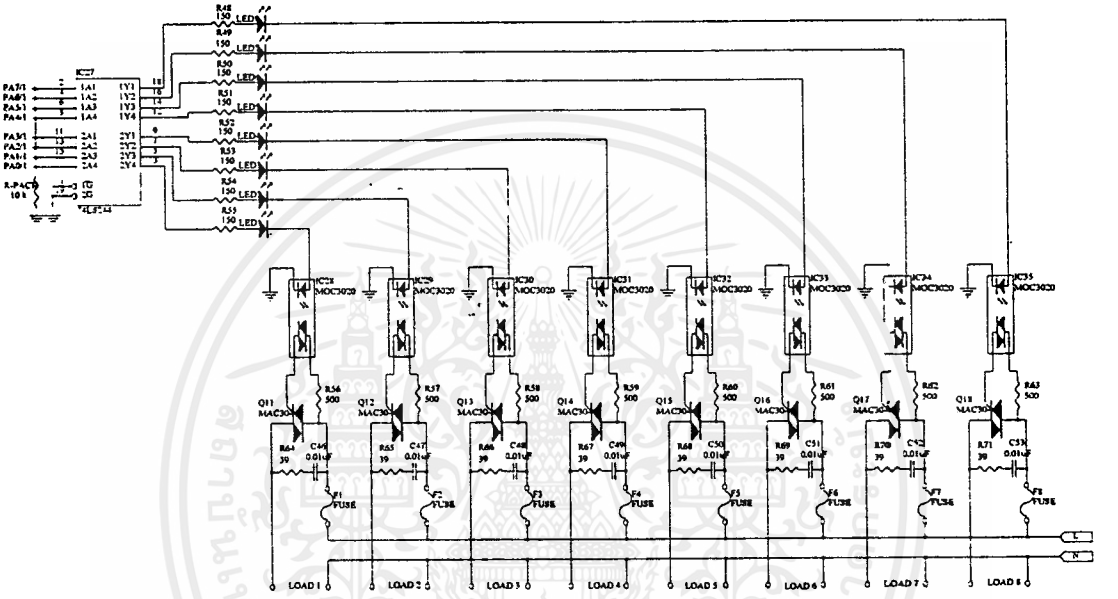
เป็นส่วนที่คอยตรวจสอบการกดปุ่ม DTMF โดยถ้าไม่มีการกดปุ่ม DTMF หลังจากการใช้งานนานกว่าเวลาที่กำหนด โปรแกรมจะกลับไปสู่โปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่านโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

3.4.1 ส่วนแสดงผล

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากส่วนประมวลผลมาควบคุมส่วนแสดงผล เพื่อแสดงผลของช่องที่ถูกใช้งาน



รูปที่ 3.9 วงจรส่วนแสดงผลและส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.9 IC27 ทำหน้าที่เป็นวงจรบัฟเฟอร์โดยได้รับอินพุตจากพอร์ต PA0/1-PA7/1 จากชุดประมวลผล ส่วนเอาต์พุตของ IC27 จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับส่วนแสดงผล คือ LED (Light Emitting Diode) โดยมี R48-R55 ใช้ควบคุมกระแส ซึ่ง LED จะเป็นตัวบอกถึงสถานะการใช้งานของอุปกรณ์ในแต่ละช่องคือ สภาวะที่ LED สว่างหมายถึงการเปิด และสภาวะที่ LED ดับ หมายถึงการปิด ในแต่ละช่องนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

วงจรในส่วนนี้ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อใช้งาน โดยใช้สัญญาณควบคุมจากส่วนประมวลผลมาควบคุมการทำงาน

จากรูปที่ 3.9 จะเห็นว่าวงจรควบคุมไม่สามารถจ่ายกำลังงานให้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยตรง จึงต้องใช้วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่จ่ายกำลังงานให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยการควบคุมจากสัญญาณที่ส่งผ่านออกมาจากส่วนประมวลผลส่งให้ IC27 ซึ่งเป็นวงจรบัฟเฟอร์ที่ทำหน้าที่ขยายกระแสผ่านส่วนแสดงผลมาไบอัสที่ออปโตไดแอค เพื่อที่ต้องการแยกส่วนควบคุมที่เป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งจะได้เอาต์พุตที่เป็นกระแสสลับใช้เป็นสัญญาณกระตุ้นที่ขาเกทของไตรแอค เพื่อให้ไตรแอคทำงานและจ่ายกระแสให้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ขณะที่มีการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำให้เกิดกระแสไหลสูงชั่วขณะ ซึ่งอาจจะทำให้ไตรแอคเสียหายได้จึงต่อความต้านทานค่า 39 Ω และ คาปาซิเตอร์ค่า 0.01 μF ทุกช่องที่ใช้งานเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

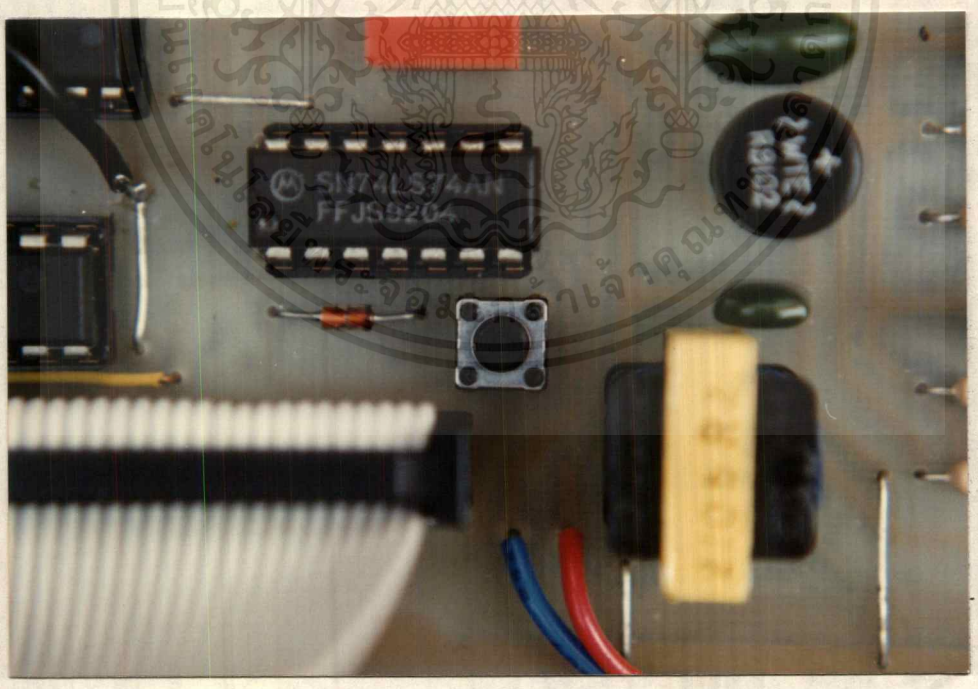
4.1 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

4.1.1 การทดลองใส่ค่ารหัสผ่าน

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำสายนำสัญญาณจากลำโพง และไมโครโฟนของเครื่องวิทยุแบบมือถือที่ทำหน้าที่รับสัญญาณจากเครื่องผู้สั่งงานต่อเข้ากับลำโพง และไมโครโฟนของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยแสดงการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4.2

2. กดปุ่ม DTMF เป็นตัวเลข 5 หลักจากเครื่องวิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงาน (กรณีทราบรหัสผ่านแล้ว) สังเกตการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งของสวิตซ์ S2 บนแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ยกเลิกการทำงานโดยการกดปุ่ม * แล้วทำการทดลองข้อที่ 2 ใหม่ โดยกดตัวเลข 5 หลัก ที่ไม่ใช่รหัสผ่าน สังเกตการเปลี่ยนแปลง

4. ยกเลิกการทำงานโดยกดปุ่ม * แล้วทำการกดสวิตซ์ S2 และให้ใส่ค่ารหัสผ่าน 37031 โดยแสดงตำแหน่งสวิตซ์ S2 ดังรูปที่ 4.1 แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

รูปที่ 4.2 การเชื่อมต่อวิทยุแบบมือถือเข้ากับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ผลการทดลอง

จากการทดลองถ้ากดปุ่ม DTMF จากเครื่องวิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงานเป็นรหัส 5 ตัว ซึ่งเป็นค่าที่ถูกต้อง ผู้สั่งงานจะได้ยินเสียงตอบรับดังปี๊ปๆ ที่วิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงาน แต่ถ้ารหัสผ่านไม่ถูกต้องจะไม่มีเสียงตอบกลับมายังวิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงาน ในกรณีที่ผู้สั่งงานลืมค่ารหัสผ่านจะสามารถนำค่ารหัสผ่านที่ตั้งไว้ในโปรแกรมมาใช้ได้ ดังการทดลองข้อที่ 4 ซึ่งจะมีผลการทดลองเหมือนกับข้อที่ 2 โดยรหัสผ่านที่ตั้งไว้ในโปรแกรม คือ 37031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดลองเปลี่ยนรหัสผ่าน

ขั้นตอนการทดลอง

1. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องที่เครื่องวิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงาน
2. กดตัวเลข 1 หลังจากได้ยินเสียงปี๊ปๆ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. กดตัวเลข 5 หลัก จากเครื่องวิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงาน แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. ทำการทดลองตามข้อที่ 3 โดยต้องกดตัวเลขที่เหมือนกับตัวเลขในข้อที่ 3 แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. กดปุ่ม * เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ โดยเริ่มทดลองตั้งแต่ข้อ 1-4 อีกครั้ง โดยในการกดตัวเลขในข้อที่ 4 ต้องกดไม่เหมือนกับตัวเลขในข้อที่ 3 แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

ผลการทดลอง

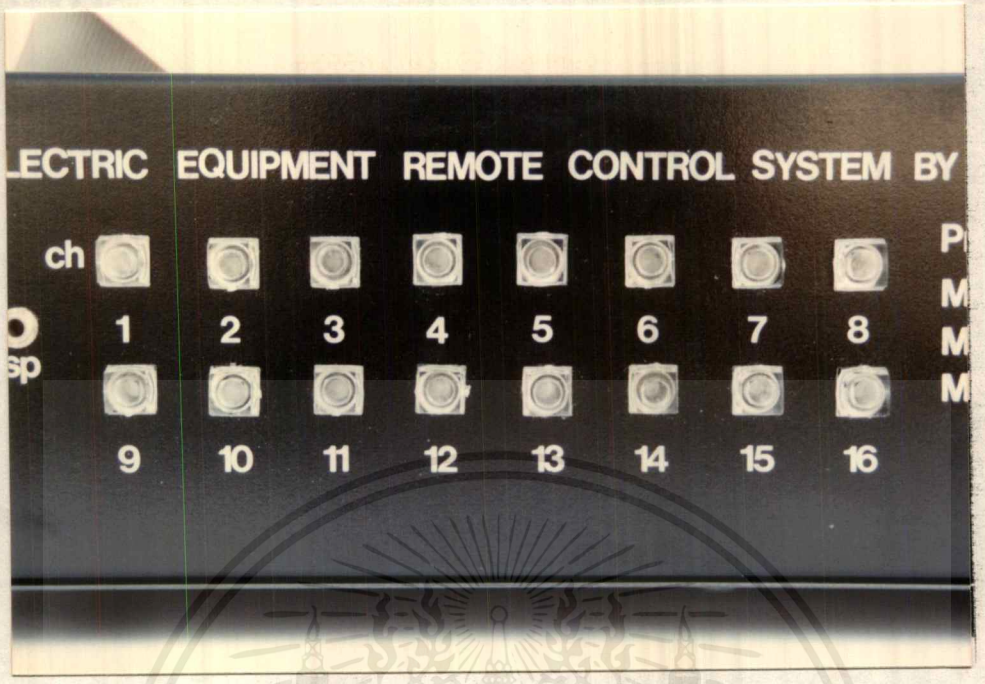
เมื่อกดตัวเลข 1 จากการทดลองในข้อที่ 2 จะเป็นการเลือกคำสั่งการเปลี่ยนรหัสผ่าน โดยผู้สั่งงานจะได้ยินเสียงปี๊ปๆ ตอบกลับมา โดยหลังจากได้ยินเสียงตอบรับแล้ว เมื่อกดตัวเลขครบ 5 หลัก ผู้สั่งงานจะได้ยินเสียงปี๊ป ซึ่งบอกให้ทราบว่ารหัสผ่านใหม่ชุดแรกครบแล้ว ให้ผู้สั่งงานกดตัวเลขอีก 5 หลัก เพื่อยืนยันการเปลี่ยนรหัสผ่าน ถ้ากดรหัสที่เหมือนกับครั้งแรกผู้ใช้จะได้ยินเสียงปี๊ปๆ และตามด้วยปี๊ปๆ แสดงว่าได้มีการเปลี่ยนรหัสผ่านเรียบร้อยแล้ว แต่ถ้ากดรหัสไม่เหมือนกับครั้งแรก ผู้ใช้จะได้ยินเสียงปี๊ปยาว และตามด้วยปี๊ปๆ แสดงว่าการเปลี่ยนรหัสผ่านเกิดการผิดพลาด

4.1.3 การทดลองเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ

ขั้นตอนการทดลอง

1. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องที่เครื่องวิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงาน
2. กดตัวเลข 2 หลังจากได้ยินเสียงปี๊ปๆ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. กดเลข 01-#0-01 (ตัวเลข 3 ชุด) แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. กดเลข 01-#0-01 (ตัวเลข 3 ชุด) แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. ทำการทดลองข้อ 3-4 อีกครั้งโดยเปลี่ยนเลข 01 ในตัวเลขชุดแรกเป็น 02 ถึง 16 แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ส่วนแสดงผลดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ส่วนแสดงผลการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ

ผลการทดลอง

เมื่อกดตัวเลข 2 จากการทดลองในข้อที่ 2 จะเป็นการเลือกคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยผู้สั่งงานจะได้ยินเสียงปี๊ปๆ ตอบกลับมา จากนั้นเมื่อกดตัวเลขอีก 6 ตัว ซึ่งแบ่งเป็น 3 ชุด คือ ชุดแรกจะเป็นช่องของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการจะควบคุมโดยมีค่าตั้งแต่ 01-16, ชุดที่สองจะเป็นการเลือกคำสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า และชุดที่สามจะเป็นคำสั่งเปิดหรือปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยตัวเลข 00 หมายถึงการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า และตัวเลข 01 หมายถึงการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า หลังจากกดตัวครบสามชุดแล้ว ผู้สั่งงานจะได้ยินเสียงปี๊ปตอบกลับมาเพื่อแสดงว่าได้รับคำสั่งถูกต้องแล้ว โดยจากการทดลองในข้อที่ 3 จะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 1 ทำงาน และ LED ที่หน้าปัทม์จะติดและหลังจากนั้นเมื่อทำการทดลองในข้อที่ 4 จะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 1 หยุดทำงาน และ LED ที่หน้าปัทม์จะดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การทดลองตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ

ขั้นตอนการทดลอง

1. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องที่เครื่องวิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงาน
2. กดตัวเลข 2 หลังจากได้ยินเสียงปี๊ปๆ
3. กดเลข 01-#1 แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. ทำการทดลองข้อที่ 3 อีกครั้ง โดยเปลี่ยน 01 ซึ่งเป็นตัวเลขของช่องอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เป็นช่องอื่นๆ
5. ทำการทดลองข้อที่ 3-4 อีกครั้งโดยเปลี่ยน #1 เป็น #2, #3 และ #4 แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองในข้อที่ 3 พบว่า LED ในช่องที่ 1 จะติดและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับช่องที่ 1 จะทำงาน และหลังจากนั้น 30 นาที อุปกรณ์ไฟฟ้าช่องที่ 1 และ LED ในช่องที่ 1 จะหยุดทำงาน ถ้าเปลี่ยนตัวเลขเป็นช่องต่างๆ จะได้ผลเหมือนกัน และถ้าเปลี่ยน #1 เป็น #2, #3 และ #4 พบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำงานนานขึ้นคือเปลี่ยนเป็น 60, 90 และ 120 นาที ตามลำดับ

4.1.5 การทดลองตรวจสอบสภาวะอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ

ขั้นตอนการทดลอง

1. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องที่เครื่องวิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงาน
2. กดตัวเลข 2 หลังจากได้ยินเสียงปี๊ปๆ
3. กดเลข 01-#0-01 เพื่อเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 1
4. กดเลข 01-** หลังจากได้ยินเสียงปี๊ป แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. กดเลข 01-#0-00 เพื่อปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 1
6. ทำการทดลองข้อที่ 4 อีกครั้ง แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 1 ทำงาน แล้วทำการกดเลข 01-** เพื่อตรวจสอบสถานะจะได้ยินเสียงปี๊ปตอบกลับมา แสดงว่าอุปกรณ์ในช่องที่ 1 ทำงานอยู่ โดยข้อมูลชุดแรกคือช่องที่ต้องการตรวจสอบสภาวะ และข้อมูลชุดที่สองคือคำสั่งตรวจสอบสภาวะ เมื่อทำการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 1 แล้วกดเลข 01-** จะได้ยินเสียงปี๊ปยาว แสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 1 ไม่ได้ทำงานอยู่

4.1.6 การทดลองเก็บค่าสภาวะอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องต่างๆ

ขั้นตอนการทดลอง

1. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องที่เครื่องวิทยุแบบมือถือของผู้สั่งงาน
2. กดตัวเลข 2 หลังจากได้ยินเสียงปี๊ปๆ
3. กดเลข 01-#0-01 เพื่อเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 1
4. กดเลข 03-#1 เพื่อตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 3 เป็นเวลา 30 นาที
5. กดเลข 05-#2 เพื่อตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 5 เป็นเวลา 60 นาที
6. หลังจากนั้น 10 นาที ให้ปิดระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
7. ทำการเปิดระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลง

หมายเหตุ ก่อนการทดลองนี้ต้องทำให้อุปกรณ์ในช่องต่างๆ ไม่มีการทำงานจึงจะเห็นผลการทดลองได้ชัดเจน

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อเปิดระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ในช่องที่ 1, 3 และ 5 จะทำงานและหลังจากนั้นจะมีเสียงปี๊ปๆ ดังขึ้นแสดงว่าระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อมที่จะทำงาน และหลังจากนั้นอีก 20 นาที อุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 3 จะหยุดทำงาน และหลังจากนั้นอีก 30 นาที อุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 5 จะหยุดทำงาน แสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 3 จะทำงานต่ออีก 20 นาที และอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่ 5 จะทำงานต่ออีก 50 นาทีหลังจากมีการเปิดระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งถูกต้องตามที่ตั้งเวลาไว้จากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

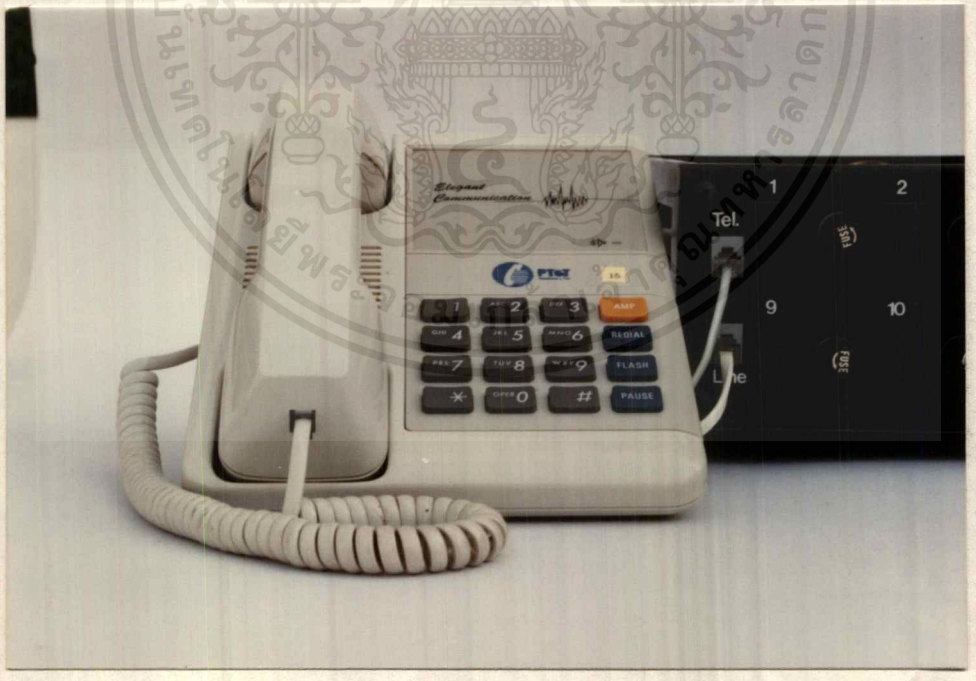
4.2 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยโทรศัพท์

การใช้โทรศัพท์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำงานได้ทุกอย่างเหมือนกับการใช้เครื่องวิทยุแบบมือถือ ดังนั้นจึงไม่ขอกล่าวถึงอีก แต่จะกล่าวถึงขั้นตอนการทดลองในการเริ่มต้นใช้โทรศัพท์ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.2.1 การทดลองใช้โทรศัพท์ติดต่อกับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

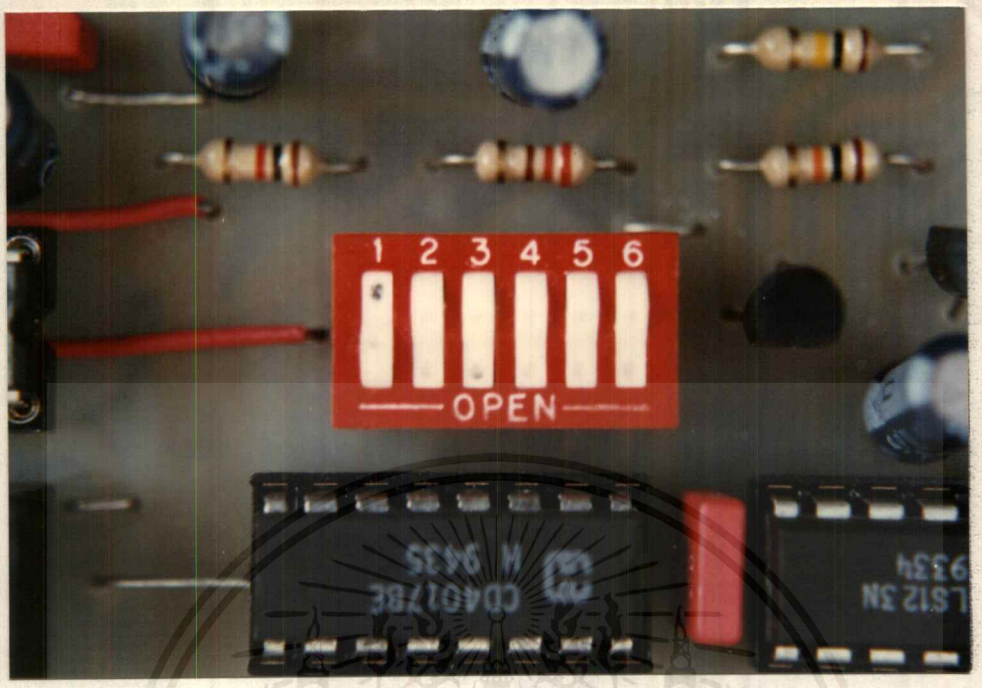
ขั้นตอนการทดลอง

1. นำคู่สายโทรศัพท์ที่ใช้ทดลองมาต่อเข้ากับส่วนรับคู่สายของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยแสดงการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4.4
2. นำเครื่องโทรศัพท์มาต่อพ่วงเข้ากับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
3. ตั้งดิพสวิตซ์ให้อยู่ที่ตำแหน่ง 1 ดังรูปที่ 4.5

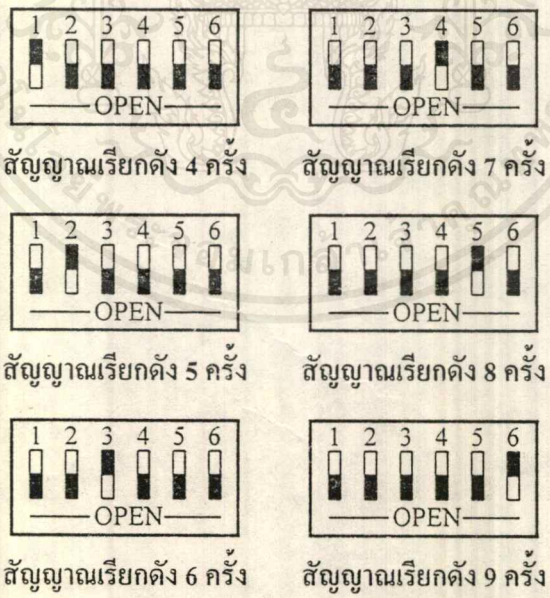


รูปที่ 4.4 การเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์เข้ากับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ตำแหน่งของดิพสวิตซ์บนแผ่นวงจรพิมพ์



รูปที่ 4.6 การตั้งดิพสวิตซ์ที่ตำแหน่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เรียกเข้ามายังหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ทดลองจากเครื่องโทรศัพท์ต่างหมายเลขกัน แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

5. วางหูโทรศัพท์ แล้วตั้งดิพสวิตซ์ให้อยู่ที่ตำแหน่ง 2 ถึง 6 ดังรูปที่ 4.6 แล้วทำการทดลองข้อ 4 อีกครั้ง

ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อตั้งดิพสวิตซ์ให้อยู่ที่ตำแหน่ง 1 จะได้ยินสัญญาณตอบกลับ 4 ครั้ง จากนั้นระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจะส่งสัญญาณเสียงกลับมาว่า "สวัสดีค่ะ ขณะนี้ท่านได้เข้าสู่ระบบสั่งงานควบคุมทางโทรศัพท์แล้วค่ะ" ถ้าตั้งดิพสวิตซ์ให้อยู่ที่ตำแหน่ง 2 จะได้ยินสัญญาณตอบกลับ 5 ครั้ง ซึ่งแสดงว่าเป็นการให้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าติดต่อกับโทรศัพท์ได้ช้าหรือเร็วนั่นเองโดยปรับได้ที่ดิพสวิตซ์ ซึ่งจะเลือกได้ตั้งแต่ 4-9 ครั้ง หลังจากนั้นจะเป็นการยกหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ

4.2.2 การทดลองใช้โทรศัพท์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าร่วมกับวิทยุแบบมือถือ

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำคู่สายโทรศัพท์ที่ใช้ทดลองมาต่อเข้ากับส่วนรับคู่สายของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

2. นำสายนำสัญญาณจากลำโพง และไมโครโฟนของเครื่องวิทยุแบบมือถือที่ทำหน้าที่รับสัญญาณจากเครื่องผู้สั่งงานต่อเข้ากับลำโพง และไมโครโฟนของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยแสดงการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4.7

3. เรียกเข้ามายังหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ทดลองจากเครื่องโทรศัพท์ต่างหมายเลขกัน แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

4. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องจากเครื่องโทรศัพท์ของผู้สั่งงาน สังเกตการเปลี่ยนแปลง

5. กดปุ่ม * ที่เครื่องโทรศัพท์ แล้วทำการทดลองข้อที่ 4 อีกครั้ง แต่ใช้เครื่องวิทยุแบบมือถือ สังเกตการเปลี่ยนแปลง

6. วางหูโทรศัพท์แล้วรอเวลา 10 วินาที จากนั้นทำการกดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องจากเครื่องวิทยุแบบมือถือ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

7. ทำการทดลองข้อที่ 3 อีกครั้ง แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 การใช้โทรศัพท์และวิทยุแบบมือถือต่อกับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ผลการทดลอง

จากการทดลองในข้อที่ 3 จะได้สัญญาณตอบกลับมาว่า “สวัสดีค่ะ ขณะนี้ท่านได้เข้าสู่ระบบสั่งงานควบคุมทางโทรศัพท์แล้วค่ะ” และเมื่อมีการกดรหัสผ่านที่ถูกต้องจะได้ยินเสียงปี๊ปๆ ตอบกลับมา แต่เมื่อใช้เครื่องวิทยุแบบมือถือกดรหัสผ่านที่ถูกต้องจะไม่มีสัญญาณตอบกลับมา แสดงว่าระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ต่ออยู่กับเครื่องโทรศัพท์จึงไม่สามารถสั่งงานผ่านทางเครื่องวิทยุแบบมือถือได้ หลังจากวางหูโทรศัพท์แล้วและรอเวลา 10 วินาที เพื่อเป็นการเริ่มต้นการทำงานโดยอัตโนมัติ จากการทดลองข้อที่ 6 พบว่ามีเสียงปี๊ปๆ ตอบกลับมาทางวิทยุแบบมือถือ และเมื่อเรียกเข้ามายังหมายเลขที่ต่อกับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าพบว่าจะไม่มีการรับโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ ทำให้ได้ยินแต่สัญญาณตอบกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์

การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้ส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์จะสั่งงานเหมือนกับการใช้งานที่เครื่องวิทยุแบบมือถือและเครื่องโทรศัพท์ โดยมีไว้เพื่อทำให้เกิดความสะดวกสบายกับผู้ใช้งานขณะที่ไม่ได้ออกไปภายนอกอาคารหรืออยู่ใกล้กับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.4 การทดสอบการใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้วิทยุแบบมือถือ

1. ทำการเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับเครื่องวิทยุแบบมือถือ โดยติดตั้งที่ ชั้น 3 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

2. ทดลองใช้เครื่องวิทยุแบบมือถือยี่ห้อ KENWOOD รุ่น TH-28E ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้สายอากาศแบบ $\lambda/4$ (สายอากาศแบบเสายาง)

3. ทำการควบคุมการสั่งงานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยสั่งให้ปิด-เปิด และตรวจสอบสถานะของแต่ละช่อง

4. เริ่มทำการทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าตามจุดต่าง ๆดังนี้

จุดที่ 1 โรงอาหาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม (ระยะทาง 100 เมตร)

จุดที่ 2 โรงอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ (ระยะทาง 300 เมตร)

จุดที่ 3 ตึก 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ระยะทาง 600 เมตร)

จุดที่ 4 สวนลาดกระบัง (ระยะทาง 1 กิโลเมตร)

จุดที่ 5 ปั๊มน้ำมัน ปตท. หัวตะเข้ (ระยะทาง 3 กิโลเมตร)

5. สั่งงานควบคุมระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ตามตาราง ที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดสอบใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ครั้งที่	คำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	ครั้งที่	คำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
1	เปิดช่องที่ 1	6	เปิดช่องที่ 15
2	เปิดช่องที่ 2	7	ปิดช่องที่ 1
3	เปิดช่องที่ 8	8	ปิดช่องที่ 10
4	เปิดช่องที่ 10	9	ตรวจสอบสถานะช่องที่ 8
5	เปิดช่องที่ 12	10	ตรวจสอบสถานะช่องที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.บันทึกผลการทดสอบที่ได้ของแต่ละจุด

ผลการทดสอบ

การทดสอบระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจะเริ่มจากจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 5 โดยผลของการสั่งงานในจุดที่ 1, 2, 3 และ จุดที่ 4แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจุดที่ 1, 2, 3 และ 4

ครั้งที่	คำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	ผลการทดสอบ
1	เปิดช่องที่ 1	ควบคุมได้
2	เปิดช่องที่ 2	ควบคุมได้
3	เปิดช่องที่ 8	ควบคุมได้
4	เปิดช่องที่ 10	ควบคุมได้
5	เปิดช่องที่ 12	ควบคุมได้
6	เปิดช่องที่ 15	ควบคุมได้
7	ปิดช่องที่ 1	ควบคุมได้
8	ปิดช่องที่ 10	ควบคุมได้
9	ตรวจสอบสถานะช่องที่ 8	ควบคุมได้
10	ตรวจสอบสถานะช่องที่ 10	ควบคุมได้

ผลจากการทดสอบระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจากจุดที่ 1 (ระยะทาง 100 เมตร) ถึงจุดที่ 4 (ระยะทาง 1 กิโลเมตร) ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ตามที่ควบคุมสั่งงาน โดยไม่มีความคลาดเคลื่อนในการทำงาน แต่ในการสั่งงาน ณ จุดที่ 5 ผลที่ได้คือระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ามีความคลาดเคลื่อนในการทำงานเพียง 10% โดยแสดงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจุดที่ 5

ครั้งที่	คำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	ผลการทดสอบ
1	เปิดช่องที่ 1	ควบคุมได้
2	เปิดช่องที่ 2	ควบคุมได้
3	เปิดช่องที่ 8	ควบคุมได้
4	เปิดช่องที่ 10	ควบคุมได้
5	เปิดช่องที่ 12	ควบคุมไม่ได้
6	เปิดช่องที่ 15	ควบคุมได้
7	ปิดช่องที่ 1	ควบคุมได้
8	ปิดช่องที่ 10	ควบคุมได้
9	ตรวจสอบสถานะช่องที่ 8	ควบคุมได้
10	ตรวจสอบสถานะช่องที่ 10	ควบคุมได้

สรุปผลการทดสอบ

การกดปุ่มสั่งงานโดยเครื่องวิทยุแบบมือถือจะมีผลต่อการสั่งงานควบคุม ทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสูงของอาคาร หรือสิ่งก่อสร้างในบริเวณพื้นที่ใช้งาน และขึ้นอยู่กับระยะทางในการควบคุมรวมไปถึงชนิดของสายอากาศที่ใช้ร่วมกับเครื่องวิทยุแบบมือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

5.1 บทสรุป

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์ เป็นการนำเอาเครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือและโทรศัพท์ที่เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในงานสื่อสารมาก โดยนำเอาสัญญาณ DTMF ที่มีการใช้ประโยชน์น้อยมากมาเป็นสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านหรืออาคารต่างๆ ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถสั่งงานที่ตัวเครื่องและสั่งงานจากภายนอกได้ ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งาน

ส่วนที่สำคัญของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า คือ ส่วนประมวลผล ซึ่งในส่วนนี้จะใช้บอร์ดคอนโทรล Z80-V2 และภาษาแอสแซมบลี Z80 เป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ามีความสามารถหลายอย่างที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้คือ ผู้ใช้สามารถตั้งรหัสผ่านเพื่อป้องกันการใช้งานร่วมกับผู้อื่น, สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 16 ช่อง, สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของแต่ละช่องได้, สามารถตั้งเวลาในการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละช่องด้วยเวลาสูงสุด 120 นาที และสามารถเก็บคำสั่งการสั่งงานของแต่ละช่องไว้เมื่อเกิดแรงดันไฟฟ้าขัดข้อง เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ต่อเนื่องเมื่อแรงดันไฟฟ้าเป็นปกติ การสั่งงานจะถูกควบคุมจากเครื่องมือสื่อสารเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้นไม่สามารถที่จะสั่งงานได้พร้อมๆ กัน

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน

จากผลการทดลองการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์ ผลปรากฏว่าระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ แต่จากการทดลองทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้คือ

1. การใช้เครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือสั่งงาน จะใช้ได้เฉพาะรุ่นที่สามารถส่งสัญญาณ DTMF ออกอากาศได้ และต้องเป็นเครื่องที่ถูกต้องตามที่กรมไปรษณีย์โทรเลขกำหนดไว้ โดยทั่วไปเครื่องประเภทนี้จะใช้ในหน่วยราชการเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เนื่องจากการออกแบบการต่อใช้งานโดยทั่วไปสามารถต่อเข้ากับช่องเสียบไมค์และลำโพงได้เกือบทุกรุ่นยกเว้นเครื่องวิทยุสื่อสารยี่ห้อ KENWOOD ซึ่งขนาด และลักษณะการควบคุมของช่องเสียบไมค์และลำโพงจะไม่เหมือนกับเครื่องวิทยุสื่อสารทั่วๆ ไป จึงต้องออกแบบเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้งานได้

3. การตรวจจับสัญญาณไม่ว่างซึ่งมีความถี่ 400 Hz ในการออกแบบทางฮาร์ดแวร์จะยุ่งยากมากเพื่อแก้ไขปัญหาสัญญาณที่มีความถี่ใกล้เคียงกับสัญญาณไม่ว่าง เพราะสัญญาณในส่วนนี้จะสร้างปัญหาให้วงจรเกิดการทำงานที่ผิดพลาด

5.3 แนวทางแก้ไขและพัฒนา

1. ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์ สามารถพัฒนาด้านซอฟต์แวร์เพื่อทำให้ส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์มีขนาดที่เล็กลงและเพิ่มการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์ สามารถที่จะเพิ่มจำนวนช่องในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มากขึ้น โดยแยกส่วนควบคุมกับชุดที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าออกจากกันได้

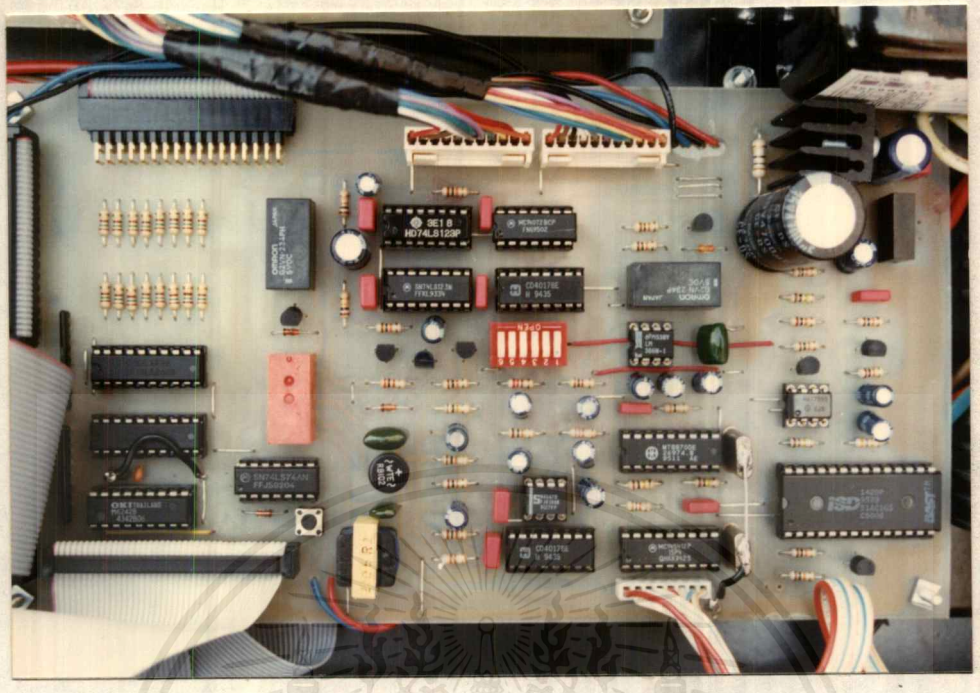
3. ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์ สามารถพัฒนาใช้ร่วมกับการส่งข่าวสาร โดยให้เครื่องวิทยุรับ-ส่งแบบมือถือสามารถติดต่อกับโทรศัพท์ได้, สามารถที่จะบันทึกข้อความและส่งข้อความที่บันทึกไว้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

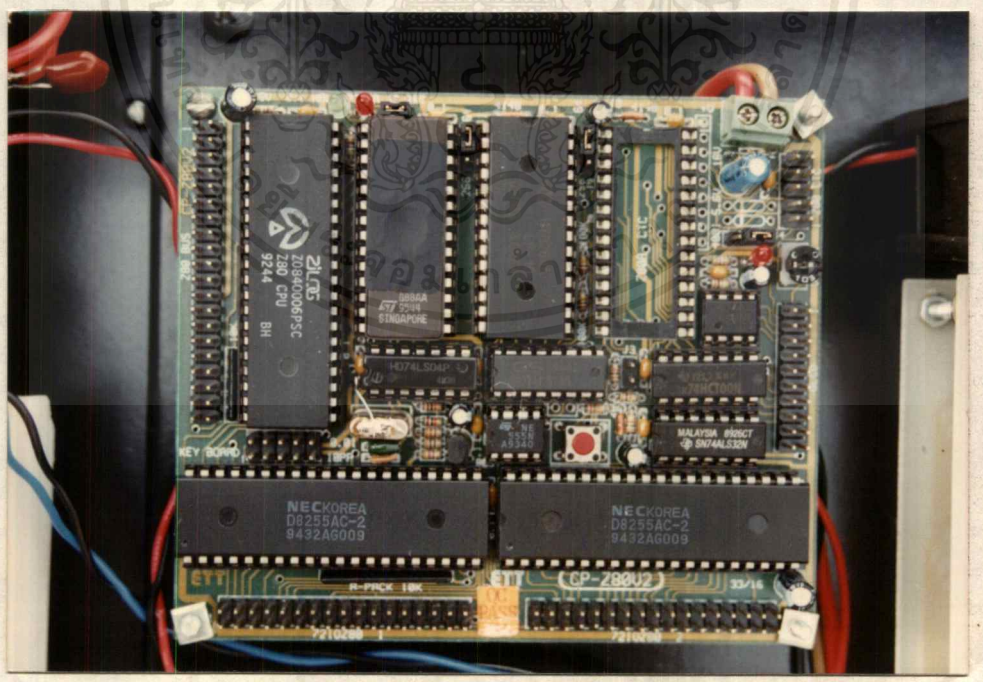
ภาคผนวก ก

ส่วนประกอบของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

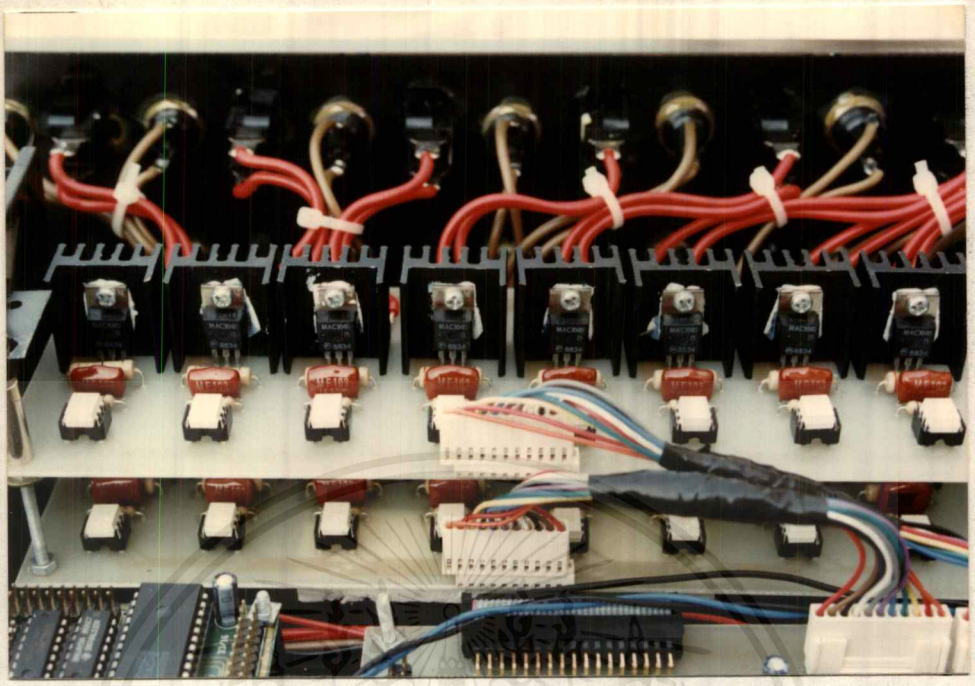


รูปที่ 1 ชุดเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุต

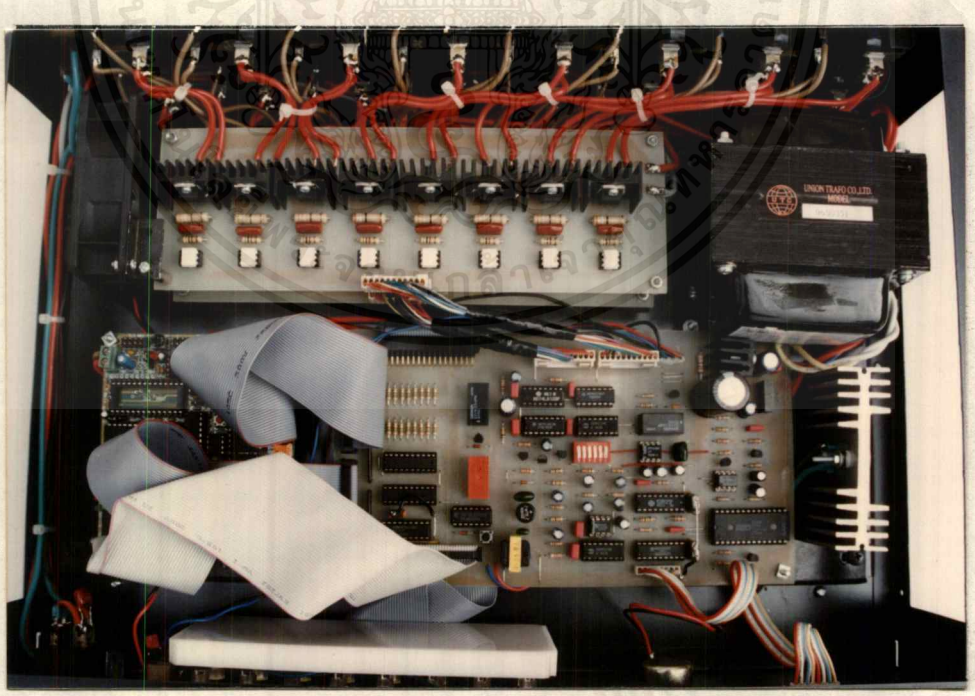


รูปที่ 2 ชุดประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

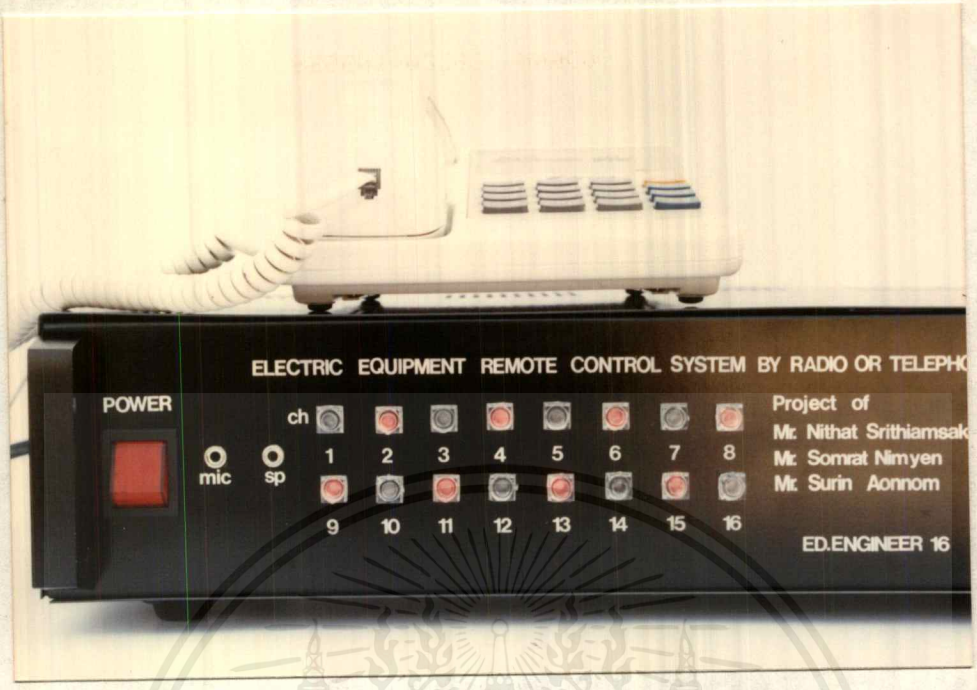


รูปที่ 3 ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

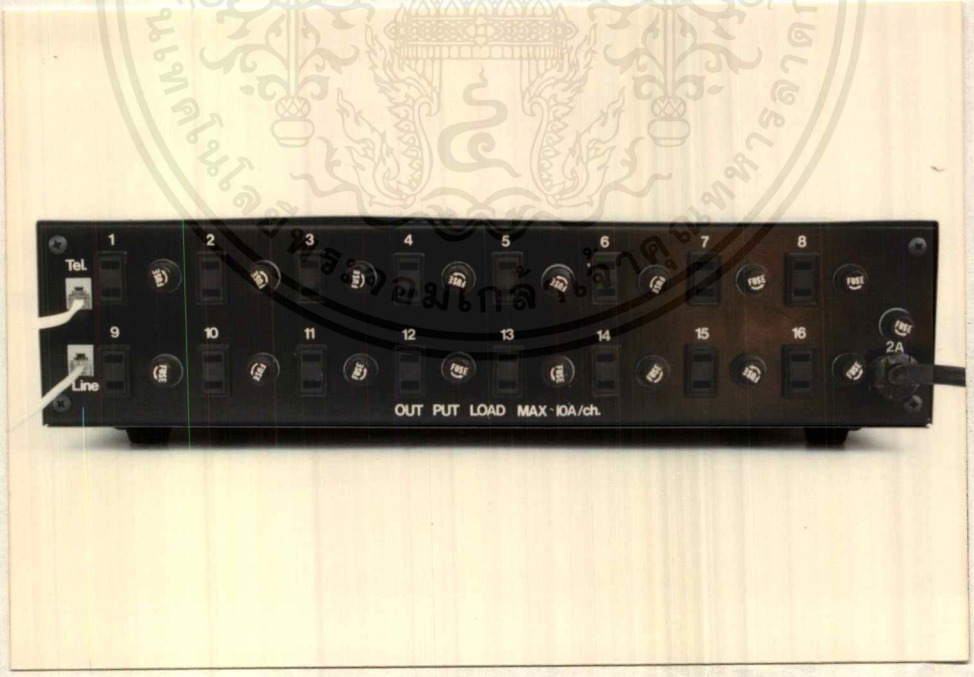


รูปที่ 4 การจัดวางอุปกรณ์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 ส่วนด้านหน้าของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 6 ส่วนด้านหลังของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือ

การใช้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้เครื่องวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์

การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถควบคุมได้ 3 แบบคือ การควบคุมโดยใช้วิทยุแบบมือถือ, การควบคุมโดยใช้โทรศัพท์ และการควบคุมที่หน้าปัทม์ของตัวเครื่อง

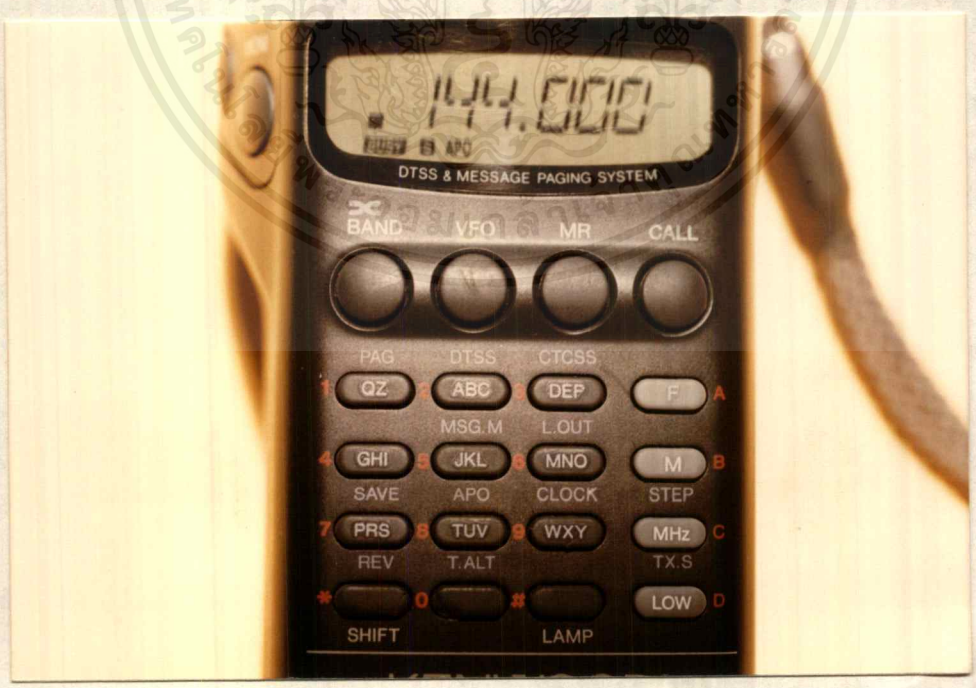
1. การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้วิทยุแบบมือถือ

ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้วิทยุแบบมือถือที่สามารถส่งรหัสความถี่คู่ออกอากาศได้ และจะต้องมีเครื่องรับที่ใช้ความถี่ตรงกัน จึงจะสามารถรับ-ส่งกับเครื่องวิทยุแบบมือถือของผู้ใช้ได้

1.1 การติดตั้งวิทยุแบบมือถือเข้ากับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

การติดตั้งสามารถทำได้โดยการต่อสายสัญญาณไมโครโฟนและลำโพงของวิทยุแบบมือถือตัวรับเข้าที่จุดต่อไมโครโฟนและลำโพงของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และทำการปรับความถี่ของวิทยุแบบมือถือตัวรับให้ตรงกับความถี่ของวิทยุแบบมือถือตัวส่ง

1.2 การส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 1 ปุ่มกดใช้งานบนหน้าปัทม์วิทยุแบบมือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม PTT (Push To Talk) แล้วกดตัวเลขที่หน้าปัทม์ของวิทยุแบบมือถือตัวส่ง ดังรูปที่ 1 จากนั้น ผู้ใช้ปล่อยปุ่ม PTT เพื่อรอฟังสัญญาณตอบรับที่ดังออกมาจากลำโพง แล้วจึงกดปุ่ม PTT เพื่อส่งสัญญาณไปควบคุม

2. การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้โทรศัพท์

ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้โทรศัพท์ที่สามารถส่งรหัสความถี่คู่ ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งโทรศัพท์มือถือ และโทรศัพท์แบบทั่วๆ ไป

2.1 การติดตั้งโทรศัพท์เข้ากับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

การติดตั้งสามารถทำได้โดยการนำคู่สายโทรศัพท์ต่อเข้ากับขั้วต่อ LINE ของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และนำโทรศัพท์ที่ใช้งานตามปกติต่อเข้ากับขั้วต่อ TEL ของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.2 การส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

รูปที่ 2 ปุ่มกดใช้งานบนหน้าปัทม์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการเรียกเข้ามายังเลขหมายที่ต่ออยู่กับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และรอจนกว่าระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ามีการรับโทรศัพท์อัตโนมัติ จากนั้นผู้ใช้จะได้ยินเสียง “สวัสดีค่ะ ขณะนี้ท่านได้เข้าสู่ระบบสั่งงานควบคุมทางโทรศัพท์แล้วค่ะ” เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบว่าสามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางโทรศัพท์ได้แล้ว โดยการกดปุ่มที่หน้าปัทม์ของโทรศัพท์ผู้ใช้ ดังรูปที่ 2

3. การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้แป้นกดที่หน้าปัทม์

ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้แป้นกดที่หน้าปัทม์ ซึ่งเพิ่มความสะดวกต่อการใช้งานเมื่อผู้ใช้อยู่ใกล้กับเครื่องควบคุม โดยไม่ต้องใช้วิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์ควบคุมก็ได้

รูปที่ 3 ปุ่มกดใช้งานที่หน้าปัทม์ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 1 หน้าที่ของปุ่มกดต่างๆ

ปุ่ม	หน้าที่การทำงาน
0-9	ตัวเลขสำหรับกดเป็นรหัสผ่าน
01-16	ช่องของอุปกรณ์ไฟฟ้า
#0	คำสั่งปิด-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า
#1-#4	ตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า (30, 60, 90 และ 120 นาที ตามลำดับ)
**	ตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า
00	คำสั่งปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า
01	คำสั่งเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า
#	กลับสู่คำสั่งการทำงานอื่นๆ
*	ยกเลิกการทำงาน

4.1 การกดรหัสผ่าน

1. กดตัวเลข 5 หลักที่เป็นรหัสผ่านที่ถูกต้อง หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

2. เมื่อมีการกดตัวเลขที่ไม่ถูกต้องจะทำการยกเลิกโดยกด * และหลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

หมายเหตุ หากผู้ใช้ไม่ทราบรหัสผ่าน ให้กดสวิตช์ S2 ภายในตัวเครื่อง แล้วใส่ค่ารหัสผ่าน 37031

4.2 การเปลี่ยนรหัสผ่าน

1. กดรหัสผ่านที่ถูกต้อง หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

2. กด 1 เพื่อเข้าสู่คำสั่งเปลี่ยนรหัสผ่าน หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

3. กดรหัสผ่านชุดใหม่ซึ่งเป็นเลข 5 หลัก หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กดรหัสผ่านชุดใหม่อีกครั้งเพื่อยืนยันการเปลี่ยนรหัสผ่าน ถ้ารหัสผ่านจากข้อ 3 และข้อ 4 เหมือนกัน ผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ป แต่ถ้ารหัสผ่านจากข้อ 3 และข้อ 4 ไม่เหมือนกันผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปยาว

5. กด * เพื่อต้องการออกจากการทำงาน หรือกด # เพื่อต้องการใช้คำสั่งอื่นๆ อีก โดยหลังจากสั่งงานแล้วผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

ตัวอย่าง ต้องการเปลี่ยนรหัสผ่านจาก 37031 เป็น 16959 และออกจากการทำงานทำได้โดย

กด 37031-1-16959-16959-*

4.3 การเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. กดรหัสผ่านที่ถูกต้อง หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

2. กด 2 เพื่อเข้าสู่คำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

3. กดเลขช่องที่ต้องการจะควบคุม

4. กด #0 และตามด้วย 01 หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ป

5. กด * (เมื่อต้องการออกจากการสั่งงานทั้งหมด โดยผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ), กด # (เมื่อต้องการใช้คำสั่งอื่นอีก โดยผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ), ทำตามข้อ 3-4 อีกครั้ง (เมื่อต้องการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องอื่นๆ อีก)

ตัวอย่าง ต้องการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องที่ 9 และออกจากการทำงาน (สมมุติรหัสผ่าน คือ 37031) ทำได้โดย

กด 37031-2-09-#0-01

4.4 การปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. กดรหัสผ่านที่ถูกต้อง หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

2. กด 2 เพื่อเข้าสู่คำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

3. กดเลขช่องที่ต้องการจะควบคุม

4. กด #0 และตามด้วย 00 หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ป

5. กด * (เมื่อต้องการออกจากการสั่งงานทั้งหมด โดยผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ), กด # (เมื่อต้องการใช้คำสั่งอื่นอีก โดยผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ), ทำตามข้อ 3-4 อีกครั้ง (เมื่อต้องการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องอื่นๆ อีก)

ตัวอย่าง ต้องการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องที่ 16 และออกจากการทำงาน (สมมุติรหัสผ่าน คือ 37031) ทำได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กด 37031-2-16-#0-00

4.5 การตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. กดรหัสผ่านที่ถูกต้อง หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

2. กด 2 เพื่อเข้าสู่คำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

3. กดเลขช่องที่ต้องการจะควบคุม

4. กด #1 (เมื่อต้องการตั้งเวลา 30 นาที), #2 (เมื่อต้องการตั้งเวลา 60 นาที) #3 (เมื่อต้องการตั้งเวลา 90 นาที) และ #4 (เมื่อต้องการตั้งเวลา 120 นาที) โดยหลังจากกดแล้วผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ป

5. กด * (เมื่อต้องการออกจากการสั่งงานทั้งหมด โดยผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ), กด # (เมื่อต้องการใช้คำสั่งอื่นอีก โดยผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ), ทำตามข้อ 3-4 อีกครั้ง (เมื่อต้องการตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องอื่นๆ อีก)

ตัวอย่าง ต้องการตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องที่ 15 เป็นเวลา 90 นาที และออกจากการทำงาน (สมมุติรหัสผ่าน คือ 37031) ทำได้โดย

กด 37031-2-15-#3-*

4.6 การตรวจสอบสภาวะอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. กดรหัสผ่านที่ถูกต้อง หลังจากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

2. กด 2 เพื่อเข้าสู่คำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จากนั้นผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ

3. กดเลขช่องที่ต้องการจะตรวจสอบสภาวะ

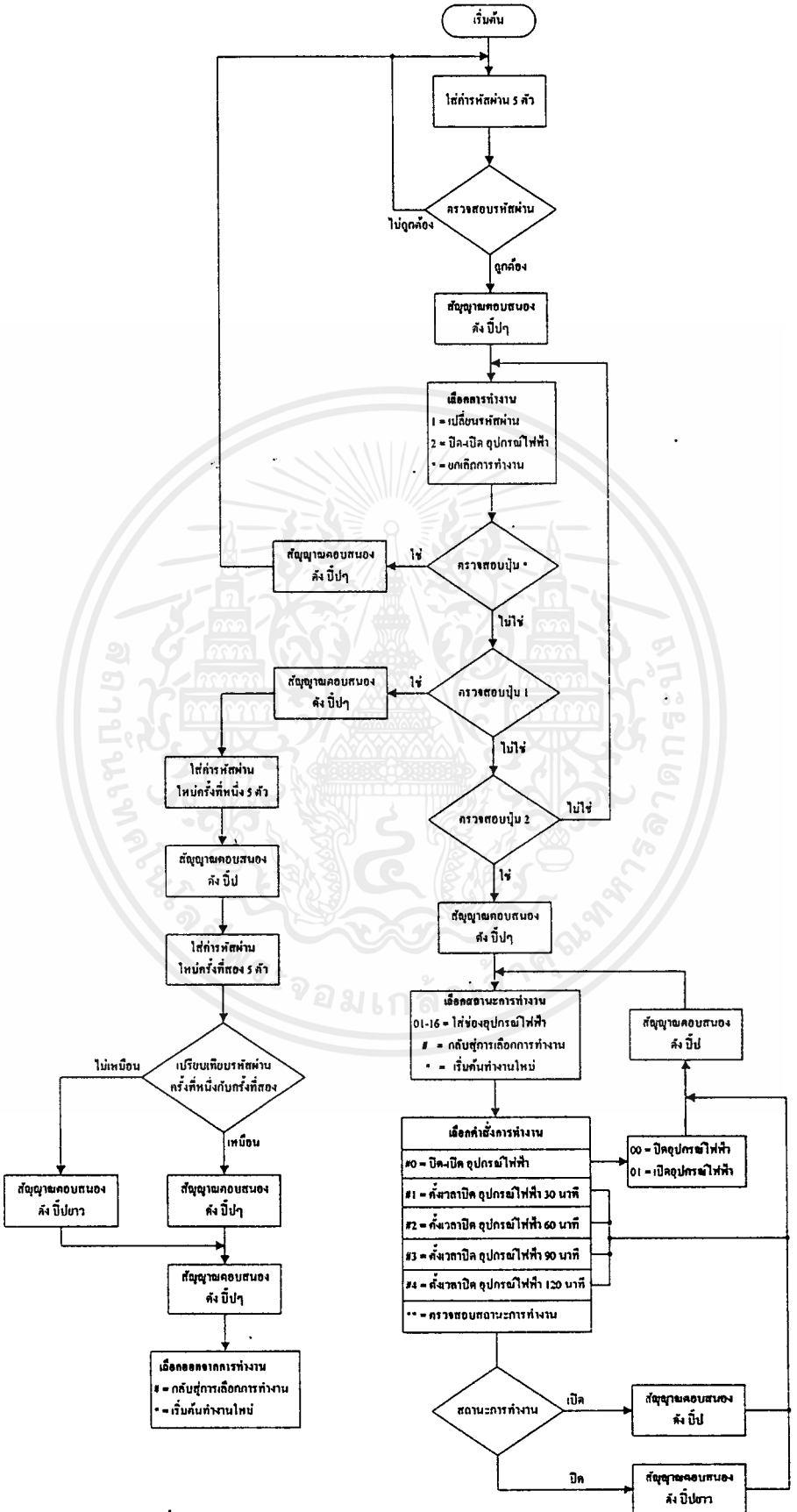
4. กด ** (หากผู้ใช้ได้ยินเสียงปี๊ป แสดงว่าอุปกรณ์ช่องนั้นเปิดอยู่ และถ้าได้ยินเสียงปี๊ปยาว แสดงว่าอุปกรณ์ช่องนั้นปิดอยู่)

5. กด * (เมื่อต้องการออกจากการสั่งงานทั้งหมด โดยผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ), กด # (เมื่อต้องการใช้คำสั่งอื่นอีก โดยผู้ใช้จะได้ยินสัญญาณปี๊ปๆ), ทำตามข้อ 3-4 อีกครั้ง (เมื่อต้องการตรวจสอบสภาวะอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องอื่นๆ อีก)

ตัวอย่าง ต้องการตรวจสอบสภาวะการทำงานของช่องที่ 9 และออกจากการทำงาน (สมมุติรหัสผ่าน คือ 37031) ทำได้โดย

กด 37031-2-09-**-*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



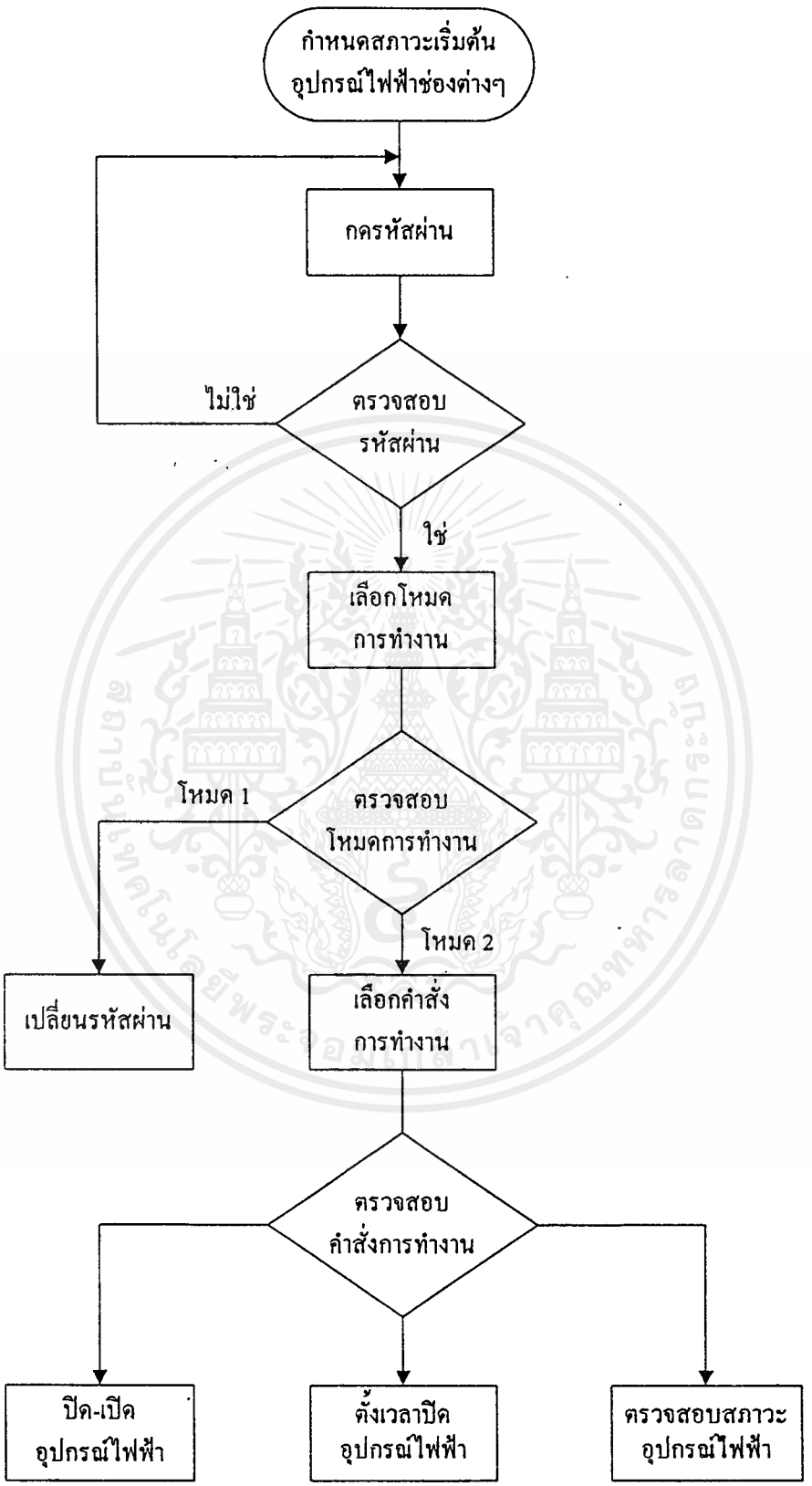
รูปที่ 4 ผังการใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผังและโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ผังของโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************************
;* ELECTRIC EQUIPMENT REMOTE CONTROL SYSTEM BY RADIO OR TELEPHONE *
;*****************************************************************************
        CPU     "Z80.TBL"
        HOF     "INT8"
P_LOAD1:    EQU     30H     ;PORT A (1)
P_LOAD2:    EQU     31H     ;PORT B (1)
P_KEY:      EQU     32H     ;PORT C (1)
P_CTRL1:    EQU     33H
P_BEEP:     EQU     40H     ;PORT A(2)
P_T:        EQU     41H     ;PORT B(2)
P_CTRL2:    EQU     43H
CTRL_W:     EQU     89H     ;A=O/P,B=O/P,C=I/P
GROUP:      EQU     02H     ;GROUP  DATA IN
STATE1:     EQU     00H     ;COUNT UP CHECK CH.
NUM_CH:     EQU     0FH     ;NUMBER CHANEL
NUM_CH1:    EQU     0BH     ;COUNT DOWN NUM CH_1.
NUM_CH2:    EQU     07H     ;COUNT DOWN NUM CH_2.
NUM_PAS:    EQU     05H     ;NUMBER CHA. PASSWORD
MODE_T:     EQU     0BFH    ;COUNT UP CHECK MODE
NUM_MOD:    EQU     06H     ;COUNT DOWN NUM MODE
TIME:       EQU     0AH     ;TIME RETURN RECEIVE PASSWORD (10 S)
;*******************************************
P_RTC:      EQU     10H     ;PORT RTC
STO_RTC:    EQU     03H     ;STOP RTC
STA_RTC:    EQU     04H     ;START RTC
SP_TEMP:    EQU     9AAAH   ;START STACK
;*******************************************
        ORG     0000H
        LD      HL,0H
Z_1:    DEC     HL
        LD      A,L
        OR      H
        JR      NZ,Z_1
        LD      SP,SP_TEMP
;*******************************************
        LD      A,CTRL_W
        OUT     (P_CTRL1),A     ;SET PORT  8255_1
        OUT     (P_CTRL2),A     ;SET PORT  8255_2
        CALL    O_P_T1          ;DISABLE 4017 COUNT RINGING
        JP      SEQ_1
;
;*******************************************
        ORG     0038H
        JP      P_INT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;               ***********************************************
                ORG     0066H
                LD      BC,NUM_PAS
                LD      DE,BUF_PAS
                LD      HL,DEF_PAS
                LDIR
                RETN
;
;               ***********************
;               *       SEQ           *
;               ***********************
                ORG     0100H
SEQ_1:          LD      A,00000001B
                LD      E,00H           ;CLEAR BUFFER FOR PORT_A
                LD      C,P_LOAD1       ;GIVE REG.C = PORT OUT
                LD      D,02H           ;COUNT NUM_PORT
                LD      HL,ON_OFF       ;INDEX OLD DATA OUT
O_AGAIN3:       LD      B,08H           ;NUM_BIT
O_AGAIN1:       RRC     (HL)            ;ROTATE RIGHT BIT TO CARRY
                JR      C,O_DATA
O_AGAIN4:       DJNZ    O_AGAIN1
                DEC     D
                JR      NZ,O_AGAIN2     ;IF HAVE PORT OUT -->JUMP
                JR      I_NIT           ;JUMP TO PROG. SET INT =1 MM
O_DATA:         PUSH    BC
CH_N:           RRCA
                DJNZ    CH_N
                POP     BC
                OR      E               ;OR OUT CH. WITH DATA BUFFER
                OUT     (C),A
                CALL    DELAY_I         ;DELAY BETWEEN CH.
                LD      E,A             ;PUT DATA OUT TO BUFFER
                LD      A,00000001B
                JR      O_AGAIN4
O_AGAIN2:       LD      E,00H           ;CLEAR BUFFER FOR PORT_B
                INC     HL              ;NEXT DATA  OUT
                INC     C               ;NET P_LOAD2
                JR      O_AGAIN3        ;OUT AGAIN
;
;               *********************************
;               *    SET INTERRUPT = 1 S        *
                *********************************
I_NIT:          LD      A,STO_RTC
                OUT     (P_RTC+0FH),A
                LD      A,04H           ;INT=1S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                OUT     (P_RTC+0EH),A
                LD      A,STA_RTC
                OUT     (P_RTC+0FH),A       ;START RTC
                CALL    O_P_T2              ;ENABLE 4017 COUNT RINGING
                OUT     (STATE1),A
                IM      1
                EI
;               **********************************
;               *  MAIN RECEIVE PASSWORD  *
;               **********************************
CON_PA1:        CALL    DELAY_K
                CALL    BEEP3
CON_PA2:        LD      B,NUM_PAS           ;GIVE B = NUMBER PASSWORD
                LD      HL,TEM_PAS          ;HL = TEMP PASSWORD
CON_1.          CALL    INKEY_P             ;INKEY PASSWORD
                CP      0BH
                JR      Z,CON_PA1
                LD      (HL),A              ;PUT DATA KEY IN TEMP PASS.
                INC     HL
                CALL    DELAY_K
                DJNZ    CON_1
                LD      B,NUM_PAS
                LD      IX,BUF_PAS          ;IX = ADDR PASSWORD
                LD      HL,TEM_PAS
CHE_PA:         LD      A,(HL)
                CP      (IX+0)              ;COMP PASSWORD
                JR      NZ,CON_PA2          ;NOT THATRIGHT GET NEW PAS
                INC     IX
                INC     HL
                DJNZ    CHE_PA
;
;               ****************************************
.               *  RECEIVE INKEY MAIN MENU (1,2,*)  *
;               ****************************************
KEY_MA1:        CALL    DELAY_K
                CALL    BEEP3
KEY_MA2:        CALL    INKEY               ;INKEY COMMAND MENU
                CP      01H                 ;INKEY=1-->CHANGE PASSWORD
                JR      Z,CHA_PASS
                CP      02H                 ;INKEY=2-->PROGRAM LOAD
                JR      Z,LOAD
                CP      0BH                 ;INKEY=*-->MAIN RECEIVE PASS.
                JR      Z,CON_PA1
                JR      KEY_MA2             ;NOT 1,2,* --> NEW INKEY MENU
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;               ******************************************
;               *  RECEIVE INKEY RETURN MENU (#,*)  *
;               ******************************************
KEY_MA3:    CALL    DELAY_K
            CALL    BEEP3
KEY_MA4:    CALL    INKEY
            CP      0BH             ;INKEY=*-->MAIN RECEIVE PASS.
            JR      Z,CON_PA1
            CP      0CH             ;INKEY=#-->MAIN MENU
            JR      Z,KEY_MA1
            JR      KEY_MA4         ;NOT #,* --> NEW INKEY RETURN
;
;               ****************************
;               *  CHANGE PASSWORD  *
;               ****************************
CHA_PASS:   CALL    DELAY_K
            CALL    BEEP3
            LD      HL,N_PAS1       ;HL = NEW PASSWORD_1
            LD      E,GROUP
N_PW:       LD      B,NUM_PAS
CON_2:      CALL    INKEY
            LD      (HL),A
            INC     HL
            CALL    DELAY_K
            DJNZ    CON_2
            DEC     E
            JR      Z,COMP_1        ;Rx NEW PASS = 2 GROUP-->COMP.
            LD      HL,N_PAS2       ;HL = NEW PASSWORD_2
            CALL    BEEP1
            JR      N_PW            ;RX NEW PASSWORD_2
;
;               ***COMPARE NEW PASSWORD***
COMP_1:     LD      B,NUM_PAS
            LD      HL,N_PAS1       ;HL = ADDR N_PASS_1
            LD      IX,N_PAS2       ;IX = ADDR N_PASS_2
COMP_2:     LD      A,(IX+0)
            CP      (HL)
            JR      NZ,ERROR1       ;NOT THATRIGHT --> MAIN MENU
            INC     IX
            INC     HL
            DJNZ    COMP_2
            DEC     HL              ;HL = N_PAS1+4
            LD      DE,BUF_PAS+4    ;DE ADDR OLD PASS. AT CHAR 4
            LD      C,NUM_PAS
            LDDR                    ;(NEW PAS.)-->(OLD PAS.)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    BEEP3
                CALL    DELAY_K
                JR      KEY_MA3         ;THATRIGHT --> MAIN MENU
ERROR1:         CALL    BEEP2
                CALL    DELAY_K
                JP      KEY_MA3         ;JUMP TO RETURN MENU
;
;               ************************************************************
;               *  MAIN RECEIVE KEY (CH & COMMAND MODE TIME)   *
;               ************************************************************
LOAD:           CALL    DELAY_K
                CALL    BEEP3
NEW:            LD      E,STATE1
                LD      HL,BUF_1        ;ADDR DATA INPUT
                LD      D,GROUP         ;SET NUMBER GROUP
NEW_GROUP:      LD      B,02H           ;COUNTER INKEY
NEW_IN:         CALL    INKEY
                CP      0AH             ;CHECK  A=0
                JR      NZ,LOOP1
                LD      A,00H           ;GET A=0H
LOOP1:          LD      (HL),A
                PUSH    HL
                LD      HL,BUF_1
                LD      A,(HL)
                CP      0CH
                JR      NZ,NEX_K1
                POP     HL
                JP      KEY_MA1
NEX_K1:         CP      0BH
                JR      NZ,NEX_K2
                POP     HL
                JP      CON_PA1
NEX_K2:         POP     HL
                INC     HL
                CALL    DELAY_K         ;DELAY IN_KEY
                DJNZ    NEW_IN
                DEC     HL
                LD      A,(HL)
                DEC  HL
                RLBCD                   ;COMMON 2 TO 1
                BIT     0,E             ;CHECK  COMMAND GROUP 3
                JR      Z,IN_1_2
                RET                     ;RETURN TO T_0
IN_1_2:         INC     HL
                DEC     D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                BIT     0,D             ;CHECK DATA GROUP
                JR      Z,G_2
                CALL    CHECK1
                JR      NZ,NEW_GROUP
G_2:            CALL    CHECK2
NEX_CH:         CALL    BEEP1
                JP      NEW             ;NEXT CH. CONTROL
;
;               ****************************
;               *  CHECK CODE GROUP 1   *
;               ****************************
CHECK1:         PUSH    AF
                PUSH    BC
                PUSH    HL
                LD      A,STATE1        ;LOAD A=CODE
                LD      B,NUM_CH1       ;CODE 1-10 TO 0-9
                LD      HL,BUF_1
CHECK_NEW1:     ADD     A,01H
                DAA                     ;CONVERT HEX TO BCD
                DJNZ    AGAIN_1
                LD      B,NUM_CH2       ;CODE 11-16 TO A-F
                DEC     A
CHECK_NEW2:     ADD     A,01H
                DAA
                DJNZ    AGAIN_2
                JR      NEW             ;CODE NOT THATRIGHT
AGAIN_2:        CP      (HL)            ;COMPARE CODE AT THATRIGHT 11-16
                JR      NZ,CHECK_NEW2
                SUB     07H             ;11-16 TO A-F
                JR      GET_1
AGAIN_1:        CP      (HL)            ;COMPARE CODE AT THATRIGHT 1-10
                JR      NZ,CHECK_NEW1
                SUB     01H             ;1-10 TO 0-9
                DAA
GET_1:          LD      (BUF_2),A       ;GET CODE AT THATRIGHT AT BUF_2
                POP     HL
                POP     BC
                POP     AF
                RET                     ;RET MAIN RECEIVE FOR INKEY_COMMAND
;
;               ****************************
;               *  CHECK CODE GROUP 2   *
;               ****************************
CHECK2:         LD      IX,T_MODE-3
                LD      A,MODE_T        ;LOAD A=CODE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LD      B,NUM_MOD
                LD      HL,BUF_1+1
CHECK_NEW3:     INC     IX
                INC     IX
                INC     IX
                INC     A
                DJNZ    AGAIN_3
                LD      A,0BBH
                CP      (HL)            ;CHECK INKEY=CHECK STATE(**)
                JP      Z,STATE_CH      ;INKEY = ** --> CHECK STATE
                JP      NEW             ;CODE NOT THATRIGHT
AGAIN_3:        CP      (HL)            ;COMPARE CODE AT THATRIGHT
                JR      NZ,CHECK_NEW3
                LD      (BUF_2+1),A     ;GET CODE AT THATRIGHT AT BUF_2+1
                JP      (IX)            ;GOTO PROGRAM TIME COMMAND MODE
T_MODE:         JP      T_0
                JP      T_1
                JP      T_2
                JP      T_3
                JP      T_4
;               **************
;               *    T_0     *
;               **************
T_0:            LD      C,P_KEY
                XOR     A               ;SET A=00H
                LD      B,02H           ;COUNTER INKEY
                LD      E,STATE1+1      ;SET E=01 FOR INDEX RETURN
                LD      HL,BUF_1+2      ;GET DATA INKEY GROUP 3
                CALL    NEW_IN
                CP      (HL)            ;CHECK IN=OFF(00H)
                JR      NZ,O_N
                CALL    CLR_TIME        ;CLEAR TIME CH.=0000
                CALL    PRO_OFF         ;CODE=OFF
                RET
O_N:            INC     A
                CP      (HL)            ;CHECK IN=ON(01H)
                JP      NZ,NEW          ;CODE NOT THATRIGHT
                CALL    CLR_TIME        ;CLEAR TIME CH.=0000
                CALL    PRO_ON          ;CODE=ON
                RET
;
;               ***CLEAR TIME CH.***
CLR_TIME:       LD      A,(BUF_2)
                RLCA
                LD      HL,BUF_TIM      ;HL=BUFFER TIME CH.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LD      L,A
                XOR     A
                LD      (HL),A          ;BUFFER TIME CH. = 00
                INC     HL
                LD      (HL),A          ;BUFFER TIME CH. = 00
                RET
;               ***************
;               *  PRO_ON   *
;               ***************
PRO_ON:         LD      (BUF_2+2),A     ;GIVE [BUF_2+2]=01H
OUT_ON:         LD      A,(BUF_2)       ;A=CH. ON
                LD      HL,ON_OFF       ;HL=INDEX DATA OUT PORT
                LD      C,02H           ;CHECK CH. 0-7,8-F
                SUB     08H
                JR      C,LOW1_CH       ;JUMP=CH0-CH7
                DEC     C
LOW1_CH:        INC     A
                LD      B,A
                LD      A,10000000B
N1_RLCA:        RLCA
                DJNZ    N1_RLCA         ;ROTATE GOTO CH. AT WANT ON
                BIT     0,C             ;CHECK PORT_A OR PORT_B
                JR      Z,LOW2_CH       ;IF PORT_A GIVE JUMP
                INC     HL
                OR      (HL)
OUT_P2:         LD      (HL),A
                OUT     (P_LOAD2),A     ;OUT DATA ON TO PORT_B
                DEC     HL
                LD      A,(HL)
                OUT     (P_LOAD1),A     ;OUT DATA ON TO PORT_A
                RET                     ;RETURN TO T_0
LOW2_CH:        OR      (HL)
OUT_P1:         LD      (HL),A
                OUT     (P_LOAD1),A     ;OUT DATA ON TO PORT_A
                INC     HL
                LD      A,(HL)
                OUT     (P_LOAD2),A     ;OUT DATA ON TO PORT_B
                RET
;               ***************
;               *  PRO_OFF  *
;               ***************
PRO_OFF:        LD      A,(BUF_2)
O_TIM_OFF:      LD      HL,ON_OFF
                LD      C,02H
                SUB     08H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JR          C,LOW3_CH
                DEC         C
LOW3_CH:        INC         A
                LD          B,A
                LD          A,01111111B
N2_RLCA:        RLCA
                DJNZ        N2_RLCA
                BIT         0,C
                JR          Z,LOW4_CH
                INC         HL
                AND         (HL)
                JR          OUT_P2
LOW4_CH:        AND         (HL)
                JR          OUT_P1
;
;               *************
;               *    T_1    *
;               *************
T_1:            LD          DE,0708H        ;DATA 30 M =1800 S
                JR          G_DATA_T
;
;               *************
;               *    T_2    *
;               *************
T_2:            LD          DE,0E10H        ;DATA 60 M =3600 S
                JR          G_DATA_T
;
;               *************
;               *    T_3    *
;               *************
T_3:            LD          DE,1518H        ;DATA 90 M =5400 S
                JR          G_DATA_T
;
;               *************
;               *    T_4    *
;               *************
T_4:            LD          DE,1C20H        ;DATA 120 M =7200 S
                JR          G_DATA_T
;
;               *******************************
;               *  GET DATA TIMER TO CH.  *
;               *******************************
G_DATA_T:       LD          A,(BUF_2)       ;LOAD CH TIMER
                RLCA                        ;A*2
                LD          HL,BUF_TIM      ;HL=BUFFER TIME CH.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LD      L,A             ;HL-->ADDR BUFFER CH. TIMER
                LD      (HL),E          ;GET DATA TIME TO BUFFER [LOW]
                INC     HL
                LD      (HL),D          ;GET DATA TIME TO BUFFER [HIGH]
                JP      OUT_ON
;
;               ********************************
;               *   CHECK STATE CHANNEL   *
;               ********************************
STATE_CH:       LD      A,(BUF_2)
                LD      HL,ON_OFF       ;CH 0 - CH 7
                LD      C,GROUP
                SUB     08H
                JR      C,LOW5_CH
                DEC     C
LOW5_CH:        INC     A
                LD      B,A             ;NUMBER ROTATE
                BIT     0,C
                JR      Z,LOW6_CH
                INC     HL              ;CH 8- CH F
LOW6_CH:        LD      A,(HL)
LOW7_CH:        RRCA
                DJNZ    LOW7_CH
                BIT     7,A             ;BIT CHECK STATE
                JR      Z,LOW8_CH       ;BIT 7 = 0 (CH OFF)
                JR      STA_ON
LOW8_CH:        JR      STA_OFF
;
;               ***STATE ON***
STA_ON:         CALL    BEEP1
                CALL    DELAY_I
                JP      NEX_CH
;
;               ***STATE OFF***
STA_OFF:        CALL    BEEP2
                CALL    DELAY_I
                JP      NEX_CH
;
;               ********************************
;               *   PROGRAM INTERRUPT   *
;               ********************************
P_INT:          PUSH    AF
                PUSH    BC
                PUSH    DE
                PUSH    HL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                OUT     (STATE1),A          ;GIVE INT = "1"
                LD      HL,CHK_KEY          ;HL=ADDR DATA TIME HIT KEY
                INC     (HL)                ;COUNT UP TIME HIT KEY
                LD      HL,BUF_TIM          ;HL=INDEX BUFFER TIME
N_TIM_CH1:      LD      C,02H               ;COUNT CHECK OLD DATA AT DECRE.
                LD      E,(HL)              ;RECEIVE DATA TIME BIT LOW
                INC     HL
                LD      D,(HL)              ;RECEIVE DATA TIME BIT HIGH
N_TIM_CH3:      XOR     A
                CP      E                   ;E=00 ?
                JR      NZ,N_TIM_M          ;IF E NOT 0 GOTO DEC DATA TIME
                XOR     A
                CP      D
                JR      NZ,N_TIM_M          ;IF D NOT 0 GOTO DEC DATA TIME
                BIT     0,C                 ;OLD DATA BIT 0 = 1
                JR      NZ,OUT_OFF
N_TIM_CH5:      INC     HL                  ;ADDR DATA TIME TO NEXT CH.
                LD      A,L
                RRCA                        ;DIV REG.A WITH 2
                BIT     4,A                 ;CHECK CH. > 0FH
                JR      Z,N_TIM_CH1         ;BIT 4 = 0 -> CHECK NEW CH.TIME
                POP     HL
                POP     DE
                POP     BC
                POP     AF
                EI
                RETI
;
;               ***COUNT DOWN TIME***
N_TIM_M:        BIT     0,C                 ;OLD DATA BIT 0 =1
                JR      NZ,N_TIM            ;OLD DATA ->JUMP
                DEC     DE
;
;               ***PUT DATA TIME TO BUFFR CH.***
N_TIM_CH4:      LD      (HL),D
                DEC     HL
                LD      (HL),E
                DEC     C
                JR      Z,N_TIM_CH2         ;C=0 GOTO NEXT DATA TIME CHECK
                JR      N_TIM_CH3           ;GOTO CHECK DATA TIME = 0000 ?
N_TIM_CH2:      INC     HL
                JR      N_TIM_CH5           ;GOTO CHECK CH. >0FH
N_TIM:          INC     HL
                JR      N_TIM_CH4           ;PUT DATA TO BUF_TIME CH.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;               ***OUT OFF CH.***
OUT_OFF:        LD      A,L
                RRCA                    ;GIVE REG.A = CH_OFF
                PUSH    HL
                PUSH    BC
                CALL    O_TIM_OFF       ;CALL PROG OFF CH.
                POP     BC
                POP     HL
                INC     HL              ;GIVE HL =INDEX DATA BIT HIGH
                JR      N_TIM_CH5       ;GOTO CHECK CH. >0FH
;
;               ****************
;               *   INKEY    *
;               ****************
INKEY:          IN      A,(P_KEY)
                CALL    CHK_TIM1
                BIT     4,A
                JR      Z,INKEY
                CALL    DEL_TIM
                RES     4,A
                RET
;               *************************
;               *   INKEY PASSWORD   *
;               *************************
INKEY_P:        IN      A,(P_KEY)
                CALL    CHK_K1
                CALL    CHK_TIM1
                BIT     4,A
                JR      Z,INKEY_P
                CALL    O_P_T1
                CALL    DEL_TIM
                RES     4,A
                RET
CHK_K1:         PUSH    AF
                LD      A,B
                CP      NUM_PAS
                JR      NZ,CHK_K2
                CALL    DEL_TIM
                CALL    O_P_T2
CHK_K2:         POP     AF
                RET
;
;               **** DISABLE 4017 COUNT RINGING ****
O_P_T1:         PUSH    AF
                LD      A,01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                OUT     (P_T),A
                POP     AF
                RET
;               **** ENABLE 4017 COUNT RINGING ****
O_P_T2:         PUSH    AF
                XOR     A
                OUT     (P_T),A
                POP     AF
                RET
;               ******************************
;               *  CHECK TIME HIT KEY   *
;               ******************************
CHK_TIM1:       PUSH    AF
                LD      A,(CHK_KEY)
                CP      TIME            ;TIME = 10 S
                JR      Z,CHK_TIME2
                POP     AF
                RET
CHK_TIME2:      LD      SP,SP_TEMP
                CALL    O_P_T2          ;ENABLE 4017
                CALL    BEEP3
                JP      CON_PA2         ;JUMP TO MAIN RECEIVE PASSWORD
;               ***DELETE TIME HIT KEY***
DEL_TIM:        PUSH    HL
                LD      HL,CHK_KEY
                LD      (HL),00H
                POP     HL
                RET
;               ***********
;               * BEEP1 *
;               ***********
BEEP1:          PUSH    AF
                PUSH    BC
                CALL    O_RELAY         ;ON RELAY
                CALL    DELAY_I
                LD      C,2FH           ;LENGTH SOUND
                CALL    O_BEEP
                CALL    DELAY_I
                CALL    F_RELAY         ;OFF RELAY
                POP     BC
                POP     AF
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;               ***********
;               * BEEP2 *
;               ***********
BEEP2:          PUSH    AF
                PUSH    BC
                CALL    O_RELAY         ;ON RELAY
                CALL    DELAY_I
                LD      C,0FFH          ;LENGTH SOUND
                CALL    O_BEEP
                CALL    DELAY_I
                CALL    F_RELAY         ;OFF RELAY
                POP     BC
                POP     AF
                RET

;               ***********
;               * BEEP3 *
;               ***********
BEEP3:          PUSH    AF
                PUSH    BC
                PUSH    DE
                CALL    O_RELAY         ;ON RELAY
                CALL    DELAY_I
                LD      D,02            ;NUMBER SOUND
BEE2:           LD      C,3FH
                CALL    O_BEEP
                CALL    DELAY_B1
                DEC     D
                JR      NZ,BEE2
                CALL    DELAY_I
                CALL    F_RELAY         ;OFF RELAY
                POP     DE
                POP     BC
                POP     AF
                RET

;
;               ***ON RELAY***
O_RELAY:        LD      A,02H
                OUT     (P_BEEP),A
                RET

;
;               ***OFF RELAY***
F_RELAY:        XOR     A
                OUT     (P_BEEP),A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;               **OUT BEEP**
O_BEEP:         XOR     A
                OR      02H
                OUT     (P_BEEP),A          ;OUT "0"
                CALL    DELAY_B
                DEC     A
                OR      02H
                OUT     (P_BEEP),A          ;OUT "1"
                CALL    DELAY_B
                DEC     C
                JR      NZ,O_BEEP
                RET
;
DELAY_B:        LD      B,07FH              ;FREQ. SOUND
BEE_1:          DJNZ    BEE_1
                RET
;
DELAY_B1:       PUSH    AF
                PUSH    DE
                LD      DE,0FFFH            ;TIME BETEEN SOUND
BEE3:           DEC     DE
                LD      A,D
                OR      E
                JR      NZ,BEE3
                POP     DE
                POP     AF
                RET
;
                ****************************
;               *  DLEAY OUT PORT SEQ   *
;               ****************************
DELAY_I:        PUSH    AF
                PUSH    BC
                PUSH    HL
                LD      B,02H
N_I:            LD      HL,0FFFFH
LOOP_I:         DEC     HL
                LD      A,H
                OR      L
                JR      NZ,LOOP_I
                DJNZ    N_I
                POP     HL
                POP     BC
                POP     AF
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;               **********************
;               *  DELAY INKEY   *
;               **********************
DELAY_K:        PUSH        AF
                PUSH        DE
                LD          DE,8FFFH
LOOP_K:         DEC         DE
                LD          A,D
                OR          E
                JR          NZ,LOOP_K
                POP         DE
                POP         AF
                RET
;
;               ************************************************
ORG             1000H
DEF_PAS:        DFB         03H,07H,0AH,03H,01H
;               *************
                ORG         9000H
BUF_1:          DFS         4                   ;DATACODE INPUT
BUF_2:          DFS         3                   ;ADDR GET CODE THAIRIGHT
ON_OFF:         DFS         2                   ;PUT DATA OUT PORT 16 BIT
;               *************
                ORG         9100H
BUF_TIM:        DFS         1FH                 ;DATA TIME CH_0-CH_F = 32 ADDR
CHK_KEY:        DFS         01H                 ;DATA TIME HIT KEY < 10 S
;               *************
                ORG         9200H
BUF_PAS:        DFS         NUM_PAS             ;DATA PASSWORD
TEM_PAS:        DFS         NUM_PAS             ;DATA INKEY PASSWORD
N_PAS1:         DFS         NUM_PAS             ;DATA INKEY NEW PASSWORD 1
N_PAS2:         DFS         NUM_PAS             ;DATA INKEY NEW PASSWORD 2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
กฎหมายที่เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องรับ-ส่งวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ 2498

ภูมิพลอดุลยเดช ป.ร

ให้ไว้ ณ วันที่ 22 มกราคม พ.ศ 2498

เป็นปีที่ 10 ในรัชกาลปัจจุบัน

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ประกาศว่า

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงกฎหมายว่าด้วยวิทยุสื่อสาร

จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติขึ้นไว้ โดยคำแนะนำและยินยอมของสภาผู้แทนราษฎร ดังต่อไปนี้

มาตรา 1 พระราชบัญญัตินี้เรียก "พระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498"

มาตรา 2 พระราชบัญญัตินี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

มาตรา 3 ให้ยกเลิก

(1) พระราชบัญญัติวิทยุสื่อสาร พุทธศักราช 2478

(2) พระราชบัญญัติวิทยุสื่อสาร (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2481

(3) พระราชบัญญัติวิทยุสื่อสาร (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2483

(4) พระราชบัญญัติวิทยุสื่อสาร (ฉบับที่ 4) พุทธศักราช 2485

(5) พระราชบัญญัติวิทยุสื่อสาร (ฉบับที่ 5) พุทธศักราช 2491

(6) พระราชบัญญัติวิทยุสื่อสาร (ฉบับที่ 6) พุทธศักราช 2497

(7) บรรดาบทกฎหมาย กฎ และข้อบังคับอื่นในส่วนที่มีบัญญัติไว้ในพระราชบัญญัตินี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งต่อบทบัญญัตินี้

มาตรา 4 ในพระราชบัญญัตินี้

"คลื่นแฮรตเซียน" หมายความว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ระหว่าง 10 กิโลไซเกิลต่อวินาที และ 3,000,000 เมกกาไซเกิลต่อวินาที

"วิทยุคมนาคม" หมายความว่า การส่ง หรือการรับเครื่องหมาย สัญญาณ ตัวหนังสือ ภาพและเสียง หรือการอื่นใดซึ่งสามารถให้เข้าใจในความหมายได้ด้วยคลื่นแฮรตเซียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"เครื่องวิทยุคมนาคม" หมายความว่า เครื่องส่งวิทยุคมนาคม เครื่องรับคมนาคม หรือเครื่องรับและส่งวิทยุคมนาคม แต่ไม่รวมตลอดถึงเครื่องรับวิทยุกระจายเสียง เครื่องวิทยุโทรทัศน์ และเครื่องส่งหรือเครื่องรับและส่งวิทยุคมนาคมด้วยคลื่นเฮรตเซียนตามลักษณะหรือประเภทที่กำหนดในกฎกระทรวง

เพื่อประโยชน์ในการควบคุมการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม ให้ถือว่าอุปกรณ์ใดๆ ของเครื่องวิทยุคมนาคมตามที่กำหนดในกฎกระทรวงเป็นเครื่องวิทยุคมนาคมด้วย **(บทนิยามคำว่า "เครื่องวิทยุคมนาคม" แก้ไขเพิ่มเติมโดยมาตรา 3 แห่งพระราบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2535)**

"พนักงานวิทยุคมนาคม" หมายความว่า ผู้ใช้เครื่องวิทยุคมนาคม

"สถานีวิทยุคมนาคม" หมายความว่า ที่ส่งวิทยุคมนาคม ที่รับวิทยุคมนาคม หรือที่ส่งและรับวิทยุคมนาคม

"ทำ" หมายความรวมตลอดถึงการประกอบขึ้น การแปรสภาพหรือการกลับสร้างใหม่

"นำเข้า" หมายความว่า นำเข้าในราชอาณาจักร

"นำออก" หมายความว่า นำออกนอกราชอาณาจักร

"ค้า" หมายความรวมถึง การมีไว้ในครอบครองเพื่อขายหรือซ่อมแซมด้วย **(บทนิยามคำว่า "ค้า" เพิ่มเติมโดยมาตรา 4 แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535)**

"เจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาติ" หมายความว่า เจ้าพนักงานซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้งตามพระราชบัญญัตินี้

"รัฐมนตรี" หมายความว่า รัฐมนตรีผู้รักษาการตามพระราชบัญญัตินี้

มาตรา 5 พระราชบัญญัตินี้ เว้นมาตรา 11 และมาตรา 12 ไม่ใช้บังคับแก่

(1) กระทรวง ทบวง กรม

(2) นิติบุคคลที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง

(มาตรา 5 (2) แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2504)

มาตรา 6 ห้ามมิให้ผู้ใด ทำ มี ใช้ นำเข้า นำออก หรือค้าซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคมเว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่เห็นสมควร รัฐมนตรีมีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดให้เครื่องวิทยุคมนาคมบางลักษณะหรือเครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้ในกิจการบางประเภทได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับอนุญาตตามวรรคหนึ่งทั้งหมดหรือเฉพาะเต่ บางกรณีได้

(มาตรา 6 แก้ไขเพิ่มเติมโดยมาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535)

มาตรา 7 ห้ามมิให้ผู้ใดกระทำหน้าที่พนักงานวิทยุคมนาคมในตำแหน่งที่กำหนดในกฎกระทรวงเว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาต

มาตรา 8 ห้ามมิให้ผู้ใดรับข่าววิทยุคมนาคมต่างประเทศเพื่อการโฆษณา เว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาต

มาตรา 9 ใบอนุญาตตามพระราชบัญญัตินี้ มีดังนี้

(1) ใบอนุญาตให้ทำ ให้มีอายุหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันออก

(2) ใบอนุญาตให้มี ให้มีอายุหนึ่งปีนับแต่วันออก

(3) ใบอนุญาตให้ใช้ ให้มีอายุตลอดอายุของเครื่องวิทยุคมนาคม

(4) ใบอนุญาตให้นำเข้า ให้มีอายุหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันออก

(5) ใบอนุญาตให้นำออก ให้มีอายุสามสิบวันนับแต่วันออก

(6) ใบอนุญาตให้ค้า ให้มีอายุหนึ่งปีนับแต่วันออก เว้นแต่ใบอนุญาตที่ออกให้เพื่อการซ่อมแซมโดยเฉพาะ ให้มีอายุห้าปีนับแต่วันออก

(7) ใบอนุญาตให้ตั้งสถานีวิทยุคมนาคม ให้มีอายุตลอดระยะเวลาที่ผู้รับใบอนุญาตใช้สถานีตามที่ระบุไว้ในใบอนุญาตเป็นสถานีวิทยุคมนาคม

(8) ใบอนุญาตพนักงานวิทยุคมนาคม ให้มีอายุห้าปีนับแต่วันออก

(9) ใบอนุญาตให้รับข่าววิทยุคมนาคมต่างประเทศเพื่อการโฆษณา ให้มีอายุหนึ่งปีนับแต่วันออก

ผู้ได้รับใบอนุญาตตาม (1) (3) (4) (5) (6) หรือ (7) ให้ถือว่าได้รับอนุญาตให้มีเครื่องวิทยุคมนาคมด้วย

(มาตรา 9 แก้ไขเพิ่มเติมโดยมาตรา 6 แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรา 10 ให้รัฐมนตรีมีอำนาจออกใบอนุญาตพิเศษ ให้บุคคลตั้งสถานีวิทยุการบินเพื่อประโยชน์แห่งความปลอดภัยของการเดินอากาศพลเรือนโดยเฉพาะได้ ในการออกใบอนุญาติพิเศษนี้ รัฐมนตรี จะกำหนดเงื่อนไขใดๆ ก็ได้

ผู้รับอนุญาตจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่รัฐมนตรีกำหนด

มาตรา 11 ห้ามมิให้ผู้ใดตั้งสถานีวิทยุคมนาคม เว้นแต่จะได้รับอนุญาติจากเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาต

สถานีวิทยุคมนาคมต้องใช้ความถี่คลื่นให้ถูกต้องตามข้อบังคับว่าด้วยวิทยุคมนาคมตามภาคผนวกต่อท้ายของอนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยโทรคมนาคม

เพื่อให้การเป็นไปตามวรรคหนึ่งและวรรคสอง ให้อธิบดีกรมไปรษณีย์โทรเลขมีอำนาจกำหนดเงื่อนไขตั้งสถานีวิทยุคมนาคม และให้อธิบดีกรมไปรษณีย์โทรเลขหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายมีอำนาจควบคุมและกำหนดการใช้ความถี่คลื่นของสถานีวิทยุคมนาคมต่างๆ

ในกรณีที่เห็นสมควร รัฐมนตรีมีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดให้สถานีวิทยุคมนาคมที่ใช้ในกิจการบางประเภทได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับใบอนุญาตตามวรรคหนึ่ง **(มาตรา 11 แก้ไขเพิ่มเติมโดยมาตรา 7 แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535)**

มาตรา 11 ทวิ ให้รัฐมนตรีมีอำนาจประกาศกำหนดให้ผู้ใช้ความถี่คลื่นเพื่อกิจการใดหรือในลักษณะใดต้องเสียค่าตอบแทนในการใช้ความถี่คลื่นนั้นให้แก่รัฐบาลได้ตามอัตราที่เห็นสมควร

ประกาศตามวรรคหนึ่งให้ประกาศให้ราชกิจจานุเบกษา

(มาตรา 11 ทวิ เพิ่มเติมโดยมาตรา 8 แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535)

มาตรา 12 ห้ามมิให้สถานีวิทยุคมนาคมดำเนินบริการวิทยุคมนาคม เพื่อประโยชน์อื่นใดนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในใบอนุญาต หรือนอกเหนือจากราชการของกระทรวง ทบวง กรม หรือกิจการของนิติบุคคลตามมาตรา 5

มาตรา 13 ห้ามมิให้ยานพาหนะใดๆ ใช้เครื่องวิทยุคมนาคม นอกจากจะใช้ตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง หรือได้รับอนุญาตจากรัฐมนตรีเป็นพิเศษชั่วครั้งชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรา 14 เพื่อความสงบเรียบร้อยของประชาชน หรือเพื่อป้องกันราชอาณาจักร รัฐมนตรีมีอำนาจออกคำสั่งเฉพาะกาลให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจยึดไว้เอาไปใช้ ห้ามการใช้หรือห้ามการยักย้ายซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคม หรือส่วนใดๆ แห่งเครื่องวิทยุคมนาคมในระหว่างเวลาและภายในเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในคำสั่งนั้น

มาตรา 15 ผู้ใดกระทำให้เกิดการรบกวน หรือขัดขวางต่อการวิทยุคมนาคมโดยมิได้เจตนาเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย มีอำนาจสั่งให้ผู้นั้นระงับการกระทำนั้นหรือให้แก้ไขเปลี่ยนแปลงสิ่งที่ใช้ในการกระทำนั้นเสีย หรือให้ย้ายสิ่งดังกล่าวนั้นออกไปให้พ้นเขตรบกวนได้

มาตรา 16 ห้ามมิให้ผู้ใดส่งหรือจัดให้ส่งข้อความใดๆ โดยวิทยุคมนาคมอันตนรู้อยู่ว่าเป็นเท็จหรือข้อความอื่นใด ที่มิได้รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ประเทศชาติหรือประชาชน

มาตรา 17 ห้ามมิให้ผู้ใดดักรับไว้ใช้เป็นประโยชน์ หรือเปิดเผยโดยมิชอบโดยกฎหมาย ซึ่งข่าววิทยุคมนาคมที่มิได้มุ่งหมายเพื่อประโยชน์สาธารณะ หรือที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ประเทศชาติหรือประชาชน

มาตรา 18 เพื่อตรวจเครื่องวิทยุคมนาคม ส่วนแห่งเครื่องวิทยุคมนาคม สถานีวิทยุคมนาคมสิ่งที่ก่อให้เกิดการรบกวน หรือขัดขวางต่อการวิทยุคมนาคม หรือใบอนุญาต เจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายมีอำนาจเข้าไปในอาคารสถานที่หรือยานพาหนะของบุคคลใดๆ ได้ในเวลาอันสมควร

เมื่อปรากฏว่าผู้ใดกระทำความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ หรือมีเหตุอันควรสงสัยว่ากระทำการเช่นว่านั้น ให้เจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายตามความในวรรคหนึ่ง มีอำนาจจับกุมผู้นั้นพร้อมด้วยของกลางที่ใช้ในการกระทำความผิดเพื่อดำเนินคดีตามกฎหมาย

(มาตรา 18 วรรคสองเพิ่มเติมโดยมาตรา 9 แห่งพระราชวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535)

มาตรา 19 ในกรณีที่ผู้รับใบอนุญาตฝ่าฝืนต่อบทแห่งพระราชบัญญัตินี้ กฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัตินี้ หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในใบอนุญาต เจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตมีอำนาจสั่งเพิกถอนหรือพักใช้ใบอนุญาตของผู้นั้นเสียได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้รับใบอนุญาตอาจอุทธรณ์ไปยังอธิบดีกรมไปรษณีย์โทรเลข ภายในสามสิบวันนับแต่วันถูกเพิกถอนหรือพักใช้ คำชี้ขาดของอธิบดีกรมไปรษณีย์โทรเลขให้เป็นที่สุด

มาตรา 20 รัฐบาลไม่ต้องรับผิดชอบในกรณีสูญหาย หรือเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด ซึ่งอาจเกิดขึ้นเพราะเหตุที่เครื่องวิทยุคมนาคมของรัฐบาลใช้การไม่สะดวก และไม่ต้องรับผิดชอบในการรับ การส่ง หรือการส่งมอบข่าวสารวิทยุคมนาคมใดๆ

ในกรณีดังกล่าวในวรรคก่อน พนักงานเจ้าหน้าที่ไม่ต้องรับผิดชอบเช่นเดียวกัน เว้นแต่พนักงานเจ้าหน้าที่นั้นจะก่อให้เกิดขึ้นโดยจงใจ ฉ้อฉล หรือประมาทเลินเล่อ

มาตรา 21 ความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ให้เจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตมีอำนาจทำการเปรียบเทียบได้

มาตรา 22 เมื่อมีคำพิพากษาว่า ผู้ใดกระทำความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ ศาลจะสั่งริบสิ่งที่ใช้ในการกระทำความผิดนั้น เพื่อให้ไว้ใช้ในราชการกรมไปรษณีย์โทรเลขด้วยก็ได้

มาตรา 23 ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา 6 มาตรา 11 หรือมาตรา 16 มีความผิดต้องระวางโทษปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท หรือจำคุกไม่เกินห้าปี หรือทั้งปรับทั้งจำ

มาตรา 24 ในกรณีที่มีการฝ่าฝืนมาตรา 12 หรือมาตรา 13 ผู้ควบคุมสถานีวิทยุคมนาคมหรือผู้ควบคุมเครื่องวิทยุคมนาคม และผู้มีส่วนร่วมในการกระทำความผิดนั้น มีความผิดต้องระวางโทษปรับไม่เกินสี่หมื่นบาท หรือจำคุกไม่เกินสองปี หรือทั้งปรับทั้งจำ

มาตรา 25 ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา 7 มาตรา 8 หรือมาตรา 17 มีความผิดต้องระวางโทษปรับไม่เกินสี่หมื่นบาท หรือจำคุกไม่เกินสองปี หรือทั้งปรับทั้งจำ

มาตรา 26 ผู้ใดจงใจกระทำให้เกิดการรบกวน หรือขัดขวางต่อการวิทยุคมนาคม มีความผิดต้องระวางโทษปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท หรือจำคุกไม่เกินห้าปี หรือทั้งปรับทั้งจำ

มาตรา 27 ผู้ใดฝ่าฝืนคำสั่งของเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาต หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายตามความในมาตรา 14 มีความผิดต้องระวางโทษปรับไม่เกินสี่หมื่นบาท หรือจำคุกไม่เกินสองปี หรือทั้งปรับทั้งจำ

(มาตรา 23 มาตรา 24 มาตรา 25 มาตรา 26 มาตรา 27 แก้ไขโดยมาตรา 10 แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่3) พ.ศ. 2535)

มาตรา 28 บรรดาใบอนุญาตและประกาศนียบัตรที่ได้ออกไว้ตามกฎหมาย ว่าด้วยวิทยุสื่อสารก่อนวันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับให้ใช้ได้จนถึงวันสิ้นกำหนดอายุใบอนุญาตหรือประกาศนียบัตรนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรา 29 ให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมรักษาการตามพระราชบัญญัตินี้ และให้มีอำนาจแต่งตั้งเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตและออกกฎกระทรวง

(1) วางระเบียบการขอและการออกใบอนุญาต

(2) กำหนดวิธีการเพิกถอนและพักใช้ใบอนุญาต

(3) กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมตามพระราชบัญญัตินี้

(4) กำหนดคุณลักษณะของเครื่องวิทยุคมนาคมและคุณวุฒิสำหรับพนักงานวิทยุคมนาคม

(5) กำหนดกิจการอื่นใดเพื่อปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้

(มาตรา 29 (3) แก้ไขโดยมาตรา 11 แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535)

กฎกระทรวงนั้นเมื่อได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาแล้วให้ใช้บังคับได้

ผู้รับสนองพระบรมราชโองการ

จอมพล ป. พิบูลสงคราม

นายกรัฐมนตรี

(72 รจ. 208 ตอนที่ 11 ลงวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2498)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเบียบกรมไปรษณีย์โทรเลข
ว่าด้วยการทำเครื่องวิทยุคมนาคมหรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคม
พ.ศ. 2527

เพื่อให้การควบคุมการ "ทำ" ซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคมหรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคมเป็นไปโดยเรียบร้อยรัดกุม และเหมาะสม ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498 และข้อ 2 ข้อ 10 แห่งกฎกระทรวง (พ.ศ. 2498) ออกตามความในพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498 อธิบดีกรมไปรษณีย์โทรเลขในฐานะเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาต จึงได้วางระเบียบในการพิจารณาออกใบอนุญาตทำไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ระเบียบนี้เรียกว่า "ระเบียบกรมไปรษณีย์โทรเลข ว่าด้วยการทำเครื่องวิทยุคมนาคม หรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคม พ.ศ. 2527"

ข้อ 2 บรรดาระเบียบข้อบังคับ หรือคำสั่งใดในส่วนที่ขัดหรือแย้งกับระเบียบนี้ให้ใช้ระเบียบนี้แทน

หมวด 1
วิธีการยื่นคำขอและเงื่อนไขในการอนุญาต

ข้อ 3 การขออนุญาตทำเพื่อสำรองจำหน่าย

3.1 ให้เอกชนหรือบริษัทห้างร้านที่ประสงค์จะทำ ยื่นคำขอพร้อมแนบแผนแบบและแผนทางไฟ (Circuit) ให้กรมไปรษณีย์โทรเลขพิจารณา พร้อมกับยื่นคำขออนุญาตมีไว้สำรองจำหน่าย

3.2 เมื่อจะจำหน่ายให้แก่นิติบุคคลที่ได้รับการยกเว้นตามกฎหมายว่าด้วยวิทยุคมนาคมจะต้องขออนุญาต กรมไปรษณีย์โทรเลขก่อน จึงจะดำเนินการได้

3.3 เมื่อจะจำหน่ายให้แก่เอกชนหรือนิติบุคคลที่ต้องมีใบอนุญาตตามกฎหมาย จะต้องตรวจสอบ ว่าผู้ซื้อได้รับอนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลขแล้วจึงจะจำหน่ายได้

ข้อ 4 การขออนุญาตทำเพื่อจำหน่ายให้เอกชนหรือนิติบุคคลเฉพาะราย

4.1 ให้เอกชนหรือบริษัท ห้างร้าน ที่ประสงค์จะทำการยื่นคำขอพร้อมแนบใบสั่งซื้อ, แผนแบบ, แผนทางไฟ (Circuit) พร้อมทั้งเอกสารหรือหลักฐานการได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุญาตของผู้ซื้อ (ยกเว้นส่วนราชการหรือรัฐวิสาหกิจ ตามมาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498) ให้กรมไปรษณีย์โทรเลขพิจารณา

4.2 ในกรณีที่ผู้ซื้อจะต้องมาดำเนินการเช่าเครื่องวิทยุคมนาคม หรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคมกับกรมไปรษณีย์โทรเลข จะต้องแนบหนังสือตอบยืนยันการตกลงเช่าของผู้เช่าถึงกรมไปรษณีย์โทรเลขมาด้วย

4.3 ในกรณีที่ผู้ซื้อเป็นเจ้าของเรือประมงจะต้องแนบเอกสารตามระเบียบการขออนุญาตมี ตั้ง ใช้ ซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคมหรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคมของเจ้าของเรือประมง, หนังสือรับรองของกรมประมง, ใบอนุญาตให้ใช้เรือของกรมเจ้าท่า, ทะเบียนเรือไทย และสำเนาทะเบียนบ้านมาด้วย

4.4 ในกรณีที่ผู้ซื้อเป็นส่วนราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ จะต้องแนบหนังสือรับรองของส่วนราชการ หรือรัฐวิสาหกิจที่สั่งซื้อมาด้วย

กรมไปรษณีย์โทรเลขจะไม่พิจารณาออกใบอนุญาตให้แก่ผู้ขออนุญาต ซึ่งมิใช่คู่สัญญาโดยตรงกับส่วนราชการหรือ รัฐวิสาหกิจ เว้นแต่ส่วนราชการหรือรัฐวิสาหกิจนั้นจะยินยอมให้ผู้ขออนุญาตเป็นผู้ทำแทนคู่สัญญากับตน ทั้งนี้ โดยแจ้งความยินยอมเป็นหนังสือให้กรมไปรษณีย์โทรเลขทราบ

ข้อ 5 การขออนุญาตทำเพื่อส่งมอบเป็นตัวอย่างในการประกวดราคาของส่วนราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ หรือเพื่อสาธิต

5.1 ให้เอกชนหรือบริษัท ห้างร้าน ที่ประสงค์จะทำยื่นคำขอพร้อมแนบแผนแบบ และแผนทางไฟ (Circuit) ให้กรมไปรษณีย์โทรเลขพิจารณาพร้อมกับหนังสือรับรองของส่วนราชการ หรือรัฐวิสาหกิจก่อนวันประกวดราคาหรือสาธิตไม่น้อยกว่า 15 วัน

5.2 เมื่อเสร็จสิ้นการประกวดราคาหรือสาธิตแล้ว ผู้ได้รับอนุญาตให้ทำ จะต้องดำเนินการขออนุญาตมีไว้ในครอบครอง โดยทำหนังสือมอบแร่ความถี่ไว้ให้แก่กรมไปรษณีย์โทรเลข

ข้อ 6 การขออนุญาตทำเพื่อค้นคว้าและทดลอง

6.1 ให้เอกชนหรือบริษัทห้างร้านที่ประสงค์จะทำเพื่อค้นคว้าทดลองยื่นคำขอพร้อมเอกสารประกอบที่จะค้นคว้าทดลอง

6.2 เมื่อทำเสร็จแล้วหากจะมีไว้ในครอบครอง ให้ยื่นคำขอพร้อมส่งเครื่องวิทยุคมนาคมหรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคมดังกล่าวให้กรมไปรษณีย์โทรเลขตรวจสอบทางวิชาการก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด 2

เอกสารและหนังสือรับรอง

ข้อ 7 เอกสารการขออนุญาตทำของบริษัท ห้างร้าน จะต้องลงนามโดยมีผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคล หรือผู้ที่ได้รับมอบอำนาจโดยถูกต้องตามกฎหมาย

ข้อ 8 หนังสือรับรองการทำของส่วนราชการ หรือรัฐวิสาหกิจตามความในข้อ 4.4 และข้อ 5.1 จะต้องลงนามโดย หัวหน้าส่วนราชการระดับกระทรวง ทบวง กรม หรือผู้บริหารสูงสุดขององค์กรรัฐวิสาหกิจ หรือผู้ปฏิบัติราชการ หรือปฏิบัติหน้าที่แทน

หนังสือรับรองการทำเพื่อส่งมอบให้แก่ส่วนราชการทหารทุกเหล่า จะต้องลงนามโดยเจ้ากรมการสื่อสารทหาร หรือเจ้ากรมการทหารสื่อสาร หรือเจ้ากรมสื่อสารทหารเรือ หรือเจ้ากรมสื่อสารทหารอากาศ หรือผู้ปฏิบัติราชการแทน แล้วแต่กรณี

หนังสือรับรองการทำเพื่อส่งมอบให้แก่ส่วนราชการตำรวจทุกหน่วย จะต้องลงนามโดยผู้บังคับการตำรวจสื่อสาร กรมตำรวจ หรือผู้ปฏิบัติราชการแทน

ข้อ 9 หนังสือรับรองการทำตามข้อ 8 จะต้องแนบเอกสารดังต่อไปนี้มาด้วยทุกครั้ง

9.1 สำเนาสัญญาซื้อขายระหว่างส่วนราชการ หรือรัฐวิสาหกิจกับบริษัท ห้างร้าน หรือสำเนาใบสั่งซื้อของส่วนราชการ หรือรัฐวิสาหกิจที่แสดงรายระเอียดและจำนวนของสินค้าอย่างครบถ้วนทั้งนี้จะต้องมีเจ้าหน้าที่ในระดับไม่ต่ำกว่าชั้นสัญญาบัตรหรือเทียบเท่าของส่วนราชการ หรือรัฐวิสาหกิจรับรองสำเนาถูกต้องบนทุกหน้าของสำเนาสัญญาหรือใบสั่งซื้อ

9.2 เอกสารแสดงรายระเอียดเกี่ยวกับความถี่ที่เคยได้รับอนุมัติให้ใช้อยู่ หรือขอใช้ใหม่

หมวด3

ข้อกำหนดอื่นๆ

ข้อ 10 ในระหว่างดำเนินการทำเครื่องวิทยุคมนาคม หรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคมตามที่ได้รับอนุญาต ผู้ได้รับใบอนุญาตให้ทำจะต้องพร้อมเสนอที่จะให้ความร่วมมือ หากกรมไปรษณีย์โทรเลขมีความประสงค์จะทำการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 11 เมื่อทำเครื่องวิทยุคมนาคม หรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคมตามที่ได้รับอนุญาตเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ได้รับใบอนุญาตให้ทำจะต้องส่งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ดังกล่าวมาให้กรมไปรษณีย์โทรเลขตรวจสอบทางวิชาการก่อนส่งมอบให้ผู้ซื้อทุกครั้ง

ข้อ 12 ในกรณีที่ได้ส่งมอบเครื่องวิทยุคมนาคม หรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคมตามสัญญาซื้อขายแล้ว ผู้ได้รับใบอนุญาตให้ทำจะต้องแจ้งรายละเอียดเป็นหนังสือให้กรมไปรษณีย์โทรเลขทราบภายใน 15 วันนับแต่วันที่ส่งมอบ

ข้อ 13 ในกรณีที่ผู้ซื้อขอยกเลิกสัญญาซื้อขาย ผู้ได้รับใบอนุญาตให้ทำจะต้องแจ้งเป็นหนังสือให้กรมไปรษณีย์โทรเลขทราบภายใน 15 วัน นับแต่วันที่คู่สัญญาได้ตกลงยกเลิก พร้อมแนบหลักฐานการยกเลิกที่คู่สัญญาอีกฝ่ายรับรองสำเนาถูกต้องและส่งคืนใบอนุญาต (ถ้ายังมีอายุอยู่) ไปด้วย

ข้อ 14 กรณีที่มีปัญหาในการพิจารณาอนุญาต กรมไปรษณีย์โทรเลขอาจเรียกเอกสารอื่นมาประกอบพิจารณาด้วยก็ได้

ข้อ 15 ผู้ได้รับใบอนุญาตให้ทำรายใดฝ่าฝืนข้อกำหนดหรือเงื่อนไขในระเบียบนี้ เจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตจะไม่พิจารณาออกใบอนุญาตให้ทำอีกในครั้งต่อไป

ข้อ 16 ให้ใช้ระเบียบตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 24 กันยายน 2527

(ลงชื่อ) มหิดล จันทรางกูร

(นายมหิดล จันทรางกูร)

อธิบดีกรมไปรษณีย์โทรเลข

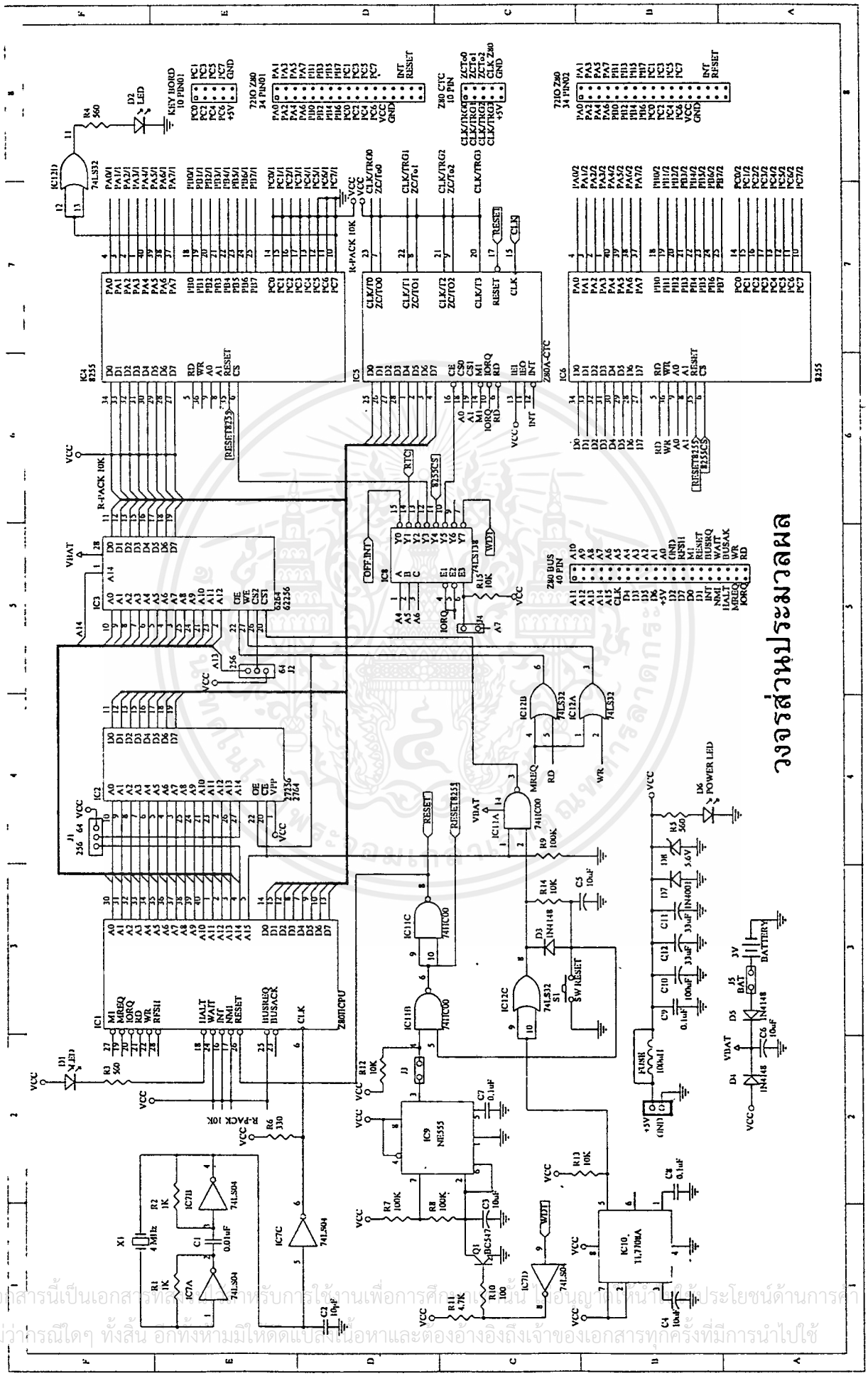
เจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

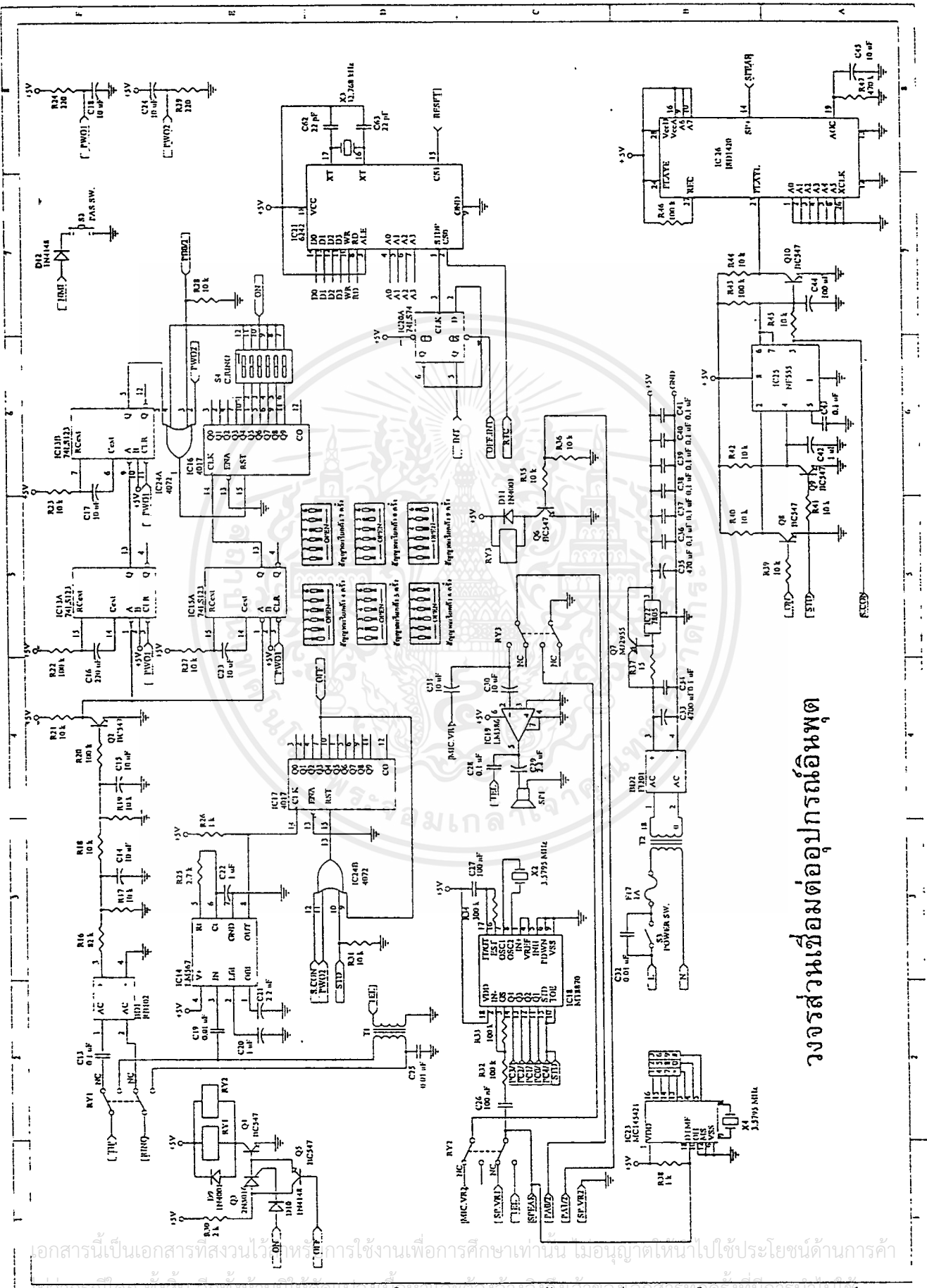
ภาคผนวก จ

วงจรและลายทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

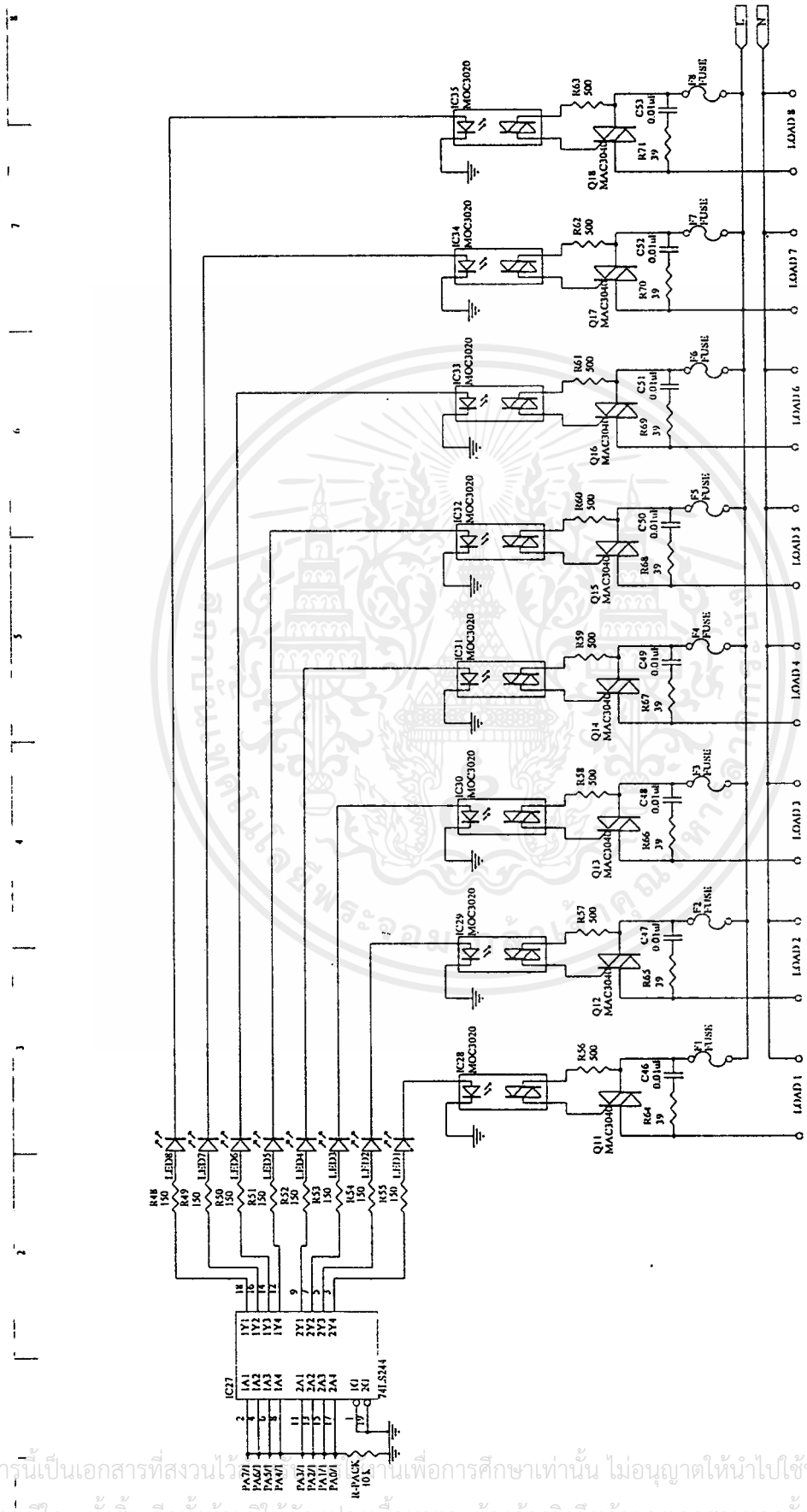


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



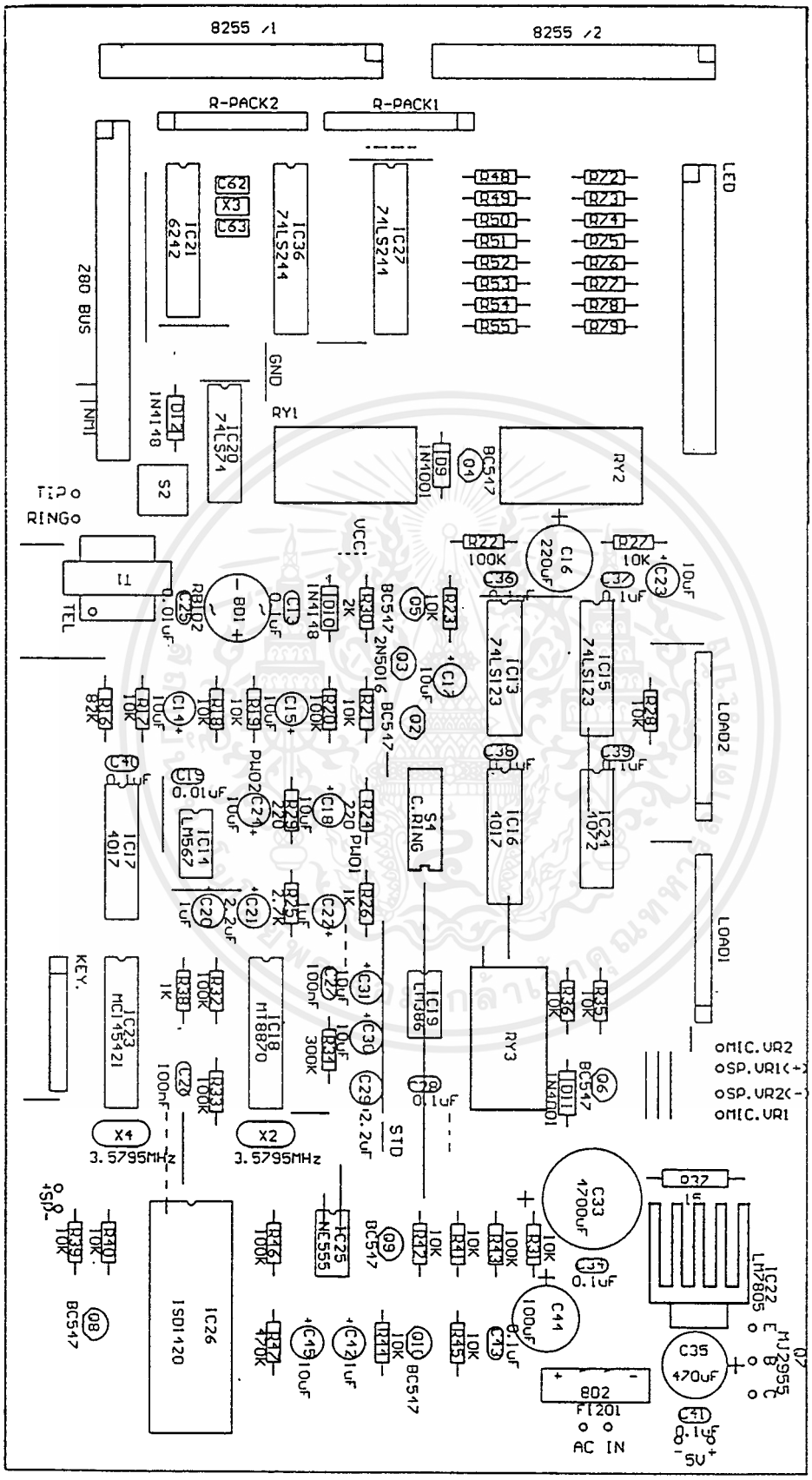
วงจรส่วนที่ต่อพ่วงกับอุปกรณ์อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



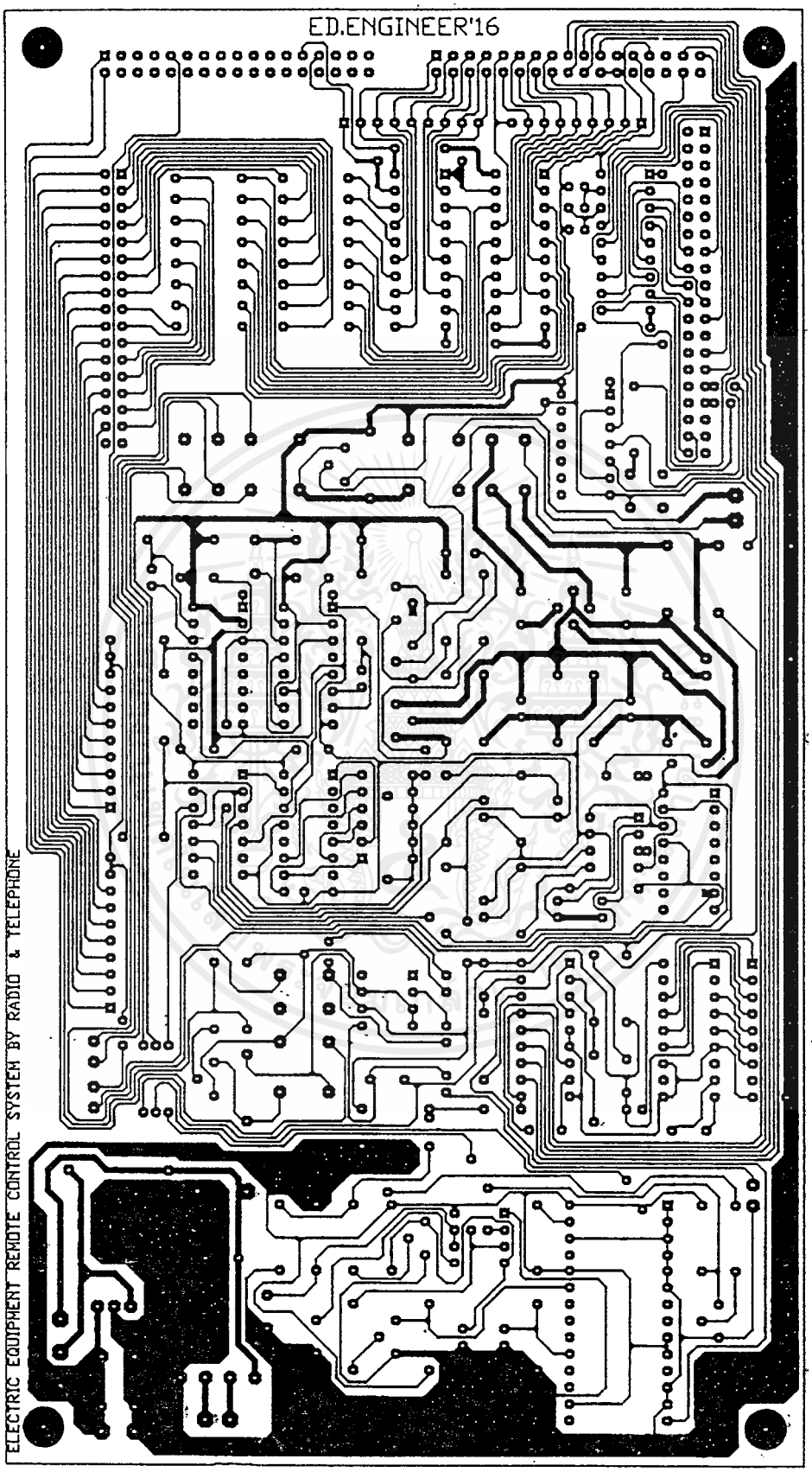
แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



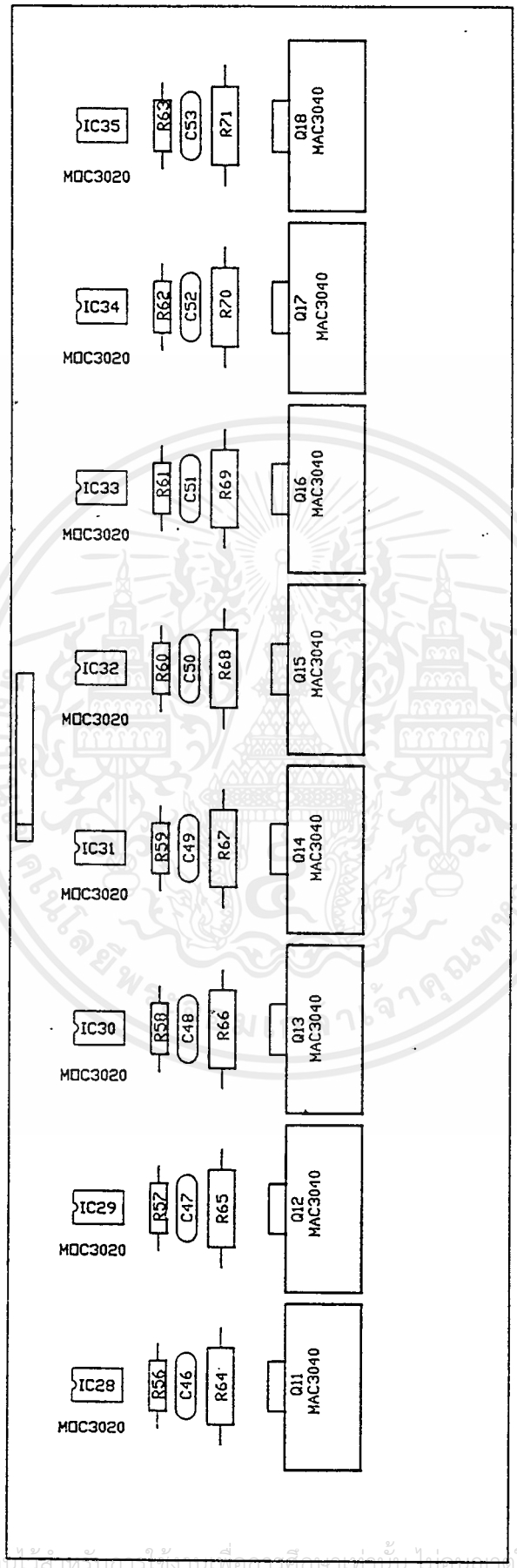
เค้าโครงอุปกรณ์ต่อพ่วงสำหรับคอมพิวเตอร์ตระกูล MSX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



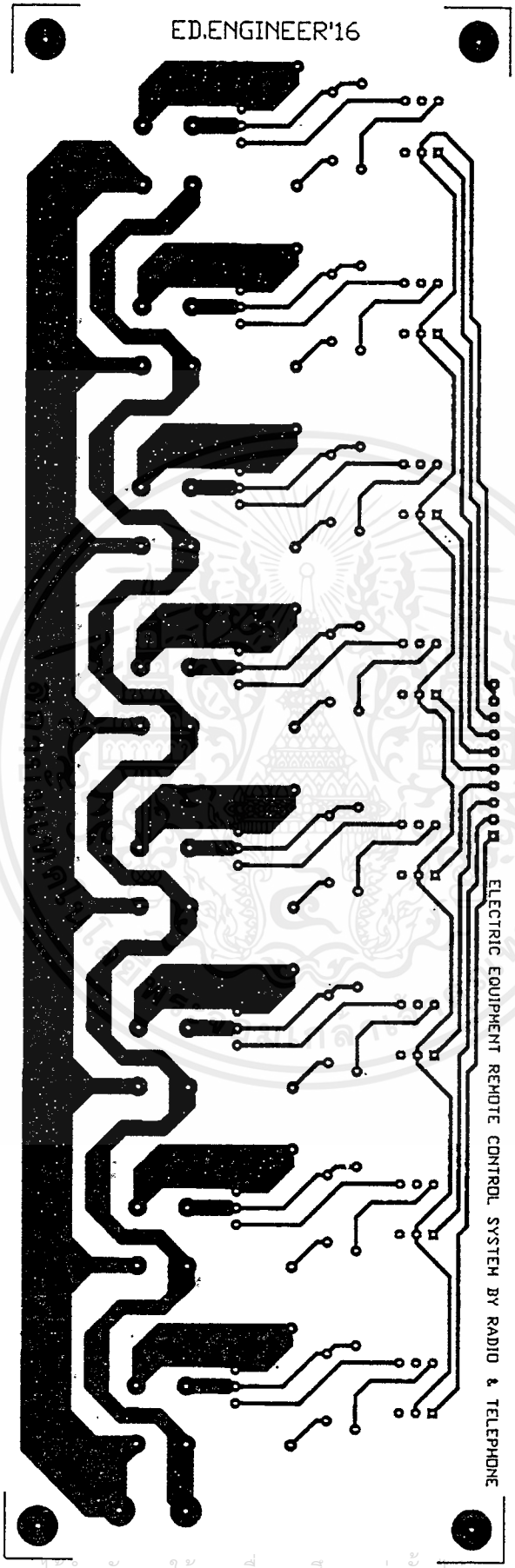
ด้านลายทองแดงส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ด้านวางอุปกรณ์ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผ่นวงจรพิมพ์ของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้วิทยุและโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 3 May1995

Features
- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

Applications
- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answering machine

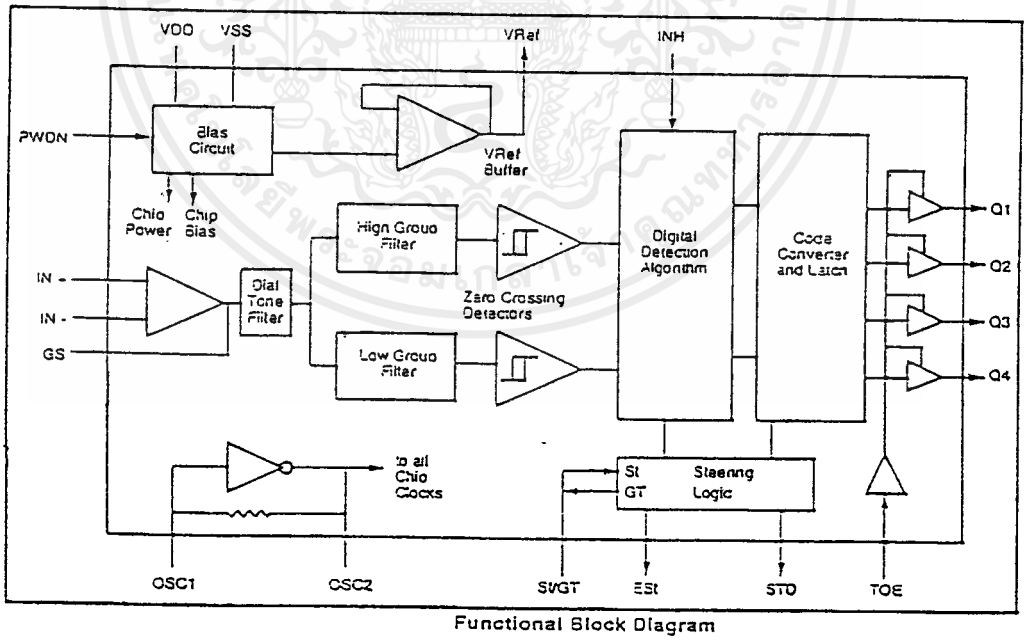
Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
MT8870DT/DT-1	20 Pin TSSOP

-40 °C to +85 °C

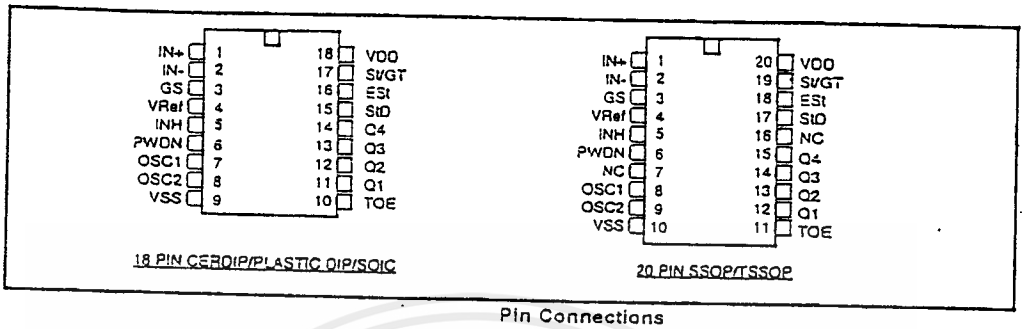
Description

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.



Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	2	IN-	Inverting Op-Amp (Input).
3	3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V_{Ref}	Reference Voltage (Output). Nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	Clock (Input).
8	9	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V_{SS}	Ground (Input). 0V typical.
10	11	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	17	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V_{TSt}.
16	18	ESt	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
17	19	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V_{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V_{TSt} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
18	20	V_{DD}	Positive power supply (Input). +5V typical.
	7, 16	NC	No Connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

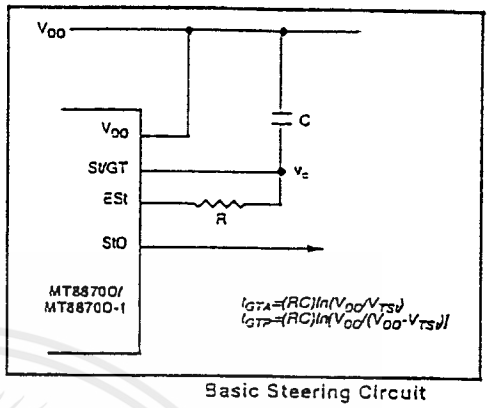
The MT8870D/MT8870D-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while

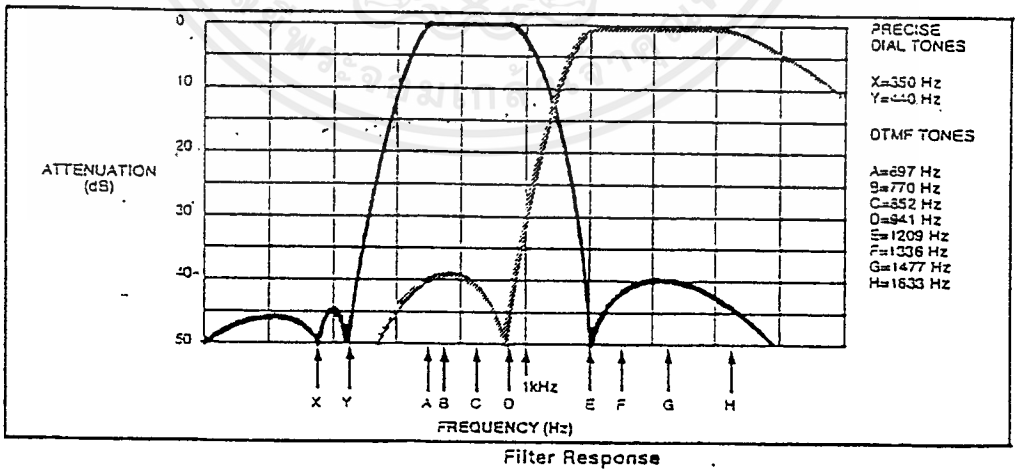


Basic Steering Circuit

providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (ESt) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause ESt to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by ESt. A logic high on ESt causes v_c (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal



Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

condition is maintained (ESt remains high) for the validation period (t_{GTP}); v_c reaches the threshold (V_{TSt}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives v_c to V_{DD}. GT continues to drive high as long as ESt remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

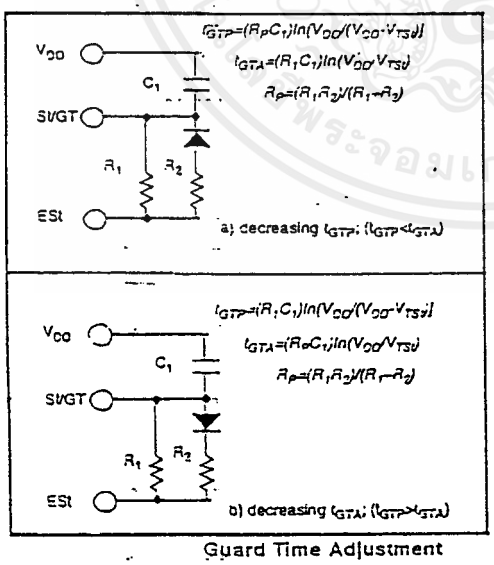
Guard Time Adjustment

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 4 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC} = t_{DP} - t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 11) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 µF is recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.



Guard Time Adjustment

Digit	TOE	INH	ESt	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

Table 1. Functional Decode Table

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DO} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operating Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%; V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, unless otherwise stated.

Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym.	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	0.75 V ≤ V_{IN} ≤ 4.25 V biased at V_{Ref}=2.5 V
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_C	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{pp}	Load ≥ 100 kΩ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870D AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V ±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5		869	mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		±1.5% ± 2 Hz				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		±3.5%				2,3,5,9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
7	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

‡ Typical figures are at 25 °C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

*NOTES
1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms, tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ±1.5 %= 2 Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2 %.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. Guaranteed by design and characterization.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	Tested at V_{DD}=5.0V 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV_{RMS}	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	Tested at V_{DD}=5.0V 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV_{RMS}	
3	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
4	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
5	Frequency deviation accept		±1.5%± 2 Hz				2,3,5,9
6	Frequency deviation reject		±3.5%				2,3,5,9
7	Third zone tolerance			-18.5		dB	2,3,4,5,9,12
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

± Typical figures are at 25 °C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

*NOTES
1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms, Tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ±1.5 %± 2 Hz.
7. Bandwidth limited (3.4kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2 %.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.
13. Guaranteed by design and characterization.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

A logic high applied to pin 6 (PWDN) will power down the device to minimize the power consumption in a standby mode. It stops the oscillator and the functions of the filters.

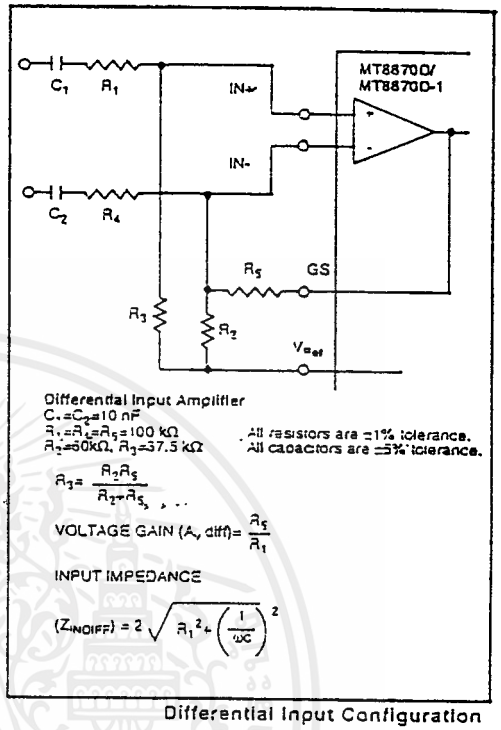
Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A, B, C, and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

Differential Input Configuration

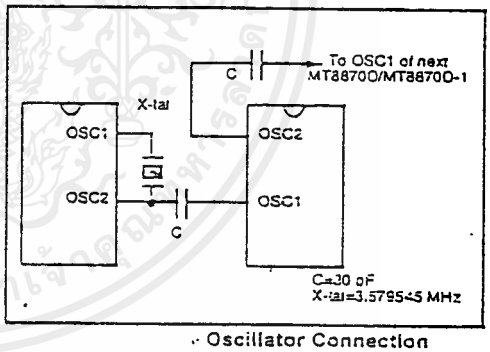
The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $V_{DD}/2$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5.

Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.



Differential Input Configuration



Oscillator Connection

Parameter	Unit	Resonator
R1	Ohms	10.752
L1	mH	.432
C1	pF	4.984
C0	pF	37.915
Qm	-	896.37
Δf	%	±0.2%

Table 2. Recommended Resonator Specifications

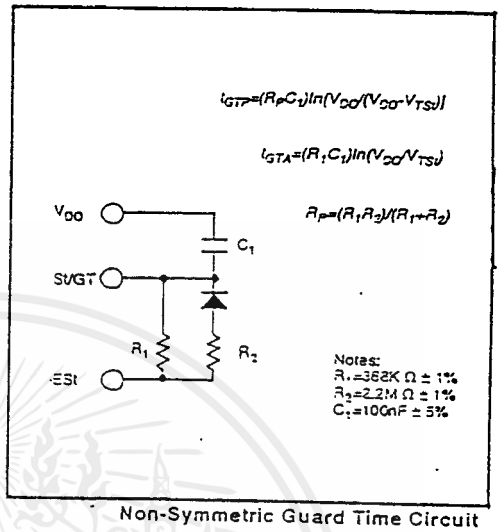
Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., 1/2Π*fR1C1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

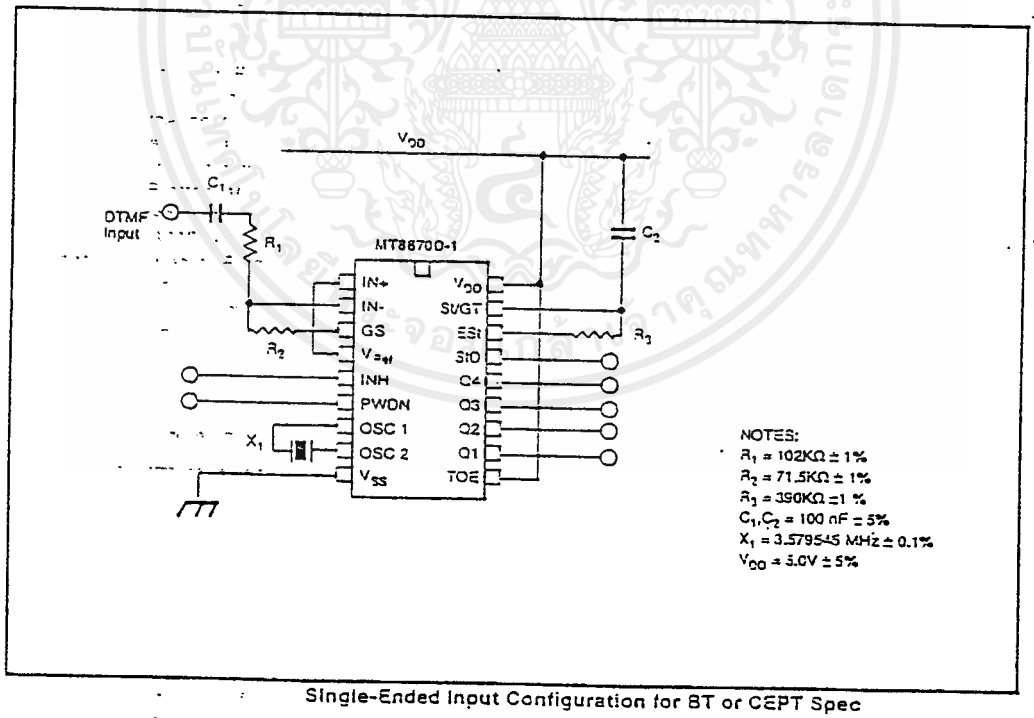
Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 5%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.



Non-Symmetric Guard Time Circuit



Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}		7	V
2	Voltage on any pin	V_I	V_{SS}-0.3	V_{DD}+0.3	V
3	Current at any pin (other than supply)	I_I		10	mA
4	Storage temperature	T_{STG}	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P_D		500	mW

† Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.
Derate above 75 °C at 16 mW / °C. All leads soldered to board.

Recommended Operating Conditions - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

	Parameter	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T_O	-40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	fc		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq. Tolerance	Δfc		±0.1		%	

‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

DC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V± 5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}		10	25	µA	PWDN=V_{DD}
2		Operating supply current	I_{DD}		3.0	3.0	mA	
3		Power consumption	P_D		15		mW	fc=3.579545 MHz
4	INPUTS	High level input	V_{IH}	3.5			V	V_{DD}=5.0V
5		Low level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD}=5.0V
6		Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		µA	V_{IN}=V_{SS} or V_{DD}
7		Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	µA	TOE (pin 10)=0, V_{DD}=5.0V
8		Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	µA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V_{DD}=5.0V
9		Input impedance (IN+, IN-)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2	2.4	2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V_{OL}			V_{SS}+0.03	V	No load
12		High level output voltage	V_{OH}	V_{DD}-0.03			V	No load
13		Output low (sink) current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	V_{OUT}=0.4 V
14		Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.6		mA	V_{OUT}=4.6 V
15		V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V_{DD} = 5.0V
16		V_{Ref} output resistance	R_{OR}		1		kΩ	

‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

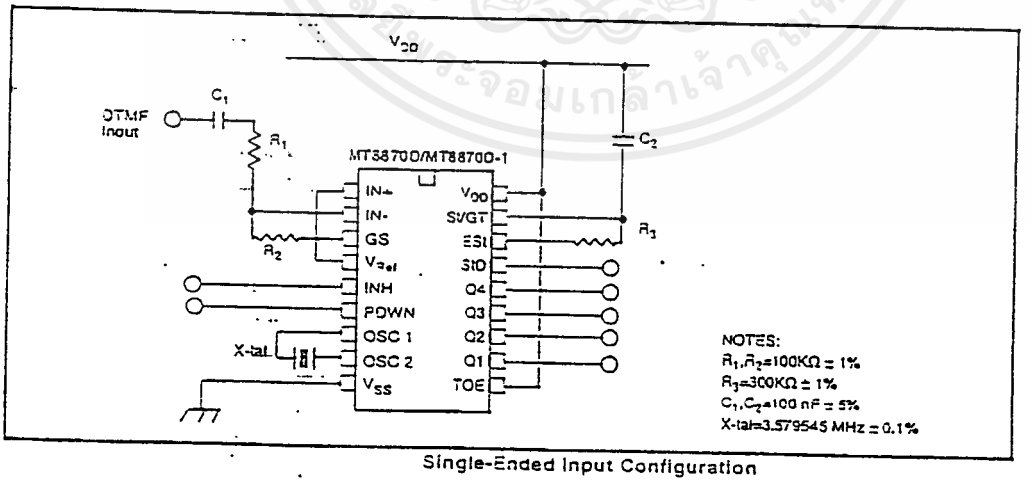
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ To ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 10.

		Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Conditions
1	TIMING	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 1
2		Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 1
3		Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	Note 2
4		Tone duration reject	$\overline{t_{REC}}$	20			ms	Note 2
5		Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
6		Interdigit pause reject	$\overline{t_{DO}}$	20			ms	Note 2
7	OUTPUTS	Propagation delay (St to Q)	t_{PQ}		8	11	µs	TOE=V_{DD}
8		Propagation delay (St to StD)	t_{PStD}		12	16	µs	TOE=V_{DD}
9		Output data set up (Q to StD)	t_{QStD}		3.4		µs	TOE=V_{DD}
10		Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t_{PTE}		50		ns	load of 10 kΩ 50 pF
11		Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 kΩ 50 pF
12	POWN	Power-up time	t_{PU}		30		ms	Note 3
13		Power-down time	t_{PD}		20		ms	
14	CLOCK	Crystal/clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
15		Clock input rise time	t_{rCL}			110	ns	Ext. clock
16		Clock input fall time	t_{fCL}			110	ns	Ext. clock
17		Clock input duty cycle	DC_{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
18		Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			30	pF	

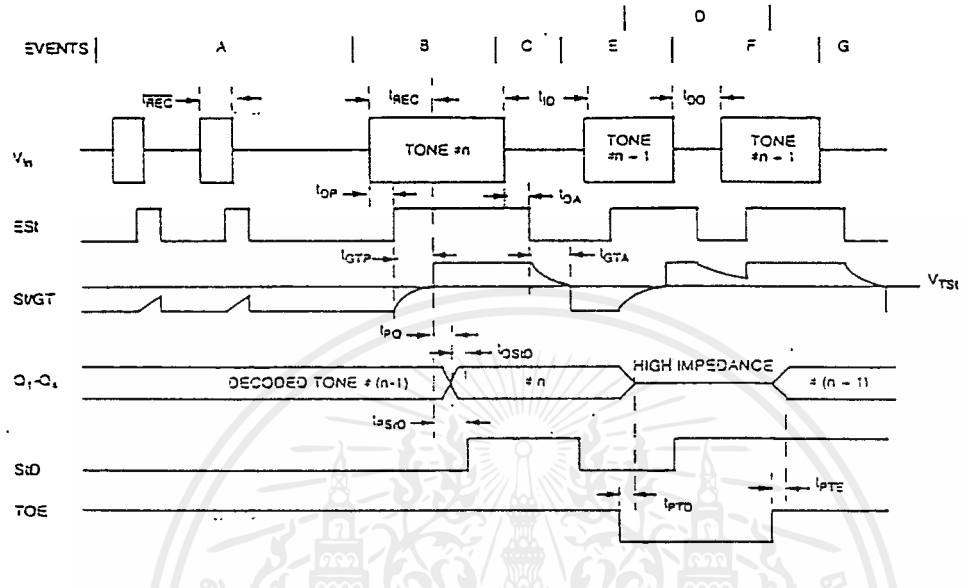
* Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

NOTES:
1. Used for guard-time calculation purposes only.
2. These user adjustable parameters are not device specifications. The adjustable settings of these minimums and maximums are recommendations based upon network requirements.
3. With valid tone present at input, t_{PU} equals time from PDWN going low until ESt going high.



Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

A) TONE BURSTS DETECTED. TONE DURATION INVALID. OUTPUTS NOT UPDATED.

B) TONE #n DETECTED. TONE DURATION VALID. TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS

C) END OF TONE #n DETECTED. TONE ABSENT DURATION VALID. OUTPUTS REMIAN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

E) TONE #n - 1 DETECTED. TONE DURATION VALID. TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).

F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n - 1. TONE ABSENT DURATION INVALID. OUTPUTS REMAIN LATCHED.

G) END OF TONE #n - 1 DETECTED. TONE ABSENT DURATION VALID. OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.

ESt EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.

StGT STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.

Q_1-Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.

StD DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.

TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.

$\overline{t_{REC}}$ MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID

t_{REC} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION

t_{ID} MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.

t_{DO} MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.

t_{DP} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.

t_{DA} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.

t_{GTP} GUARD TIME, TONE PRESENT.

t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT.

- Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MOC3020
MOC3021
MOC3022
MOC3023

OPTICALLY ISOLATED TRIAC DRIVERS

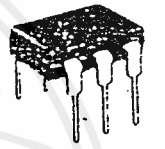
These devices consist of gallium-arsenide infrared-emitting diodes, optically coupled to silicon bilateral switches. They are designed for applications requiring isolated triac triggering.

- UL Recognized File Number E54915
- Output Driver Designed for 220 Vac Line
- V_{ISO} Isolation Voltage of 7500 V Peak
- Standard 6-Pin Plastic DIP

OPTO COUPLER/ISOLATOR

PHOTO TRIAC DRIVER OUTPUT

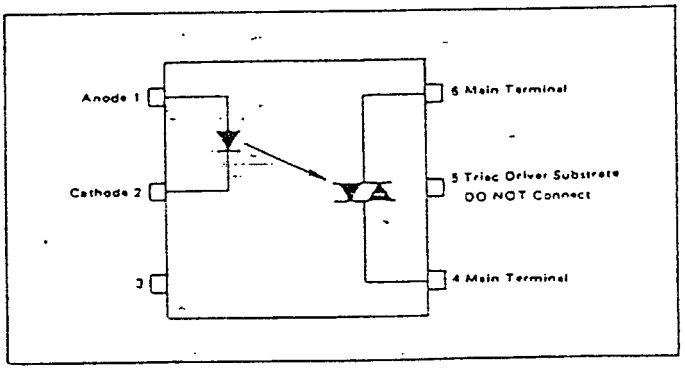
400 VOLTS

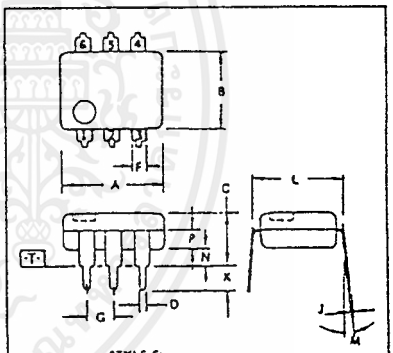


MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE MAXIMUM RATINGS			
Reverse Voltage	V_R	3.0	Volts
Forward Current – Continuous	I_F	50	mA
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Negligible Power in Triac Driver Derate above 25°C	P_D	100 1.33	mW mW/°C
OUTPUT DRIVER MAXIMUM RATINGS			
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	400	Volts
On-State RMS Current T_A = 25°C (Full Cycle, 50 to 60 Hz) T_A = 70°C	$I_{T(RMS)}$	100 50	mA mA
Peak Nonrepetitive Surge Current (PW = 10 ms, DC = 10%)	I_{TSM}	1.2	A
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	300 4.0	mW mW/°C
TOTAL DEVICE MAXIMUM RATINGS			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 5 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	330 4.4	mW mW/°C
Junction Temperature Range	T_J	–40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	–40 to +70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	–40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)	–	260	°C

(1) Isolation Surge Voltage, V_{ISO}, is an internal device dielectric breakdown rating.





STYLE 6:
PIN 1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
6. MAIN TERMINAL

NOTES:
1. DIMENSIONS A AND B ARE DATUMS.
2. T IS SEATING PLANE.
3. POSITIONAL TOLERANCES FOR LEADS:
⌀ 0.13 (0.005) M T A M B M
4. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
5. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5, 1973.

DIM	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	INCHES MIN	INCHES MAX
A	6.13	6.89	0.320	0.365
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	2.92	5.08	0.115	0.200
D	0.41	0.51	0.016	0.020
F	1.02	1.78	0.040	0.070
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
J	0.20	0.30	0.008	0.012
K	3.56	3.81	0.100	0.150
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.38	2.54	0.015	0.100
P	1.27	2.61	0.050	0.080

CASE 730A-01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOC3020, MOC3021, MOC3022, MOC3023

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
LED CHARACTERISTICS						
Reverse Leakage Current (V_R = 3.0 V)		I_R	-	0.05	100	μA
Forward Voltage (I_F = 10 mA)		V_F	-	1.2	1.5	Volts
DETECTOR CHARACTERISTICS (I_F = 0 unless otherwise noted)						
Peak Blocking Current, Either Direction (Rated V_{DRM}, Note 1)		I_{DRM}	-	10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction (I_{TM} = 100 mA Peak)		V_{TM}	-	2.5	3.0	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage, T_A = 85°C		dv/dt	-	12	-	V/μs
COUPLED CHARACTERISTICS						
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3.0 V, Note 2)	MOC3020	I_{FT}	-	15	30	mA
	MOC3021		-	8.0	15	
	MOC3022		—	—	10	
	MOC3023		—	—	5.0	
Holding Current, Either Direction		I_H	-	100	-	μA

Note 1 Test voltage must be applied within dv/dt rating.

2. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT}.

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS
T_A = 25°C

FIGURE 1 – ON STATE CHARACTERISTICS

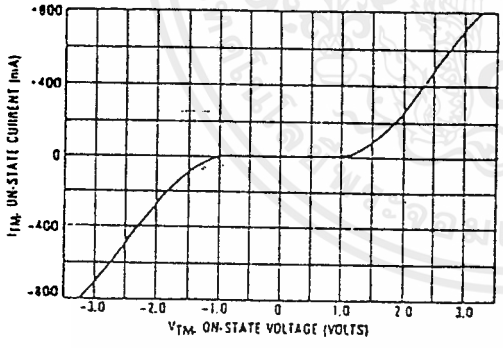


FIGURE 2 – TRIGGER CURRENT versus TEMPERATURE

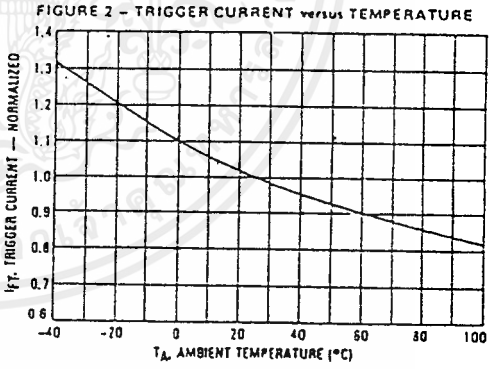
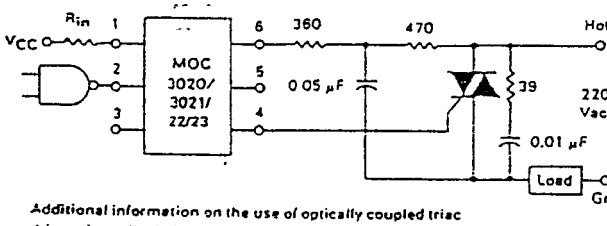


FIGURE 3 — TYPICAL APPLICATION CIRCUIT



In this circuit the "hot" side of the line is switched and the load connected to the cold or ground side.

The 39 ohm resistor and 0.01 μF capacitor are for snubbing of the triac, and the 470 ohm resistor and 0.05 μF capacitor are for snubbing the coupler. These components may or may not be necessary depending upon the particular triac and load used.

Additional information on the use of optically coupled triac drivers is available in Application Note AN-780A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

MC145412
MC145413
MC145512

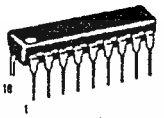
Advance Information

Pulse/Tone Repertory Dialer

Low Power Silicon-Gate CMOS

The MC145412/13 and MC145512 are silicon gate, monolithic CMOS intergrated 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 to 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

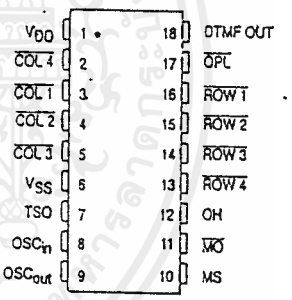


P SUFFIX
PLASTIC
CASE 707

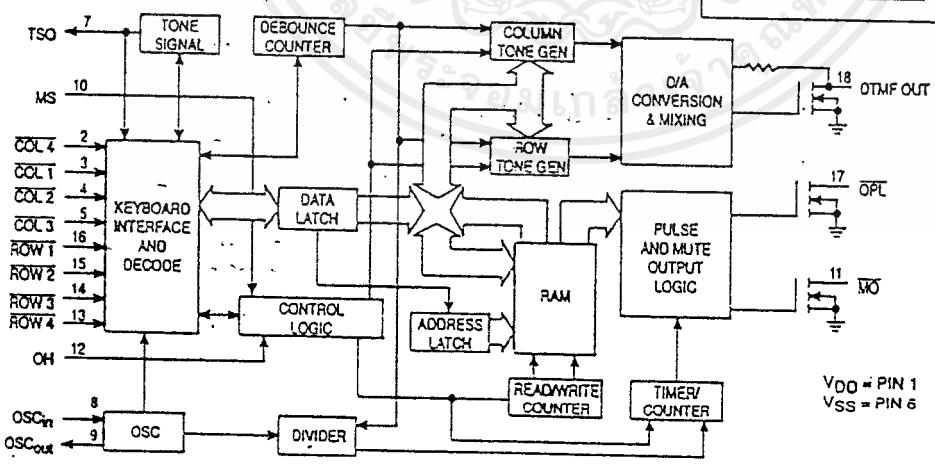
ORDERING INFORMATION

MC1454XX	Suffix	Denotes
	P	Plastic DIP
	4	40/60 M/B Ratio
	5	32/68 M/B Ratio

PIN ASSIGNMENT



BLOCK DIAGRAM



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Rating	Symbol	Value	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)

Characteristic	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	200	—	kΩ
Output Sink Current (V_{DD} = 2.5 V) TSO Pin $\overline{MO}$ Pin $\overline{OPL}$ Pin (V_{DD} = 4.0) $\overline{MO}$ 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, R_L = 600 Ω to V_{DD}) Row Tone Column Tone	V_{out}	 260 330	 310 390	 370 460	mVrms
DTMF Output Tone Leakage (V_{DD} = 3.5, R_L = 600 Ω, 300 to 4000 Hz)		—	—	−80	dBm
DTMF Output Tone Distortion (V_{DD} = 3.5, R_L = 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

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

Characteristic		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}	60	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_{rms}	—	1	—	kHz
Make/Break Ratio (MC = 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		t_d				ms
MC145412/13	Pulse 10 pps		—	40	—	
	20 pps		—	20	—	
MC145512	Pulse 10 pps		—	32	—	
	20 pps		—	16	—	
	DTMF		—	1	—	

PIN DESCRIPTIONS

V_{DD}, V_{SS}
Power Supply (Pins 1, 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.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\overline{OPL}$
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.

$\overline{COL\ 1}$–$\overline{COL\ 4}$ and $\overline{ROW\ 1}$–$\overline{ROW\ 4}$
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}
Oscillator Input and Oscillator Output (Pins 8, 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ทีมงาน อีทีที, "คู่มือการใช้งาน CP-Z80V2", บริ ษัท อีทีที จำกัด
2. ยืน ภู่วรวรรณ และวัฒนา เชียงกุล, "ไมโครโปรเซสเซอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์", กรุงเทพ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 2531
3. สุชิน จำจด, " วิศวกรรมโทรศัพท์", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. สุธินันท์ พรศิริกุล, "ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์", วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 120, 2535, หน้า 90-94
5. สุธินันท์ พรศิริกุล, "ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์", วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 121, 2535, หน้า 110-112
6. เศกสิทธิ์ คำชมพู, "ไอซีน่าสน : MT 8870", วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 81, 2530, หน้า 226-237
7. เศกสิทธิ์ คำชมพู, "ไอซีน่าสน : ISD 1420 ", วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 145, 2538, หน้า 100-104
8. Telecommunication Device Data, Motorola Inc., 1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้