ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

Electrical Equipments Controlled by VHF CB Transceiver

ชื่อนักศึกษา

1. ว่าที่ร้อยตรีณัฐวุฒิ สังขศิริ	รหัสประจำตัว	45035259
2. นายดำหริ อ้อมคล้าย	รหัสประจำตัว	45035260
3. นายนิพนธ์ จันดา	รหัสประจำตัว	45035265
4. นายพรชัย สอนคำแก้ว	รหัสประจำตัว	45035270

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 1. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

2. อาจารย์โกศล ตราชู

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต	
2. ผศ.กิติพงค์ มะโน	
3. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
4. อาจารย์โกศล ตราชู	
5. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2547 เวลา 14.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 1 เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๔๗

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

อุปกรณ์ควบคุมการปิด - เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

ELECTRICAL EQUIPMENTS CONTROLLED BY VHF CB TRANSCEIVER

ว่าที่ร้อยตรีณัฐวุฒิ สังขศิริ
นายดำหริ อ้อมคล้าย
นายนิพนธ์ จันดา
นายพรชัย สอนคำแก้ว

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51049
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

Electrical Equipments Controlled by VHF CB Transceiver

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค้นคว้าการใช้งานของวงจรเครื่องรับ-ส่งวิทยุย่านความถี่ 245 เมกะเฮิรตซ์ การทำงานของวงจรถอดรหัสและเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ การเขียนโปรแกรมควบคุม การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และการทำงานของวงจรควบคุมการปิด-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า
2. เพื่อออกแบบวงจรและโครงสร้างของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ
3. เพื่อประกอบวงจรและโครงสร้างของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ
4. เพื่อทดลองอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ
5. เพื่อนำอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เรื่องการใช้งานของวงจรเครื่องรับ-ส่งวิทยุย่านความถี่ 245 เมกะเฮิรตซ์ การทำงานเกี่ยวกับสัญญาณความถี่คู่ การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และการทำงานของวงจรควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ได้วงจรและโครงสร้างของวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ วงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง วงจรควบคุมการปิด-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
3. ได้ระบบควบคุมอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ
4. ได้ผลทดลองการใช้งานของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดวิทยุเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ
5. ได้ชุดอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดวิทยุเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ	
นักศึกษา	ว่าที่ร้อยตรีณัฐวุฒิ	สังขศิริ
	นายดำหริ	อ้อมคล้าย
	นายนิพนธ์	จันดา
	นายพรชัย	สอนคำแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
	อาจารย์โกศล	ตราชู
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนออุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ อุปกรณ์นี้ใช้สัญญาณความถี่คู่ในการควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยผ่านวิทยุสื่อสารคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งประกอบด้วย สองส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนแรกเป็นเครื่องส่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณความถี่คู่และรับสัญญาณตอบกลับจากเครื่องรับ ส่วนที่สองเป็นส่วนของภาครับสัญญาณความถี่คู่จากภาคส่งเพื่อนำไปควบคุมการปิด-เปิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกับส่งสัญญาณตอบกลับไปยังเครื่องส่ง อุปกรณ์นี้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้สูงสุด 16 อุปกรณ์ มีระบบเสียงตอบกลับอัตโนมัติเพื่อแสดงสถานะ การทำงานของอุปกรณ์และมีระบบป้องกันการใช้งานจากบุคคลอื่น จากการทดลองใช้งานจริงพบว่ามีความสะดวกและสามารถใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Electrical Equipments Controlled By VHF CB Transceiver	
Students	Acting SUB.LT.Nattawut	Sungkhasiri
	Mr. Damri	Aomklay
	Mr. Niphon	Chanda
	Mr. Pornchai	Sornkhamkaew
Advisor	Asst.Prof.Peerawut	Suwanjan
Co-Advisors	Mr. Amornchai	Chaichana
	Mr. Koson	Trachoo
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents the electrical equipments controlled by VHF CB Transceiver. The dual tone signal with frequency in citizen band at 245 MHz is used to turn on and off the electrical equipments. It consists of two components a dual signal transmitter and a dual signal receiver. The maximum number of sixteen electrical equipments can be controlled. Automatic answering to indicate the working status of system and privately protecting from other people also include. This equipment is convenience and comfortable to use in home or office.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องมาจากได้รับความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกคน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์โกศล ตราชู รวมถึงอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้ข้อมูล แนะนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ตลอดจนอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ซึ่งล้วนแต่เป็นประโยชน์ในการทดลองโครงงานและปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาผู้ให้กำเนิด ผู้มีอุปการคุณของผู้จัดทำ ที่ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนทุกอย่างในด้านการศึกษามาโดยตลอด ขอบคุณน้องบ้านทรงไทย รุ่น 15 ที่ให้ยืมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในส่วนหนึ่งจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอบคุณเพื่อนสาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรมที่ให้คำปรึกษาในการจัดรูปแบบกล่อง สุดท้ายขอบคุณเพื่อนๆรุ่นพี่ และรุ่นน้องที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจเสมอมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิทยุโทรคมนาคม	4
2.2.1 คลื่นความถี่วิทยุ	4
2.2.2 วิทยุสื่อสารคลื่นความถี่ประชาชน	5
2.2.3 ข้อกำหนดทางวิชาการของเครื่องวิทยุโทรคมนาคมคลื่นความถี่ประชาชน	6
2.2.4 หน้าที่การทำงานของ CTCSS	8
2.3 การมอดูเลต	9
2.3.1 การมอดูเลตทางความถี่	9
2.3.2 ความถี่ข้างเคียงและดัชนีการมอดูเลต	9
2.4 สัญญาณความถี่คู่	10
2.4.1 ลักษณะของสัญญาณความถี่คู่	10
2.4.2 ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ MT 8870DE DTMF	12
2.5 ไอซีบันทึกเสียง ISD 2590	14
2.6 รีเลย์	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7 การเชื่อมโยงทางแสง	19
2.7.1 คุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	20
2.7.2 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	20
2.7.3 ออปโต้คัพเปอร์ที่ใช้สวิตซ์สองทิศทางหรือไตรแอค	22
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	23
3.1 กล่าวนำ	23
3.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	24
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	24
3.2.2 การทำงาน	24
3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	24
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	24
3.3.2 การทำงาน	25
3.4 วงจรประมวลผล	25
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	25
3.4.2 การทำงาน	26
3.5 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง	27
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	28
3.5.2 การทำงาน	28
3.6 วงจรขยายเสียง	28
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	28
3.6.2 การทำงาน	28
3.7 วงจรอินเตอร์เฟส	29
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	29
3.7.2 การทำงาน	30
3.8 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค	30
3.8.1 การออกแบบและการสร้าง	30
3.8.2 การทำงาน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.9 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์	31
3.9.1 การออกแบบและการสร้าง	31
3.9.2 การทำงาน	31
3.10 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 12 โวลต์	31
3.10.1 การออกแบบและการสร้าง	31
3.10.2 การทำงาน	32
3.11 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 5 โวลต์	32
3.11.1 การออกแบบและการสร้าง	32
3.11.2 การทำงาน	33
3.12 โครงสร้างและการออกแบบกล่องควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	33
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	35
4.1 กล่าวนำ	35
4.2 การทดลองการทำงานของวงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า	35
4.2.1 การทดลอง	35
4.2.2 ผลการทดลอง	36
4.3 การทดลอง การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือ	36
4.3.1 การทดลองการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ	37
4.3.2 การทดลองการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยปุ่มกดที่อุปกรณ์ควบคุม	38
4.3.3 การทดลองควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันทุกช่อง	39
4.3.4 การทดลองระยะทางในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือ	39
4.3.5 ทดลองสัญญาณตอบกลับ	40
บทที่ 5 บทสรุป	42
5.1 สรุป	42
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	42
5.3 แนวทางการพัฒนา	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	45
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	51
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	63
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	70
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	95
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	103
ประวัติผู้แต่ง	141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ย่านความถี่ ความถี่ และความยาวคลื่น	5
2.2 ช่องความถี่ที่ใช้งานในย่านความถี่วิทยุ 245 เมกะเฮิรตซ์	7
2.3 ความถี่ของค่า CTCSS	8
2.4 กลุ่มความถี่ของวงจรกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์	11
2.5 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของรีเลย์	16
2.6 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตไตรแอคเบอร์ MOC3010	21
4.1 ทดลองการทำงานของวงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า	36
4.2 การปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ	37
4.3 การปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยปุ่มกดที่อุปกรณ์ควบคุม	38
4.4 การควบคุมปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันทุกช่อง	39
4.5 ระยะทางในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือ	40
4.6 ทดสอบสัญญาณตอบกลับ	41
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรประมวลผล	64
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	64
ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	65
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	65
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรอินเตอร์เฟส	65
ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรอินเตอร์เฟส	66
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียง	66
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายเสียง	67
ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายแรงดันไฟกระแสตรง 5โวลต์	67
ค.8 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายแรงดันไฟกระแสตรง 12โวลต์	68
ค.9 รายการอุปกรณ์ของวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไตรแอค	69
ค.10 รายการอุปกรณ์ของวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยรีเลย์	69
จ.1 ปุ่มคำสั่งควบคุมการทำงาน	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เครื่องรับส่งวิทยุแบบมือถือคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์	8
2.2 แถบความถี่ของสัญญาณมอดูเลตทางความถี่	9
2.3 การสร้างสัญญาณความถี่คู่	11
2.4 ความถี่ได้จากภาคกรองความถี่	12
2.5 วงจรขยายความแตกต่างของสัญญาณ	14
2.6 ลักษณะการจัดขาทั้ง 2 แบบของ ISD 2590	14
2.7 แผนผังการทำงานของไอซีบันทึกเสียง ISD 2590	15
2.8 คุณสมบัติของความต้านทานและอัตราทนกระแสและแรงดันของหน้าสัมผัสรีเลย์	18
2.9 โครงสร้างของออปโตแบบไตรแอคเปลอร์	22
3.1 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ	23
3.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	24
3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	25
3.4 วงจรประมวลผล	26
3.5 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง	27
3.6 วงจรขยายเสียง	29
3.7 วงจรอินเตอร์เฟส	29
3.8 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค	30
3.9 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์	31
3.10 วงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 12 โวลต์	32
3.11 วงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 5 โวลต์	33
3.12 โครงสร้างกล่องอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	34
4.1 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยไตรแอค	35
ก.1 อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ	46
ก.2 อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า (ด้านหน้า)	46
ก.3 การติดตั้งภายในกล่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	47
ก.4 จุดเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.5 วิทยุสื่อสารคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์	48
ก.6 วงจรควบคุมหลัก	48
ก.7 วงจรอินเตอร์เฟส	49
ก.8 วงจรขยายสัญญาณเสียง	49
ก.9 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า	50
ก.10 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	50
ข.1 วงจรประมวลผล	52
ข.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	52
ข.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	53
ข.4 วงจรบันทึกเสียง	53
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมหลัก	54
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมหลัก	55
ข.7 วงจรอินเตอร์เฟส	56
ข.8 ลายวงจรอินเตอร์เฟส	56
ข.9 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรอินเตอร์เฟส	56
ข.10 วงจรขยายเสียง	57
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขยายเสียง	57
ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขยายเสียง	57
ข.13 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์	58
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์	58
ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์	59
ข.16 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค	59
ข.17 แผ่นวงพิมพ์วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค	60
ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงพิมพ์วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค	61
ข.19 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์	62
ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์	62
ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง.1 ผังงานโปรแกรมควบคุมหลัก	71
ง.2 ผังงานโปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่าน	72
ง.3 ผังงานโปรแกรมตรวจสอบสถานะอุปกรณ์	73
ง.3 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมตรวจสอบสถานะอุปกรณ์	74
ง.4 ผังงานโปรแกรมระบบปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	75
ง.4 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมระบบปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	76
ง.4 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมระบบปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	77
ง.5 ผังงานโปรแกรมระบบเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	78
ง.5 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมระบบเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	79
ง.5 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมระบบเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	80
จ.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากในการดำรงชีวิตอย่างเช่นสิ่งอำนวยความสะดวกในบ้านที่ใช้อยู่ทุกวันที่เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นโดยทั่วไปใช้การปิด-เปิดสวิทซ์ด้วยมือหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดสามารถควบคุมการทำงานด้วยรีโมทคอนโทรล แต่อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีสิ่งกีดขวางหรืออยู่นอกตัวอาคารบ้านเรือนก็ไม่สามารถควบคุมผ่านรีโมทคอนโทรลได้และไม่สามารถตอบสนองความต้องการบางอย่างได้ อาทิเช่นต้องการสั่งปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งภายในและภายนอกตัวอาคารบ้านเรือนโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมเพียงตัวเดียวหรือขณะที่เดินทางกลับจากที่ทำงานต้องการสั่งให้กาต้มน้ำร้อนทำงานก่อนถึงบ้านหรือต้องการให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานที่อุณหภูมิเย็นพอเหมาะเมื่อกลับถึงบ้านกระทั่งการปิด-เปิดระบบไฟแสงสว่างทั้งภายในบ้านและบริเวณบ้านในเวลากลางคืนก่อนกลับถึงบ้านเพื่อป้องกันความไม่ปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินจากโจรผู้ร้ายได้เป็นต้น

จากข้อมูลดังกล่าวทางคณะผู้จัดทำจึงเกิดแนวคิดในการสร้างอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้สามารถควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยอาศัยคลื่นความถี่วิทยุสื่อสารที่สามารถควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ในระยะทางที่กำหนดและมีสิ่งกีดขวางได้โดยไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการส่งข้อมูลซึ่งสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลาเพียงต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าตามต้องการเข้ากับอุปกรณ์ควบคุมที่สร้างขึ้นทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณสมบัติการใช้งานให้แก่อุปกรณ์วิทยุสื่อสารให้มีที่ให้ประโยชน์นอกเหนือจากการใช้งานตามปกติ ทำให้ลดความยุ่งยากในการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ตลอดจนเป็นแนวทางในการค้นคว้าพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีประโยชน์ต่อไป

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1. สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 16 อุปกรณ์
2. สามารถควบคุมสั่งงานได้ในระยะอย่างน้อย 1 กิโลเมตร
3. ใช้ความถี่ในการรับส่ง 245 เมกะเฮิรตซ์
4. สามารถตอบกลับได้เมื่อสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สั่งงานโดยปุ่มสัญญาณความถี่คู่ของเครื่องรับส่งวิทยุแบบมือถือ

6. สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งใช้กระแสสูงสุดไม่เกิน 10 แอมแปร์ต่อหนึ่งอุปกรณ์

7. มีระบบตรวจสอบรหัสผ่านก่อนสั่งงาน

8. สามารถตรวจสอบว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าใดทำงานอยู่หรือไม่

9. สามารถใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ทั้งแบบวิทยุมือถือและแบบควบคุมที่เครื่องควบคุม

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆเพื่อความสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆโดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ เพื่อการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าวิทยุแบบมือถือ ได้แก่ วิทยุสื่อสารคลื่นความถี่ประชาชน 245เมกะเฮิรตซ์ การมอดูเลตทางความถี่ ระบบสัญญาณความถี่คู่ ไอซีบันทึกเสียง ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 สวิตซ์รีเลย์ และการเชื่อมโยงทางแสง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงขั้นตอนวิธีในการออกแบบและสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าวิทยุแบบมือถือ เช่นแหล่งจ่ายไฟตรง 5 โวลต์และ 12 โวลต์ วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า วงจรผลิตสัญญาณเสียง วงจรอินเตอร์เฟส วงจรประมวลผล พร้อมทั้งอธิบายการทำงานโดยละเอียด

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการทดลองของวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า และ การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

บทที่ 5 บทสรุป กล่าวถึง ผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำโครงงานแต่ละส่วน และแนวทางในการแก้ไขปัญหารวมทั้งแนวทางการพัฒนาโครงงาน

ภาคผนวก ก แสดงภาพถ่ายของเครื่องต้นแบบ การต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข แสดงวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า วงจรบันทึกสัญญาณเสียง วงจรขยายเสียง วงจรประมวลผล และวงจรควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในการประกอบแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

สำหรับส่วนที่นอกเหนือจากเนื้อหาในบทที่ 1 ถึงบทที่ 5 ผู้ศึกษาสามารถค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากหนังสือหรือเอกสารอ้างอิงที่แสดงไว้ในบรรณานุกรมหรืออาจศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือหรือสื่ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือนี้ เป็นระบบควบคุมระยะไกล ที่สามารถนำไปใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆได้หลายชนิด โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ ภาคส่งและภาครับโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ 245 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งในการทำโครงงานนี้จำเป็นต้องศึกษาถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและหลักการที่สำคัญต่างๆ อาทิเช่น ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิทยุโทรคมนาคม วิทยุสื่อสาร ซีบี 245 เมกะเฮิรตซ์ การมอดดูเลต สัญญาณความถี่คู่ ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 รีเลย์ และส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะสามารถประกอบเป็นอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือได้อย่างสมบูรณ์

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิทยุคมนาคม

วิทยุคมนาคมหรือที่นิยมเรียกวิทยุสื่อสารทำงาน โดยแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กแบ่งเป็นภาครับและภาคส่งแผ่กระจายคลื่นวิทยุออกทางสายอากาศ

คลื่นวิทยุ คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถูกคิดค้นโดย เจมส์ แมกซ์เวลล์ (James c. Maxwell) เมื่อร้อยกว่าปีมาแล้ว (ปี ค.ศ.1864) ต่อมา ไฮริช เฮิรตซ์ (Heinrich Hertz) เป็นผู้ทดลองพิสูจน์ไว้ว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้เป็นพลังงานที่ใช้ได้จริงในปี ค.ศ.1887

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อีกนัยหนึ่งก็คือคลื่นวิทยุมีความเร็วสามร้อยล้านเมตรต่อวินาที (300,000,000เมตร /วินาที) หรือเท่ากับความเร็วแสง

2.2.1 คลื่นความถี่วิทยุ

คลื่นวิทยุเกิดจากการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าที่อยู่ในสายอากาศแล้วแผ่กระจายไปในอากาศลักษณะเดียวกับคลื่นในน้ำ เป็นลูกคลื่นมียอดคลื่นและท้องคลื่น การเคลื่อนตัวหนึ่งรอบคลื่นหมายถึงจากผิวน้ำขึ้นไปถึงยอดคลื่นตกลงที่ท้องคลื่นและกลับขึ้นมาเสมอผิวน้ำ ความถี่ของคลื่นวิทยุมีหน่วยต่อวินาที (Cycle Per Second: CPS) ต่อมาเพื่อให้เกียรติต่อผู้ค้นพบ ไฮริช เฮิรตซ์ จึงเรียก “หน่วยต่อวินาที” ว่า “เฮิรตซ์” 1,000 เฮิรตซ์ เรียกว่า 1 กิโลเฮิรตซ์ 1,000,000 เฮิรตซ์ เรียกว่า 1 เมกะเฮิรตซ์ ความยาวคลื่นวัดความยาวจากยอดคลื่นถึงยอดคลื่นหรือระยะห่างระหว่างยอดคลื่น ความยาวคลื่นวัดกันเป็นเมตร เวลาที่คลื่นเดินทางวัดเป็นวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ย่านความถี่ ความถี่ และความยาวคลื่น

ย่านความถี่	ความถี่	ความยาวคลื่น
Very Low Frequency (VLF)	10 - 30 kHz	มากกว่า 10 km
Low Frequency (LF)	30 - 300 kHz	10-1 km
Medium Frequency (MF)	300 - 3,000 kHz	1000-100 m
High Frequency (HF)	3 - 30 MHz	100-10 m
Very High Frequency (VHF)	30 - 300 MHz	10-1 m
Ultra High Frequency (UHF)	300 - 3,000 MHz	100-10 cm
Super High Frequency (SHF)	3 - 30 GHz	10-1 cm
Extremely High Frequency (EHF)	30 - 300 GHz	10-1 cm

2.2.2 วิทยุสื่อสารคลื่นความถี่ประชาชน

วิทยุสื่อสารมีใช้ในประเทศไทยเกือบร้อยปีแล้ว ส่วนใหญ่ใช้ในราชการทหาร นับแต่สงครามโลกครั้งที่1ถึง2และสงครามมหาเอเชียบูรพาหลังภาวะสงคราม กิจการวิทยุสื่อสารมีใช้ภายในกิจการราชการโดยเฉพาะฝ่ายปราบปราม และปกครอง และแพร่หลายมากขึ้นในหน่วยราชการ รัฐวิสาหกิจ พลเรือน ในช่วง 40 ปีย้อนหลังจากนี้ สำหรับประชาชนทั่วไปวิทยุสื่อสารที่มีใช้ได้ชนิดแรก คือวิทยุอาสาสมัครหรือวีอาร์ (Voluntary Radio : VR) โดยกำหนดให้ผู้ประสงค์มีใช้ต้องสอบความรู้ขออนุญาตซื้อขาย พกพาตัวเครื่องมือถือ ติดรถติดบ้านอาศัย จากทางราชการด้วยระเบียบข้อกำหนดกรมไปรษณีย์โทรเลข และเหตุผลความมั่นคงแห่งชาติ ต่อมาบ้านเมืองเจริญก้าวหน้าขึ้นมีการลงทุนข้ามชาติ โลกาภิวัตน์ (Globalization) เทคโนโลยีรุดหน้า ทางราชการโดยกรมไปรษณีย์โทรเลขเห็นเหมาะสมต่อกาลเวลาว่าประชาชนมีความจำเป็นต่อการมีวิทยุใช้สื่อสารเพื่อพัฒนาบ้านเมือง และสวัสดิ์ภาพความปลอดภัย จึงอนุญาตให้ประชาชนมีใช้วิทยุสื่อสาร “ความถี่ประชาชน” (Citizen Band) โดยเริ่มใช้งานจากคลื่นความถี่ 27 เมกะเฮิรตซ์ 78 เมกะเฮิรตซ์, 422 เมกะเฮิรตซ์ (ปัจจุบันยกเลิกการนำเข้า) และล่าสุดคือ 245 เมกะเฮิรตซ์ ผู้ที่มีใช้อยู่ก่อนหน้าก็สามารถใช้ได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย

1) วิทยุสื่อสารซีบี 245 เมกะเฮิรตซ์

ปัจจุบันวิทยุ CB 245 เมกะเฮิรตซ์ นิยมแพร่หลายอย่างรวดเร็วเพราะประสิทธิภาพในการส่งกระจายคลื่นได้ไกลสุด (สายอากาศสูง 30 เมตรจากพื้นดินส่งไกลไม่น้อยกว่า 25 กิโลเมตร) รับส่งได้ชัดเจนกว่าวิทยุสื่อสารทุกความถี่ คลื่นแรงทะลุทะลวงผ่านกระจก อาคารบ้านเรือน ลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และชั้นใต้ดินได้ดีกว่า ปรับกำลังส่งได้ 2-3 ระดับ อาทิ 1 วัตต์ 2.5 วัตต์ และ 5 วัตต์ เป็นต้น มีอุปกรณ์ส่วนควบคุมและเครื่องอะไหล่อีกมากมาย นอกจากนี้กรมไปรษณีย์อนุญาตให้ตั้งสถานี (ตั้งสาย/เสาอากาศสูง 60 เมตร) และติดในรถยนต์ได้

สรุปได้ว่าวิทยุ CB 245 เมกะเฮิรตซ์ ใช้งานได้ดีกว่า เพราะประสิทธิภาพส่งได้ไกลชัดเจน สามารถทะลุทะลวงได้ดีราคาปานกลางเครื่องอุปกรณ์อะไหล่ครบไม่รบกวนคลื่นอื่น

2.2.3 ข้อกำหนดทางวิชาการของเครื่องวิทยุโทรคมนาคมคลื่นความถี่ประชาชน

1) ลักษณะทั่วไป

1.1) โครงสร้างวิทยุคมนาคม (Case) จะต้องเป็นสีแดง

1.2) เครื่องวิทยุคมนาคมทำงานเฉพาะในย่านความถี่วิทยุ 245 เมกะเฮิรตซ์และมีช่องความถี่วิทยุใช้งาน เริ่มต้นคือ 245.00 เมกะเฮิรตซ์จำนวนไม่เกิน 80 ช่อง ดังตารางที่ 2.2

1.3) มีระยะห่างระหว่างช่องความถี่วิทยุ (Channel Spacing) เท่ากับ 12.5 กิโลเฮิรตซ์หรือ 25 กิโลเฮิรตซ์

1.4) กำเนิดความถี่วิทยุแบบสังเคราะห์ความถี่ (Synthesizer) โดยผู้ใช้ไม่สามารถตั้งความถี่วิทยุได้เองจากภายนอกเครื่องวิทยุคมนาคม และไม่สามารถดัดแปลงแก้ไขโดยวิธีใดๆเพื่อให้เครื่องวิทยุคมนาคมสามารถรับหรือส่งความถี่วิทยุนอกย่านความถี่วิทยุ 245 เมกะเฮิรตซ์

1.5) การผสมคลื่นเป็นแบบการมอดูเลตแบบความถี่

2) ภาคเครื่องส่ง

2.1) กำลังส่ง (Power) ไม่เกิน 10 วัตต์

2.2) ความกว้างของแถบคลื่น (Necessary Bandwidth) กรณีใช้ความห่างระหว่างช่องความถี่วิทยุ 12.5 กิโลเฮิรตซ์ ไม่เกิน 8 กิโลเฮิรตซ์ และกรณีใช้ความห่างระหว่างช่องความถี่วิทยุ 25 กิโลเฮิรตซ์ ไม่เกิน16 กิโลเฮิรตซ์

2.3) เสถียรภาพความถี่ (Frequency Stability) ร้อยละ 0.005

2.4) แพร่กระจายคลื่นความถี่วิทยุที่ไม่ต้องการ

2.5) การเบี่ยงเบนความถี่ (Frequency Deviation) กรณีใช้ความห่างระหว่างช่องความถี่ 12.5 กิโลเฮิรตซ์ สูงสุดไม่เกิน 2.5 กิโลเฮิรตซ์ และกรณีใช้ความห่างระหว่างช่องความถี่วิทยุ 25 กิโลเฮิรตซ์ สูงสุดไม่เกิน 5 กิโลเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ช่องความถี่ที่ใช้งานในย่านความถี่วิทยุ 245 เมกะเฮิรตซ์

ช่องที่	ความถี่	ช่องถี่	ความถี่	ช่องที่	ความถี่	ช่องที่	ความถี่
1	245.0000	21	245.2500	41	245.5000	61	245.7500
2	245.0125	22	245.2625	42	245.5125	62	245.7625
3	245.0250	23	245.2750	43	245.5250	63	245.7750
4	245.0375	24	245.2875	44	245.5375	64	245.7875
5	245.0500	25	245.3000	45	245.5500	65	245.8000
6	245.0625	26	245.3125	46	245.5625	66	245.8125
7	245.0750	27	245.3250	47	245.5750	67	245.8250
8	245.0875	28	245.3375	48	245.5875	68	245.8375
9	245.1000	29	245.3500	49	245.6000	69	245.8500
10	245.1125	30	245.3625	50	245.6125	70	245.8625
11	245.1250	31	245.3750	51	245.6250	71	245.8725
12	245.1375	32	245.3875	52	245.6375	72	245.8875
13	245.1500	33	245.40000	53	245.6500	73	245.9000
14	245.1625	34	245.4125	54	245.6625	74	245.9125
15	245.1750	35	245.4250	55	245.6750	75	245.9250
16	245.1875	36	245.4375	56	245.6875	76	245.9375
17	245.2000	37	245.4500	57	245.7000	77	245.9500
18	245.2125	38	245.4625	58	245.7125	78	245.9625
19	245.2250	39	245.4750	59	245.7250	79	245.9750
20	245.2375	40	245.4875	60	245.7375	80	245.9875

3) ภาคเครื่องรับ

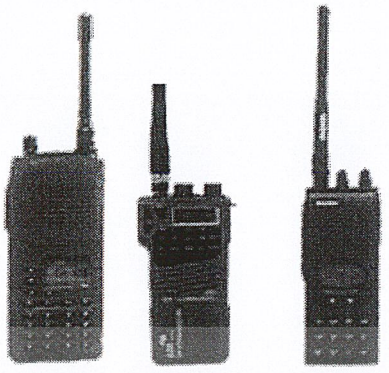
3.1) ความไวในการรับสัญญาณ 0.5 มิลลิโวลต์ ที่ 20 เดซิเบล

3.2) การเลือกรับสัญญาณ -70 เดซิเบล

3.3) เสถียรภาพความถี่ ร้อยละ 0.0005

3.4) การจัดสัญญาณที่ไม่ต้องการและสัญญาณแปลกปลอม -50 เดซิเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 เครื่องรับส่งวิทยุแบบมือถือคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์

2.2.4 หน้าที่การทำงานของ Continuous Tone-Controlled Squelch System (CTCSS)

โดยทั่วไปในวิทยุสื่อสารจะมีระบบ CTCSS เพื่อจะช่วยจัดการความถี่ในการรับส่งสัญญาณระหว่างคู่สนทนากรณีไม่ต้องการรับสัญญาณจากบุคคลอื่นในความถี่เดียวกัน CTCSS เป็นช่องย่อยซึ่งอยู่ในระยะตั้งแต่ 62.5 เฮิรตซ์ ถึง 250.3 เฮิรตซ์ สามารถใช้งานได้ถึง 45 ช่องย่อย แต่ CTCSS ไม่สามารถป้องกันข้อมูลที่เป็นความลับได้ เพียงแต่ทำให้มั่นใจว่าจะไม่สามารถรับสัญญาณจากบุคคลอื่นที่ไม่ต้องการรับเท่านั้น

ตารางที่ 2.3 ความถี่ของค่า CTCSS (หน่วยเป็น เฮิรตซ์)

ช่อง	ความถี่	ช่อง	ความถี่	ช่อง	ความถี่	ช่อง	ความถี่	ช่อง	ความถี่	ช่อง	ความถี่
01	62.5	09	82.5	17	107.2	25	141.3	33	179.9	41	206.5
02	64.7	10	85.4	18	110.9	26	146.2	34	183.5	42	210.7
03	67.0	11	88.5	19	114.8	27	151.4	35	186.2	43	218.1
04	69.3	12	91.5	20	118.8	28	156.7	36	189.9	44	225.7
05	71.9	13	94.8	21	123.0	29	159.8	37	192.83	45	229.1
06	74.4	14	97.4	22	127.3	30	162.2	38	196.6	46	233.6
07	77.0	15	100.0	23	131.8	31	167.9	39	199.5	47	241.8
08	79.7	16	103.5	24	136.5	32	173.8	40	203.5	48	250.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

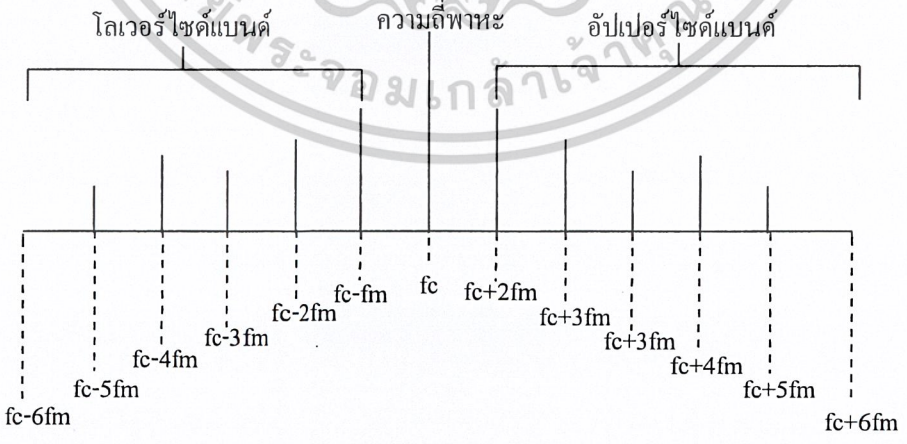
2.3 การมอดูเลต

2.3.1 การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation)

เป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่ของสัญญาณพาหะตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณข้อมูล โดยที่ค่าแอมปลิจูดของสัญญาณยังคงที่ การเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณพาหะจะมีความสัมพันธ์กับค่าแอมปลิจูดของสัญญาณข้อมูล ตัวอย่างเช่น เมื่อสัญญาณข้อมูลมีแอมปลิจูดสูงสัญญาณพาหะก็จะมีความถี่สูงขึ้นด้วยและขณะที่ไม่มีสัญญาณข้อมูลเข้ามาทำการมอดูเลตสัญญาณพาหะจะมีค่าความถี่กลางอยู่ค่าหนึ่ง เรียกว่า ความถี่กลาง (Center Frequency) เมื่อมีสัญญาณข้อมูลเข้ามาก็จะทำให้เกิดความถี่เปลี่ยนแปลงสูงขึ้น เรียกว่า ค่าความถี่เบี่ยงเบน (Frequency Deviation) ค่าสูงสุดของความถี่เบี่ยงเบนจะเกิดขึ้นเมื่อสัญญาณข้อมูลมีแอมปลิจูดสูงสุด ความถี่ของสัญญาณข้อมูลจะเป็นตัวกำหนดให้ทราบถึงจำนวนครั้งในหนึ่งวินาทีที่เกิดการเบี่ยงเบนความถี่ขึ้นไปสูงและต่ำกว่าค่าความถี่กลางและอัตราดังกล่าวเรียกว่า อัตราความถี่เบี่ยงเบน (Frequency Deviation Rate) ความถี่ของสัญญาณข้อมูลจะมีผลต่ออัตราการเบี่ยงเบนทางความถี่ดังกล่าว แต่จะไม่มีผลต่อปริมาณของความถี่เบี่ยงเบนไปจากค่าความถี่กลาง ซึ่งขึ้นอยู่กับแอมปลิจูดของสัญญาณข้อมูลเท่านั้น

2.3.2 ความถี่ข้างเคียงและดัชนีการมอดูเลต

ในการมอดูเลตทางความถี่จะทำให้เกิดความถี่ข้างเคียงขึ้นเป็นความถี่ของผลรวมและผลต่างของสัญญาณพาหะและสัญญาณข้อมูลตามทฤษฎีแล้วจะเกิดคู่ของความถี่ข้างเคียงขึ้นเป็นจำนวนอนันต์คู่ทั้งด้านบนด้านล่างของความถี่กลาง ทำให้สัญญาณที่ถูกมอดูเลตทางความถี่มีการใช้งานแถบความถี่ (Spectrum) มากกว่าสัญญาณที่มอดูเลตทางแอมปลิจูด



รูปที่ 2.2 แถบความถี่ของสัญญาณมอดูเลตทางความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นว่าแถบความถี่ของสัญญาณมอดูเลตทางความถี่โดยทั่วไปที่สัญญาณพาหะถูกมอดูเลตด้วยสัญญาณรูปซายน์ ที่ความถี่เดียว จะเห็นว่าความถี่ข้างเคียงจะเว้นระยะห่างจากสัญญาณความถี่พาหะและความถี่ข้างเคียงด้วยกัน เป็นระยะเท่าๆกันเท่ากับความถี่สัญญาณข้อมูลทำให้แอมปลิจูดของสัญญาณข้างเคียงไม่เท่ากัน หากสมมุติว่าสัญญาณความถี่ข้างเคียงต่างๆ เป็นสัญญาณรูปซายน์ที่มีความถี่และแอมปลิจูดเฉพาะตัวเมื่อนำมารวมกันจะได้ผลลัพธ์เป็นสัญญาณที่ถูกมอดูเลตทางความถี่นั่นเอง ลักษณะต่างๆของจำนวนความถี่ข้างเคียง ขนาดแอมปลิจูดความถี่ข้างเคียง และระยะห่างระหว่างความถี่ ขึ้นอยู่กับค่าเบี่ยงเบนความถี่กับความถี่ของสัญญาณข้อมูล แม้ว่าสัญญาณมอดูเลตทางความถี่จะมีความถี่ข้างเคียงจำนวนอนันต์ แต่ความถี่ข้างเคียงที่มีแอมปลิจูดสูงเพียงพอเท่านั้นจึงถือว่าเป็นสัญญาณที่มีข้อมูลอยู่ โดยปกติสัญญาณที่มีแอมปลิจูดต่ำกว่าหนึ่งเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณพาหะที่ยังไม่ถูกมอดูเลตจะถือว่าไม่มีความสำคัญ

จากความสัมพันธ์ข้างต้นทำให้เกิดอัตราส่วนระหว่างค่าเบี่ยงเบนความถี่กับความถี่ของสัญญาณข้อมูลซึ่งเรียกว่าดัชนีการมอดูเลต (Modulation Index)

$$M = \frac{fd}{fm} \tag{2.1}$$

เมื่อ M = ดัชนีการมอดูเลต

fd = ค่าความเบี่ยงเบน

fm = ความถี่ของสัญญาณข้อมูล

ค่าเบี่ยงเบนความถี่และค่าความถี่ของสัญญาณข้อมูลมักจะใช้ค่ามากที่สุดเพื่อนำมาคำนวณดัชนีการมอดูเลต เรียกว่า อัตราการเบี่ยงเบน สัญญาณที่ถูกมอดูเลตทางความถี่ (FM) จะใช้แถบความถี่กว้างเท่าใดขึ้นอยู่กับดัชนีการมอดูเลต ดังนั้นสามารถประหยัดแถบความถี่ได้ด้วยการจำกัดค่าของดัชนีการมอดูเลต

2.4 สัญญาณความถี่คู่

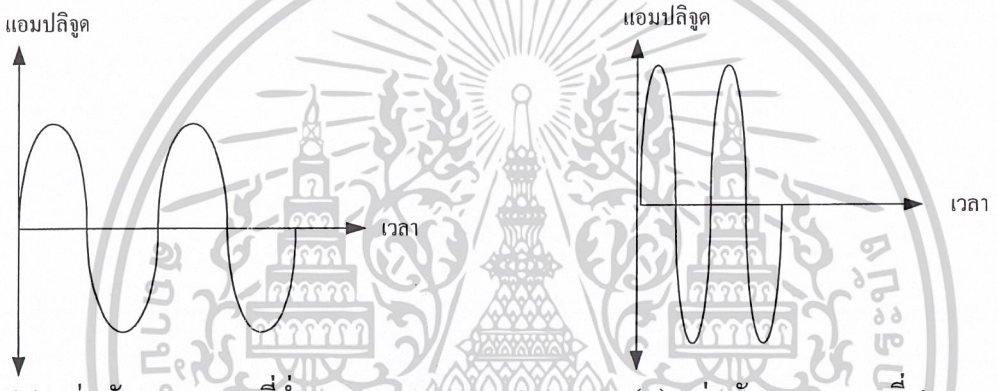
2.4.1 ลักษณะของสัญญาณความถี่คู่

บริษัท AT&T เป็นผู้คิดค้นขึ้นในระบบโทรศัพท์ รูปแบบสัญญาณความถี่คู่นี้สร้างรหัสได้มากมาย กำหนดเป็นรหัสตัวเลข 10 ตัวและสัญลักษณ์อื่นอีก 6 ตัว สัญญาณเสียงที่ส่งออกไปเป็นแบบ 2 สัญญาณเสียงพร้อมกันเลือกจาก 8 สัญญาณเสียงโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มความถี่สูงและกลุ่มความถี่ต่ำ ดังตารางที่ 2.4

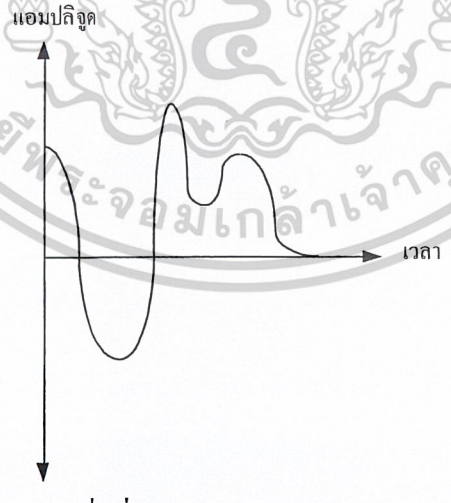
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 กลุ่มความถี่ของวงจรกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์

ความถี่	1,209 Hz	1,336 Hz	1,447 Hz	1,633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D



(ก) กลุ่มสัญญาณความถี่ต่ำ (ข) กลุ่มสัญญาณความถี่สูง



(ค) สัญญาณความถี่คู่ที่ได้จากการรวมสัญญาณความถี่ต่ำและสูง

รูปที่ 2.3 การสร้างสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ MT 8870DE

ไอซีถอดรหัสความถี่ หมายถึงการแปลงรหัสของความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มของตัวเลขแบบโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มหรือ DTMF ให้ระบบตัวเลขแบบทางดิจิตอลของไอซี MT8870DE ใช้การแปลงความถี่ทางโทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองที่มีขนาด 4 บิต

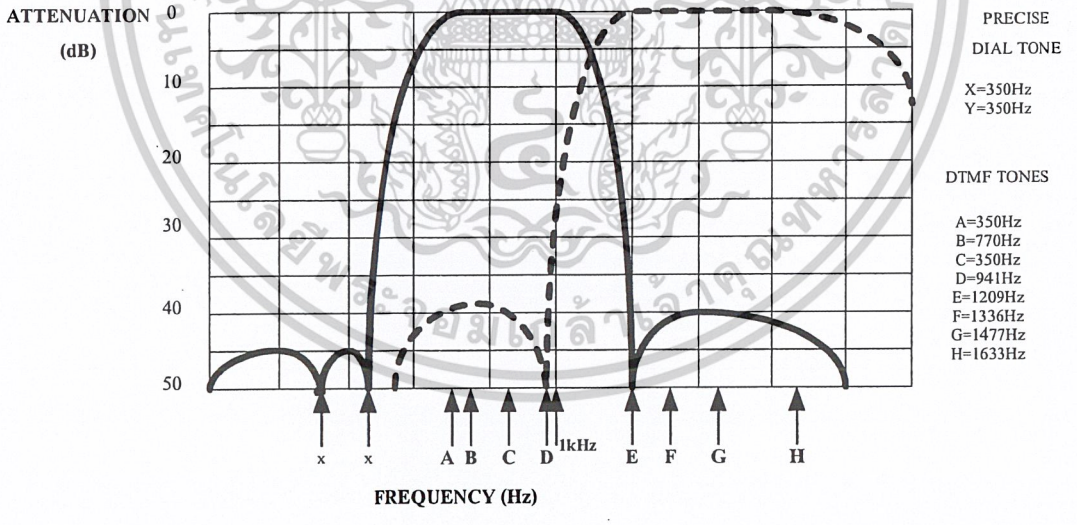
ฟังก์ชั่นการทำงานภายในไอซี MT8870DE ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 5 ส่วนคือ

1) ภาคกรองความถี่

ในส่วนที่แยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงที่ความถี่สูงและช่วงที่ความถี่ต่ำโดยใช้วงจรกรองความถี่แบบอันดับชนิดที่เป็นสวิตช์คาปาซิสเตอร์ (Six Order Switch Capacitor Band filter) ที่มีการยกกำลังสองช่วงคือช่วงที่มีความถี่สูงและช่วงที่มีความถี่ต่ำดังรูปที่ 2.4

2) ภาคถอดรหัส (Decoder Section)

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองไว้เรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าสู่วงจรถอดรหัสความถี่ที่เป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอล และมีวงจรที่ใช้ในการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อที่จะป้องกันความถี่อื่นที่เข้ามาผสมและเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้องแล้วสัญญาณที่ขา ES (Eart Steering) ก็จะแอคทีฟค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ



รูปที่ 2.4 ความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ภาคตรวจสอบรหัสสัญญาณ (Steering Circuit)

ก่อนที่จะมีการถอดรหัส ความถี่ออกไปที่เอาท์พุทจะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะตามที่กำหนดไว้หรือไม่โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ซึ่งต้องกดให้มีระยะเวลาความถี่ห่างกันพอสมควร มิฉะนั้นวงจรจะได้รับสัญญาณของความถี่ที่ไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลาที่จะยาวนานเท่าไรนั้นเราก็สามารถที่จะใช้วงจร RC ต่อออกมาภายนอกได้

ซึ่งที่ภาคตรวจสอบสัญญาณจะตรวจสอบสัญญาณดูว่าช่วงเวลาที่สัญญาณปรากฏ ถูกต้องตามค่าที่ตั้งไว้หรือไม่ คือถ้ากล่าวถ้าเวลาที่สัญญาณปรากฏสั้นกว่าเวลาที่ตั้งไว้ก็ถือว่าสัญญาณนั้นมีความผิดพลาดไม่ใช่สัญญาณที่ต้องการก็จะไปควบคุมสภาวะเอาต์พุตบัฟเฟอร์ของไอซีให้เป็นอิมพีแดนซ์สูง นั่นคือจะไม่มีสัญญาณไบนารีปรากฏที่เอาท์พุทของไอซี

4) วงจรขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870DE เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถที่ปรับอัตราของการขยายโดยการต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปดังรูปที่ 2.5 เป็นการแสดงการต่อวงจรภายนอกที่ทางอินพุตนั้นสามารถทำการคำนวณค่าอัตราการขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพิแดนท์นั้นมีดังต่อไปนี้

อัตราขยาย

$$AvDiff = \frac{R5}{R1}$$

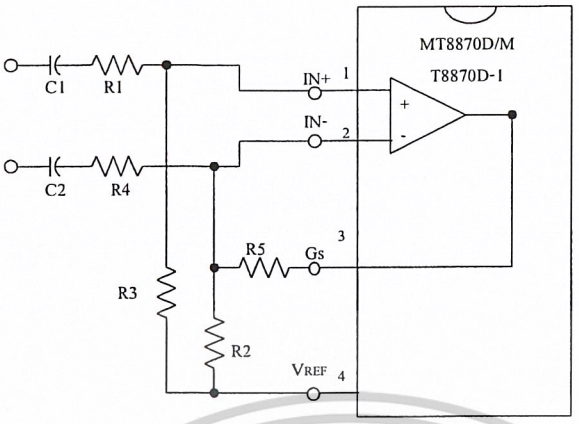
ค่าอินพุตและค่าอิมพีแดนซ์

$$SinDiff = 2 \times \sqrt{R1^2 + (\frac{1}{WC^2})}$$
$$C1 = C2 = 10nF$$
$$R1 = R4 = R5 = 100k\Omega$$
$$R2 = 60k\Omega, R3 = 37.5k\Omega$$

โดยหาค่า R3 จาก

$$R3 = \frac{(R2 \times R5)}{(R2 + R5)} \qquad (2.2)$$

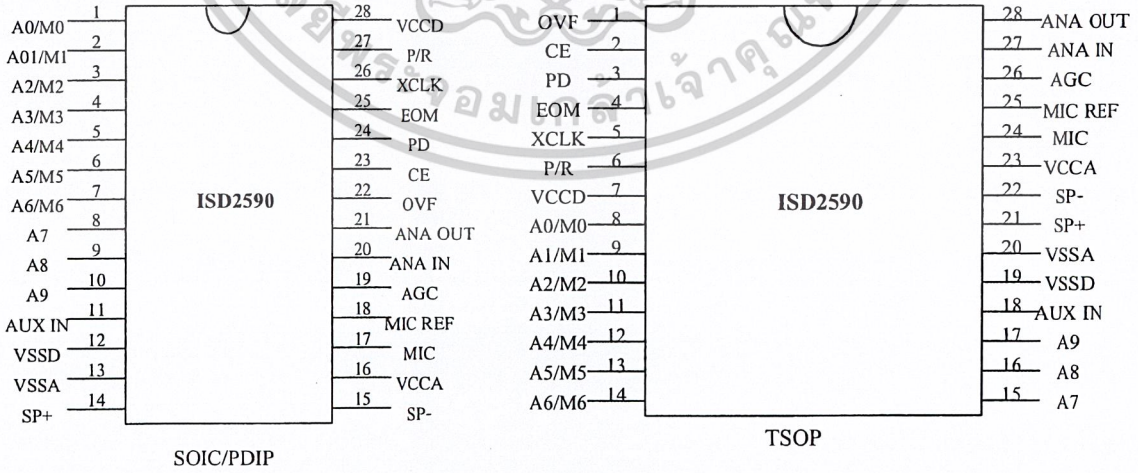
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 วงจรขยายความแตกต่างของสัญญาณ

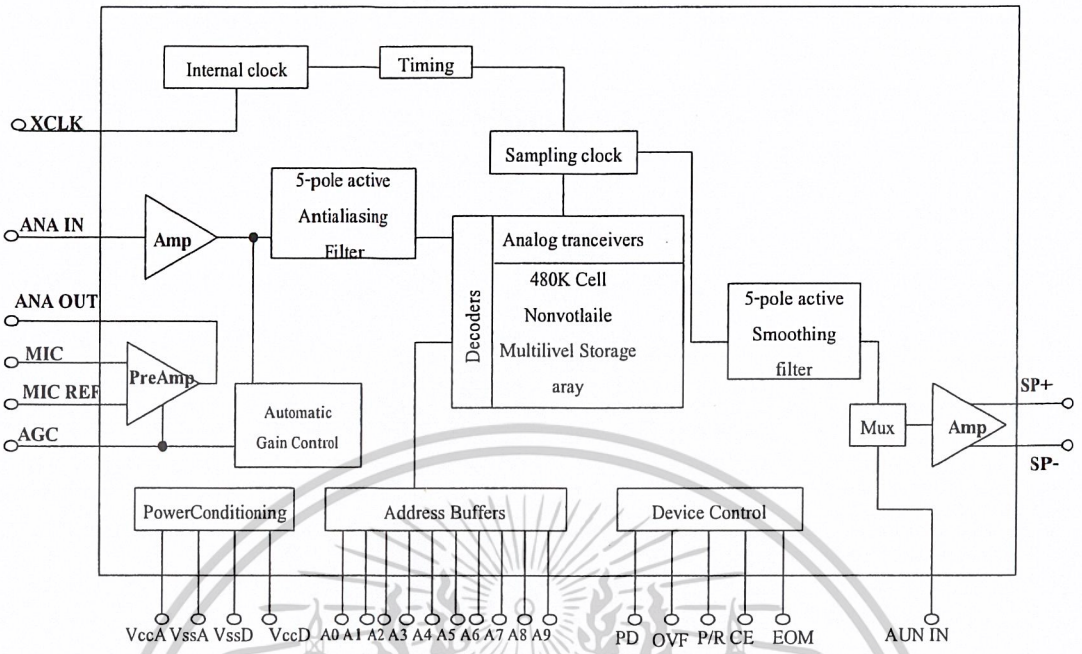
2.5 ไอซีบันทึกเสียง ISD 2590

ISD 2590 เป็นไอซีที่บันทึกเสียงที่ระยะเวลาได้โดยพัฒนามาจากไอซีตระกูลเดียวกัน คือ ISD 12XX และ ISD 14XX และไม่จำเป็นต้องใช้ตัวอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นภาคสำหรับที่จะขยายเสียงต่อร่วมภายนอกโดยสามารถขับลำโพงได้โดยตรงและส่วนของไมโครโฟนแบบไดนามิคหรือไมโครโฟนแบบชนิดคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน โดยตัวถังของไอซี ISD 2590 มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ แบบตัวถังแบบ DIP/SOIC และชนิดตัวถังแบบ TSOP โดยการทำงานของโครงงานนี้จะใช้ชนิดตัวถังแบบ DIP/SOIC



รูปที่ 2.6 ลักษณะการจัดขาทั้ง 2 แบบของ ISD 2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แผนผังการทำงานของไอซีบันทึกเสียง ISD 2590

ในโหมดของการจัดเก็บข้อมูลต่างๆนั้นจะทำการจัดเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลที่เป็นแบบที่ไม่ต้องการแรงดันไฟสำรองเพื่อที่จะป้องกันข้อมูลสูญหาย โดยสัญญาณสียงที่อยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อกนั้นจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำโดยตรงโดยที่จะอาศัยเทคโนโลยีดีเอเอสที (Direct Access Storage Technology : DAST) โดยการจัดเก็บก็จะทำการจัดเก็บในแบบที่เป็นลักษณะที่เป็นสัญญาณอนาล็อกอยู่เช่นเดิมจึงทำให้การเล่นสามารถที่จะทำให้เสียงเหมือนกับต้นกำเนิดเพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกมาเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.5.1 คุณสมบัติของ ISD 2590

1) สามารถบันทึกและเล่นกลับได้ด้วยตนเอง

2) มีประสิทธิภาพในการบันทึกเสียงกลับและให้เสียงนั้นเหมือนกับต้นกำเนิด

3) สามารถบันทึกเสียงและเล่นกลับได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้เวลาในการบันทึกและเล่นกลับนานถึง 90 วินาที

4) ปิดการทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกและที่เล่นกลับนานเกินไป

5) สามารถที่จะทำการต่อคาสเคดโดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาได้ยาวนานขึ้น

6) สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้นานโดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรองและมีวงรอบของการบันทึกจำนวนมากและมีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ภายใน

7) สามารถโปรแกรมทำการควบคุมเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อที่พัฒนารูปแบบการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 รีเลย์

รีเลย์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 3 ประเภทคือ

1) แบบกลไกไฟฟ้า (Eletromachanical Relay : EMR) ที่มีขั้วต่อของขดลวดสองขั้วต่อ เพื่อเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เกิดการดูดแขนของหน้าสัมผัสของจุดต่อออกไปใช้งาน

2) แบบโซลิดเสตด (Solid-State Relay : SSR) จะเป็นการใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมการทำงาน เช่น SCR เป็นต้น

3) แบบออปโตคัปเปิล (Optocouple Relay) เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เชื่อมโยงทางแสงทำให้มีประสิทธิภาพในการแยกกันอย่างเด็ดขาดของวงจรควบคุมกับวงจรทางเอาต์พุตของรีเลย์

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของรีเลย์

พารามิเตอร์	ออปโตคัปเปิล	กลไกไฟฟ้า	โซลิดเสตด
ความเชื่อถือได้สูง	✓		✓
ข้อจำกัดอายุการใช้งาน	✓		✓
ความเร็วในการทำงาน	✓		✓
เสถียรภาพหน้าสัมผัส 100 เปอร์เซ็นต์	✓		✓
เงียบไม่มีเสียงรบกวน	✓		✓
ไม่มีสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า	✓		✓
ความเข้มสนามแม่เหล็ก	✓		✓
ขนาดเล็กความหนาแน่นสูง	✓		✓
ตำแหน่งในการติดตั้งได้กว้างขวาง	✓		✓
คุณสมบัติในการแยกอินพุตและเอาต์พุตสูง (5000 โวลต์ ขึ้นไป)	✓	✓	
เลือกสัญญาณอนาลอก/ดิจิตอลได้	✓	✓	
ปัญหาในการทำงานกระโดดข้ามเป็นศูนย์	✓	✓	
ตัวถังบรรจุแบบ SO	✓		
การทำงานแบบขนาน	✓		
ควบคุมขอบขาขึ้นและขอบขาลงของเวลา	✓		
สวิตซ์กระแสได้ประมาณ 4 แอมป์	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากตารางที่ 2.5 จะสังเกตเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นรีเลย์สมัยใหม่ เช่น โฟโตมอสเฟสรีเลย์ นั้นมีประสิทธิภาพการทำงาน และเป็นที่นิยมค่อนข้างมากกว่ารีเลย์แบบโซลิดเสตดและแบบกลไฟฟ้า แต่อย่างไรยังคงใช้งานกันอยู่มากเช่นกัน เนื่องจากรีเลย์แบบเก่านั้นสามารถรองรับโหลดที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัสได้ค่อนข้างสูงกว่า โฟโตมอสเฟสรีเลย์ เพราะรีเลย์สมัยใหม่นั้นจะสามารถรองรับโหลดได้ประมาณ 1 แอมป์ นั้นถือว่ามากแล้วรวมทั้งหาซื้อได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันได้มีการสร้างรีเลย์ให้รองรับโหลดทางเอาท์พุทได้มากขึ้น เช่น ขนาด 4 แอมป์ 60 โวลต์

2.6.1 คุณลักษณะของรีเลย์ (แบบกลไกไฟฟ้า)

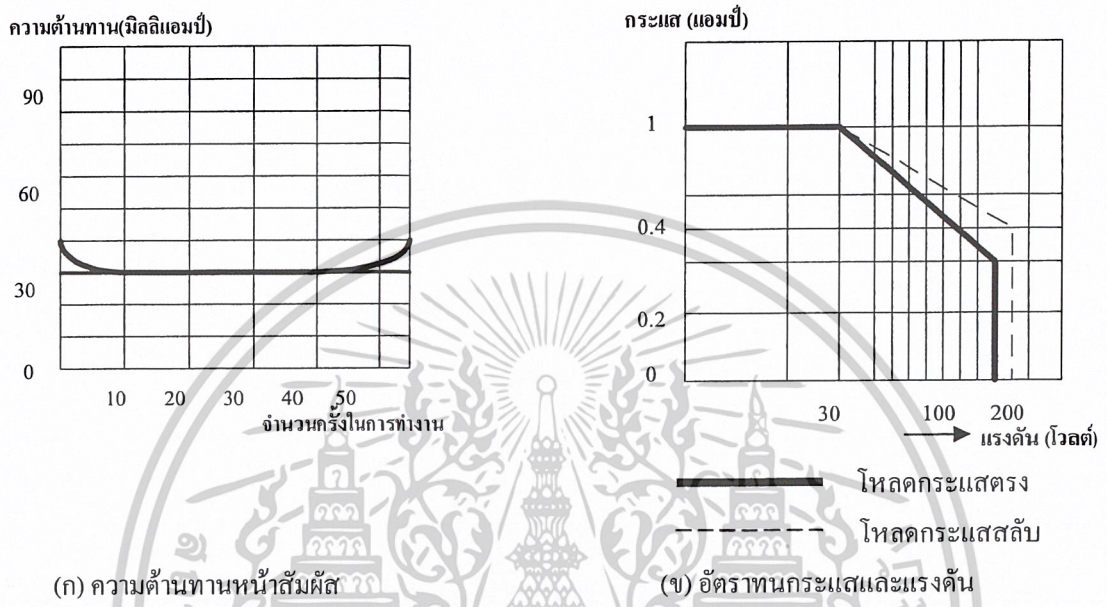
กล่าวถึงรีเลย์อันดับแรกควรพิจารณาถึงคุณลักษณะของหน้าสัมผัสโดยแรกเริ่มก่อนการใช้งานนั้น ค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสรีเลย์ จะมีค่าสูงสุดซึ่งค่าความต้านทานแรกเริ่มของหน้าสัมผัสรีเลย์ (Initial Resistance) คือ ค่าที่วัดโดยที่รีเลย์ตัวนั้นยังไม่ถูกใช้งานเลยหรือยังไม่เคยต่อใช้งานในวงจรเลย โดยปกติค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสนี้ จะสามารถวัดได้ด้วยการจ่ายกระแสผ่านเข้าไปยังหน้าสัมผัสแรกเริ่มนี้ จะต้องไม่มีค่าแรงดันตกคร่อมหน้าสัมผัส

โดยรูปที่ 2.9 (ก) จะแสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัดของค่าความต้านทานหน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ยังไม่ใช้งาน กับรีเลย์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วประมาณ 100,000 ครั้งค่าความต้านทานนี้จะลดลงตามจำนวนครั้งของการทำงานของหน้าสัมผัส อันเป็นสาเหตุเนื่องจากหน้าสัมผัสของรีเลย์ จะถูกทำให้ราบเรียบตามอายุการใช้งาน และจะทำให้มีค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสลดลงไปด้วย ลักษณะของการเสียหายของหน้าสัมผัสนี้จะพบมากในรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสเป็นแผ่นทอง การใช้งานเริ่มต้นของหน้าสัมผัสรีเลย์นั้น ในทางปฏิบัติหากไม่มีการป้องกันที่เหมาะสมแล้วก็หมายถึงสัญญาณอันตรายต่อหน้าสัมผัสที่อาจจะเกิดการอาร์กหรือสปาร์กของหน้าสัมผัสขณะทำงานได้ ดังนั้นลักษณะของกราฟในรูปที่ 2.9 (ก) ก็จะแสดงออกมาเป็นเส้นโค้งและจะค่อยๆ โค้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดอายุการใช้งานของรีเลย์ นั่นคือเมื่อถึงที่สุดแล้วค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสก็จะยิ่งสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งไม่ได้ผลดีเลย ดังนั้นก่อนเวลานั้นมาถึงก็ต้องเปลี่ยนรีเลย์ใหม่มาแทนที่ สำหรับรีเลย์แบบโซลิดเสตดและโฟโตมอสเฟตรีเลย์จะมีรูปกราฟที่ราบเรียบตลอดอายุการใช้งาน คือ จะไม่มีผลที่เกิดจากหน้าสัมผัส

รูปที่ 2.9 (ข) จะแสดงถึงค่ากำลังงานของหน้าสัมผัสที่คิดตามผลของกระแส และแรงดันอันเป็นตัวกำหนดค่าจำกัดสูงสุดทางไฟตรง และค่าจำกัดสูงสุดทางแรงดันไฟสลับ สังเกตว่าเมื่อรีเลย์ถูกจำกัดกระแสที่หน้าสัมผัสสูงสุดไว้ที่ 1 แอมป์ทั้งไฟตรงและไฟสลับก็หมายความว่าหน้าสัมผัสขณะนั้นจะผ่านกระแสสูงสุดได้ 1 แอมป์ ที่ค่าแรงดันสูงสุด 30 โวลต์ เมื่อคิดออกมาแล้วข้อจำกัดทางกำลังงานที่หน้าสัมผัสจะเท่ากับ 30 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
51049

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หน้าสัมผัสรีเลย์จะทนต่อกระแสต่ำลง เมื่อค่าแรงดันที่หน้าสัมผัสเพิ่มขึ้น และกราฟตามรูปที่ 2.9 (ข) นี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดทางกำลังงานที่หน้าสัมผัสสามารถทน หรือรองรับได้โดยไม่เกิดความเสียหาย



(ก) ความต้านทานหน้าสัมผัส (ข) อัตราทนกระแสและแรงดัน

รูปที่ 2.8 คุณสมบัติของรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า

การคาดการณ์ หรือกำหนดคุณสมบัติด้านอายุการใช้งานของรีเลย์ทางกลไกในลักษณะทำงาน และไม่ทำงานโดยปราศจากโหลดที่หน้าสัมผัสเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าและจะเป็นไฟตรงหรือไฟสลับนั้น สามารถประมาณอายุหรือกำหนดอายุการใช้งานของรีเลย์ได้ง่ายกว่าการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้า เนื่องจากการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้านั้น ต้องอาศัยองค์ประกอบ หรือต้องทำการทดสอบภายใต้โหลดที่ต่ออยู่ทางหน้าสัมผัสและโหลดทางไฟฟ้าที่จะนำมาทดสอบนั้นก็มีมากมายหลายชนิด เช่น ขดลวดเหนี่ยวนำ มอเตอร์ ค่าความจุหลอดไฟฟ้าและอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งโหลดเหล่านี้จะมีความต้องการทางกำลังงานไม่เท่ากันเมื่อคิดตามชนิดของโหลดที่ต่อกับหน้าสัมผัส ดังนั้นการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้าจึงไม่สามารถกำหนดค่าที่แน่นอนได้

อย่างไรก็ตามการทดสอบอายุการใช้งานทางไฟฟ้าก็ยังสามารถทดสอบได้ เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพของอายุการใช้งานของรีเลย์ ด้วยการทดสอบทางไฟฟ้ากับโหลดที่เป็นตัวต้านทานบริสุทธิ์จะไม่เปลี่ยนแปลงของค่านอกจากจะมีการกำหนดค่าใหม่ แต่ตัวต้านทานนี้ก็ต้องใช้แบบไวร์วาล์ว ดังนั้นก็จะสามารถกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้าได้ภายใต้ค่าความต้านทานที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะฉะนั้นอายุการใช้งานจะขึ้นอยู่กับชนิดของโหลดที่นำมาทดสอบและกำหนดไว้เป็นชนิดไป แต่ก็เป็นการยากที่ผู้ใช้จะทดสอบด้วยตนเอง ดังนั้นข้อมูลการทดสอบเหล่านี้จะถูกระบุหรือถูกทดสอบออกมาจากโรงงานผู้ผลิตเรียบร้อยแล้ว

คุณสมบัติของค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์ โดยมาตรฐานแล้วค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์จะอยู่ในหน่วยของมิลลิวินาที เนื่องจากว่าขณะที่รีเลย์ทำงานนั้นหน้าสัมผัสจะสั่นสะเทือนหรือกระโดด ช่วงจังหวะนี้เองจึงเป็นช่วงเวลาที่คลุมเครืออยู่ว่าจะกำหนดค่าเวลาการทำงานรีเลย์จริงๆที่ช่วงเวลาใดหรือสภาวะหน้าสัมผัสขณะทำงานหรือก่อนเริ่มทำงานได้อย่างต่อเนื่องมากกว่ารีเลย์แบบโซลิดเสตดเพราะแบบหลังนี้จะไม่มีส่วนกลไกที่เคลื่อนไหวเลย

ดังนั้นค่าระยะเวลาในการทำงานของโซลิดเสตดรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า ค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์ที่เป็นมาตรฐานระบุไว้ คือ 30 มิลลิวินาที

2.7 การเชื่อมโยงทางแสง

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนนำสัญญาณเข้าที่ทำหน้าที่เป็นส่วนรับความรู้สึกต่างๆ เรียกว่า ตัวตรวจจับ ซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกต่างๆ ที่ได้รับเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งอาจจะเป็นแรงดันหรือกระแสก็ได้ และส่งให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตีความหมาย และนำผลดังกล่าวไปใช้งานได้ ตัวตรวจจับแบบพื้นฐานที่เราคุ้นเคยกันอย่างดี เช่น สวิตช์กลไกสวิตช์แม่เหล็ก โฟโตทรานซิสเตอร์ เซลล์รับแสง ออปโตคัปเปลอร์ ตัวตรวจจับตำแหน่ง ตัวตรวจจับแรงดัน ตัวตรวจจับอุณหภูมิ ตัวตรวจจับเสียง เป็นต้น ตัวตรวจจับต่างๆ เหล่านี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะภาพทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

ตัวเชื่อมโยงทางแสง (Optocoupler) หรือตัวแยกโดยใช้แสง (Optoisolator) เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ เช่น คุณสมบัติในการไอโซเลต (Isolate) ทำให้สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสัญญาณต่างๆ ของวงจรที่มีกราวด์ต่างกัน สามารถป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกันระหว่างภาคอินพุตกับเอาต์พุต ได้อย่างเด็ดขาดซึ่งการส่งผ่านสัญญาณด้วยวิธีอื่นๆจะทำไม่ได้ จึงได้นำเอาออปโตคัพเปลอร์มาประยุกต์ใช้ในวงจร เพื่อประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของวงจรออปโตคัพเปลอร์เป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจจับแสงโดยที่ทั้งสองส่วนนี้จะแยกจากกันและกันมีฉนวนที่โปร่งใส เช่นกระจกบางๆ คั่นและชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุในตัวถังทึบแสงรูปร่างภายนอกมีอยู่หลายแบบแต่ที่พบบ่อยๆ ส่วนมากจะเป็นแบบดิพ (Dual-Inline Package : DIP) เหมือนไอซีแต่มี 6 ขา แหล่งกำเนิดแสงส่วนใหญ่จะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด (Infrared Emitter Diode : IRED) ทำจากสารแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ (GaAs) ส่วนตัวที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจจับหรืออุปกรณ์ภาคเอาต์พุต นั้นอาจเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์โฟโตดาร์ลิงตันสวิตช์สองทิศทาง (Triac) ซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นและ SCR ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง เป็นต้น

2.7.1 คุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ซึ่ง เป็นคุณสมบัติเฉพาะด้านไฟฟ้ากระแสตรง โดยคุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงทุกชนิดจะเหมือนกัน ซึ่งมีข้อกำหนดคุณสมบัติดังนี้

1) IF (Forward Current) คือ กระแสสูงสุดของไดโอดเปล่งแสง เมื่อได้รับไบอัสตรง

2) VR (Reverse Voltage) คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงสูงสุดที่ไดโอดเปล่งแสงทนได้เมื่อได้รับไบอัสกลับ

3) PD (Power Dissipation) คือ อัตราทนกำลังไฟฟ้าสูงสุดของไดโอดเปล่งแสง เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและมีกระแสไหลผ่านตัวมันไม่ควรเกินเท่าไร

4) VF (Forward Voltage) คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงเมื่อได้รับไบอัสตรง

คุณสมบัติต่างๆ ทางอินพุตที่กล่าวมานั้น เป็นค่าสูงสุดที่ไดโอดเปล่งแสงยังคงทำงานได้โดยไม่เสียหาย ถ้าให้ค่าสูงกว่าที่กำหนดนี้จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ไดโอดเปล่งแสงทันที ดังนั้นในการใช้งานจะต้องไม่ให้ใช้งานเกินขีดจำกัดนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายและบั่นทอนการทำงานของอุปกรณ์

2.7.2 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เนื่องจากตัวแปรเอาต์พุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและตัวแปรส่งถ่าย (Transfer Parameter) นั้นจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจรับที่ใช้ในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ในที่นี้จะแจกแจงรายละเอียดและกำหนดความหมายของมันต่างหาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวตรวจรับนั้นๆ ดังนี้

คุณสมบัติทางด้านเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ชนิดเอสซีอาร์ ไตรแอกไดเวอร์และซีโร่ครอสซิ่ง ตัวเชื่อมโยงทางแสงทั้ง 3 ชนิด ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานที่ต้องการแยกกันทางไฟฟ้าที่มีค่าสูงระหว่างวงจรด้านแรงดันต่ำและทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง ตัวแปรที่สำคัญสำหรับอุปกรณ์ประเภทนี้ คือ

$I_{T(RMS)}$ (Forward RMS Current) คือ เป็นค่ากระแส RMS สูงสุด เมื่ออยู่ในสถานะที่ทำงาน

V_{DM} (Peak Forward Voltage) คือ เป็นค่าแรงดันตกคร่อมที่เอสซีอาร์สูงสุดแบบไบอัสตรงก่อนที่จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสขึ้นมา

V_{RM} (Peak Reverse Voltage) คือ เป็นค่าแรงดันตกคร่อมที่เอสซีอาร์สูงสุดแบบไบอัสกลับก่อนที่จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสขึ้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I_{TSM} (Non-Repetitive Surge On-State Current) คือ ค่ากระแสกระชากสูงสุดที่เกิดขึ้นไม่ซ้ำในช่วงเวลาสั้นๆ ที่ยอมให้ไหลผ่านเอสซีอาร์ ขณะนำกระแส

I_{DM} (Peak Forward Current) คือ ค่ากระแสที่รั่วไหลผ่านเอสซีอาร์ เมื่อได้รับไบอัสตรง

I_{RM} (Peak Reverse Current) คือ ค่ากระแสรั่วที่ไหลผ่านเอสซีอาร์ เมื่อได้รับไบอัสกลับ

V_{TM} (Maximum On-State Voltage) คือ ค่าแรงดันสูงสุดชั่วครู่คร่อมเอสซีอาร์ขณะนำกระแสที่ค่ากระแสสูงๆ ตามที่กำหนด ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่านี้เป็นตัวบอกประสิทธิภาพของเอส ซีอาร์

V_{GR} (Peak Reverse Gate Voltage) คือ แรงดันจุดชนวนเกตย้อนกลับสูงสุดที่จ่ายให้ขาเกตของเอสซีอาร์ได้โดยที่เกตไม่เสียหาย

I_G (PK) (Peak Gate Input Current) คือ กระแสจุดชนวนเกตสูงสุด ในการที่จะทำให้เอสซีอาร์เข้าสู่ภาวะนำกระแสได้โดยที่ไม่เสียหาย

I_H (Holding Current) คือ ค่าของกระแสแอโนดต่ำสุดที่เอสซีอาร์ยังคงนำกระแสอยู่ ถ้าแอโนดต่ำกว่านี้เอสซีอาร์จะหยุดนำกระแสทันที

C_J (Junction Capacitance) คือ ค่าความจุที่รอยต่อ

dv/dt (Rate Of Change Of On-State Current) คือ อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของกระแสที่ไหลผ่านเอสซีอาร์ หลังจากถูกทำให้นำกระแส โดยไม่ทำให้เอสซีอาร์เสียหายหรือทำงานผิดพลาด

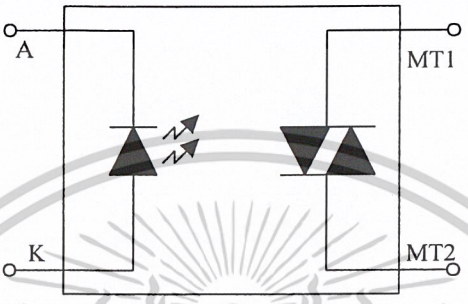
ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตไตรแอกเบอร์ MOC3010

	พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด	หน่วย
อินพุต	I_F	-	-	50	mA
	V_F (I_F = 10 mA)	-	1.2	1.5	V
	V_R	-	-	3	V
เอาต์พุต	I_C (RMS)	-	-	100	mA
	V_{DRM}	-	-	250	V
	V_{TM} (I_T = 100 mA)	-	-	3.0	V
ตัวแปรเชื่อมโยง	I_C (I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)	-	8.0	15	mA
	$V_{CE\ (sat)}$(I_F = 8 mA, I_C = 2 mA)	-	100	-	μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 ออปโตคัพเปลอร์ที่ใช้สวิตซ์สองทิศทางหรือไตรแอค

ทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นเป็นภาคเอาต์พุต ถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในงานซึ่งต้องการการแยกการทริกหรือกระตุ้นในตัวไตรแอค การแยกสวิตซ์ทางด้านกระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดกระแสต่ำและการแยกทางไฟฟ้ามีค่าสูง



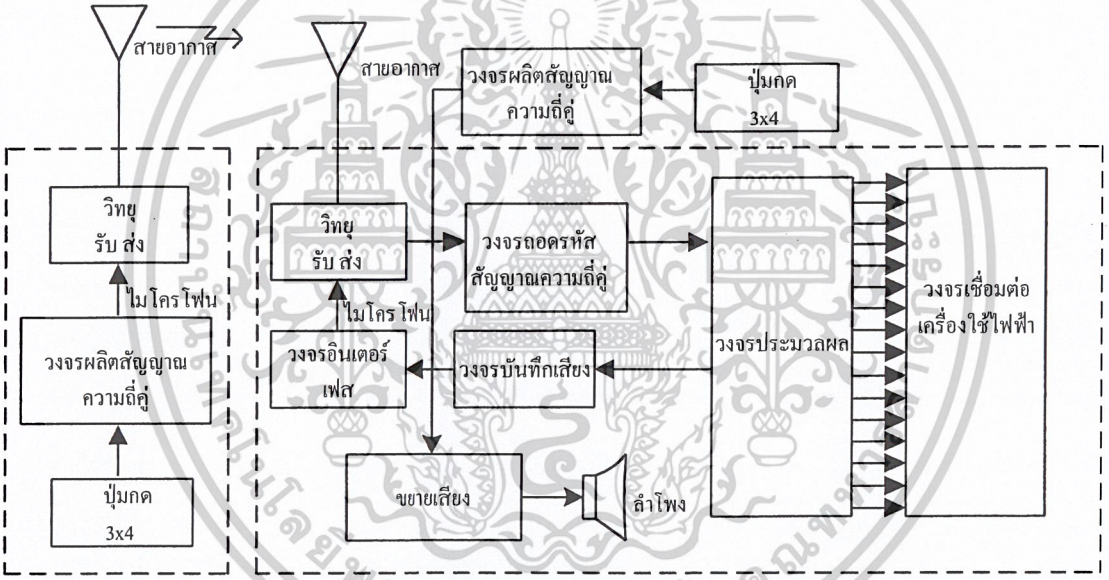
รูปที่ 2.9 โครงสร้างของออปโตแบบไตรแอคคัพเปลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือในการออกแบบและการสร้างจะแบ่งเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ คือ 1 ส่วนที่เป็นเครื่องส่งสัญญาณความถี่คู่ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของภาครับสัญญาณความถี่คู่และควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะทำการ ตรวจสอบสถานะ และส่งสัญญาณตอบกลับยังเครื่องส่ง โดยมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

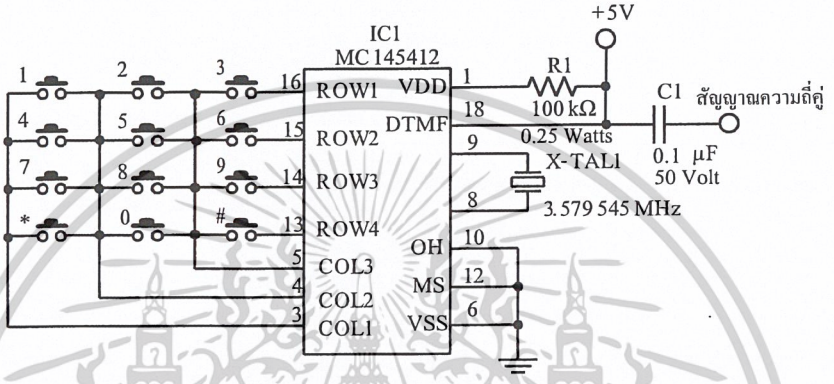
จากแผนผังการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือประกอบด้วยวงจรต่างๆ ดังต่อไปนี้ เครื่องรับ ส่งสัญญาณความถี่คู่ วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ วงจรประมวลผล วงจรบันทึกเสียง วงจรอินเตอร์เฟส วงจรขยายเสียง วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง 5 โวลต์และ 12 โวลต์ และวงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีการออกแบบ การสร้าง และการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่นี้ ทำหน้าที่เข้ารหัสความถี่คู่ที่ได้จากการกดปุ่มที่สัญญาณความถี่คู่ โดยจะใช้ไอซี เบอร์ MC145412 ซึ่งจะได้วงจรดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

3.2.2 การทำงาน

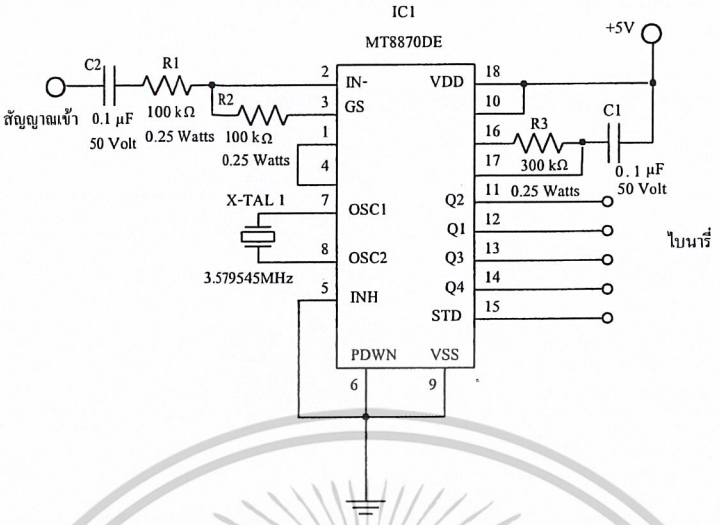
จากวงจรรูปที่ 3.2 เป็นวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งเป็นวงจรจำลองปุ่มสัญญาณความถี่คู่ที่เครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือโดยใช้ปุ่มกดรหัสแบบ 3x4 เป็นปุ่มกดอินพุตต่อเข้ากับไอซีเบอร์ MC145412 ซึ่งเป็นไอซีเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่โดยใช้คริสตอลความถี่ 3.579545 เมกะเฮิรตซ์ เป็นอุปกรณ์ผลิตความถี่สัญญาณความถี่คู่ที่ได้จากการกดปุ่มจะออกทางขา 18 แล้วผ่านเข้าไปยังส่วนรับสัญญาณอินพุตให้กับวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ จะใช้ไอซี เบอร์ MT8870 ซึ่งจะรับสัญญาณที่เป็นสัญญาณแอนะลอกเข้ามาเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นก็ส่งสัญญาณให้ไอซีประมวลผลเพื่อสั่งงานต่อไป ซึ่งมีลักษณะการต่อใช้งานดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

3.3.2 การทำงาน

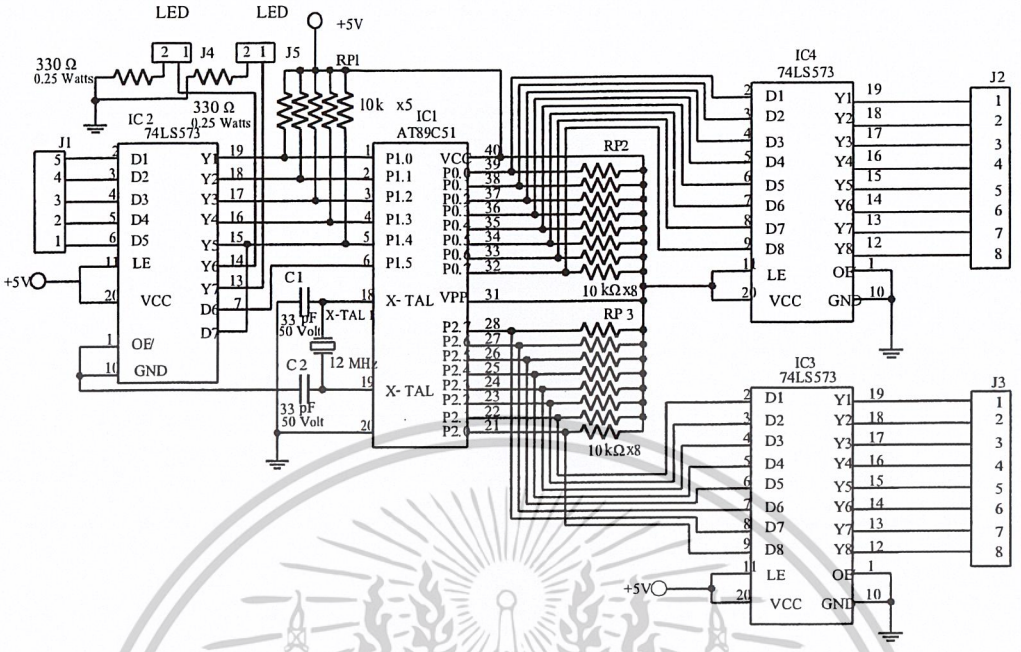
จากวงจรรูปที่ 3.3 ที่อินพุต ตัวเก็บประจุ C2 เป็นตัวส่งผ่านสัญญาณความถี่คู่ผ่านตัวต้านทาน R1 และตัวต้านทาน R2 ซึ่งอัตราการขยายของวงจรจะสามารถกำหนดได้โดยค่าความต้านทานทั้งสองตัวนี้ กรณีนี้ใช้การขยายเท่ากับหนึ่งโดยอุปกรณ์ที่สำคัญของส่วนนี้คือไอซี เบอร์ MT8870 โดยเอาต์พุตที่ได้ออกมาทางขา 11, 12, 13, 14 และ15 ซึ่งเป็น STD ซึ่งขา STD จะมีลอจิก “1” เมื่อมีสัญญาณความถี่คู่เข้ามาทำให้ที่ขาเอาต์พุตมีสัญญาณออก ขณะเดียวกันถ้าที่ขา STD เป็นลอจิก “0” ก็จะทำให้ขาเอาต์พุตขณะที่ไม่มีสัญญาณความถี่คู่เข้ามาเกิดสภาวะความต้านทานสูง

3.4 วงจรประมวลผล

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรประมวลผล เป็นวงจรที่ประกอบด้วยตัวขยายสัญญาณทางด้านอินพุตและเอาต์พุต ซึ่งจะใช้ไอซี เบอร์ 74LS573 โดยจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่รับและประมวลผลแล้วส่งสัญญาณออกไปยังเอาต์พุตเพื่อขยายสัญญาณและส่งให้ส่วนแสดงผลพร้อมกับชุดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรประมวลผล

3.4.2 การทำงาน

จากวงจรที่ 3.14 ส่วนประมวลผลจะทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวประมวลผลและใช้โปรแกรมภาษาแอสเซมบลีเป็นโปรแกรมควบคุม ขั้นตอนการทำงานของวงจรมีโปรแกรมที่ใช้ดังนี้

1) โปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่าน เป็นโปรแกรมที่รับข้อมูลจากวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสั่งงาน โดยการกดปุ่มสัญญาณความถี่คู่ เป็นรหัสตัวเลข 3 ตัว โปรแกรมจะนำรหัสที่ป้อนเข้ามาเปรียบเทียบกับรหัสที่มีอยู่เดิมเพื่อเข้าสู่การทำงานในขั้นตอนต่อไป

2) โปรแกรมควบคุมการแสดงสถานะ เป็นส่วนที่นำข้อมูลของแต่ละช่องที่ถูกใช้งานอยู่หรือหยุดทำงานในขณะนั้น ซึ่งจะทำให้ส่วนประมวลผลจะส่งสัญญาณไปในแต่ละช่องเพื่อแสดงสถานะการทำงาน

3) โปรแกรมตรวจสอบปุ่มกด เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบการกดปุ่มสัญญาณความถี่คู่เพื่อเลือกขั้นตอนการทำงาน ซึ่งมีโปรแกรมย่อย 3 ส่วน ได้แก่

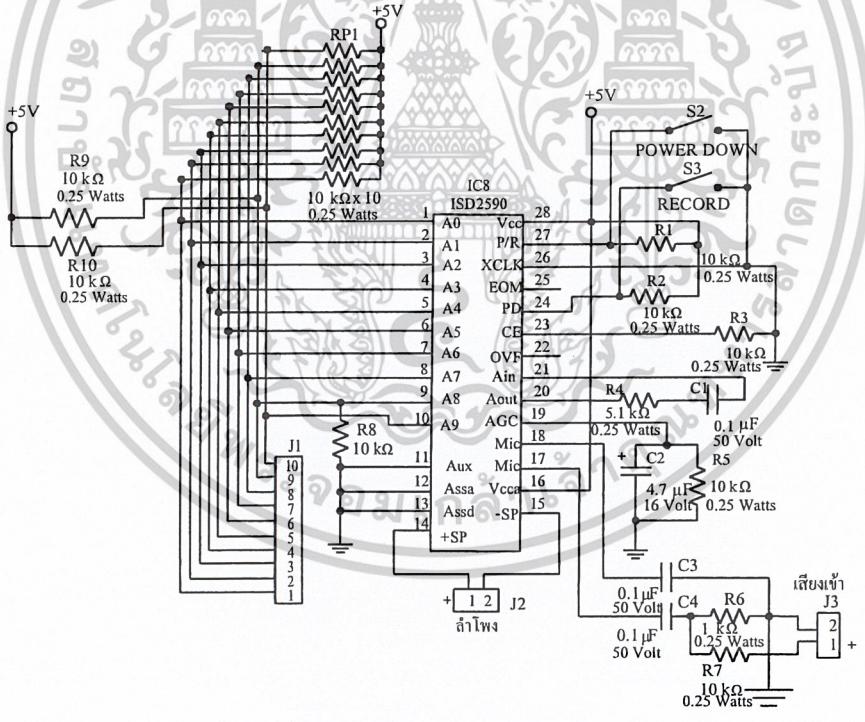
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1) โปรแกรมการเปิด-ปิดช่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โปรแกรมในส่วนนี้จะรอรับรหัสคำสั่งจากการกดปุ่มสัญญาณความถี่คู่ซึ่งเป็นรหัสตัวเลข 2 หลักเพื่อทำการเปิดหรือปิดช่องนั้นเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

3.2) โปรแกรมตรวจสอบสถานะ เป็นส่วนรอรับคำสั่งจากการกดปุ่มสัญญาณความถี่คู่ที่ผู้ใช้เครื่องต้องการทราบสถานะ การทำงานของช่องต่างๆ โดยโปรแกรมจะส่งสัญญาณส่วนตอบสนองออกไปให้ผู้ใช้รับทราบ

3.3) โปรแกรมตรวจสอบการกดปุ่มสัญญาณความถี่คู่ เป็นส่วนที่คอยตรวจสอบการกดปุ่มสัญญาณความถี่คู่หลังจากการใช้งานนานกว่ากำหนดโปรแกรมจะกลับเข้าสู่โปรแกรมการตรวจสอบรหัสผ่านโดยอัตโนมัติ

3.5 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง



รูปที่ 3.5 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรบันทึกสัญญาณเสียงจะใช้ไอซีเบอร์ ISD2590 สามารถบันทึกเสียงและเล่นเสียงด้วยระบบดิจิตอลที่ให้คุณภาพเสียงดีพอที่จะใช้งานได้ไอซีเบอร์ ISD2590 สามารถบันทึกเสียงแบ่งเป็นหลายๆข้อความได้ภายในไอซีตัวเดียวซึ่งส่วนมากผู้ใช้งานไอซี เบอร์นี้มักจะใช้บันทึกเสียงเป็นข้อความเดียวยาวๆ เรียกว่าการใช้งานโหมดที่ 1 ส่วนการใช้งานบันทึกข้อความหลายๆข้อความเรียกว่าการใช้งานในโหมดที่ 2 ในที่นี้เลือกใช้งานในโหมดที่ 2 มีลักษณะการต่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.5

3.5.2 การทำงาน

จากวงจรรูปที่ 3.5 การเล่นกลับนั้นจะเริ่มเล่นที่ตำแหน่งตามตารางการบันทึกเสียงโดยใช้คำสั่งจากวงจรควบคุมจากการส่งสัญญาณตำแหน่งเสียงออกมาทั้งหมด 10 เส้น รอที่วงจรเล่นกลับจากนั้นสั่งให้วงจรเริ่มเล่นกลับในตำแหน่งที่ส่งออกไปและนับเวลาให้วงจรอัดเสียงหยุดเล่นในเวลาที่เสียงนั้นหมดพอดี

3.6 วงจรขยายเสียง

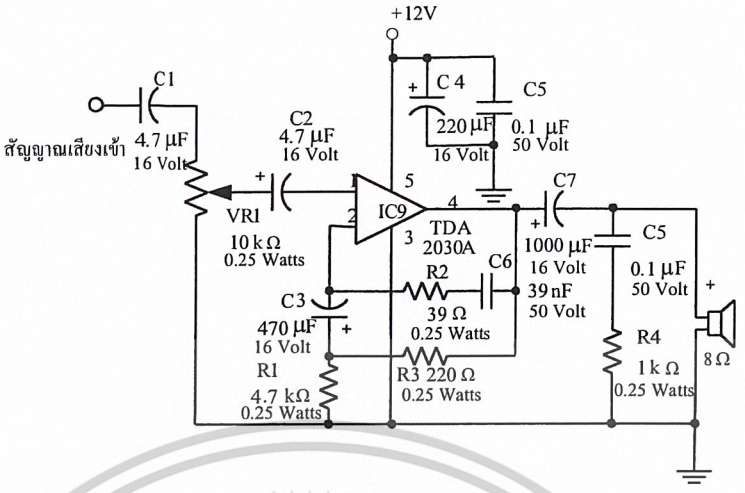
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรขยายเสียงเป็นวงจรขยายธรรมดา ที่ใช้งานโดยทั่วไปอาจใช้ไอซีออปแอมป์เป็นตัวขยายเสียงก็ได้แต่ในโครงงานนี้ใช้ไอซี เบอร์ TDA2030 เป็นตัวขยายสัญญาณให้แรงพอที่จะส่งออกไปยังลำโพงได้ ระบบควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือนั้นสามารถกดปุ่มสั่งงานที่ตัวเครื่องได้ด้วย ดังนั้นวงจรบันทึกเสียงจะส่งสัญญาณเสียงตอบรับการทำงานออกมาทางลำโพงแต่ในการใช้งานต้องการเสียงดังจึงต้องใช้วงจรขยายเสียงเข้ามาช่วยซึ่งมีลักษณะการต่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.6

3.6.2 การทำงาน

จากวงจรที่ 3.6 หลักการทำงานของวงจรขยายเสียงนี้ คือ วงจรจะรับสัญญาณอินพุตมาเพื่อทำการขยายสัญญาณ โดยใช้ไอซี เบอร์ TDA2030 แล้วส่งออกเอาต์พุต ที่ลำโพงด้วยกำลัง 15 วัตต์ วงจรจะรับสัญญาณอินพุตมาจากเอาต์พุตของวงจรบันทึกสัญญาณเสียง โดยผ่านตัวเก็บประจุ C1 ซึ่งทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตทางขา 1 ของไอซีขยายเสียง และจะส่งสัญญาณเสียงออกมาทางขา 4 และผ่านการกรองสัญญาณโดย ผ่านตัวเก็บประจุ C6 และต่อออกลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

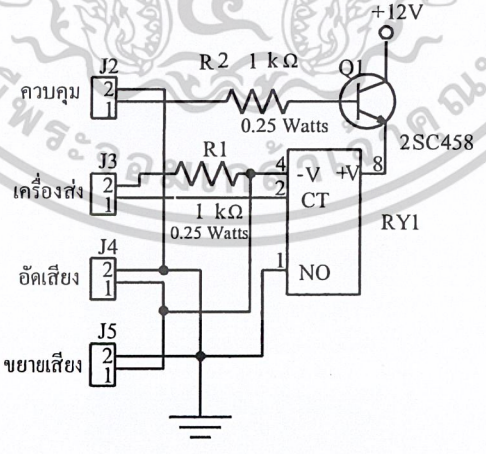


รูปที่ 3.6 วงจรขยายเสียง

3.7 วงจรอินเตอร์เฟส

3.7.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรนี้จะทำการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงกับสัญญาณความถี่คู่เพื่อส่งสัญญาณตอบกลับไปยังผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าใดทำงานหรือหยุดทำงานตามที่สั่งการแล้วหรือยัง สามารถสร้างเป็นวงจร ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

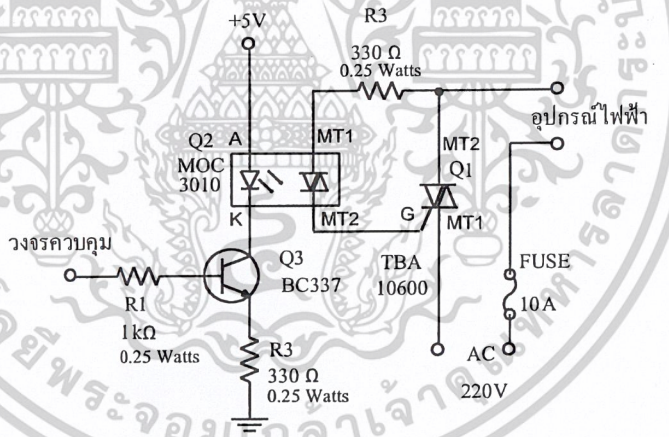
3.7.2 การทำงาน

จากวงจรรูปที่ 3.7 เป็นวงจรอินเตอร์เฟสเพื่อตอบกลับการสั่งงาน ซึ่งจะรับสัญญาณจากวงจรบันทึกเสียง เมื่อมีสัญญาณเสียงจากวงจรบันทึกเสียงเข้ามาที่อินพุต จากนั้นจะแยกสัญญาณออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกแยกไปสู่วงจรขยายเสียงอีกส่วนจะไปต่อกับตัวต้านทาน R1 เพื่อรอสัญญาณส่งไปยังเครื่องส่ง โดยมีสัญญาณจากวงจรควบคุมมาไบอัสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ให้ Q1 ทำงานและสัญญาณผ่านรีเลย์ไปยังเครื่องรับ เพื่อส่งสัญญาณเสียงออกไปยังเครื่องส่ง

3.8 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค

3.8.1 การออกแบบและการสร้าง

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อใช้งาน โดยจะใช้สัญญาณควบคุมมาจากส่วนประมวลผล ซึ่งวงจรนี่จะใช้ไตรแอคเป็นตัวตัดต่อวงจรต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยมีออปโตไดแอกเป็นตัวจุดชนวนเกต มีลักษณะการต่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค

3.8.2 การทำงาน

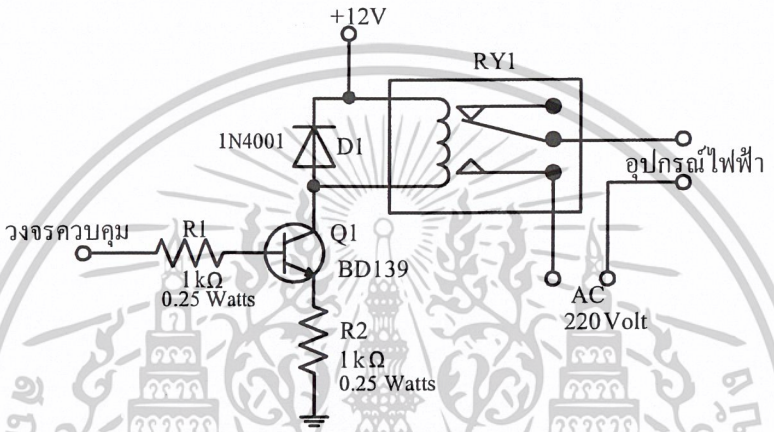
จากวงจรรูปที่ 3.8 เมื่อทรานซิสเตอร์ Q3 ได้รับแรงดันไบอัสที่ขาเบสซึ่งมาจากส่วนของวงจรควบคุม ดังนั้น Q3 ก็ทำงานมีกระแสไหลจากแหล่งจ่าย 5 โวลต์ ลงกราวด์ทำให้ออปโตไดแอคทำงานมีแรงดันไฟไปจุดชนวนเกตให้ไตรแอค Q1 ทำงาน เป็นผลให้กระแสจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ไหลผ่านไตรแอคได้ทำให้อุปกรณ์ที่ต่อเชื่อมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์

3.9.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์นี้จะใช้รีเลย์ในการตัดต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งในที่นี้ใช้ 2 ชุด เพราะจะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าสูงกว่าชุดที่ใช้ไตรแอค ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์

3.9.2 การทำงาน

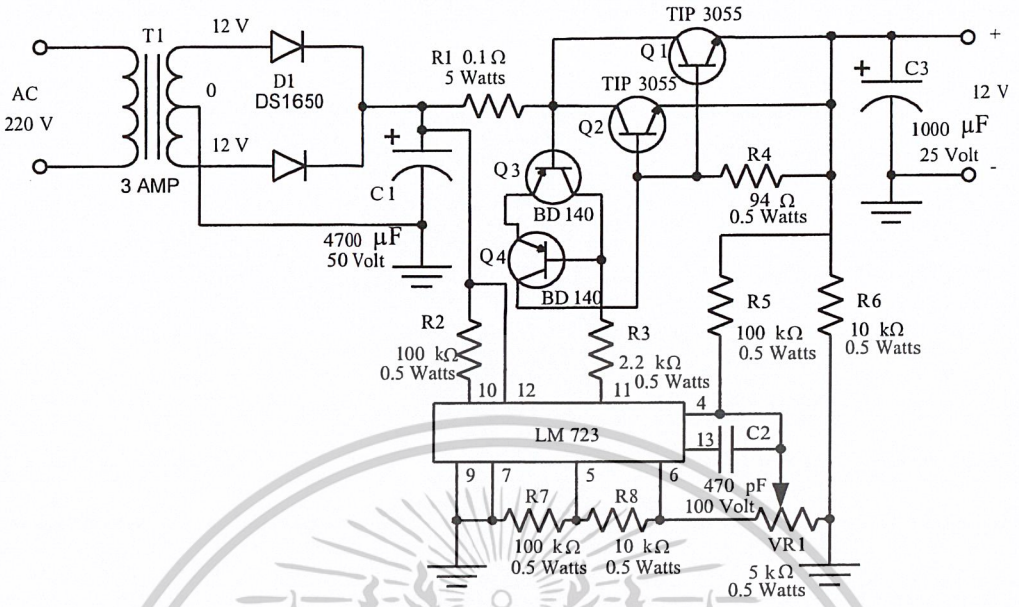
จากวงจรรูปที่ 3.9 สัญญาณที่มาไบอัสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน กระแสจากแหล่งจ่าย 12 โวลต์ไหลผ่านขดลวดรีเลย์ และทรานซิสเตอร์ Q1 ลงกราวด์และสวิตช์รีเลย์ทำงาน ทำให้กระแสไฟฟ้า AC 220V ไหลผ่านไปยังอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้

3.10 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 12 โวลต์

3.10.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 12 โวลต์ เป็นวงจรที่ใช้ในการแปลงกระแสไฟฟ้า AC 220V ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อจ่ายแรงดันไฟ 12 โวลต์ ให้กับวงจรต่างๆซึ่งจะใช้ไอซี เบอร์ LM723 ในการรักษาระดับแรงดันไฟให้คงที่ และใช้ทรานซิสเตอร์ เบอร์ TIP3005 เป็นทางผ่านของกระแสไฟเพื่อให้ใช้งานได้กระแสสูงๆ ได้ตามต้องการ ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 12 โวลต์

3.10.2 การทำงาน

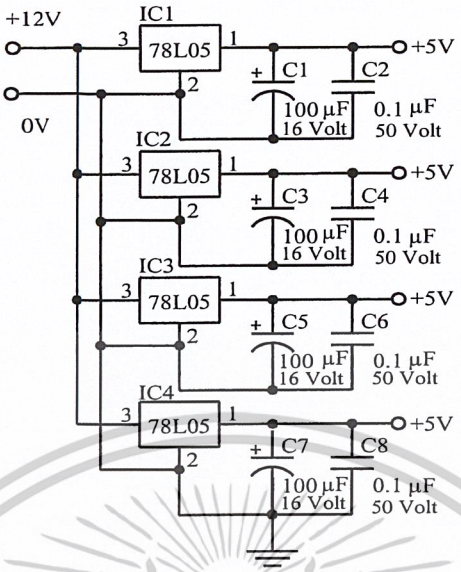
จากวงจรรูปที่ 3.10 ไดโอด D1, D2 จะแปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ 12 โวลต์ เป็นไฟฟ้ากระแสตรงและผ่านการกรองกระแสด้วยตัวเก็บประจุ C1 ผ่าน ตัวต้านทาน R1 ไปยังทรานซิสเตอร์ Q1, Q2 และอีกส่วนจะป้อนให้กับไอซี LM723 ซึ่งหน้าที่ในการควบคุมแรงดันไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ Q1, Q2 ทำให้มีแรงดันไฟออกที่เอาต์พุต แต่ถ้าหากกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R1 สูงเกิน 0.6 โวลต์ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q3 ทำงานและลัดวงจรแรงดันไฟไบอัสระหว่างขาเบสกับอิมิตเตอร์ ของทรานซิสเตอร์ Q4 ทำให้ Q4 หยุดทำงานจึงทำให้ไม่มีไฟไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ Q1, Q2 จึงไม่มีแรงดันไฟที่เอาต์พุต ใช้จ่ายไฟเลี้ยงให้วงจรขยายเสียงและรีเลย์

3.11 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 5 โวลต์

3.11.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ เป็นวงจรที่เอาแรงดันไฟ 12 โวลต์ มาลดแรงดันไฟลงให้เหลือเพียง 5 โวลต์ เพื่อจ่ายให้กับวงจรที่ต้องการไฟ 5 โวลต์ ซึ่งจะใช้ไอซี เบอร์ 78L05 เป็นตัวควบคุมแรงดันไฟให้ได้ 5 โวลต์ ดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 5 โวลต์

3.11.2 การทำงาน

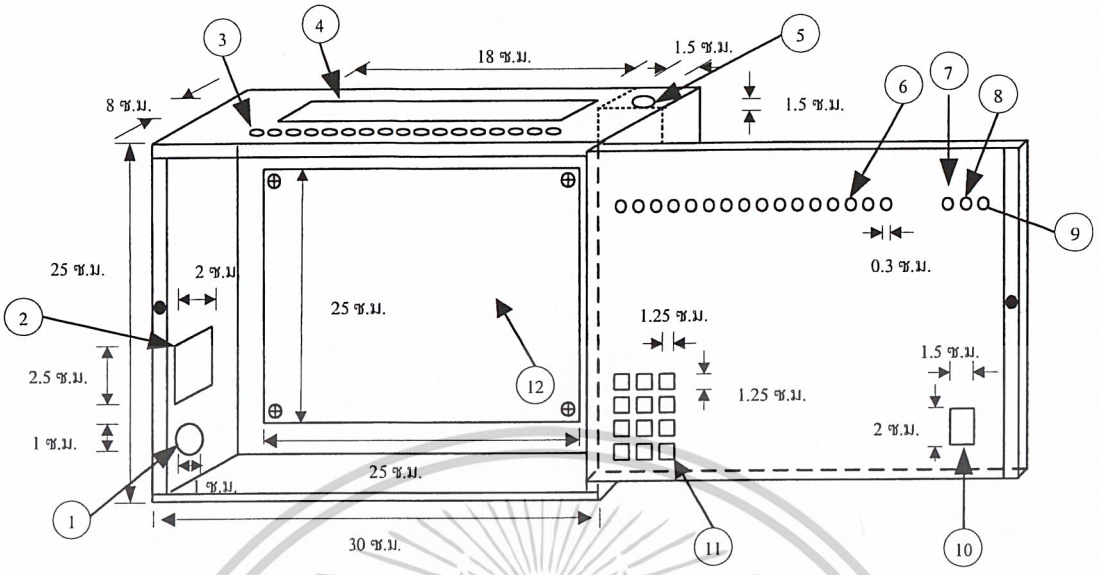
จากรูปที่ 3.11 เป็นวงจรจ่ายแรงดันไฟ 5 โวลต์ ซึ่งแรงดันไฟ 12 โวลต์ ที่เข้ามาจะผ่านไอซีเบอร์78L05 และผ่านตัวเก็บประจุและมีแรงดันไฟออก 5 โวลต์ วงจรนี้จะเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้วงจรประมวลผล วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ วงจรบันทึกเสียง วงจรอินเตอร์เฟส และวงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.12 โครงสร้างและการออกแบบกล่องควบคุมการปิด - เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.12.1 การออกแบบและการสร้างกล่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

โครงสร้างของกล่องอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ จะเลือกใช้กล่องเหล็ก ฝากล่องสามารถเปิด-ปิดได้แบ่งเป็นสองส่วนคือ ตัวกล่องและส่วนของฝากล่อง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาตรวจ ตัวกล่องจะเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้า การติดตั้งกล่องจะมีรูสำหรับแขวนหรือยึดติดกับผนังตามความสะดวกหรือเหมาะสมโดยต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้วย การใช้งานจะจัดวางชุดแผ่นวงจรซึ่งเป็นส่วนวงจรควบคุมหลักและเครื่องวิทยุรับ ส่งจะวางอยู่ในส่วนตัวกล่องอีกส่วนเป็นส่วนแสดงผลปุ่มปิด-เปิด และปุ่มกดควบคุมซึ่งจะจัดวางอยู่บนฝาปิด-เปิดกล่อง โดยลักษณะการออกแบบกล่องอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ แสดงดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 โครงสร้างกล่องอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.12 สามารถอธิบายถึงตำแหน่งที่จะจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ของกล่องอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือ ได้ดังนี้

(1) จุดสำหรับต่อฟิวส์
(2) จุดสำหรับต่อไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
(3) จุดสำหรับต่อเครื่องไฟฟ้าแบบถาวร
(4) จุดสำหรับต่อเครื่องไฟฟ้าแบบเต้ารับ
(5) จุดสำหรับต่อสายอากาศ
(6) จุดสำหรับต่อไฟแสดงสถานะทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
(7) จุดสำหรับต่อไฟแสดงสถานะ การถอดรหัส
(8) จุดสำหรับต่อไฟแสดงสภาวะการส่งสัญญาณของวิทยุรับ ส่ง
(9) จุดสำหรับต่อไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ควบคุม
(10) จุดสำหรับต่อสวิตช์ ปิด-เปิด เครื่อง
(11) จุดสำหรับต่อปุ่มกดเลือกช่องสัญญาณความถี่คู่
(12) แผ่นสำหรับรองวงจรควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

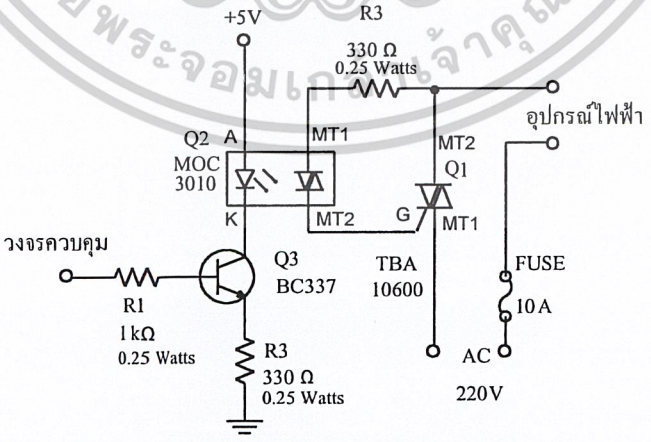
4.1 กล่าวนำ

อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ อาศัยหลักการทำงาน คือ การส่งสัญญาณความถี่คู่ ไปยังอุปกรณ์ รับสัญญาณเพื่อทำการถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่แล้วส่งให้ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการ ซึ่งจะมีสัญญาณตอบกลับไปยังเครื่องส่งเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้รู้สถานะอุปกรณ์ ดังนั้น การทดลองการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ คือ ทำการทดลองในส่วนของ วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า การควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า และระยะทางในการควบคุม เพื่อนำวงจรที่ผ่านจากการทดลองประกอบเป็นอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ ที่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

4.2 การทดลองการทำงานของวงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า

4.2.1 การทดลอง

การทดลองของวงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า คือการวัดแรงดันไฟฟ้า ส่วนที่เป็นเอาต์พุตของวงจรซึ่งเป็นส่วนที่จะเชื่อมต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถทำการทดลองได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยไตรแอค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ประกอบวงจรดังรูปที่ 4.1

2) ป้อนแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ ให้แก่วงจร

3) ป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ ให้ส่วนอินพุตของวงจร วัดแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากภาคเอาต์พุตบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

4) หยุดป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ วัดแรงดันไฟฟ้าจากภาคเอาต์พุต บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ทดลองการทำงานของวงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า

การทดลอง	แรงดัน
ขณะป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์	220 โวลต์
หยุดป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์	0 โวลต์

4.2.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองวงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า จะเห็นว่าสามารถทำหน้าที่ในการควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ โดยรับสัญญาณควบคุมจากส่วนประมวลผล คือ เมื่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ ให้แก่อุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า จะเป็นผลให้เครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่สถานะเปิด ในกรณีไมโครคอนโทรลเลอร์หยุดป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าก็จะอยู่ในสถานะปิด ดังนั้น จึงสามารถนำไปเป็นส่วนที่เป็นจุดเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยรับสัญญาณควบคุมจากส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

4.3 การทดลองการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือ

ทำการประกอบวงจรในส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือที่ได้จากการทดลอง จากนั้นนำมาประกอบลงกล่องเป็นอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือที่พร้อมใช้งานจริง จากนั้นทดสอบอุปกรณ์โดยปฏิบัติตามขั้นตอนการใช้งาน เพื่อนำข้อผิดพลาดไปแก้ไขและพัฒนาให้ดีขึ้น ทำการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การทดลองการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

1) กำหนดช่องความถี่ของวิทยุ ให้ตรงกันระหว่างวิทยุที่เป็นเครื่องส่งและเครื่องรับ

2) ป้อนแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ให้อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

3) ป้อนรหัสผ่านโดยกดปุ่มของเครื่องส่งวิทยุ คือ “321” กดปุ่ม “1” เพื่อเข้าสู่ระบบเปิด เลือกช่องที่ต้องการเปิด คือ 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 และ 16

4) กดปุ่ม “00” เพื่อเข้าเมนูควบคุมหลัก เลือกกดปุ่ม “2” เพื่อเข้าสู่ระบบปิด เลือกช่องที่ต้องการปิด คือ 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 และ 16

5) วัดแรงดันเอาต์พุตของอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า 16 ช่อง ในกรณีปิดและเปิด บันทึกค่าลงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

เอาต์พุตช่องที่	กดปุ่ม 1	กดปุ่ม 2
1	220 โวลต์	0 โวลต์
2	220 โวลต์	0 โวลต์
3	220 โวลต์	0 โวลต์
4	220 โวลต์	0 โวลต์
5	220 โวลต์	0 โวลต์
6	220 โวลต์	0 โวลต์
7	220 โวลต์	0 โวลต์
8	220 โวลต์	0 โวลต์
9	220 โวลต์	0 โวลต์
10	220 โวลต์	0 โวลต์
11	220 โวลต์	0 โวลต์
12	220 โวลต์	0 โวลต์
13	220 โวลต์	0 โวลต์
14	220 โวลต์	0 โวลต์
15	220 โวลต์	0 โวลต์
16	220 โวลต์	0 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดลองการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยปุ่มกดที่อุปกรณ์ควบคุม

1) ป้อนแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ให้อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

2) ป้อนรหัสผ่านโดยกดปุ่มของเครื่องส่งวิทยุ คือ “321” กดปุ่ม “1” เพื่อเข้าสู่ระบบเปิด เลือกช่องที่ต้องการเปิด คือ 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 และ 16

4) กดปุ่ม “00” เพื่อเข้าเมนูควบคุมหลัก เลือกกดปุ่ม “2” เพื่อเข้าสู่ระบบปิด เลือกช่องที่ต้องการปิด คือ 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 และ 16

5) วัดแรงดันเอาต์พุตของอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า 16 ช่อง ในกรณีปิดและเปิด บันทึกค่าลงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยปุ่มกดที่อุปกรณ์ควบคุม

เอาต์พุตช่องที่	กดปุ่ม 1	กดปุ่ม 2
1	220 โวลต์	0 โวลต์
2	220 โวลต์	0 โวลต์
3	220 โวลต์	0 โวลต์
4	220 โวลต์	0 โวลต์
5	220 โวลต์	0 โวลต์
6	220 โวลต์	0 โวลต์
7	220 โวลต์	0 โวลต์
8	220 โวลต์	0 โวลต์
9	220 โวลต์	0 โวลต์
10	220 โวลต์	0 โวลต์
11	220 โวลต์	0 โวลต์
12	220 โวลต์	0 โวลต์
13	220 โวลต์	0 โวลต์
14	220 โวลต์	0 โวลต์
15	220 โวลต์	0 โวลต์
16	220 โวลต์	0 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 220 โวลต์ คือ การเปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า 0 โวลต์ คือ การปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนั้นการควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยการส่งสัญญาณความถี่คู่จากวิทยุแบบมือถือคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์ หรือปุ่มกดสัญญาณความถี่คู่ที่อุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถทำการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เหมือนกัน ตรงตามวัตถุประสงค์

4.3.3 การทดลองควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันทุกช่อง

การทดสอบควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันทั้งหมดทุกช่องสามารถทำได้โดยควบคุมทีโดยวิทยุแบบมือถือและที่อุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า การทดลองทำได้ดังต่อไปนี้

1) ป้อนรหัสผ่าน คือ “321” กดปุ่ม “1” เพื่อเข้าสู่ระบบเปิด

2) โดยกดปุ่ม “#1” วัดแรงดันเอาต์พุตของอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า 16 ช่อง บันทึกค่าในตารางที่ 4.4

3) กดปุ่ม “00” เพื่อเข้าเมนูควบคุมหลัก กดปุ่ม “#2” วัดแรงดันเอาต์พุตของอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า 16 ช่อง บันทึกค่าในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การควบคุมปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันทุกช่อง

เอาต์พุตช่องที่	กดปุ่ม #1	กดปุ่ม #2
1-16	220 โวลต์	0 โวลต์

จากผลการทดลองเมื่อ กดปุ่ม #1 แรงดันที่วัดได้ทุกช่องเท่ากับ 220 โวลต์ เป็นการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า และเมื่อกดปุ่ม #2 แรงดันที่วัดได้ทุกช่องเท่ากับ 0 โวลต์ เป็นการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนั้นการควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถควบคุมทุกช่องได้พร้อมกันเพียงใช้คำสั่งเดียว ทำให้มีความรวดเร็วในการสั่งงานกรณีเร่งด่วน

4.3.4 การทดลองระยะทางในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือ

การทดสอบระยะทางควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือ สามารถทำได้โดยทดลองส่งดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ระยะทางในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือ

ระยะทางในการส่ง	คำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	ผลการทดสอบ
100 เมตร	เปิดช่องที่ 1	ควบคุมได้
300 เมตร	เปิดช่องที่ 5	ควบคุมได้
600 เมตร	ปิดช่องที่ 5	ควบคุมได้
1 กิโลเมตร	เปิดช่องที่ 2	ควบคุมได้
3 กิโลเมตร	ตรวจสอบสถานะ	ตรวจสอบได้

จากผลการทดลองระยะทางในการส่งสัญญาณความถี่คู่ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์ ใช้สายอากาศแบบชักที่ติดอยู่กับเครื่องรับและเครื่องส่ง จากระยะทางที่กำหนดไว้ที่ 100 เมตร จนถึงระยะทางที่ 2 กิโลเมตร สามารถทำงานได้ตามคำสั่งคือ ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องไฟฟ้าได้ โดยไม่มีความคลาดเคลื่อนในการทำงาน ระยะทาง 2 กิโลเมตร ขึ้นไป สามารถควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ แต่จะมีความผิดเพี้ยนในการส่งสัญญาณเพิ่มตามระยะทาง

ดังนั้น ในระยะ 1 ถึง 2 กิโลเมตร สามารถควบคุมปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยวิทยุแบบมือถือได้ดี การทำให้การรับส่งสัญญาณได้ดีหรือไกลขึ้น คือ เพิ่มความสามารถสายอากาศที่เครื่องรับ ส่งวิทยุ โดยเป็นสายอากาศแบบติดตั้งภายนอกอาคาร หรือตามความเหมาะสม

4.3.5 ทดลองสัญญาณตอบกลับ

ในระบบของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ เมื่อมีการสั่งการให้เครื่องไฟฟ้าปิดหรือเปิดแล้วจะต้องมีสัญญาณตอบกลับให้ผู้ใช้งานได้ทราบว่าอยู่ในสถานะใด เพื่อที่จะได้แก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการสั่งการได้ ดังนั้น สัญญาณตอบกลับต้องมีความชัดเจนเข้าใจง่าย ในโครงงานนี้ใช้เสียงตอบกลับเป็นเสียงพูดโต้ตอบกลับมายังผู้ใช้งาน โดยการบันทึกเสียงโดย วงจรรวม เบอร์ ISD2590 แล้วโปรแกรมการทำงานโดยส่วนประมวลผลส่งกลับไปยังเครื่องส่งโดยวงจรอินเตอร์เฟส การทดสอบสัญญาณตอบกลับสามารถทดสอบได้ดังนี้

เมื่ออุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่ในสถานะพร้อมใช้งาน สามารถทดลองกดปุ่มส่งสัญญาณความถี่คู่ เพื่อทดสอบสัญญาณตอบกลับ ในโครงงานนี้กำหนดรหัสผ่านไว้ คือ กดปุ่มเลข “321” การเข้าสู่ระบบเปิดกดปุ่มหมายเลข “1” การเข้าสู่ระบบปิดกดปุ่มหมายเลข “2” การเข้าสู่ระบบตรวจสอบสถานะกดปุ่มหมายเลข “3” และออกจากระบบ กด “0” การทดลองทำได้ดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ทดสอบสัญญาณตอบกลับ

กดปุ่ม	ลักษณะสัญญาณเสียงตอบกลับ
123	รหัสผิด
321	รหัสผ่านถูกต้อง กรุณากด 1 เพื่อเข้าสู่ระบบเปิด กด 2 เพื่อเข้าสู่ระบบปิด กด 3 เพื่อตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ กด 0 เพื่อออกจากระบบ
1	ระบบเปิด กรุณาเลือกช่อง
01	ช่อง 1 เปิด
05	ช่อง 5 เปิด
10	ช่อง 10 เปิด
16	ช่อง 16 เปิด
00	ออกจากระบบ
2	ระบบปิด กรุณาเลือกช่อง
05	ช่อง 5 ปิด
10	ช่อง 10 ปิด
00	ออกจากระบบ
3	ตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ ช่อง 1 เปิด ช่อง 16 เปิด
0	ออกจากระบบ

จากการทดลองสัญญาณตอบกลับ อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถส่งสัญญาณตอบกลับแจ้งสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้สั่งการให้ปิดหรือเปิด รวมถึงสถานะทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในปัจจุบันได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนออุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ อุปกรณ์นี้อำนวยความสะดวกในการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารบ้านเรือน การควบคุมโดยสัญญาณความถี่คู่จะผ่านเครื่องรับส่งวิทยุสื่อสารคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์

อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือนี้สามารถควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้สูงสุด 16 อุปกรณ์ อัตราการจ่ายกระแสได้สูงสุด 10 แอมป์ต่อหนึ่งช่องอุปกรณ์ การใช้งานโดยต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ากับจุดเชื่อมต่อ 16 ช่อง ที่อุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งสามารถควบคุมโดยผ่านเครื่องรับ ส่งวิทยุสื่อสารและปุ่มกดเลือกที่ตัวอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้โดยตรงในการใช้งานผู้ใช้จะสามารถโปรแกรมตั้งรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบควบคุมการปิด-เปิดหรือตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อป้องกันการใช้งานจากบุคคลอื่น อุปกรณ์นี้มีข้อดีคือ สามารถอำนวยความสะดวกในการปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถควบคุมการทำงานผ่านสิ่งกีดขวางได้ในระยะอย่างน้อย 1 กิโลเมตร สามารถใช้รักษาความปลอดภัยต่อทรัพย์สินของผู้ใช้ และเพิ่มคุณค่าให้กับอุปกรณ์วิทยุสื่อสาร

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา วงจรถอดรหัสความถี่คู่ MT8870 DE ให้ค่าเอาต์พุตออกมา 3 โวลต์เท่านั้น โดยปกติจะเป็น 5 โวลต์ ทำให้เป็นลอจิก 1

แนวทางการแก้ไข ใส่วงจร Buffer SN74HC573N เข้าไปในวงจร

2. ปัญหา วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์ ทรานซิสเตอร์ BC337 ไม่ทำงานเนื่องจากกระแสไอซี ในวงจรต่ำเกินไป

แนวทางการแก้ไข เปลี่ยนทรานซิสเตอร์เป็นเบอร์ BD139 ทำให้กระแสสูงขึ้นและสามารถปิด-เปิดรีเลย์ได้

3. ปัญหา วงจรประมวลผล วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์จะรีเซตตัวเองเมื่อเครื่องส่งเข้าใกล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ไข วางไว้ให้ห่างจากเครื่องส่งในระยะอย่างน้อย 2 เมตร

4. ปัญหา วงจรสร้างสัญญาณเสียง ISD2590 มีปัญหาเมื่อมีการบันทึกเสียงที่มีความยาวมากเกินไป ทำให้การอ้างตำแหน่งเสียงอันดับที่ 10 ขึ้นไปเกิดความล่าช้าและตำแหน่งผิดพลาด

แนวทางการแก้ไข หารายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อนำข้อมูลมาทำการอ้างตำแหน่งข้อมูลแบบแอดเดรสชิ่งโหมดโดยการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

5. ปัญหา วิทยุสื่อสารคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์ ที่ซื้อมาเป็นรุ่นที่ไม่สามารถส่งสัญญาณความถี่คู่ได้

แนวทางการแก้ไข ทำการสร้างวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ เพื่อใช้ส่งสัญญาณความถี่คู่ไปที่เครื่องส่งเพื่อส่งไปยังเครื่องรับเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

6. ปัญหา วงจรอินเตอร์เฟสเป็นวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ทำให้ไม่สามารถใช้กับวิทยุสื่อสารทุกรุ่นได้

แนวทางการแก้ไข เปลี่ยนวงจรอินเตอร์เฟสเป็นแบบใช้รีเลย์แทนแบบอิเล็กทรอนิกส์

7. ปัญหา แหล่งจ่ายพลังงานไม่เพียงพอในขณะเครื่องส่งทำงานทำให้แรงดันลดลงทั้งระบบ

แนวทางการแก้ไข เพิ่มกระแสให้กับแหล่งจ่ายพลังงานให้เพิ่มขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนา

1) สามารถเพิ่มจำนวนช่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการเพิ่มส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์และขยายจำนวนช่องใช้งาน

2) สามารถนำไปทำเป็นระบบรักษาความปลอดภัยภายในอาคารบ้านเรือนได้

3) สามารถนำไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านอกอาคารหรือสถานที่ต่างๆได้

4) สามารถเพิ่มระยะทางในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ไกลขึ้นโดยการใช้สายอากาศที่ส่งในระยะทางที่ไกลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ณัฐชัย เลียงเจริญสิทธิ์ และนิเวศน์ วิทยาเต็ม. “เครื่องควบคุมการปิด-เปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคลื่นวิทยุ 27 MHz.” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2542

นิทัศน์ ศรีเทียมศักดิ์ และคณะ. “ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุมือถือหรือโทรศัพท์.” ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2538

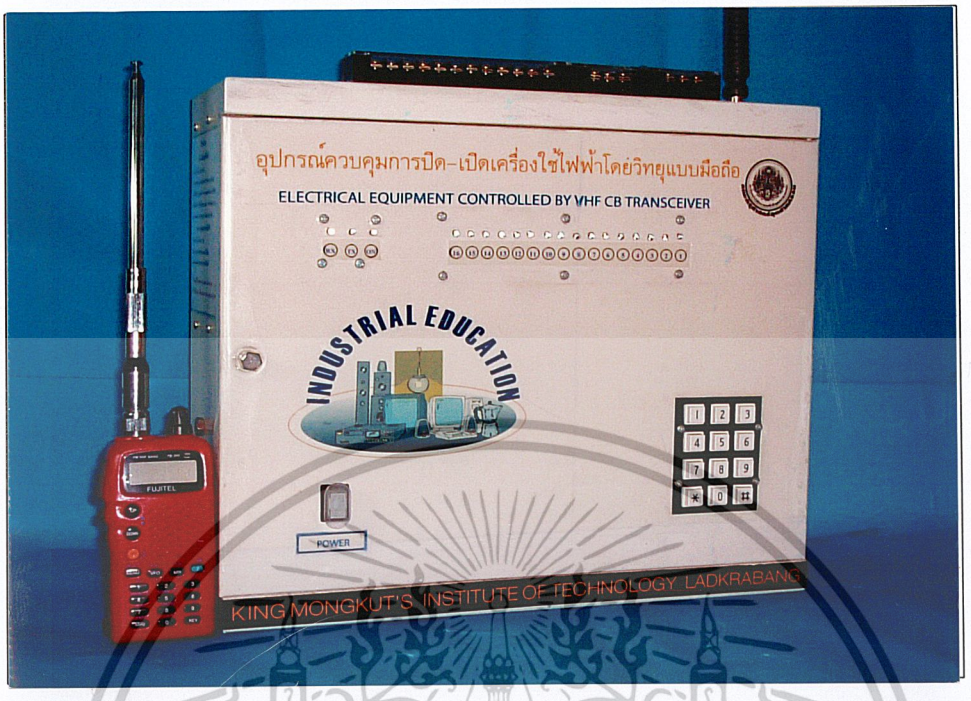
ประกิต อ่องสร้อย. **เทคโนโทรนิคส์** .ฉบับรวมวงจร 140. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โปรเฟสชันนัล แอฟปรูฟด์. 2543

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

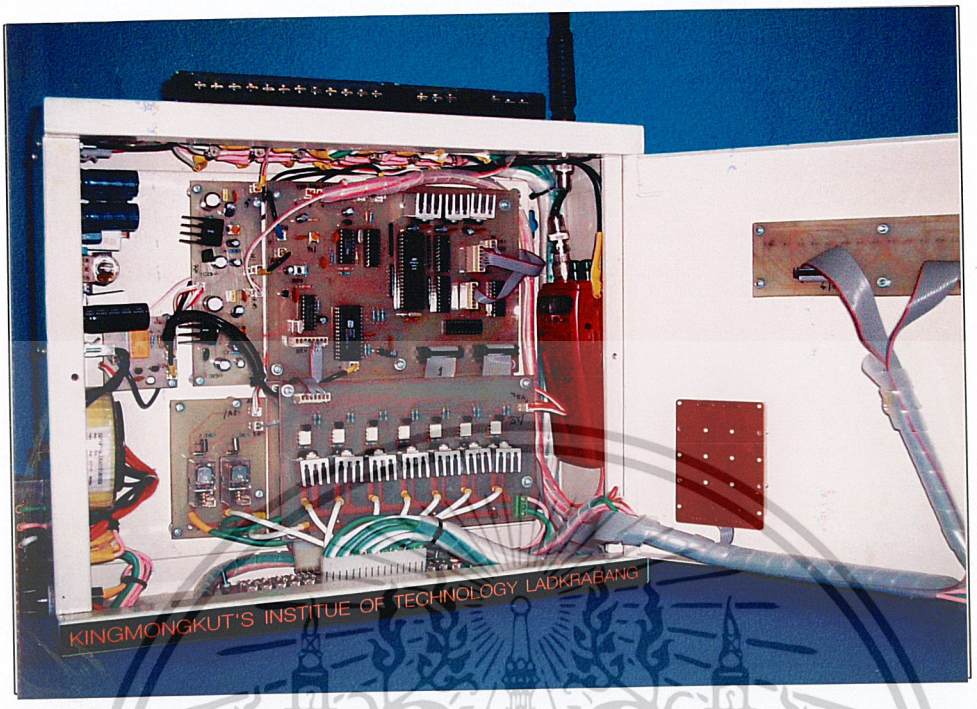
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



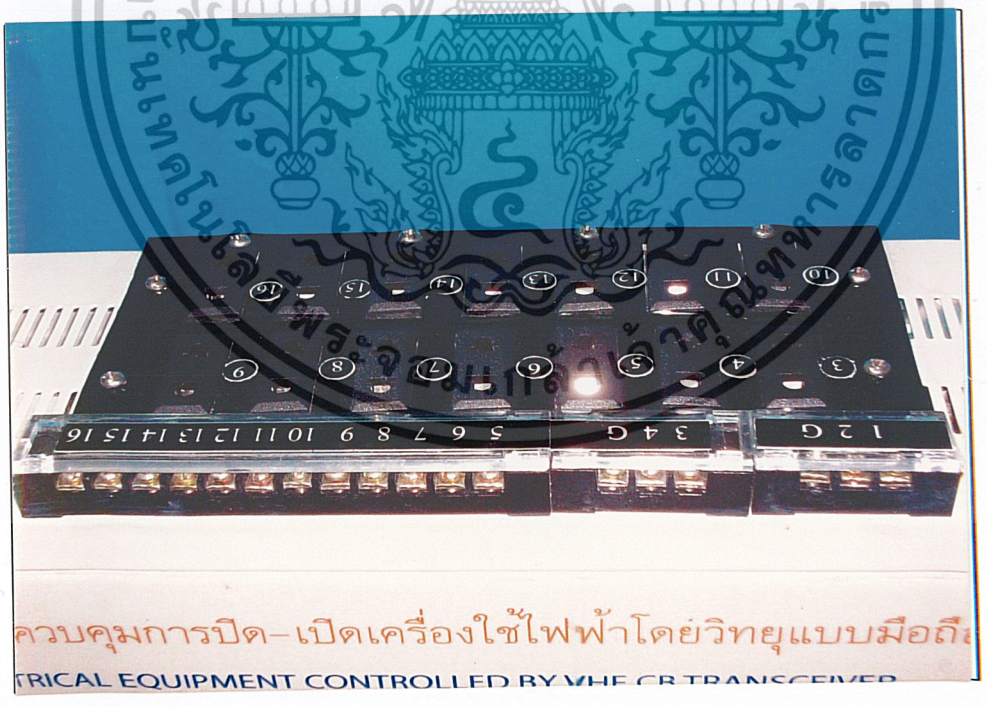
รูปที่ ก.1 อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

รูปที่ ก.2 อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



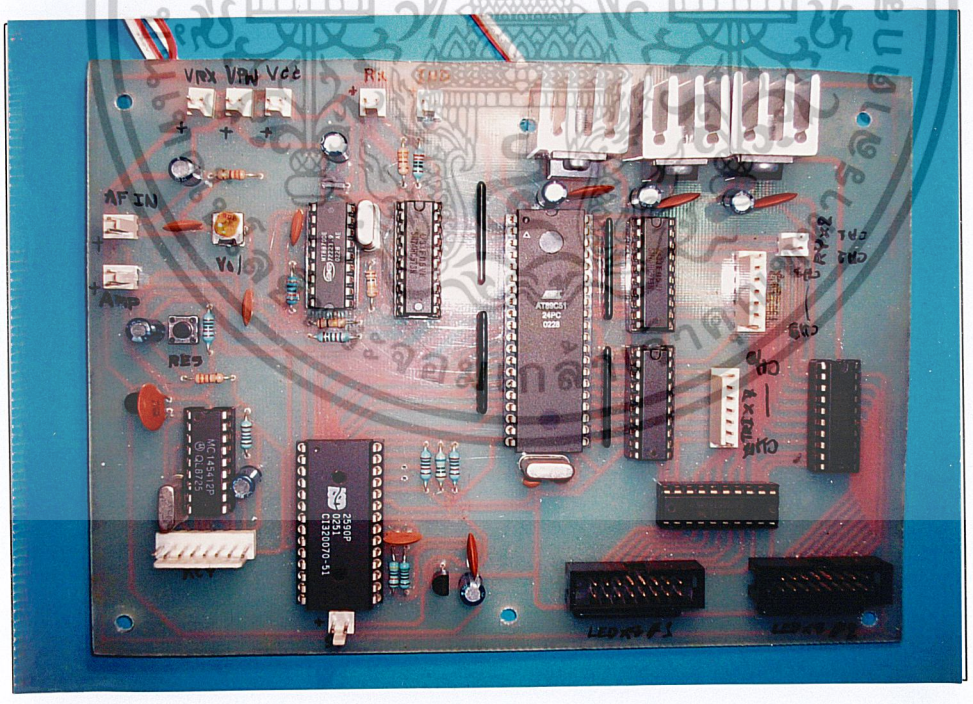
รูปที่ ก.3 การติดตั้งภายในกล่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ ก.4 จุดเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า

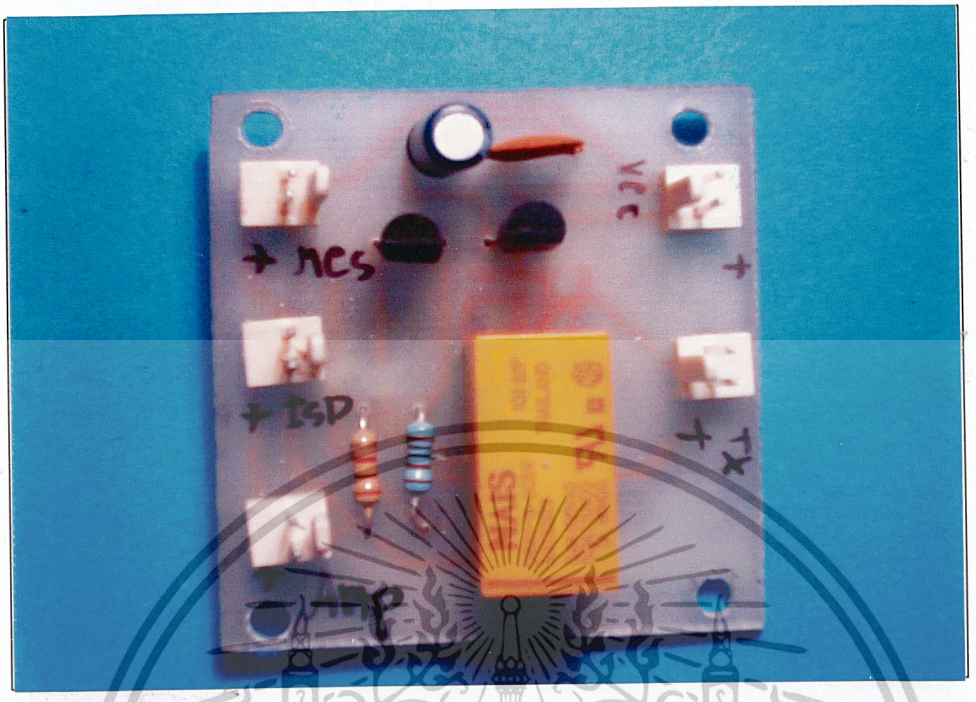
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.5 วิทยุสื่อสารคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์

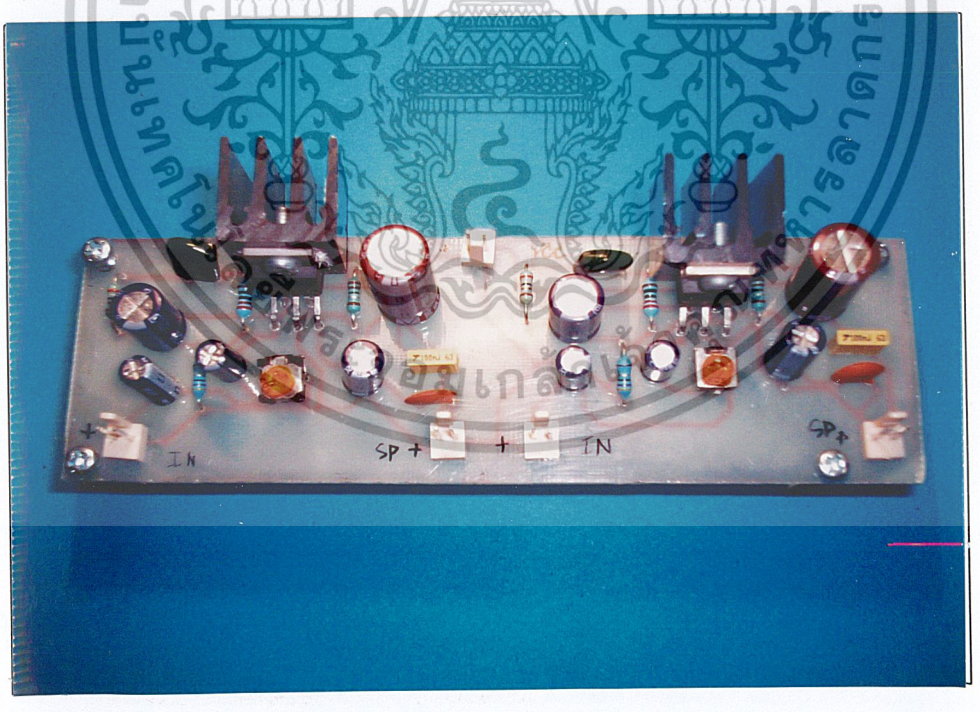


รูปที่ ก.6 วงจรควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

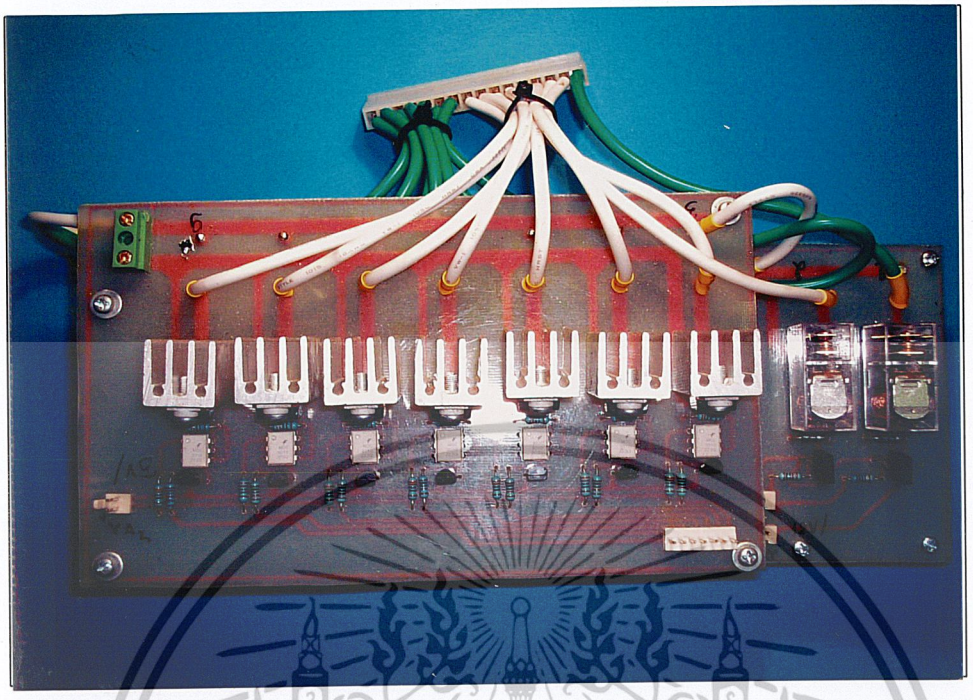


รูปที่ ก.7 วงจรอินเตอร์เฟส

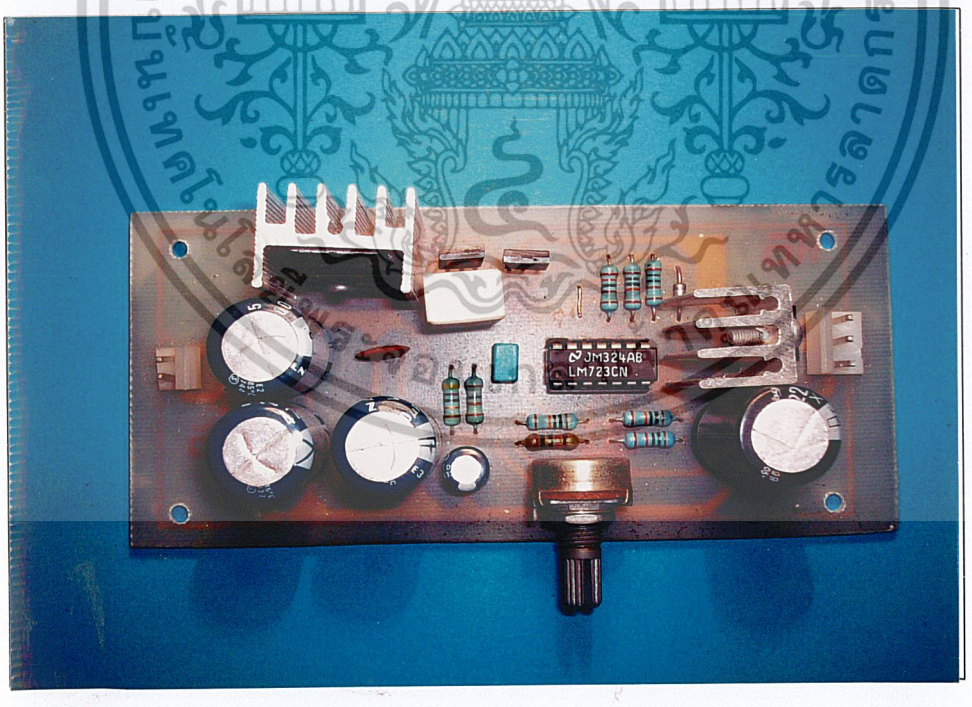


รูปที่ ก.8 วงจรขยายสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า



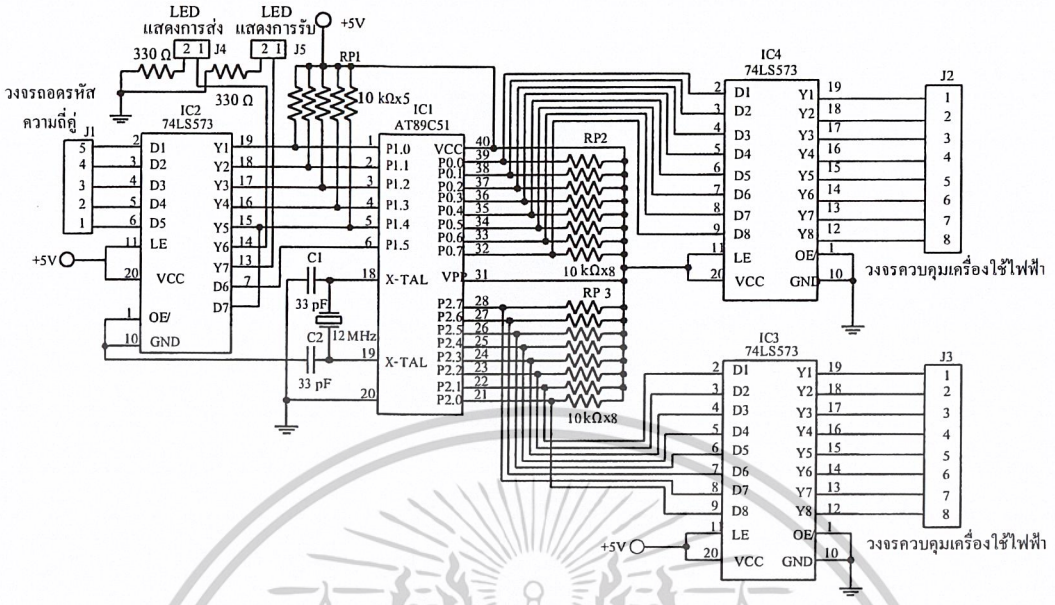
รูปที่ ก.10 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

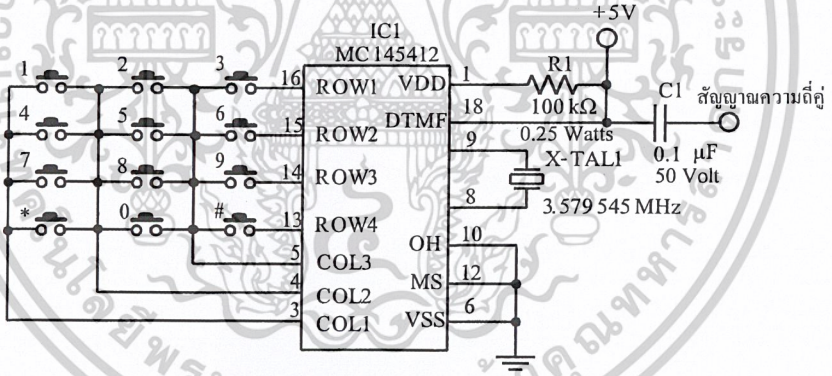
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

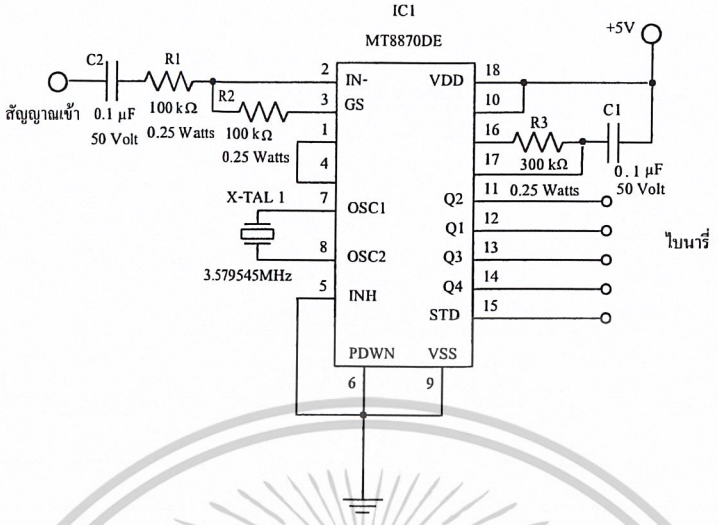


รูปที่ ข.1 วงจรประมวลผล

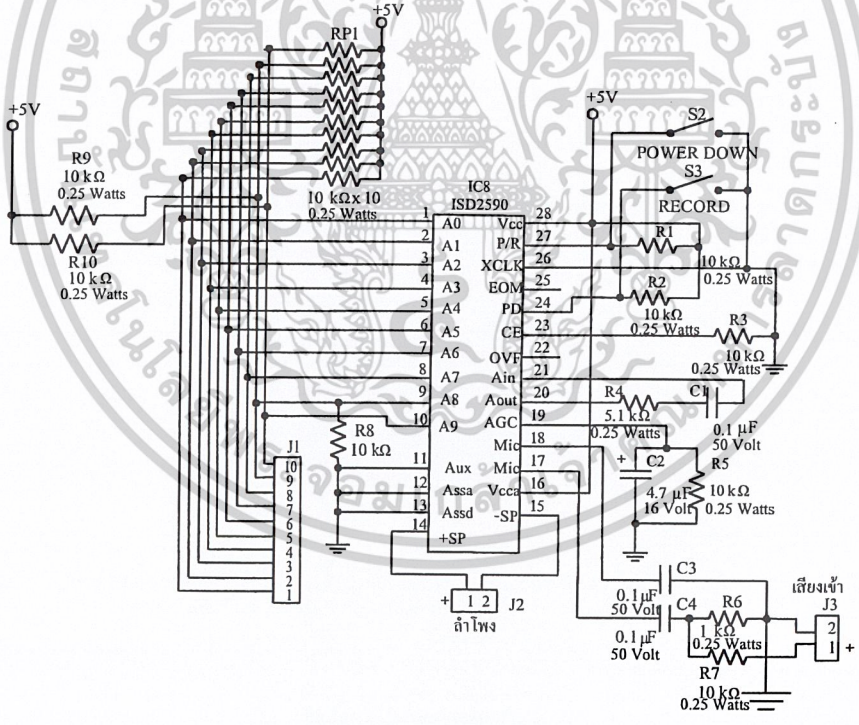


รูปที่ ข.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

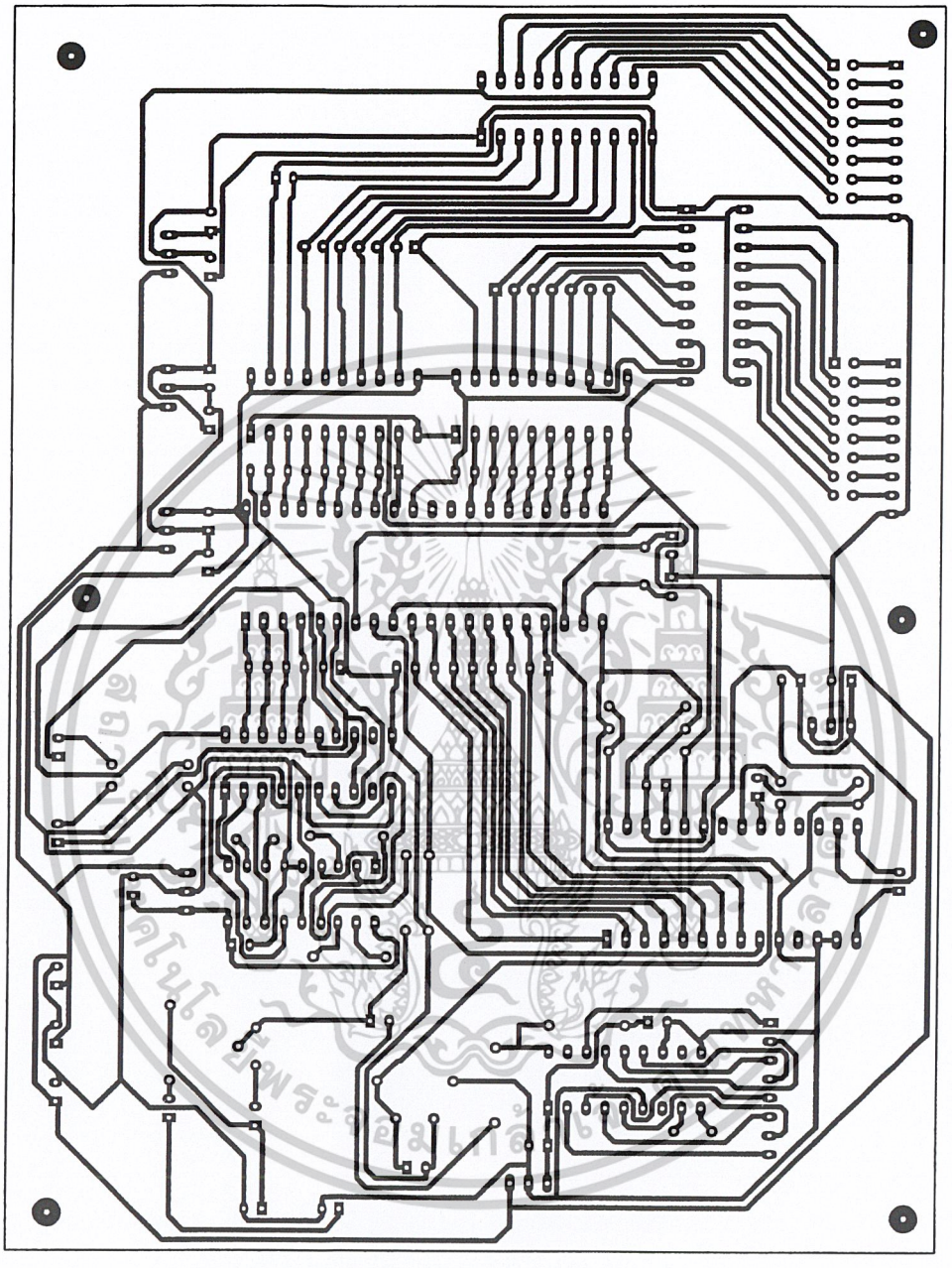


รูปที่ ข.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่



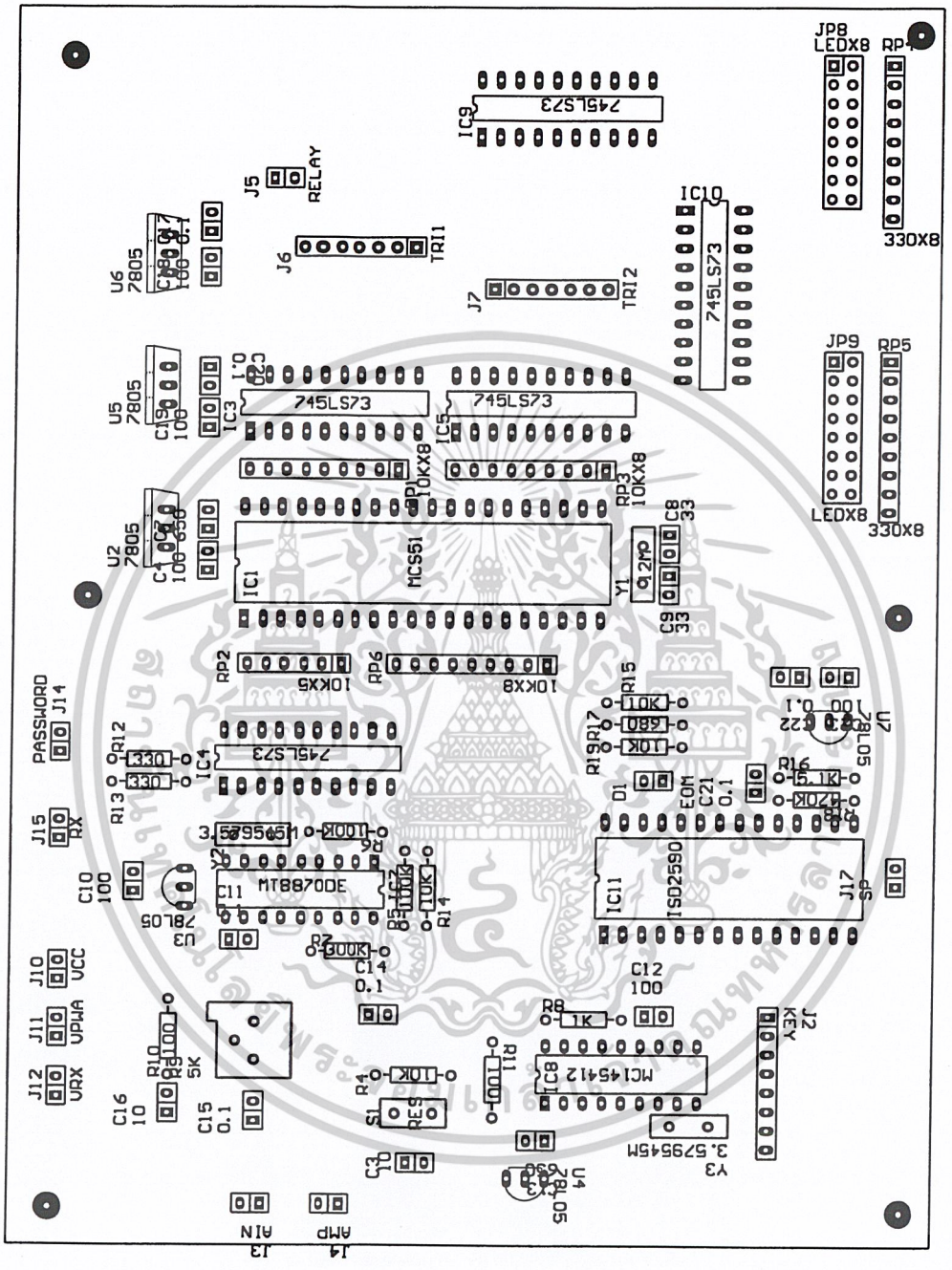
รูปที่ ข.4 วงจรบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



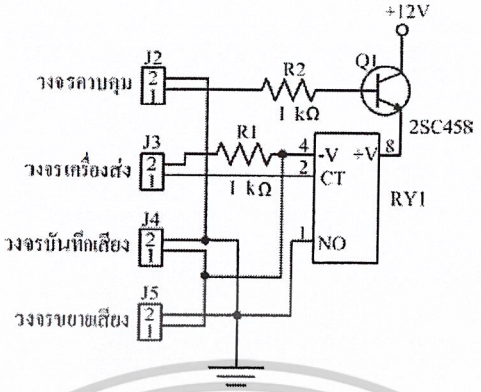
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

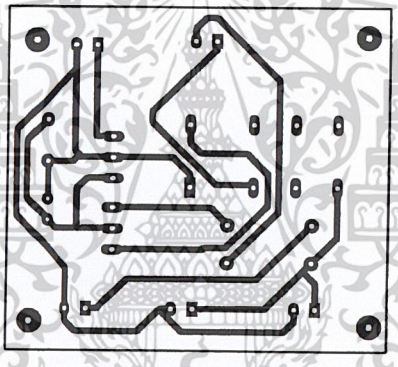


รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมหลัก

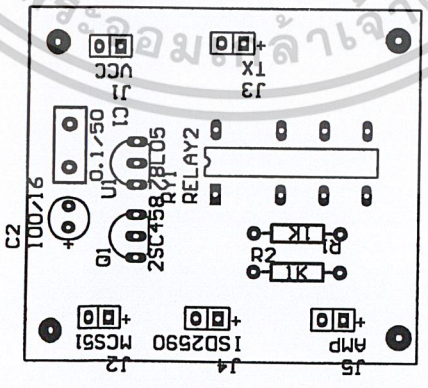
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.7 วงจรอินเตอร์เฟส

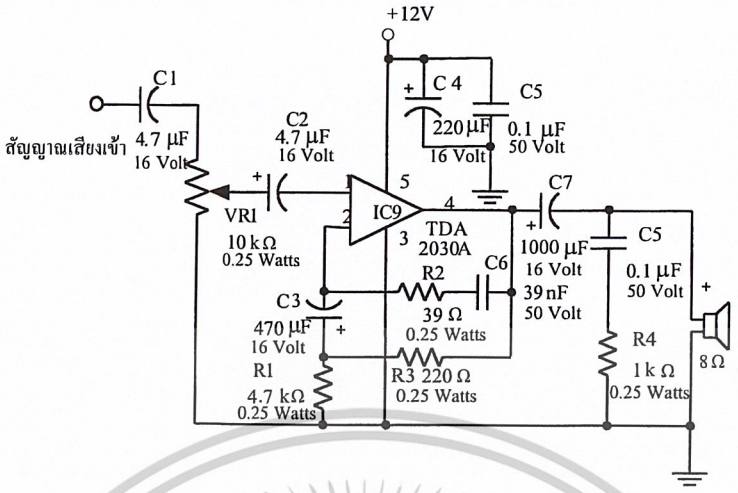


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรอินเตอร์เฟส

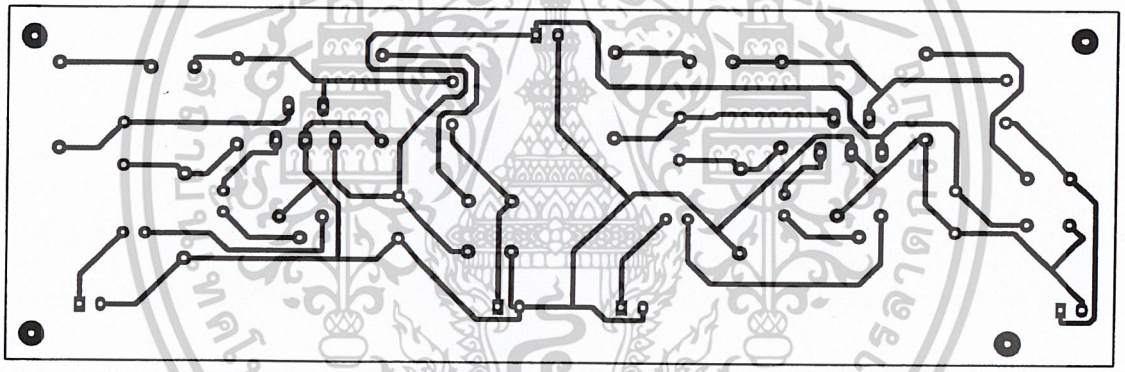


รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรอินเตอร์เฟส

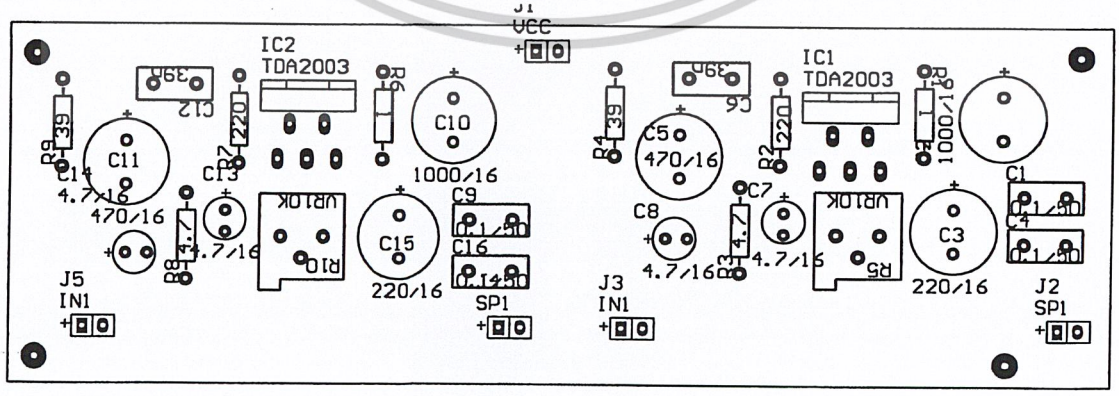
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.10 วงจรขยายเสียง

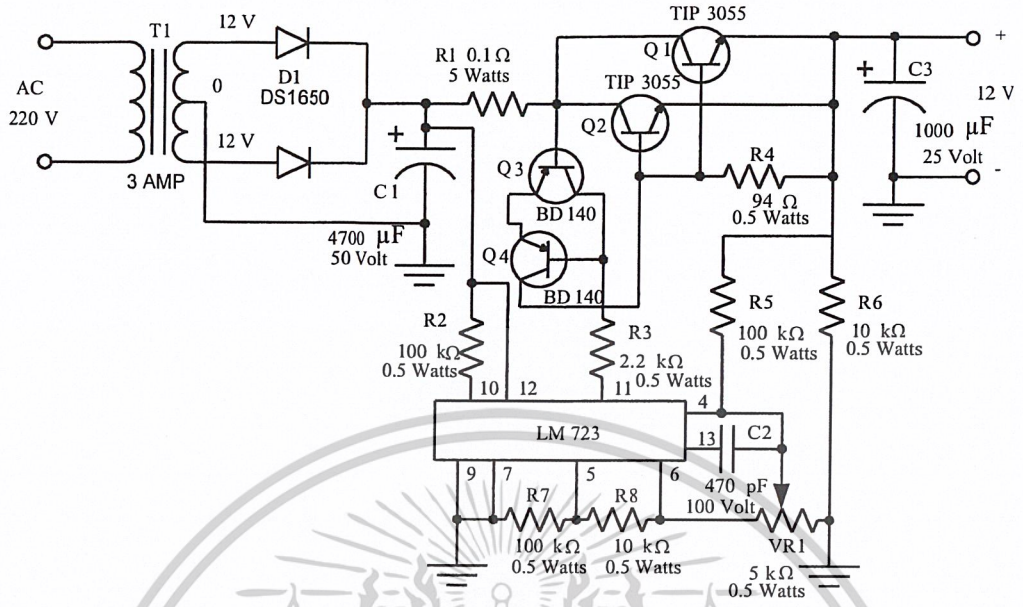


รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขยายเสียง

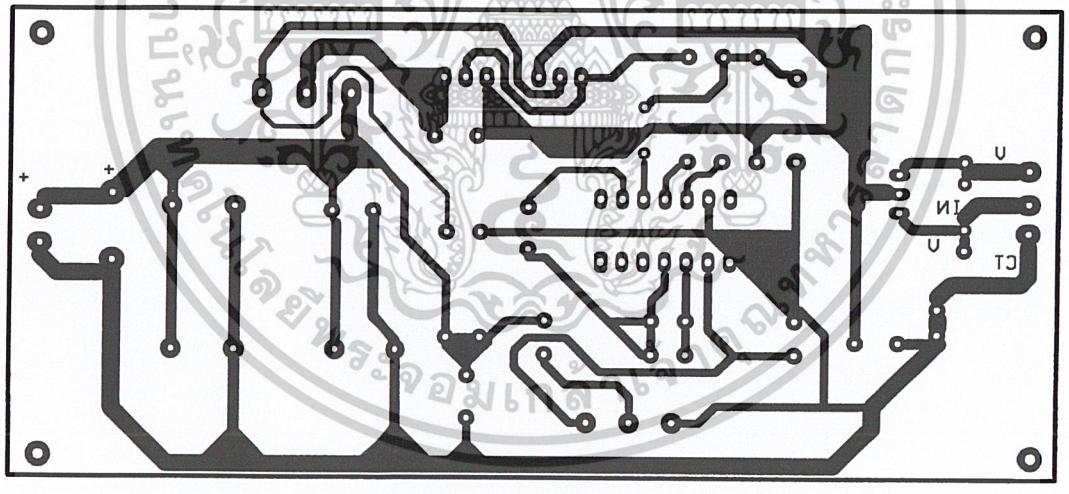


รูปที่ ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

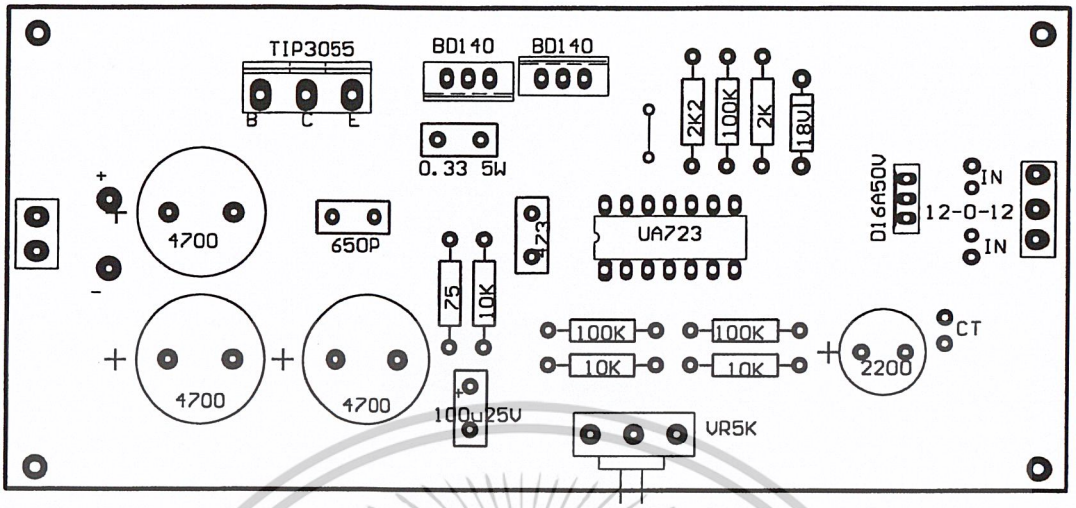


รูปที่ ข.13 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์

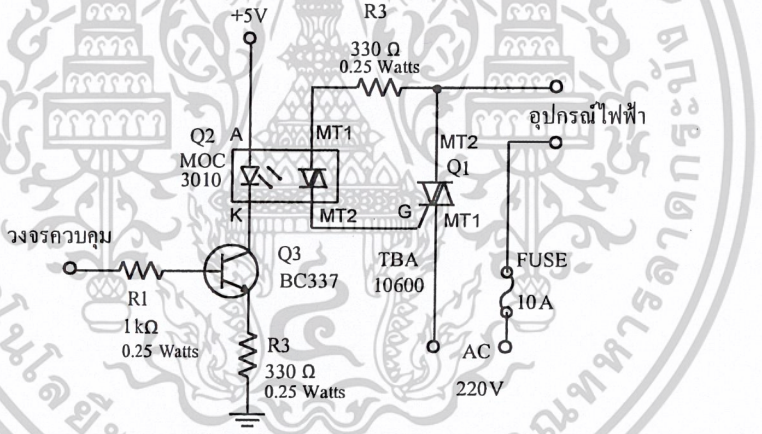


รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

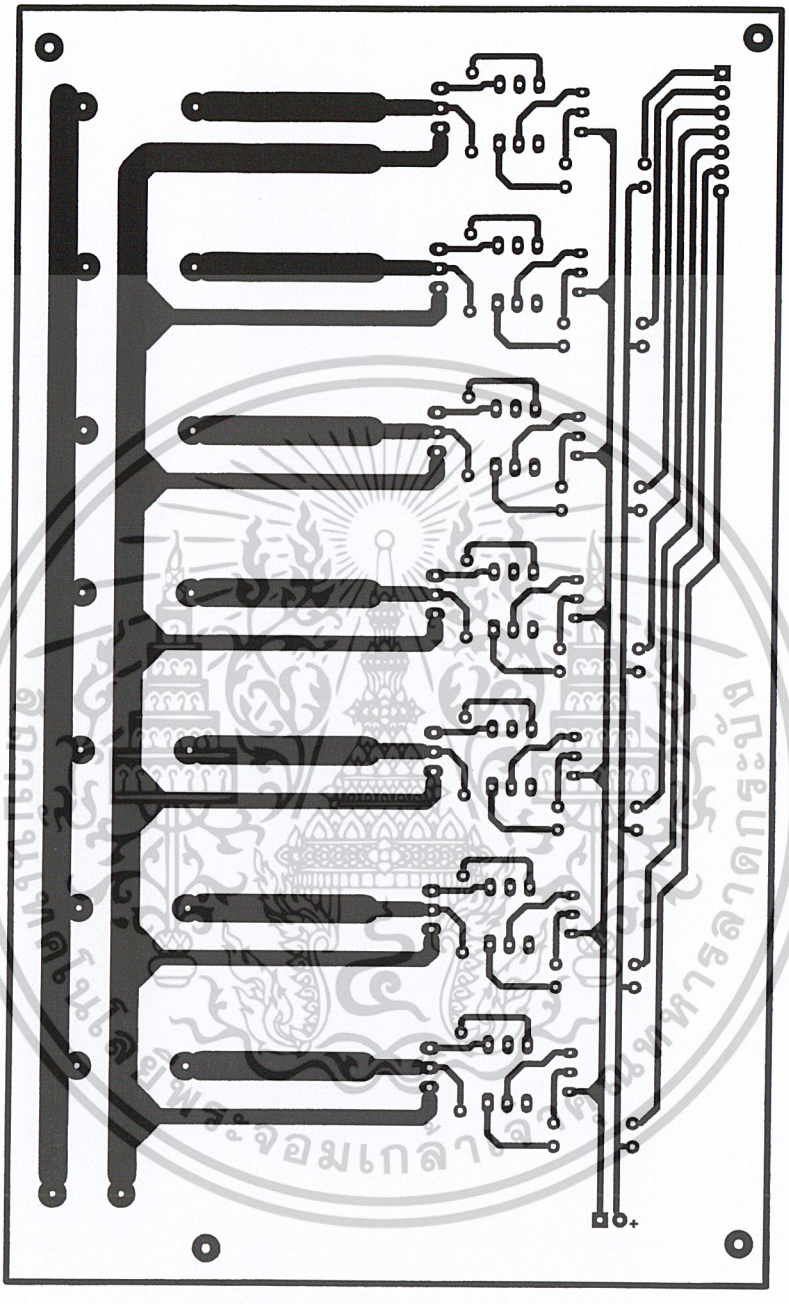


รูปที่ ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์



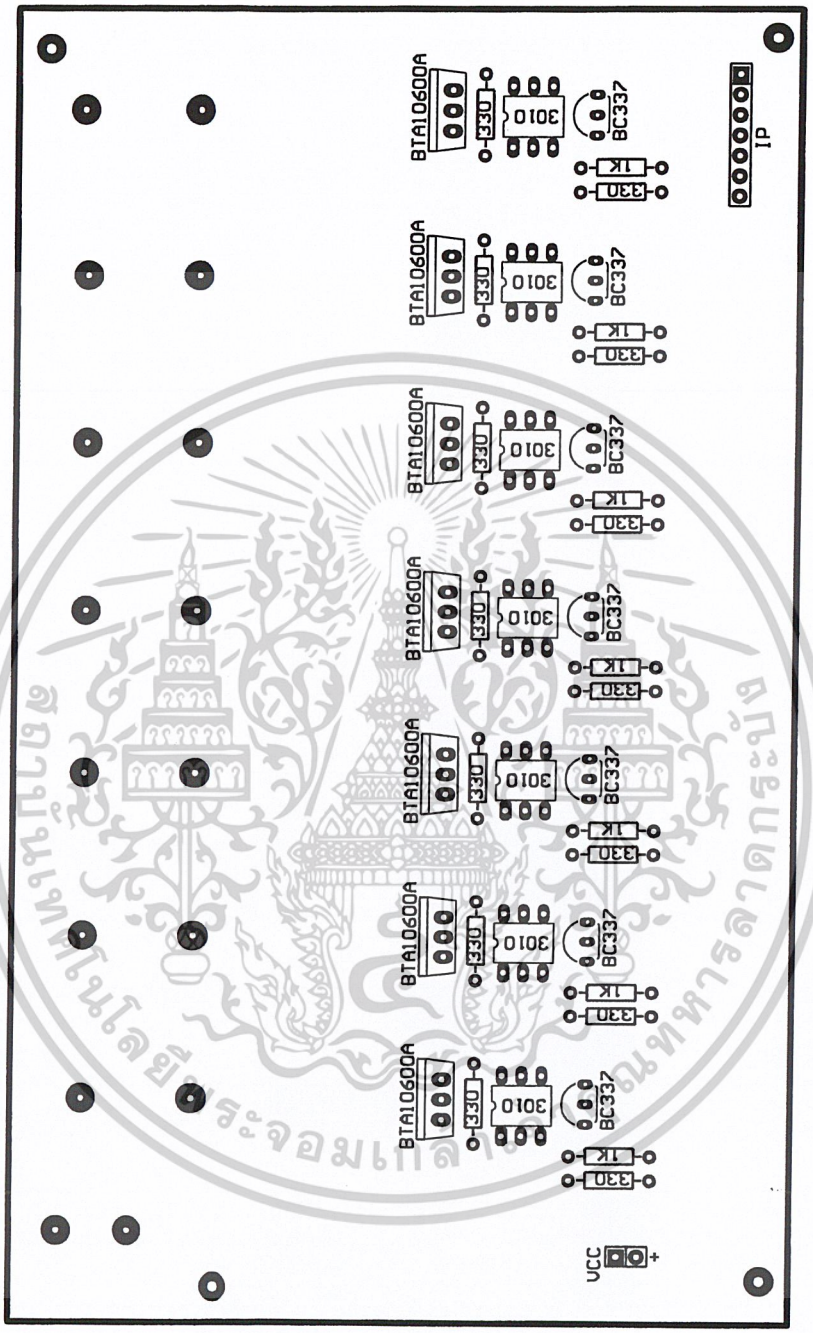
รูปที่ ข.16 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



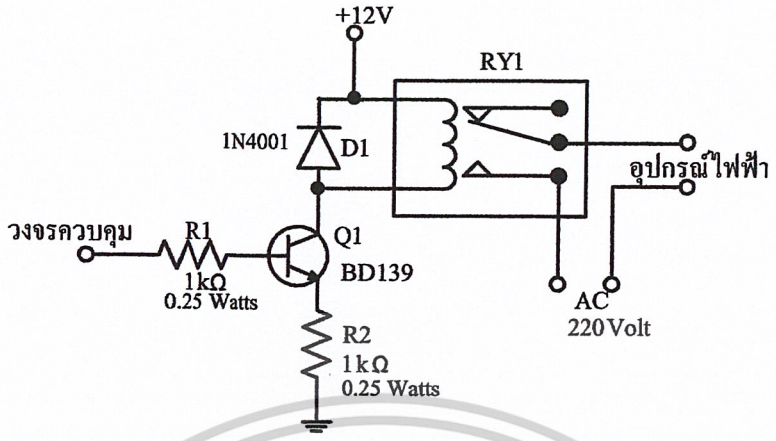
รูปที่ ข.17 แผ่นวงพิมพ์วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

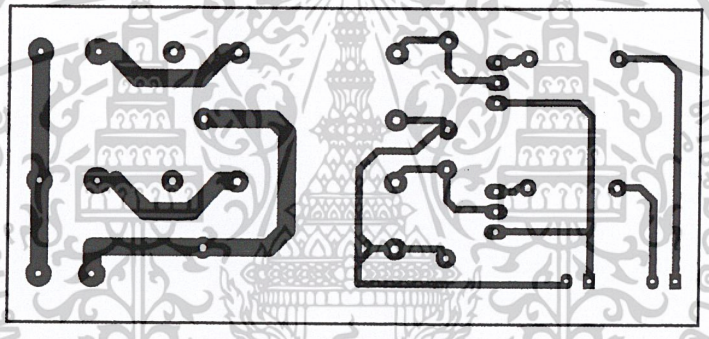


รูปที่ ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงพิมพ์วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยไตรแอค

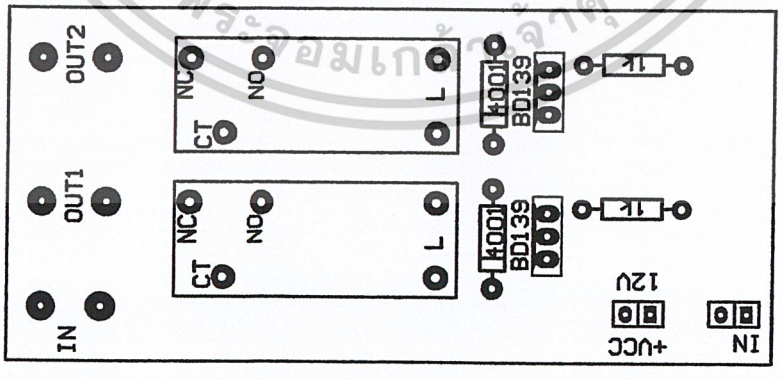
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.19 วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์



รูปที่ ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์



รูปที่ ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรประมวลผล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
IC2, IC3, IC4	74LS573	3 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED1-LED16	สีแดง	16 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2	33 pF เซรามิค	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	330 kΩ 0.25 W	1 ตัว
R2	330 kΩ 0.25 W	1 ตัว
R1, R2, R3, R Pull-up	10 kΩ 0.25 W	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL	คริสตอล 11.0592 MHz	1 ตัว
J1	Connector 5 pin	1 ตัว
J2, J3	Connector 8 pin	2 ตัว
J4, J5	Connector 2 pin	2 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	MC145412	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2	0.1 pF 16 V	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)รายการอุปกรณ์ของวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R1	100 kΩ 0.25 W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL	คริสตอล 3.579545 MHz	1 ตัว
KEY1	ปุ่มกดสัญญาณความถี่คู่	1 ชุด

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	MT8870	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2	0.1 pF 16V	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1, R2	100 kΩ 0.25 W	2 ตัว
R3	300 kΩ 0.25 W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL	คริสตอล 3.579545 MHz	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรอินเตอร์เฟส

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	2SC548	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรอินเตอร์เฟส

ตัวความต้านทาน		
R1, R2	100 kΩ 0.25 W	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1 - J4	Connector 2 pin	4 ตัว
RY1	รีเลย์ 12 V 5 A	1 ตัว

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	ISD2590	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 - C3	0.1 pF 16 V	3 ตัว
C4	4.7 µF 16 V	
ตัวความต้านทาน		
R1	1 kΩ 0.25 W	1 ตัว
R2, R7	10 kΩ 0.25 W	6 ตัว
R8	5.1 kΩ 0.25 W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
S1, S2	สวิตช์กดติดปล่อยดับ	2 ตัว
J1	Connector 10 pin	1 ตัว
J2, J3	Connector 2 pin	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายเสียง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	TDA2030A	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 , C2	4.7 µF 25 V	2 ตัว
C3	470 µF 16 V	1 ตัว
C4	220 µF 16 V	2 ตัว
C5, C8	0.1 µF 63 V	2 ตัว
C6	39 pF 63 V	1 ตัว
C7	1000 µF 16 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	4.7 Ω 0.25 W	1 ตัว
R2	39 Ω 0.25 W	1 ตัว
R3	220 kΩ 0.25 W	1 ตัว
R4	1 Ω 0.25 W	1 ตัว
VR1	100 kΩ 0.25 W	1 ตัว

ตารางที่ ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายแรงดันไฟกระแสตรง 5 โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	78L05	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 – C4	100 µF 25 V 0.1 µF 25 V	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายแรงดันไฟกระแสตรง 12โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	LM723	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1, Q2	TIP3055	2 ตัว
Q3, Q4	BD140	2 ตัว
D1	SB650	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	4700 µF 25 V	1 ตัว
C2	470 pF 63 V	1 ตัว
C3	100 µF 25 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	0.1Ω 0.25 W	1 ตัว
R2, R5, R7	100 kΩ 0.25 W	3 ตัว
R3	2.2 kΩ 0.25 W	1 ตัว
R4	94 Ω 0.25 W	1 ตัว
R6, R8	10 kΩ 0.25 W	2 ตัว
VR1	5 kΩ 0.25 W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	12 V /3 A	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 รายการอุปกรณ์ของวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไตรแอก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BC337	14 ตัว
Q2	MOC3010	14 ตัว
Q3	TBA10600B	14 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	1 kΩ 0.25 W	14 ตัว
R2 , R3	330 Ω 0.25 W	28 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
ฟิวส์	10 A	14 ตัว

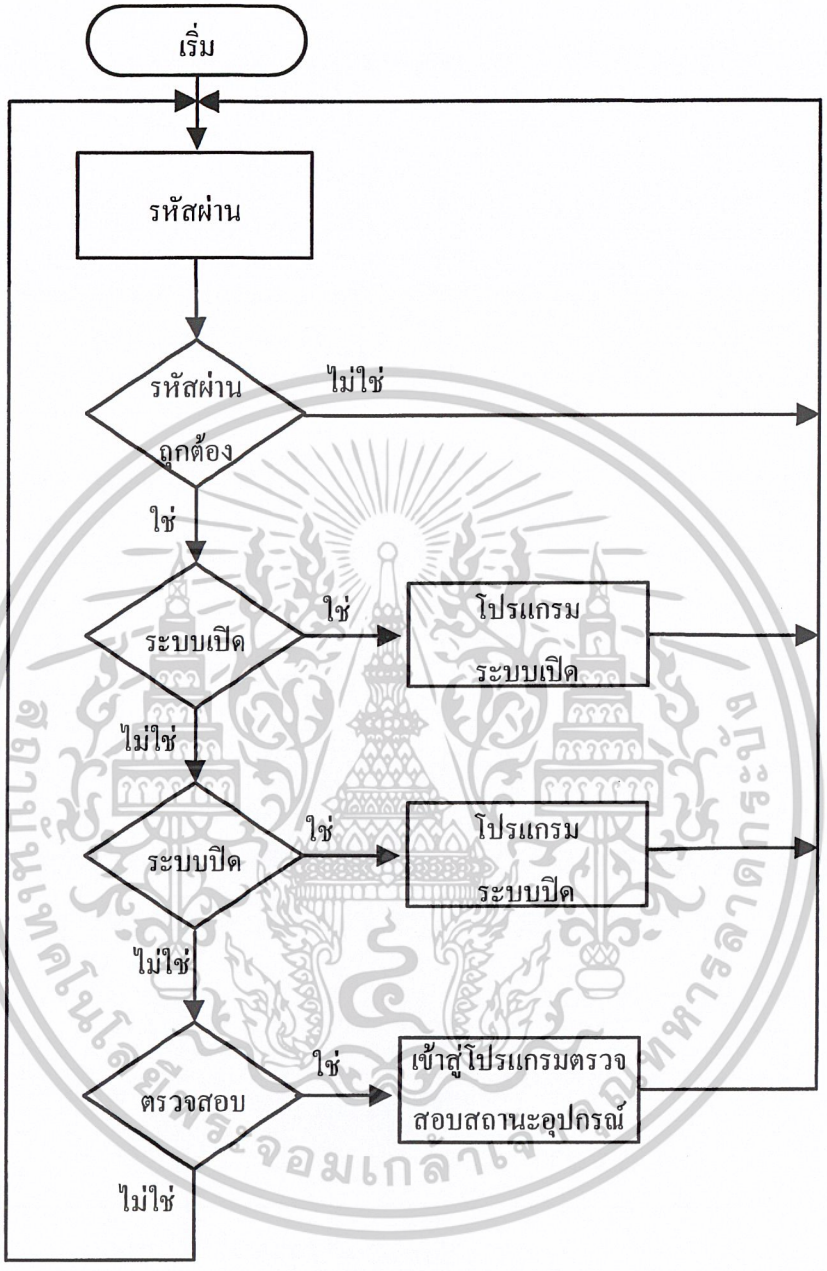
ตารางที่ ค.10 รายการอุปกรณ์ของวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยรีเลย์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BD139	2 ตัว
D1	1N4007	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	1 kΩ 0.25 W	2 ตัว
R2	330 Ω 0.25 W	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
RY1	12 V	2 ตัว
ฟิวส์	10 A	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

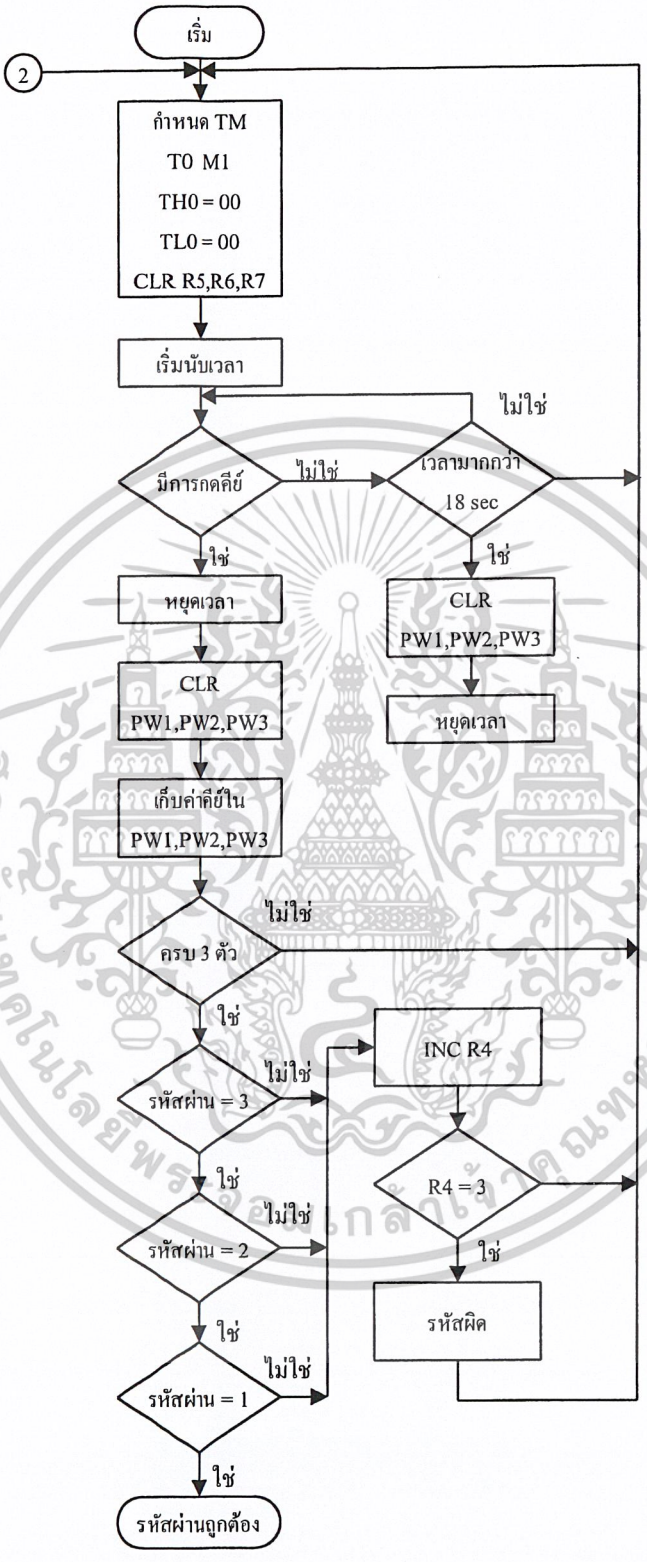
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



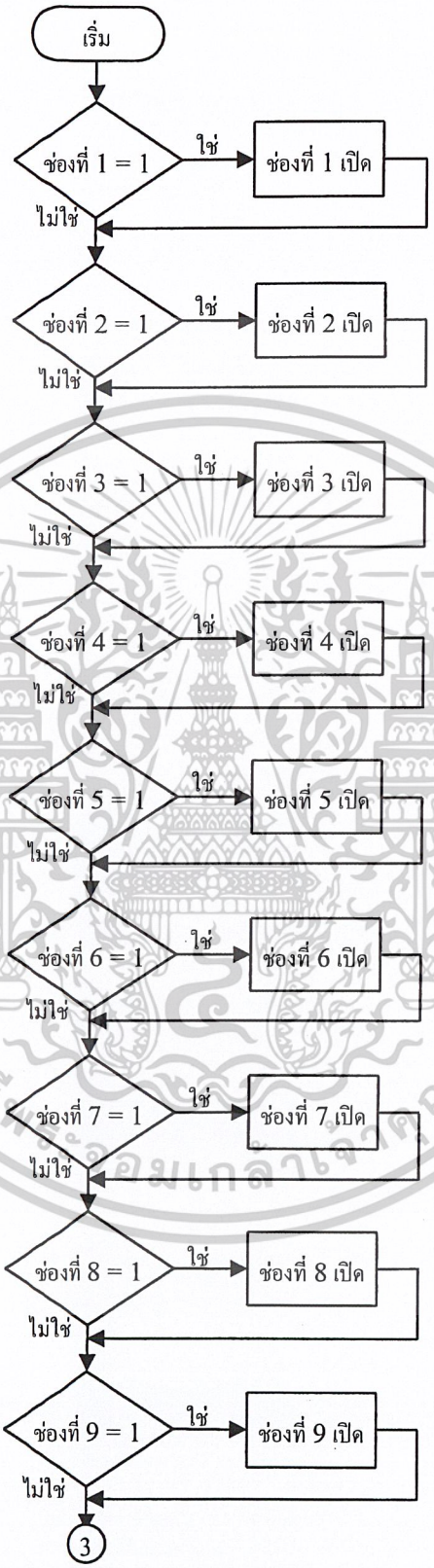
รูปที่ ง.1 ผังงานโปรแกรมควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



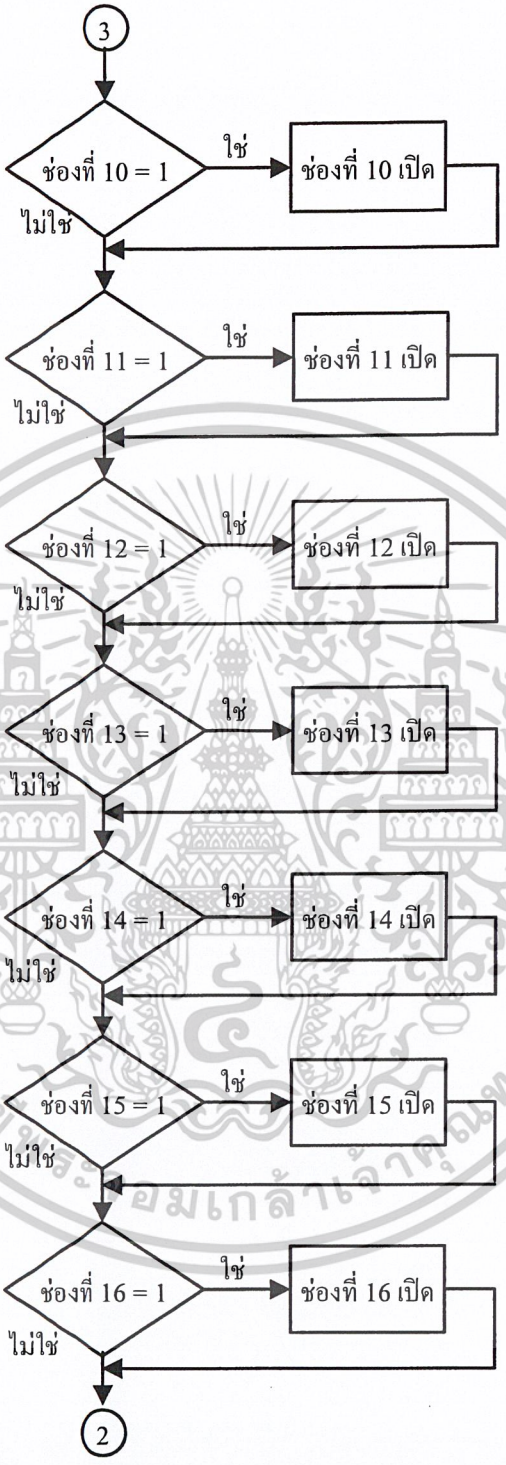
รูปที่ ง.2 ผังงานโปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



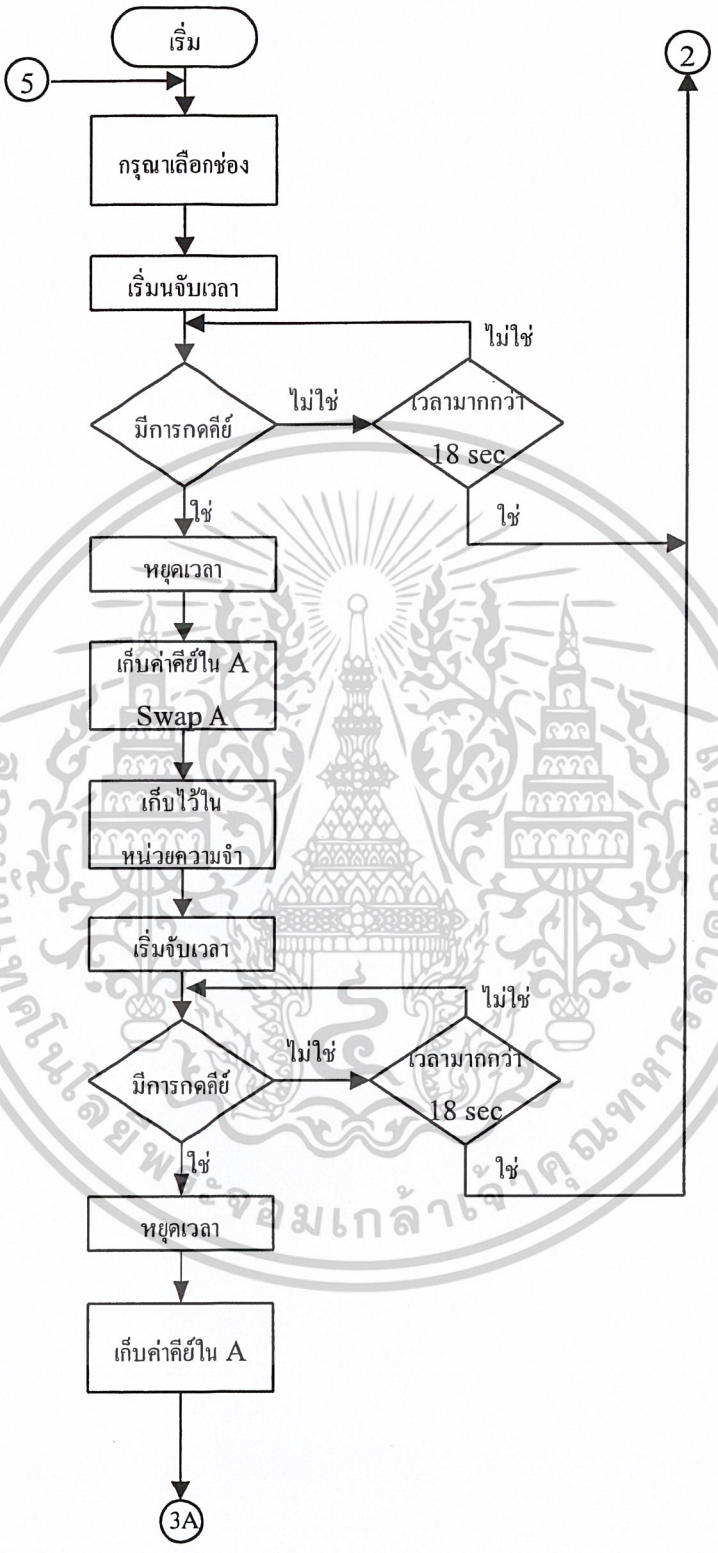
รูปที่ ง.3 ผังงานโปรแกรมตรวจสอบสถานะอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



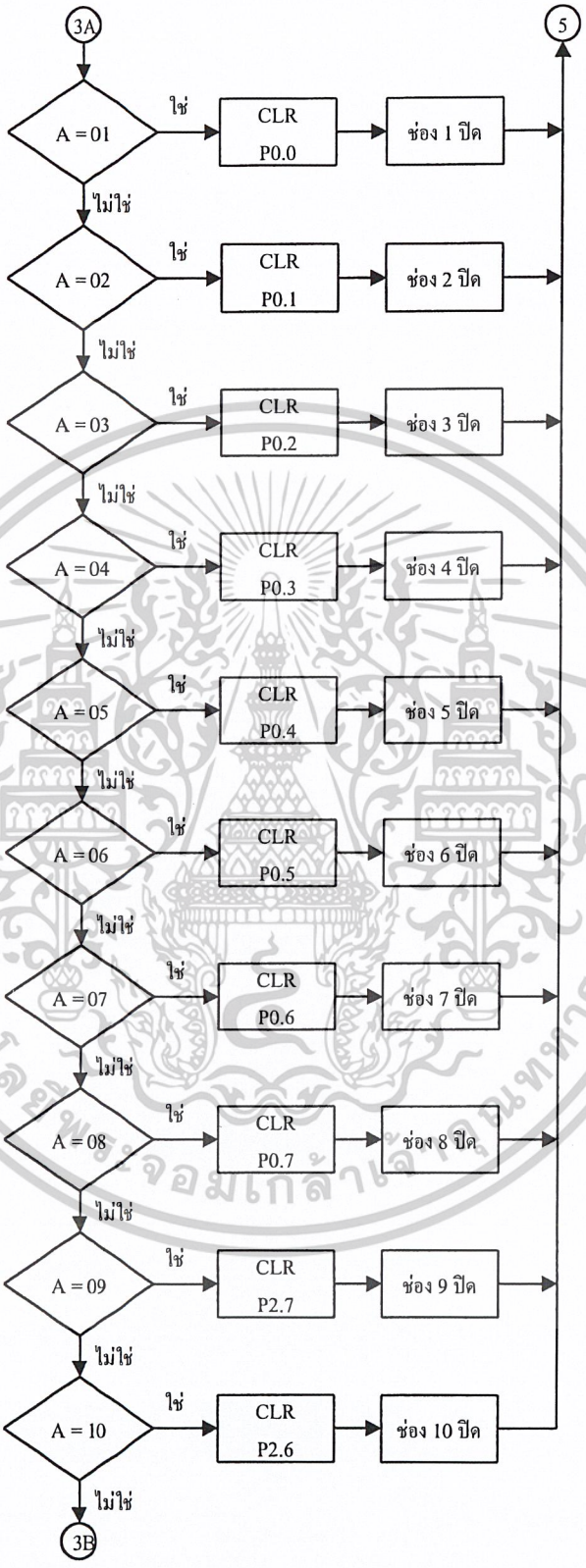
รูปที่ ง.3 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมตรวจสอบสถานะอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



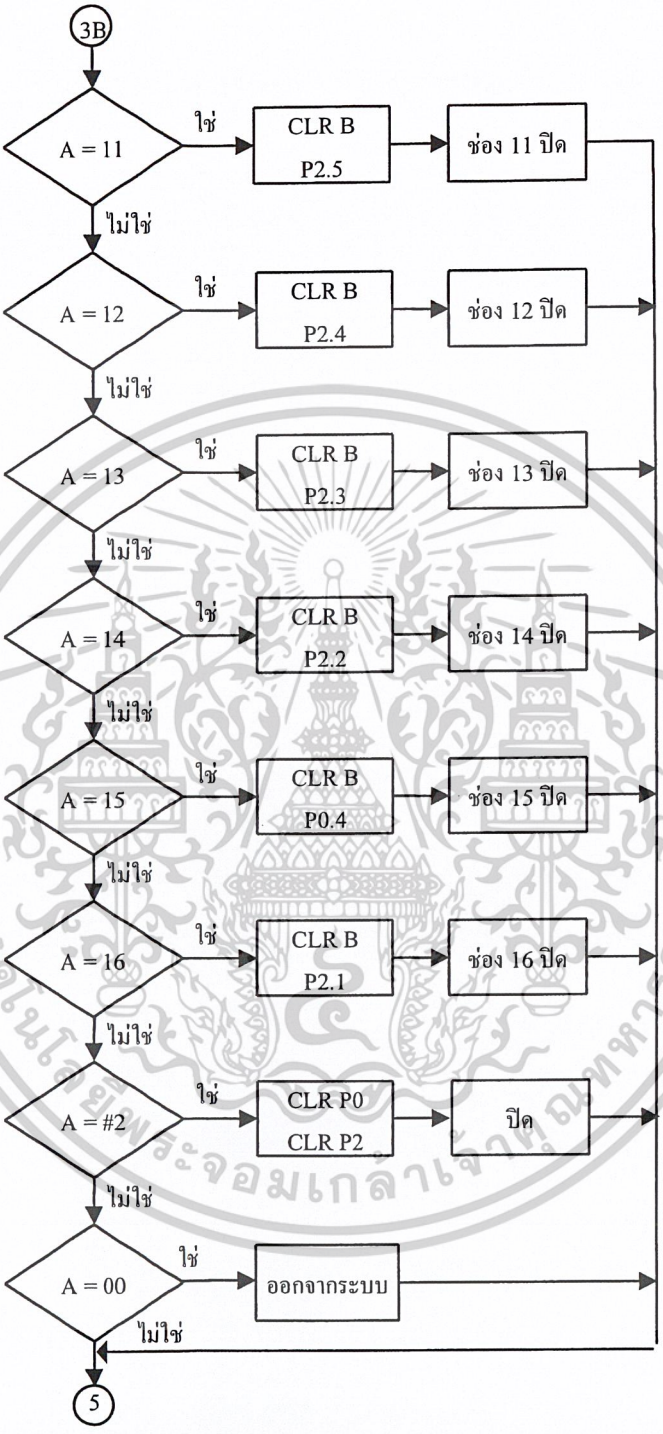
รูปที่ ง.4 ผังงานโปรแกรมระบบปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



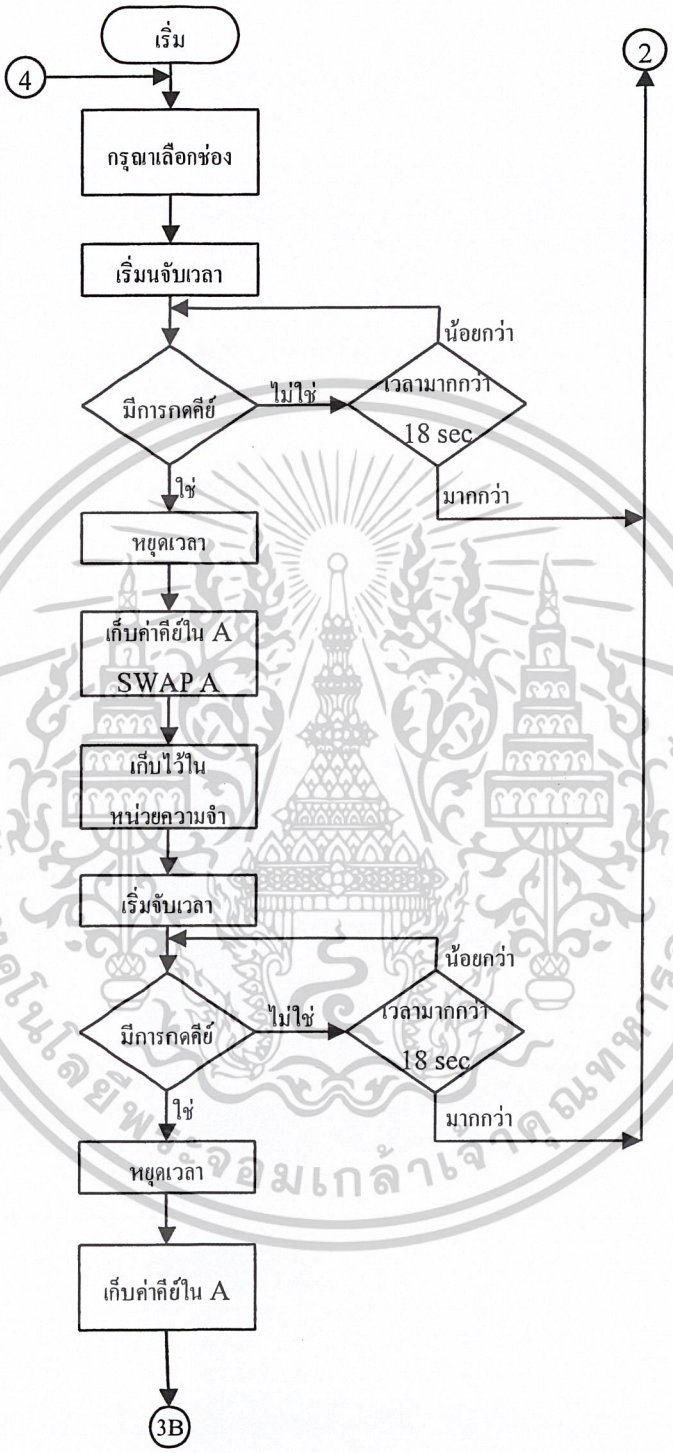
รูปที่ ง.4 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมระบบปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



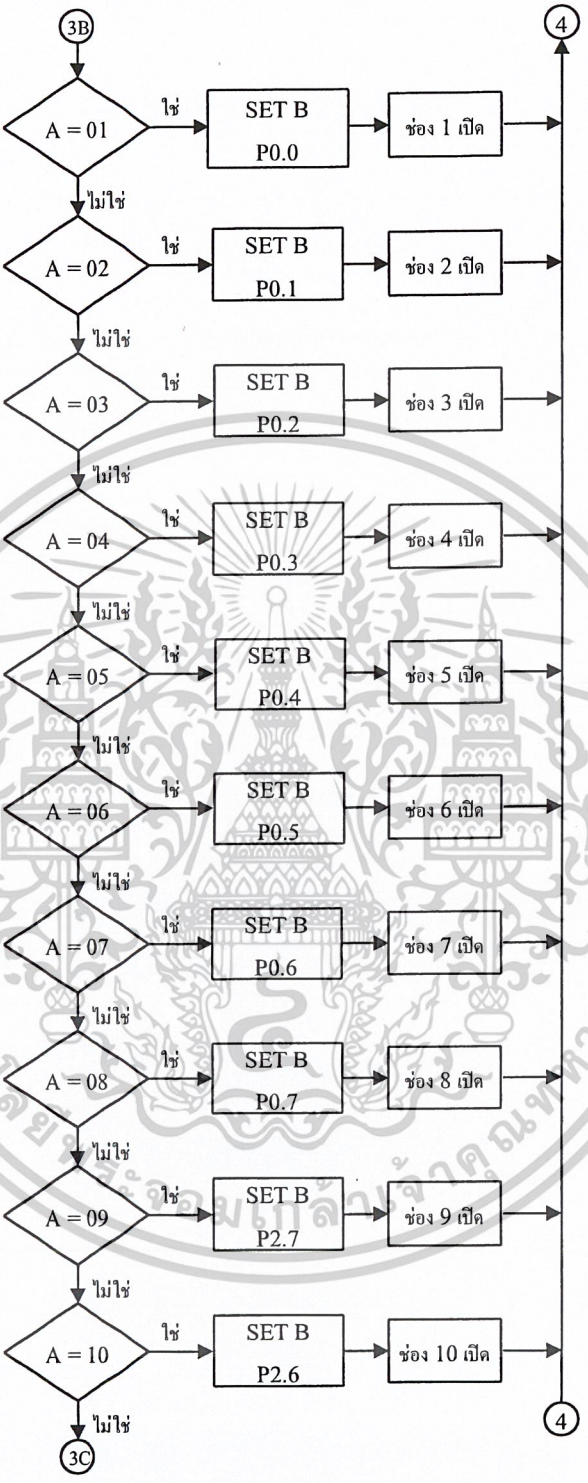
รูปที่ ง.4 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมระบบปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



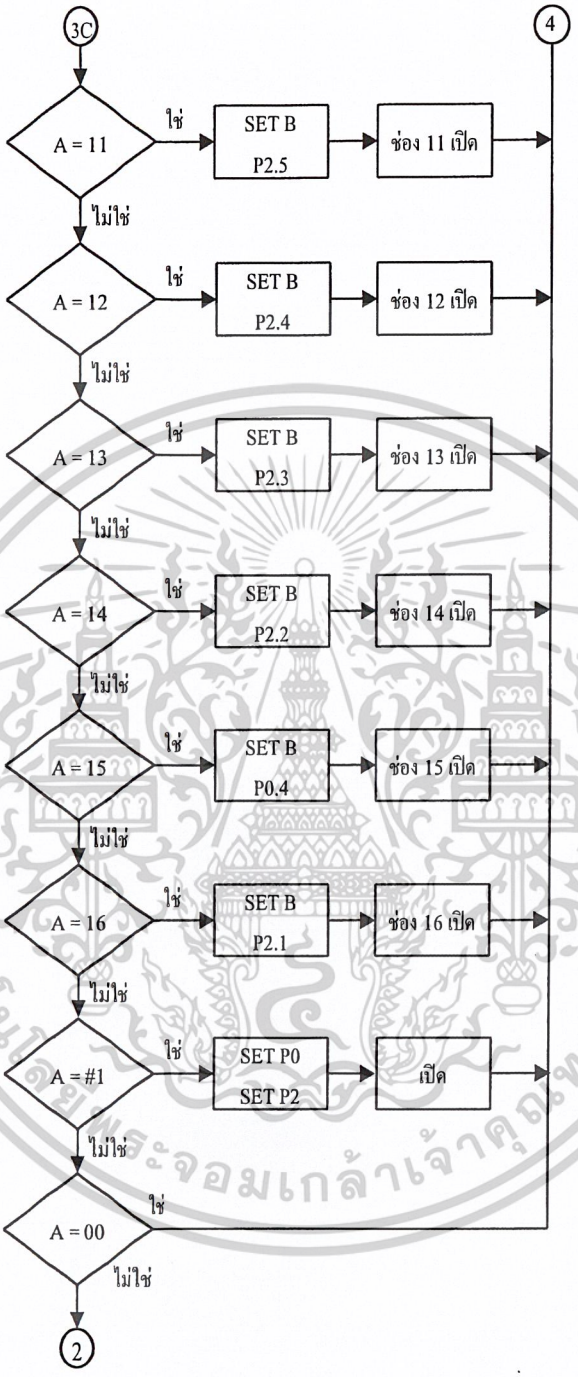
รูปที่ ง.5 ผังงานโปรแกรมระบบเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.5 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมระบบเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.5 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมระบบเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

```
            ORG    0000H

==========SET_EQU================================================

      D1    EQU    P1.0          ;DATA_BIT0
      D2    EQU    P1.1          ;DATA_BIT1
      D3    EQU    P1.2          ;DATA_BIT2
      D4    EQU    P1.3          ;DATA_BIT3
      STO   EQU    P1.4          ;CHK_KEY_IN
      TX    EQU    P1.5          ;TX ENABLE
      PD    EQU    P1.6          ;ISD2590 POWER DOWN
      A9    EQU    P1.7          ;ADRESS 8 ISD2590
      CH01  EQU    P0.0          ;OUTPUT0
      CH02  EQU    P0.1          ;OUTPUT1
      CH03  EQU    P0.2          ;OUTPUT2
      CH04  EQU    P0.3          ;OUTPUT3
      CH05  EQU    P0.4          ;OUTPUT4
      CH06  EQU    P0.5          ;OUTPUT5
      CH07  EQU    P0.6          ;OUTPUT6
      CH08  EQU    P0.7          ;OUTPUT7
      CH09  EQU    P2.7          ;OUTPUT8
      CH10  EQU    P2.6          ;OUTPUT9
      CH11  EQU    P2.5          ;OUTPUT10
      CH12  EQU    P2.4          ;OUTPUT11
      CH13  EQU    P2.3          ;OUTPUT12
      CH14  EQU    P2.2          ;OUTPUT13
      CH15  EQU    P2.1          ;OUTPUT14
      CH16  EQU    P2.0          ;OUTPUT15
      PW1   EQU    50H           ;PASSWORD1
      PW2   EQU    51H           ;PASSWORD2
      SWA   EQU    52H           ;SWAP_A
      LLP   EQU    53H           ;MEM_SOUND_LOOP

==========SET_I/O_PORT===========================================

            SETB   PD            ;SET_DEFALT ISD2590 IS OFF
            CLR    A9            ;SET ADRESS ISD2590 IS 0000
            MOV    P0,#00H       ;SET_PORT_OUTPUT
            MOV    P2,#00H       ;SET_PORT_OUTPUT
            MOV    P1,#06FH      ;SET_DATA_I/O
            MOV    P3,#00H       ;SET_ISD2590

==========MAIN_PROGRAM===========================================

START:      LCALL  PASSWORD      ;CHK_PASSWORD
            LCALL  S02
MENU:       LCALL  MENU1         ;SET_CH1
            SJMP   START         ;RET_TO_START
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
==========CHK_PASSWORD=========================================

PASSWORD:   MOV   R4,#00H          ;CLR_R4
PP:         LJMP  PWORD            ;CALL_PASSWORD_READ
PONT0:      CJNE  R5,#0FFH,PP1     ;CHK_TIME >18SEC
            LJMP  START            ;NOT_PRESS_GO_TO_START
PP1:        MOV   PW1,A            ;SAVE_PASS_WORD
            LJMP  PWORD1           ;NEXT_KEY
PONT1:      CJNE  R5,#0FFH,PP2     ;CHK_TIME >18SEC
            LJMP  START            ;NOT_PRESS_GO_TO_START
PP2:        MOV   PW2,A            ;SAVE_PASS_WORD
            LJMP  PWORD2           ;NEXT_KEY
PONT2:      CJNE  R5,#0FFH,PP3     ;CHK_TIME >18SEC
            LJMP  START            ;NOT_PRESS_GO_TO_START
PP3:        CJNE  A,#01H,PW        ;PASSWORD=1
            MOV   A,PW2            ;CHK_PASSWORD_2
            CJNE  A,#02H,PW        ;PASSWORD=9
            MOV   A,PW1            ;CHK_PASSWORD_1
            CJNE  A,#03H,PW        ;PASSWORD=1
            RET                    ;RET_TO_NEXT_MAIN_PROGRAM

==================FALT_PASSWORD=3================================

PW:         INC   R4               ;+1R4(READ_KEY =3 LOOP)
            MOV   PW1,#00H         ;FALT_PASSWORD
            MOV   PW2,#00H         ;CLAR_PASSWORD
            CJNE  R4,#01H,PWORD    ;R4=3
            LCALL S01              ;SOUND_FALT
BACK1:      LJMP  START            ;PASSWORD=/3SECTOR


======================READ_KEY1=================================

PWORD:      MOV   R6,#00H          ;CLR_R6
            MOV   R7,#00H          ;CLR_R7
            MOV   R5,#00H          ;CLR_R5
            MOV   TMOD,#01H        ;SET_TIMER_0_MODE1
            CLR   A                ;CLR_REG_A
            MOV   TH0,#00H         ;SET_START_0000
            MOV   TL0,#00H         ;SET_START_0000
            SETB  TR0              ;START_TIMER
CHKTONE:    JB    ST0,DATA
                                   ;CHK_KEY_IN
            JNB   TF0,CHKTONE      ;LOOP_TIME >18SEC
            INC   R6               ;+1R6
            CJNE  R6,#00H,WAITKEY  ;SHIFT_IF_R6=00H
            INC   R7               ;+1R7
WAITKEY:    CLR   TF0              ;STOP_TIMER
            CJNE  R7,#01H,CHKTONE  ;TIME_>18SEC_TRUE
            MOV   R5,#0FFH         ;MOV_R5=0FFH
            LJMP  PONT0            ;RET_TO_START
DATA:       CLR   TR0              ;STOP_TIMER
KEY:        JB    ST0,KEY          ;CHK_STOP_PRESS_KEY
            MOV   A,P1             ;SAVE_DATA_TO_A
            ANL   A,#0FH           ;CLR_HIGHT_BIT
            LJMP  PONT0            ;RET_TO_PP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
====================READ_KEY2=====================================

PWORD1:     MOV   R6,#00H           ;CLR_R6
            MOV   R7,#00H           ;CLR_R7
            MOV   R5,#00H           ;CLR_R5
            MOV   TMOD,#01H         ;SET_TIMER_0_MODE1
            CLR   A                 ;CLR_REG_A
            MOV   TH0,#00H          ;SET_START_0000
            MOV   TL0,#00H          ;SET_START_0000
            SETB  TR0               ;START_TIMER
CHKTONE1:   JB    STO,DATA1         ;CHK_KEY_IN
      JNB   TF0,CHKTONE1            ;LOOP_TIME >18SEC
      INC   R6                      ;+1R6
      CJNE  R6,#00H,WAITKEY1        ;SHIFT_IF_R6=00H
      INC   R7                      ;+1R7
WAITKEY1:   CLR   TF0               ;STOP_TIMER
            CJNE  R7,#01H,CHKTONE1  ;TIME_>18SEC_TRUE
            MOV   R5,#0FFH          ;MOV_R5=0FFH
            LJMP  PONT1             ;RET_TO_START
DATA1:            CLR   TR0         ;STOP_TIMER
KEY1:       JB    STO,KEY1          ;CHK_STOP_PRESS_KEY
            MOV   A,P1              ;SAVE_DATA_TO_A
            ANL   A,#0FH            ;CLR_HIGHT_BIT
            LJMP  PONT1             ;RET_TO_PP

====================READ_KEY3=====================================

PWORD2:     MOV   R6,#00H           ;CLR_R6
            MOV   R7,#00H           ;CLR_R7
            MOV   R5,#00H           ;CLR_R5
            MOV   TMOD,#01H         ;SET_TIMER_0_MODE1
            CLR   A                  ;CLR_REG_A
            MOV   TH0,#00H          ;SET_START_0000
            MOV   TL0,#00H          ;SET_START_0000
            SETB  TR0               ;START_TIMER
CHKTONE2:   JB    STO,DATA2         ;CHK_KEY_IN
            JNB   TF0,CHKTONE2      ;LOOP_TIME >18SEC
            INC   R6                ;+1R6
            CJNE  R6,#00H,WAITKEY2  ;SHIFT_IF_R6=00H
            INC   R7                ;+1R7
WAITKEY2:   CLR   TF0               ;STOP_TIMER
            CJNE  R7,#01H,CHKTONE2  ;TIME_>18SEC_TRUE
            MOV   R5,#0FFH          ;MOV_R5=0FFH
            LJMP  PONT2             ;RET_TO_START
DATA2:            CLR   TR0         ;STOP_TIMER
KEY2:       JB    STO,KEY2          ;CHK_STOP_PRESS_KEY
            MOV   A,P1              ;SAVE_DATA_TO_A
            ANL   A,#0FH            ;CLR_HIGHT_BIT
            LJMP  PONT2             ;RET_TO_PP


================SET_UP_SOUND=====================================

S25:        SETB  A9
            MOV   A,#28H
            MOV   R0,#02H
            LCALL SOUND
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
S24:    SETB  A9
        MOV   A,#1FH
        MOV   R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S23:    SETB  A9
        MOV   A,#13H
        MOV   R0,#04H
        LCALL SOUND
        RET
S22:    SETB  A9
        MOV   A,#0DH
        MOV   R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S21:    SETB  A9
        MOV   A,#04H
        MOV   R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S20:    CLR   A9
        MOV   A,#0FBH
        MOV   R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S19:    CLR   A9
        MOV   A,#0F4H
        MOV   R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S18:    CLR   A9
        MOV   A,#0EBH
        MOV   R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S17:    CLR   A9
        MOV   A,#0E3H
        MOV   R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S16:    CLR   A9
        MOV   A,#0DBH
        MOV   R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S15:    CLR   A9
        MOV   A,#0D3H
        MOV   R0,#03H
        LCALL SOUND
        RET
S14:    CLR   A9
        MOV   A,#0CBH
        MOV   R0,#03H
        LCALL SOUND
        RET
S13:    CLR   A9
        MOV   A,#0C3H
        MOV   R0,#02H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL SOUND
                RET
S12:            CLR   A9
                MOV   A,#0BAH
                MOV   R0,#03H
                LCALL SOUND
                RET
S11:            CLR   A9
                MOV   A,#0B2H
                MOV   R0,#02H
                LCALL SOUND
                RET
S10:            CLR   A9
                MOV   A,#0ABH
                MOV   R0,#02H
                LCALL SOUND
                RET
S09:            CLR   A9
                MOV   A,#0A3H
                MOV   R0,#03H
                LCALL SOUND
                RET
S08:            CLR   A9
                MOV   A,#09CH
                MOV   R0,#02H
                LCALL SOUND
                RET
S07:            CLR   A9
                MOV   A,#08FH
                MOV   R0,#03H
                LCALL SOUND
                RET
S06:            CLR   A9
                MOV   A,#07CH
                MOV   R0,#06H
                LCALL SOUND
                RET
S05:            CLR   A9
                MOV   A,#06FH
                MOV   R0,#04H
                LCALL SOUND
                RET
S04:            CLR   A9
                MOV   A,#066H
                MOV   R0,#02H
                LCALL SOUND
                RET
S03:            CLR   A9
                MOV   A,#05CH
                MOV   R0,#03H
                LCALL SOUND
                RET
S02:            CLR   A9
                MOV   A,#08H
                MOV   R0,#019H
                LCALL SOUND
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
S01:        CLR   A9
            MOV   A,#00H
            MOV   R0,#02H
            LCALL SOUND
            RET

=======================_SOUND=====================================

SOUND:            SETB  TX
            MOV   P3,A              ;SEND BIT ADRESS
            LCALL DELAY             ;LACH ADRESS
            CLR   PD                ;START SOUND
            MOV   R1,#0FH
STARTS:     MOV   TMOD,#10H         ;SET TIMER
            MOV   TH1,#03CH         ;SET TIMER START
            MOV   TL1,#0B0H         ;SET TIMER START

            SETB  TR1               ;START TIMER
LOOPS:      JNB   TF1,LOOPS         ;WAIT TIME 50mSEC
            CLR   TR1
            CLR   TF1
            DEC   R1                ;50MSEC X 10
            CJNE  R1,#00H,STARTS
            DEC   R0                ;500MSEC X R0
            MOV   R1,#0AH
            CJNE  R0,#00H,STARTS
            SETB  PD                ;STOP TIMER
            CLR   TX
            RET

====================CHK_PASSWORD=====================================

MENU1:      MOV   R4,#00H           ;CLR_R4
ME1:        LJMP  MENU01            ;CALL_PASSWORD_READ
PONT3:      CJNE  R5,#0FFH,PP       ;CHK_TIME >18SEC
            LJMP  MENU              ;NOT_PRESS_GO_TO_START
PP4:        CJNE  A,#01H,PP5        ;PASSWORD=1
            LJMP  ONCH              ;CHK_PASSWORD_2
PP5:        CJNE  A,#02H,PP6        ;PASSWORD=2
            LJMP  OFFCH             ;CHK_PASSWORD_1
PP6:        CJNE  A,#03H,PP7        ;PASSWORD=3
            LJMP  CHKCH
PP7:        CJNE  A,#0AH,EXIT
EXIT:       LCALL S23
            LJMP  START

====================FALT_PASSWORD=3================================

PWF:        INC   R4                ;+1R4(READ KEY =3 LOOP)
            CJNE  R4,#01H,BACK2     ;R4=3
            LCALL S01
BACK2:      LJMP  START             ;PASSWORD=/3SECTOR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
=====================READ_KEY1=================================

MENU01:     MOV   R6,#00H            ;CLR_R6
            MOV   R7,#00H            ;CLR_R7
            MOV   R5,#00H            ;CLR_R5
            MOV   TMOD,#01H          ;SET_TIMER_0_MODE1
            CLR   A                  ;CLR_REG_A
            MOV   TH0,#00H           ;SET_START_0000
            MOV   TL0,#00H           ;SET_START_0000
            SETB  TR0                ;START_TIMER
CHKTONE3:   JB    ST0,DATA3          ;CHK_KEY_IN
            JNB   TF0,CHKTONE3       ;LOOP_TIME >18SEC
            INC   R6                 ;+1R6
            CJNE  R6,#00H,WAITKEY3   ;SHIFT_IF_R6=00H
            INC   R7                 ;+1R7
WAITKEY3:   CLR   TF0                ;STOP_TIMER
            CJNE  R7,#01H,CHKTONE3   ;TIME_>18SEC_TRUE
            MOV   R5,#0FFH           ;MOV_R5=0FFH
            LJMP  PONT3              ;RET_TO_START
DATA3:      CLR   TR0                ;STOP_TIMER
KEY3:       JB    ST0,KEY3           ;CHK_STOP_PRESS_KEY
            MOV   A,P1               ;SAVE_DATA_TO_A
            ANL   A,#0FH             ;CLR_HIGHT_BIT
            LJMP  PONT3              ;RET_TO_PP

=====================ON_CH=====================================

ONCH:       LCALL S03
RETON:      LCALL S05
            LJMP  KEYCH

=====================KEY_CHON==================================

KEYCH:      MOV   R4,#00H
            LJMP  KEYCH1
PONT4:      SWAP  A
            MOV   R1,A
            LJMP  KEYCH2
PONT5:      ADD   A,R1
            CJNE  A,#0A1H,NEX1
            LJMP  PACH01
NEX1:       CJNE  A,#0A2H,NEX2
            LJMP  PACH02
NEX2:       CJNE  A,#0A3H,NEX3
            LJMP  PACH03
NEX3:       CJNE  A,#0A4H,NEX4
            LJMP  PACH04
NEX4:       CJNE  A,#0A5H,NEX5
            LJMP  PACH05
NEX5:       CJNE  A,#0A6H,NEX6
            LJMP  PACH06
NEX6:       CJNE  A,#0A7H,NEX7
            LJMP  PACH07
NEX7:       CJNE  A,#0A8H,NEX8
            LJMP  PACH08
NEX8:       CJNE  A,#0A9H,NEX9
            LJMP  PACH09
NEX9:       CJNE  A,#01AH,NEX10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LJMP   PACH10
NEX10:      CJNE   A,#011H,NEX11
            LJMP   PACH11
NEX11:      CJNE   A,#012H,NEX12
            LJMP   PACH12
NEX12:      CJNE   A,#013H,NEX13
            LJMP   PACH13
NEX13:      CJNE   A,#014H,NEX14
            LJMP   PACH14
NEX14:      CJNE   A,#015H,NEX15
            LJMP   PACH15
NEX15:      CJNE   A,#016H,NEX16
            LJMP   PACH16
NEX16:      CJNE   A,#0AAH,NEX1A
            LJMP   ERR
NEX1A:      CJNE   A,#0C1H,ERR
            LJMP   PACH17
ERR:        LCALL  S23
            LJMP   MENU

======================CH_ON=========================================

PACH01:     SETB   CH01
            LCALL  S07
            LCALL  S25
            LJMP   RETON
PACH02:     SETB   CH02
            LCALL  S08
            LCALL  S25
            LJMP   RETON
PACH03:     SETB   CH03
            LCALL  S09
            LCALL  S25
            LJMP   RETON
PACH04:     SETB   CH04
            LCALL  S10
            LCALL  S25
            LJMP   RETON
PACH05:     SETB   CH05
            LCALL  S11
            LCALL  S25
            LJMP   RETON
PACH06:     SETB   CH06
            LCALL  S12
            LCALL  S25
            LJMP   RETON
PACH07:     SETB   CH07
            LCALL  S13
            LCALL  S25
            LJMP   RETON
PACH08:     SETB   CH08
            LCALL  S14
            LCALL  S25
            LJMP   RETON
PACH09:     SETB   CH09
            LCALL  S15
            LCALL  S25
            LJMP   RETON
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PACH10:          SETB  CH10
          LCALL  S16
          LCALL  S25
          LJMP   RETON
PACH11:          SETB  CH11
          LCALL  S17
          LCALL  S25
          LJMP   RETON
PACH12:          SETB  CH12
          LCALL  S18
          LCALL  S25
          LJMP   RETON
PACH13:          SETB  CH13
          LCALL  S19
          LCALL  S25
          LJMP   RETON
PACH14:          SETB  CH14
          LCALL  S20
          LCALL  S25
          LJMP   RETON
PACH15:          SETB  CH15
          LCALL  S21
          LCALL  S25
          LJMP   RETON
PACH16:          SETB  CH16
          LCALL  S22
          LCALL  S25
          LJMP   RETON
PACH17:          MOV   P0,#0FFH
                 MOV   P2,#0FFH
          LCALL  S25
          LJMP   RETON

======================KEYCH1=========================================

KEYCH1:   MOV    R6,#00H              ;CLR_R6
          MOV    R7,#00H              ;CLR_R7
          MOV    R5,#00H              ;CLR_R5
          MOV    TMOD,#01H            ;SET_TIMER_0_MODE1
          CLR    A                    ;CLR_REG_A
          MOV    TH0,#00H             ;SET_START_0000
          MOV    TL0,#00H             ;SET_START_0000
          SETB   TR0                  ;START_TIMER
CHKTONE4: JB     ST0,DATA4            ;CHK_KEY_IN
          JNB    TF0,CHKTONE4         ;LOOP_TIME >18SEC
          INC    R6                   ;+1R6
          CJNE   R6,#00H,WAITKEY4     ;SHIFT_IF_R6=00H
          INC    R7                   ;+1R7
WAITKEY4: CLR    TF0                  ;STOP_TIMER
          CJNE   R7,#01H,CHKTONE4     ;TIME_>18SEC_TRUE
          MOV    R5,#0FFH             ;MOV_R5=0FFH
          LJMP   PONT4                ;RET_TO_START
DATA4:    CLR    TR0                  ;STOP_TIMER
KEY4:     JB     ST0,KEY4             ;CHK_STOP_PRESS_KEY
          MOV    A,P1                 ;SAVE_DATA_TO_A
          ANL    A,#0FH               ;CLR_HIGHT_BIT
          LJMP   PONT4                ;RET_TO_PP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
====================KEY_CH2=====================================

KEYCH2:     MOV   R6,#00H            ;CLR_R6
            MOV   R7,#00H            ;CLR_R7
            MOV   R5,#00H            ;CLR_R5
            MOV   TMOD,#01H          ;SET_TIMER_0_MODE1
            CLR   A                  ;CLR_REG_A
            MOV   TH0,#00H           ;SET_START_0000
            MOV   TL0,#00H           ;SET_START_0000
            SETB  TR0                ;START_TIMER
CHKTONE5:   JB    STO,DATA5          ;CHK_KEY_IN
            JNB   TF0,CHKTONE5       ;LOOP_TIME >18SEC
            INC   R6                 ;+1R6
            CJNE  R6,#00H,WAITKEY5   ;SHIFT_IF_R6=00H
            INC   R7                  ;+1R7
WAITKEY5:   CLR   TF0                ;STOP_TIMER
            CJNE  R7,#01H,CHKTONE5   ;TIME_>18SEC_TRUE
            MOV   R5,#0FFH           ;MOV_R5=0FFH
            LJMP  PONT5              ;RET_TO_START
DATA5:            CLR   TR0          ;STOP_TIMER
KEY5:       JB    STO,KEY5           ;CHK_STOP_PRESS_KEY
            MOV   A,P1               ;SAVE_DATA_TO_A
            ANL   A,#0FH             ;CLR_HIGHT_BIT
            LJMP  PONT5              ;RET_TO_PP

====================OFF_CH=======================================

OFFCH:      LCALL S04
RETOFF:     LCALL S05
            LJMP  KEYCH5

====================KEY_CHON=====================================

KEYCH5:     MOV   R4,#00H
            LJMP  KEYCH3
PONT6:            SWAP  A
            MOV   R1,A
            LJMP  KEYCH4
PONT7:            ADD   A,R1
            CJNE  A,#0A1H,NEX17
            LJMP  PBCH01
NEX17:            CJNE  A,#0A2H,NEX18
            LJMP  PBCH02
NEX18:            CJNE  A,#0A3H,NEX19
            LJMP  PBCH03
NEX19:            CJNE  A,#0A4H,NEX20
            LJMP  PBCH04
NEX20:            CJNE  A,#0A5H,NEX21
            LJMP  PBCH05
NEX21:            CJNE  A,#0A6H,NEX22
            LJMP  PBCH06
NEX22:            CJNE  A,#0A7H,NEX23
            LJMP  PBCH07
NEX23:            CJNE  A,#0A8H,NEX24
            LJMP  PBCH08
NEX24:            CJNE  A,#0A9H,NEX25
            LJMP  PBCH09
NEX25:            CJNE  A,#01AH,NEX26
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LJMP   PBCH10
NEX26:      CJNE   A,#011H,NEX27
            LJMP   PBCH11

NEX27:      CJNE   A,#012H,NEX28
            LJMP   PBCH12
NEX28:      CJNE   A,#013H,NEX29
            LJMP   PBCH13
NEX29:      CJNE   A,#014H,NEX30
            LJMP   PBCH14
NEX30:      CJNE   A,#015H,NEX31
            LJMP   PBCH15
NEX31:      CJNE   A,#016H,NEX32
            LJMP   PBCH16
NEX32:      CJNE   A,#0AAH,NEX33
            LJMP   ERR1
NEX33:      CJNE   A,#0C2H,ERR1
            LJMP   PBCH17
ERR1:       LCALL  S23
            LJMP   MENU

=====================CH_OFF=============================================
PBCH01:     CLR    CH01
            LCALL  S07
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH02:     CLR    CH02
            LCALL  S08
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH03:     CLR    CH03
            LCALL  S09
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH04:     CLR    CH04
            LCALL  S10
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH05:     CLR    CH05
            LCALL  S11
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH06:     CLR    CH06
            LCALL  S12
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH07:     CLR    CH07
            LCALL  S13
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH08:     CLR    CH08
            LCALL  S14
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF

PBCH09:     CLR    CH09
            LCALL  S15
            LCALL  S24
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LJMP   RETOFF
PBCH10:           CLR    CH10
            LCALL  S16
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH11:           CLR    CH11
            LCALL  S17
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH12:           CLR    CH12
            LCALL  S18
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH13:           CLR    CH13
            LCALL  S19
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH14:           CLR    CH14
            LCALL  S20
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH15:           CLR    CH15
            LCALL  S21
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH16:           CLR    CH16
            LCALL  S22
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
PBCH17:           MOV    P0,#00H
                  MOV    P2,#00H
            LCALL  S24
            LJMP   RETOFF
=====================KEYCH1=========================================
KEYCH3:     MOV    R6,#00H          ;CLR_R6
            MOV    R7,#00H          ;CLR_R7
            MOV    R5,#00H          ;CLR_R5
            MOV    TMOD,#01H        ;SET_TIMER_0_MODE1
            CLR    A                ;CLR_REG_A
            MOV    TH0,#00H         ;SET_START_0000
            MOV    TL0,#00H         ;SET_START_0000
            SETB   TR0              ;START_TIMER
CHKTONE6:   JB     ST0,DATA6        ;CHK_KEY_IN
            JNB    TF0,CHKTONE6     ;LOOP_TIME >18SEC
            INC    R6               ;+1R6
            CJNE   R6,#00H,WAITKEY6 ;SHIFT_IF_R6=00H
            INC    R7               ;+1R7
WAITKEY6:   CLR    TF0              ;STOP_TIMER
            CJNE   R7,#01H,CHKTONE6 ;TIME_>18SEC_TRUE
            MOV    R5,#0FFH         ;MOV_R5=0FFH
            LJMP   PONT6            ;RET_TO_START
DATA6:            CLR    TR0       ;STOP_TIMER
KEY6:       JB     ST0,KEY6         ;CHK_STOP_PRESS_KEY
            MOV    A,P1             ;SAVE_DATA_TO_A
            ANL    A,#0FH           ;CLR_HIGHT_BIT
            LJMP   PONT6            ;RET_TO_PP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
====================KEY_CH2=====================================

KEYCH4:     MOV   R6,#00H            ;CLR_R6
            MOV   R7,#00H            ;CLR_R7
            MOV   R5,#00H            ;CLR_R5
            MOV   TMOD,#01H          ;SET_TIMER_0_MODE1
            CLR   A                  ;CLR_REG_A
            MOV   TH0,#00H           ;SET_START_0000
            MOV   TL0,#00H           ;SET_START_0000
            SETB  TR0                ;START_TIMER
CHKTONE7:   JB    ST0,DATA7          ;CHK_KEY_IN
            JNB   TF0,CHKTONE7       ;LOOP_TIME >18SEC
            INC   R6                 ;+1R6
            CJNE  R6,#00H,WAITKEY7   ;SHIFT_IF_R6=00H
            INC   R7                 ;+1R7
WAITKEY7:   CLR   TF0                ;STOP_TIMER
            CJNE  R7,#01H,CHKTONE7   ;TIME_>18SEC_TRUE
            MOV   R5,#0FFH           ;MOV_R5=0FFH
            LJMP  PONT7              ;RET_TO_START
DATA7:            CLR   TR0          ;STOP_TIMER
KEY7:       JB    ST0,KEY7           ;CHK_STOP_PRESS_KEY
            MOV   A,P1               ;SAVE_DATA_TO_A
            ANL   A,#0FH             ;CLR_HIGHT_BIT
            LJMP  PONT7              ;RET_TO_PP

====================CHK_CH======================================

CHKCH:      LCALL S06
SA1:        JB    CH01,SB1
            LJMP  SA2
SB1:        LCALL S07
SA2:        JB    CH02,SB2
            LJMP  SA3
SB2:        LCALL S08
SA3:        JB    CH03,SB3
            LJMP  SA4
SB3:        LCALL S09
SA4:        JB    CH04,SB4
            LJMP  SA5
SB4:        LCALL S10
SA5:        JB    CH05,SB5
            LJMP  SA6
SB5:        LCALL S11
SA6:        JB    CH06,SB6
            LJMP  SA7
SB6:        LCALL S12
SA7:        JB    CH07,SB7
            LJMP  SA8
SB7:        LCALL S13
SA8:        JB    CH08,SB8
            LJMP  SA9
SB8:        LCALL S14
SA9:        JB    CH09,SB9
            LJMP  SA10
SB9:        LCALL S15

SA10:       JB    CH10,SB10
            LJMP  SA11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SB10:       LCALL S16
SA11:       JB    CH11,SB11
            LJMP  SA12
SB11:       LCALL S17
SA12:       JB    CH12,SB12
            LJMP  SA13
SB12:       LCALL S18
SA13:       JB    CH13,SB13
            LJMP  SA14
SB13:       LCALL S19
SA14:       JB    CH14,SB14
            LJMP  SA15
SB14:       LCALL S20
SA15:       JB    CH15,SB15
            LJMP  SA16
SB15:       LCALL S21
SA16:       JB    CH16,SB16
            LJMP  START
SB16:       LCALL S22
            LJMP  START

==================DELAY=============================================

DELAY:              MOV   R3,#0FFH
DELAY1:             MOV   R4,#0FFH
            DJNZ    R4,$
            DJNZ    R3,DELAY1
                    RET

================DELAY_TIMER=========================================

DELAYT:             MOV   R1,#20D
LOOPT:              MOV   TMOD,#01H
                    MOV   TH0,#06FH
                    MOV   TL0,#0FEH
              SETB  TR0
              JNB   TF0,$
              CLR   TR0
              CLR   TF0
              DEC   R1
              DJNZ  R1,RETT
              SJMP  LOOPT
RETT:         RET

STOP:         END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
อุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

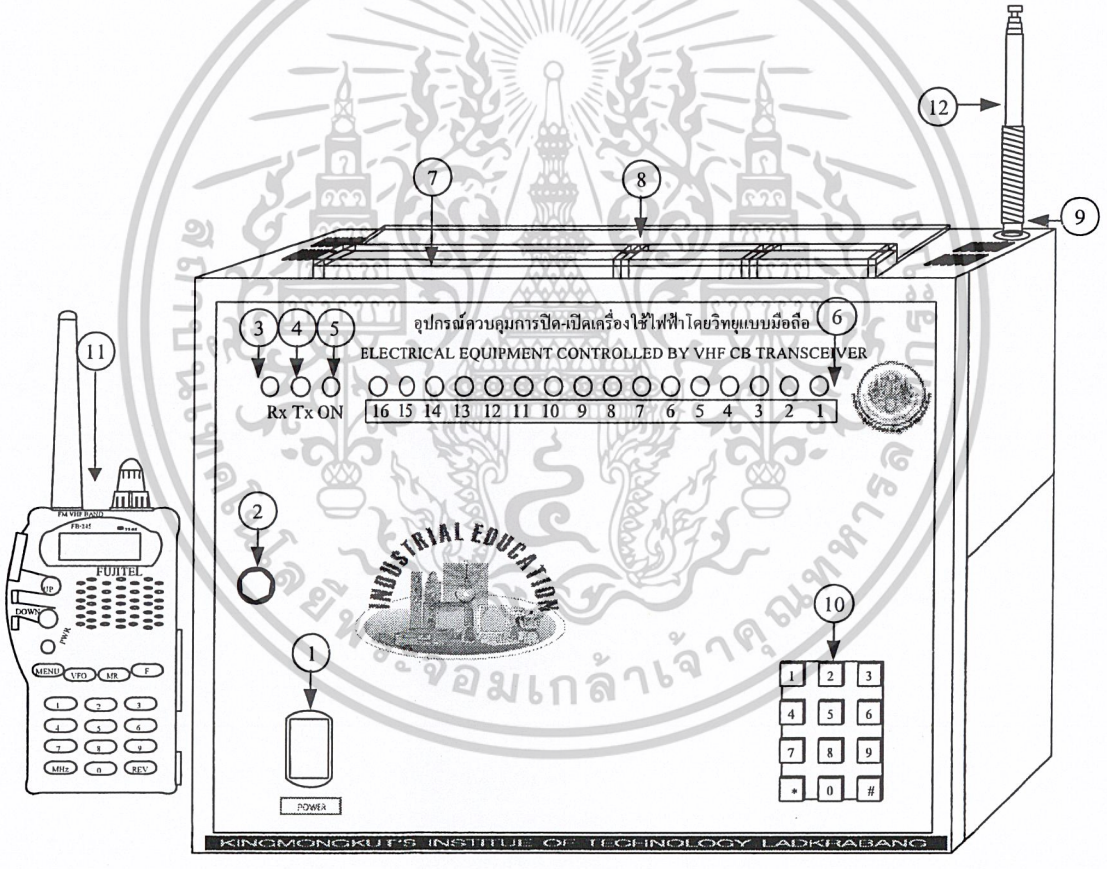
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนการใช้งานอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือการใช้งานรวมถึงส่วนประกอบของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เข้าใจอย่างถูกต้อง เพื่อให้การใช้งานได้ตามความต้องการอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์รวมถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าและทรัพย์สินของผู้ใช้งานด้วย

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆดังต่อไปนี้

(1) ปุ่มเปิด-ปิดเครื่อง
(2) ปุ่มเปิดฝากล่อง
(3) ไฟแสดงสถานะ การถอดรหัส
(4) ไฟแสดงสภาวะการส่งสัญญาณเครื่องวิทยุรับ ส่ง
(5) ไฟแสดงสถานะ การเปิดเครื่อง
(6) ไฟแสดงช่องและสถานะทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
(7) จุดต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบถาวร
(8) จุดเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบเต้ารับ
(9) จุดต่อสายอากาศของเครื่องรับ
(10) ปุ่มกดเลือกช่องสัญญาณความถี่คู่
(11) วิทยุรับ ส่งคลื่นความถี่ 245 เมกะเฮิรตซ์
(12) สายอากาศวิทยุรับ ส่ง

3. การติดตั้งและการใช้งาน

ในระบบของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือนี้ประกอบด้วยวิทยุแบบมือถือคลื่นความถี่ 245 เมกะเฮิรตซ์ ที่ใช้ในการส่งและรับสัญญาณความถี่คู่ เพื่อใช้ในการควบคุมการปิด-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งในการใช้งานสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

3.1 ตั้งความถี่วิทยุแบบมือถือและช่องสัญญาณ CTCSS ของเครื่องส่งสัญญาณความถี่คู่และเครื่องรับที่ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ตรงกัน

3.2 ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยจะมีจุดเชื่อมต่อ 16 ช่อง ซึ่งมีให้เลือก 2 แบบ คือ แบบติดตั้งถาวรและแบบชั่วคราวที่เป็นเต้ารับ

3.3 เสียบปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

3.4 เปิดสวิตซ์ ปิด-เปิดเครื่อง

3.5 ป้อนคำสั่งการทำงานโดยกดปุ่มที่ส่งสัญญาณความถี่คู่ของเครื่องส่งโดยจะกำหนดการกดปุ่มตัวเลขเป็นคำสั่งการทำงานของอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ปุ่มคำสั่งควบคุมการทำงาน

ปุ่ม	หน้าที่การทำงาน
000 – 999	ตัวเลขสำหรับกดรหัสผ่านเป็นตัวเลข 3 หลัก
00 – 16	ช่องเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า
1	รายการคำสั่งควบคุมการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า
#1	คำสั่งควบคุมการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันทุกช่อง
2	รายการคำสั่งควบคุมการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า
#2	คำสั่งควบคุมการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันทุกช่อง
3	คำสั่งตรวจสอบสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้า
00	กลับสู่คำสั่งควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า
0	ออกจากระบบ

3.6 การเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

1) กดรหัสผ่านที่ถูกต้อง

2) กดปุ่ม 1 เพื่อเข้าสู่คำสั่งควบคุมการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

3) เลือกช่องต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการเปิดโดยกดปุ่มตัวเลขสองหลักคือ 01-16

4) กรณีต้องการควบคุมการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันทุกช่องกดปุ่ม #1

5) กดปุ่ม 00 เพื่อเข้าสู่เมนูคำสั่งควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า (ภายใน 17 วินาที สามารถใช้คำสั่งอื่นได้ หากเกินจากนั้นจะออกจากระบบ)

ตัวอย่าง ต้องการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าช่องที่ 5 กับช่องที่ 10 และออกจากการทำงาน ซึ่งมีรหัสผ่านคือ 123 ทำได้โดย

กดปุ่ม 123 ฟังสัญญาณตอบกลับ กดปุ่ม 1 เพื่อเข้าสู่ระบบเปิด กดปุ่ม 05 ฟังสัญญาณตอบกลับ กดปุ่ม 10ฟังสัญญาณตอบกลับ กดปุ่ม 00 ฟังสัญญาณตอบกลับ

3.7 การปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

1) กดรหัสผ่านที่ถูกต้อง

2) กดปุ่ม 2 เพื่อเข้าสู่คำสั่งควบคุมการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

3) เลือกช่องต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการปิดโดยกดปุ่มตัวเลขสองหลักคือ 01-16

4) กรณีต้องการควบคุมการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันทุกช่องกดปุ่ม #2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) กดปุ่ม 00 เพื่อเข้าสู่เมนูคำสั่งควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า (ภายใน 17 วินาที สามารถใช้คำสั่งอื่นได้ หากเกินจากนั้นจะออกจากระบบ)

ตัวอย่าง ต้องการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าช่องที่ 5 กับช่องที่ 10 และออกจากการทำงาน ซึ่งมีรหัสผ่านคือ 123 ทำได้โดย

กดปุ่ม 123 ฟังสัญญาณตอบกลับ กดปุ่ม 2 เพื่อเข้าสู่ระบบปิด กดปุ่ม 05 ฟังสัญญาณตอบกลับ กดปุ่ม 10 ฟังสัญญาณตอบกลับ กดปุ่ม 00 ฟังสัญญาณตอบกลับ

3.8 การตรวจสอบสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้า

1) กดรหัสผ่านที่ถูกต้องฟังเสียงสัญญาณตอบกลับ

2) กดปุ่ม 3 เพื่อเข้าสู่ระบบตรวจสอบสถานะอุปกรณ์

3) ระบบสัญญาณตอบกลับจะแจ้งสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กำลังเปิดอยู่โดยเป็นสัญญาณเสียงพูดบอกตำแหน่งช่องต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในสถานะเปิดอยู่

4) กดปุ่ม 00 เพื่อเข้าสู่เมนูคำสั่งควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า (ภายใน 17 วินาที สามารถใช้คำสั่งอื่นได้ หากเกินจากนั้นจะออกจากระบบ)

5) กดปุ่ม 0 เพื่อออกจากระบบควบคุม

ตัวอย่าง ผู้ใช้ต้องการตรวจสอบสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้า รหัสผ่าน คือ 123 สามารถทำได้โดย กด 123 ฟังสัญญาณตอบกลับ กด 3 ฟังสัญญาณตอบกลับ กด 00 ออกจากระบบ

หมายเหตุ

1) ผู้ใช้สามารถควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าจากปุ่มกดที่ตัวอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยคำสั่งการทำงานจะเหมือนการควบคุมโดยวิทยุแบบมือถือ

2) ในการส่งสัญญาณความถี่คู่จากวิทยุแบบมือถือจะต้องกดปุ่มเพื่อพูด (ปุ่ม PTT) เสมอ

3) ผู้ใช้ควรรอสัญญาณตอบกลับให้จบก่อนกดปุ่มคำสั่งอื่นต่อไป

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือ สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
ไม่มีเสียงสัญญาณเปิดเครื่องของวิทยุสื่อสารในอุปกรณ์ควบคุมปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าขณะเปิดเครื่อง	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวิทยุสื่อสารที่ติดตั้งในอุปกรณ์ควบคุมปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือไม่ได้เปิดวิทยุสื่อสาร
ใส่รหัสผ่านหรือคำสั่งที่ถูกต้องแล้วแต่สัญญาณตอบกลับบอกรหัสผิด	สภาวะที่โปรแกรมควบคุมกำลังทำงานอยู่ แก้ไขโดยใส่รหัสผ่านใหม่หรือป้อนคำสั่งใหม่ที่ถูกต้อง
เมื่ออยู่ในระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้วกดปุ่มคำสั่งช้า เครื่องจะออกจากระบบอัตโนมัติ	เป็นอาการปกติของอุปกรณ์ทำการตรวจสอบสถานการสั่งงานทุก 17 วินาที ถ้าไม่มีการป้อนคำสั่งจะออกจากระบบ แก้ไขโดยการใส่รหัสผ่านใหม่และใช้คำสั่งในการควบคุม

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1) ตรวจสอบการทำงานของวิทยุรับส่งแบบมือถือที่ใช้งานอย่างสม่ำเสมอ

2) ควรทำการตรวจแบตเตอรี่ที่ใช้ในเครื่องวิทยุรับส่งแบบมือถือเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพ

3) ควรทำความสะอาดโดยใช้ผ้านุ่มๆ หรือเครื่องดูดฝุ่นอย่าใช้สารใดๆ เช็ดที่ตัวเครื่องเพราะอาจจะทำให้เกิดการหลุดลอก

5.2 ข้อควรระวัง

1) ไม่ควรเปิดเครื่องของอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อไม่ได้ต่อสายอากาศที่เครื่องรับเพราะอาจจะทำให้เครื่องรับเกิดการเสียหายได้

2) ควรใช้สายไฟที่มีคุณภาพในการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ฟ้าเพื่อป้องกันการลัดวงจร

3) ควรติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้พ้นจากมือเด็กเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
วิทยุแบบมือถือ	เป็นวิทยุสื่อสารคลื่นความถี่ประชาชน 245 เมกะเฮิรตซ์ เครื่องส่ง ใช้ FUJITELรุ่น FB-245 เครื่องรับใช้ FUJITEL รุ่น FB-228
ช่องความถี่ที่ใช้งาน	แบ่งเป็น 80 ช่อง ตั้งแต่ 245.0000 ถึง 245.9875 เมกะเฮิรตซ์ มี CTCSS 38 ช่องเสียง
ส่วนแสดงผล	ใช้แอลอีดีเป็นตัวแสดงผลการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
การป้อนรหัส	ใช้การกดปุ่มสัญญาณความถี่คู่ จากวิทยุรับ-ส่งหรือกดที่ปุ่มที่อุปกรณ์ควบคุม
การปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	ใช้หลักการส่งสัญญาณความถี่คู่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมส่วนเอาต์พุตของอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

66E D 6367253 0089500 123 MOT5

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR MOTOROLA SC (TELECOM)
TECHNICAL DATA

MC145412
MC145413
MC145512

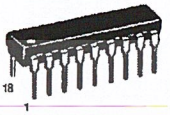
Advance Information

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 × 4 or 4 × 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

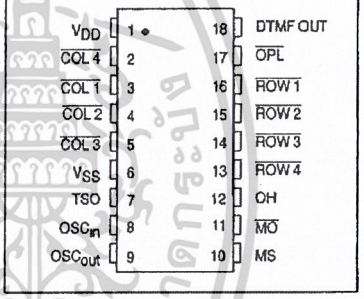


P SUFFIX
PLASTIC
CASE 707

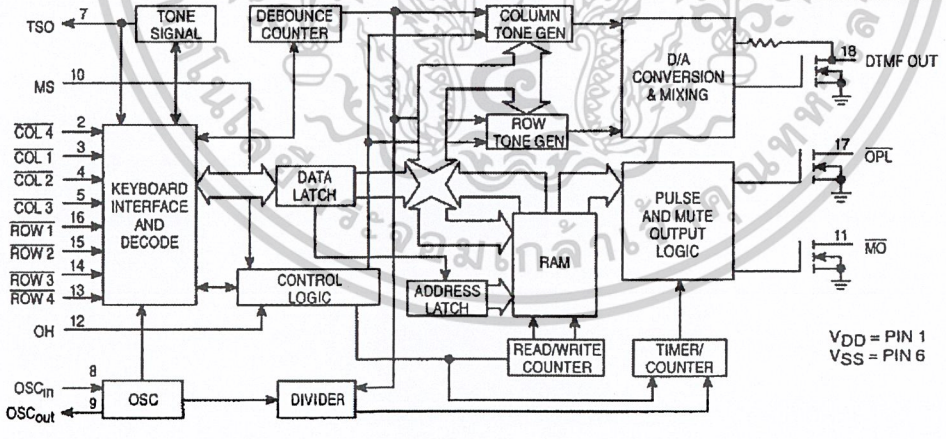
ORDERING INFORMATION

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 20 pps		0.8 0.4	1.0 0.5	1.2 0.6	s
MS Pin Scan Rate		f_{rms}	—	1	—	kHz
Make/Break Ratio (MC = Open or V_{DD})	MC145412/13 MC145512	MBR	— —	40/60 32/68	— —	%
Outpulsing Rate	MS = Open MS = V_{DD}	f_{OPL}	— —	10 20	— —	pps
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 (Keypad Dialing)		— —	5 10	— —	tones/s
DTMF Frequency Deviation			—	—	+1.0	%
Predigit Mute MC145412/13 MC145512	 Pulse 10 pps 20 pps Pulse 10 pps 20 pps DTMF	t_d	 — — — — —	 40 20 32 16 1	 — — — — —	ms

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 × 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.

GENERAL DEVICE DESCRIPTION

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

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

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

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

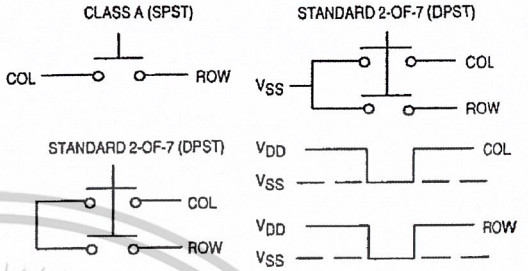


Figure 1. Keyboard Configurations

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

66E D 6367253 0089504 879 MOTS

MOTOROLA SC (TELECOM)

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

D1 D2 D3 ———— DN

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

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

D1 ····· DN RED/P DX ····· DY

D1 ····· DN PAUSE DX ····· DY MC145412/MC145512 ONLY

D1 ····· DN * DX ····· DY PULSE MODE ONLY

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

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

D1 ····· DN STORE A A = 1–9 MEMORY ADDRESS

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

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

RECALL A A = 1–9 MEMORY ADDRESS

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

RED/P

OR

PULSE MODE ONLY

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

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

D1 ····· DN PAUSE/S DX ····· DY MC145413 ONLY

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

D1 ····· DN ////, RECALL A

RECALL A1 ////, RECALL A2

RED/P ////, RECALL A

CASCADE MANUAL DIALING WITH RECALL
A = 1–9 MEMORY ADDRESS

CASCADE MEMORY RECALLS
A1, A2 = 1–9 MEMORY ADDRESSES

CASCADE LAST NUMBER REDIAL WITH MEMORY RECALL
A = 1–9 MEMORY ADDRESS

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

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

* OUTPUTS * TONE

OUTPUTS # TONE

4 X 4 KEY MATRIX

	COL 1	COL 2	COL 3	COL 4	
697 Hz	1	2	3	RED/P	ROW 1
770 Hz	4	5	6	PAUSE	ROW 2
852 Hz	7	8	9	STORE	ROW 3
941 Hz	*	0	#	RECALL	ROW 4
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz		

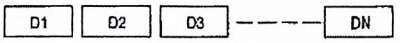
MC145413 PAUSE/S KEY FOR PAUSE & SWITCHING DIALING MODES

Figure 2. 4 × 4 Keyboard Dialing Sequences

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

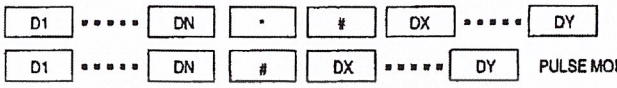
66E D ■ 6367253 0089505 705 ■MOTS
MOTOROLA SC (TELECOM)

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



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

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

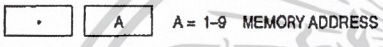


THE AUTO ACCESS PAUSE WILL NOT OCCUR ON MANUAL DIALING IN DTMF MODE. IT IS RETRIEVED DURING RECALL OR REDIAL.

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

THIS OPERATION TRANSFERS THE DIGITS D1 TO DN FROM THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER TO AN ADDRESS SPACE SPECIFIED BY "A".

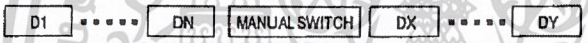
4. **MEMORY REDIAL — OFF-HOOK** (PULSE OR DTMF MODE)



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

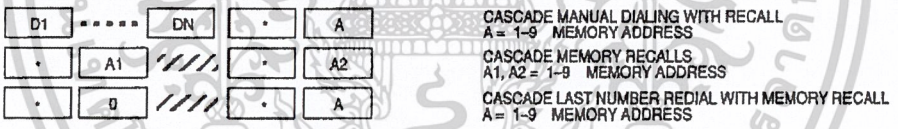
THIS OPERATION REDIALS THE LAST NUMBER ENTERED OFF-HOOK AND RETRIEVES DATA FROM MEMORY ADDRESS 0.

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



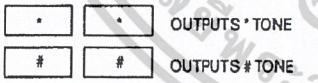
MODE SELECT (MS) PIN HAS TO BE MANUALLY SWITCHED TO DETERMINE THE DIALING MODE. DIALING MODE SELECTION WITH MANUAL SWITCH IS NOT PROGRAMMED INTO THE LAST NUMBER REDIAL MEMORY.

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



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

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



3 x 4 KEY MATRIX

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

Figure 3. 3 × 4 Keyboard Dialing Sequences

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

66E D 6367253 0089506 641 MOTS

MOTOROLA SC (TELECOM)

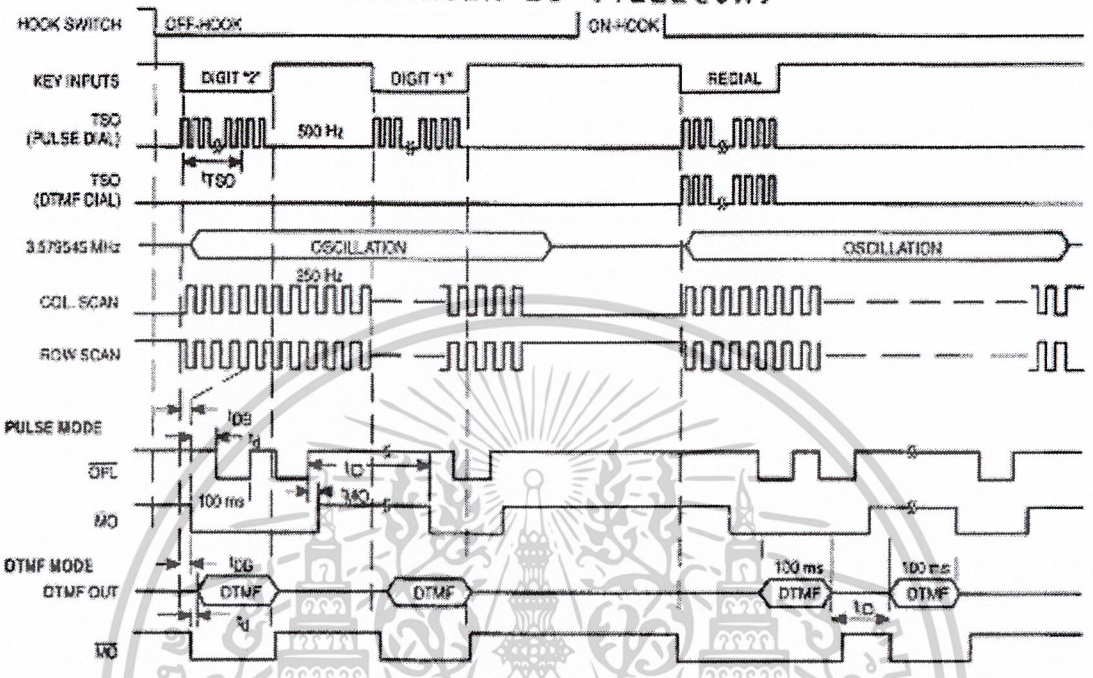


Figure 4. Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This Material Copyrighted By Its Respective Manufacturer

ZARLINK SEMICONDUCTOR

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

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
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP

-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.

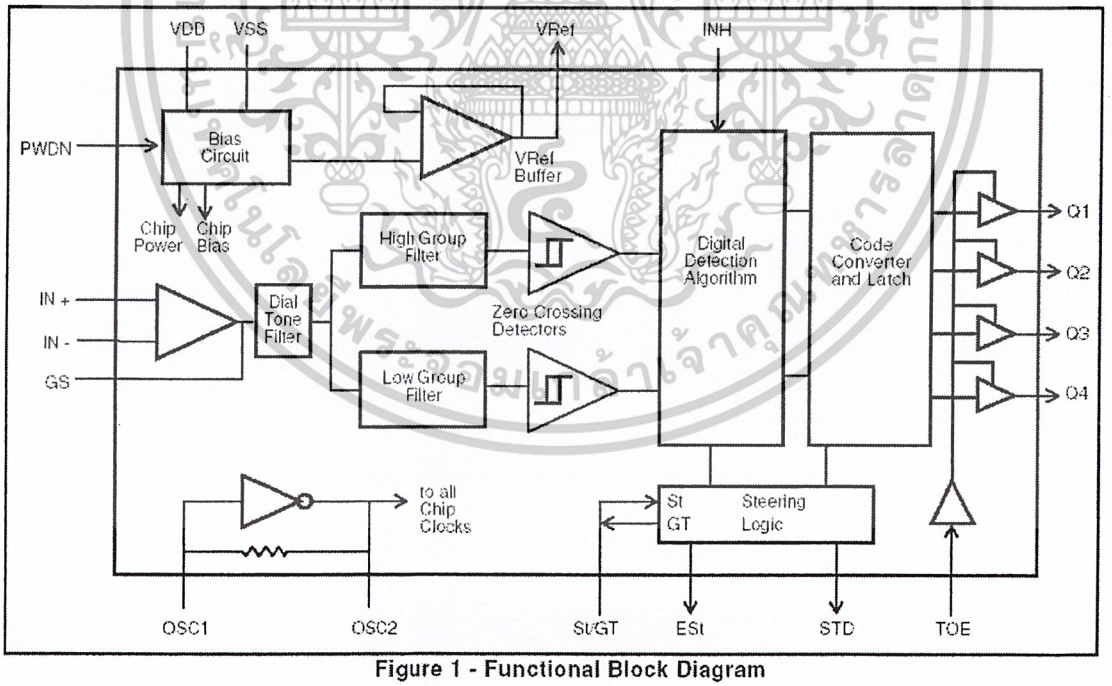


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

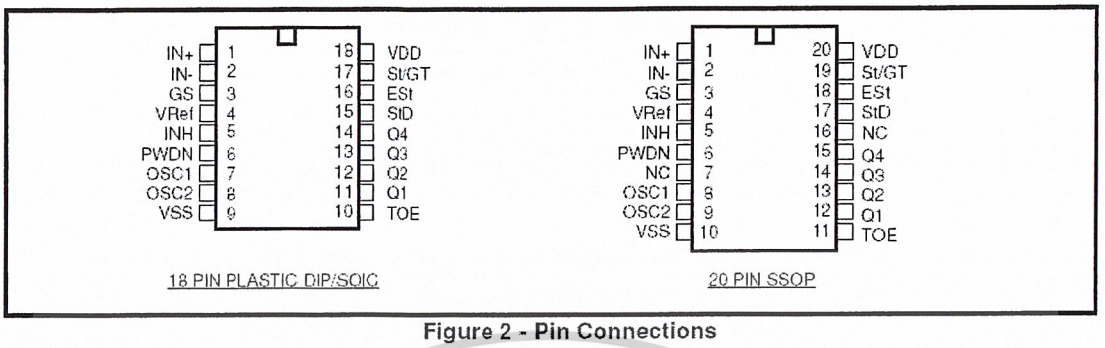


Figure 2 - Pin Connections

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 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").

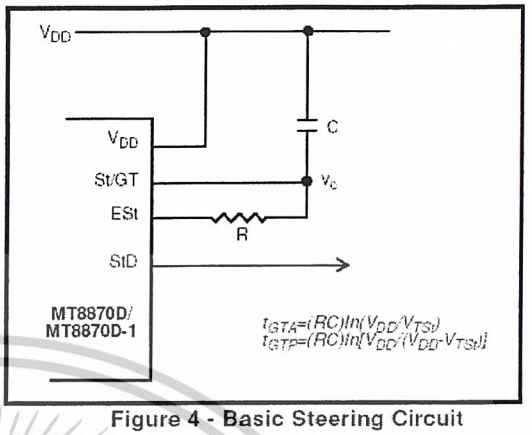


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

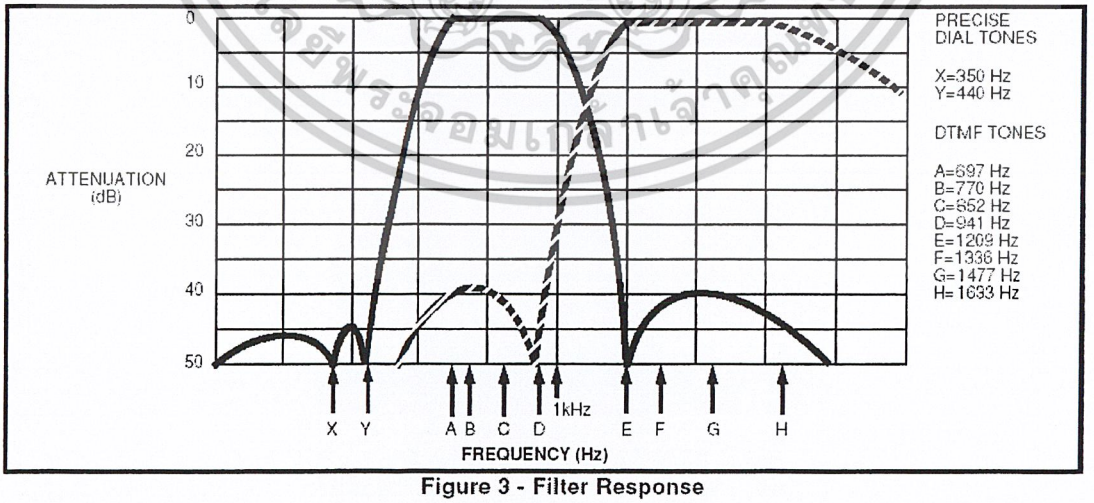


Figure 3 - Filter Response

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.

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

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.

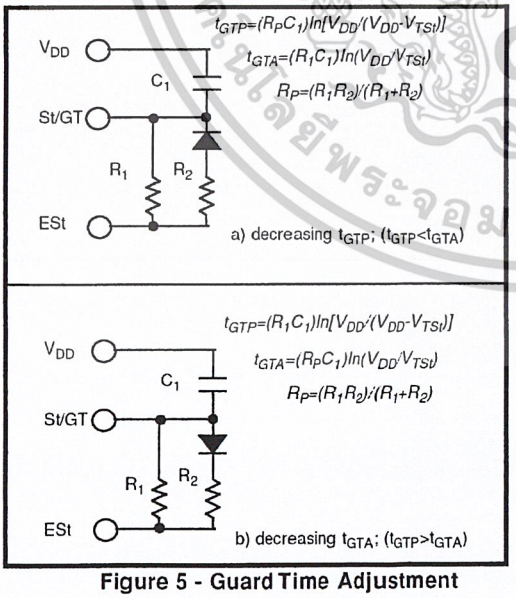


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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

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 $^1/_2V_{DD}$. 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.

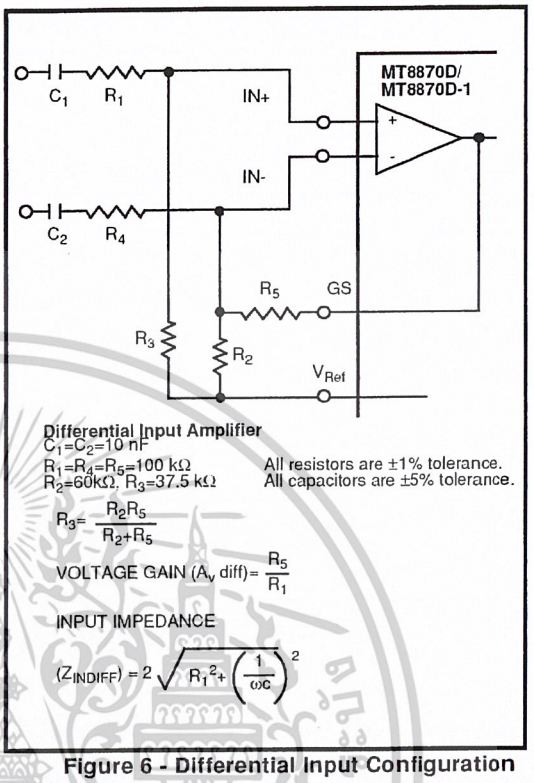


Figure 6 - Differential Input Configuration

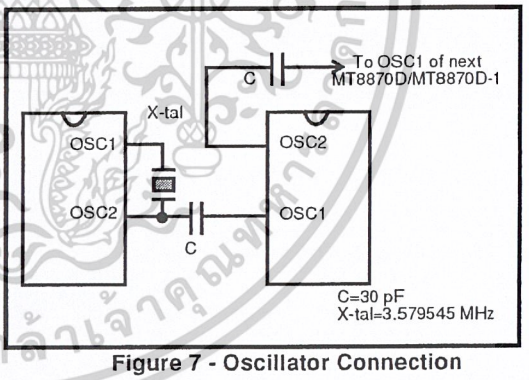


Figure 7 - Oscillator Connection

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., $1/2\Pi fR1C1$.

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 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

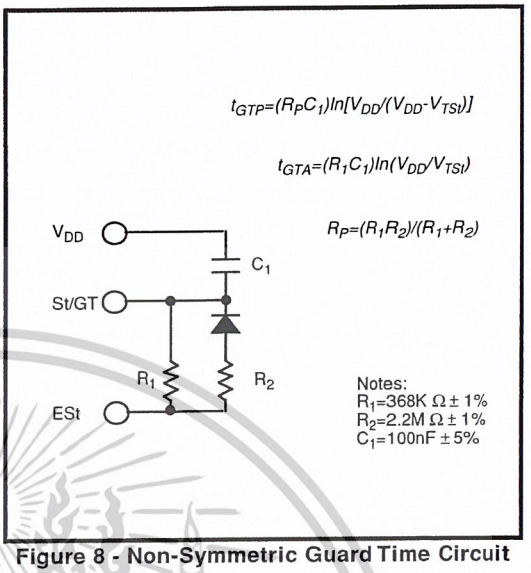


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

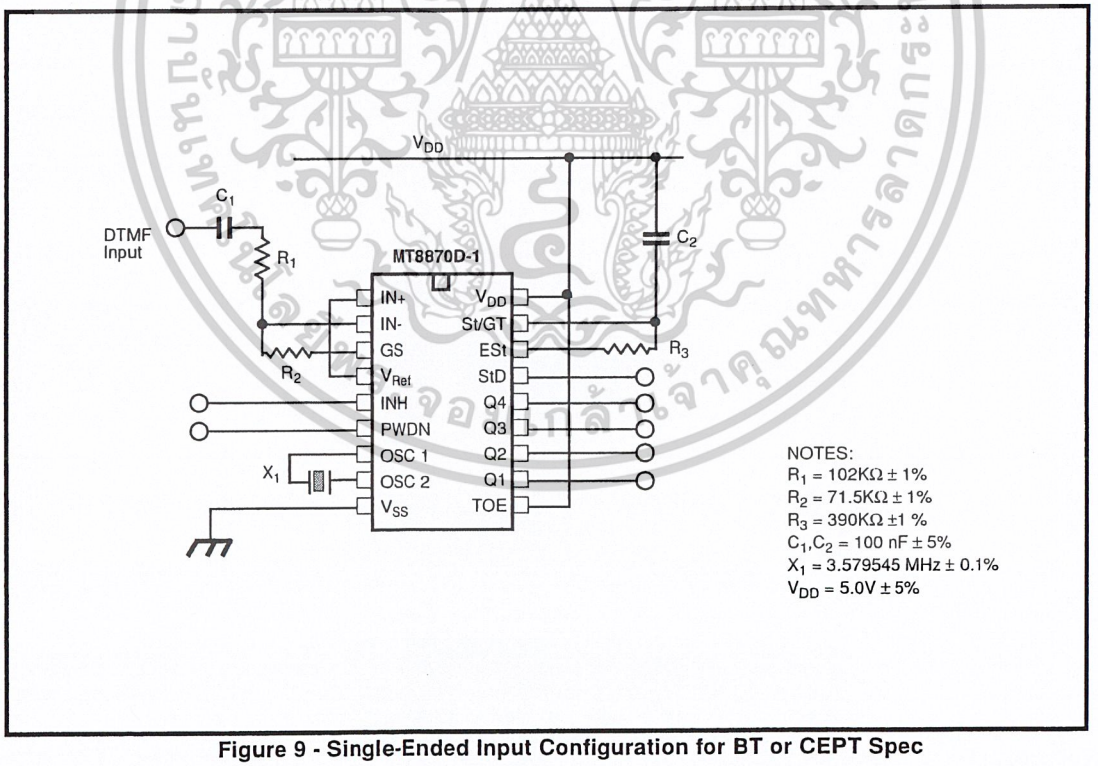


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

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	9.0	mA	
3		Power consumption	P_O		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	0.8		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

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 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. 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

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	t_{REC}	20			ms	Note 2
5		Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
6		Interdigit pause reject	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_{PSID}		12	16	µs	TOE=V_{DD}
9		Output data set up (Q to StD)	t_{QSID}		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	PDWN	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_{LHCL}			110	ns	Ext. clock
16		Clock input fall time	t_{HLCL}			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.

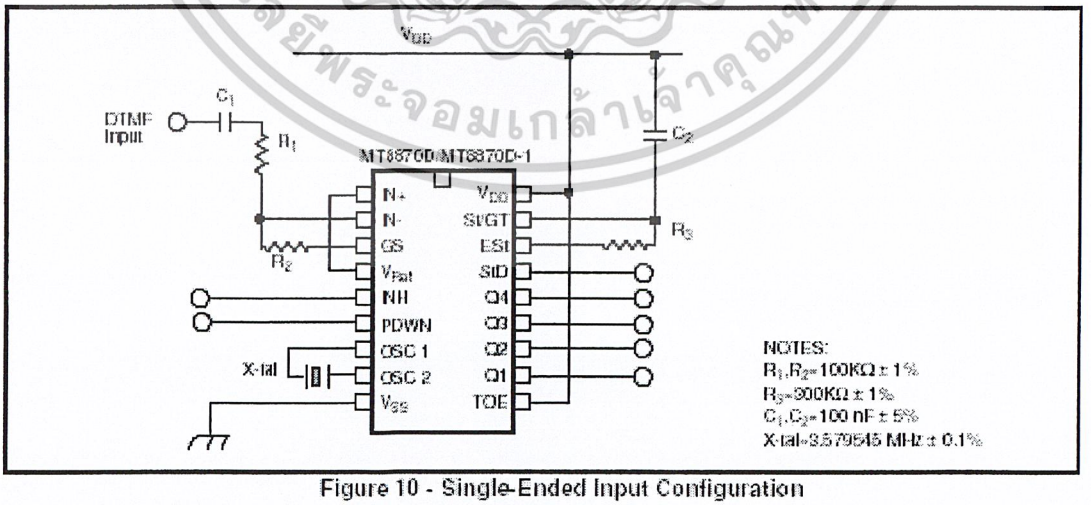
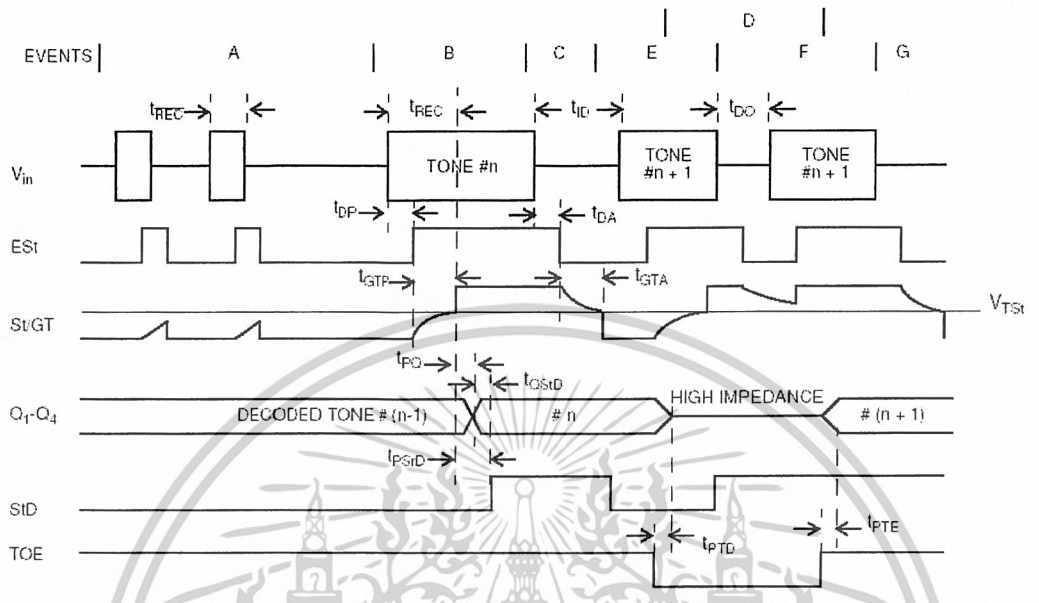


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

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.
St/GT	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.
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.

Figure 11 - Timing Diagram

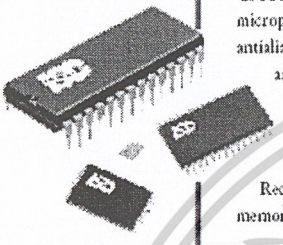
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD® Product Brief

ChipCorder®

ISD2500 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
32-, 40-, 48-, 64-, 60-, 75-, 90- and 120-Second Durations



The ISD2500 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions for 32- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier and high density multilevel storage array. In addition, the ISD2500 is micro-controller compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved.

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

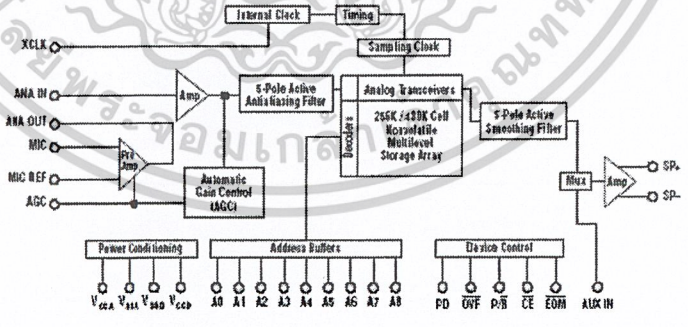
ISD2500 SERIES CAN BE USED IN VARIOUS APPLICATIONS:

- Personal message recorders
- Medical applications
- Caller ID systems
- Point of sale displays
- Announcement systems
- Toys
- Pagers
- Car stereos
- Security systems

FEATURES

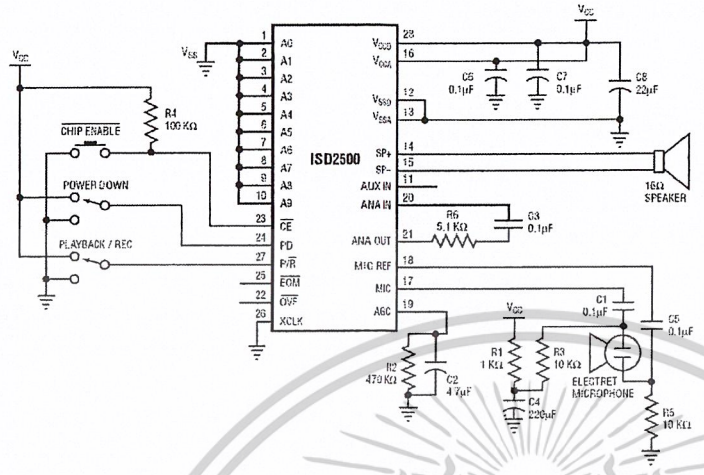
- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Manual switch or microcontroller compatible playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of 32, 40, 48, 64, 60, 75, 90, and 120 seconds
- Directly cascadable for longer durations
- Automatic Power-Down (Push-Button Mode)
- Standby current 1µA (typical)
- Zero-power message storage
- Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100,000 record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Programmer support for play-only applications
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, PDIP, SOIC and TSOP packaging
- Industrial temperature (– 40°C to +85°C) versions available

ISD2500 SERIES BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2500 SERIES APPLICATION EXAMPLE



ISD2500 SERIES PACKAGE AND TEMPERATURE AVAILABILITY

	ISD2532 (32 Seconds)				ISD2540 (40 Seconds)				ISD2548 (48 Seconds)				ISD2564 (64 Seconds)			
	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE
Commercial Die (0° to +50°)				•				•				•				•
Commercial Packaged (0° to +70°)	•	•			•	•			•	•			•			
Industrial (–40° to +85°)	•	•			•	•										

	ISD2560 (60 Seconds)				ISD2575 (75 Seconds)				ISD2590 (90 Seconds)				ISD25120 (120 Seconds)			
	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE
Commercial Die (0° to +50°)				•				•				•				•
Commercial Packaged (0° to +70°)	•	•	•		•	•	•		•	•	•		•	•		

ORDERING THE ISD2500 PRODUCTS

ISD25___-___

Product Series	*Duration*	*Package Type*	*Special Temperature Field*
ISD2500 Series	32 = 32 seconds	E = 28 Lead 8 × 14.4mm TSOP	Blank = Commercial Die (0°C to +50°C) or Commercial Packaged (0°C to +70°C)
	40 = 40 seconds	P = 28 Lead 0.600-inch PDIP	
	48 = 48 seconds	S = 28 Lead 0.300-inch SOIC	
	64 = 64 seconds	X = Die	I = Industrial (–40°C to +85°C)
	60 = 60 seconds		
	75 = 75 seconds		
	90 = 90 seconds		
	120 = 120 seconds		

ISO9001 CERTIFIED

ISD and ChipCorder are registered trademarks of ISD.
Printed in the U.S.A. ISD2560PBI-699

A Winbond Company

To Order Products or More Information:

ADDRESS
2727 N. First Street
San Jose, CA 95134

PHONE
1-800-677-0769 (US Only)
408-943-6666
408-544-1786 (Fax)

WEBSITE
www.isd.com

e-mail
info@isd.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ChipCorder®
TECHNOLOGY BY ISD

APPLICATION INFORMATION FOR ALL ISD ChipCorder PRODUCTS

Address Segment Resolution

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416 2532 2560	1110 1210 1020A 1420 2540 2575	1212 2548 2590	2564 25120	33060 33120	33075 33150	33090 33180	33120-4 33240
	Address Inputs																		
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0 1	0.1	0.125	0.15	0.2	0.15	0.1875	0.225	0.3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 2	0.2	0.25	0.3	0.4	0.3	0.375	0.45	0.6
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0 3	0.3	0.375	0.45	0.6	0.45	0.5625	0.675	0.9
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0 4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.6	0.75	0.9	1.2
5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0 5	0.5	0.625	0.75	1	0.75	0.9375	1.125	1.5
6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0 6	0.6	0.75	0.9	1.2	0.9	1.125	1.35	1.8
7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0 7	0.7	0.875	1.05	1.4	1.05	1.3125	1.575	2.1
8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0 8	0.8	1	1.2	1.6	1.2	1.5	1.8	2.4
9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0 9	0.9	1.125	1.35	1.8	1.35	1.6875	2.025	2.7
10	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0 A	1	1.25	1.5	2	1.5	1.875	2.25	3
11	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0 B	1.1	1.375	1.65	2.2	1.65	2.0625	2.475	3.3
12	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0 C	1.2	1.5	1.8	2.4	1.8	2.25	2.7	3.6
13	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0 D	1.3	1.625	1.95	2.6	1.95	2.4375	2.925	3.9
14	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0 E	1.4	1.75	2.1	2.8	2.1	2.625	3.15	4.2
15	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0 F	1.5	1.875	2.25	3	2.25	2.8125	3.375	4.5
16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 0	1.6	2	2.4	3.2	2.4	3	3.6	4.8
17	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1 1	1.7	2.125	2.55	3.4	2.55	3.1875	3.825	5.1
18	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1 2	1.8	2.25	2.7	3.6	2.7	3.375	4.05	5.4
19	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1 3	1.9	2.375	2.85	3.8	2.85	3.5625	4.275	5.7
20	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1 4	2	2.5	3	4	3	3.75	4.5	6
21	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1 5	2.1	2.625	3.15	4.2	3.15	3.9375	4.725	6.3
22	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1 6	2.2	2.75	3.3	4.4	3.3	4.125	4.95	6.6
23	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1 7	2.3	2.875	3.45	4.6	3.45	4.3125	5.175	6.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416 2532 2560	1110 1210 1020A 1420 2540 2575	1212 2548 2590	2564 25120	33060 33120	33075 33150	33090 33180	33120-4 33240
	Address Inputs																		
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0									
24	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1 8	2.4	3	3.6	4.8	3.6	4.5	5.4	7.2
25	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1 9	2.5	3.125	3.75	5	3.75	4.6875	5.625	7.5
26	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1 A	2.6	3.25	3.9	5.2	3.9	4.875	5.85	7.8
27	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1 B	2.7	3.375	4.05	5.4	4.05	5.0625	6.075	8.1
28	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1 C	2.8	3.5	4.2	5.6	4.2	5.25	6.3	8.4
29	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1 D	2.9	3.625	4.35	5.8	4.35	5.4375	6.525	8.7
30	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1 E	3	3.75	4.5	6	4.5	5.625	6.75	9
31	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1 F	3.1	3.875	4.65	6.2	4.65	5.8125	6.975	9.3
32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2 0	3.2	4	4.8	6.4	4.8	6	7.2	9.6
33	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2 1	3.3	4.125	4.95	6.6	4.95	6.1875	7.425	9.9
34	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2 2	3.4	4.25	5.1	6.8	5.1	6.375	7.65	10.2
35	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2 3	3.5	4.375	5.25	7	5.25	6.5625	7.875	10.5
36	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2 4	3.6	4.5	5.4	7.2	5.4	6.75	8.1	10.8
37	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	2 5	3.7	4.625	5.55	7.4	5.55	6.9375	8.325	11.1
38	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2 6	3.8	4.75	5.7	7.6	5.7	7.125	8.55	11.4
39	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2 7	3.9	4.875	5.85	7.8	5.85	7.3125	8.775	11.7
40	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2 8	4	5	6	8	6	7.5	9	12
41	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2 9	4.1	5.125	6.15	8.2	6.15	7.6875	9.225	12.3
42	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2 A	4.2	5.25	6.3	8.4	6.3	7.875	9.45	12.6
43	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2 B	4.3	5.375	6.45	8.6	6.45	8.0625	9.675	12.9
44	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2 C	4.4	5.5	6.6	8.8	6.6	8.25	9.9	13.2
45	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	2 D	4.5	5.625	6.75	9	6.75	8.4375	10.125	13.5
46	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	2 E	4.6	5.75	6.9	9.2	6.9	8.625	10.35	13.8
47	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	2 F	4.7	5.875	7.05	9.4	7.05	8.8125	10.575	14.1
48	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3 0	4.8	6	7.2	9.6	7.2	9	10.8	14.4
49	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3 1	4.9	6.125	7.35	9.8	7.35	9.1875	11.025	14.7
50	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3 2	5	6.25	7.5	10	7.5	9.375	11.25	15
51	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	3 3	5.1	6.375	7.65	10.2	7.65	9.5625	11.475	15.3
52	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3 4	5.2	6.5	7.8	10.4	7.8	9.75	11.7	15.6
53	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	3 5	5.3	6.625	7.95	10.6	7.95	9.9375	11.925	15.9
54	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	3 6	5.4	6.75	8.1	10.8	8.1	10.125	12.15	16.2
55	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	3 7	5.5	6.875	8.25	11	8.25	10.3125	12.375	16.5
56	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3 8	5.6	7	8.4	11.2	8.4	10.5	12.6	16.8
57	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	3 9	5.7	7.125	8.55	11.4	8.55	10.6875	12.825	17.1
58	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	3 A	5.8	7.25	8.7	11.6	8.7	10.875	13.05	17.4
59	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	3 B	5.9	7.375	8.85	11.8	8.85	11.0625	13.275	17.7
60	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	3 C	6	7.5	9	12	9	11.25	13.5	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416 2532	1110 1210 1020A 1420 2540	1212 2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
	Address Inputs											2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0									
61	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	3 D	6.1	7.625	9.15	12.2	9.15	11.4375	13.725	18.3
62	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	3 E	6.2	7.75	9.3	12.4	9.3	11.625	13.95	18.6
63	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	3 F	6.3	7.875	9.45	12.6	9.45	11.8125	14.175	18.9
64	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4 0	6.4	8	9.6	12.8	9.6	12	14.4	19.2
65	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4 1	6.5	8.125	9.75	13	9.75	12.1875	14.625	19.5
66	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4 2	6.6	8.25	9.9	13.2	9.9	12.375	14.85	19.8
67	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4 3	6.7	8.375	10.05	13.4	10.05	12.5625	15.075	20.1
68	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4 4	6.8	8.5	10.2	13.6	10.2	12.75	15.3	20.4
69	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	4 5	6.9	8.625	10.35	13.8	10.35	12.9375	15.525	20.7
70	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	4 6	7	8.75	10.5	14	10.5	13.125	15.75	21
71	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	4 7	7.1	8.875	10.65	14.2	10.65	13.3125	15.975	21.3
72	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4 8	7.2	9	10.8	14.4	10.8	13.5	16.2	21.6
73	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	4 9	7.3	9.125	10.95	14.6	10.95	13.6875	16.425	21.9
74	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	4 A	7.4	9.25	11.1	14.8	11.1	13.875	16.65	22.2
75	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	4 B	7.5	9.375	11.25	15	11.25	14.0625	16.875	22.5
76	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4 C	7.6	9.5	11.4	15.2	11.4	14.25	17.1	22.8
77	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	4 D	7.7	9.625	11.55	15.4	11.55	14.4375	17.325	23.1
78	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	4 E	7.8	9.75	11.7	15.6	11.7	14.625	17.55	23.4
79	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	4 F	7.9	9.875	11.85	15.8	11.85	14.8125	17.775	23.7

"End of Message Storage Space for ISD1110, ISD1210, and ISD1212 Devices"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416	1020A 1420						
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
80	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5 0	8	10	12	16	12	15	18	24
81	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	5 1	8.1	10.125	12.15	16.2	12.15	15.1875	18.225	24.3
82	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	5 2	8.2	10.25	12.3	16.4	12.3	15.375	18.45	24.6
83	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	5 3	8.3	10.375	12.45	16.6	12.45	15.5625	18.675	24.9
84	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	5 4	8.4	10.5	12.6	16.8	12.6	15.75	18.9	25.2
85	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5 5	8.5	10.625	12.75	17	12.75	15.9375	19.125	25.5
86	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	5 6	8.6	10.75	12.9	17.2	12.9	16.125	19.35	25.8
87	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	5 7	8.7	10.875	13.05	17.4	13.05	16.3125	19.575	26.1
88	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	5 8	8.8	11	13.2	17.6	13.2	16.5	19.8	26.4
89	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	5 9	8.9	11.125	13.35	17.8	13.35	16.6875	20.025	26.7
90	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	5 A	9	11.25	13.5	18	13.5	16.875	20.25	27
91	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	5 B	9.1	11.375	13.65	18.2	13.65	17.0625	20.475	27.3
92	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	5 C	9.2	11.5	13.8	18.4	13.8	17.25	20.7	27.6
93	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	5 D	9.3	11.625	13.95	18.6	13.95	17.4375	20.925	27.9
94	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	5 E	9.4	11.75	14.1	18.8	14.1	17.625	21.15	28.2
95	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	5 F	9.5	11.875	14.25	19	14.25	17.8125	21.375	28.5
96	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	6 0	9.6	12	14.4	19.2	14.4	18	21.6	28.8
97	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	6 1	9.7	12.125	14.55	19.4	14.55	18.1875	21.825	29.1
98	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	6 2	9.8	12.25	14.7	19.6	14.7	18.375	22.05	29.4
99	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	6 3	9.9	12.375	14.85	19.8	14.85	18.5625	22.275	29.7
100	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	6 4	10	12.5	15	20	15	18.75	22.5	30
101	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	6 5	10.1	12.625	15.15	20.2	15.15	18.9375	22.725	30.3
102	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	6 6	10.2	12.75	15.3	20.4	15.3	19.125	22.95	30.6
103	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	6 7	10.3	12.875	15.45	20.6	15.45	19.3125	23.175	30.9
104	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	6 8	10.4	13	15.6	20.8	15.6	19.5	23.4	31.2
105	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	6 9	10.5	13.125	15.75	21	15.75	19.6875	23.625	31.5
106	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	6 A	10.6	13.25	15.9	21.2	15.9	19.875	23.85	31.8
107	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	6 B	10.7	13.375	16.05	21.4	16.05	20.0625	24.075	32.1
108	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	6 C	10.8	13.5	16.2	21.6	16.2	20.25	24.3	32.4
109	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	6 D	10.9	13.625	16.35	21.8	16.35	20.4375	24.525	32.7
110	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6 E	11	13.75	16.5	22	16.5	20.625	24.75	33
111	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	6 F	11.1	13.875	16.65	22.2	16.65	20.8125	24.975	33.3
112	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	7 0	11.2	14	16.8	22.4	16.8	21	25.2	33.6
113	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	7 1	11.3	14.125	16.95	22.6	16.95	21.1875	25.425	33.9
114	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	7 2	11.4	14.25	17.1	22.8	17.1	21.375	25.65	34.2
115	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	7 3	11.5	14.375	17.25	23	17.25	21.5625	25.875	34.5
116	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	7 4	11.6	14.5	17.4	23.2	17.4	21.75	26.1	34.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416 2532 2560	1020A 1420 2540 2575	2548 2590	2564 25120	33060 33120	33075 33150	33090 33180	33120-4 33240
	Address Inputs																		
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0									
117	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	7 5	11.7	14.625	17.55	23.4	17.55	21.9375	26.325	35.1
118	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	7 6	11.8	14.75	17.7	23.6	17.7	22.125	26.55	35.4
119	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	7 7	11.9	14.875	17.85	23.8	17.85	22.3125	26.775	35.7
120	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	7 8	12	15	18	24	18	22.5	27	36
121	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	7 9	12.1	15.125	18.15	24.2	18.15	22.6875	27.225	36.3
122	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	7 A	12.2	15.25	18.3	24.4	18.3	22.875	27.45	36.6
123	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	7 B	12.3	15.375	18.45	24.6	18.45	23.0625	27.675	36.9
124	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	7 C	12.4	15.5	18.6	24.8	18.6	23.25	27.9	37.2
125	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	7 D	12.5	15.625	18.75	25	18.75	23.4375	28.125	37.5
126	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7 E	12.6	15.75	18.9	25.2	18.9	23.625	28.35	37.8
127	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7 F	12.7	15.875	19.05	25.4	19.05	23.8125	28.575	38.1
128	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8 0	12.8	16	19.2	25.6	19.2	24	28.8	38.4
129	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8 1	12.9	16.125	19.35	25.8	19.35	24.1875	29.025	38.7
130	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8 2	13	16.25	19.5	26	19.5	24.375	29.25	39
131	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	8 3	13.1	16.375	19.65	26.2	19.65	24.5625	29.475	39.3
132	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	8 4	13.2	16.5	19.8	26.4	19.8	24.75	29.7	39.6
133	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	8 5	13.3	16.625	19.95	26.6	19.95	24.9375	29.925	39.9
134	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	8 6	13.4	16.75	20.1	26.8	20.1	25.125	30.15	40.2
135	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	8 7	13.5	16.875	20.25	27	20.25	25.3125	30.375	40.5
136	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8 8	13.6	17	20.4	27.2	20.4	25.5	30.6	40.8
137	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	8 9	13.7	17.125	20.55	27.4	20.55	25.6875	30.825	41.1
138	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	8 A	13.8	17.25	20.7	27.6	20.7	25.875	31.05	41.4
139	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	8 B	13.9	17.375	20.85	27.8	20.85	26.0625	31.275	41.7
140	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	8 C	14	17.5	21	28	21	26.25	31.5	42
141	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	8 D	14.1	17.625	21.15	28.2	21.15	26.4375	31.725	42.3
142	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	8 E	14.2	17.75	21.3	28.4	21.3	26.625	31.95	42.6
143	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	8 F	14.3	17.875	21.45	28.6	21.45	26.8125	32.175	42.9
144	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	9 0	14.4	18	21.6	28.8	21.6	27	32.4	43.2
145	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	9 1	14.5	18.125	21.75	29	21.75	27.1875	32.625	43.5
146	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	9 2	14.6	18.25	21.9	29.2	21.9	27.375	32.85	43.8
147	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	9 3	14.7	18.375	22.05	29.4	22.05	27.5625	33.075	44.1
148	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	9 4	14.8	18.5	22.2	29.6	22.2	27.75	33.3	44.4
149	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	9 5	14.9	18.625	22.35	29.8	22.35	27.9375	33.525	44.7
150	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	9 6	15	18.75	22.5	30	22.5	28.125	33.75	45
151	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	9 7	15.1	18.875	22.65	30.2	22.65	28.3125	33.975	45.3
152	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	9 8	15.2	19	22.8	30.4	22.8	28.5	34.2	45.6
153	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	9 9	15.3	19.125	22.95	30.6	22.95	28.6875	34.425	45.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416 2532 2560	1020A 1420 2540 2575	2548 2590	2564 25120	33060 33120	33075 33150	33090 33180	33120-4 33240
	Address Inputs																		
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0									
154	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	9 A	15.4	19.25	23.1	30.8	23.1	28.875	34.65	46.2
155	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	9 B	15.5	19.375	23.25	31	23.25	29.0625	34.875	46.5
156	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	9 C	15.6	19.5	23.4	31.2	23.4	29.25	35.1	46.8
157	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	9 D	15.7	19.625	23.55	31.4	23.55	29.4375	35.325	47.1
158	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	9 E	15.8	19.75	23.7	31.6	23.7	29.625	35.55	47.4
159	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	9 F	15.9	19.875	23.85	31.8	23.85	29.8125	35.775	47.7
"End of Message Storage Space for ISD1416, ISD1420, ISD1016A, and ISD1020A Devices"																			

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs											2532 2560	2540 2575	2548 2590	2564 25120	33060 33120	33075 33150	33090 33180	33120-4 33240
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0									
160	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	A 0	16	20	24	32	24	30	36	48
161	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	A 1	16.1	20.125	24.15	32.2	24.15	30.1875	36.225	48.3
162	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	A 2	16.2	20.25	24.3	32.4	24.3	30.375	36.45	48.6
163	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	A 3	16.3	20.375	24.45	32.6	24.45	30.5625	36.675	48.9
164	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	A 4	16.4	20.5	24.6	32.8	24.6	30.75	36.9	49.2
165	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	A 5	16.5	20.625	24.75	33	24.75	30.9375	37.125	49.5
166	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	A 6	16.6	20.75	24.9	33.2	24.9	31.125	37.35	49.8
167	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	A 7	16.7	20.875	25.05	33.4	25.05	31.3125	37.575	50.1
168	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	A 8	16.8	21	25.2	33.6	25.2	31.5	37.8	50.4
169	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	A 9	16.9	21.125	25.35	33.8	25.35	31.6875	38.025	50.7
170	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	A A	17	21.25	25.5	34	25.5	31.875	38.25	51
171	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	A B	17.1	21.375	25.65	34.2	25.65	32.0625	38.475	51.3
172	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	A C	17.2	21.5	25.8	34.4	25.8	32.25	38.7	51.6
173	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	A D	17.3	21.625	25.95	34.6	25.95	32.4375	38.925	51.9
174	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	A E	17.4	21.75	26.1	34.8	26.1	32.625	39.15	52.2
175	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	A F	17.5	21.875	26.25	35	26.25	32.8125	39.375	52.5
176	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	B 0	17.6	22	26.4	35.2	26.4	33	39.6	52.8
177	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	B 1	17.7	22.125	26.55	35.4	26.55	33.1875	39.825	53.1
178	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	B 2	17.8	22.25	26.7	35.6	26.7	33.375	40.05	53.4
179	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	B 3	17.9	22.375	26.85	35.8	26.85	33.5625	40.275	53.7
180	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	B 4	18	22.5	27	36	27	33.75	40.5	54
181	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	B 5	18.1	22.625	27.15	36.2	27.15	33.9375	40.725	54.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
182	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	B 6	18.2	22.75	27.3	36.4	27.3	34.125	40.95	54.6
183	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	B 7	18.3	22.875	27.45	36.6	27.45	34.3125	41.175	54.9
184	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	B 8	18.4	23	27.6	36.8	27.6	34.5	41.4	55.2
185	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	B 9	18.5	23.125	27.75	37	27.75	34.6875	41.625	55.5
186	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	B A	18.6	23.25	27.9	37.2	27.9	34.875	41.85	55.8
187	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	B B	18.7	23.375	28.05	37.4	28.05	35.0625	42.075	56.1
188	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	B C	18.8	23.5	28.2	37.6	28.2	35.25	42.3	56.4
189	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	B D	18.9	23.625	28.35	37.8	28.35	35.4375	42.525	56.7
190	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	B E	19	23.75	28.5	38	28.5	35.625	42.75	57
191	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	B F	19.1	23.875	28.65	38.2	28.65	35.8125	42.975	57.3
192	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	C 0	19.2	24	28.8	38.4	28.8	36	43.2	57.6
193	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	C 1	19.3	24.125	28.95	38.6	28.95	36.1875	43.425	57.9
194	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	C 2	19.4	24.25	29.1	38.8	29.1	36.375	43.65	58.2
195	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	C 3	19.5	24.375	29.25	39	29.25	36.5625	43.875	58.5
196	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	C 4	19.6	24.5	29.4	39.2	29.4	36.75	44.1	58.8
197	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	C 5	19.7	24.625	29.55	39.4	29.55	36.9375	44.325	59.1
198	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	C 6	19.8	24.75	29.7	39.6	29.7	37.125	44.55	59.4
199	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	C 7	19.9	24.875	29.85	39.8	29.85	37.3125	44.775	59.7
200	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	C 8	20	25	30	40	30	37.5	45	60
201	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	C 9	20.1	25.125	30.15	40.2	30.15	37.6875	45.225	60.3
202	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	C A	20.2	25.25	30.3	40.4	30.3	37.875	45.45	60.6
203	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	C B	20.3	25.375	30.45	40.6	30.45	38.0625	45.675	60.9
204	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	C C	20.4	25.5	30.6	40.8	30.6	38.25	45.9	61.2
205	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	C D	20.5	25.625	30.75	41	30.75	38.4375	46.125	61.5
206	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	C E	20.6	25.75	30.9	41.2	30.9	38.625	46.35	61.8
207	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	C F	20.7	25.875	31.05	41.4	31.05	38.8125	46.575	62.1
208	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	D 0	20.8	26	31.2	41.6	31.2	39	46.8	62.4
209	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	D 1	20.9	26.125	31.35	41.8	31.35	39.1875	47.025	62.7
210	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	D 2	21	26.25	31.5	42	31.5	39.375	47.25	63
211	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	D 3	21.1	26.375	31.65	42.2	31.65	39.5625	47.475	63.3
212	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	D 4	21.2	26.5	31.8	42.4	31.8	39.75	47.7	63.6
213	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	D 5	21.3	26.625	31.95	42.6	31.95	39.9375	47.925	63.9
214	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	D 6	21.4	26.75	32.1	42.8	32.1	40.125	48.15	64.2
215	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	D 7	21.5	26.875	32.25	43	32.25	40.3125	48.375	64.5
216	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	D 8	21.6	27	32.4	43.2	32.4	40.5	48.6	64.8
217	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	D 9	21.7	27.125	32.55	43.4	32.55	40.6875	48.825	65.1
218	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	D A	21.8	27.25	32.7	43.6	32.7	40.875	49.05	65.4
219	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	D B	21.9	27.375	32.85	43.8	32.85	41.0625	49.275	65.7
220	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	D C	22	27.5	33	44	33	41.25	49.5	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
221	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	D D	22.1	27.625	33.15	44.2	33.15	41.4375	49.725	66.3
222	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	D E	22.2	27.75	33.3	44.4	33.3	41.625	49.95	66.6
223	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	D F	22.3	27.875	33.45	44.6	33.45	41.8125	50.175	66.9
224	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	E 0	22.4	28	33.6	44.8	33.6	42	50.4	67.2
225	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	E 1	22.5	28.125	33.75	45	33.75	42.1875	50.625	67.5
226	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	E 2	22.6	28.25	33.9	45.2	33.9	42.375	50.85	67.8
227	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	E 3	22.7	28.375	34.05	45.4	34.05	42.5625	51.075	68.1
228	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	E 4	22.8	28.5	34.2	45.6	34.2	42.75	51.3	68.4
229	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	E 5	22.9	28.625	34.35	45.8	34.35	42.9375	51.525	68.7
230	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	E 6	23	28.75	34.5	46	34.5	43.125	51.75	69
231	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	E 7	23.1	28.875	34.65	46.2	34.65	43.3125	51.975	69.3
232	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	E 8	23.2	29	34.8	46.4	34.8	43.5	52.2	69.6
233	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	E 9	23.3	29.125	34.95	46.6	34.95	43.6875	52.425	69.9
234	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	E A	23.4	29.25	35.1	46.8	35.1	43.875	52.65	70.2
235	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	E B	23.5	29.375	35.25	47	35.25	44.0625	52.875	70.5
236	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	E C	23.6	29.5	35.4	47.2	35.4	44.25	53.1	70.8
237	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	E D	23.7	29.625	35.55	47.4	35.55	44.4375	53.325	71.1
238	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	E E	23.8	29.75	35.7	47.6	35.7	44.625	53.55	71.4
239	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	E F	23.9	29.875	35.85	47.8	35.85	44.8125	53.775	71.7
240	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	F 0	24	30	36	48	36	45	54	72
241	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	F 1	24.1	30.125	36.15	48.2	36.15	45.1875	54.225	72.3
242	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	F 2	24.2	30.25	36.3	48.4	36.3	45.375	54.45	72.6
243	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	F 3	24.3	30.375	36.45	48.6	36.45	45.5625	54.675	72.9
244	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	F 4	24.4	30.5	36.6	48.8	36.6	45.75	54.9	73.2
245	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	F 5	24.5	30.625	36.75	49	36.75	45.9375	55.125	73.5
246	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	F 6	24.6	30.75	36.9	49.2	36.9	46.125	55.35	73.8
247	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	F 7	24.7	30.875	37.05	49.4	37.05	46.3125	55.575	74.1
248	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	F 8	24.8	31	37.2	49.6	37.2	46.5	55.8	74.4
249	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	F 9	24.9	31.125	37.35	49.8	37.35	46.6875	56.025	74.7
250	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	F A	25	31.25	37.5	50	37.5	46.875	56.25	75
251	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	F B	25.1	31.375	37.65	50.2	37.65	47.0625	56.475	75.3
252	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	F C	25.2	31.5	37.8	50.4	37.8	47.25	56.7	75.6
253	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	F D	25.3	31.625	37.95	50.6	37.95	47.4375	56.925	75.9
254	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	F E	25.4	31.75	38.1	50.8	38.1	47.625	57.15	76.2
255	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	F F	25.5	31.875	38.25	51	38.25	47.8125	57.375	76.5
256	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10 0	25.6	32	38.4	51.2	38.4	48	57.6	76.8
257	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	10 1	25.7	32.125	38.55	51.4	38.55	48.1875	57.825	77.1
258	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	10 2	25.8	32.25	38.7	51.6	38.7	48.375	58.05	77.4
259	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	10 3	25.9	32.375	38.85	51.8	38.85	48.5625	58.275	77.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
260	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	10 4	26	32.5	39	52	39	48.75	58.5	78
261	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	10 5	26.1	32.625	39.15	52.2	39.15	48.9375	58.725	78.3
262	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	10 6	26.2	32.75	39.3	52.4	39.3	49.125	58.95	78.6
263	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	10 7	26.3	32.875	39.45	52.6	39.45	49.3125	59.175	78.9
264	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	10 8	26.4	33	39.6	52.8	39.6	49.5	59.4	79.2
265	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	10 9	26.5	33.125	39.75	53	39.75	49.6875	59.625	79.5
266	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	10 A	26.6	33.25	39.9	53.2	39.9	49.875	59.85	79.8
267	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	10 B	26.7	33.375	40.05	53.4	40.05	50.0625	60.075	80.1
268	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	10 C	26.8	33.5	40.2	53.6	40.2	50.25	60.3	80.4
269	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	10 D	26.9	33.625	40.35	53.8	40.35	50.4375	60.525	80.7
270	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	10 E	27	33.75	40.5	54	40.5	50.625	60.75	81
271	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	10 F	27.1	33.875	40.65	54.2	40.65	50.8125	60.975	81.3
272	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11 0	27.2	34	40.8	54.4	40.8	51	61.2	81.6
273	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	11 1	27.3	34.125	40.95	54.6	40.95	51.1875	61.425	81.9
274	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	11 2	27.4	34.25	41.1	54.8	41.1	51.375	61.65	82.2
275	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	11 3	27.5	34.375	41.25	55	41.25	51.5625	61.875	82.5
276	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	11 4	27.6	34.5	41.4	55.2	41.4	51.75	62.1	82.8
277	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	11 5	27.7	34.625	41.55	55.4	41.55	51.9375	62.325	83.1
278	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	11 6	27.8	34.75	41.7	55.6	41.7	52.125	62.55	83.4
279	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	11 7	27.9	34.875	41.85	55.8	41.85	52.3125	62.775	83.7
280	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	11 8	28	35	42	56	42	52.5	63	84
281	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	11 9	28.1	35.125	42.15	56.2	42.15	52.6875	63.225	84.3
282	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	11 A	28.2	35.25	42.3	56.4	42.3	52.875	63.45	84.6
283	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	11 B	28.3	35.375	42.45	56.6	42.45	53.0625	63.675	84.9
284	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	11 C	28.4	35.5	42.6	56.8	42.6	53.25	63.9	85.2
285	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	11 D	28.5	35.625	42.75	57	42.75	53.4375	64.125	85.5
286	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	11 E	28.6	35.75	42.9	57.2	42.9	53.625	64.35	85.8
287	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	11 F	28.7	35.875	43.05	57.4	43.05	53.8125	64.575	86.1
288	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	12 0	28.8	36	43.2	57.6	43.2	54	64.8	86.4
289	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	12 1	28.9	36.125	43.35	57.8	43.35	54.1875	65.025	86.7
290	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	12 2	29	36.25	43.5	58	43.5	54.375	65.25	87
291	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	12 3	29.1	36.375	43.65	58.2	43.65	54.5625	65.475	87.3
292	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	12 4	29.2	36.5	43.8	58.4	43.8	54.75	65.7	87.6
293	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	12 5	29.3	36.625	43.95	58.6	43.95	54.9375	65.925	87.9
294	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	12 6	29.4	36.75	44.1	58.8	44.1	55.125	66.15	88.2
295	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	12 7	29.5	36.875	44.25	59	44.25	55.3125	66.375	88.5
296	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	12 8	29.6	37	44.4	59.2	44.4	55.5	66.6	88.8
297	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	12 9	29.7	37.125	44.55	59.4	44.55	55.6875	66.825	89.1
298	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	12 A	29.8	37.25	44.7	59.6	44.7	55.875	67.05	89.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
400	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	19 0	40	50	60	80	60	75	90	120
401	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	19 1	40.1	50.125	60.15	80.2	60.15	75.1875	90.225	120.3
402	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	19 2	40.2	50.25	60.3	80.4	60.3	75.375	90.45	120.6
403	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	19 3	40.3	50.375	60.45	80.6	60.45	75.5625	90.675	120.9
404	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	19 4	40.4	50.5	60.6	80.8	60.6	75.75	90.9	121.2
405	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	19 5	40.5	50.625	60.75	81	60.75	75.9375	91.125	121.5
406	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	19 6	40.6	50.75	60.9	81.2	60.9	76.125	91.35	121.8
407	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	19 7	40.7	50.875	61.05	81.4	61.05	76.3125	91.575	122.1
408	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	19 8	40.8	51	61.2	81.6	61.2	76.5	91.8	122.4
409	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	19 9	40.9	51.125	61.35	81.8	61.35	76.6875	92.025	122.7
410	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	19 A	41	51.25	61.5	82	61.5	76.875	92.25	123
411	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	19 B	41.1	51.375	61.65	82.2	61.65	77.0625	92.475	123.3
412	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	19 C	41.2	51.5	61.8	82.4	61.8	77.25	92.7	123.6
413	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	19 D	41.3	51.625	61.95	82.6	61.95	77.4375	92.925	123.9
414	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	19 E	41.4	51.75	62.1	82.8	62.1	77.625	93.15	124.2
415	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	19 F	41.5	51.875	62.25	83	62.25	77.8125	93.375	124.5
416	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1A 0	41.6	52	62.4	83.2	62.4	78	93.6	124.8
417	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1A 1	41.7	52.125	62.55	83.4	62.55	78.1875	93.825	125.1
418	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1A 2	41.8	52.25	62.7	83.6	62.7	78.375	94.05	125.4
419	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1A 3	41.9	52.375	62.85	83.8	62.85	78.5625	94.275	125.7
420	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1A 4	42	52.5	63	84	63	78.75	94.5	126
421	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1A 5	42.1	52.625	63.15	84.2	63.15	78.9375	94.725	126.3
422	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1A 6	42.2	52.75	63.3	84.4	63.3	79.125	94.95	126.6
423	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1A 7	42.3	52.875	63.45	84.6	63.45	79.3125	95.175	126.9
424	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1A 8	42.4	53	63.6	84.8	63.6	79.5	95.4	127.2
425	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1A 9	42.5	53.125	63.75	85	63.75	79.6875	95.625	127.5
426	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1A A	42.6	53.25	63.9	85.2	63.9	79.875	95.85	127.8
427	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1A B	42.7	53.375	64.05	85.4	64.05	80.0625	96.075	128.1
428	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1A C	42.8	53.5	64.2	85.6	64.2	80.25	96.3	128.4
429	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1A D	42.9	53.625	64.35	85.8	64.35	80.4375	96.525	128.7
430	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1A E	43	53.75	64.5	86	64.5	80.625	96.75	129
431	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1A F	43.1	53.875	64.65	86.2	64.65	80.8125	96.975	129.3
432	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1B 0	43.2	54	64.8	86.4	64.8	81	97.2	129.6
433	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1B 1	43.3	54.125	64.95	86.6	64.95	81.1875	97.425	129.9
434	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1B 2	43.4	54.25	65.1	86.8	65.1	81.375	97.65	130.2
435	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1B 3	43.5	54.375	65.25	87	65.25	81.5625	97.875	130.5
436	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1B 4	43.6	54.5	65.4	87.2	65.4	81.75	98.1	130.8
437	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1B 5	43.7	54.625	65.55	87.4	65.55	81.9375	98.325	131.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
438	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1B 6	43.8	54.75	65.7	87.6	65.7	82.125	98.55	131.4
439	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1B 7	43.9	54.875	65.85	87.8	65.85	82.3125	98.775	131.7
440	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1B 8	44	55	66	88	66	82.5	99	132
441	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1B 9	44.1	55.125	66.15	88.2	66.15	82.6875	99.225	132.3
442	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1B A	44.2	55.25	66.3	88.4	66.3	82.875	99.45	132.6
443	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1B B	44.3	55.375	66.45	88.6	66.45	83.0625	99.675	132.9
444	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1B C	44.4	55.5	66.6	88.8	66.6	83.25	99.9	133.2
445	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1B D	44.5	55.625	66.75	89	66.75	83.4375	100.125	133.5
446	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1B E	44.6	55.75	66.9	89.2	66.9	83.625	100.35	133.8
447	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1B F	44.7	55.875	67.05	89.4	67.05	83.8125	100.575	134.1
448	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1C 0	44.8	56	67.2	89.6	67.2	84	100.8	134.4
449	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1C 1	44.9	56.125	67.35	89.8	67.35	84.1875	101.025	134.7
450	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1C 2	45	56.25	67.5	90	67.5	84.375	101.25	135
451	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1C 3	45.1	56.375	67.65	90.2	67.65	84.5625	101.475	135.3
452	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1C 4	45.2	56.5	67.8	90.4	67.8	84.75	101.7	135.6
453	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1C 5	45.3	56.625	67.95	90.6	67.95	84.9375	101.925	135.9
454	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1C 6	45.4	56.75	68.1	90.8	68.1	85.125	102.15	136.2
455	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1C 7	45.5	56.875	68.25	91	68.25	85.3125	102.375	136.5
456	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1C 8	45.6	57	68.4	91.2	68.4	85.5	102.6	136.8
457	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1C 9	45.7	57.125	68.55	91.4	68.55	85.6875	102.825	137.1
458	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1C A	45.8	57.25	68.7	91.6	68.7	85.875	103.05	137.4
459	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1C B	45.9	57.375	68.85	91.8	68.85	86.0625	103.275	137.7
460	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1C C	46	57.5	69	92	69	86.25	103.5	138
461	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1C D	46.1	57.625	69.15	92.2	69.15	86.4375	103.725	138.3
462	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1C E	46.2	57.75	69.3	92.4	69.3	86.625	103.95	138.6
463	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1C F	46.3	57.875	69.45	92.6	69.45	86.8125	104.175	138.9
464	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1D 0	46.4	58	69.6	92.8	69.6	87	104.4	139.2
465	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1D 1	46.5	58.125	69.75	93	69.75	87.1875	104.625	139.5
466	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1D 2	46.6	58.25	69.9	93.2	69.9	87.375	104.85	139.8
467	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1D 3	46.7	58.375	70.05	93.4	70.05	87.5625	105.075	140.1
468	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1D 4	46.8	58.5	70.2	93.6	70.2	87.75	105.3	140.4
469	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1D 5	46.9	58.625	70.35	93.8	70.35	87.9375	105.525	140.7
470	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1D 6	47	58.75	70.5	94	70.5	88.125	105.75	141
471	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1D 7	47.1	58.875	70.65	94.2	70.65	88.3125	105.975	141.3
472	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1D 8	47.2	59	70.8	94.4	70.8	88.5	106.2	141.6
473	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1D 9	47.3	59.125	70.95	94.6	70.95	88.6875	106.425	141.9
474	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1D A	47.4	59.25	71.1	94.8	71.1	88.875	106.65	142.2
475	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1D B	47.5	59.375	71.25	95	71.25	89.0625	106.875	142.5
476	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1D C	47.6	59.5	71.4	95.2	71.4	89.25	107.1	142.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
477	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1D D	47.7	59.625	71.55	95.4	71.55	89.4375	107.325	143.1
478	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1D E	47.8	59.75	71.7	95.6	71.7	89.625	107.55	143.4
479	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1D F	47.9	59.875	71.85	95.8	71.85	89.8125	107.775	143.7
480	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1E 0	48	60	72	96	72	90	108	144
481	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1E 1	48.1	60.125	72.15	96.2	72.15	90.1875	108.225	144.3
482	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1E 2	48.2	60.25	72.3	96.4	72.3	90.375	108.45	144.6
483	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1E 3	48.3	60.375	72.45	96.6	72.45	90.5625	108.675	144.9
484	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1E 4	48.4	60.5	72.6	96.8	72.6	90.75	108.9	145.2
485	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1E 5	48.5	60.625	72.75	97	72.75	90.9375	109.125	145.5
486	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1E 6	48.6	60.75	72.9	97.2	72.9	91.125	109.35	145.8
487	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1E 7	48.7	60.875	73.05	97.4	73.05	91.3125	109.575	146.1
488	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1E 8	48.8	61	73.2	97.6	73.2	91.5	109.8	146.4
489	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1E 9	48.9	61.125	73.35	97.8	73.35	91.6875	110.025	146.7
490	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1E A	49	61.25	73.5	98	73.5	91.875	110.25	147
491	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1E B	49.1	61.375	73.65	98.2	73.65	92.0625	110.475	147.3
492	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1E C	49.2	61.5	73.8	98.4	73.8	92.25	110.7	147.6
493	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1E D	49.3	61.625	73.95	98.6	73.95	92.4375	110.925	147.9
494	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1E E	49.4	61.75	74.1	98.8	74.1	92.625	111.15	148.2
495	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1E F	49.5	61.875	74.25	99	74.25	92.8125	111.375	148.5
496	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1F 0	49.6	62	74.4	99.2	74.4	93	111.6	148.8
497	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1F 1	49.7	62.125	74.55	99.4	74.55	93.1875	111.825	149.1
498	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1F 2	49.8	62.25	74.7	99.6	74.7	93.375	112.05	149.4
499	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1F 3	49.9	62.375	74.85	99.8	74.85	93.5625	112.275	149.7
500	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1F 4	50	62.5	75	100	75	93.75	112.5	150
501	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1F 5	50.1	62.625	75.15	100.2	75.15	93.9375	112.725	150.3
502	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1F 6	50.2	62.75	75.3	100.4	75.3	94.125	112.95	150.6
503	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1F 7	50.3	62.875	75.45	100.6	75.45	94.3125	113.175	150.9
504	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1F 8	50.4	63	75.6	100.8	75.6	94.5	113.4	151.2
505	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1F 9	50.5	63.125	75.75	101	75.75	94.6875	113.625	151.5
506	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1F A	50.6	63.25	75.9	101.2	75.9	94.875	113.85	151.8
507	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1F B	50.7	63.375	76.05	101.4	76.05	95.0625	114.075	152.1
508	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1F C	50.8	63.5	76.2	101.6	76.2	95.25	114.3	152.4
509	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1F D	50.9	63.625	76.35	101.8	76.35	95.4375	114.525	152.7
510	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1F E	51	63.75	76.5	102	76.5	95.625	114.75	153
511	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1F F	51.1	63.875	76.65	102.2	76.65	95.8125	114.975	153.3
512	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 0	51.2	64	76.8	102.4	76.8	96	115.2	153.6
513	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20 1	51.3	64.125	76.95	102.6	76.95	96.1875	115.425	153.9
514	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20 2	51.4	64.25	77.1	102.8	77.1	96.375	115.65	154.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
515	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	20 3	51.5	64.375	77.25	103	77.25	96.5625	115.875	154.5
516	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	20 4	51.6	64.5	77.4	103.2	77.4	96.75	116.1	154.8
517	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	20 5	51.7	64.625	77.55	103.4	77.55	96.9375	116.325	155.1
518	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	20 6	51.8	64.75	77.7	103.6	77.7	97.125	116.55	155.4
519	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	20 7	51.9	64.875	77.85	103.8	77.85	97.3125	116.775	155.7
520	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20 8	52	65	78	104	78	97.5	117	156
521	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	20 9	52.1	65.125	78.15	104.2	78.15	97.6875	117.225	156.3
522	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	20 A	52.2	65.25	78.3	104.4	78.3	97.875	117.45	156.6
523	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	20 B	52.3	65.375	78.45	104.6	78.45	98.0625	117.675	156.9
524	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	20 C	52.4	65.5	78.6	104.8	78.6	98.25	117.9	157.2
525	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	20 D	52.5	65.625	78.75	105	78.75	98.4375	118.125	157.5
526	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	20 E	52.6	65.75	78.9	105.2	78.9	98.625	118.35	157.8
527	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	20 F	52.7	65.875	79.05	105.4	79.05	98.8125	118.575	158.1
528	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	21 0	52.8	66	79.2	105.6	79.2	99	118.8	158.4
529	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	21 1	52.9	66.125	79.35	105.8	79.35	99.1875	119.025	158.7
530	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	21 2	53	66.25	79.5	106	79.5	99.375	119.25	159
531	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	21 3	53.1	66.375	79.65	106.2	79.65	99.5625	119.475	159.3
532	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	21 4	53.2	66.5	79.8	106.4	79.8	99.75	119.7	159.6
533	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	21 5	53.3	66.625	79.95	106.6	79.95	99.9375	119.925	159.9
534	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	21 6	53.4	66.75	80.1	106.8	80.1	100.125	120.15	160.2
535	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	21 7	53.5	66.875	80.25	107	80.25	100.3125	120.375	160.5
536	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	21 8	53.6	67	80.4	107.2	80.4	100.5	120.6	160.8
537	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	21 9	53.7	67.125	80.55	107.4	80.55	100.6875	120.825	161.1
538	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	21 A	53.8	67.25	80.7	107.6	80.7	100.875	121.05	161.4
539	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	21 B	53.9	67.375	80.85	107.8	80.85	101.0625	121.275	161.7
540	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	21 C	54	67.5	81	108	81	101.25	121.5	162
541	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	21 D	54.1	67.625	81.15	108.2	81.15	101.4375	121.725	162.3
542	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	21 E	54.2	67.75	81.3	108.4	81.3	101.625	121.95	162.6
543	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	21 F	54.3	67.875	81.45	108.6	81.45	101.8125	122.175	162.9
544	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	22 0	54.4	68	81.6	108.8	81.6	102	122.4	163.2
545	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	22 1	54.5	68.125	81.75	109	81.75	102.1875	122.625	163.5
546	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	22 2	54.6	68.25	81.9	109.2	81.9	102.375	122.85	163.8
547	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	22 3	54.7	68.375	82.05	109.4	82.05	102.5625	123.075	164.1
548	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	22 4	54.8	68.5	82.2	109.6	82.2	102.75	123.3	164.4
549	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	22 5	54.9	68.625	82.35	109.8	82.35	102.9375	123.525	164.7
550	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	22 6	55	68.75	82.5	110	82.5	103.125	123.75	165
551	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	22 7	55.1	68.875	82.65	110.2	82.65	103.3125	123.975	165.3
552	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	22 8	55.2	69	82.8	110.4	82.8	103.5	124.2	165.6
553	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	22 9	55.3	69.125	82.95	110.6	82.95	103.6875	124.425	165.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
554	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	22 A	55.4	69.25	83.1	110.8	83.1	103.875	124.65	166.2
555	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	22 B	55.5	69.375	83.25	111	83.25	104.0625	124.875	166.5
556	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	22 C	55.6	69.5	83.4	111.2	83.4	104.25	125.1	166.8
557	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	22 D	55.7	69.625	83.55	111.4	83.55	104.4375	125.325	167.1
558	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	22 E	55.8	69.75	83.7	111.6	83.7	104.625	125.55	167.4
559	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	22 F	55.9	69.875	83.85	111.8	83.85	104.8125	125.775	167.7
560	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	23 0	56	70	84	112	84	105	126	168
561	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	23 1	56.1	70.125	84.15	112.2	84.15	105.1875	126.225	168.3
562	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	23 2	56.2	70.25	84.3	112.4	84.3	105.375	126.45	168.6
563	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	23 3	56.3	70.375	84.45	112.6	84.45	105.5625	126.675	168.9
564	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	23 4	56.4	70.5	84.6	112.8	84.6	105.75	126.9	169.2
565	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	23 5	56.5	70.625	84.75	113	84.75	105.9375	127.125	169.5
566	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	23 6	56.6	70.75	84.9	113.2	84.9	106.125	127.35	169.8
567	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	23 7	56.7	70.875	85.05	113.4	85.05	106.3125	127.575	170.1
568	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	23 8	56.8	71	85.2	113.6	85.2	106.5	127.8	170.4
569	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	23 9	56.9	71.125	85.35	113.8	85.35	106.6875	128.025	170.7
570	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	23 A	57	71.25	85.5	114	85.5	106.875	128.25	171
571	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	23 B	57.1	71.375	85.65	114.2	85.65	107.0625	128.475	171.3
572	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	23 C	57.2	71.5	85.8	114.4	85.8	107.25	128.7	171.6
573	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	23 D	57.3	71.625	85.95	114.6	85.95	107.4375	128.925	171.9
574	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	23 E	57.4	71.75	86.1	114.8	86.1	107.625	129.15	172.2
575	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	23 F	57.5	71.875	86.25	115	86.25	107.8125	129.375	172.5
576	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24 0	57.6	72	86.4	115.2	86.4	108	129.6	172.8
577	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	24 1	57.7	72.125	86.55	115.4	86.55	108.1875	129.825	173.1
578	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	24 2	57.8	72.25	86.7	115.6	86.7	108.375	130.05	173.4
579	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	24 3	57.9	72.375	86.85	115.8	86.85	108.5625	130.275	173.7
580	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	24 4	58	72.5	87	116	87	108.75	130.5	174
581	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	24 5	58.1	72.625	87.15	116.2	87.15	108.9375	130.725	174.3
582	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	24 6	58.2	72.75	87.3	116.4	87.3	109.125	130.95	174.6
583	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	24 7	58.3	72.875	87.45	116.6	87.45	109.3125	131.175	174.9
584	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	24 8	58.4	73	87.6	116.8	87.6	109.5	131.4	175.2
585	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	24 9	58.5	73.125	87.75	117	87.75	109.6875	131.625	175.5
586	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	24 A	58.6	73.25	87.9	117.2	87.9	109.875	131.85	175.8
587	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	24 B	58.7	73.375	88.05	117.4	88.05	110.0625	132.075	176.1
588	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	24 C	58.8	73.5	88.2	117.6	88.2	110.25	132.3	176.4
589	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	24 D	58.9	73.625	88.35	117.8	88.35	110.4375	132.525	176.7
590	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	24 E	59	73.75	88.5	118	88.5	110.625	132.75	177
591	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	24 F	59.1	73.875	88.65	118.2	88.65	110.8125	132.975	177.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
592	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	25 0	59.2	74	88.8	118.4	88.8	111	133.2	177.6
593	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	25 1	59.3	74.125	88.95	118.6	88.95	111.1875	133.425	177.9
594	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	25 2	59.4	74.25	89.1	118.8	89.1	111.375	133.65	178.2
595	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	25 3	59.5	74.375	89.25	119	89.25	111.5625	133.875	178.5
596	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	25 4	59.6	74.5	89.4	119.2	89.4	111.75	134.1	178.8
597	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	25 5	59.7	74.625	89.55	119.4	89.55	111.9375	134.325	179.1
598	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	25 6	59.8	74.75	89.7	119.6	89.7	112.125	134.55	179.4
599	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	25 7	59.9	74.875	89.85	119.8	89.85	112.3125	134.775	179.7
"End of Message Storage Space for ISD2560, ISD2575, ISD2590, and ISD25120 Devices"																			

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	6.3 KHz	4.0 KHz
	Address Inputs											ISD Part Numbers							
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0						33120	33150	33180	33240
600	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	25 8					90	112.5	135	180
601	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	25 9					90.15	112.6875	135.225	180.3
602	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	25 A					90.3	112.875	135.45	180.6
603	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	25 B					90.45	113.0625	135.675	180.9
604	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	25 C					90.6	113.25	135.9	181.2
605	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	25 D					90.75	113.4375	136.125	181.5
606	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	25 E					90.9	113.625	136.35	181.8
607	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	25 F					91.05	113.8125	136.575	182.1
608	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	26 0					91.2	114	136.8	182.4
609	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	26 1					91.35	114.1875	137.025	182.7
610	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	26 2					91.5	114.375	137.25	183
611	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	26 3					91.65	114.5625	137.475	183.3
612	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	26 4					91.8	114.75	137.7	183.6
613	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	26 5					91.95	114.9375	137.925	183.9
614	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	26 6					92.1	115.125	138.15	184.2
615	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	26 7					92.25	115.3125	138.375	184.5
616	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	26 8					92.4	115.5	138.6	184.8
617	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	26 9					92.55	115.6875	138.825	185.1
618	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	26 A					92.7	115.875	139.05	185.4
619	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	26 B					92.85	116.0625	139.275	185.7
620	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	26 C					93	116.25	139.5	186
621	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	26 D					93.15	116.4375	139.725	186.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

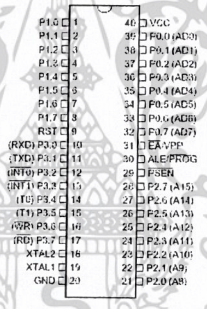
- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

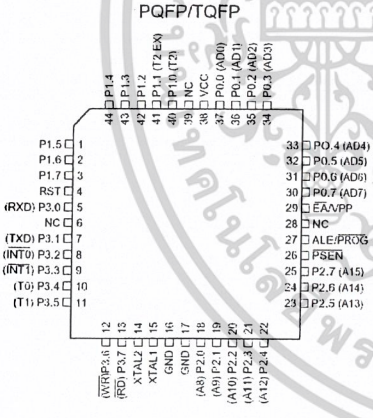
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations

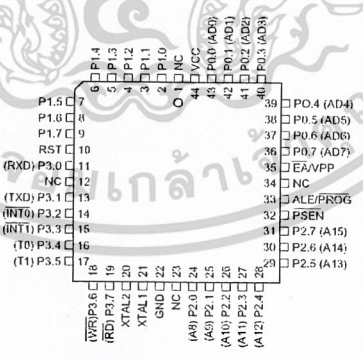
PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

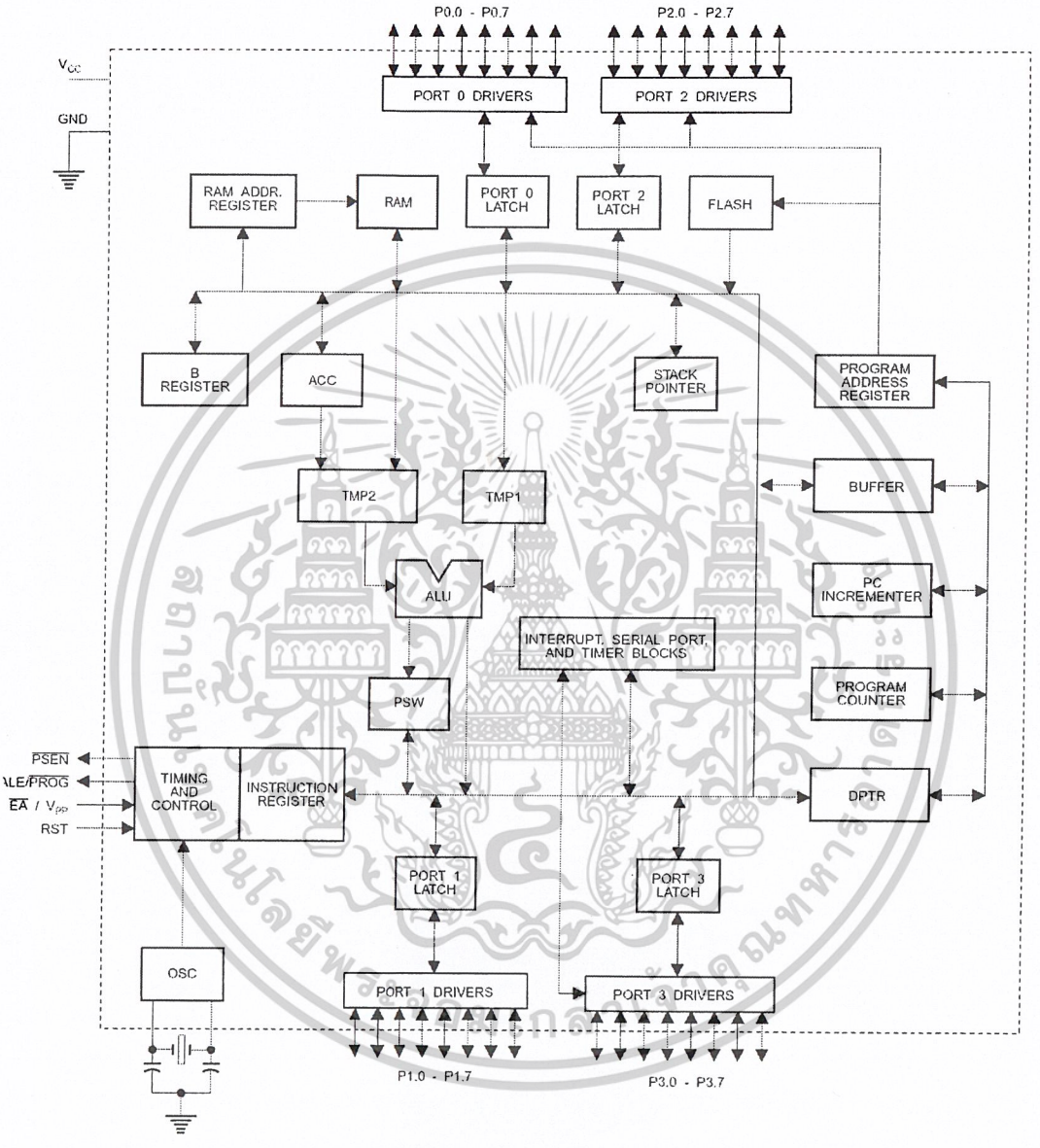
AT89C51

Not Recommended for New Designs. Use AT89S51.

Rev. 0265G–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	ว่าที่ร้อยตรีณัฐวุฒิ สังขศิริ
วัน เดือน ปีเกิด	6 มกราคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	776/1 ตำบลแม่กลอง อำเภอเมือง
	จังหวัดสมุทรสงคราม 75000

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนเมืองสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรัทธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ถ้าไม่ทำพังแล้วเมื่อไหร่จะเก่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายดำหริ อ้อมคล้าย

วัน เดือน ปีเกิด 29 สิงหาคม พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา 68 หมู่ 8 ตำบลกุยบุรี อำเภอกุยบุรี
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77150

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านท่าฝาง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนกุยบุรีวิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ขันติ คือ เครื่องประดับของนักปราชญ์ เป็นกำลังของผู้ใช้ความพยายาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายนิพนธ์ จันดา
วัน เดือน ปีเกิด	4 เมษายน พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	4 หมู่ 9 ตำบลโป่ง อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย 42120

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านโป่งชีนิยมรุ่งเรือง จังหวัดเลย
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรีสองรักษ์วิทยา จังหวัดเลย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยการอาชีพด่านซ้าย จังหวัดเลย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ทุนการศึกษา	ทุนการศึกษาภาษาและวัฒนธรรม ณ เมืองเบปปุ ประเทศญี่ปุ่น
รางวัลที่เคยได้รับ	รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 บทความต่อต้านยาเสพติด ระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
คติพจน์	ถ้าเราไม่มีฝันแล้วจะทำความฝันให้เป็นจริงได้อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายพรชัย สอนคำแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	24 มิถุนายน พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	7 หมู่ 13 บ้านแคน ตำบลโหรา อำเภออาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านแคน จังหวัดร้อยเอ็ด
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านแคน จังหวัดร้อยเอ็ด
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ทุนการศึกษา	ทุนการเรียนดีของโรงเรียนบ้านแคน
คติพจน์	มีปัญหาอย่าท้อแท้ หนทางแก้มีเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้