สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

ปริญญานิพนธ์ เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล

LCD-DISPLAY-ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROLLER THROUGH TELEPHONE LINE

ชื่อนักศึกษา	1.นายเกรียงศักดิ์	จิตรลมัย	รหัสประจำตัว	39031102
	2.นายประสงค์	เชี่ยงฉิน	รหัสประจำตัว	39031120
	3.นายยุทธนา	ยงกุลวณิช	รหัสประจำตัว	39031125
	4.นายรังสี	รุ่งโรจน์ดี	รหัสประจำตัว	39031128

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1.อาจารย์โกศล ตราชู

2.ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

3.อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล

T030133

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์โกศล	ตราชู	.....
2. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
3. อาจารย์ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	.....
4. อาจารย์อำพล	ทองระอา	.....
5. อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์	.....

วันเดือนปีที่สอบ วันที่ 5 พฤษภาคม 2541 เวลา 11.00 ถึง 12.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 4 เดือน พ.ค. พ.ศ. 41

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 30133
วัน, เดือน, ปี 8 ต.ค. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล

LCD-DISPLAY-ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROLLER THROUGH TELEPHONE LINE

นายเกรียงศักดิ์ จิตรลมัย

นายประสงค์ เซี่ยงฉิน

นายยุทธนา ยงกุลวณิช

นายรังสี รุ่งโรจน์ดี

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล
LCD-DISPLAY-ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROLLER THROUGH TELEPHONE LINE

ผู้จัดทำ

1. นายเกรียงศักดิ์ จิตรลมัย
2. นายประสงค์ เชี่ยงฉิน
3. นายยุทธนา ยงกุลวณิช
4. นายรังสี รุ่งโรจน์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....
(อาจารย์โกศล ตราชู)

ลงนาม.....
(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

ลงนาม.....
(อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล
LCD-DISPLAY-ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROLLER THROUGH TELEPHONE LINE

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเข้ารหัสการถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ และการใช้งาน
2. เพื่อออกแบบชุดเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และชุดควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล
3. เพื่อสร้างเครื่องควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล
4. เพื่อทดสอบวงจรภาคต่างๆ ของเครื่องควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล
5. เพื่อสามารถตั้งเวลาเปิดปิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า
6. เพื่อนำเครื่องควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผลไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เรื่องลักษณะการเข้ารหัส การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ และการใช้งาน
2. สามารถออกแบบชุดเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้
3. ได้เครื่องควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล
4. สามารถประเมินผลการทำงานของวงจรภาคต่างๆ ของเครื่องควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผลได้
5. สามารถนำเครื่องควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผลไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล

นายเกรียงศักดิ์ จิตรลมัย

นายประสงค์ เชี่ยงฉิน

นายยุทธนา ยงกุลวณิช

นายรังสี รุ่งโรจน์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์โกศล ตราชู

ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล

ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าระยะไกล ผ่านคู่สายโทรศัพท์ โดยการใช้สัญญาณความถี่คู่ควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (8952) เป็นตัวควบคุมหลัก ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ทั้งยังสามารถตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์ดังกล่าวว่า ทำงานอยู่หรือไม่ โดยแสดงผลทางจอ LCD ของตัวควบคุมระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LCD-DISPLAY-ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROLLER THROUGH TELEPHONE LINE

MR.KRIANGSAK JITLAMAI
MR.PRASONG SIANGCHIN
MR.YUTTANA YONGKULVANICH
MR.RANGSEE ROONGROJDEE

ADVISORS

MR.KOSON TRACHU
Assist.Prof.WISUIT ATIPORNTUM
MR.PAIBOON PONGWONGTRAGULL

1997

ABSTRACT

This thesis presents the LCD-Display-Electrical Equipment Controller Through Telephone Line. The DTMF signals is used to operate the control system by means of using microcontroller (8952) to manage the main control system. This Control System controls the electrical equipments, checks their status ON or OFF and displays on the LCD screen of remote control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ความดีทุกอย่างในปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่พระคุณของคุณพ่อคุณแม่ที่ได้ทำให้ลูกเติบโตจนถึงทุกวันนี้ พระคุณของครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ศิษย์ อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมที่ได้ให้คำแนะนำ และเครื่องมืออุปกรณ์ในการทดลองปฏิบัติ เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ยืมอุปกรณ์ต่างๆ และให้คำแนะนำ ขอขอบคุณกำลังใจจากทุกคนที่ได้ช่วยให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 บทนำ	3
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	3
2.3 ขั้นตอนการทำงานโทรศัพท์	11
2.3.1 กรณีผู้เรียก	11
2.3.2 กรณีผู้ถูกเรียก	11
2.4 ความถี่มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์	12
2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	13
2.5.1 การเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่	13
2.5.2 การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	14
2.6 สัญญาณนาฬิกาแบบฐานเวลาจริง	15
2.6.1 คุณสมบัติของไอซีเบอร์ DS1202	15
2.6.2 โครงสร้างของไอซีเบอร์ DS1202	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7 โครงสร้างชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ 8952	17
2.8 หลักการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	21
2.8.1 ส่วนรับสัญญาณความถี่คู่	21
2.8.2 ส่วนประมวลผล	21
2.8.3 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า	21
2.9 หลักการทำงานของระบบควบคุมการแสดงผล	24
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	31
3.1 หลักการทำงาน	31
3.2 ภาคส่ง	32
3.2.1 ส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์	32
3.2.2 วงจรเข้ารหัส และถอดรหัสความถี่คู่	33
3.2.3 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์	34
3.2.4 ส่วนประมวลผล	35
3.3 ภาครับ	36
3.3.1 ส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์	36
3.3.2 ส่วนเข้ารหัส และถอดรหัส	37
3.3.3 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์	38
3.3.4 วงจรนับสัญญาณกระดิ่ง	39
3.3.5 วงจรขับรีเลย์	40
3.3.6 วงจรส่งสัญญาณเสียงตอบรับ	41
3.3.7 วงจรตรวจจับสัญญาณไฟฟ้า 50 เฮิรตซ์	41
3.3.8 ส่วนประมวลผล	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3.9 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	43
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	45
4.1 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยโทรศัพท์	
4.1.1 การทดลองใส่ค่ารหัสผ่าน	45
4.1.2 การทดลองตั้งค่าวัน, เดือน, ปี และเวลา	47
4.1.3 การทดลองเปลี่ยนรหัสผ่าน	48
4.1.4 การทดลองเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า	49
4.1.5 การทดลองส่วนควบคุม	52
4.1.6 การทดลองปรับค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าที่เครื่องรับ	53
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	55
5.1 บทสรุป	55
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำปริญญานิพนธ์	55
5.3 แนวทางแก้ไข และพัฒนา	56
ภาคผนวก ก ส่วนประกอบของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	57
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	62
ภาคผนวก ค ผัง และโปรแกรมควบคุมการทำงาน	65
ภาคผนวก ง วงจร และลายทองแดง	116
ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน	127
บรรณานุกรม	188

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 2.1 ขาสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 ปากพูดแบบคาร์บอน	4
รูปที่ 2.2 ปากพูดแบบแม่เหล็กไฟฟ้า	5
รูปที่ 2.3 วงจรโทรศัพท์พื้นฐานแบบที่ 1	6
รูปที่ 2.4 วงจรโทรศัพท์พื้นฐานแบบที่ 2	6
รูปที่ 2.5 วงจรวงจรโทรศัพท์แบบขดลวดเหนี่ยวนำ ขณะพูด	7
รูปที่ 2.6 วงจรวงจรโทรศัพท์แบบขดลวดเหนี่ยวนำ ขณะฟัง	8
รูปที่ 2.7 ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์ และการเชื่อมต่อกับชุมสาย	9
รูปที่ 2.8 แป้นกดแบบความถี่คู่ พร้อมความถี่ประจำแถว และหลัก	9
รูปที่ 2.9 แบบอิเล็กทรอนิกส์ริงเกอร์ (เสียงผู้เรียก)	10
รูปที่ 2.10 ไฟฟ้ากระแสตรงที่เลี้ยงคู่สาย	11
รูปที่ 2.11 สัญญาณเรียก ซึ่งเป็นสัญญาณซายน์มีความถี่ 20-25 Hz	12
รูปที่ 2.12 รายละเอียดของไอซี MT8880	13
รูปที่ 2.13 วงจรภายในของไอซี MT8880	14
รูปที่ 2.14 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า	22
รูปที่ 2.15 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	23
รูปที่ 2.16 ผังเวลาการเรียก และการอ่านข้อมูล	27
รูปที่ 2.16 (ต่อ) ผังเวลาการเรียก และการอ่านข้อมูล	28
รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์	29
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของระบบควบคุมเครื่องควบคุม เครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล	31
รูปที่ 3.2 ส่วนเข้ารหัสคีย์บอร์ด	32
รูปที่ 3.3 วงจรเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	33
รูปที่ 3.4 วงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.5 ส่วนเข้ารหัสคีย์บอร์ด	36
รูปที่ 3.6 วงจรเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	37
รูปที่ 3.7 วงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์	38
รูปที่ 3.8 วงจรนับสัญญาณกระดิ่ง	39
รูปที่ 3.9 วงจรขับรีเลย์	40
รูปที่ 3.10 วงจรส่งสัญญาณเสียงตอบรับ	41
รูปที่ 3.11 วงจรตรวจจับสัญญาณไฟฟ้า 50 เฮิรตซ์	41
รูปที่ 3.12 วงจรส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	43
รูปที่ 4.1 หน้าจอแสดงผลเมื่อเปิดเครื่องรับ	45
รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลเมื่อกดปุ่มตัวเลขรหัสผ่าน	46
รูปที่ 4.3 หน้าจอแสดงผลเมื่อกดปุ่มตัวเลขรหัสผ่านแล้ว	46
รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงผลเมื่อกดตัวเลขตั้งเวลา	47
รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงผลเมื่อเปลี่ยนรหัสผ่าน	48
รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงผลก่อนการกดปุ่มตัวเลข 3	49
รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงผลหลังการกดปุ่มตัวเลข 3	50
รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงผลกรณีสั่งเปิด และเลือกตั้งเวลาเปิด	50
รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลกรณีสั่งปิด และเลือกตั้งเวลา	51
รูปที่ 4.10 การเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับเครื่องรับระบบควบคุม	52
รูปที่ 4.11 การเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับเครื่องส่ง	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันเครื่องมือทางด้านการสื่อสารได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีการใช้อย่างแพร่หลายในวงการธุรกิจจนถึงการใช้ในบ้าน โทรศัพท์เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้มาก เนื่องจากมีความสะดวกในการติดต่อระหว่างผู้รับ และผู้ส่ง

การติดต่อทางโทรศัพท์ได้กำเนิดขึ้นจากผลการทดลองของอเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบล เมื่อ 10 มีนาคม พ.ศ. 2419 และปีต่อมา โทมัส เอ.อิดิสัน ค้นพบตัวส่งแบบคาร์บอน และในปี พ.ศ. 2421 ได้คิดสร้างระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ขึ้นโดยใช้สวิตช์โยก ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ระบบชุมสายโทรศัพท์ และเครื่องโทรศัพท์ได้มีการพัฒนาไปพร้อมๆ กันจนกระทั่งถึงปัจจุบัน ระบบชุมสายโทรศัพท์ได้มีการพัฒนาเป็นชุมสายที่มีการโอนคู่สายอัตโนมัติ และเป็นระบบชุมสายดิจิตอลที่ถูกใช้ในปัจจุบัน ซึ่งเรียกระบบชุมสายนี้ว่า SPC (Stored Program Control) ส่วนการผลิตเครื่องโทรศัพท์ได้นำเอาอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมาใช้ จึงทำให้ตัวเครื่องโทรศัพท์มีขนาดเล็กลง และเปลี่ยนการกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่ได้จากการหมุนหมายเลขมาเป็นสัญญาณโทน (Tone) หรือสัญญาณความถี่คู่ (Dual Tone Multi-Frequency หรือ DTMF) ที่ได้จากการกดปุ่มหมายเลข

ดังนั้น ทางกลุ่มจึงได้ทำการสร้างเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้ LCD แสดงผลขึ้นมา

1.2 ขีดความสามารถ

ในระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านี้ใช้ LCD แสดงผล ได้ออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์ โดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งานร่วมในโครงงาน ทำให้ตัวเครื่องมีความสามารถมากขึ้น เพื่อที่นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และอำนวยความสะดวกในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งคุณสมบัติของเครื่องมีดังต่อไปนี้

1. มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา
2. การใช้งานง่ายสะดวก
3. มีจอแสดงผลการทำงานแบบ LCD 4 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถตั้งเวลาเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ ตั้งแต่เวลา 0-10 นาที

5. สามารถปรับความสว่างของหลอดไฟฟ้าได้

6. สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 16 อุปกรณ์

7. สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่อได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ในปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดทั้งทฤษฎี, หลักการทำงาน, การออกแบบการสร้างวงจรที่ใช้งาน และการจัดทำคู่มือการใช้งาน ซึ่งเนื้อหาโดยสังเขปของแต่ละบทมีดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎี และหลักการของโทรศัพท์ และส่วนประกอบของเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งทำให้ผู้อ่านได้มีความรู้ความเข้าใจที่เป็นพื้นฐาน

บทที่ 3 การออกแบบ, การสร้าง และการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า กล่าวถึงการทำงานของส่วนรับสัญญาณอินพุต, ส่วนประมวลผล, ส่วนแสดงผล และส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยส่วนสั่งงานที่มีการแสดงผลทาง LCD

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา เป็นการสรุปผลการทำงาน และได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ไข และแนวทางในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ และการใช้งานได้อย่างสะดวกมากขึ้น

ในภาคผนวกแสดงรายละเอียดของโปรแกรม และรายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้จัดทำโครงงานดังนี้

ภาคผนวก ก ส่วนประกอบของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ภาคผนวก ค ผัง และโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ภาคผนวก ง วงจร และลายทองแดง

ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาภายในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎี และหลักการเบื้องต้นของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD) แสดงผล ความสำคัญ และความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ในส่วนของโครงสร้าง และหลักการทำงาน การเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ สัญญาณนาฬิกาเวลาจริง รวมถึงการอธิบายส่วนประกอบของอุปกรณ์ภาคควบคุม และแสดงผลที่ใช้ในโครงงาน ในส่วนหลักการทำงานเป็นการกล่าวถึงการทำงานเบื้องต้นในแต่ละส่วนของระบบควบคุมรูปแบบต่างๆ ได้พอสมควร

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

อุปกรณ์โทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการติดต่อสื่อสารให้ได้ประสิทธิภาพสูง และตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ผู้ใช้ควรจะทราบว่าอุปกรณ์โทรศัพท์ที่ใช้อยู่นั้นมีคุณสมบัติอย่างไร

2.2.1 เครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางของการสื่อสารแบบสองทิศทาง คู่สนทนาสามารถได้ยินเสียง และคุยตอบโต้ได้ในเวลาเดียวกัน ในช่วงแรกของการประดิษฐ์โทรศัพท์ต้องเดินสายโทรศัพท์ต่อถึงกันโดยตรงทุกคู่สาย ต่อมาเมื่อเครื่องโทรศัพท์มีจำนวนมากขึ้นทำให้ไม่สะดวกที่จะใช้ระบบเดิม จึงได้มีการจัดตั้งหน่วยงานส่วนกลางขึ้นมา โดยมีผู้ทำหน้าที่ควบคุมสวิตซ์ต่อสายโทรศัพท์ตามเลขหมายที่ผู้เช่าต้องการ

หลักการระบบโทรศัพท์ในปัจจุบัน คือ

1. ผู้เช่าสามารถขอใช้ระบบโทรศัพท์โดยการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
2. มีเสียงสัญญาณให้หมุน (Dial Tone)
3. ใช้เลขหมายเป็นตัวบ่งถึงผู้รับปลายทาง
4. มีสัญญาณบอกสภาวะของการเรียก ซึ่งจะเป็นสัญญาณเสียงต่างๆ กัน
5. ที่ด้านรับจะมีเสียงกระดิ่ง (Ringing) เป็นตัวบอกว่ามีการเรียกเข้ามา
6. เครื่องโทรศัพท์จะแปลสัญญาณเสียงของผู้พูดเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วส่งไปตามสาย เพื่อเปลี่ยนกลับเป็นสัญญาณเสียงให้ผู้รับได้ยินที่ลำโพงของอีกฝ่ายหนึ่ง

7. มีการเปลี่ยนแปลงอิมพีแดนซ์ และแรงดันอัตโนมัติตามระยะทาง และสภาพของคู่สาย
8. ระบบการทำงานของโทรศัพท์เสร็จสิ้นเมื่อวางหูโทรศัพท์

2.2.2 โครงสร้างของเครื่องโทรศัพท์

ส่วนประกอบหลักของเครื่องโทรศัพท์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

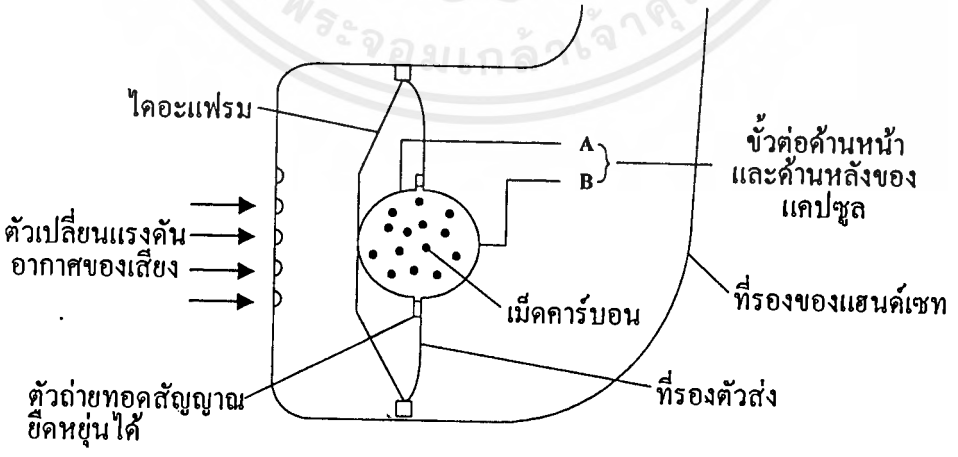
1. ส่วนที่รับส่งสัญญาณเสียงพูด (speech transmitter and receiver)

ส่วนนี้ประกอบด้วยปากพูด (transmitter) หูฟัง (receiver) และส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้รับส่ง (transmitter circuit)

1.1 ปากพูดของโทรศัพท์ (transmitter)

ปากพูดในเครื่องโทรศัพท์มีหน้าที่เปลี่ยนเสียงพูดเป็นสัญญาณไฟฟ้า ปากพูดมีหลายแบบด้วยกัน ได้แก่

1. ปากพูดแบบคาร์บอน (carbon transmitter) คิดค้นโดยโทมัส เอ. อิดิสัน (Thomas A Edison) มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.1

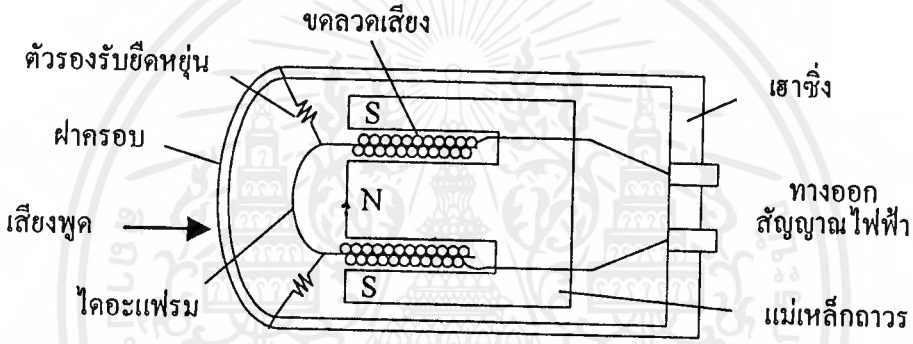


รูปที่ 2.1 ปากพูดแบบคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปากพูดของโทรศัพท์ชนิดนี้ประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็กๆ มีลักษณะเป็นแคปซูล 2 ชิ้น หุ้มเม็ดคาร์บอนนับพันเม็ด ส่วนหลังจะเป็นตัวนำที่ถูกตรึงแน่นอยู่กับที่ ส่วนหน้าจะเป็นตัวนำที่เคลื่อนที่ได้ตามแรงสั่นสะเทือนของคลื่นเสียงในอากาศที่มากระทบแผ่นไดอะแฟรม มีสายตัวนำต่ออยู่ที่ชิ้นส่วนทั้งสองของแคปซูล เมื่อส่วนของแคปซูลเคลื่อนที่ไป จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานในตัวปากพูด และมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสในคู่สายโทรศัพท์

2. ปากพูดแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic transmitter)



รูปที่ 2.2 ปากพูดแบบแม่เหล็กไฟฟ้า

ใช้หลักการของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงในขดลวด ทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้นในขดลวดนั้น โครงสร้างประกอบด้วยแม่เหล็กถาวร ขดลวดซึ่งยึดติดกับไดอะแฟรมสวมอยู่บนแกนเหล็ก เมื่อมีเสียงพูด ขดลวดจะเคลื่อนที่ตามการสั่นสะเทือนของไดอะแฟรม ทำให้สนามแม่เหล็กที่ขดลวดเปลี่ยนแปลง เกิดกำลังงานไฟฟ้าขึ้น

1.2 หูฟัง (receiver)

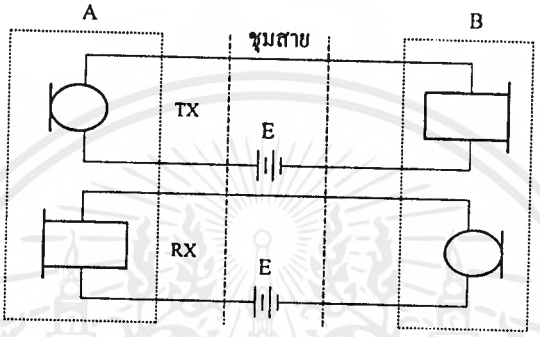
หูฟังของเครื่องโทรศัพท์ที่นิยมใช้ คือ แบบแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic) มีลักษณะเหมือนกับปากพูดแบบแม่เหล็กไฟฟ้า และสามารถใช้แทนกันได้ เมื่อป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าทางอินพุตของหูฟัง จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นในขดลวด เป็นผลให้มีแรงดึง และผลักกับแท่งแม่เหล็กถาวร ทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ตามทิศทาง และความแรงของสัญญาณที่ป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้รับส่ง (transmitter circuit)

วงจรรับส่งสัญญาณเสียงที่ใช้ในเครื่องโทรศัพท์ตั้งแต่อดีต มีการพัฒนาเรื่อยมาทางด้านการประยุกต์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

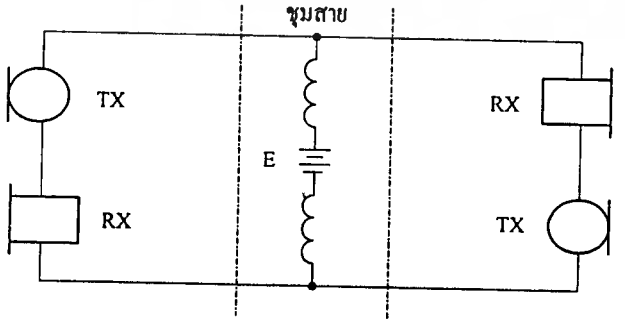
-วงจรพื้นฐานแบบที่ 1



รูปที่ 2.3 วงจรโทรศัพท์พื้นฐานแบบที่ 1

จากรูปที่ 2.3 เป็นวงจรโทรศัพท์พื้นฐานแบบที่ 1 หน้าที่หลักของชุมสายโทรศัพท์ คือ การเชื่อมโยงสายระหว่าง ผู้เช่าฝ่ายเรียก และผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก พร้อมทั้งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องโทรศัพท์ทั้งสอง มีข้อดี คือ การทำงานไม่ยุ่งยากมากนัก แต่ข้อเสีย คือ ต้องใช้คู่สายถึง 2 คู่ ทำให้เกิดความสิ้นเปลือง

-วงจรพื้นฐานแบบที่ 2



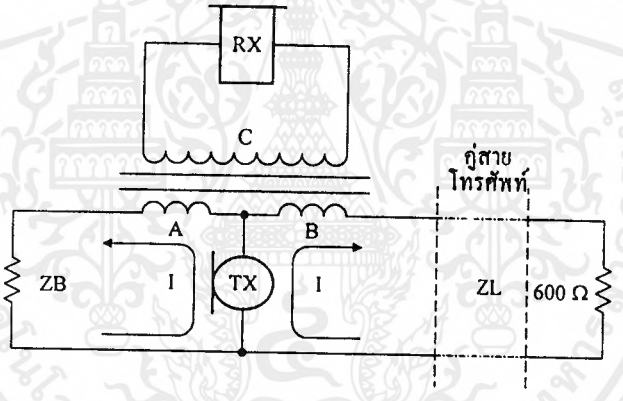
รูปที่ 2.4 วงจรโทรศัพท์พื้นฐานแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.4 ให้ความประหยัดคู่สาย แต่มีข้อเสีย คือ ประสิทธิภาพของการรับส่งไม่ดี เพราะว่าขณะที่พูดไป สัญญาณไฟฟ้าจะผ่านหูฟังของผู้พูดเต็มที่ ทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงของตัวเองดังเกินไป ทำให้ต้องพูดเบาลง (เสียงของผู้พูดถูกเรียกว่าเสียงด้านข้าง (Side Tone)) ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงเบาลงด้วย เสียงด้านข้างมีความสำคัญมาก เพราะถ้าหากเสียงด้านข้างมีขนาดต่ำจะทำให้ผู้เรียกพูดดังขึ้น ผู้ถูกเรียกอาจรำคาญได้

-วงจรใช้งานแบบขดลวดเหนี่ยวนำ (induction coil)

วงจรแบบขดลวดเหนี่ยวนำ (induction coil) เป็นแบบที่ใช้งานได้จริง เพราะใช้คู่สายเพียง 2 เส้น และสามารถปรับระดับของเสียงด้านข้างได้ด้วย วงจรแสดงดังรูปที่ 2.5 ปากพูดที่ใช้เป็นแบบถ่าน ส่วนหูฟังเป็นแบบแม่เหล็กไฟฟ้า



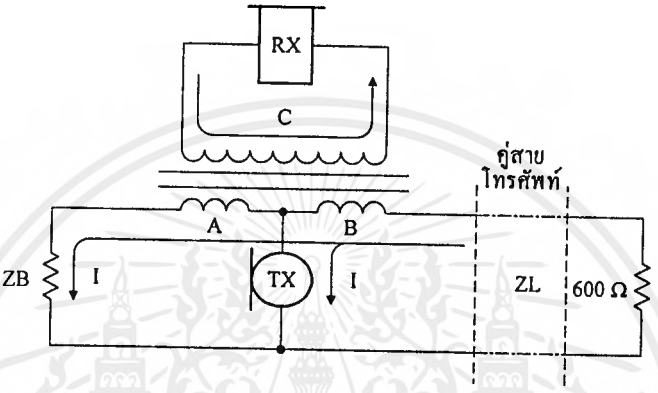
รูปที่ 2.5 วงจรโทรศัพท์แบบขดลวดเหนี่ยวนำ ขณะพูด

ในขณะที่พูด กระแสจะผ่านไมโครโฟน ขดลวด A และ B ถ้า ZA=ZB กระแสที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสองจะเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้าม ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กลัพธ์ ในแกนเหล็กมีค่าเป็นศูนย์ จึงไม่มีแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นในขด C จึงไม่มีเสียงเกิดขึ้นที่หูฟัง (แต่ในทางปฏิบัติจะมีสัญญาณจำนวนเล็กน้อยผ่านมาได้ ซึ่งตรงกับความต้องการเสียงด้านข้างพอดี)

ในขณะที่ฟัง ฝ่ายรับจะมีกระแสไหลผ่านขด A, B ในทิศทางเดียวกัน สนามแม่เหล็กเสริมกันจะทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำในขดลวด C ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่พูดมา วงจรแสดงในรูปที่ 2.6 วงจรที่เปลี่ยนจากการทำงานระบบ 2 สายเป็น 4 สาย ถูกเรียกว่าไฮบริดจ์ (Hybrid) ดังนั้น ขดลวดเหนี่ยวนำ จึงถูกเรียกว่าขดลวดไฮบริดจ์ (Hybrid Coil)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ขดลวดเหนี่ยวนำยังทำหน้าที่เป็นอิมพีแดนซ์แมทชิ่ง (Impedance Matching) ระหว่างเครื่องโทรศัพท์ กับคู่สายโทรศัพท์ที่มาจากชุมสาย เพื่อให้เกิดการส่งผ่านกำลังงานสูงสุด โดยปกติคู่สายที่มาจากชุมสายจะมีอิมพีแดนซ์ประมาณ 600 โอห์ม ซึ่งปากพูดหูฟังที่ไม่มีขดลวดเหนี่ยวนำ จะมีอิมพีแดนซ์ต่ำกว่าคู่สายมาก



รูปที่ 2.6 วงจรโทรศัพท์แบบขดลวดเหนี่ยวนำ ขณะฟัง

จากความก้าวหน้าในการทำวงจรรวม (Integrated circuit (IC)) ทำให้เครื่องโทรศัพท์รุ่นใหม่หันมาใช้วงจรรับส่งแบบอิเล็กทรอนิกส์ เพราะว่ามีคุณสมบัติที่ดีกว่าหลายประการ เช่น ขนาดเล็กน้ำหนักเบา และคุณภาพของการรับส่งดีกว่า วงจรพื้นฐานประกอบไปด้วยวงจรไฮบริดจ์ และวงจรขยายสัญญาณปากพูด-หูฟัง ปากพูดหูฟังที่ใช้เป็นแบบแม่เหล็กไฟฟ้า วงจรขยายสัญญาณจะอยู่ภายในตัวไอซี ส่วนวงจรไฮบริดจ์ จะอาศัยอุปกรณ์เป็นตัวๆ ที่ต่ออยู่ภายนอก ทั้งนี้ เพื่อสะดวกในการเปลี่ยนแปลงค่าอุปกรณ์

2. ส่วนที่กำเนิดสัญญาณเลขหมายของผู้ถูกเรียก (dial code)

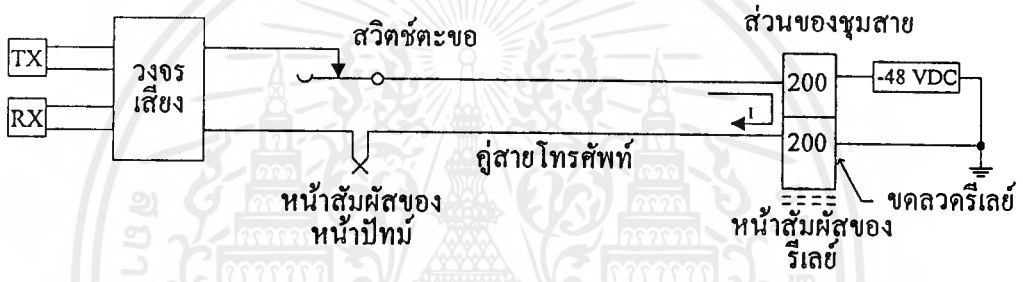
ในสภาวะปกติ เครื่องรับโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะที่รอคอยการเรียกเข้ามา ฮุคสวิตซ์ (Hook switch) จะแยกวงจรของเครื่องโทรศัพท์ออกจากคู่สายของชุมสาย ในสภาวะนี้จะมีเพียงกระดิ่งเท่านั้น ที่ต่ออยู่กับชุมสายโทรศัพท์ และมีแรงดันประมาณ 48 โวลต์ ปรากฏที่คู่สาย และกระแสไหลไม่เกิน 10 มิลลิแอมป์ ระบบการทำงานภายในเครื่องโทรศัพท์จะเริ่มขึ้นเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ ฮุคสวิตซ์ จะต่อวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์เข้ากับคู่สาย ชุมสายโทรศัพท์จะรับรู้ความต้องการของผู้ใช้โดยการตรวจสอบกระแสที่ไหลในคู่สาย เช่น เมื่อยกหูจะมีกระแสไหลมากกว่า 10 มิลลิแอมป์ (ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์ในประเทศไทยขณะยกหูต้องน้อยกว่า 375 โอห์มกระแส 20 มิลลิแอมป์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งเลขหมายโทรศัพท์ไปยังชุมสายในปัจจุบันทำได้ 2 วิธี คือ การส่งแบบพัลส์ และการส่งแบบสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งทั้ง 2 แบบมีวิธีการทำงานที่แตกต่างกันออกไป คือ

1. การส่งเลขหมายแบบพัลส์ (pulse dialling)

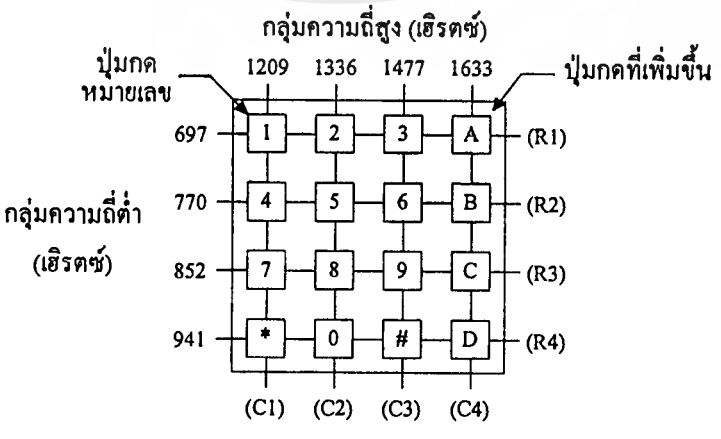
เมื่อผู้เช่ายกหูฟัง จะทำให้มีกระแสไฟตรง 48 โวลต์ ไหลผ่านฮุคสวิตซ์, วงจรของเครื่องโทรศัพท์ และผ่านตัวตัดต่อที่เรียกว่าไดอัลอิมพัลส์คอนแทค (Dial Impulse Contact) ซึ่งขณะหมุนหมายเลข ตัวตัดต่อชุดนี้จะทำการตัดต่อสัญญาณไฟตรง ที่มาจากชุมสาย ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์ และการเชื่อมต่อกับชุมสาย

เมื่อผู้เช่าได้ยินเสียงสัญญาณให้หมุนความถี่ 450 เฮิรตซ์ มอดูเลตกับ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ และเริ่มหมุนหน้าปัทม์ไม่ว่าจะหมุนเลขใด จะทำให้เกิดพัลส์จำนวนเท่ากับเลขที่หมุน เพื่อส่งไปยังชุมสาย ทำให้อุปกรณ์ภายในชุมสายต่อไปยังเลขหมายที่ต้องการ)

2. การส่งเลขหมายแบบโทนเสียง (tone dialling)



รูปที่ 2.8 แป้นกดแบบความถี่คู่ พร้อมความถี่ประจำแถว และหลัก

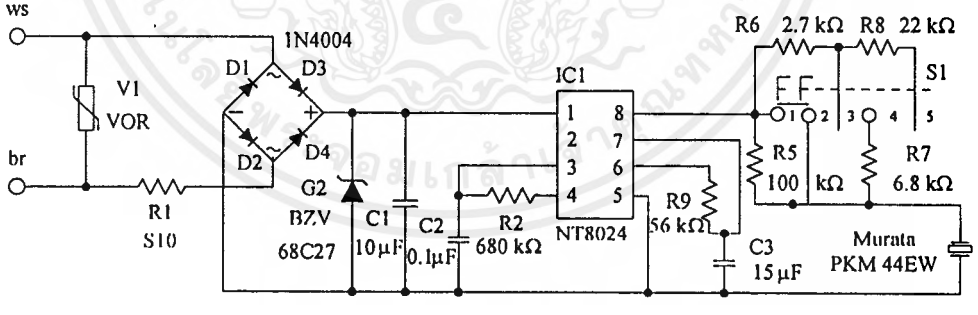
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันโทรศัพท์ส่วนใหญ่ จะใช้การส่งเลขหมายด้วยระบบความถี่คู่ ซึ่งจะมีการถอดรหัสดังกล่าวโดยอุปกรณ์ภายในชุมสาย ระบบสัญญาณความถี่คู่ จะมีความถี่คู่ทั้งหมด 16 ชุด ดังรูปที่ 2.8 มีปุ่มกด 16 ปุ่ม แสดงเลข 0 ถึง 9 และสัญลักษณ์ * และ # ปุ่มที่ไม่ปรากฏในเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปคือปุ่ม A, B, C, และ D เมื่อเรากดเลขใดๆ หนึ่งปุ่ม จะทำให้เกิดความถี่ 2 ความถี่ขึ้นในคู่สายโทรศัพท์ โดยความถี่ดังกล่าวจะเป็นการรวมกันของความถี่ประจำแถว และความถี่ประจำหลัก ความถี่กลางของแถว และหลักมีการกำหนดเป็นมาตรฐานนานาชาติ ซึ่งในแต่ละประเทศอาจใช้ช่วงเบี่ยงเบนของความถี่ที่แตกต่างกันไป

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

3. ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจากชุมสาย (ringing)

ส่วนรับสัญญาณเรียกจากชุมสายแบบอิเล็กทรอนิกส์ริงเกอร์ (เสียงผู้เรียก) (Electronic Ringer (Tone Caller)) ส่วนของริงเกอร์ (Ringer) จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ แทนการใช้กระดิ่ง วงจรแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ส่วนรับสัญญาณเรียกจากชุมสายแบบอิเล็กทรอนิกส์ริงเกอร์ (เสียงผู้เรียก)

แรงไฟสลับ 25 เฮิรตซ์ ของสัญญาณเรียกจะถูกนำมาแปลงให้เป็นแรงไฟกระแสตรง พร้อมทั้งลดขนาดของแรงดันลง โดยซีเนอร์ไดโอด (zener diode) แรงไฟตรงนี้จ่ายให้กับไอซีกำเนิดความถี่ 2 ความถี่ ซึ่งจะส่งสลับกัน ด้วยความถี่ประมาณ 10 เฮิรตซ์ สัญญาณ 2 ความถี่นี้จะป้อนไปยังตัวทรานดิวเซอร์ (transducer) เสียงที่ได้ยินเป็นเสียงรัวของ 2 ความถี่ สวิตช์เป็นสวิตช์เลื่อนปรับความดังของเสียง

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ขั้นตอนการทำงานโทรศัพท์

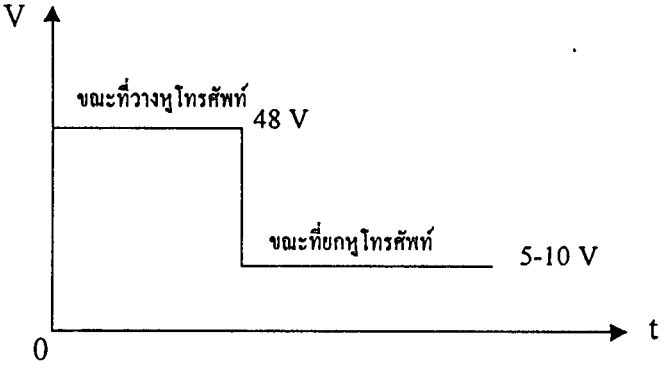
ขั้นตอนการทำงานโทรศัพท์แบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ ผู้เรียก กับผู้ถูกเรียก สรุปพอสังเขปได้ดังนี้

2.3.1 กรณีผู้เรียก (Calling subscriber)

ขณะที่หูโทรศัพท์วางอยู่นั้นจะมีไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลต์ และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้น ไฟฟ้ากระแสตรงที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลต์ จะลดลงมาเหลือ 5-10 โวลต์ ดังรูปที่ 2.10 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชุมสายย่อย ขณะเดียวกันจะมีสัญญาณส่งมาจากชุมสาย ซึ่งเสียงที่ได้ยิน คือ สัญญาณให้หมุน (dial tone) แสดงว่าพร้อมที่หมุนหมายเลขได้ ถ้าเลขหมายที่ถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณไม่ว่าง (busy tone) ในกรณีที่คู่สายที่ถูกเรียกว่าง คือ ชุมสายต้องต่อเลขหมายที่จะเรียกให้ ดังนั้น ผู้เรียกจะได้ยินเสียงเรียกดัง 1 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สัญญาณนี้เรียกว่าริงกิ้งโทน (ringing tone) หรือคอลลิ่งโทน (calling tone) แสดงว่า เลขหมายที่เรียกไปว่างพร้อมที่จะพูดได้ ให้คอยจนกว่าฝ่ายถูกเรียกจะยกหู

2.3.2 กรณีผู้ถูกเรียก (Called subscriber)

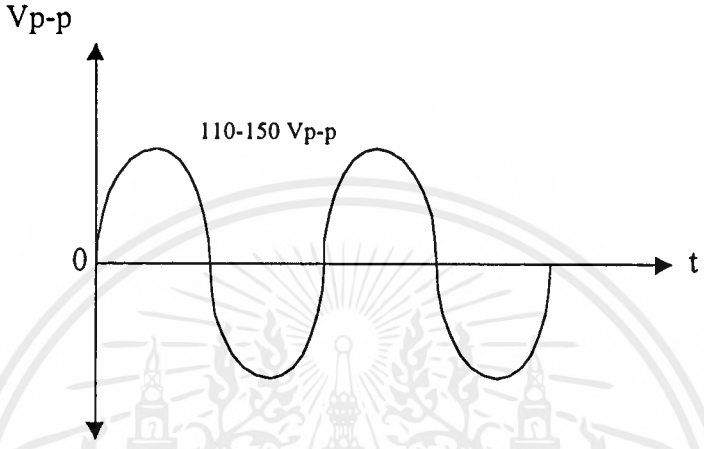
ขณะที่คู่สายว่างนั้นจะมีกระแสไฟฟ้าตกคร่อมคู่สาย +48 โวลต์ และเมื่อมีการเรียกมายังเลขหมายของผู้ถูกเรียก ชุมสายจะทำการต่อให้ และส่งสัญญาณเรียก (ringing) เป็นแรงดันไฟสลับประมาณ 110-150 โวลต์ และขณะเดียวกันชุมสายจะส่งสัญญาณตอบกลับ (ring back tone) ซึ่งดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที สลับกันไป และเมื่อผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์



รูปที่ 2.10 ไฟฟ้ากระแสตรงที่เลี้ยงคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้วงจรภายในของเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งมีอิมพีแดนซ์ประมาณ 600 โอห์ม ต่อเข้ากับชุมสาย และในขณะเดียวกันชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณเรียก และทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ให้



รูปที่ 2.11 สัญญาณเรียกซึ่งเป็นสัญญาณซายน์มีความถี่ 20-25 Hz

2.4 ความถี่มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์

สัญญาณต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ที่ส่งมายังสมาชิกผู้ใช้ แจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าควรทำอย่างไรเมื่อได้รับสัญญาณแต่ละชนิด สัญญาณที่จำเป็นประกอบด้วย

1. สัญญาณให้หมุน ใช้แสดงให้ผู้เรียกได้ทราบว่าขณะนี้ผู้เรียกสามารถที่จะติดต่อไปยังผู้ถูกเรียกได้ ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่ต่อเนื่องกันมีความถี่ 400 เฮิรตซ์

2. สัญญาณไม่ว่าง ใช้แสดงให้ผู้เรียกได้ทราบว่าเครื่องโทรศัพท์หมายเลขที่จะติดต่อด้วยไม่ว่าง ควรจะว่างหูสักระยะก่อนที่จะทำการหมุนหมายเลขใหม่ ขนาดของสัญญาณจะเป็นสัญญาณที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ เป็นช่วงๆ คือ ดัง 0.3 วินาที หยุด 0.3 วินาที

3. สัญญาณตอบกลับ ใช้แสดงให้ผู้ใช้ได้ทราบว่าสามารถติดต่อกับผู้เรียกได้แล้ว แต่อยู่ในระหว่างรอการยกหูโทรศัพท์ โดยลักษณะของสัญญาณจะดังเป็นช่วงๆ คือ ดัง 1 วินาที และหยุด 4 วินาที โดยมีความถี่ 400 เฮิรตซ์

4. สัญญาณเรียก ใช้พร้อมกับสัญญาณตอบกลับ เมื่อมีสัญญาณเรียกดัง จะมีสัญญาณตอบกลับดังพร้อมๆ กัน แต่สัญญาณเรียกนี้จะมีแรงดันมาก เพื่อที่จะทำให้กระดิ่งในเครื่องรับโทรศัพท์ดังขึ้น โดยมีความถี่ 20-25 เฮิรตซ์ และมีแรงดันอยู่ในช่วง 110-150 โวลต์

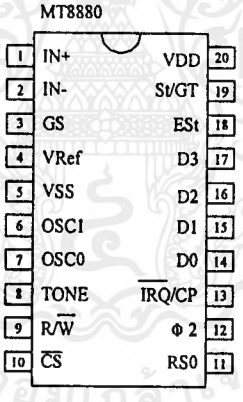
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

สัญญาณความถี่คู่เป็นสัญญาณการเข้ารหัสความถี่คู่ของหมายเลขโทรศัพท์ หรือที่เรียกว่าโทรศัพท์แบบปุ่มกด นอกจากโทรศัพท์แบบปุ่มกดแล้ว ปุ่มความถี่คู่ยังมีใช้ในเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล ซึ่งสามารถนำส่วนนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้เช่นเดียวกับโทรศัพท์แบบปุ่มกด

2.5.1 การเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่

การเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ จะใช้วงจรรวม เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่สร้างจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ไอซีเบอร์ MT8880 ส่วนประกอบที่สำคัญของวงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ประกอบด้วย



รูปที่ 2.12 รายละเอียดของไอซี MT8880

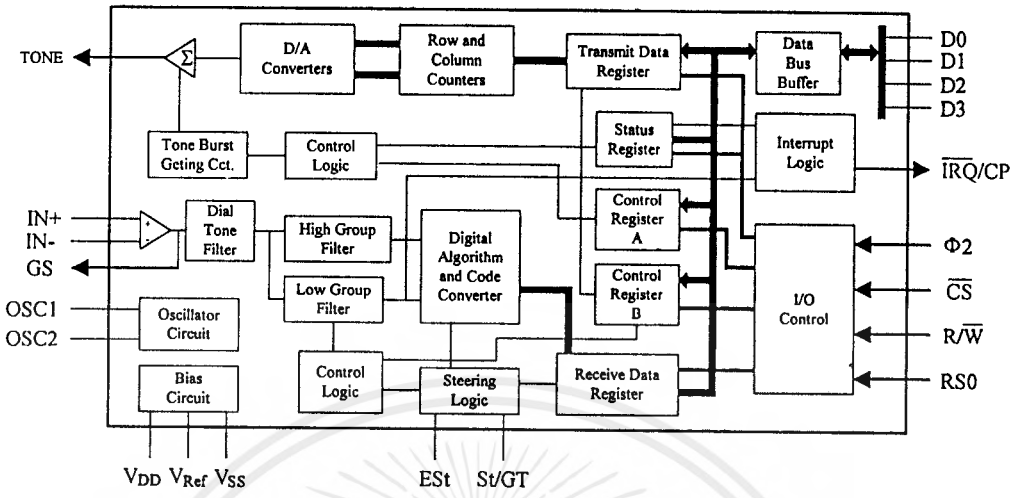
1. ออสซิลเลเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดความถี่หลักให้กับวงจรภายในตัวไอซี โดยต่อคริสตอลเข้ากับขาไอซีเบอร์ MT8880

2. วงจรนับ และถอดรหัส จะทำหน้าที่นับความถี่จากออสซิลเลเตอร์ที่ได้จากการกดปุ่มความถี่คู่จากภายนอกตัวไอซี

3. วงจรรวม จะทำหน้าที่รวมสัญญาณความถี่แอนะลอกที่ด้านสูง และด้านต่ำเข้าด้วยกัน โดยเกิดเป็นความถี่ใหม่ก่อนที่จะส่งออกภาคเอาต์พุต

4. ภาคเอาต์พุต จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณจากวงจรรวม ก่อนส่งออกไปภายนอกของตัวไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 วงจรภายในของไอซี MT8880

2.5.2 การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่เป็นกระบวนการแปลงสัญญาณความถี่ที่ เกิดจากการกดปุ่มความถี่คู่ ซึ่งเป็นสัญญาณแอนะลอกให้กลับกลายมาเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ที่ใช้ในโครงงานจะเป็นไอซี เบอร์ MT8880 ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานดังนี้

1. ภาคกรองความถี่ (filter section)

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่แยกสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามาจากภายนอกออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่ 6 อันดับ ชนิดสวิตซ์คาปาซิเตอร์แบนด์พาสฟิลเตอร์

2. ภาคถอดรหัส (decoder section)

ความถี่คู่ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสที่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่า เป็นความถี่คู่ หรือไม่ สัญญาณที่ขา ESt (Early Steering) จะแอคตีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้ จากความถี่คู่

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่ม ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้น วงจรจะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้น ไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้ โดยการต่อตัวความต้านทาน และตัวคาปาซิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าที่ขา ESt ซึ่งเมื่อขา ESt ได้รับลอจิก 1 จะทำให้โวลต์เตจตกคร่อมตัวเก็บประจุมีค่าสูงขึ้น ตัวเก็บประจุจะคายประจุ ทำให้แรงดันสูงถึงค่าเทรสโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงทำการถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)

วงจรส่วนอินพุตของไอซีเบอร์ MT8880 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยการต่ออุปกรณ์เพิ่มจากภายนอก

5. ภาคออสซิลเลเตอร์ (oscillator)

ในส่วนนี้ภายในตัวไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.579545 เมกกะเฮิรตซ์ สามารถใช้งานได้ทันที

2.6 สัญญาณนาฬิกาแบบฐานเวลาจริง

การนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้งานที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องเวลานั้น สัญญาณนาฬิกาแบบฐานเวลาจริงเหมาะที่จะใช้กับงานลักษณะนี้ เพราะว่าสามารถบอกได้ทั้งวัน, เดือน, ปี, วันในรอบสัปดาห์, ชั่วโมง, นาที, วินาที ในการติดต่อกับสัญญาณนาฬิกาแบบฐานเวลาจริงนั้น เปรียบเสมือนการติดต่อกับพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต คือ สามารถเขียนข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่เบอร์พอร์ตของสัญญาณนาฬิกาแบบเวลาจริง ตัวนับเวลาภายในจะเดินตามเวลาที่ตั้งไว้

ไอซีที่ทำหน้าที่เป็นนาฬิกาที่สามารถส่งข้อมูลเวลาในขณะใดๆ ไปให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เวลาที่ได้จากวิธีนี้จะเป็นเวลาจริงๆ ที่เดินอยู่ตลอดเวลาอย่างเที่ยงตรง ไอซีที่ทำหน้าที่ดังกล่าวนี้ ปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ แต่เบอร์ที่ใช้งานได้ง่าย และสะดวกที่สุด คือ ไอซี RTC (Real Time Clock) ของบริษัทเดร์ลาสเซมิคอนดักเตอร์ เบอร์ DS1202 (Serial Timekeeper Chip)

ไอซีเบอร์ DS1202 นี้มีความเที่ยงตรงในการทำงานสูงมาก สามารถนำมาต่อร่วมกับระบบ เพื่อบอกเวลาให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้สะดวก เพราะว่าใช้จำนวนสายในการติดต่อระหว่างตัวไอซีเองกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 3 เส้น เท่านั้น เนื่องจากไอซีสัญญาณนาฬิกาแบบฐานเวลาจริงเบอร์นี้ใช้การติดต่อรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

2.6.1 คุณสมบัติของไอซีเบอร์ DS1202 มีดังนี้

1. ระดับสัญญาณทีทีแอล TTL compatible (VCC = 5 โวลต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำหน้าที่นับวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ของเดือน เดือน ปี รวมทั้งคำนวณปีอธิกสุรทิน ให้เองโดยอัตโนมัติ
3. มีหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์ สำหรับเก็บข้อมูลทั่วๆ ไป ส่วนใหญ่ไว้เก็บข้อมูลที่ต้องการสำรองในขณะที่ไม่มีพลังงานจ่ายให้แก่ระบบ
4. ใช้การติดต่อแบบอนุกรม จึงใช้จำนวนสายในการเชื่อมต่อกับระบบเพียง 3 เส้น เท่านั้น
5. ใช้แรงดันไฟเพียง 2.0 ถึง 5.5 โวลต์ และใช้กระแสเพียง 300 นาโนแอมแปร์ ที่ระดับแรงดัน 2.0 โวลต์
6. การโอนย้ายข้อมูลสามารถกระทำได้ทั้งในแบบครั้งละ 1 ไบต์ (single byte) หรือครั้งละหลายๆ ไบต์ (multiple byte หรือ burst mode) ไม่ว่าจะเป็นการเขียน หรืออ่านข้อมูล
7. ช่วงอุณหภูมิในการใช้งานกว้างมากระหว่าง -40 องศาเซลเซียส ถึง 88 องศาเซลเซียส

การเชื่อมต่อไอซีเบอร์ DS1202 เข้ากับระบบ ใช้การติดต่อแบบอนุกรมชนิดการสื่อสารอนุกรมซิงโครนัส (Synchronous Serial Communication) ขาที่ต้องใช้ในการรับส่งข้อมูล คือ ขา RST (Reset), I/O (Data line), SCLK (Serial clock) การรับส่งข้อมูลสามารถกระทำได้ทั้งแบบทีละไบต์ หรือรับส่งกันคราวละหลายไบต์

2.6.2 โครงสร้างของไอซี เบอร์ DS1202

โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ DS1202 ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้ คือ

1. ชิพรีจิสเตอร์ (Shift Register) ทำหน้าที่เก็บเวลาของไอซี ในขณะปัจจุบันจำนวน 8 ตัว คือ รีจิสเตอร์ 0, รีจิสเตอร์ 1, รีจิสเตอร์ 2, รีจิสเตอร์ 3, รีจิสเตอร์ 4, รีจิสเตอร์ 5, รีจิสเตอร์ 6, รีจิสเตอร์ 7 รีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัวนี้ สามารถเข้าถึงได้เสมือนเป็นหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่ง

2. คอนโทรลลอจิก (Control logic) การรับ หรือส่งข้อมูลระหว่างไอซี DS1202 ในตอนเริ่มต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งข้อมูลเพื่อกำหนดการทำงานให้แก่ไอซี DS1202 เสียก่อน ข้อมูลที่ไอซี DS1202 ได้รับในตอนเริ่มต้นนี้ มีขนาด 1 ไบต์ และเนื่องจากข้อมูลในไบต์นี้ เป็นตัวกำหนดการทำงานของไอซี DS1202 แต่ละบิทในไบต์นี้ มีความแตกต่างกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.1 MSB (บิท 7) ต้องเป็น 1 เสมอ ถ้าเป็น 0 การทำงานต่อจากนี้จะถูกหยุดไว้หมด

2.2 บิท 6 ถ้าเป็น 0 จะระบุว่าต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลา (clock /calendar register) ดังนั้น ข้อมูลที่รับส่งกันจะเป็นเวลา หากบิทนี้มีค่าเป็น 1 จะระบุว่าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ

2.3 บิท 1 ถึง 5 เป็นตัวระบุตำแหน่งหน่วยความจำ (ทั้งหน่วยความจำที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลา และหน่วยความจำทั่วไป) ที่ต้องการเข้าถึง ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งควบคุมด้วยบิท 0

2.4 บิท 0 จะระบุว่าเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูล ถ้าเป็น 0 หมายถึงการเขียนข้อมูลลงไปในไอซี หากเป็น 1 หมายถึงการอ่านข้อมูลจากไอซี

2.5 ออสซิลเลเตอร์ (oscillator) ไอซี DS1202 ใช้คริสตอลความถี่ 32.768 กิโลเฮิรตซ์ เป็นตัวกำหนดคาบเวลาในการทำงาน คริสตอลความถี่ 32.762 กิโลเฮิรตซ์ สามารถต่อโดยตรงเข้ากับขา X1 และขา X2 ของไอซี DS1202 ได้เลย โดยค่าอิมพีแดนซ์ของตัวคริสตอลเองควรเป็นค่าคาปาซิแตนซ์ (CL) ขนาด 6 พิโกฟารัด

2.6 หน่วยความจำแบบแรม (RAM) ไอซี DS1202 มีหน่วยความจำรวมทั้งสิ้น 32 ตำแหน่ง โดยประกอบขึ้นจากรีจิสเตอร์ 8 ตำแหน่ง และหน่วยความจำ 24 ตำแหน่ง

2.7 โครงสร้างชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ (8952)

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) คือไมโครคอนโทรลเลอร์แบบที่มีขนาดเล็ก โดยบรรจุไว้ในแผงวงจรรวม เหมาะสมสำหรับงานควบคุมอุปกรณ์แบบอัตโนมัติ เพราะว่าผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ตามต้องการ

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

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่น ซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายใน และหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1. หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30133

2. หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (program memory) ขนาด 4 กิโลไบต์
3. หน่วยความจำข้อมูลภายใน (data memory) ขนาด 128 ไบต์
4. อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์
5. อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์
6. หน่วยความจำโปรแกรม และข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
7. มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิท) แยกกันอย่างอิสระ
8. มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิท 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด
9. มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : UART) รับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ
10. รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง
11. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน
12. นำข้อมูลมา AND, OR หรือทำ complement ได้ทั้งแบบ 8 บิท และ 1 บิท

2.7.1 โครงสร้างของ MCS-51

ภายใน MCS-51 ประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

โครงสร้างของ MCS-51 จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. ซีพียู (CPU: Central Processing Unit)

ส่วนนี้ทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุม ในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (control unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, อุปกรณ์รับข้อมูลเข้า หรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจาก ซีพียูนี้ ทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณ ที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วน ทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในซีพียูยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ, บวก, คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2. หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้า และออกจากหน่วยความจำ จำเป็นต้องรู้ตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า การเขียนข้อมูล และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิท ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

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

2. ข้อมูลที่อ่าน หรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่าน หรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3. อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device)

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

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

2. ไทม์เมอร์/เคาว์เตอร์ 0 (Timer/Counter 0) และไทม์เมอร์/เคาว์เตอร์ 1 (Timer/Counter 1) เป็นวงจรนับที่สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับ และอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พอร์ตอนุกรม (Serial Port) ซีพียูจะอ่าน และเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรม เป็นแบบ 8 บิท แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิทออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาทีละบิททางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิท เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไป

ใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

2.7.2 โครงสร้างชุดควบคุม ANT-3172

ในโครงงานนี้ ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลของโปรแกรม เพื่อใช้ในการประมวลผลทั้งหมดจะใช้บอร์ด ANT-3172 ซึ่งจะเป็นบอร์ดคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ภาษาแอสแซมบลี MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงานหรือเป็นส่วนประมวลผลของโครงงาน

ส่วนประกอบต่างๆ ของบอร์ด ANT-3172

1. ซีพียู (CPU) ใช้เบอร์ 80C31 ของบริษัทอินเทล ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2. หน่วยความจำ (ROM) ที่ใช้ในวงจรจะใช้ EPROM เบอร์ 27C256 มีขนาด 32 กิโลไบต์ ซึ่งจะอยู่ที่ตำแหน่ง 0000 ถึง 7FFFH

3. หน่วยความจำ (RAM) ที่ใช้ในวงจรจะใช้ RAM เบอร์ 6264 มีขนาด 8 กิโลไบต์ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลอยู่ที่ตำแหน่ง 8000 ถึง F7FFH

4. พอร์ต ประกอบด้วย จำนวนอินพุต/เอาท์พุต ดังนี้ 12 บิทของพอร์ตซีพียู และ 72 บิทของพอร์ต 8255 ทั้ง 3 ตัว พร้อมด้วย LCD พอร์ต ที่สามารถต่อกับ LCD โมดูล ได้โดยตรง

5. วงจรตรวจสอบ และวงจรป้องกัน เพื่อป้องกันบอร์ดเกิดการหยุดชะงัก ในขณะที่ทำงานอยู่ ในสภาวะสิ่งแวดล้อมต่างๆ กัน

6. มีไอซี DS1202 ของบริษัทเดร์ลาสเซมิคอนดักเตอร์ เป็นตัวผลิตฐานเวลา อินเตอร์เฟสกับซีพียูโดยตรง

7. การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม และแบบขนานใช้ไอซีเบอร์ DS5000

8. แหล่งจ่ายไฟฟ้าดีซี 5 โวลต์ 220 มิลลิแอมป์ จากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 หลักการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถจะสั่งงาน และควบคุมการทำงาน โดยใช้สัญญาณความถี่คู่ ซึ่งสัญญาณส่วนนี้จะถูกส่งออกจากเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ ส่วนเครื่องรับจะรับสัญญาณความถี่คู่ เพื่อนำมาถอดรหัสเป็นคำสั่ง โดยใช้ส่วนประมวลผลแปลรหัสที่รับเข้ามาออกเป็นคำสั่งแล้วนำไปควบคุม โดยประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

2.8.1 ส่วนรับสัญญาณความถี่คู่

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับสัญญาณอินพุต และรับสัญญาณความถี่คู่เข้ามาถอดรหัสเป็นสัญญาณดิจิตอล และจะทำการส่งไปให้ส่วนประมวลผล โดยส่วนที่กำเนิดสัญญาณความถี่คู่ได้มาจากโทรศัพท์ ดังนั้น ในการรับสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามาจะมีการเลือกรับสัญญาณ ซึ่งพิจารณาจากช่วงเวลาการใช้งาน

2.8.2 ส่วนประมวลผล

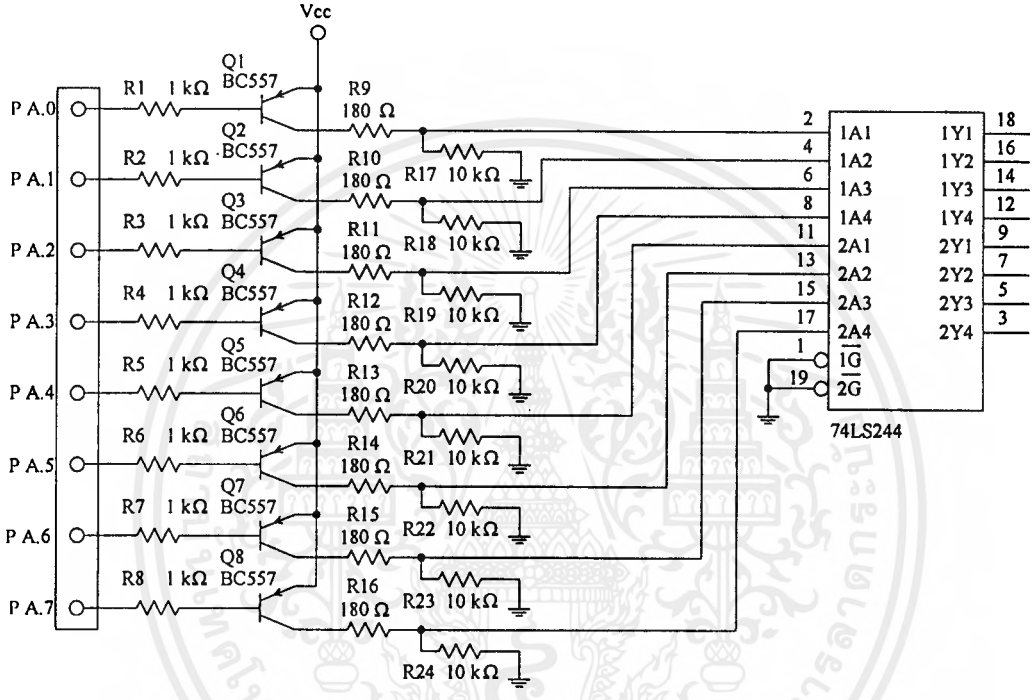
วงจรสมบูรณ์ของบอร์ดควบคุม หัวใจสำคัญของบอร์ดควบคุมจะอยู่ที่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ซึ่งภายในจะมีอีพรอมที่ได้ทำการโปรแกรมเอาไว้ เพื่อใช้งานกับการควบคุม โดยเฉพาะขาข้อมูลของ 8031 นั้น ถูกมัลติเพล็กซ์รวมอยู่กับขาตำแหน่ง และขาพอร์ต P0 ด้วย ซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ DS1202 ของบริษัทเดอร์ลาสเซมิคอนดักเตอร์ เป็นตัวผลิตฐานเวลา อินเตอร์เฟสกับซีพียูโดยตรง อินพุต/เอาท์พุตมีดังนี้ 12 บิทของพอร์ตซีพียู และ 72 บิทของพอร์ต 8255 ทั้ง 3 ตัว มีหน่วยความจำได้ 2 ตัว ใช้งานได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ พร้อมด้วย LCD พอร์ต ที่สามารถต่อกับ LCD โมดูล ได้โดยตรง

2.8.3 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 16 ช่อง โดยจะควบคุมการป้อนแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้น จึงต้องใช้วงจรเปิด-ปิดไฟฟ้าที่มีขนาดแรงดัน 220 โวลต์ ในขณะที่ส่วนประมวลผลซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้สัญญาณเป็นแบบลอจิก เพื่อป้องกันความเสียหายของส่วนอื่นๆ จากแรงดันไฟฟ้าขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

220 โวลต์ จึงควรนำเอาส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแยกออกจากส่วนประมวลผล ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถสั่งการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 16 ตัว โดยแต่ละตัวนั้นจะเป็นอิสระแยกจากกัน



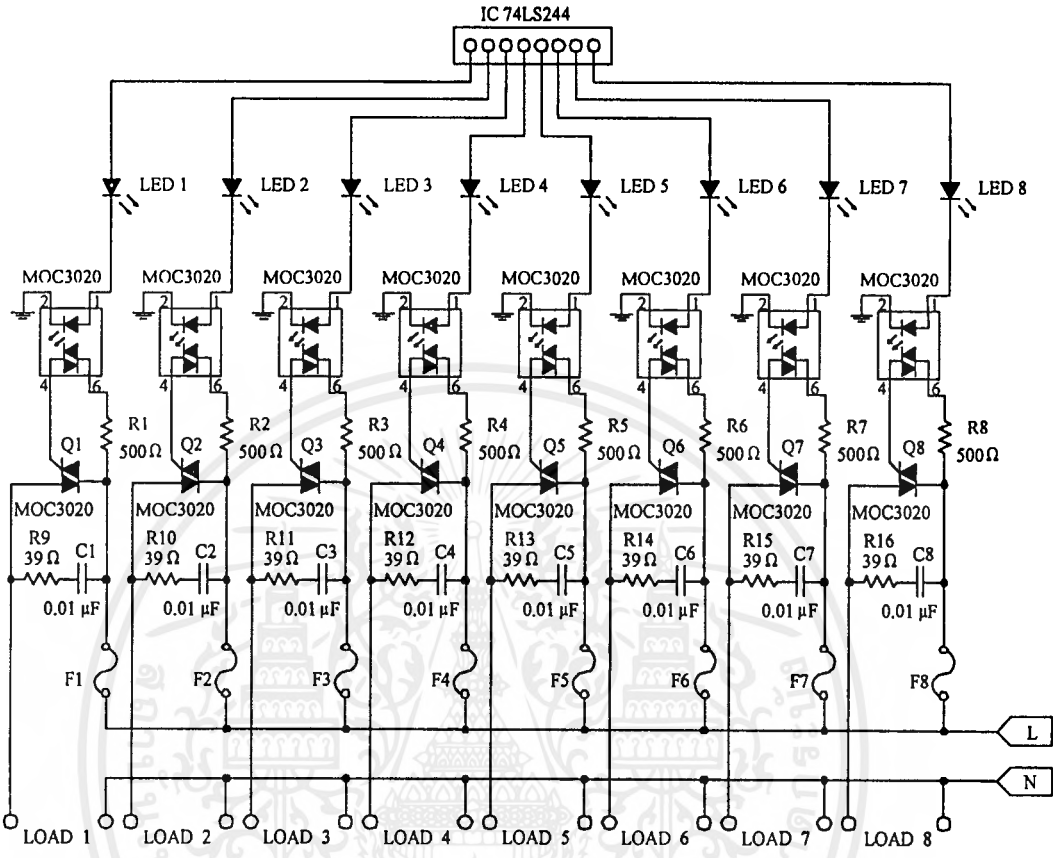
รูปที่ 2.14 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.14 ไอซีเบอร์ 74LS244 ทำหน้าที่เป็นวงจรบัฟเฟอร์ โดยได้รับอินพุตจากตัวความต้านทาน R17 ถึง R24 จากชุดเชื่อมต่อ ส่วนเอาต์พุตของไอซีจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับส่วนแสดงผล คือ LED (Light Emitting Diode) ซึ่ง LED จะเป็นตัวบอกถึงสถานะการใช้งานของอุปกรณ์ในแต่ละช่อง คือ สภาวะที่ LED สว่าง หมายถึง การเปิด และสภาวะที่ LED ดับ หมายถึง การปิด ในแต่ละช่องนั้น

ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

วงจรในส่วนนี้ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อใช้งาน โดยใช้สัญญาณควบคุมจากส่วนประมวลผลมาควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.15 จะเห็นว่าวงจรควบคุมไม่สามารถจ่ายกำลังงานให้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยตรง จึงต้องใช้วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่จ่ายกำลังงานให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยการควบคุมจากสัญญาณที่ส่งผ่านออกมาจากส่วนประมวลผลส่งให้ชุดเชื่อมต่อผ่านไอซีเบอร์ 74LS244 ซึ่งเป็นวงจรบัฟเฟอร์ที่ทำหน้าที่ขยายกระแสผ่านส่วนแสดงผลมาไบอัสที่ออปโต้ไดแอค

เพื่อที่ต้องการแยกส่วนควบคุมที่เป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งจะได้เอาต์พุตที่เป็นกระแสสลับใช้เป็นสัญญาณกระตุ้นที่ขาเกตของไตรแอคทำงาน และจ่ายกระแสให้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ขณะที่มีการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำให้เกิดกระแสไหลสูงชั่วขณะ ซึ่งอาจจะทำให้ไตรแอคเสียหายได้จึงต่อความต้านทานค่า 39 โอห์ม และตัวเก็บประจุค่า 0.01 ไมโครฟารัด ทุกช่องที่ใช้งานเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 หลักการทำงานของระบบควบคุมการแสดงผล

อุปกรณ์ส่วนใหญ่จะมีส่วนแสดงผล เพื่อติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถควบคุม และใช้งานได้สะดวกขึ้น ส่วนแสดงผลอาจจะเป็นไฟบอกสถานะอย่างง่ายๆ หรืออาจเป็นจอแสดงผลที่สามารถแสดงข้อความเป็นตัวอักษรได้ LCD ส่วนใหญ่จะประกอบเป็นโมดูล เพื่อให้สะดวกในการใช้งาน

2.9.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ LCD (Liquid Crystal Display)

LCD เป็นจอแสดงผลที่สามารถแสดงข้อความที่เป็นตัวเลข, ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่นๆ สาเหตุที่มีการนำ LCD ไปใช้งานกันมาก เนื่องจากความสะดวกความสมบูรณ์ของข้อความ

แผงของ LCD จะประกอบด้วยเซกเมนต์แสดงผลขนาดเล็กจำนวนมาก ในเซกเมนต์จะบรรจุชั้นของเหลวเป็นแผนบางๆ อยู่ระหว่างชั้นของแก้วของเหลวนี้ เป็นสารประกอบทำงานโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้ามาควบคุมการทำงาน หรือการแสดงผลของ LCD เกิดขึ้นเนื่องจากการควบคุมแรงดันที่ตกคร่อมตัวมัน เช่น ถ้าให้แรงดันตกคร่อมเซกเมนต์ จะเกิดสีดำหรือทึบแสง แต่ถ้าเอาแรงดันนั้นออก เซกเมนต์นั้นจะสว่าง หรือโปร่งแสง ด้วยวิธีการจ่าย แรงดัน และงดจ่ายแรงดันนี้ เพียงพอที่จะควบคุมการแสดงตัวเลข, ตัวอักษร และสัญลักษณ์ต่างๆ ได้ และจากสาเหตุที่จอ LCD ใช้แรงดันควบคุม ดังนั้น จึงกินกำลังงานต่ำ และขนาดเล็กแบนราบ

จอแสดงผล LCD นั้น มีให้เลือกใช้หลายขนาด แต่ที่นิยมใช้กันมากเป็นแบบ 1×16 (1 แถว 16 ตัวอักษร), 2×16 (2 แถว 16 ตัวอักษร) และ 2×20 (2 แถว 20 ตัวอักษร) ส่วน ถ้าเป็นจอแสดงผลขนาดใหญ่สามารถแสดงตัวอักษรได้ถึง 80 ตัวอักษร ซึ่งอาจต้องมีวงจรขับ หรือชิพคอนโทรลเลอร์เพิ่มขึ้น เพื่อใช้ร่วมกับ HD44780 ที่ต่อสายสัญญาณ 14 เส้นได้

คอนโทรลเลอร์ HD44780 เป็นคอนโทรลเลอร์แบบยึดติดผิวหน้าขนาด 80 ขา จากฮิตาชิ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานต่างๆ ให้จอ LCD ซึ่งได้ความนิยมเป็นอย่างมาก โดยมีสัญญาณติดต่อกับภายนอกเพียง 14 เส้น ซึ่งการทำงานของ HD44780 ต้องอาศัยเวลา และการนำไปใช้งานจริง

โมดูลของ LCD บางรุ่นอาจจะมี 1 แถว หรือมากกว่า การแสดงผลของจอ LCD จะอยู่ในรูปเมตริกซ์ เช่น บางรุ่นแสดงเมตริกซ์ที่มีขนาดกว้าง 5 เซกเมนต์ สูง 8 เซกเมนต์ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรุ่น HD44780 สามารถควบคุมการแสดงผลได้สูงถึง 11 เซกเมนต์ ซึ่งเป็นผลดีกับการแสดงตัวอักษรบางตัว เช่น g, p และ q ตัวอักษรจะถูกสร้างโดยการปรับตำแหน่งแต่ละเซกเมนต์ให้เหมาะสม เช่น ตัวอักษร L จะสร้างจากแนวตั้ง 1 แถว และแนวนอน 1 แถว

ตารางที่ 2.1 ขาสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ขา	สัญลักษณ์	หน้าที่
1	Vss	กราวด์
2	Vdd	+5 โวลต์
3	Vo	ปรับความสว่างด้วยแรงดัน (0-5 โวลต์)
4	RS	เลือกรีจิสเตอร์ (0=รีจิสเตอร์คำสั่ง หรือแฟลกแสดงสภาวะการทำงาน และตัวนับแอดเดรส; 1=รีจิสเตอร์ข้อมูล)
5	R/$\overline{W}$	เลือกการอ่าน หรือเขียน (0=เขียน; 1=อ่าน)
6	E	อีนาเบิลการอ่าน หรือเขียน LCD
7	D0	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิทน้อยที่สุด
8	D1	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิทที่ 2
9	D2	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิทที่ 3
10	D3	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิทที่ 4
11	D4	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิทที่ 5
12	D5	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิทที่ 6
13	D6	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิทที่ 7
14	D7	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิทสูงสุด

ตารางที่ 2.1 แสดงขาสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากว่าการควบคุม LCD ต้องการเวลา เพื่อรอทำงานตามคำสั่ง หรือรอรับสัญญาณ ดังนั้นถ้าใช้กับคอมพิวเตอร์จะต้องพิจารณาเรื่องเวลาด้วย แต่การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถต่อโดยตรงได้ไม่ต้องมีอุปกรณ์อื่นมาต่อเพิ่ม หรือถ้ามีก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอแสดงผล LCD จะใช้ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ ป้อนให้ที่ขา Vdd ซึ่งตัวมันกินกระแสเพียงไม่กี่มิลลิแอมป์ ส่วนขา Vo ต่อเพื่อปรับมุมมองการแสดงผลให้เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลของแสงในขณะนั้นด้วย รวมไปถึงตำแหน่งการติดตั้งและอุณหภูมิ

โมดูลของ LCD แบ่งออกเป็นแบบสะท้อนกลับ (reflective) แบบนี้จะไม่ใช้ แหล่งกำเนิดแสงทางด้านหลัง ส่วนอีกแบบหนึ่งคือแบบส่งผ่าน (transmissive) แบบนี้ต้องใช้แหล่งกำเนิดแสงจากด้านหลัง หรือไม่ใช้ก็ได้ โดยสามารถต่อสวิตช์เข้ากับแหล่งกำเนิดแสง เวลาจะใช้แหล่งกำเนิดแสงก็เปิด หรือถ้าไม่ต้องการใช้ก็ปิดตามต้องการ

2.9.2 คอนโทรลเลอร์ และการควบคุม

HD44780 เป็นตัวควบคุมขนาดเล็ก ที่คล้ายกับคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมการทำงานต่างๆ เช่น เคลียร์หน้าจอแสดงผล, เขียนตัวอักษร, เลือกตำแหน่งที่จะแสดงผล และอ่านข้อมูลจากจอแสดงผล

หน่วยความจำภายใน HD44780 มี 2 ชนิด คือ Character Generator (CG) ROM และ Character-Generator (CG) RAM

1. CGROM ใช้สำหรับเก็บตัวอักษรเกือบ 200 รูปแบบ เช่น ตัวอักษรภาษาอังกฤษ, ตัวเลขเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์, สัญลักษณ์พิเศษ และอักษรญี่ปุ่น ซึ่งจะกำหนดในรอมไว้แล้ว ไม่สามารถแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงได้

2. CGRAM ใช้เก็บตัวอักษรที่ผู้ใช้ออกแบบขึ้นเอง เช่น โลโก้, สัญลักษณ์พิเศษ อักษรกราฟฟิกง่ายๆ ที่สามารถออกแบบบนเมตริกซ์ขนาด 5×8 ได้ อักษรที่เขียนขึ้นนี้จะเขียนครั้งละ 5 บิท หลายๆ คำ แต่ละคำจะแทนรูปแบบเซกเมนต์ 1 แถว แล้วเก็บไว้ใน CGRAM รูปแบบอักษรนี้จะหายไป เมื่อปิดเครื่อง และเมื่อจะใช้งานต้องเรียกข้อมูลมาใหม่ หลังจากเปิดเครื่อง

อักษรใน CGROM และ CGRAM เป็นอักษรขนาด 8 บิท (0 ถึง FFH) ซึ่งบางตำแหน่งไม่ได้ใช้ ตำแหน่งที่ใช้กันมากจากช่วง 21H ถึง 7DH ซึ่งจะตรงกับตำแหน่งรหัสแอสกีบนคอมพิวเตอร์ เช่น A จะถูกเก็บไว้ที่ตำแหน่ง 41H และ B จะเก็บไว้ที่ตำแหน่ง 42H เป็นต้น โดยตำแหน่งจะถูกเก็บอยู่ในเลขฐาน 16

ไอซี HD44780 มีรีจิสเตอร์ 2 ตัว คือ รีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register) ซึ่งใช้สำหรับเก็บรหัสของคำสั่ง และรีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register) ซึ่งใช้สำหรับเก็บรหัสอักษรเมื่อต้องการเขียน หรืออ่านข้อมูลจากไอซีจะต้องเลือกใช้รีจิสเตอร์ให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

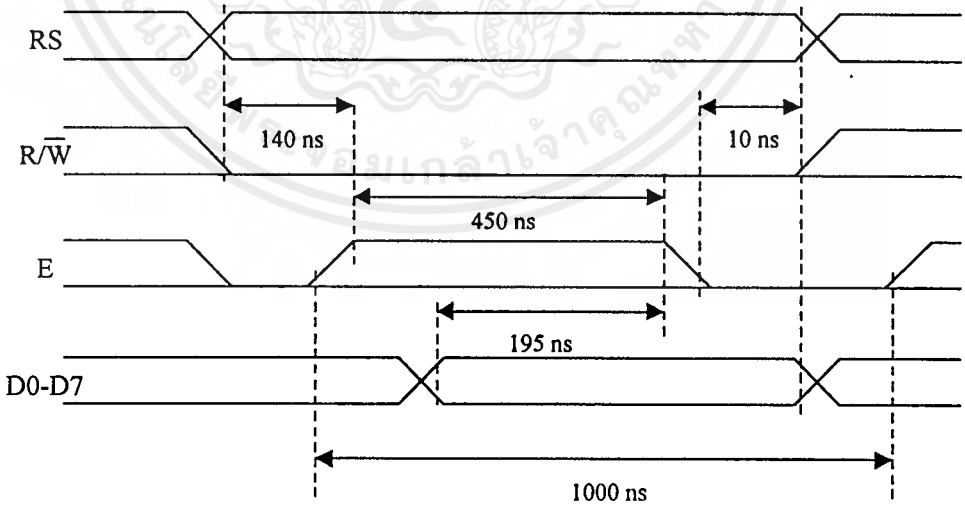
หน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผล Display Data (DD) RAM จะเก็บรหัสตัวอักษร ขนาด 8 บิท ได้มากกว่า 80 ตัวอักษรไว้ในแต่ละตำแหน่ง โดยรหัสของตัวอักษร ที่เก็บไว้ใน DDRAM จะกำหนดว่าให้แสดงอักษรที่ตำแหน่งไหน

ในกรณีที่ LCD มี 2 แถว (ถ้าต้องการลบแถวแรก) การทำงานจะทำการเลื่อนตำแหน่งซ้ายสุดของแถวบน ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สูงก่อน และตำแหน่งต่อไปก็จะเลื่อนตามมา จนกว่าจะหมดแถวที่ 1

แต่ละครั้งที่ทำการเขียนอักษรลงในตำแหน่งของ DDRAM แต่ละตำแหน่งจะเพิ่มตำแหน่งขึ้นโดยอัตโนมัติ ตามลำดับของการเขียนตัวอักษร ยกเว้นกรณีที่ผู้ใช้กำหนดตำแหน่งที่จะเขียนข้อมูลเองในบางครั้ง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากว่าแถวที่ 2 เริ่มที่ตำแหน่ง 40H ดังนั้น ถ้าหากผู้ใช้ต้องการให้แสดงที่แถวที่ 2 จะต้องอ้างตำแหน่งให้ถูกต้องด้วย

ในจอแสดงผลขนาดเล็กจะไม่มี DDRAM เนื่องจากว่า DDRAM เป็นแรมที่ใช้สำรองไว้ให้ผู้ใช้เลือกใช้ตามวัตถุประสงค์

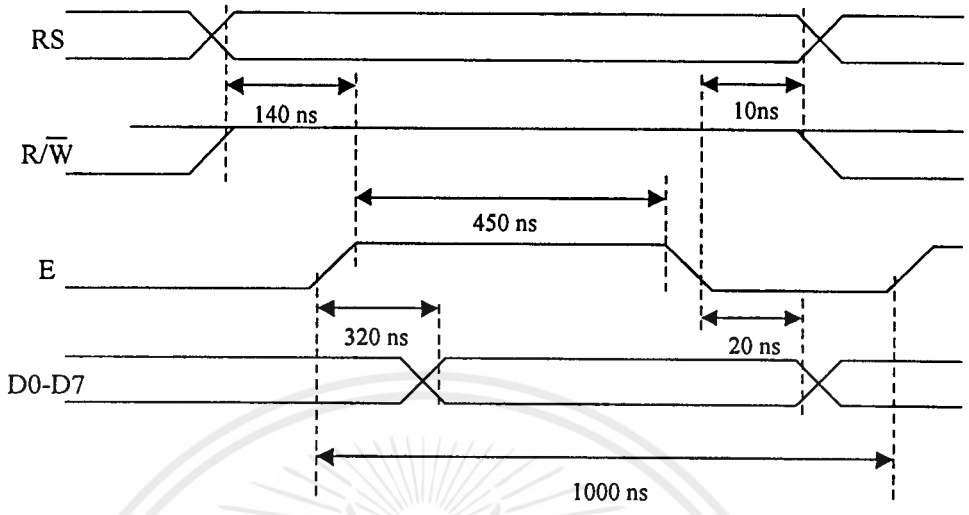
2.9.3 การอ่าน และเขียน



(ก) เป็นการเขียนข้อมูลลงบนโมดูล LCD

รูปที่ 2.16 ผังเวลาการเขียน และการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) เป็นการอ่านข้อมูลจากบนโมดูล LCD

รูปที่ 2.16 (ต่อ) ผังเวลาการเขียน และการอ่านข้อมูล

รูปที่ 2.16 แสดงผังเวลาของการประมวลผลคำสั่ง ในการอ่าน และเขียนข้อมูลกับ LCD ขั้นตอนของการเขียนเริ่มจากมีสัญญาณ RS เข้ามา และให้สัญญาณ R/W มีสถานะเป็น LOW หลังจากนั้นประมาณ 140 นาโนวินาที สัญญาณอีนาเบิลจะมีสถานะเป็น HIGH และคงสถานะอยู่อย่างน้อย 450 นาโมวินาที เพื่อที่จะให้ขาข้อมูล (D_0-D_7) ส่งข้อมูลอย่างน้อย 195 นาโนวินาที ก่อนที่สัญญาณอีนาเบิลจะเป็น LOW อีกครั้ง

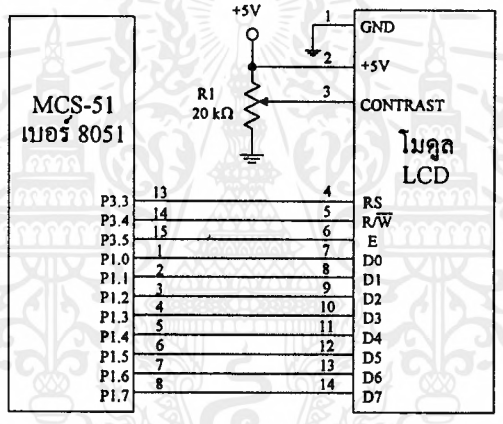
ส่วนขั้นตอนในการอ่านข้อมูลจะคล้ายกับการเขียน แต่สัญญาณ R/W จะเป็น HIGH ส่วนสัญญาณข้อมูล (D_0-D_7) จะทำงานหลังจากสัญญาณอีนาเบิลเป็น HIGH แล้วประมาณ 320 นาโนวินาที

ไอซี HD44780 จะไม่ทำคำสั่งใหม่ที่เข้ามา จนกว่าจะทำคำสั่งที่ทำงานอยู่ขณะนั้นเสร็จก่อน ซึ่งในกรอบแยกที่ 1 จะแสดงเวลาที่มากที่สุด ที่แต่ละคำสั่งใช้ในการประมวลผล แต่ถ้าใช้ภาษาเบสิก หรือภาษาระดับสูง ในการโปรแกรม ค่าเวลาเหล่านี้อาจไม่ต้องใส่ใจกับมันมากนัก เพราะว่าตัวโปรแกรมจะเข้าถึงคำสั่งโดยอัตโนมัติอยู่แล้ว ถ้าหากต้องการใช้ชุดโมดูล LCD รับคำสั่งต่อมา อาจทำได้โดยเขียนโปรแกรมหน่วงเวลา หลังจากทำคำสั่งเหล่านั้น หรืออาจจะอ่านแฟลกว่าง (บิท 7) ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 การเชื่อมต่อ

โมดูลของ LCD สามารถที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้หลายเบอร์ รูปที่ 2.7 แสดงการเชื่อมต่อโมดูล LCD เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 โดยมีหน้าที่การทำงานของแต่ละขาดังนี้ คือ ขา 1 ต่อกราวด์ ขา 2 ต่อไฟ +5 โวลต์ ขา 3 ต่อกับตัวความต้านทานปรับค่าได้แบบโพเทนชิโอมิเตอร์ เพื่อปรับความเข้ม และความสว่าง ขา 4, 5 และ 6 ใช้ต่อสัญญาณควบคุม ซึ่งในที่นี้ใช้พอร์ต 3 ของ 8051 เป็นตัวควบคุม ส่วนบัสข้อมูล (Data Bus) ที่ขา 7 ถึงขา 14 จะต่อกับพอร์ต 1 ของ 8051 เพื่ออ่าน และเขียนข้อมูลลงไปบนโมดูล LCD



รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ตัวอย่างการเขียนตัวอักษร Z (SAH) ให้ออกจอแสดงผลกรณีที่ใช้บิทข้อมูลขนาด 8 บิท จะใช้คำสั่งดังนี้ คือ

RS	R/$\overline{W}$	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	1	0	1	1	0	1	0

ส่วนกรณีที่ใช้แบบ 4 บิท จะใช้คำสั่งเหมือนกัน แต่จะต้องป้อนออกไป 2 ครั้งดังนี้ คือ

RS	R/$\overline{W}$	D_7	D_6	D_5	D_4
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างการต่อโมดูลในรูปที่ 2.17 ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเป็นภาษาแอสแซมบลีได้ ดังในกรอบแยกที่ 2 ซึ่งจะใช้กับโมดูล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 2 แถว และโปรแกรมจะแสดงข้อความ READY ที่จอแสดงผล ในโปรแกรม ยังได้อธิบายการทำงานของแต่ละคำสั่ง เพื่อให้ผู้ใช้ได้เข้าใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับภาษาอื่น หรือกับฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ ได้

จากตัวอย่างโปรแกรมหลังจากส่งสัญญาณอีนาเบิล, RS และ R/W ออกไปเคลียร์หน้าจอ LCD เรียบร้อยแล้ว ต่อไปเป็นคำสั่งที่ส่งไปเพื่อกำหนดว่าเป็นการเชื่อมต่อข้อมูลขนาด 8 บิท ทั้งหมดอีก 3 คำสั่งพร้อมๆ กับค่าหน่วงเวลาทุกคำสั่ง โดยค่าหน่วงเวลาจะใช้เพียง 15 มิลลิวินาที ก็เพียงพอแล้ว ค่าหน่วงเวลานี้จะต้องส่งออกไปด้วยทุกครั้งในระหว่างการทำ คำสั่ง ค่าหน่วงเวลานี้จะต้องส่งออกไปด้วยทุกครั้ง แม้ว่าความกว้างของข้อมูลจะเป็น 4 บิท ก็ตาม

ในตัวอย่างเป็นการใส่รหัสของอักษรไว้ที่รีจิสเตอร์ R_0 แล้วให้แสดงผลคำว่า READY! ที่จอ LCD โดยการเรียกใช้โปรแกรมย่อย WRITECHAR หลังจากเก็บค่าตัวอักษรที่ส่งออกไปไว้ที่รีจิสเตอร์ R_0 โปรแกรมย่อย WRITECHAR จะเรียกโปรแกรมย่อย BUSYWAIT ก่อน แล้วจะกลับมาทำคำสั่งของมันต่อไป ซึ่งจะให้สัญญาณ R/W เป็น LOW ส่วนสัญญาณ RS เป็น HIGH แล้วนำรหัสที่เก็บอยู่ในรีจิสเตอร์ R_0 ส่งไปที่ D_0 ถึง D_7 โดยให้สัญญาณอีนาเบิลเป็น HIGH ก่อน แล้วเป็น LOW เพื่อเขียนรหัสตัวอักษรไปยัง DDRAM ให้ออกไปแสดงผลที่จอ LCD

โปรแกรมย่อย WRITEINST ก็เป็นเช่นเดียวกัน เพียงแต่ว่า สัญญาณ RS จะเป็น LOW ก่อนที่จะส่งรหัสอักษรออกไปยัง D_0 ถึง D_7

โปรแกรมย่อย BUSYWAIT จะใช้ตรวจสอบรีจิสเตอร์แฟลกที่บิท D_7 โดยส่งสัญญาณ RS เป็น LOW ส่วนสัญญาณ R/W และอีนาเบิลจะเป็น HIGH เมื่อตรวจสอบพบว่าบิท D_7 เป็น LOW สัญญาณอีนาเบิลจะเป็น LOW และจะกลับไปทำโปรแกรมย่อยเดิมอีกครั้ง การเชื่อมต่อสัญญาณที่แสดงในรูปที่ 2.17 นั้น ไม่ได้หมายความว่าจะต่อลักษณะนี้ได้เท่านั้น แต่สามารถที่จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นก็ได้ เช่น ตระกูล 6800 ซึ่งจะต่อผ่านพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง หรืออาจจะต่อผ่าน 8255 หรือไอซี PPI เบอร์อื่นก็ได้

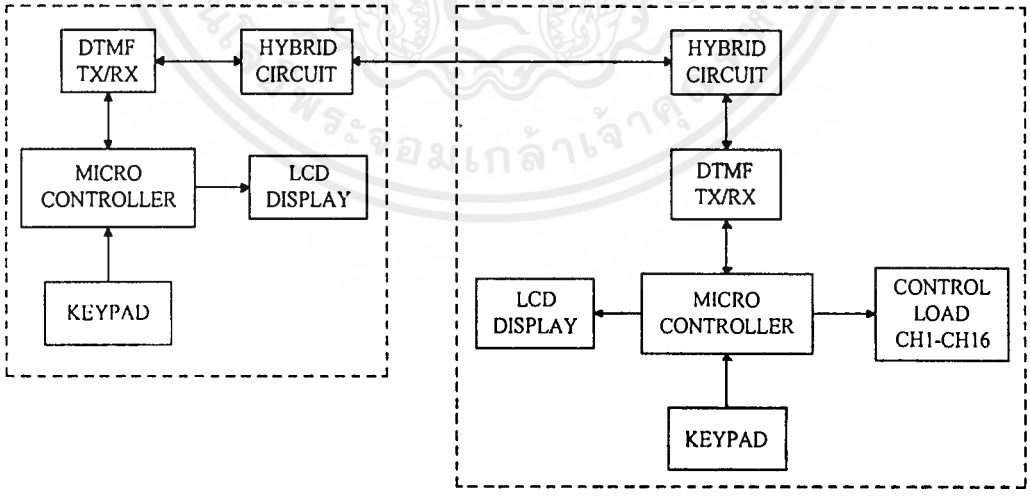
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

การออกแบบปริญญานิพนธ์นี้ แยกเป็นสองภาค คือ ส่วนของภาคส่ง และส่วนของภาครับ ซึ่งส่วนของภาคส่งแบ่งได้เป็นส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์ ส่วนของฮาร์ดแวร์ได้แก่ ภาคส่ง และรับสัญญาณความถี่คู่ ภาคแสดงผลที่หน้าปัทม์ ในส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับภาคการประมวลผล ซึ่งจะประกอบด้วยวงจรต่างๆ เพื่อให้การทำงานได้อย่างสมบูรณ์

ส่วนของภาครับแบ่งได้เป็นส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์เช่นเดียวกัน ส่วนของฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ภาคส่งและรับสัญญาณความถี่คู่, ภาคแสดงผลที่หน้าปัทม์ และภาคควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ในส่วนของซอฟต์แวร์เป็นส่วนเกี่ยวข้องกับภาคการประมวลผล ซึ่งจะประกอบด้วยวงจรในส่วนต่างๆ เพื่อให้การทำงานได้สมบูรณ์ โดยการทำงานของวงจรในแต่ละส่วนมีดังนี้

3.1 หลักการทำงาน



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของระบบควบคุมเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้ LCD แสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรูปที่ 3.1 เป็นผังการทำงานของระบบควบคุม เครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวแสดงผล ซึ่งมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

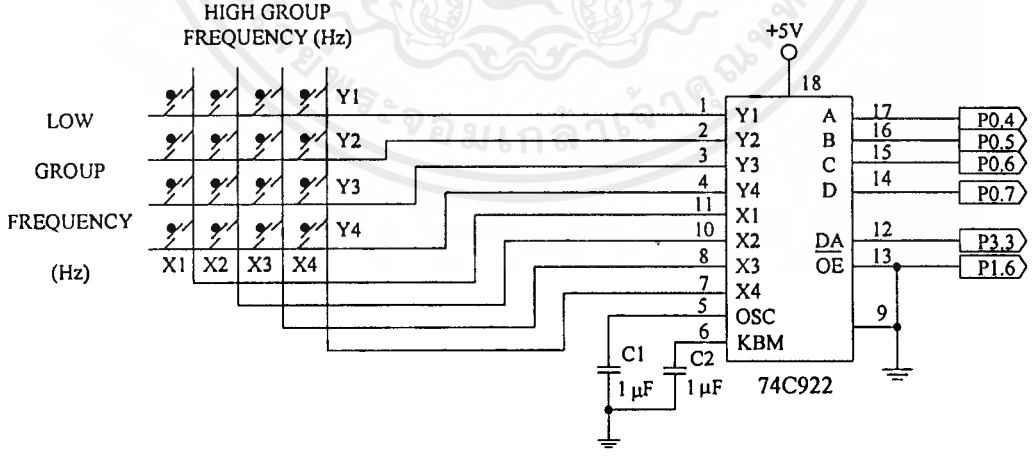
ภาคส่งโดยมีส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ จากนั้นส่งข้อมูลเข้าไปที่ส่วนประมวลผล เพื่อการนำไปแสดงผล และส่งออกไปยังส่วนเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ หลังจากนั้นสัญญาณจะถูกเข้ารหัสส่งไปยังส่วนเชื่อมต่อไปยังคู่สายโทรศัพท์เข้าสู่ภาครับต่อไป

ภาครับ โดยมีส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ส่งไปยังส่วนเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ สัญญาณจะถูกนำมาถอดรหัสออกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมี 2 สภาวะ คือ 0 และ 1 หลังส่งไปประมวลผล จากนั้นส่งไปยังส่วนแสดงผล และส่วนควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป

3.2 ภาคส่ง

3.2.1 ส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์

วงจรในส่วนนี้ทำหน้าที่เข้ารหัสของคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์ จากคีย์บอร์ดแบบ 16 คีย์ เพื่อแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล ส่งให้ส่วนประมวลผล



รูปที่ 3.2 ส่วนเข้ารหัสคีย์บอร์ด

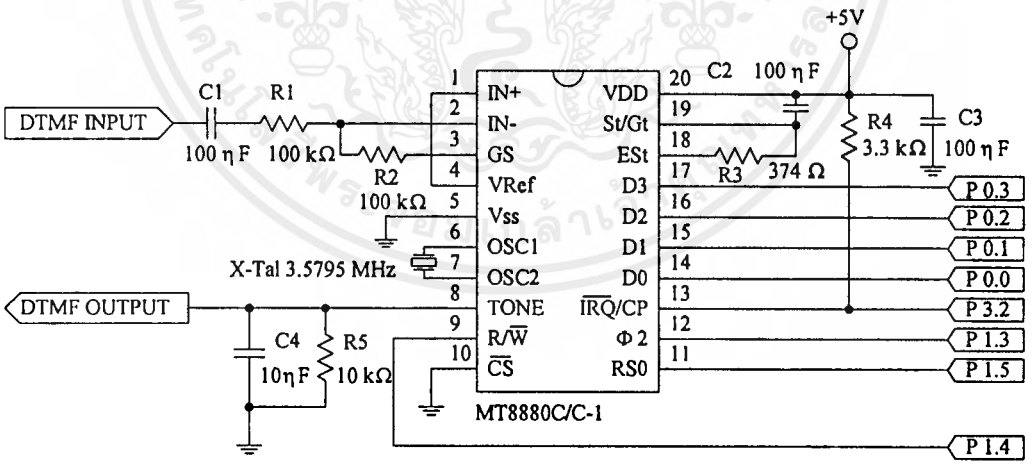
จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรเข้ารหัสคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์ ใช้ไอซีเบอร์ 74C922 สำหรับคีย์บอร์ดแบบ 4×4 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8952 โดยเข้ารหัสของการกดคีย์ แต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คีย์เป็นตัวเลขฐานสอง 4 บิท (0000-1111) โดยอัตโนมัติ ส่วนที่ต่อกับคีย์บอร์ด มี 4 อินพุต คือ Y1-Y4 และ 4 เอาต์พุต คือ X1-X4 และได้ข้อมูลรหัสออกมา 4 เอาต์พุต คือ A, B, C และ D เมื่อคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกด ที่ขา DA (Data Available) จะส่งสัญญาณ 0 ออกมา ซึ่งสามารถนำสัญญาณนี้ไปใช้สำหรับการอินเตอร์รัพต์ เพื่อบ่งบอกการกดคีย์ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ สัญญาณที่ได้จากส่วนนี้จะส่งไปยังขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ต 3.3 วงจรนี้จะไม่ทำงาน จนกระทั่งเมื่อขา QE เป็น 0 ข้อมูลเอาต์พุตจึงจะออกทางขา A, B, C และ D ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถอ่านค่าได้ C1 และ C2 ที่ต่ออยู่กับขา OSC และ KBM ตามลำดับ ทำให้ไอซีเบอร์ 74C922 ไม่สนใจการกดคีย์ในช่วงเวลา 10 มิลลิวินาทีแรก แต่หลังจากนั้นจะแลตช์ข้อมูล และทำให้ที่ขา DA มีค่าเป็น 0 ในลักษณะที่คล้ายกัน จะหน่วงเวลาก่อนที่จะตรวจสอบการกดคีย์ครั้งต่อไป

3.2.2 วงจรเข้ารหัส และถอดรหัสความถี่คู่

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่เข้ารหัส และถอดรหัสความถี่คู่ เพื่อส่ง และรับสัญญาณความถี่คู่จากวงจรแปลงสัญญาณผ่านคู่สายโทรศัพท์ และทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ และเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ เพื่อส่ง และรับให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.3 วงจรเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

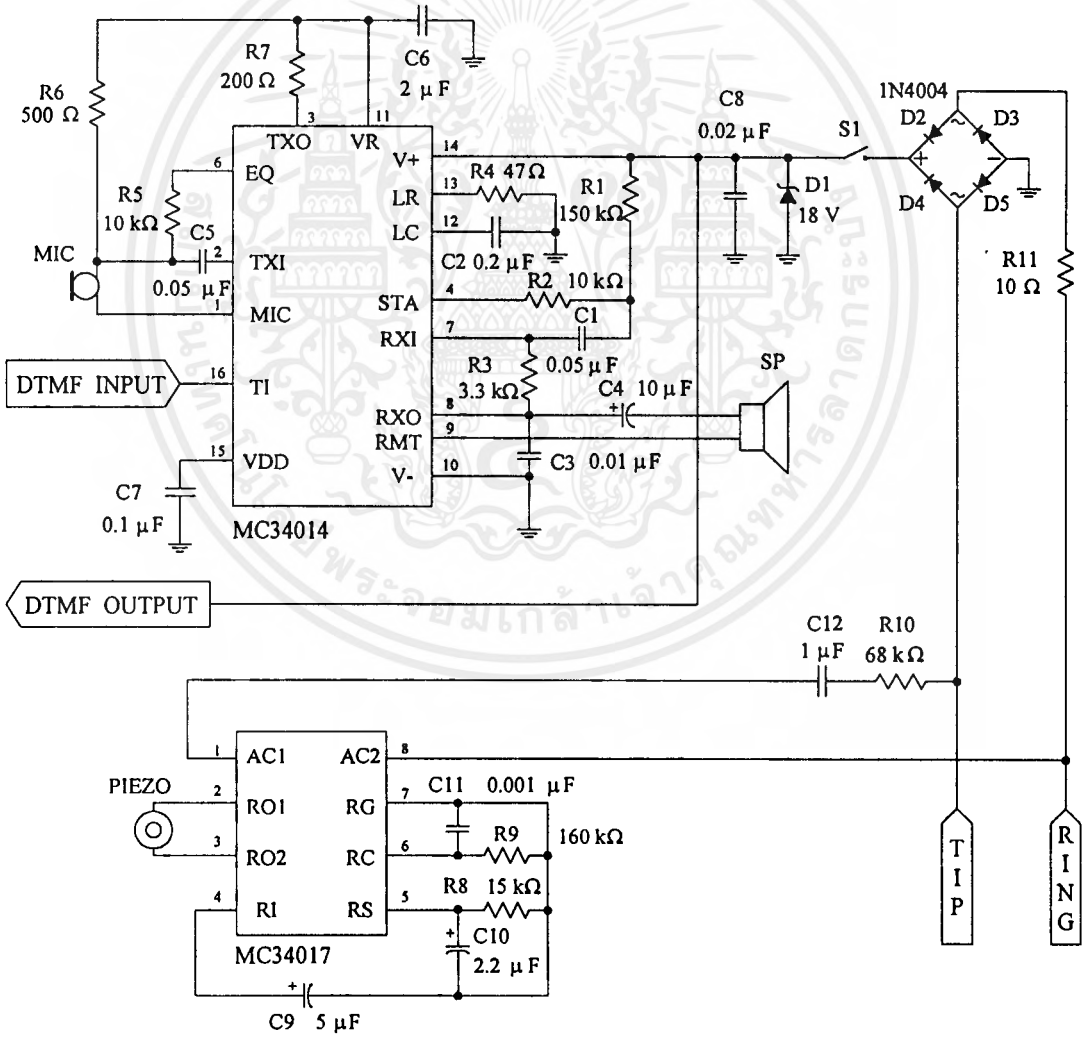
จากรูปที่ 3.3 C1 เป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณความถี่คู่ ผ่าน R1 และ R2 ซึ่งอัตราการขยายของวงจรสามารถกำหนดได้ โดยค่าความต้านทานทั้งสองตัวนี้ โดยใช้อัตราการขยายเท่ากับหนึ่ง โดยเอาต์พุตที่ได้ออกมาทางขา D_0, D_1, D_2 และ D_3 ซึ่งต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ต 0.0, 0.1, 0.2 และ 0.3 และยังสามารถส่งสัญญาณความถี่คู่ออกไปทางขาโทน (TONE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะรับข้อมูลทางขา D_0, D_1, D_2 และ D_3 ซึ่งได้รับสัญญาณมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ตดังที่ได้กล่าวไปแล้ว การกำหนดให้ไอซีเบอร์ MT8880 ทำหน้าที่เป็นการเข้ารหัส และถอดรหัสกำหนดได้จากขา R/W, RS0, ∅2, และที่ขา IRQ/CP ที่ต่ออยู่กับพอร์ต 1.4, 1.5, 1.3 และที่พอร์ต 3.2 ตามลำดับ

3.2.3 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ และตอบสนองสัญญาณกระดิ่ง

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ และส่งสัญญาณความถี่คู่ไปยังคู่สายโทรศัพท์



รูปที่ 3.4 วงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.4 ในสภาวะปกติ สวิตช์ S1 จะอยู่ในลักษณะเปิดวงจร ทำให้เมื่อมีสัญญาณเรียกผ่านเข้ามา ไอซีเบอร์ MC34017 จะทำงาน โดยจะรับแรงดันจากคู่สายโทรศัพท์ผ่านทางขา AC1 และ AC2 และจะแสดงผลออกเป็นเสียงสัญญาณกระดิ่งออกทางลำโพงเปียซ์โซ เมื่อสวิตช์ S1 อยู่ในสภาวะปิดวงจร จะทำให้ชุดสายโทรศัพท์รับรู้ถึงการยกหูโทรศัพท์ได้ จึงเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์กับวงจรทางภาคส่งได้ สัญญาณที่ได้จากคู่สายโทรศัพท์ผ่านวงจรบริดจ์ ซึ่งประกอบด้วย D_2, D_3, D_4 และ D_5 ซึ่งทำหน้าที่เรียงสัญญาณแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรง โดยมี D_1 จำกัดแรงดันให้ไม่เกิน 18 V และ C8 กรองแรงดันให้เรียบขึ้น เพื่อป้อนให้กับไอซีเบอร์ MC34014 ซึ่งทำหน้าที่รับ และส่งสัญญาณออกไปให้กับ ไอซี MT8880 ทางขา TI และ V+ ตามลำดับ นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นวงจรส่ง และรับสัญญาณเสียงพูดได้อีกด้วย

3.2.4 ส่วนประมวลผล

ส่วนประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานส่วนของภาคส่งออกทางโทรศัพท์ ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8952 และใช้โปรแกรมภาษาแอสแซมบลีเป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงานของวงจร ซึ่งมีโปรแกรมที่สำคัญดังต่อไปนี้

3.2.4.1 โปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่าน

เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ ซึ่งเป็นข้อมูลตัวเลขฐานสอง 4 บิท โปรแกรมจะรับรหัสที่ป้อนเข้ามาเปรียบเทียบกับรหัสเดิมที่มีอยู่ เพื่อเข้าสู่การทำงานขั้นตอนต่อไป

3.2.4.2 โปรแกรมควบคุมการแสดงผล

เป็นส่วนที่จะนำข้อมูลสภาวะของแต่ละช่อง หลังจากมีการเชื่อมต่อกับภาครับแล้ว ซึ่งส่วนประมวลผลจะส่งสัญญาณไปที่ส่วนแสดงผล

3.2.4.3 โปรแกรมตรวจสอบปุ่มกด

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบการกดปุ่มจากส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ เพื่อเลือกขั้นตอนการทำงานให้สอดคล้องกับเวลา และกำลังงานของหลอดไฟฟ้า ซึ่งมีโปรแกรมย่อย 3 ส่วน ได้แก่

1. โปรแกรมเปิด-ปิดช่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โปรแกรมในส่วนนี้จะรอรับรหัสสั่งงานจากส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ เพื่อเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์ที่จอแสดงผล เพื่อทำการเปิดหรือปิดช่องนั้นๆ (แม้จะมีการตั้งเวลาปิดไว้ก็ตาม) เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

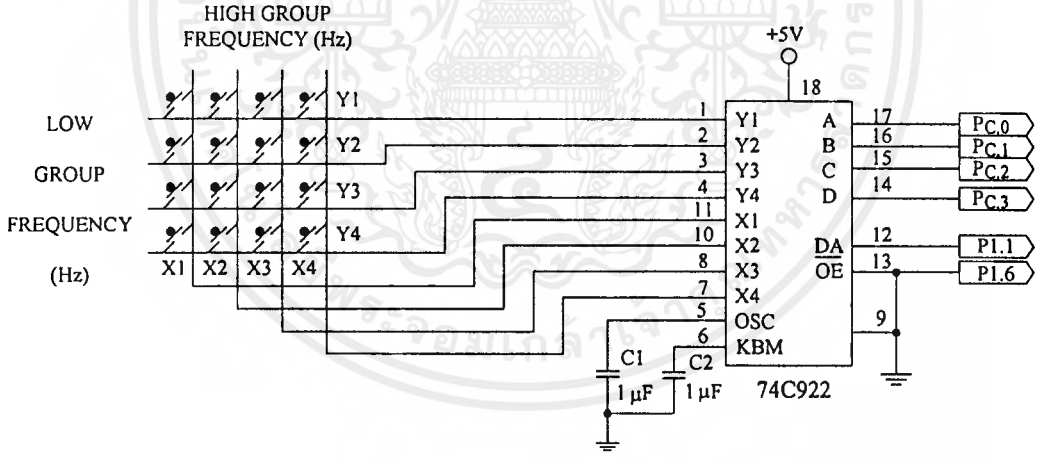
2. โปรแกรมตั้งเวลาเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า โปรแกรมส่วนนี้จะทำหน้าที่ตั้งเวลา ซึ่งจะรับคำสั่งจากส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ เพื่อเปลี่ยนแปลงเวลาการเปิดหรือปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จอแสดงผล

3. โปรแกรมควบคุมกำลังงานของหลอดไฟฟ้า โปรแกรมส่วนนี้จะทำหน้าที่ควบคุมกำลังงานของหลอดไฟฟ้า ซึ่งจะรับคำสั่งจากส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ เพื่อปรับความสว่างของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเลือกได้เป็น 0 ถึง 15 ระดับ

3.3 ภาครับ

3.3.1 ส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์

วงจรในส่วนนี้ทำหน้าที่เข้ารหัสของคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์จากคีย์บอร์ดแบบ 16 คีย์ เพื่อแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล ส่งให้ส่วนประมวลผล



รูปที่ 3.5 ส่วนเข้ารหัสคีย์บอร์ด

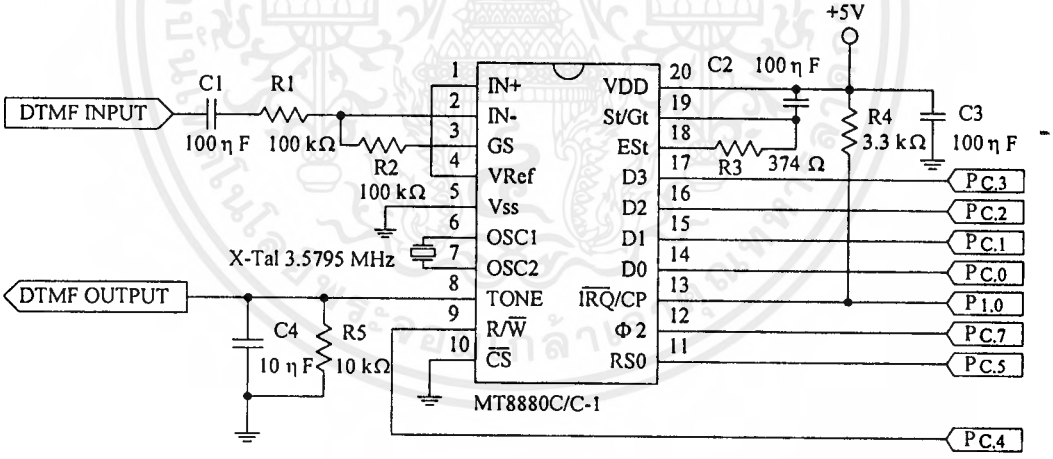
จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรเข้ารหัสคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์จะใช้ไอซีเบอร์ 74C922 สำหรับคีย์บอร์ดแบบ 4×4 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8952 โดยจะเข้ารหัสของการกดคีย์ แต่ละคีย์เป็นตัวเลขฐานสอง 4 บิท (0000-1111) โดยอัตโนมัติ ส่วนที่ต่อกับคีย์บอร์ด จะมี 4 อินพุต คือ Y1-Y4 และ 4 เอาต์พุต คือ X1-X4 และได้ข้อมูลรหัสออกมา 4 เอาต์พุต คือ A, B, C, และ D เมื่อคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกด ที่ขา DA (Data Available) จะส่งสัญญาณ 0 ออกมา

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการแสวงหาผลประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสามารถนำสัญญาณนี้ไปใช้สำหรับการอินเตอร์รัพต์ เพื่อบ่งบอกการกดคีย์ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ สัญญาณที่ได้จากส่วนนี้จะส่งไปยังขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ต 1.1 วงจรนี้จะยังไม่ทำงานจนกระทั่งเมื่อขา OE เป็น 0 ข้อมูลเอาต์พุตจึงจะออกทางขา A, B, C และ D ซึ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถอ่านค่าได้ C1 และ C2 ที่ต่ออยู่กับขา OSC และ KBM ตามลำดับ ทำให้ไอซีเบอร์ 74C922 ไม่สนใจการกดคีย์ในช่วงเวลา 10 มิลลิวินาทีแรก แต่หลังจากนั้นจะแลตช์ข้อมูล และทำให้ที่ขา DA มีค่าเป็น 0 ในลักษณะที่คล้ายกันจะหน่วงเวลาก่อนที่จะตรวจสอบการกดคีย์ครั้งต่อไป

3.3.2 ส่วนเข้ารหัส และถอดรหัส

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่เข้ารหัส และถอดรหัสความถี่คู่ เพื่อส่ง และรับสัญญาณความถี่คู่จากวงจรแปลงสัญญาณผ่านคู่สายโทรศัพท์ และทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ และเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ เพื่อส่ง และรับให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.6 วงจรเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

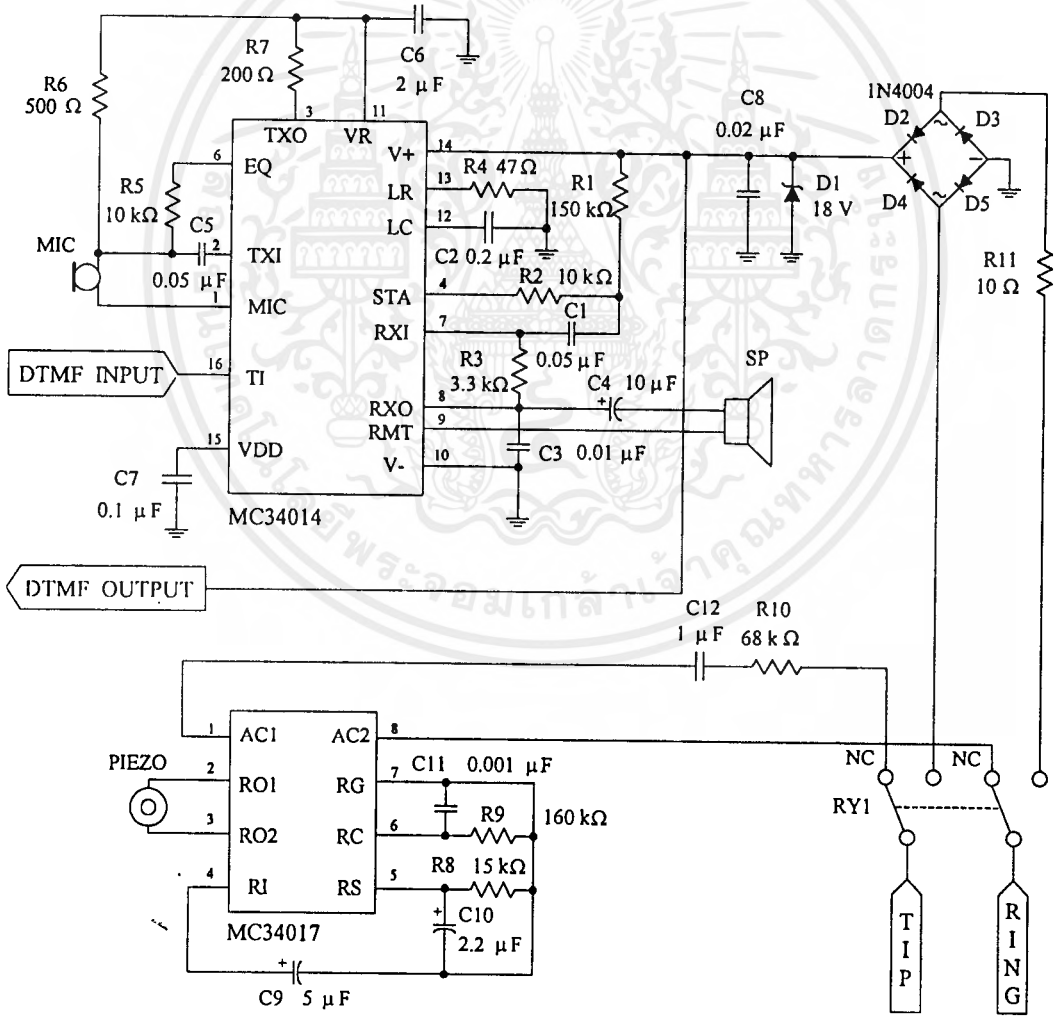
จากรูปที่ 3.6 C1 เป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณความถี่คู่ผ่าน R1 และ R2 ซึ่งอัตราการขยายของวงจรสามารถกำหนดได้โดยค่าความต้านทานทั้งสองตัวนี้ โดยใช้อัตราการขยายเท่ากับหนึ่ง โดยเอาต์พุตที่ได้ออกมาทางขา D_0, D_1, D_2 และ D_3 ซึ่งต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ต C.0, C.1, C.2 และ C.3 และยังสามารถส่งสัญญาณความถี่คู่ออกไปทางขาโทน (TONE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะรับข้อมูลทางขา D_0, D_1, D_2 และ D_3 ซึ่งได้รับสัญญาณมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่พอร์ตดังที่ได้กล่าวไปแล้ว การกำหนดให้ไอซีเบอร์ MT8880 ทำหน้าที่เป็นการเข้ารหัส และถอดรหัสกำหนดได้จากขา R/W, RS0, ∅2, และที่ขา IRQ/CP ที่ต่ออยู่กับพอร์ต C.4, C.5, C.7 และที่พอร์ต 1.0 ตามลำดับ

3.3.3 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ และส่งสัญญาณความถี่คู่ไปยังคู่สายโทรศัพท์



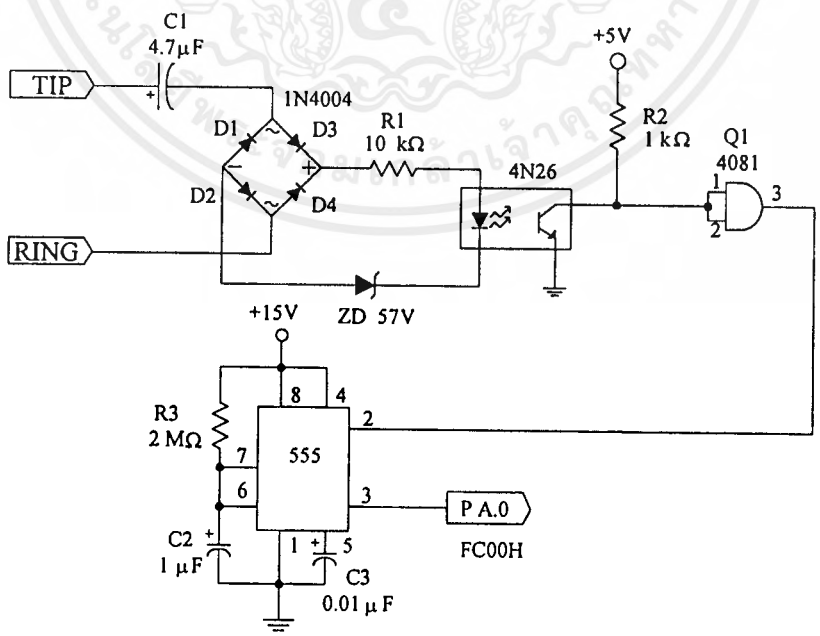
รูปที่ 3.7 วงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.7 ในสภาวะปกติ รีเลย์ RY1 จะอยู่ในลักษณะตัดต่อกับวงจรตอบสนองสัญญาณกระดิ่ง ทำให้เมื่อมีสัญญาณเรียกผ่านเข้ามาไอซีเบอร์ MC34017 จะทำงาน โดยรับแรงดันจากคู่สายโทรศัพท์ผ่านทางขา AC1 และ AC2 และแสดงผลออกเป็นเสียงสัญญาณกระดิ่งออกทางลำโพงเปียซ์โซ เมื่อรีเลย์ RY1 ตัดต่อกับวงจรเชื่อมต่อสัญญาณการกดเลขหมายจะทำให้ชุดสายโทรศัพท์รับรู้ถึงการยกหูโทรศัพท์ได้ จึงเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์กับวงจรทางภาคส่งได้ สัญญาณที่ได้จากคู่สายโทรศัพท์ผ่านวงจรบริดจ์ ซึ่งประกอบด้วย D_2, D_3, D_4 และ D_5 ซึ่งทำหน้าที่เรียงสัญญาณแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรง โดยมี D_1 จำกัดแรงดันให้ไม่เกิน 18 V และ C8 กรองแรงดันให้เรียบขึ้น เพื่อป้อนให้กับไอซีเบอร์ MC34014 ซึ่งทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณออกไปให้กับไอซีเบอร์ MT8880 ทางขา T1 และ RX0 ตามลำดับ นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นวงจรส่ง และรับสัญญาณเสียงพูดได้อีกด้วย

3.3.4 วงจรนับสัญญาณกระดิ่ง

วงจรนับสัญญาณกระดิ่งนี้ ทำหน้าที่รับสัญญาณเรียก เพื่อนับจำนวนสัญญาณเรียกที่ผ่านเข้ามาให้ครบตามจำนวนที่เลือกไว้ เมื่อครบตามที่เลือกแล้วจะทำให้วงจรนับส่งสัญญาณลอจิกไปให้บอร์ดควบคุม



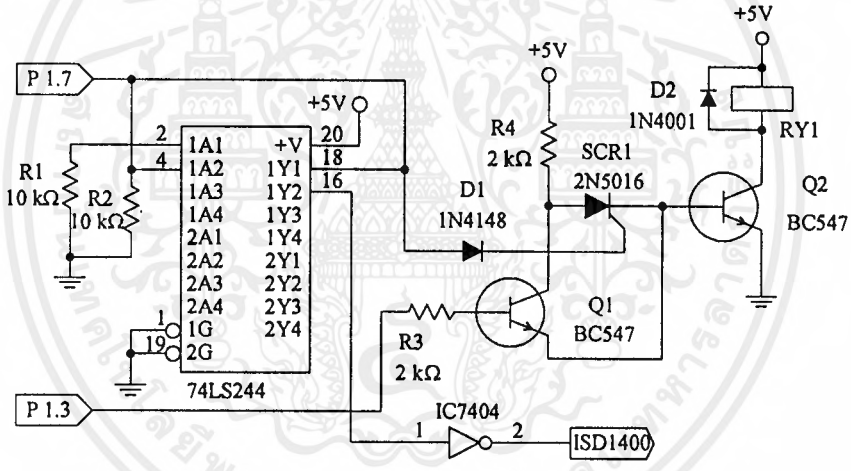
รูปที่ 3.8 วงจรนับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.8 เป็นวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกจะทำหน้าที่รับสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ ต่อเข้ากับบริดจ์ เพื่อส่งสัญญาณไปเข้าที่ออปโต้ทรานซิสเตอร์ จะทำให้แรงดันที่ส่งให้กับ Q1 ต่ำลง วงจรหน่วงช่วงเวลาหนึ่งลูกคลื่น (One Shot Delay) เมื่อได้รับแรงดันที่เปลี่ยนแปลงลง ทำให้สัญญาณเอาต์พุตของวงจรเปลี่ยนต่ำลงในช่วงเวลาหนึ่ง สัญญาณเอาต์พุตต่อเข้ากับพอร์ต A.0 ของบอร์ด ANT-3172 เพื่อนำทำการควบคุมวงจรขับรีเลย์ต่อไป

3.3.5 วงจรขับรีเลย์

วงจรส่วนนี้เป็นวงจรที่มีการรับสัญญาณควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการควบคุมวงจรขับรีเลย์จากสัญญาณของวงจรนับสัญญาณกระดิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลง



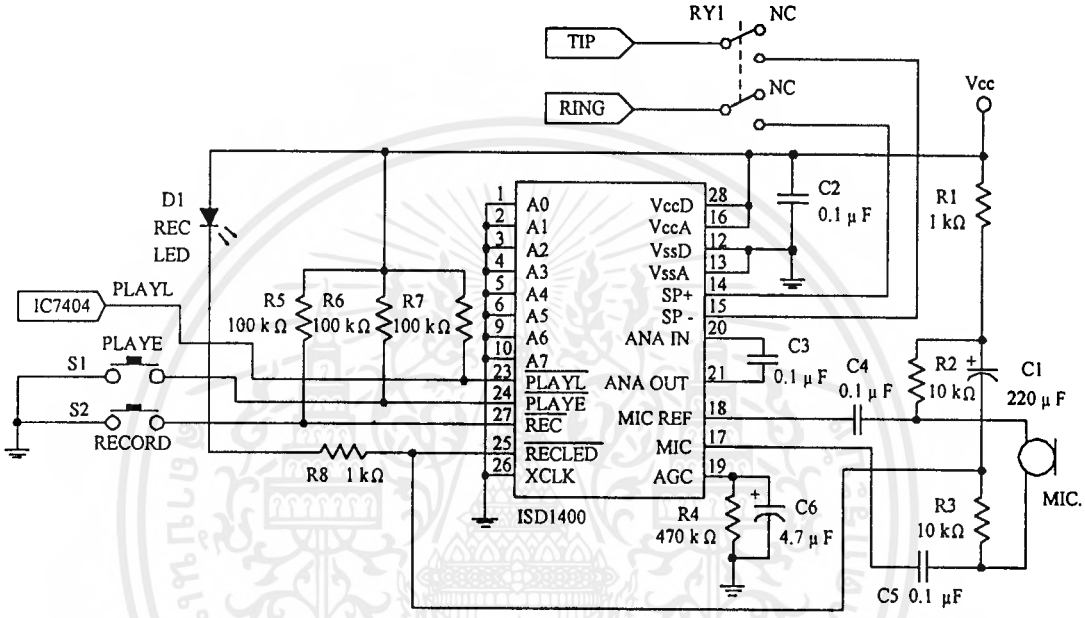
รูปที่ 3.9 วงจรขับรีเลย์

จากรูปที่ 3.9 วงจรขับรีเลย์รับสัญญาณควบคุมการทำงานจากพอร์ต 1.7 และ 1.3 จากไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรนี้จะมีการทำงานเมื่อระดับสัญญาณลอจิกเป็น 1 ผ่านไดโอด D1 ทริกให้ SCR1 นำกระแส ทรานซิสเตอร์ Q2 จึงมีการทำงานกระแสไหลผ่านลงกราวด์ รีเลย์ RY1 ปกติต่อคู่สายโทรศัพท์กับวงจรตอบสนองสัญญาณกระดิ่ง เมื่อเกิดกระแสไหลผ่านจะทำการต่อเข้ากับวงจรเชื่อมต่อสัญญาณการกดเลขหมาย ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่หยุดการทำงานของ SCR1 ป้องกันความร้อนที่อาจกระทบ และรับสัญญาณที่ต่อกับพอร์ต 1.3 ไอซีเบอร์ 74LS244 เป็นไอซีบัฟเฟอร์ให้กับวงจรส่งสัญญาณเสียงตอบรับการยกหูโทรศัพท์ ไอซีเบอร์ 7404 รับสัญญาณควบคุมการตอบรับจากลอจิก 0 หรือ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 วงจรส่งสัญญาณเสียงตอบรับ

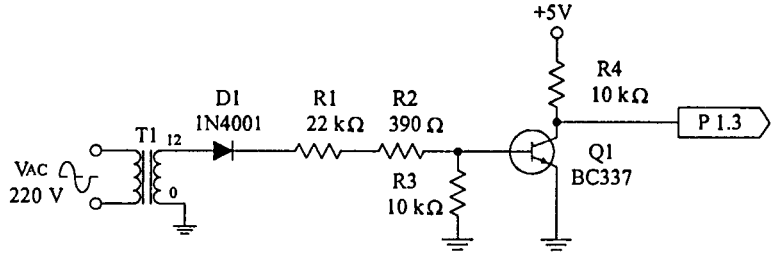
การตอบรับเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์จากวงจรส่งสัญญาณเสียงตอบรับจะเกิดขึ้นหลังจากการตัดต่อของรีเลย์ RY2 เพื่อส่งสัญญาณเสียงตอบรับ



รูปที่ 3.10 วงจรส่งสัญญาณเสียงตอบรับ

จากรูปที่ 3.10 วงจรส่วนนี้จะบันทึกเสียงการตอบรับโดยไอซีเบอร์ ISD1400 สัญญาณเสียงจากไมโครโฟนจะถูกบันทึกจากการควบคุมการกดสวิตช์ S2 ความยาวของเสียงที่ทำการบันทึกไม่เกิน 20 วินาที สำหรับสวิตช์ S1 ทำหน้าที่ตอบรับเสียงที่ได้บันทึกไว้ เฉพาะเมื่อมีการกดปุ่มเท่านั้น ขา PLAYL ของไอซีเบอร์ ISD1400 ต่อเข้ากับขาไอซีเบอร์ 7404 ที่มีการควบคุมให้ไอซีเบอร์ ISD1400 ทำการส่งสัญญาณเสียงตอบรับ

3.3.7 วงจรตรวจจับสัญญาณไฟฟ้า 50เฮิรตซ์



รูปที่ 3.11 วงจรตรวจจับสัญญาณไฟฟ้า 50 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.11 เป็นวงจรตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าความถี่ 50 เฮิรตซ์ หม้อแปลง T1 แปลงไฟเหลือ 12 โวลต์ ไดโอดทำให้แรงดันได้ออกเฉพาะช่วงบวก ทรานซิสเตอร์ Q1 จะมีการทำงานเฉพาะช่วงแรงดันไฟบวก จึงสามารถนำแรงดันที่ขา C ของ Q1 ไปใช้งานในการควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าได้

3.3.8 ส่วนประมวลผล

ส่วนประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวแสดงผล ซึ่งใช้บอร์ดคอนโทรลเลอร์ SILA ANT-3172 เป็นส่วนประมวลผล โดยมีไอซีเบอร์ 8952 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ และใช้โปรแกรมภาษาแอสแซมบลี เป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงานของวงจร ซึ่งมีโปรแกรมที่สำคัญดังต่อไปนี้

1.โปรแกรมตรวจสอบรหัสผ่าน เป็นโปรแกรมในการรับข้อมูลจากวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นรหัสตัวเลข 4 บิท จะนำรหัสที่ป้อนเข้ามาเปรียบเทียบกับรหัสเดิมที่มีอยู่ เพื่อเข้าสู่การทำงานขั้นต่อไป

2.โปรแกรมควบคุมการแสดงสถานะ เป็นส่วนที่จะนำข้อมูลของแต่ละช่องที่ถูกใช้งานอยู่ก่อนที่จะมีการเปิดใช้เครื่อง หรือหลังจากเครื่องหยุดการทำงานชั่วคราว เนื่องจากไฟฟ้าดับ ซึ่งส่วนประมวลผลจะส่งสัญญาณไปในแต่ละช่องก่อนการใช้งาน

3.โปรแกรมควบคุมการแสดงผล เป็นส่วนที่จะนำข้อมูลสภาวะของแต่ละช่องหลังจากมีการเชื่อมต่อกับภาครับแล้ว ซึ่งส่วนประมวลผลจะส่งสัญญาณไปที่ส่วนแสดงผล

4.โปรแกรมตรวจสอบปุ่มกด เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบการกดปุ่มจากส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ เพื่อเลือกขั้นตอนการทำงาน ซึ่งมีโปรแกรมย่อย 4 ส่วน ได้แก่

4.1 โปรแกรมเปิด-ปิดช่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

โปรแกรมในส่วนนี้จะรอรับรหัสสั่งงานจากส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ เพื่อเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์ที่จอแสดงผล เพื่อทำการเปิด หรือปิดช่องนั้นๆ (แม้จะมีการตั้งเวลาปิดไว้ก็ตาม) เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

4.2 โปรแกรมตั้งเวลาเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า

โปรแกรมส่วนนี้จะทำหน้าที่ตั้งเวลา ซึ่งจะรับคำสั่งจากส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ เพื่อเปลี่ยนแปลงเวลาการเปิด หรือปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 โปรแกรมควบคุมกำลังงานของหลอดไฟฟ้า

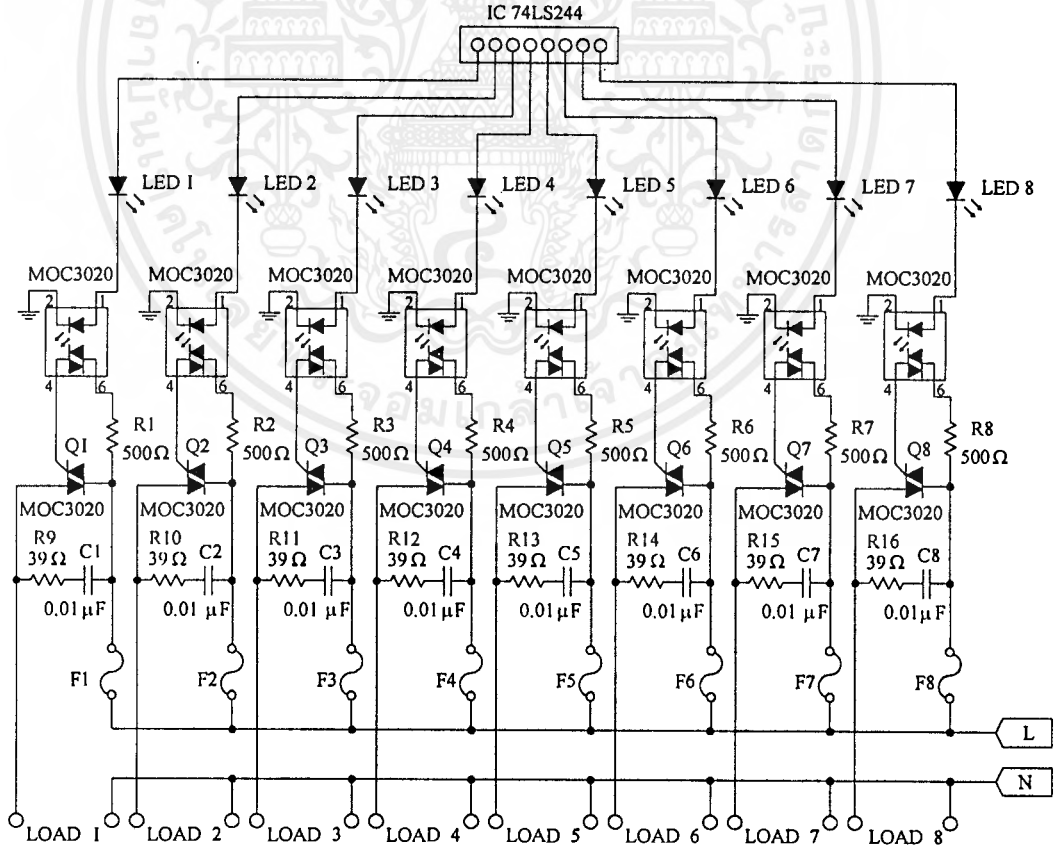
โปรแกรมส่วนนี้จะทำหน้าที่ควบคุมกำลังงานของหลอดไฟฟ้า ซึ่งจะรับคำสั่งจากส่วนสั่งงานที่หน้าปัทม์ เพื่อปรับความสว่างของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเลือกได้เป็น 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์

4.4 โปรแกรมวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

เป็นโปรแกรมการตรวจสอบสภาวะของสัญญาณที่เข้ามา ถ้าไม่มีสัญญาณเข้ามาติดต่อกัน 15 วินาที โปรแกรมจะส่งสัญญาณลอจิก 1 ไปยังส่วนวางหูอัตโนมัติต่อไป

3.3.9 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากการประมวลผลมาควบคุมส่วนแสดงผล เพื่อแสดงผลของช่องที่ถูกใช้งาน



รูปที่ 3.12 วงจรส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.12 ไอซีเบอร์ 74C922 ทำหน้าที่เป็นวงจรบัฟเฟอร์ โดยได้รับสัญญาณอินพุตจากพอร์ต ไอซีเบอร์ 8255 จากชุดประมวลผล ส่วนเอาต์พุตของไอซีเบอร์ 74LS244 จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับส่วนแสดงผล คือ LED ซึ่ง LED จะเป็นการแสดงถึงสถานะการใช้งานของอุปกรณ์ในแต่ละช่อง คือสภาวะที่ LED สว่าง หมายถึง การเปิด และสภาวะที่ LED ดับ หมายถึง การปิด ในแต่ละช่องนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

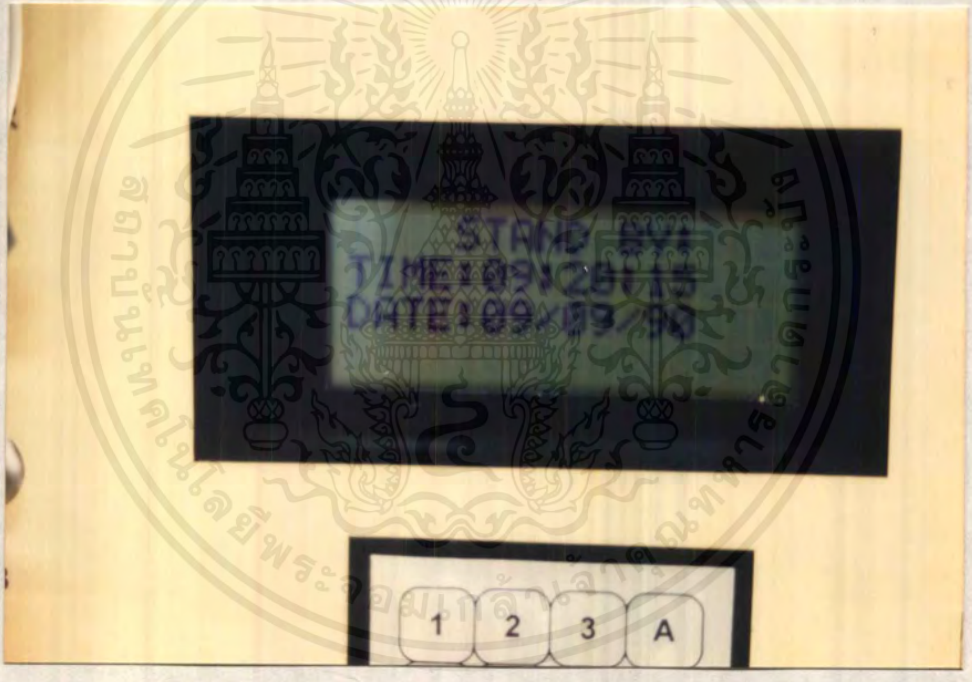
การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.1.1 การทดลองใส่ค่ารหัสผ่าน

4.1.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำเครื่องรับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ที่ใช้ทดลอง
2. เมื่อเปิดเครื่องรับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า สังเกตการแสดงผลที่จอแสดงผล

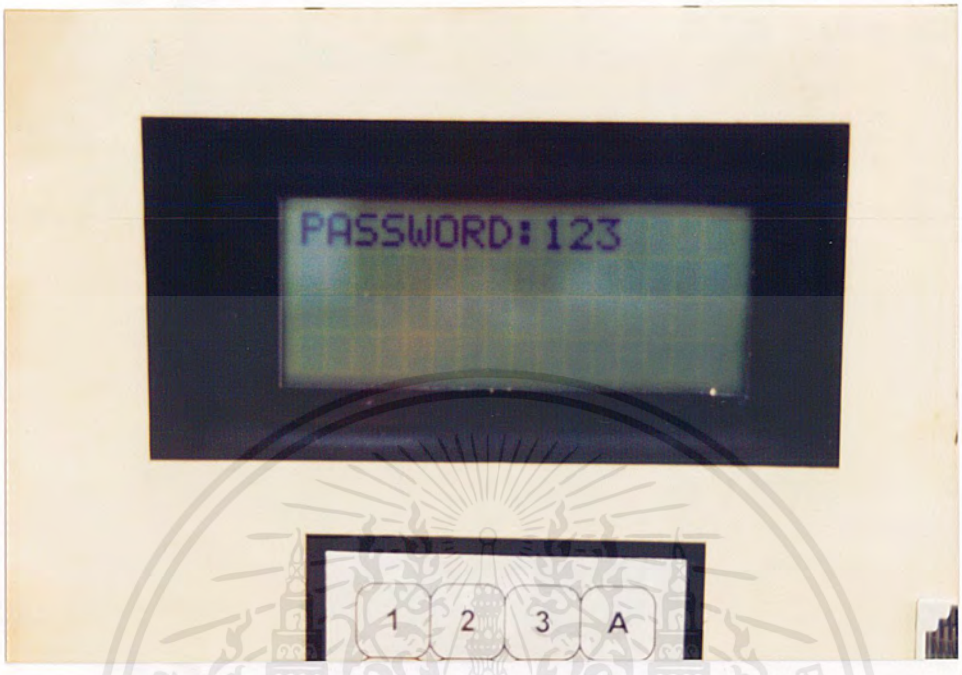


รูปที่ 4.1 หน้าจอแสดงผลเมื่อเปิดเครื่องรับ

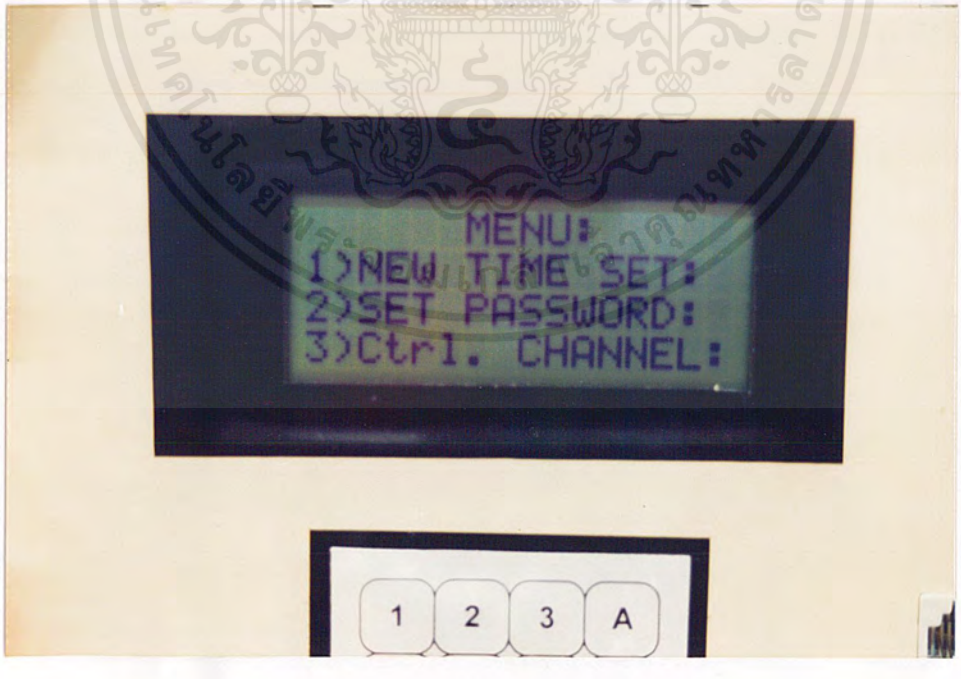
3. กดปุ่มสั่งงานที่หน้าปัทม์ เป็นตัวเลขรหัสผ่าน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่จอแสดงผลของเครื่องรับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

4. ทำการทดลองข้อที่ 3 อีกครั้ง โดยกดตัวเลขที่ไม่ใช่รหัสผ่าน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่จอแสดงผลของเครื่องรับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จอแสดงผลเครื่องรับจะกลับไปแสดงการรับ PASSWORD ตัวที่หนึ่งใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลเมื่อกดปุ่มตัวเลขรหัสผ่าน



รูปที่ 4.3 หน้าจอแสดงผลเมื่อกดปุ่มตัวเลขรหัสผ่านแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อกดปุ่มสั่งงานที่หน้าปัทม์เป็นตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้อง จอแสดงผลของเครื่องรับจะแสดงรายการการทำงานหลักของเครื่องรับให้มีการเลือกตั้งค่าเวลา, ตั้งค่ารหัสผ่าน, ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละช่อง ถ้ารหัสผ่านไม่ถูกต้องจำนวน 3 ครั้ง จะเป็นการกลับไปสู่สภาวะเริ่มต้นที่มีการแสดงวัน, เดือน, ปี และเวลา

4.1.2 การทดลองตั้งค่าวัน, เดือน, ปี และเวลา

4.1.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องของเครื่องรับ
2. เลือกกดปุ่มตัวเลข 1 เพื่อเข้าสู่การตั้งค่าเวลา สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่จอแสดงผล
3. กดปุ่มตัวเลข เพื่อตั้งเวลาตามต้องการที่แสดงบนจอแสดงผล

รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงผลเมื่อกดตัวเลขตั้งเวลา

4. ทำการทดลองข้อที่ 2 และข้อที่ 3 อีกครั้งโดยเปลี่ยนแปลงตัวเลขเวลาที่ตั้งไว้ก่อนแล้ว สังเกตการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ผลการทดลอง

เมื่อทำการเลือกกดปุ่มตั้งเวลาในข้อที่ 2 ที่จอแสดงผลจะปรากฏ

1) NEW TIME SET :

DAY : ……..

MONTH : ……..

YEAR : ……..

HOUR : ……..

MINITE : ……..

กดปุ่มตัวเลขตามวัน, เดือน, ปี และเวลา ค่าเวลาของเครื่องรับจะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าที่ตั้งไว้ในข้อที่ 3 ของการทดลองแต่ละครั้ง

4.1.3 การทดลองเปลี่ยนรหัสผ่าน

4.1.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องที่เครื่องรับ
2. กดปุ่มตัวเลข 2 เพื่อคำสั่งเปลี่ยนรหัสผ่าน
3. กดตัวเลขรหัสผ่านใหม่ที่เครื่องรับ สังเกตการเปลี่ยนแปลง

รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงผลเมื่อเปลี่ยนรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการทดลองเริ่มต้นการใส่ค่ารหัสผ่านใหม่ โดยกดปุ่มตัวเลขที่เหมือน และไม่เหมือนกับรหัสผ่านที่เปลี่ยนแปลงไว้

5. ทำการทดลองข้อที่ 2 อีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองเปลี่ยนรหัสผ่าน

4.1.3.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองเปลี่ยนค่ารหัสผ่านสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านได้จริง เมื่อกดปุ่มตัวเลขตามข้อที่ 2 ซึ่งเป็นการสั่งงานเปลี่ยนค่ารหัสผ่านในขณะนั้นที่ยังมีการใช้งาน การเปลี่ยนค่ารหัสตามข้อที่ 3 และ 4 ผลที่ได้ค่ารหัสผ่านจะต้องตรงกับค่าที่ตั้งไว้ การเปลี่ยนรหัสผ่านสามารถเปลี่ยนได้ไม่จำกัดจำนวน

4.1.4 การทดลองเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

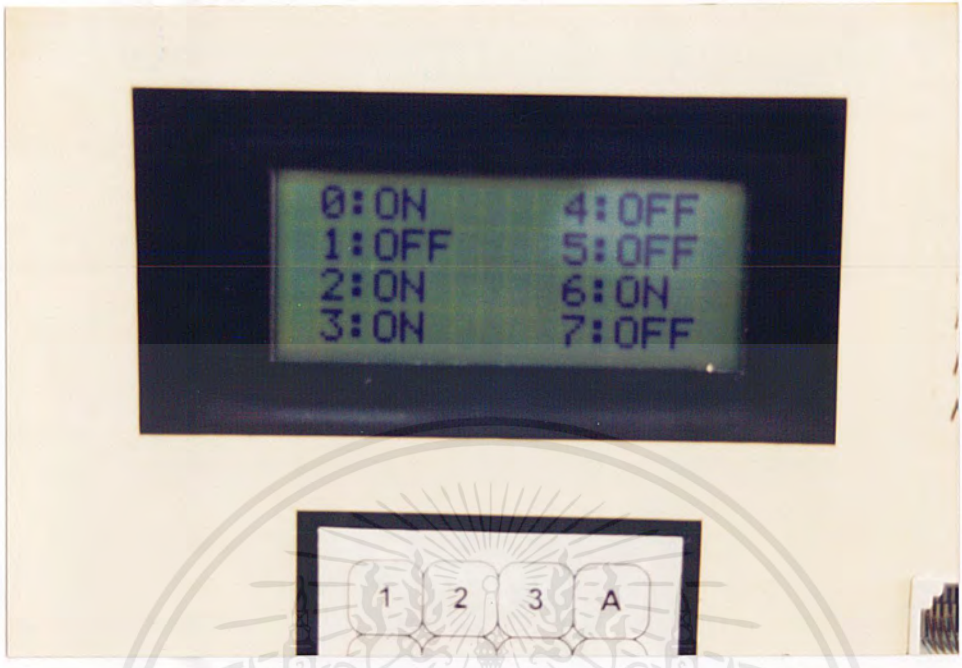
4.1.4.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องที่เครื่องรับ เพื่อเข้าสู่หน้าจอหลัก

2. เลือกกดปุ่มตัวเลขตามการแสดงที่หน้าจอหลัก โดยกดปุ่มตัวเลข 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่จอแสดงผล

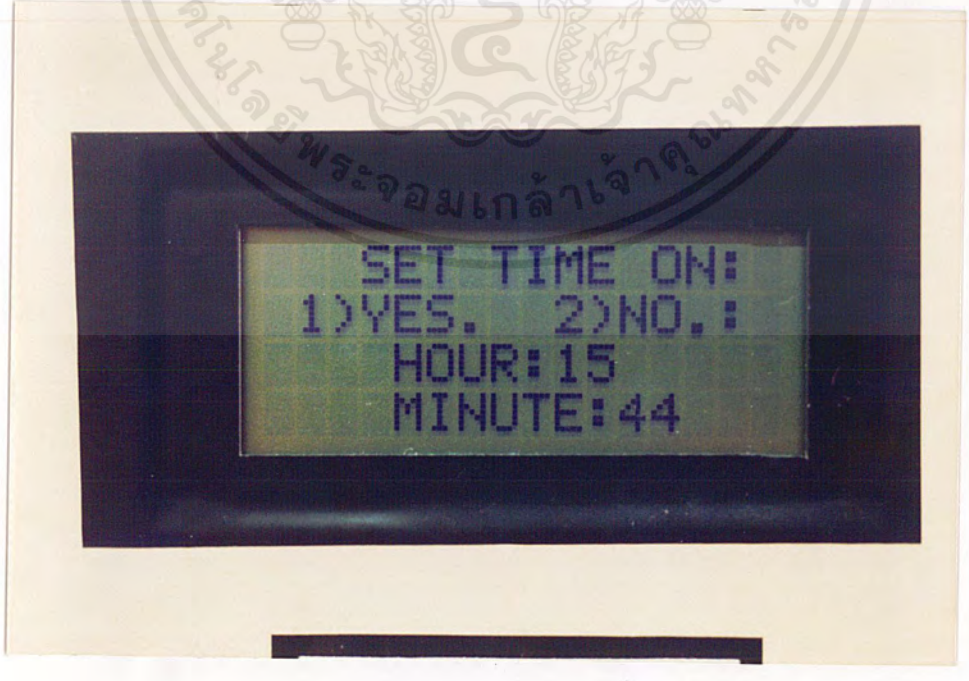
รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงผลก่อนการกดปุ่มตัวเลข 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงผลหลังการกดปุ่มตัวเลข 3

3. กดปุ่มตัวเลขเลือกช่องที่ต้องการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงผลกรณีสั่งเปิด และเลือกตั้งเวลาเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือกคำสั่งตามความต้องการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.1 กรณีสั่งเปิด และเลือกตั้งเวลาเปิด หน้าจอจะแสดงข้อความ และรอรับค่าเวลาที่ต้องการเปิด ดังรูปที่ 4.8

4.2 กรณีสั่งปิด และเลือกตั้งเวลาปิด หน้าจอจะแสดงข้อความ และรอรับค่าเวลาที่ต้องการปิด ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลกรณีสั่งปิด และเลือกตั้งเวลา

4.1.4.2 ผลการทดลอง

เมื่อเข้าสู่หน้าจอหลัก เลือกกดปุ่มตัวเลข 3 จะปรากฏสภาวะของช่องต่างๆ ทั้ง 16 ช่อง ว่าทำงานอยู่ในสภาวะปิดหรือเปิดอยู่ในขณะนั้น ต่อจากนั้นให้ทำการกดปุ่มตัวเลขช่องที่ต้องการเปิดหรือปิด (ขณะมีการแสดง CHANNEL:) เลือกคำสั่งตามที่ต้องการเปิด-ปิดโดยจะตั้งเวลา หรือไม่ตั้งเวลาก็ได้ ผลจากการสังเกตสามารถควบคุมการเปิด-ปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ทั้งจากการตั้งเวลา และไม่ได้ตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การทดลองส่วนควบคุม

4.1.5.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำคู่สายโทรศัพท์ที่ใช้ทดลองมาต่อเข้ากับเครื่องรับของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยแสดงการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 การเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับเครื่องรับระบบควบคุม

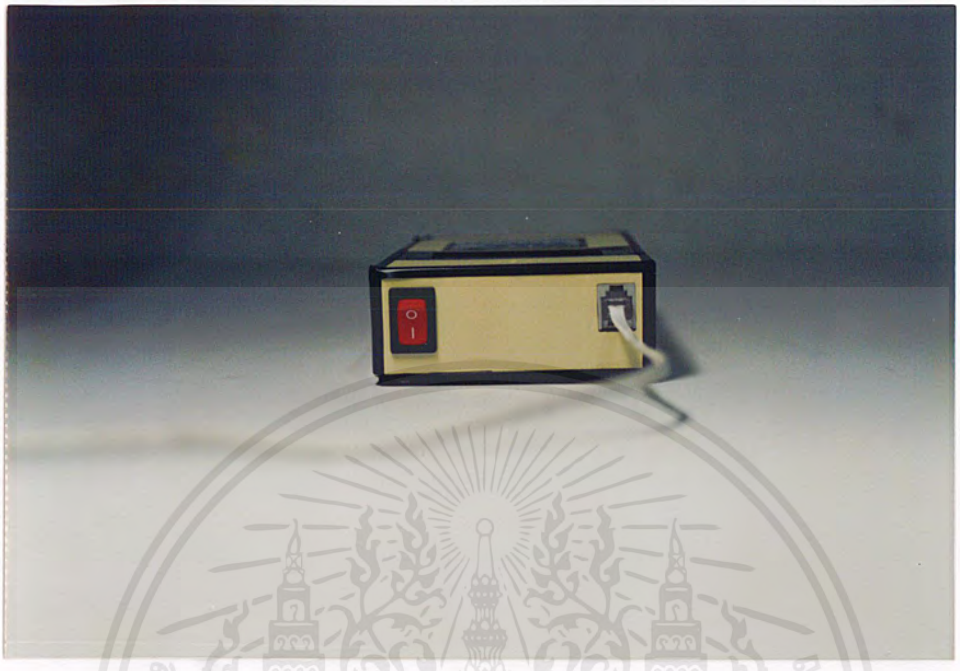
2. นำคู่สายโทรศัพท์ที่ใช้ทดลองมาต่อเข้ากับเครื่องส่ง โดยแสดงการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4.11

3. ทดลองใช้เครื่องส่งสั่งงานระบบควบคุมการยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติ โดยการกดเบอร์ของคู่สายโทรศัพท์ที่เชื่อมต่อเข้ากับส่วนรับของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

4. สังเกตจำนวนครั้งของเสียงสัญญาณริงกิ้งจากเครื่องรับ

5. สังเกตที่จอแสดงผล ทำการทดลองจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในการยกหู และวางหูโทรศัพท์จากแต่ละครั้งของการทดลองที่ไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับเครื่องส่ง

4.1.5.2 ผลการทดลอง

เครื่องรับของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้รับสัญญาณริงกิ้งจากการเรียกเข้าจำนวนเสียง 6 ครั้ง จะยกหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ และที่หน้าจอแสดงผลมีการเปลี่ยนแปลงการรับการกดตัวเลขรหัสผ่าน

4.1.6 การทดลองปรับค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าที่เครื่องรับ

4.1.6.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. กดตัวเลขรหัสผ่านที่ถูกต้องทางเครื่องรับ

2. เลือกช่องอุปกรณ์ควบคุมการปรับค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้า กดเลือกช่อง 00 หรือ 01

3. จากข้อที่ 2 เลือกการปรับค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้า กดเลือกปรับค่าความสว่างได้ตั้งแต่ 00 ถึง 15 ตามความต้องการ

4. จากข้อที่ 3 ทำการปรับค่าของความสว่างค่าที่แตกต่างออกไป เปรียบเทียบผลการทดลองจากการสังเกตความสว่างของหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6.2 ผลการทดลอง

การควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าจากการทดลอง ช่องที่สามารถควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าจำนวน 2 ช่อง คือ ช่องที่ 00 และ 01 ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะสว่างสูงสุด เมื่อตั้งค่าความสว่างเป็น 15 และความสว่างของหลอดไฟฟ้าเหมือนกับหยุดการจ่ายไฟที่ค่าความสว่างเป็น 00 ดังนั้นค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าสามารถปรับเปลี่ยนได้จำนวน 15 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล เป็นการนำเอาเครื่องโทรศัพท์ที่เป็นเครื่องมือที่ใช้ในงานสื่อสารทั่วไป โดยการนำเอาสัญญาณความถี่คู่ ที่มีการใช้ประโยชน์น้อยมาก มาเป็นสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน หรืออาคารต่างๆ ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถสั่งงาน และแสดงผลสภาวะที่ตัวเครื่องทางภาครับ และภาคส่ง จากภายนอกได้ ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งาน

ส่วนที่สำคัญของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า คือ ส่วนประมวลผล ซึ่งในส่วนนี้จะใช้บอร์ดคอนโทรลเลอร์ ANT-3172 และภาษาแอสแซมบลี เป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้มีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ามีความสามารถหลายอย่างที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้ คือ ผู้ใช้สามารถตั้งรหัสผ่านเพื่อป้องกันการใช้งานร่วมกับผู้อื่น, สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 16 ช่อง, สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของแต่ละช่องได้, สามารถตั้งเวลาในการปิด และเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละช่องด้วยเวลาได้, สามารถเก็บคำสั่งการทำงานของแต่ละช่องไว้ เมื่อเกิดแรงดันไฟฟ้าขัดข้อง, สามารถปรับกำลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีความสว่างตั้งแต่ 0 ถึง 15 ระดับได้ และสามารถแสดงผลการทำงานออกทางจอแสดงผล LCD แบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด การสั่งงานจะถูกควบคุมจากเครื่องส่ง หรือเครื่องรับ โดยจะมีการแสดงผลการทำงานตามคำสั่งที่เหมือนกัน

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน

จากผลการทดลอง การทำงานของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้ LCD แสดงผล ผลปรากฏว่าเกิดปัญหาขึ้นในการทดลอง โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การทดสอบ และใช้งานจริงของวงจรการเข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ โดยใช้ไอซีเบอร์ MT8880 ไม่สามารถนำคู่สายโทรศัพท์เชื่อมต่อเข้ากับส่วนรับ และส่งสัญญาณความถี่คู่โดยตรงได้ ต้องต่อผ่านวงจรไฮบริดจ์ในการรับ และส่งสัญญาณความถี่คู่

2. การทดลองวงจรยก และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ ขั้นต้นทำการทดลองวงจรนับสัญญาณเรียกใช้ไอซีแบบลอจิกเกต การนับจะไม่มีเสถียรภาพเกิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-สัญญาณเรียกที่รับเข้ามา มีแรงดันไฟฟ้าตรงด้วย

-สัญญาณเรียกเป็นสัญญาณที่เป็นลักษณะพัลส์ จึงไม่สามารถได้ผลการนับที่แน่นอน ได้

3. การทดลองวงจรควบคุมผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ไอซีเบอร์ 8952 ไม่สามารถทำการทดลองไอซีเบอร์นี้ที่มีการต่อเข้ากับวงจรควบคุมแล้วได้ จึงต้องเพิ่มหน่วยความจำแบบ RAM เพื่อให้สามารถรองรับข้อมูลการทดลองได้

5.3 แนวทางแก้ไขและพัฒนา

1. เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้ LCD แสดงผล สามารถพัฒนาด้านซอฟต์แวร์ และส่วนทางฮาร์ดแวร์ให้มีขนาดเล็กลง และเพิ่มการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้ LCD แสดงผล สามารถที่จะเพิ่มจำนวนช่องในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มากขึ้น โดยเพิ่มส่วนควบคุม และส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าได้

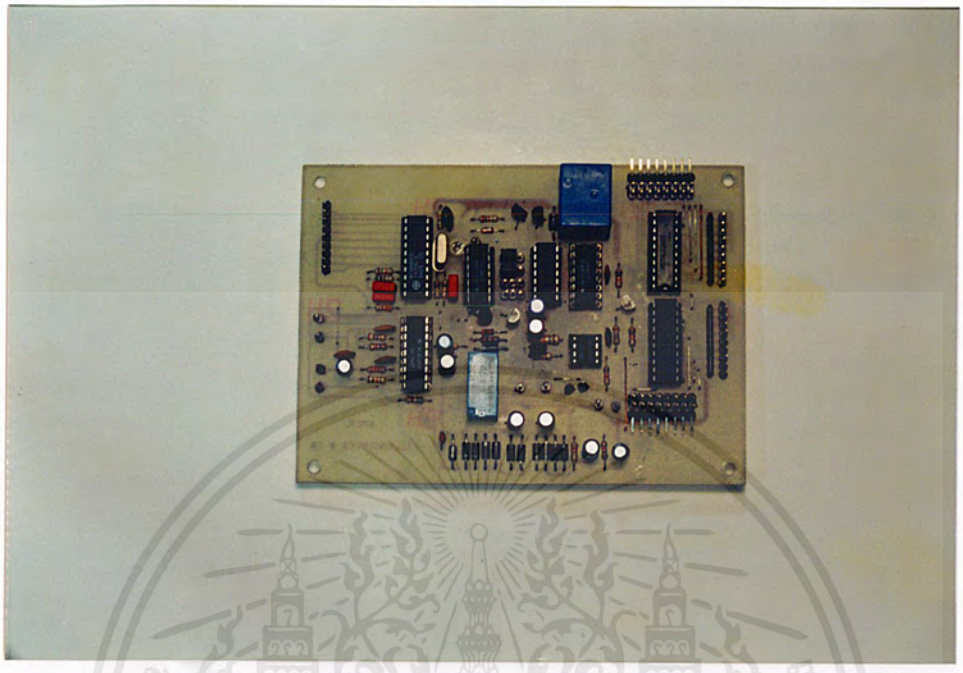
3. เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้ LCD แสดงผล สามารถพัฒนาใช้ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์ได้

4. สามารถแสดงชื่อพร้อมทั้งเปลี่ยนชื่อของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงช่องที่ต่ออยู่ได้

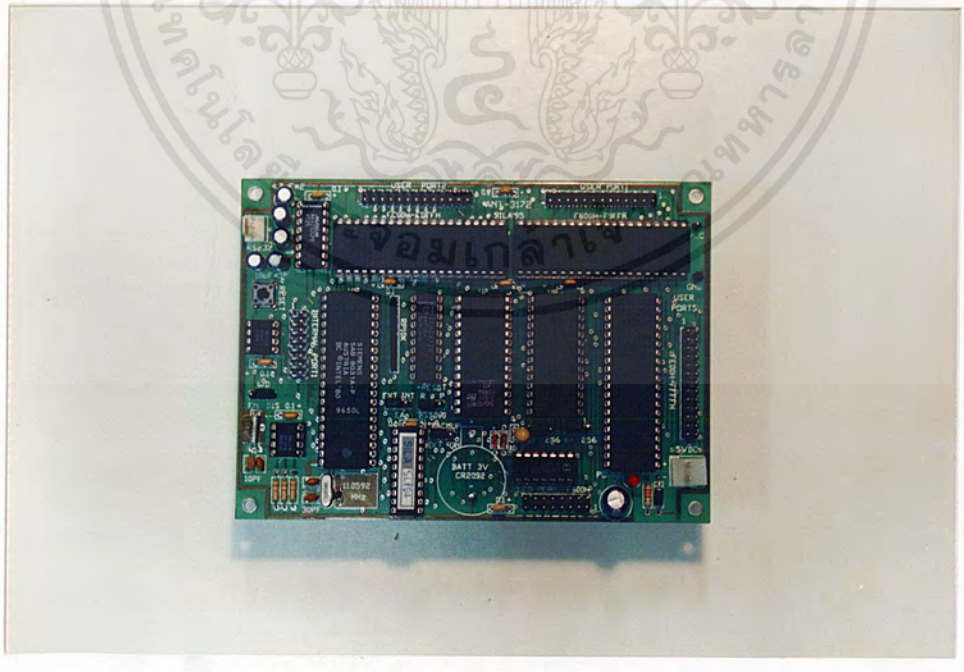
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ส่วนประกอบของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

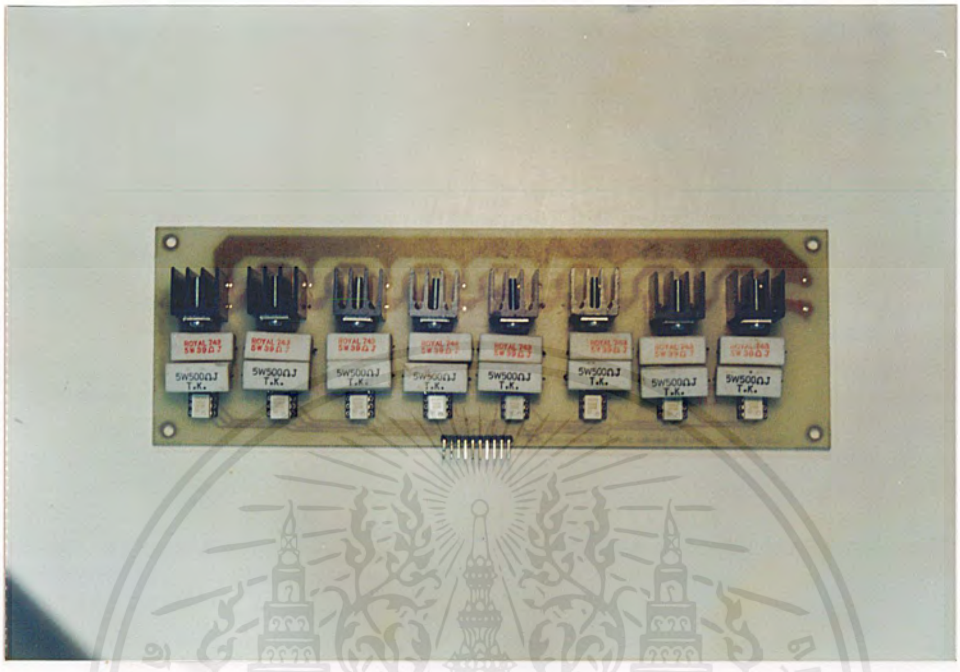


รูปที่ ก.1 ชุดเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุต

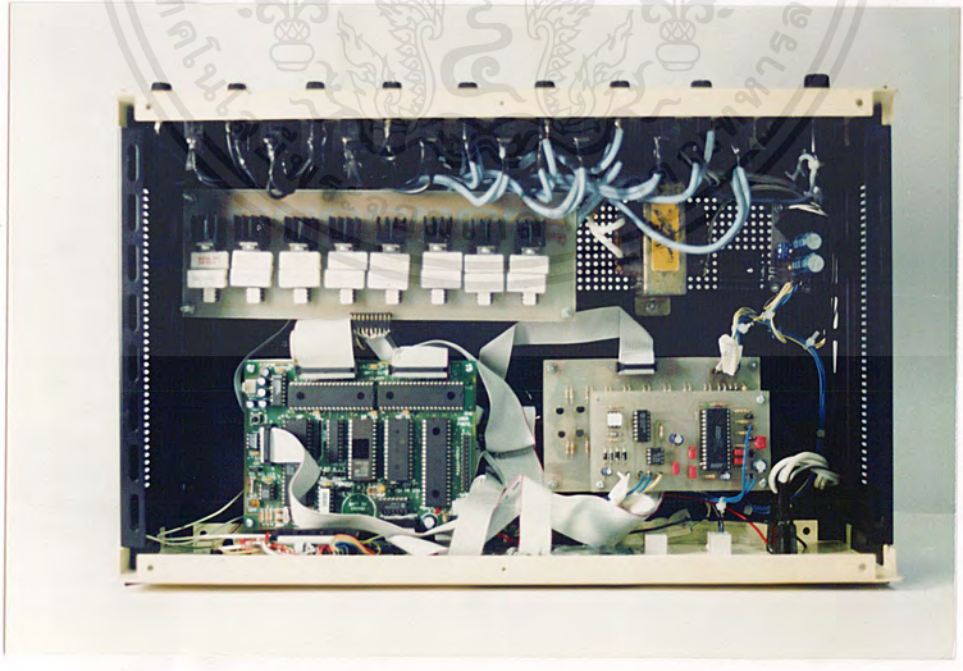


รูปที่ ก.2 ชุดประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

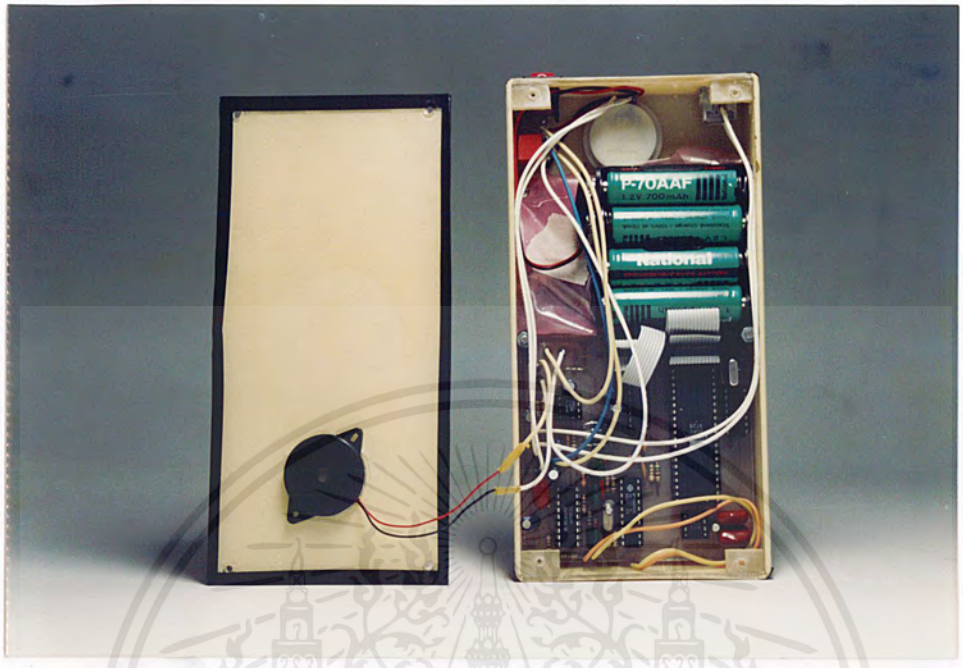


รูปที่ ก.3 ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ ก.4 การจัดวางอุปกรณ์ภายในเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

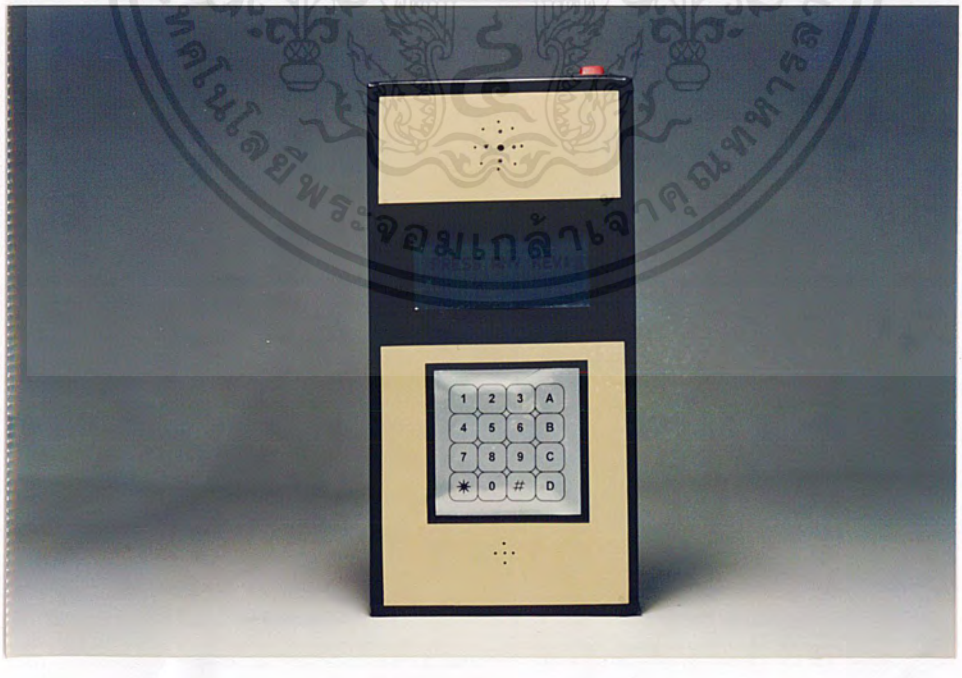


รูปที่ ก.5 การจัดวางอุปกรณ์ภายในเครื่องส่ง

รูปที่ ก.6 ส่วนด้านหน้าของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.7 ส่วนด้านหลังของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ ก.8 ส่วนด้านหน้าของเครื่องรีโมท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือ

การใช้เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้ LCD แสดงผล

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถควบคุมได้ 2 แบบ คือ การควบคุมที่หน้าปัทม์ของเครื่องส่ง และการควบคุมที่หน้าปัทม์ของเครื่องรับ ซึ่งการควบคุมของเครื่องส่ง และเครื่องรับมีลักษณะการควบคุมดังนี้

จะต้องกดคีย์ใดๆ ที่แป้นรับคีย์ของเครื่องรับ จากนั้นหน้าจอจะแสดงข้อความ PASSWORD : ผู้ใช้สามารถกดรหัสผ่านได้ทั้งหมด 3 ครั้ง ถ้าทั้ง 3 ครั้งรหัสผ่านไม่ถูกต้อง หน้าจอเครื่องรับจะกลับไปแสดงเวลา

ถ้ากดรหัสผ่านถูกต้อง หน้าจอเครื่องรับจะผ่านไปแสดงรายการคำสั่งหลักดังรูป

MENU :

1) NEW TIME SET :

2) SET PASSWORD :

3) CTRL. CHANNEL :

กด **1)** เมื่อต้องการตั้งเวลาที่เครื่องรับใหม่

1) NEW TIME SET :

กด **2)** เมื่อต้องการเปลี่ยนรหัสผ่าน เพื่อเข้าไปใช้งานเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

2) SET PASSWORD :

กด **3)** เมื่อต้องการสั่งงานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

3) CTRL. CHANNEL :

หน้าจอจะแสดงสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 16 ช่อง หลังจากนั้นเครื่องรับจะรอให้ผู้ใช้กดเลือกช่องอุปกรณ์ที่จะควบคุม และถ้าความต้องการว่าต้องการเปิดหรือปิด โดยผ่านคีย์ 1 หรือ 2 โดย 1 คือ ต้องการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า 2 คือ ต้องการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

ถ้าช่องอุปกรณ์ที่ต้องการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่ใช่ช่อง 00 และช่อง 01 เครื่องรับจะแสดงข้อความให้เลือกที่จะตั้งเวลาเปิดหรือไม่ ถ้าต้องการตั้งเวลาเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า กดปุ่ม 1) หรือถ้าไม่ต้องการตั้งเวลาเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าให้กดปุ่ม 2) ช่องอุปกรณ์ช่องนั้นๆ ก็จะทำงานทันที

ถ้าช่องอุปกรณ์ที่ต้องการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นช่อง 00 หรือ 01 เครื่องรับจะเข้าไปทำงานคำสั่งต่อไปนี้ ก่อนที่จะเข้าไปเลือกที่ตั้งเวลาเปิดหรือไม่ตั้งเวลาเปิด

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถามความต้องการว่า ต้องการควบคุมระดับกำสังงานหรือไม่ ปุ่ม 1) ต้องการ ปุ่ม 2) ไม่ต้องการ

-กรณีไม่ต้องการควบคุมระดับกำลังไฟฟ้า เครื่องจะผ่านไปทำการแสดงข้อความให้เลือกว่าต้องการตั้งเวลาเปิดหรือไม่

-กรณีต้องการควบคุมระดับกำลังไฟฟ้า เครื่องจะรอให้กดเลือกระดับกำลังไฟฟ้า ซึ่งมีตั้งแต่ระดับ 00 ถึง 15 จากนั้นก็จะผ่านไปเลือกตั้งเวลาเปิด

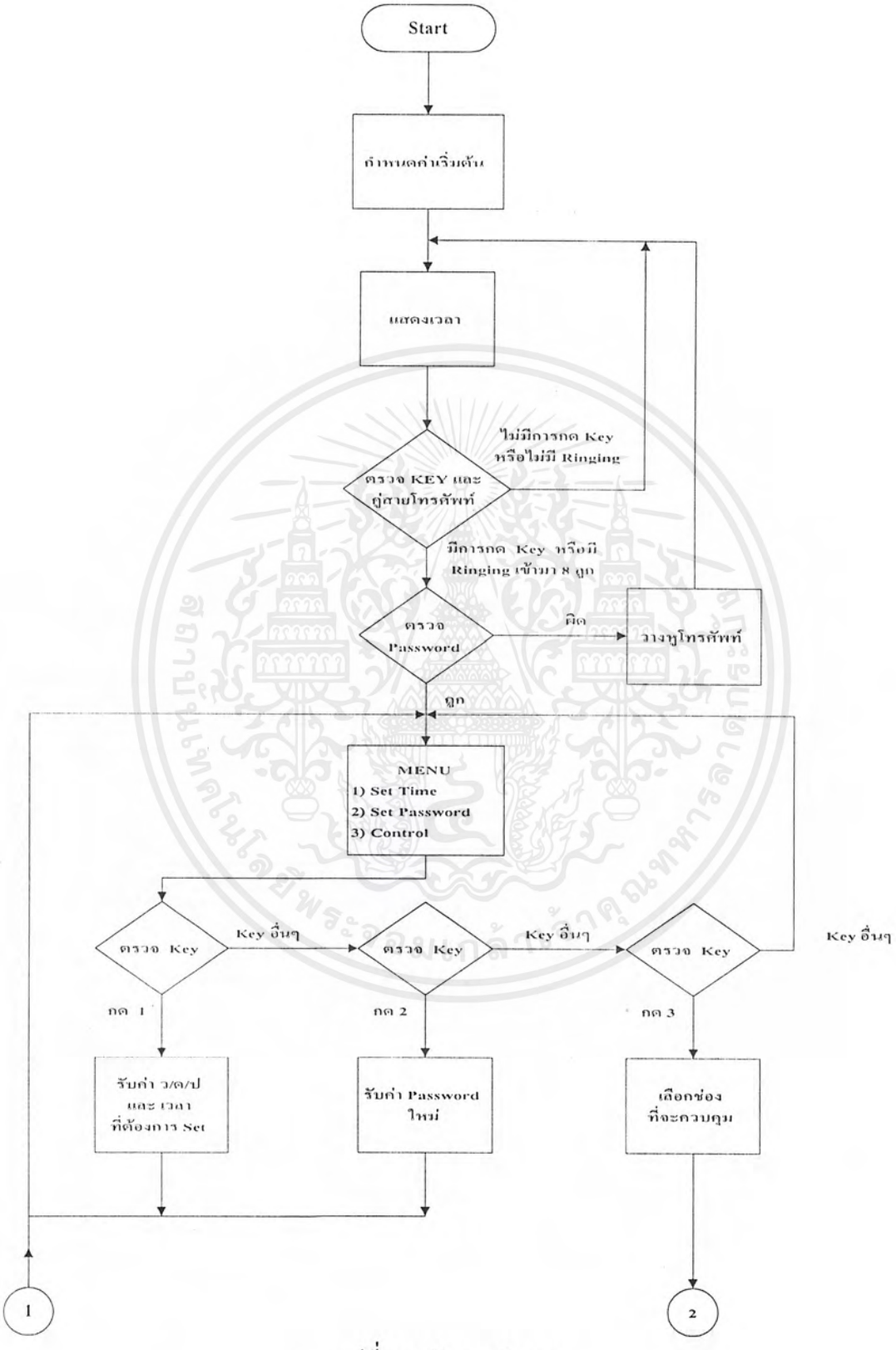
<u>หมายเหตุ</u> การรอรับคีย์ใดๆ เมื่อทำการแสดงเมนูแล้ว ถ้าภายใน 15 วินาที ไม่มีการกดคีย์ใดๆ จะทำการวางหูโทรศัพท์ และกลับไปที่การแสดงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

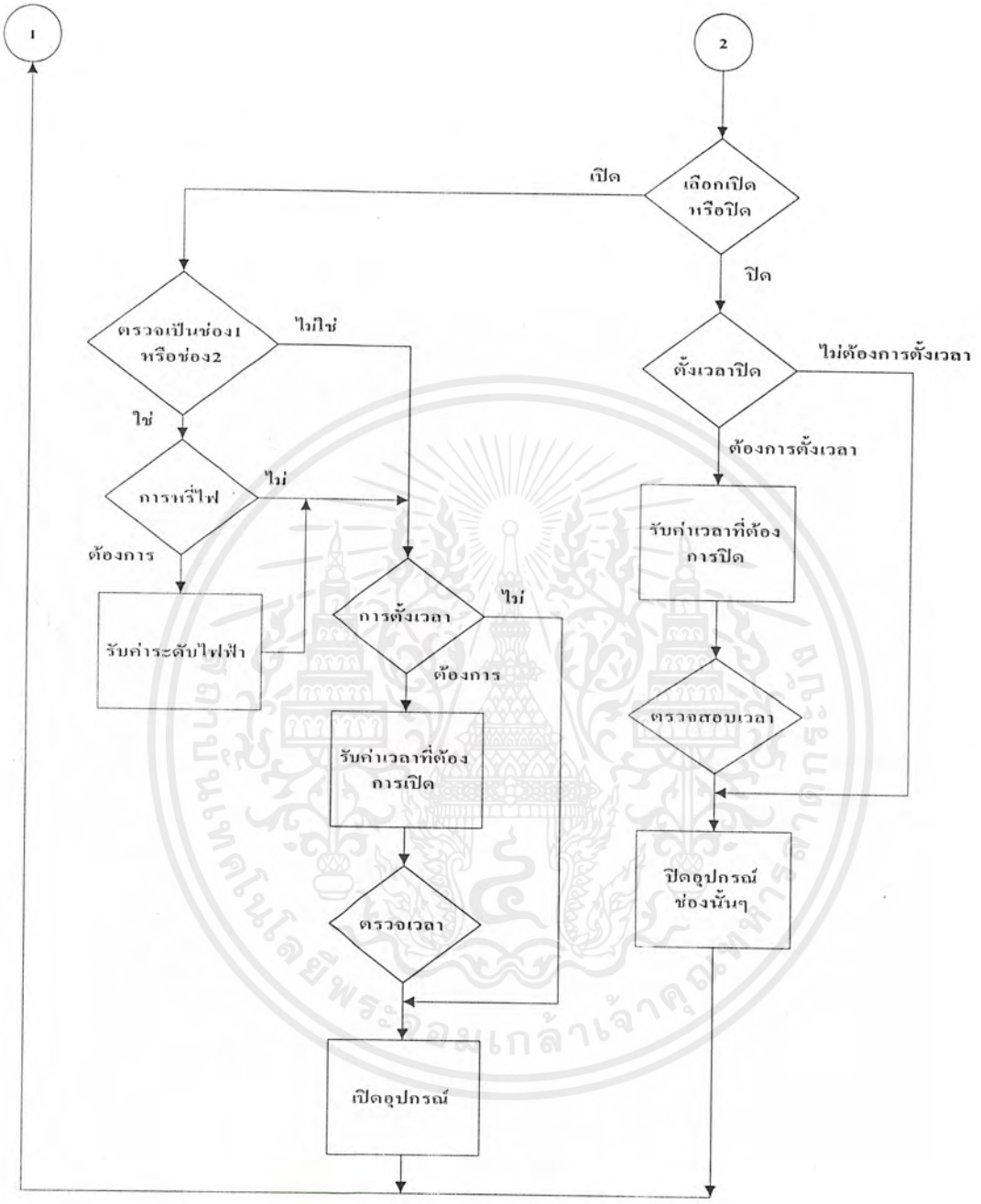
ผัง และโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



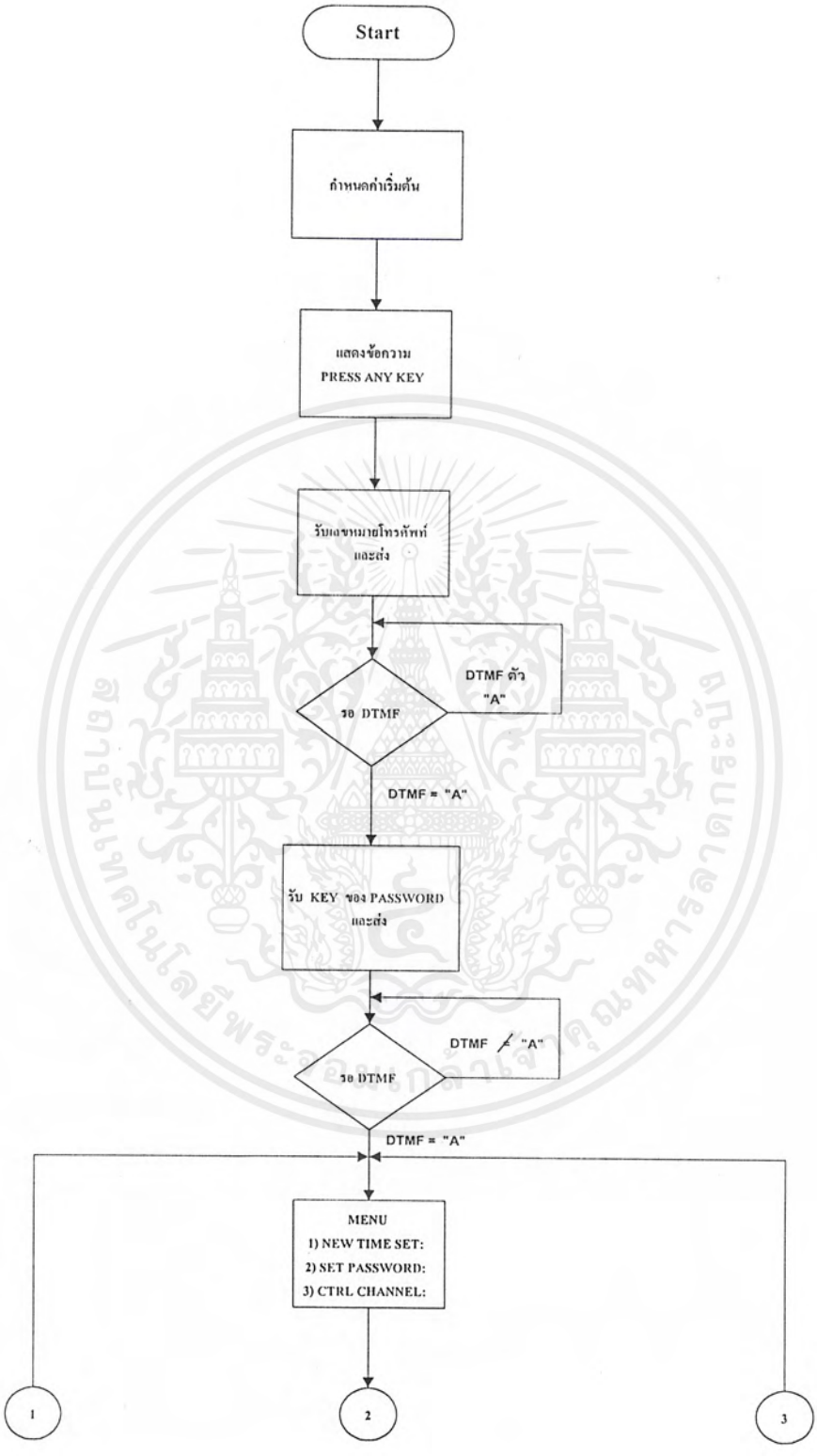
รูปที่ ค.1 ผังการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



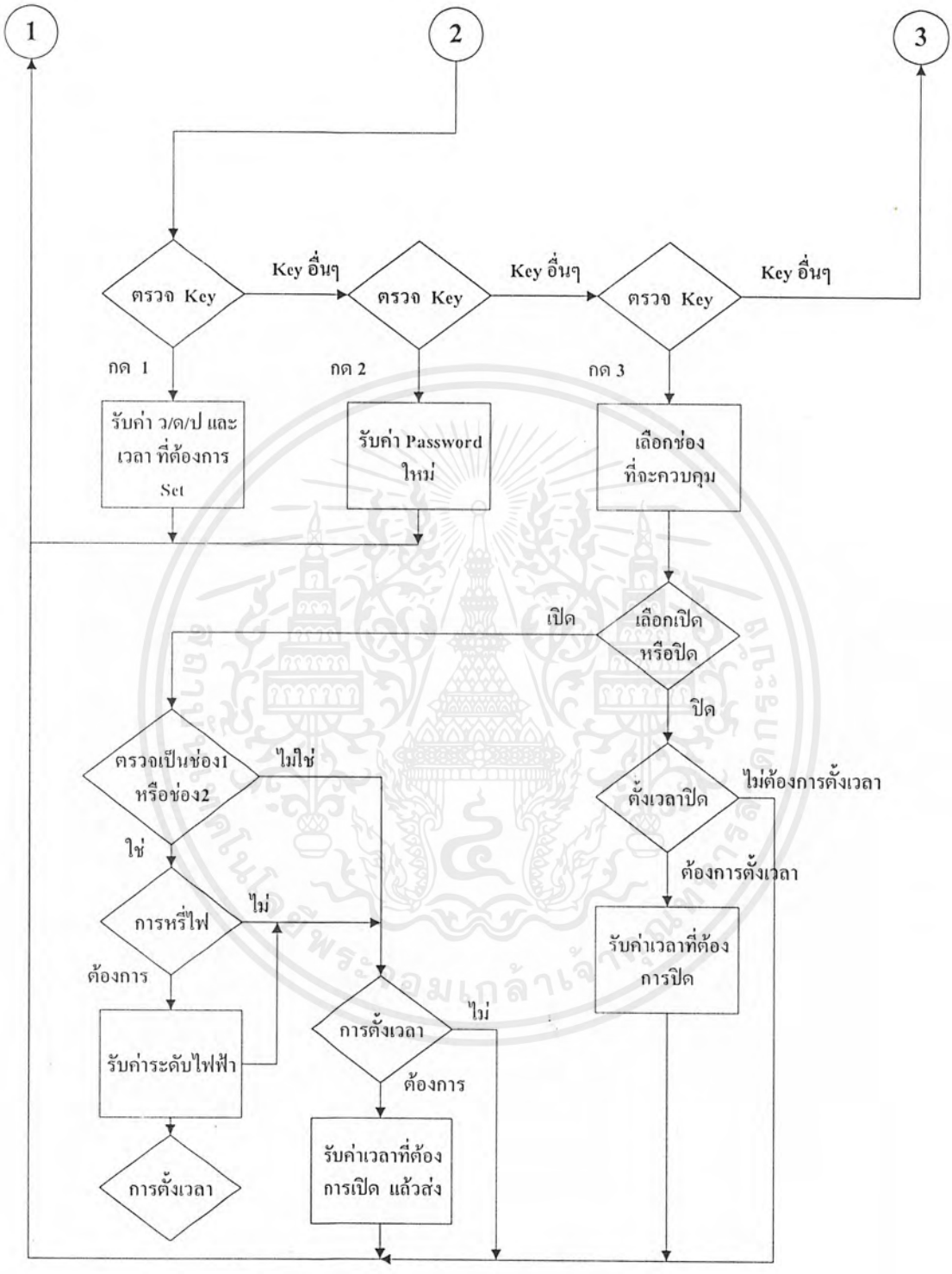
รูปที่ ค.1(ต่อ) ผังการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 ผังการทำงานของเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 (ต่อ) ผังการทำงานของเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ; CHECK   15 SEC. =  OFF HOOK & JUMP TO STAND BY

        ;               PUSH    ACC
        ;               MOV     A,RESTAN
        ;               CJNE    A,#0FFH,WAZ
        ;               LJMP    OFF_HOOK
        ;         WAZ:  POP     ACC


PASS_1          EQU     40H
PASS_2          EQU     41H
PASS_3          EQU     42H
CH_BUF_1        EQU     43H
CH_BUF_2        EQU     44H
CH_BUF_3        EQU     45H
CH_BUF_4        EQU     46H
RESTAN          EQU     4AH
S_HOUR          EQU     4BH
S_MIN           EQU     4CH
SUB_30          EQU     4DH
SUB_31          EQU     4EH
RTC_BUF         EQU     4FH
KEY_D           EQU     5FH
A_OUT           EQU     5EH
B_OUT           EQU     5DH
C_VOLT          EQU     5CH
BUF_PC          EQU     5BH
C_TIME          EQU     5AH
sec             equ     47h
min             equ     48h             ; 53,54,55,56,57,58,59
hour            equ     49h
day             equ     50h
month           equ     51h
year            equ     52h
S_SMIN          EQU     53H
O_VOLT          EQU     54H
rst             equ     p1.6
sclk            equ     p1.5
io              equ     p1.4
LCDWI           EQU     0fa00H          ;LCD write intruction
LCDLF           EQU     0fa01H          ;LCD load busy flag
LCDWD           EQU     0faC2H          ;LCD write data
LCDLD           EQU     0faC3H          ;LCD load data
A_8880          EQU     0FC00H
B_8880          EQU     0FC01H
C_8880          EQU     0FC02H
CON_2           EQU     0FC03H
A_DATA          EQU     0F800H
B_DATA          EQU     0F801H
K_DATA          EQU     0F802H
C_KEY           EQU     0F803H
D_CH1           EQU     30H
D_CH2           EQU     31H
D_CH3           EQU     32H
D_CH4           EQU     33H
D_CH5           EQU     34H
D_CH6           EQU     35H
D_CH7           EQU     36H
D_CH8           EQU     37H
D_CH9           EQU     38H
D_CH10          EQU     39H
D_CH11          EQU     3AH
D_CH12          EQU     3BH
D_CH13          EQU     3CH
D_CH14          EQU     3DH
D_CH15          EQU     3EH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D_CH16          EQU     3FH

                ORG     00
                LJMP    S_SYSTEM


                ORG     0BH
                JMP     HJK

                ORG     1BH
                LJMP    VOLT


                ORG     80H
S_SYSTEM:       LCALL   LCD             ;SET LCD
                LCALL   S_8880          ;SET 8880
                MOV     DPTR,#0F803H
                MOV     A,#81H
                MOVX    @DPTR,A         ;SET U1 (F803H)
                MOV     DPTR,#0F800H
                ORL     A,#0FFH
                MOVX    @DPTR,A         ;PORT A (U1) = FFH
                MOV     A_OUT,A
                INC     DPTR
                MOVX    @DPTR,A         ;PORT B (U1) = FFH
                MOV     B_OUT,A
                CLR     P3.5
                MOV     P1,#7FH         ;PORT 1 (MCS 51) = 77H
                MOV     IE,#10001010B
                MOV     TMOD,#11H
                MOV     TH0,#0
                MOV     TL0,#0
                MOV     C_TIME,#0FFH
                MOV     TH1,#0FEH
                MOV     TL1,#0A2H
                MOV     C_VOLT,#00H     ;COUTER 16 CYCLE
                MOV     PASS_1,#01H
                MOV     PASS_2,#02H
                MOV     PASS_3,#03H
                MOV     DAY,#03H
                MOV     MONTH,#05H
                MOV     YEAR,#98H
                MOV     HOUR,#23H
                MOV     MIN,#41H
                MOV     SEC,#01
                MOV     30H,#0
                MOV     31H,#0
                MOV     32H,#0
                MOV     33H,#0
                MOV     34H,#0
                MOV     35H,#0
                MOV     36H,#0
                MOV     37H,#0
                MOV     38H,#0
                MOV     39H,#0
                MOV     3AH,#0
                MOV     3BH,#0
                MOV     3CH,#0
                MOV     3DH,#0
                MOV     3EH,#0
                MOV     3FH,#0
                MOV     R0,#60H
BHU:            MOV     @R0,#0FFH
                INC     R0
                CJNE    R0,#80H,BHU
                LCALL   INIT_RTC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TTT:
            CLR     TR0
            MOV     C_TIME,#0FFH
            MOV     RESTAN,#00H
            MOV     A,#01H
            LCALL   WRITEINST
            LCALL   LCD_00
            LCALL   LCD_08
            LCALL   LCD_09

VB:         LCALL   TIME        ;%%%%%%%%%%%%%%%%%%
            JNB     P1.1, OPEN  ;%%%%%%%%%%%%%%%%%%
            JMP     WORD
            ;*******************************************

OPEN:       MOV     R4,#05H
            JNB     P1.2,SOM1     ; CHECK RINGING
            JB      P1.2,$
SOM:        JNB     P1.2,$
            JB      P1.2,$
            DJNZ    R4,SOM
            SETB    P1.7
            LCALL   DELAY3
            LCALL   DELAY3
            LCALL   DELAY3

            CLR     P1.7
            LCALL   DELAY3        ;DELAY SOUND = 20 SEC
            LCALL   DELAY3        ;DELAY SOUND = 20 SEC
            LCALL   DELAY3        ;DELAY SOUND = 20 SEC
            LCALL   DELAY3        ;DELAY SOUND = 20 SEC
            LCALL   DELAY3        ;DELAY SOUND = 20 SEC
            LCALL   DELAY3        ;DELAY SOUND = 20 SEC
            LCALL   DELAY3        ;DELAY SOUND = 20 SEC
            LCALL   DELAY3        ;DELAY SOUND = 20 SEC
            LCALL   DELAY3        ;DELAY SOUND = 20 SEC
            LJMP    WORD
SOM1:       LJMP    VB

            ;*********************************

WORD:
            LCALL   DELAY
            LCALL   DELAY
            LCALL   DELAY
            LCALL   DELAY
            MOV     A,#0FH
            LCALL   WRITEINST
            MOV     A,#0DH
            MOV     KEY_D,A
            LCALL   TONE_OUT
            MOV     R4,#04H
CC:
            MOV     A,#01H
            LCALL   WRITEINST
            LCALL   LCD_02
            DJNZ    R4,CBC
OFF_H:      LJMP    OFF_HOOK      ; NOT WRITE

CBC:
            LCALL   ANZ
            MOV     A,KEY_D
            LCALL   BCD
            MOV     R1,A
            LCALL   ANZ
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   BCD
                MOV     R2,A
                LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   BCD
                MOV     R3,A
                MOV     A,R1
                CJNE    A,PASS_1,CCNN
                MOV     A,R2
                CJNE    A,PASS_2,CCNN
                MOV     A,R3
                CJNE    A,PASS_3,CCNN
                MOV     A,#0CH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   DELAY3
                JMP     WTT
CCNN:           MOV     KEY_D,#07H
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   TONE_OUT
                JMP     CC
WTT:            MOV     KEY_D,#0DH
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   TONE_OUT


ABC_01:
                MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0A          ; MENU
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0B          ;1)NEW TIME SET:
                MOV     A,#90H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0C          ;2)SET PASSWORD:
                MOV     A,#0D0H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0D          ;3)CONTROL:
                SETB    TR0
                MOV     RESTAN,#00
                MOV     C_TIME,#0FFH
ABCD:           LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#01,ABC_02
                LJMP    SET_TIME
ABC_02: CJNE    A,#02,ABC_03
                LJMP    SET_PASS
ABC_03: CJNE    A,#03,ABCD
                LJMP    CONTROL

                ;*************************************************

ANZ:            JNB     P1.1,ANZ_01
                LCALL   KEY
                JMP     ANZ_02
ANZ_01:

                ; CHECK   15 SEC. =  OFF HOOK & JUMP TO STAND BY

                PUSH    ACC
                MOV     A,RESTAN
                CJNE    A,#0FFH,WAZ
                LJMP    OFF_HOOK
WAZ:            POP     ACC
                JB      P1.0,ANZ
                LCALL   REC_8880
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ANZ_02:         RET

                ;*********************************************

LMP:            PUSH    ACC
                LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   BCD
                CJNE    A,#0AH,ZZL
                MOV     A,#00
ZZL:            SWAP    A
                MOV     RTC_BUF,A
                LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   BCD
                CJNE    A,#0AH,ZZR
                MOV     A,#00
ZZR:            ORL     A,RTC_BUF
                MOV     RTC_BUF,A
                POP     ACC
                RET

                ;************  1)SET TIME  *************************

SET_TIME:       MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0B
                MOV     A,#0C4H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0E
                MOV     A,#94H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0F
                MOV     A,#0D4H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0G
                MOV     A,#0C9H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     C_TIME,#80H
                MOV     A,#0FH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LMP
                MOV     DAY,RTC_BUF
                MOV     A,#09BH
                LCALL   WRITEINST

                MOV     C_TIME,#80H
                LCALL   LMP
                MOV     MONTH,RTC_BUF
                MOV     A,#0DAH
                LCALL   WRITEINST

                MOV     C_TIME,#80H
                LCALL   LMP
                MOV     YEAR,RTC_BUF
                MOV     A,#0CH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   DELAY3

                MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#0FH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0B
                MOV     A,#0C4H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#94H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0I
                MOV     A,#0CAH
                LCALL   WRITEINST
                MOV     C_TIME,#80H
                LCALL   LMP
                MOV     HOUR,RTC_BUF
                MOV     A,#9CH
                LCALL   WRITEINST

                MOV     C_TIME,#80H
                LCALL   LMP
                MOV     MIN,RTC_BUF
                MOV     A,#0CH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0K
                LCALL   DELAY3
                MOV     C_TIME,#0FFH
                CLR     TR0
                LCALL   INIT_RTC
                LJMP    ABC_01

                ;*****************   DELAY 1 SEC.  *************

DELAY3:         MOV     R2,#06H
DE31:           MOV     R1,#0
DE32:           MOV     R0,#0
                DJNZ    R0,$
                DJNZ    R1,DE32
                DJNZ    R2,DE31
                RET

                ;******************  2)SET PASSWORD  ***********

SET_PASS:       MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0C
                LCALL   LCD_0J
                MOV     R0,#03
                MOV     R1,#PASS_1
PAWW:           LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                MOV     @R1,A
                LCALL   BCD
                INC     R1
                DJNZ    R0,PAWW
                LCALL   LCD_0K
                LCALL   DELAY3
                MOV     C_TIME,#0FFH
                CLR     TR0
                LJMP    ABC_01

                ;*****************  3)CONTROL   ***************

CONTROL:        LCALL   DATA_OUT
                LCALL   ONE
                MOV     A,#01
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_03          ; CHANNEL:
                LCALL   EFG
                MOV     A,CH_BUF_1
                SWAP    A
                ORL     CH_BUF_2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,CH_BUF_2
                MOV     CH_BUF_1,A
                LCALL   NOI
                MOV     A,#0C1H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0L          ; 1)ON.
                MOV     A,#0C8H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0M          ; 2)OFF
COLA:           LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#01,COLA_1
                LJMP    BOX
COLA_1:         CJNE    A,#02,COLA
                LJMP    FOX

              ;*****************************************

OFF_HOOK:
                SETB    P3.5
                LCALL   DELAY3
                LCALL   DELAY
                LCALL   DELAY
                LCALL   DELAY
                LCALL   DELAY
                LCALL   DELAY
                CLR     P3.5
                LJMP    TTT


              ;*********************************************

EFG:            PUSH    ACC
EFG_1:          LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#0AH,EFG_2
                LCALL   BCD
                MOV     A,#00
                JMP     EFG_3
EFG_2:          CJNE    A,#01H,EFG_1
                LCALL   BCD
EFG_3:          MOV     CH_BUF_1,A
EFG_4:          LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#0AH,EFG_5
                LCALL   BCD
                MOV     A,#00
                JMP     EFG_15
EFG_5:          CJNE    A,#01H,EFG_6
                JMP     EFG_14
EFG_6:          CJNE    A,#02H,EFG_7
                JMP     EFG_14
EFG_7:          CJNE    A,#03H,EFG_8
                JMP     EFG_14
EFG_8:          CJNE    A,#04H,EFG_9
                JMP     EFG_14
EFG_9:          CJNE    A,#05H,EFG_10
                JMP     EFG_14
EFG_10:         CJNE    A,#06H,EFG_11
                JMP     EFG_14
EFG_11:         CJNE    A,#07H,EFG_12
                JMP     EFG_14
EFG_12:         CJNE    A,#08H,EFG_13
                JMP     EFG_14
EFG_13:         CJNE    A,#09H,EFG_4
EFG_14:         LCALL   BCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EFG_15:         MOV     CH_BUF_2,A
                POP     ACC
                RET
               ;*************************************
NOI:

                PUSH    ACC
                MOV     A,CH_BUF_1
                CJNE    A,#00H,NOI_01
                MOV     A,#30H
                JMP     NOI_10
NOI_01:         CJNE    A,#01H,NOI_02
                MOV     A,#31H
                JMP     NOI_10
NOI_02:         CJNE    A,#02H,NOI_03
                MOV     A,#32H
                JMP     NOI_10
NOI_03:         CJNE    A,#03H,NOI_04
                MOV     A,#33H
                JMP     NOI_10
NOI_04:         CJNE    A,#04H,NOI_05
                MOV     A,#34H
                JMP     NOI_10
NOI_05:         CJNE    A,#05H,NOI_06
                MOV     A,#35H
                JMP     NOI_10
NOI_06:         CJNE    A,#06H,NOI_07
                MOV     A,#36H
                JMP     NOI_10
NOI_07:         CJNE    A,#07H,NOI_08
                MOV     A,#37H
                JMP     NOI_10
NOI_08:         CJNE    A,#08H,NOI_09
                MOV     A,#38H
                JMP     NOI_10
NOI_09:         CJNE    A,#09H,NOI_0A
                MOV     A,#39H
                JMP     NOI_10
NOI_0A:         CJNE    A,#10H,NOI_0B
                MOV     A,#3AH
                JMP     NOI_10
NOI_0B:         CJNE    A,#11H,NOI_0C
                MOV     A,#3BH
                JMP     NOI_10
NOI_0C:         CJNE    A,#12H,NOI_0D
                MOV     A,#3CH
                JMP     NOI_10
NOI_0D:         CJNE    A,#13H,NOI_0E
                MOV     A,#3DH
                JMP     NOI_10
NOI_0E:         CJNE    A,#14H,NOI_0F
                MOV     A,#3EH
                JMP     NOI_10
NOI_0F:         CJNE    A,#15H,NOI_10
                MOV     A,#3FH
NOI_10:         MOV     CH_BUF_2,A
                ADD     A,#30H
                MOV     S_HOUR,A
                ADD     A,#10H
                MOV     S_MIN,A
                MOV     A,CH_BUF_2
                CLR     C
                SUBB    A,#10H
                MOV     S_SMIN,A
                POP     ACC
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;*****************************************

BOX:
                MOV     A,CH_BUF_1
                CJNE    A,#00,BOX_1
                JMP     S__P
BOX_1:          CJNE    A,#01,ONF
S__P:           LJMP    STEP
ONF:            MOV     R0,CH_BUF_2
                LJMP    S_T_N

STEP:           MOV     A,#93H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_05      ; STEP CONTROL
                MOV     A,#0D1H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   YES         ; 1)YES.  2)NO.
FAN:            LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#01H,FAN_1
                LJMP    STEP_1
FAN_1:          CJNE    A,#02,FAN
                LJMP    ONF

                ;*************************************

STEP_1:         MOV     A,#01
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#83H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_05          ; STEP CONTROL
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0P                  ; STEP:
                MOV     CH_BUF_3,CH_BUF_1
                MOV     CH_BUF_4,CH_BUF_2
                LCALL   EFG
                MOV     A,CH_BUF_1
                SWAP    A
                ORL     A,CH_BUF_2

                CJNE    A,#10H,SAQ_1            ;
                MOV     A,#0AH                  ;
SAQ_1:          CJNE    A,#11H,SAQ_2            ;
                MOV     A,#0BH                  ;
SAQ_2:          CJNE    A,#12H,SAQ_3            ;
                MOV     A,#0CH                  ;
SAQ_3:          CJNE    A,#13H,SAQ_4            ;
                MOV     A,#0DH                  ;
SAQ_4:          CJNE    A,#14H,SAQ_5            ;
                MOV     A,#0EH                  ;


SAQ_5:          MOV     R0,CH_BUF_4
                MOV     @R0,A
                MOV     SUB_30,D_CH1    ; SUB_30 = STEP CONTROL CHANNEL 00
                MOV     SUB_31,D_CH2    ; SUB_31 = STEP CONTROL CHANNEL 01
                MOV     CH_BUF_2,CH_BUF_4
                MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#83H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0N          ; SET TIME ON:
                MOV     A,#0C1H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   YES             ; 1)YES.    2)ON.
EMB_11:         LCALL   ANZ
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#01,EMB_12
                MOV     D_CH1,#00
                MOV     D_CH2,#00
                LJMP    S_T_NA

EMB_12:         CJNE    A,#02,EMB_11
                JB      P1.3,$
                SETB    TR1                 ;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
                LJMP    ABC_01               ;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

                ;*****************************************

S_T_N:
                MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#83H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_ON          ; SET TIME ON:
                MOV     A,#0C1H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   YES             ; 1)YES.   2)ON.
EMB_1:          LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#01,EMB_2
                LJMP    S_T_NA
EMB_2:          CJNE    A,#02,EMB_1

                LJMP    ON_OFF1

                ;*********************************************

S_T_NA:         MOV     A,#94H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0H          ; HOUR:
                MOV     A,#0D4H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0I          ; MINITE:
                MOV     A,#99H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LMP
                MOV     R0,S_HOUR
                MOV     @R0,RTC_BUF
                MOV     A,#0DBH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LMP
                MOV     R0,S_MIN
                MOV     @R0,RTC_BUF
                LCALL   DELAY3
                LJMP    ABC_01

               ;*******************************************

FOX:            MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#83H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0O          ; SET TIME OFF:
FOX_1:          MOV     A,#0C1H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   YES             ; 1)YES.  2)NO.
FOX_2:          LCALL   ANZ
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#01,FOX_3
                MOV     A,#01
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#83H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_OO          ; SET TIME OFF:
                MOV     A,#0C4H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#0FH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0I          ; MINITE:
                LCALL   LMP
                MOV     R0,S_SMIN
                MOV     @R0,RTC_BUF
                LCALL   DELAY3
                LJMP    ABC_01

FOX_3:          CJNE    A,#02,FOX_2
                LJMP    ON_OFF2

               ;***********************************************

ON_OFF1:        MOV     R0,CH_BUF_2
                MOV     A,A_OUT
                CJNE    R0,#30H,LAAN0
                CLR     ACC.0
                MOV     D_CH1,#0FFH
LAAN0:          CJNE    R0,#31H,LAAN1
                CLR     ACC.1
                MOV     D_CH2,#0FFH
LAAN1:          CJNE    R0,#32H,LAAN2
                CLR     ACC.2
                MOV     D_CH3,#0FFH
LAAN2:          CJNE    R0,#33H,LAAN3
                CLR     ACC.3
                MOV     D_CH4,#0FFH
LAAN3:          CJNE    R0,#34H,LAAN4
                CLR     ACC.4
                MOV     D_CH5,#0FFH
LAAN4:          CJNE    R0,#35H,LAAN5
                CLR     ACC.5
                MOV     D_CH6,#0FFH
LAAN5:          CJNE    R0,#36H,LAAN6
                CLR     ACC.6
                MOV     D_CH7,#0FFH
LAAN6:          CJNE    R0,#37H,LAAN7
                CLR     ACC.7
                MOV     D_CH8,#0FFH
LAAN7:          MOV     DPTR,#0F800H
                MOV     A_OUT,A
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,B_OUT
                CJNE    R0,#38H,LAAN8
                CLR     ACC.0
                MOV     D_CH9,#0FFH
LAAN8:          CJNE    R0,#39H,LAAN9
                CLR     ACC.1
                MOV     D_CH10,#0FFH
LAAN9:          CJNE    R0,#3AH,LAAN10
                CLR     ACC.2
                MOV     D_CH11,#0FFH
LAAN10:         CJNE    R0,#3BH,LAAN11
                CLR     ACC.3
                MOV     D_CH12,#0FFH
LAAN11:         CJNE    R0,#3CH,LAAN12
                CLR     ACC.4
                MOV     D_CH13,#0FFH
LAAN12:         CJNE    R0,#3DH,LAAN13
                CLR     ACC.5
                MOV     D_CH14,#0FFH
LAAN13:         CJNE    R0,#3EH,LAAN14
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     ACC.6
                MOV     D_CH15,#0FFH
LAAN14:         CJNE    R0,#3FH,LAAN15
                CLR     ACC.7
                MOV     D_CH16,#0FFH
LAAN15:         MOV     DPTR,#0F801H
                MOV     B_OUT,A
                MOVX    @DPTR,A
                LJMP    ABC_01
        ;*************************************************************

ON_OFF2:
                MOV     R0,CH_BUF_2
                MOV     A,A_OUT
                CJNE    R0,#30H,HAAN0
                SETB    ACC.0
                MOV     D_CH1,#0H
HAAN0:          CJNE    R0,#31H,HAAN1
                SETB    ACC.1
                MOV     D_CH2,#0H
HAAN1:          CJNE    R0,#32H,HAAN2
                SETB    ACC.2
                MOV     D_CH3,#0H
HAAN2:          CJNE    R0,#33H,HAAN3
                SETB    ACC.3
                MOV     D_CH4,#0H
HAAN3:          CJNE    R0,#34H,HAAN4
                SETB    ACC.4
                MOV     D_CH5,#0H
HAAN4:          CJNE    R0,#35H,HAAN5
                SETB    ACC.5
                MOV     D_CH6,#0H
HAAN5:          CJNE    R0,#36H,HAAN6
                SETB    ACC.6
                MOV     D_CH7,#0H
HAAN6:          CJNE    R0,#37H,HAAN7
                SETB    ACC.7
                MOV     D_CH8,#0H
HAAN7:          MOV     DPTR,#0F800H
                MOV     A_OUT,A
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,B_OUT
                CJNE    R0,#38H,HAAN8
                SETB    ACC.0
                MOV     D_CH9,#0H
HAAN8:          CJNE    R0,#39H,HAAN9
                SETB    ACC.1
                MOV     D_CH10,#0H
HAAN9:          CJNE    R0,#3AH,HAAN10
                SETB    ACC.2
                MOV     D_CH11,#0H
HAAN10:         CJNE    R0,#3BH,HAAN11
                SETB    ACC.3
                MOV     D_CH12,#0H
HAAN11:         CJNE    R0,#3CH,HAAN12
                SETB    ACC.4
                MOV     D_CH13,#0H
HAAN12:         CJNE    R0,#3DH,HAAN13
                SETB    ACC.5
                MOV     D_CH14,#0H
HAAN13:         CJNE    R0,#3EH,HAAN14
                SETB    ACC.6
                MOV     D_CH15,#0H
HAAN14:         CJNE    R0,#3FH,HAAN15
                SETB    ACC.7
                MOV     D_CH16,#0H
HAAN15:         MOV     DPTR,#0F801H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     B_OUT,A
                MOVX    @DPTR,A
                LJMP    ABC_01

              ;*********************************************

HJK:            CLR     TR0
                CLR     EA
                DJNZ    C_TIME,MCC
                MOV     RESTAN,#0FFH

MCC:
                MOV     TH0,#00H
                MOV     TL0,#00H
                SETB    EA
                SETB    TR0
                RETI


            ;*********************************************
volt:
                CLR     EA
                push    acc
                push    dph
                push    dpl
                PUSH    07H
                push    05h
                push    00h
                mov     dptr,#0f800h
                INC     C_VOLT
                MOV     R0,#D_CH1
AAA_4:          MOV     A,C_VOLT
                CJNE    A,#0FH,AAA_5
                DJNZ    O_VOLT,OXC
                MOV     O_VOLT,#02H
                MOV     C_VOLT,#00
                JB      P1.3,$
                JMP     DDF
OXC:            MOV     C_VOLT,#00
                JNB     P1.3,$
                JMP     DDF

AAA_5:
                CJNE    A,D_CH1,AAA_6
                MOV     A,A_OUT
                CLR     ACC.0
                MOV     A_OUT,A
                MOV     A,C_VOLT
AAA_6:          CJNE    A,D_CH2,YLP
                MOV     A,A_OUT
                CLR     ACC.1
                MOV     A_OUT,A
YLP:
                MOV     A,A_OUT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R7,#30H
                NOP
                DJNZ    R7,$
                ORL     A,#00000011B
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A_OUT,A

DDF:
                MOV     TH1,#0FEH
                MOV     TL1,#70H
                pop     00h
                pop     05h
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP     07H
                pop     dpl
                pop     dph
                pop     acc
                SETB    TR1
                SETB    EA
QQ_00:          RETI


                        ;*****************************************

LCD_00:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#1
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#084H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     DPTR,#STAN
                LJMP     LOOPXX

LCD_01:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#TEL
                LJMP     LOOPXX

LCD_02:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#PAS
                LJMP     LOOPXX

LCD_03:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#CHA
                LJMP     LOOPXX

LCD_04:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#NFC
                LJMP     LOOPXX

LCD_05:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#STC
                LJMP     LOOPXX

LCD_06:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#CON
                LJMP     LOOPXX
LCD_07:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#OFFF
                LJMP     LOOPXX

LCD_08:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     DPTR,#TIM
                LJMP     LOOPXX
LCD_09:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#90H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     DPTR,#DMY
                LJMP     LOOPXX
LCD_0A:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#86H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     DPTR,#MENU
                LJMP     LOOPXX

LCD_0B:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#NTS
                LJMP     LOOPXX
LCD_0C:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#SPW
                LJMP     LOOPXX
LCD_0D:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#CTCH
                LJMP     LOOPXX
LCD_0E:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#DD
                LJMP     LOOPXX
LCD_0F:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#MM
                LJMP     LOOPXX
LCD_0G:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#YY
                LJMP     LOOPXX

LCD_0H:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#HH
                LJMP     LOOPXX

LCD_0I:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#MINITE
                LJMP     LOOPXX

LCD_0J:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITEINST
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#PAS_2
                LJMP     LOOPXX

LCD_0K:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#0D6H
                LCALL    WRITEINST
                MOV     DPTR,#PAS_1
                LJMP     LOOPXX

LCD_0L:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#ONN
                LJMP     LOOPXX

LCD_0M:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#OOFF
                LJMP     LOOPXX

LCD_0N:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#STN
                LJMP     LOOPXX

LCD_0O:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#STF
                LJMP     LOOPXX
LCD_0P:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#STEP_A
                LJMP     LOOPXX


YES:            PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#YESS
                JMP     LOOPXX
;NO:            PUSH    ACC
;               PUSH    DPH
;               PUSH    DPL
;               MOV     DPTR,#NO_0
;               JMP     LOOPXX


LOOPXX:
                CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                CALL    WRITECHAR
                INC     DPTR

                CJNE    A,#':',LOOPXX

                POP     DPL
                POP     DPH
                POP     ACC
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STAN:           DB      'STAND BY:'
PAS:            DB      'PASSWORD:'
TEL:            DB      'TEL.:'
CON:            DB      'CONTINIUE:'
CHA:            DB      'CHANNEL:'
NFC:            DB      'ON/OFF Ctrl.:'
STC:            DB      'STEP Ctrl.:'
YESS:           DB      '1)YES.  2)NO.:'
OFFF:           DB      'PRESS OFF HOOK:'
TIM:            DB      'TIME:'
DMY:            DB      'DATE:'
MENU:           DB      'MENU:'
NTS:            DB      '1)NEW TIME SET:'
SPW:            DB      '2)SET PASSWORD:'
CTCH:           DB      '3)Ctrl. CHANNEL:'
DD:             DB      'DAY:'
MM:             DB      'MONTH:'
YY:             DB      'YEAR:'
HH:             DB      'HOUR:'
MINITE:         DB      'MINITE:'
PAS_1:          DB      'SAVE:'
PAS_2:          DB      'NEW PASSWORD:'
STN:            DB      'SET TIME ON:'
STF:            DB      'SET TIME OFF:'
STEP_A:         DB      'STEP:'
ONN:            DB      '1)ON:'
OOFF:           DB      '2)OFF:'

                ;*************
BCD:
                PUSH    ACC
                CJNE    A,#0,BCD01
                MOV     A,#'D'
                JMP     BCD_
BCD01:          CJNE    A,#01,BCD02
                MOV     A,#'1'
                JMP     BCD_
BCD02:          CJNE    A,#02,BCD03
                MOV     A,#'2'
                JMP     BCD_
BCD03:          CJNE    A,#03,BCD04
                MOV     A,#'3'
                JMP     BCD_
BCD04:          CJNE    A,#04,BCD05
                MOV     A,#'4'
                JMP     BCD_
BCD05:          CJNE    A,#05,BCD06
                MOV     A,#'5'
                JMP     BCD_
BCD06:          CJNE    A,#06,BCD07
                MOV     A,#'6'
                JMP     BCD_
BCD07:          CJNE    A,#07,BCD08
                MOV     A,#'7'
                JMP     BCD_
BCD08:          CJNE    A,#08,BCD09
                MOV     A,#'8'
                JMP     BCD_
BCD09:          CJNE    A,#09,BCD0A
                MOV     A,#'9'
                JMP     BCD_
BCD0A:          CJNE    A,#0AH,BCD0B
                MOV     A,#'0'
                JMP     BCD_
BCD0B:          CJNE    A,#0BH,BCD0C
                MOV     A,#'*'
                JMP     BCD_
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BCD0C:          CJNE    A,#0CH,BCD0D
                MOV     A,#'#'
                JMP     BCD_
BCD0D:          CJNE    A,#0DH,BCD0E
                MOV     A,#'A'
                JMP     BCD_
BCD0E:          CJNE    A,#0EH,BCD0F
                MOV     A,#'B'
                JMP     BCD_
BCD0F:          CJNE    A,#0FH,BCD_Q
                MOV     A,#'C'
                JMP     BCD_
BCD_:           LCALL   WRITECHAR

                POP      ACC
BCD_Q:          RET       ;LJMP    MAIN
                ;*************************************************************


TIME:
                MOV     A,#0CH          ; OFF CURSOR
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   RTC_DISPLAY     ; READ DATA OF RTC
                LCALL   CHECK           ; CHECK ON CHANNEL 00-15

                MOV     R3,HOUR
                MOV     A,#0C5H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   CH_FONT         ; CP. FONT
                MOV     A,#':'
                LCALL   WRITECHAR

                MOV     R3,MIN
                MOV     A,#0C8H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   CH_FONT
                MOV     A,#':'
                LCALL   WRITECHAR

                MOV     R3,SEC
                MOV     A,#0CBH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   CH_FONT

                MOV     R3,DAY
                MOV     A,#95H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   CH_FONT
                MOV     A,#'/'
                ACALL   WRITECHAR

                MOV     R3,MONTH
                MOV     A,#98H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   CH_FONT
                MOV     A,#'/'
                ACALL   WRITECHAR


                MOV     R3,YEAR
                MOV     A,#9bH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   CH_FONT
                RET
                                        ;*************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd:            mov     r0,#03
lld:            call    delay
                mov     dptr,#LCDWI
                mov     a,#038h
                movx    @dptr,a
                djnz    r0,lld
                call    delay
                mov     a,#038h
                call    writeinst
                mov     a,#0fh
                call    writeinst
                mov     a,#01
                call    writeinst
                mov     a,#06
                call    writeinst
                ret

writeinst:      push    dph
                push    dpl
                mov     dptr,#LCDWI
                nop
                movx    @dptr,a
                call    eelay
bsk:            mov     dptr,#LCDLF
                nop
                movx    a,@dptr
                jb      acc.7,bsk
                pop     dpl
                pop     dph
                ret


writechar:      push    dph
                push    dpl
                mov     dptr,#LCDWD

                movx    @dptr,a
                CALL    EELAY

                pop     dpl
                pop     dph
                ret


eelay:          PUSH    01H
                mov     dptr,#00
lop:            inc     dptr
                mov     r1,dpl
                cjne    r1,#20h,lop
                POP     01H
                ret


delay:          PUSH    01H
                mov     dptr,#00
loop:           inc     dptr
                mov     r1,dph
                cjne    r1,#0bh,loop
                POP     01H
                ret


ddlay:          PUSH    03H
                mov     r3,#0ffh
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                call    delayr
                mov     c,io
                rrc     a
                setb    sclk
                call    delayr
                djnz    r5,rd_ch
                mov     r3,a
                clr     rst
                call    delayr
                ret

;*******************************rtc_display loop*****************
rtc_display:    mov     r2,#81h
                call    read_rtc
                mov     sec,r3
                mov     r2,#83h
                call    read_rtc
                mov     min,r3
                mov     r2,#85h
                call    read_rtc
                mov     hour,r3
                mov     r2,#87h
                call    read_rtc
                mov     day,r3
                mov     r2,#89h
                call    read_rtc
                mov     month,r3
                mov     r2,#8dh
                call    read_rtc
                mov     year,r3
                ret

;*******************************RTC delay************************
delayr:         mov     r6,#01h
delayr1:        mov     r7,#0ffh
                djnz    r7,$
                djnz    r6,delayr1
                ret
;*******************************check font***********************
CH_FONT:        MOV     A,R3
                SWAP    A
                ANL     A,#0FH
                MOV     KEY_D,A
                LCALL   BMD
                MOV     A,R3
                ANL     A,#0FH
                MOV     KEY_D,A
                LCALL   BMD
                RET

BMD:
                PUSH    ACC
                CJNE    A,#0,BMD01
                MOV     A,#'0'
                JMP     BMD
BMD01:          CJNE    A,#01,BMD02
                MOV     A,#'1'
                JMP     BMD
BMD02:          CJNE    A,#02,BMD03
                MOV     A,#'2'
                JMP     BMD
BMD03:          CJNE    A,#03,BMD04
                MOV     A,#'3'
                JMP     BMD
BMD04:          CJNE    A,#04,BMD05
                MOV     A,#'4'
                JMP     BMD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMD05:          CJNE    A,#05,BMD06
                MOV     A,#'5'
                JMP     BMD_
BMD06:          CJNE    A,#06,BMD07
                MOV     A,#'6'
                JMP     BMD_
BMD07:          CJNE    A,#07,BMD08
                MOV     A,#'7'
                JMP     BMD_
BMD08:          CJNE    A,#08,BMD09
                MOV     A,#'8'
                JMP     BMD_
BMD09:          CJNE    A,#09,BMD_Q
                MOV     A,#'9'
BMD_:           LCALL   WRITECHAR
                POP      ACC
BMD_Q:          RET

                ;*****************************************

                        ;KEY ( IC 74922 )


KEY:
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL

ERD:            MOV     DPTR,#K_DATA
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                MOV     key_d,A         ;****
                JB      P1.1,ERD
                MOV     C_TIME,#0FFH
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET

            ;************************************************************

                      ;    IN & OUT DTMF
                      ;    (IC 8880)

S_8880:         MOV     A,#80H  ;SET 8255 ADDRESS=FC00
                MOV     DPTR,#0FC03H
                MOVX    @DPTR,A ;PORT A,B = OUTPUT PORT
                MOV     DPTR,#C_8880  ;PORT C(bit 0-7)=O/P
                MOV     A,#0A0H
                MOVX    @DPTR,A ; @2='1' RS=@2="1"  R/W="0"
                CLR     ACC.7   ; @2 = '0'
                MOVX    @DPTR,A ; D0-D3 = "0"
                SETB    ACC.7   ;
                MOVX    @DPTR,A ;
                CLR     ACC.7   ;
                MOVX    @DPTR,A ;
                MOV     A,#0A8H  ;Write Con. Reg. A
                MOVX    @DPTR,A
                CLR     ACC.7
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#0A0H  ;Write Con. Reg. B
                MOVX    @DPTR,A
                CLR     ACC.7
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     A,#0ADH  ;Reg.A(tone o/p,DTMF,IRQ,Reg. B)
                MOVX    @DPTR,A
                CLR     ACC.7
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,#0A0H  ;Reg.B (burst mode)
        MOVX    @DPTR,A
        CLR     ACC.7
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#81H  ;8255 PORT C(bit 0-3)=I/P
        MOV     DPTR,#0FC03H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#C_8880 ;8880 READ Status Reg.
        MOV     A,#0B0H  ;RS = R/W = "1"  @2 = "1"
        MOVX    @DPTR,A
        CLR     ACC.7
        MOVX    @DPTR,A
        RET


REC_8880:
        PUSH    ACC
        PUSH    DPH
        PUSH    DPL

        MOV     DPTR,#C_8880      ; 0FC02H
WAIT2:  MOV     A,#0B0H           ; RS = R/W = '1'
        MOVX    @DPTR,A           ; READ STATUS REGISTER
        CLR     ACC.7
        MOVX    @DPTR,A
        MOVX    A,@DPTR
        JNB     ACC.2,WAIT2       ; WAIT D2 = '1'
        MOV     A,#90H            ; READ THE RECEIVE DATA REGISTER
        MOVX    @DPTR,A           ; RS ='0'  R/W = '1'
        CLR     ACC.7
        MOVX    @DPTR,A
REC:    MOVX    A,@DPTR           ; READ DATA
        ANL     A,#0FH
        MOV     KEY_D,A
        MOV     C_TIME,#0FFH
        MOV     A,#0B0H           ; READ STATUS REGISTER
        MOVX    @DPTR,A           ; RS = '1'   R/W = '1'
        CLR     ACC.7
        MOVX    @DPTR,A
        POP     DPL
        POP     DPH
        POP     ACC
        RET
                                          ;***********


TONE_OUT:
        PUSH    ACC
        PUSH    DPH
        PUSH    DPL

        MOV     DPTR,#CON_2    ;FC03
        MOV     A,#80H         ; Pa = Pb = Pc = OUTPUT MODE '0'
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#C_8880   ; FC02
        MOV     A,KEY_D
        ANL     A,#0FH         ; DATA TRANSMIT
        SETB    ACC.7          ; @2 + DATA TRANSMIT
        MOVX    @DPTR,A
        CLR     ACC.7          ;@2 = '0'
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#CON_2
        MOV     A,#81H
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WIAT:           MOV     DPTR,#C_8880
WIAT1:          MOV     A,#0B0H
                MOVX    @DPTR,A
                CLR     ACC.7
                MOVX    @DPTR,A
                MOVX    A,@DPTR
                JNB     ACC.1,WIAT1
                POP     DPL
                POP     DPH
                POP     ACC
                RET

        ;*******************************

DATA_OUT:       MOV     R1,#30H
D_16:           MOV     A,@R1
                ANL     A,#0FH
                LCALL   TONE_OUT
                INC     R1
                CJNE    R1,#40H,D_16
                RET

;7777777777777777777777777777777777777777777777777777
data_in:        mov      r1,#030h
cch:            jnb      ie0,$
                mov      @r1,a
                inc      r1
                cjne     r1,#040h,cch
                ret

;8888888888888888888888888888888888888888888888888888
on:             mov      a,#'O'
                acall    writechar
                mov      a,#'N'
                acall    writechar
                ret

;9999999999999999999999999999999999999999999999999999
off:            mov      a,#'O'
                acall    writechar
                mov      a,#'F'
                acall    writechar
                acall    writechar
                ret

;0000000000000000000000000000000000000000000000000000
cp_data:        MOV      A,@R1
                JNZ      CAN
                INC      R1
                call     off
                jmp      cam
can:            INC      R1
                call     on
cam:
                ret

;!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
pxd:            clr      a
                movc     a,@a+dptr
                inc      dptr
                acall    writechar
                cjne     a,#':',pxd
                ret
;$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
papa:           db " 0: 1: 2: 3: 4: 5: 6: 7:"
sasa:           db " 8: 9:10:11:12:13:14:15:"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;#########################################
one:            mov     r1,#30h

                mov     dptr,#papa
                mov     a,#01h
                acall   writeinst
                acall    pxd

                                        ;****
                MOV     A,30h
                JNZ     CAN00
                call    off
                jmp     cam00
can00:          call    on
CAM00:
                mov     a,#0c0h
                call    writeinst
                call    pxd

                                      ;****
                MOV     A,31h
                JNZ     CAN01
                call    off
                jmp     cam01
can01:          call    on
CAM01:

                mov     a,#090h
                call    writeinst
                call    pxd
                                    ;****
                MOV     A,32h
                JNZ     CAN02
                call    off
                jmp     cam02
can02:          call    on
CAM02:

                mov     a,#0d0h
                call    writeinst
                call    pxd
                                        ;****

                MOV     A,33h
                JNZ     CAN03
                call    off
                jmp     cam03
can03:          call    on
CAM03:

                mov     a,#089h
                call    writeinst
                call    pxd
                                        ;****

                MOV     A,34h
                JNZ     CAN04
                call    off
                jmp     cam04
can04:          call    on
CAM04:

                mov      a,#0c9h
                call     writeinst
                call     pxd
                                        ;****
                MOV     A,35h
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JNZ       CAN05
                call      off
                jmp       cam05
can05:          call      on
CAM05:

                mov        a,#099h
                call       writeinst
                call       pxd
                                                ;****
                MOV       A,36h
                JNZ       CAN06
                call      off
                jmp       cam06
can06:          call      on
CAM06:

                mov        a,#0d9h
                call       writeinst
                call       pxd
                                                ;****
                MOV       A,37h
                JNZ       CAN07
                call      off
                jmp       cam07
can07:          call      on
CAM07:

                acall      ddlay
                mov       dptr,#sasa
                mov       a,#01h
                acall     writeinst
                acall      pxd
                                                ;****
                MOV       A,38h
                JNZ       CAN08
                call      off
                jmp       cam08
can08:          call      on
CAM08:

                mov       a,#0c0h
                call      writeinst
                call      pxd
                                                ;****
                MOV       A,39h
                JNZ       CAN09
                call      off
                jmp       cam09
can09:          call      on
CAM09:

                mov       a,#090h
                call      writeinst
                call      pxd
                                                ;****
                MOV       A,3Ah
                JNZ       CAN10
                call      off
                jmp       cam10
can10:          call      on
CAM10:

                mov       a,#0d0h
                call      writeinst
                call      pxd
                                                ;****
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,3Bh
                JNZ     CAN11
                call    off
                jmp     cam11
can11:          call    on
CAM11:

                mov     a,#089h
                call    writeinst
                call    pxd
                                                ;****
                MOV     A,3Ch
                JNZ     CAN12
                call    off
                jmp     cam12
can12:          call    on
CAM12:

                mov      a,#0c9h
                call     writeinst
                call     pxd
                                                ;****
                MOV     A,3Dh
                JNZ     CAN13
                call    off
                jmp     cam13
can13:          call    on
CAM13:

                mov      a,#099h
                call     writeinst
                call     pxd
                                                ;****
                MOV     A,3Eh
                JNZ     CAN14
                call    off
                jmp     cam14
can14:          call    on
CAM14:

                mov      a,#0d9h
                call     writeinst
                call     pxd
                                                ;****
                MOV     A,3Fh
                JNZ     CAN15
                call    off
                jmp     cam15
can15:          call    on
CAM15:

                acall    ddlay

                ret


;************** check.asm ****************

check:          mov   r2,HOUR
                mov   r1,MIN                ;check on ch1
                mov   a,r2
                cjne  a,60H,ch_2        ;r2= HOUR
                mov   a,r1              ;60= HOUR
                cjne  a,70H,ch_2        ;r1= MIN
                MOV   D_CH1,SUB_30
                JB    P1.3,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SETB  TR1
ch_2:           mov   a,r2                  ;check on ch2
                cjne  a,61h,ch_3
                mov   a,r1
                cjne  a,71h,ch_3
                MOV    D_CH2,SUB_31
                JB     P1.3,$
                SETB   TR1

ch_3:           mov   a,r2                  ;check on ch3
                cjne  a,62h,ch_4
                mov   a,r1
                cjne  a,72h,ch_4
                MOV    A,A_OUT
                CLR    ACC.2
                MOV    D_CH3,#0FFH
                MOV    A_OUT,A

ch_4:           mov   a,r2                  ;check on ch4
                cjne  a,63h,ch_5
                mov   a,r1
                cjne  a,73h,ch_5
                MOV    A,A_OUT
                CLR    ACC.3
                MOV    D_CH4,#0FFH
                MOV    A_OUT,A

ch_5:           mov    a,r2                 ;check on ch5
                cjne   a,64h,ch_6
                mov    a,r1
                cjne   a,74h,ch_6
                MOV    A,A_OUT
                CLR    ACC.4
                MOV    D_CH5,#0FFH
                MOV    A_OUT,A

ch_6:           mov   a,r2                  ;check on ch6
                cjne  a,65h,ch_7
                mov   a,r1
                cjne  a,75h,ch_7
                MOV    A,A_OUT
                CLR    ACC.5
                MOV    D_CH6,#0FFH
                MOV    A_OUT,A

ch_7:           mov   a,r2                  ;check on ch7
                cjne  a,66h,ch_8
                mov   a,r1
                cjne  a,76h,ch_8
                MOV    A,A_OUT
                CLR    ACC.6
                MOV    D_CH7,#0FFH
                MOV    A_OUT,A

ch_8:           mov   a,r2                  ;check on ch8
                cjne  a,67h,ch_9
                mov   a,r1
                cjne  a,77h,ch_9
                MOV    A,A_OUT
                CLR    ACC.7
                MOV    D_CH8,#0FFH
                MOV    A_OUT,A


ch_9:           MOV    DPTR,#0F800H
                MOV    A,A_OUT
                MOVX   @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                    ;check on ch9
                mov   a,r2
                cjne  a,68H,ch_A
                mov   a,r1
                cjne  a,78H,ch_A
                MOV   A,B_OUT
                CLR   ACC.0
                MOV   D_CH9,#0FFH
                MOV   B_OUT,A

ch_A:           mov  a,r2                   ;check on ch10
                cjne a,69h,ch_B
                mov  a,r1
                cjne a,79h,ch_B
                MOV   A,B_OUT
                CLR   ACC.1
                MOV   D_CH10,#0FFH
                MOV   B_OUT,A

ch_B:           mov   a,r2                  ;check on ch11
                cjne  a,6Ah,ch_C
                mov   a,r1
                cjne  a,7Ah,ch_C
                MOV   A,B_OUT
                CLR   ACC.2
                MOV   D_CH11,#0FFH
                MOV   B_OUT,A

ch_C:           mov   a,r2                  ;check on ch12
                cjne  a,6Bh,ch_D
                mov   a,r1
                cjne  a,7Bh,ch_D
                MOV   A,B_OUT
                CLR   ACC.3
                MOV   D_CH12,#0FFH
                MOV   B_OUT,A

ch_D:           mov   a,r2                  ;check on ch13
                cjne  a,6Ch,ch_E
                mov   a,r1
                cjne  a,7Ch,ch_E
                MOV   A,B_OUT
                CLR   ACC.4
                MOV   D_CH13,#0FFH
                MOV   B_OUT,A

ch_E:           mov   a,r2                  ;check on ch14
                cjne  a,6Dh,ch_F
                mov   a,r1
                cjne  a,7Dh,ch_F
                MOV   A,B_OUT
                CLR   ACC.5
                MOV   D_CH14,#0FFH
                MOV   B_OUT,A

ch_F:           mov   a,r2                  ;check on ch15
                cjne  a,6Eh,ch_G
                mov   a,r1
                cjne  a,7Eh,ch_G
                MOV   A,B_OUT
                CLR   ACC.6
                MOV   D_CH15,#0FFH
                MOV   B_OUT,A

ch_G:           mov   a,r2                  ;check on ch16
                cjne  a,6Fh,ch_H
                mov   a,r1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                cjne  a,7Fh,ch_H
                MOV   A,B_OUT
                CLR   ACC.7
                MOV   D_CH16,#0FFH
                MOV   B_OUT,A

CH_H:           MOV   DPTR,#0F801H
                MOV   A,B_OUT
                MOVX  @DPTR,A


                    ;CHECK OFF CH1
                mov   a,r1              ;60= HOUR
                cjne  a,20H,chA_2       ;r1= MIN
                MOV   A,A_OUT           ;70= MIN
                SETB  ACC.0
                MOV   D_CH1,#00H
                MOV   A_OUT,A

chA_2:          mov   a,r1                      ;check OFF ch2
                cjne  a,21h,chA_3
                MOV   A,A_OUT
                SETB  ACC.1
                MOV   D_CH2,#00H
                MOV   A_OUT,A

chA_3:          mov   a,r1                      ;check OFF ch3
                cjne  a,22h,chA_4
                MOV   A,A_OUT
                SETB  ACC.2
                MOV   D_CH3,#00H
                MOV   A_OUT,A

chA_4:          mov   a,r1                      ;check OFF ch4
                cjne  a,23h,chA_5
                MOV   A,A_OUT
                SETB  ACC.3
                MOV   D_CH4,#00H
                MOV   A_OUT,A

chA_5:          mov   a,r1                      ;check OFF ch5
                cjne  a,24h,chA_6
                MOV   A,A_OUT
                SETB  ACC.4
                MOV   D_CH5,#00H
                MOV   A_OUT,A

chA_6:          mov   a,r1                      ;check OFF ch6
                cjne  a,25h,chA_7
                MOV   A,A_OUT
                SETB  ACC.5
                MOV   D_CH6,#00H
                MOV   A_OUT,A

chA_7:          mov   a,r1                      ;check OFF ch7
                cjne  a,26h,chA_8
                MOV   A,A_OUT
                SETB  ACC.6
                MOV   D_CH7,#00H
                MOV   A_OUT,A

chA_8:          mov   a,r1                      ;check OFF ch8
                cjne  a,27h,chA_9
                MOV   A,A_OUT
                SETB  ACC.7
                MOV   D_CH8,#00H
                MOV   A_OUT,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
chA_9:      MOV   DPTR,#0F800H
            MOV   A,A_OUT
            MOVX  @DPTR,A
                                ;check OFF ch9
            mov   a,r1
            cjne  a,28H,chA_A
            MOV   A,B_OUT
            SETB  ACC.0
            MOV   D_CH9,#00H
            MOV   B_OUT,A

chA_A:      mov   a,r1                  ;check OFF ch10
            cjne  a,29h,chA_B
            MOV   A,B_OUT
            SETB  ACC.1
            MOV   D_CH10,#00H
            MOV   B_OUT,A

chA_B:      mov   a,r1                  ;check OFF ch11
            cjne  a,2Ah,chA_C
            MOV   A,B_OUT
            SETB  ACC.2
            MOV   D_CH11,#00H
            MOV   B_OUT,A

chA_C:      mov   a,r1                  ;check OFF ch12
            cjne  a,2Bh,chA_D
            MOV   A,B_OUT
            SETB  ACC.3
            MOV   D_CH12,#00H
            MOV   B_OUT,A

chA_D:      mov   a,r1                  ;check OFF ch13
            cjne  a,2Ch,chA_E
            MOV   A,B_OUT
            SETB  ACC.4
            MOV   D_CH13,#00H
            MOV   B_OUT,A

chA_E:      mov   a,r1                  ;check OFF ch14
            cjne  a,2Dh,chA_F
            MOV   A,B_OUT
            SETB  ACC.5
            MOV   D_CH14,#00H
            MOV   B_OUT,A

chA_F:      mov   a,r1                  ;check OFF ch15
            cjne  a,2Eh,chA_G
            MOV   A,B_OUT
            SETB  ACC.6
            MOV   D_CH15,#00H
            MOV   B_OUT,A

chA_G:      mov   a,r1                  ;check OFF ch16
            cjne  a,2Fh,chA_H
            MOV   A,B_OUT
            SETB  ACC.7
            MOV   D_CH16,#00H
            MOV   B_OUT,A

CHA_H:      MOV   DPTR,#0F801H
            MOV   A,B_OUT
            MOVX  @DPTR,A

            RET
            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        ;KEY ( IC 74922 )
KEY_D           EQU     5FH
CH_1            EQU     30H
CH_2            EQU     31H
CH_3            EQU     32H
CH_4            EQU     33H
CH_5            EQU     34H
CH_6            EQU     35H
CH_7            EQU     36H
CH_8            EQU     37H
CH_9            EQU     38H
CH_10           EQU     39H
CH_11           EQU     3AH
CH_12           EQU     3BH
CH_13           EQU     3CH
CH_14           EQU     3DH
CH_15           EQU     3EH
CH_16           EQU     3FH
CH_BUF_1        EQU     44H
CH_BUF_2        EQU     45H

                ORG     00
                JMP     S_SYSTEM

                ORG     80H
s_system:       clr     p3.0    ; RS = '0'
                clr     p3.1    ; R/W = '0'
                clr     p3.4    ; E = '0'
                lcall   delay
                LCALL   LCD
                LCALL   S_8880
                SETB    P3.3
                SETB    P3.2
                SETB    P1.6    ; ^OE = "1"
                MOV     P0,#0FFH
                ;************
                LCALL   LCD_00
                JNB     P3.3,$
                MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_01      ; TEL.:
                JB      P3.3,$

BB:             JNB     P3.3,$              ;WAIT KEY
                LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#0CH,BV   ;  A CP '#'
                JMP     BC
BV:             MOV     A,KEY_D
                LCALL   BCD
                LCALL   TONEGO
                JMP     BB
BC:                                 ;WAIT DTMF
                LCALL   REC_D
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#0DH,BC   ; A CP 'A'
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_02
                MOV     R1,#04
CC:             MOV     R0,#03
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R1,CBC

OFF_H:          MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#86H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_07          ;77777777
                JMP     $
CBC:
                LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   TONEGO
                LCALL   BCD
                DJNZ    R0,CBC

                LCALL   REC_D
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#0DH,CC     ;A CP 'A'

;*************************  PASSWORD PASS  *************************

ABC_01:         MOV     A,#01
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0A          ;  MENU:
                MOV       A,#0C0H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0B          ;  1)NEW TIME SET:
                MOV     A,#90H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0C          ;  2)SET PASSWORD:
                MOV     A,#0D0H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0D          ;  3)Ctrl. CHANNEL:

ABCD:           LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#01,ABC_02
                LCALL   TONEGO
                LJMP    SET_TIME
ABC_02:         CJNE    A,#02,ABC_03
                LCALL   TONEGO
                LJMP    SET_PASS
ABC_03:         CJNE    A,#03,ABCD
                LCALL   TONEGO
                LJMP    CONTROL

;*****************************  1)NEW TIME SET:  ************************

SET_TIME:       MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0B
                MOV     A,#0C4H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0E
                MOV     A,#94H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0F
                MOV     A,#0D4H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0G
                MOV     A,#0C9H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   ABC_04
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#9BH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   ABC_04
                MOV     A,#0DAH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   ABC_04
                MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0B
                MOV     A,#0C4H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0H
                MOV     A,#94H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0I
                MOV     A,#0CAH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   ABC_04
                MOV     A,#9CH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   ABC_04
                MOV     R6,#40H
VAN:            LCALL   DELAY
                DJNZ    R6,VAN
                LJMP    ABC_01

ABC_04:         PUSH    00H
                MOV     R0,#02H
ABC_05:         LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   BCD
                LCALL   TONEGO
                DJNZ    R0,ABC_05
                POP     00H
                RET

;*****************************  2)SET PASSWORD:  *****************************

SET_PASS:       MOV     A,#01H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0C
                LCALL   LCD_0J
                MOV     R0,#03
PAWW:           LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   BCD
                LCALL   TONEGO
                DJNZ    R0,PAWW
                MOV     R0,#40H
                LCALL   LCD_0K
PAWW_1:         LCALL   DELAY
                DJNZ    R0,PAWW_1
                LJMP    ABC_01

;*****************************  3)CONTROL CHANNAL:  **********************

CONTROL:        LCALL   REC_D_CH
                LCALL   ONE
                MOV     A,#01
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_03   ;'CHANNAL:'
                LCALL   AK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#0C1H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0L  ;1)ON:
                MOV     A,#0C8H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0M  ;2)OFF:
SPY:            LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#01,SPY_3
                LCALL   TONEGO
                MOV     A,CH_BUF_1
                SWAP    A
                ORL     A,CH_BUF_2
                MOV     CH_BUF_1,A
                CJNE    A,#00,SPY_1
                MOV     CH_BUF_2,#30H
                JMP     SPY_2
SPY_1:          CJNE    A,#01,S_T_N
                MOV     CH_BUF_2,#31H
SPY_2:          LJMP    STEP
SPY_3:          CJNE    A,#02,SPY
                LCALL   TONEGO
SPY_4:          MOV     A,#01
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#83H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0O          ;  SET TIME OFF:
                LJMP    S_T_NA
STEP:           MOV     A,#93H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_05          ; STEP CONTROL
                MOV     A,#0D1H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   YES             ; 1)YES.    2)NO.
FAN:            LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#01,FAN_1
                LCALL   TONEGO
                LJMP    STEP_1
FAN_1:          CJNE    A,#02,FAN
S_T_N:          MOV     A,#01
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#83H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0N          ; SET TIME ON
S_T_NA:         MOV     A,#0C4H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0H          ; HOUR
                MOV     A,#94H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0I          ; MINITE
                MOV     A,#0C9H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   HOW             ; REC 2 KEY
                MOV     A,#9BH
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   HOW             ; REC 2 KEY
                LJMP    ABC_01

HOW:            MOV     R2,#02
HOW_1:          LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
                LCALL   TONEGO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   BCD
                DJNZ    R2,HOW_1
                RET

STEP_1:         MOV     A,#01
                LCALL   WRITEINST
                MOV     A,#83H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_05
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITEINST
                LCALL   LCD_0P
                LCALL   AK
                LJMP    S_T_N

;*****************************  END MAIN PROGRAM  ************************

CDELAY:         MOV     R3,#80H
CBX:            LCALL   DELAY
                NOP
                NOP
                DJNZ    R3,CBX
                RET


BCD:
                PUSH    ACC
                CJNE    A,#0,BCD01
                MOV     A,#'D'
                JMP     BCD_
BCD01:          CJNE    A,#01,BCD02
                MOV     A,#'1'
                JMP     BCD_
BCD02:          CJNE    A,#02,BCD03
                MOV     A,#'2'
                JMP     BCD_
BCD03:          CJNE    A,#03,BCD04
                MOV     A,#'3'
                JMP     BCD_
BCD04:          CJNE    A,#04,BCD05
                MOV     A,#'4'
                JMP     BCD_
BCD05:          CJNE    A,#05,BCD06
                MOV     A,#'5'
                JMP     BCD_
BCD06:          CJNE    A,#06,BCD07
                MOV     A,#'6'
                JMP     BCD_
BCD07:          CJNE    A,#07,BCD08
                MOV     A,#'7'
                JMP     BCD_
BCD08:          CJNE    A,#08,BCD09
                MOV     A,#'8'
                JMP     BCD_
BCD09:          CJNE    A,#09,BCD0A
                MOV     A,#'9'
                JMP     BCD_
BCD0A:          CJNE    A,#0AH,BCD0B
                MOV     A,#'0'
                JMP     BCD_
BCD0B:          CJNE    A,#0BH,BCD0C
                MOV     A,#'*'
                JMP     BCD_
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BCD0C:          CJNE    A,#0CH,BCD0D
                MOV     A,#'#'
                JMP     BCD_
BCD0D:          CJNE    A,#0DH,BCD0E
                MOV     A,#'A'
                JMP     BCD_
BCD0E:          CJNE    A,#0EH,BCD0F
                MOV     A,#'B'
                JMP     BCD_
BCD0F:          CJNE    A,#0FH,BCD_Q
                MOV     A,#'C'
                JMP     BCD_
BCD_:           LCALL   WRITECHAR

                POP     ACC
BCD_Q:          RET


AK:
                LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
                CJNE    A,#0AH,SAZ
                JMP     SDF
SAZ:            CJNE    A,#01H,AK
SDF:            LCALL   TONEGO
                LCALL   BCD
                MOV     CH_BUF_1,A

BBK:            LCALL   KEY
                MOV     A,KEY_D
PLI:            LCALL   TONEGO
                LCALL   BCD
                MOV     CH_BUF_2,A
                RET

  ;######################     Rx. KEY [IC.74C922]     ###############

KEY:
                PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     P0,#0FFH

KEY_1:          CLR     P1.6
                MOV     A,P0
                SWAP    A
                ANL     A,#0FH
                MOV     KEY_D,A
                JB      P3.3,KEY_1
                SETB    P1.6
                POP     DPL
                POP     DPH
                POP     ACC
                RET

  ;######################      Tx.-Rx. DTMF [ IC.8880 ]       ############

S_8880:         SETB    P1.4    ;R/W = '1'
                SETB    P1.5    ; RS = '1'
                SETB    P1.3    ; @2 = '1'
                CLR     P1.3    ; @2 = '0'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     P1.4    ;R/W = '0'
                MOV     P0,#0F0H
                SETB    P1.3
                CLR     P1.3
                MOV     P0,#0F0H
                SETB    P1.3
                CLR     P1.3
                MOV     P0,#0F8H
                SETB    P1.3
                CLR     P1.3
                MOV     P0,#0F0H
                SETB    P1.3
                CLR     P1.3
                SETB    P1.4
                SETB    P1.3
                CLR     P1.3
                CLR     P1.4
                MOV     P0,#0FDH
                SETB    P1.3
                CLR     P1.3
                MOV     P0,#0F0H
                SETB    P1.3
                CLR     P1.3
                SETB    P1.4
                SETB    P1.3
                CLR     P1.3
                RET

;******************  rec. data 16 channal  ********************

REC_D_CH:       MOV     R0,#CH_1
REC:            JB      P3.2,$    ;wait ^IRQ
                SETB    P1.4        ;R/W = '1'
                CLR     P1.5        ; RS = '0'
                SETB    P1.3        ; @2 = '1'
                MOV     P0,#0FFH
                CLR     P1.3        ; @2 = '0'
                MOV     A,P0
                ANL     A,#0FH
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                SETB    P1.4    ;R/W = '1'
                SETB    P1.5    ; RS = '1'
                SETB    P1.3    ; @2 = '1'
                CLR     P1.3    ; @2 = '0'
                CJNE    R0,#40H,REC
                RET

;**************   Rx. DTMF. DATA   ***************

REC_D:          PUSH    ACC
                JB      P3.2,$
C_D:            SETB    P1.4    ;R/W = '1'
                SETB    P1.5    ; RS = '1'
                SETB    P1.3    ; @2 = '1'
                MOV     P0,#0FFH
                CLR     P1.3    ; @2 = '0'
                JNB     P0.2,C_D
                MOV     P0,0FFH
                CLR     P1.5    ; RS = '0'
                SETB    P1.3    ; @2 = '1'
                CLR     P1.3    ; @2 = '0'
                MOV     A,P0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL     A,#0FH
                MOV     KEY_D,A
                SETB    P1.4    ;R/W = '1'
                SETB    P1.5    ; RS = '1'
                SETB    P1.3    ; @2 = '1'
                MOV     P0,#0FFH
                CLR     P1.3    ; @2 = '0'
                POP     ACC
                RET

;*********************   Tx. DTMF.   ********************

TONEGO:         PUSH    ACC
                MOV     P0,#0F0H
                MOV     A,KEY_D
                ORL     A,#0F0H
                MOV     P0,A
                CLR     P1.4    ;R/W = '0'
                CLR     P1.5    ; RS = '0'
                SETB    P1.3    ; @2 = '1'
                CLR     P1.3    ; @2 = '0'
C_D1:
                MOV     P0,#0FFH
                SETB    P1.4    ;R/W = '1'
                SETB    P1.5    ; RS = '1'
                SETB    P1.3    ; @2 = '1'
                CLR     P1.3    ; @2 = '0'
                JNB     P0.1,C_D1
                POP     ACC
                RET

;########################     LCD     ########################

LCD_00:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#1
                ACALL   WRITEINST
                MOV     A,#0C1H
                ACALL   WRITEINST
                MOV     DPTR,#STAN
                LJMP     LOOPXX

LCD_01:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#TEL
                LJMP     LOOPXX

LCD_02:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#PAS
                LJMP     LOOPXX

LCD_03:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#CHA
                LJMP     LOOPXX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_04:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     DPTR,#NFC
            LJMP     LOOPXX

LCD_05:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     DPTR,#STC
            LJMP     LOOPXX

LCD_06:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     DPTR,#CON
            LJMP     LOOPXX
LCD_07:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     DPTR,#OFFF
            LJMP     LOOPXX

LCD_08:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     A,#0C0H
            LCALL   WRITEINST
            MOV     DPTR,#TIM
            LJMP     LOOPXX
LCD_09:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     A,#90H
            LCALL   WRITEINST
            MOV     DPTR,#DMY
            LJMP     LOOPXX
LCD_0A:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     A,#86H
            LCALL   WRITEINST
            MOV     DPTR,#MENU
            LJMP     LOOPXX

LCD_0B:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     DPTR,#NTS
            LJMP     LOOPXX
LCD_0C:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     DPTR,#SPW
            LJMP     LOOPXX
LCD_0D:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            MOV     DPTR,#CTCH
            LJMP     LOOPXX
LCD_0E:     PUSH    ACC
            PUSH    DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#DD
                LJMP     LOOPXX
LCD_0F:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#MM
                LJMP     LOOPXX
LCD_0G:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#YY
                LJMP     LOOPXX

LCD_0H:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#HH
                LJMP     LOOPXX

LCD_0I:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#MINITE
                LJMP     LOOPXX

LCD_0J:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#0C0H
                LCALL    WRITEINST
                MOV     DPTR,#PAS_2
                LJMP     LOOPXX

LCD_0K:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#96H
                LCALL    WRITEINST
                MOV     DPTR,#PAS_1
                LJMP     LOOPXX

LCD_0L:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#ONN
                LJMP     LOOPXX

LCD_0M:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#OOFF
                LJMP     LOOPXX

LCD_0N:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#STN
                LJMP     LOOPXX

LCD_0O:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#STF
                LJMP     LOOPXX
LCD_0P:         PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#STEP_A
                LJMP     LOOPXX


YES:            PUSH    ACC
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#YESS
                JMP     LOOPXX

LOOPXX:
                CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                CALL    WRITECHAR
                INC     DPTR

                CJNE    A,#':',LOOPXX

                POP     DPL
                POP     DPH
                POP     ACC
                RET

STAN:           DB      'PRESS ANY KEY:'
PAS:            DB      'PASSWORD:'
TEL:            DB      'TEL.:'
CON:            DB      'CONTINUE:'
CHA:            DB      'CHANNEL:'
NFC:            DB      'ON/OFF Ctrl.:'
STC:            DB      'STEP Ctrl.:'
YESS:           DB      '1)YES.  2)NO.:'
OFFF:           DB      'PRESS OFF HOOK:'
TIM:            DB      'TIME:'
DMY:            DB      'DATE:'
MENU:           DB      'MENU:'
NTS:            DB      '1)NEW TIME SET:'
SPW:            DB      '2)SET PASSWORD:'
CTCH:           DB      '3)Ctrl. CHANNAL:'
DD:             DB      'DAY:'
MM:             DB      'MONTH:'
YY:             DB      'YEAR:'
HH:             DB      'HOUR:'
MINITE:         DB      'MINITE:'
PAS_1:          DB      'SAVE:'
PAS_2:          DB      'NEW PASSWORD:'
STN:            DB      'SET TIME ON:'
STF:            DB      'SET TIME OFF:'
STEP_A:         DB      'STEP:'
ONN:            DB      '1)ON:'
OOFF:           DB      '2)OFF:'

                ;*************

lcd:            mov     r0,#03
lld:            call    delay
                mov     P2,#038h
                SETB    P3.4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     P3.4
                djnz    r0,lld
                call    delay
                mov     a,#038h
                call    writeinst
                mov     a,#0fh
                call    writeinst
                mov     a,#01
                call    writeinst
                mov     a,#06
                call    writeinst
                ret

writeinst:      push    dph
                push    dpl
                CALL    BUSYWAIT
                CLR     P3.1        ;R/W = '0'
                CLR     P3.0        ; RS = '0'
                nop
                mov     P2,a
                SETB    P3.4        ; E = '0'
                CLR     P3.4        ; E = '0'
                pop     dpl
                pop     dph
                ret

BUSYWAIT:       mov     P2,#0FFH
                nop
                CLR     P3.0
                SETB    P3.1
                SETB    P3.4
BUSY:           jb      P2.7,BUSY
                CLR     P3.4
                RET


writechar:      push    dph
                push    dpl
                CALL    BUSYWAIT
                CLR     P3.1        ;R/W = '0'
                SETB    P3.0        ; RS = '1'
                MOV     P2,A
                SETB    P3.4        ; E = '1'
                CLR     P3.4        ; E = '0'
                pop     dpl
                pop     dph
                ret


eelay:          mov     dptr,#00
lop:            inc     dptr
                mov     r1,dpl
                cjne    r1,#20h,lop
                ret
delay:          mov     dptr,#00
loop:           inc     dptr
                mov     r1,dph
                cjne    r1,#0bh,loop
                ret
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ddlay:
                mov     r3,#0ffh
zz:             call    delay
                nop
                nop
                djnz    r3,zz
                ret


;8888888888888888888888888888888888888888888888888888
on:             mov       a,#'O'
                acall     writechar
                mov       a,#'N'
                acall     writechar
                ret

;99999999999999999999999999999999999999999999999999
off:            mov     a,#'O'
                acall   writechar
                mov     a,#'F'
                acall   writechar
                acall   writechar
                ret

;0000000000000000000000000000000000000000000000000000
cp_data:        MOV     A,@R1
                JNZ     CAN
                INC     R1
                call    off
                jmp     cam
can:            INC     R1
                call    on
cam:
                ret

;!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
pxd:            clr     a
                movc    a,@a+dptr
                inc     dptr
                acall   writechar
                cjne    a,#':',pxd
                ret
;$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
papa:           db " 1: 2: 3: 4: 5: 6: 7: 8:"
sasa:           db " 9:10:11:12:13:14:15:16:"

;#########################################
one:            mov     r1,#30h
                mov     dptr,#papa
                mov     a,#01h
                lcall   writeinst
                lcall    pxd

                                          ;****
                MOV     A,30h
                JNZ     CAN00
                lcall    off
                jmp     cam00
can00:          lcall    on
CAM00:
                mov     a,#0c0h
                lcall    writeinst
                lcall    pxd
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                                ;****
                MOV       A,31h
                JNZ       CAN01
                lcall      off
                jmp       cam01
can01:          lcall      on
CAM01:

                mov       a,#090h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                ;****
                MOV       A,32h
                JNZ       CAN02
                lcall      off
                jmp       cam02
can02:          lcall      on
CAM02:

                mov       a,#0d0h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                ;****
                MOV       A,33h
                JNZ       CAN03
                lcall      off
                jmp       cam03
can03:          lcall      on
CAM03:

                mov       a,#089h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                ;****
                MOV       A,34h
                JNZ       CAN04
                lcall      off
                jmp       cam04
can04:          lcall      on
CAM04:

                mov        a,#0c9h
                lcall       writeinst
                lcall       pxd
                                                ;****
                MOV       A,35h
                JNZ       CAN05
                lcall      off
                jmp       cam05
Can05:          lcall      on
CAM05:

                mov        a,#099h
                lcall       writeinst
                lcall       pxd
                                                ;****
                MOV       A,36h
                JNZ       CAN06
                lcall      off
                jmp       cam06
can06:          lcall      on
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CAM06:

                mov       a,#0d9h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                ;****
                MOV       A,37h
                JNZ       CAN07
                lcall      off
                jmp       cam07
can07:          lcall      on
CAM07:

                lcall      ddlay
                mov       dptr,#sasa
                mov       a,#01h
                lcall     writeinst
                lcall      pxd
                                                ;****
                MOV       A,38h
                JNZ       CAN08
                lcall      off
                jmp       cam08
can08:          lcall      on
CAM08:

                mov       a,#0c0h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                ;****
                MOV       A,39h
                JNZ       CAN09
                lcall      off
                jmp       cam09
can09:          lcall      on
CAM09:

                mov       a,#090h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                ;****
                MOV       A,3Ah
                JNZ       CAN10
                lcall      off
                jmp       cam10
can10:          lcall      on
CAM10:

                mov       a,#0d0h
                lcall      writeinst
                call      pxd
                                                ;****
                MOV       A,3Bh
                JNZ       CAN11
                lcall      off
                jmp       cam11
Can11:          lcall      on
CAM11:

                mov       a,#089h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                ;****
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

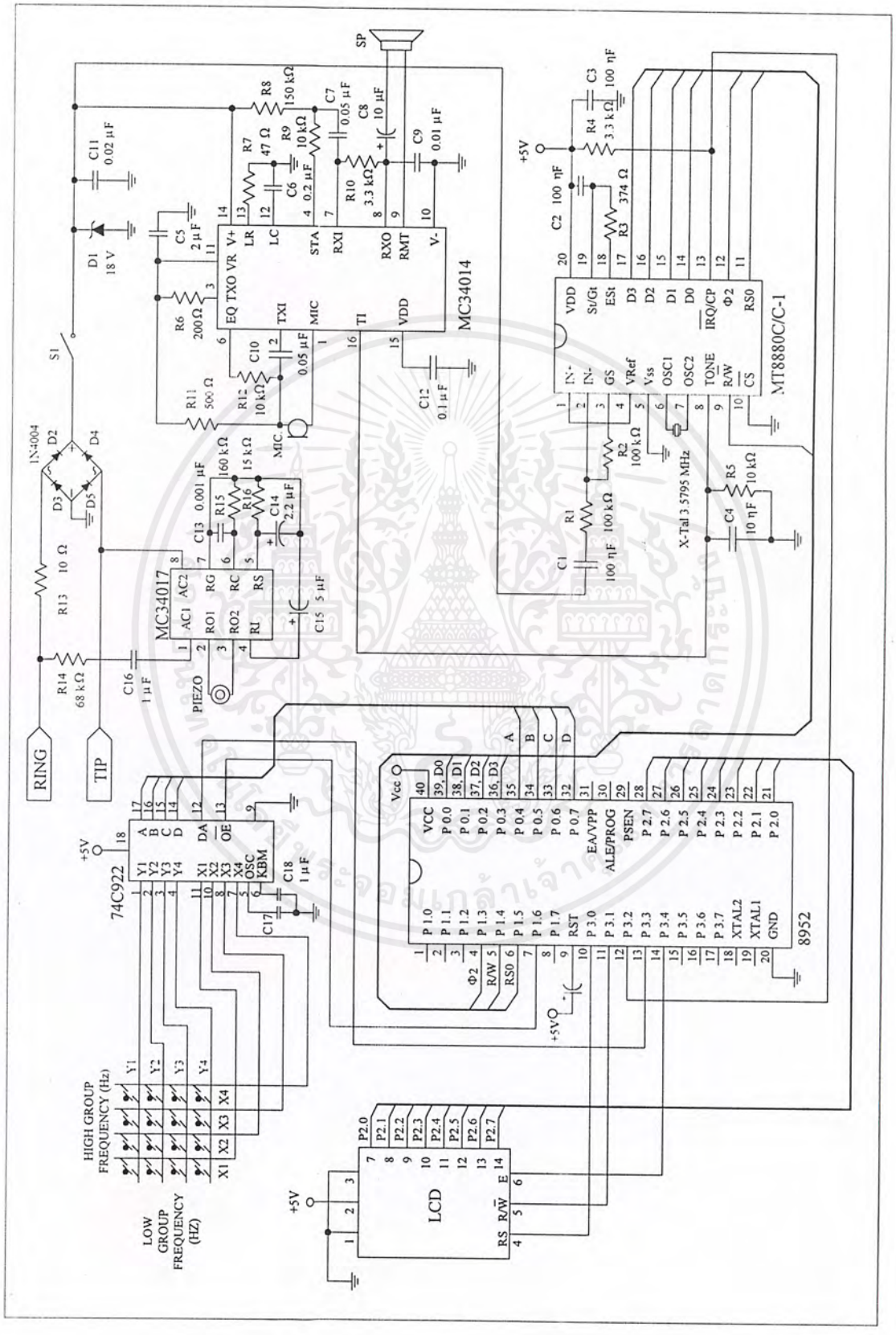
```
                MOV       A,3Ch
                JNZ       CAN12
                 lcall     off
                jmp       cam12
can12:          lcall      on
CAM12:

                mov        a,#0c9h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                    ;****
                MOV       A,3Dh
                JNZ       CAN13
                lcall      off
                jmp       cam13
can13:          lcall      on
CAM13:

                mov        a,#099h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                    ;****
                MOV       A,3Eh
                JNZ       CAN14
                lcall      off
                jmp       cam14
can14:          lcall      on
CAM14:

                mov        a,#0d9h
                lcall      writeinst
                lcall      pxd
                                                    ;****
                MOV       A,3Fh
                JNZ       CAN15
                lcall      off
                jmp       cam15
can15:          lcall      on
CAM15:

                lcall      ddlay
                ret

                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

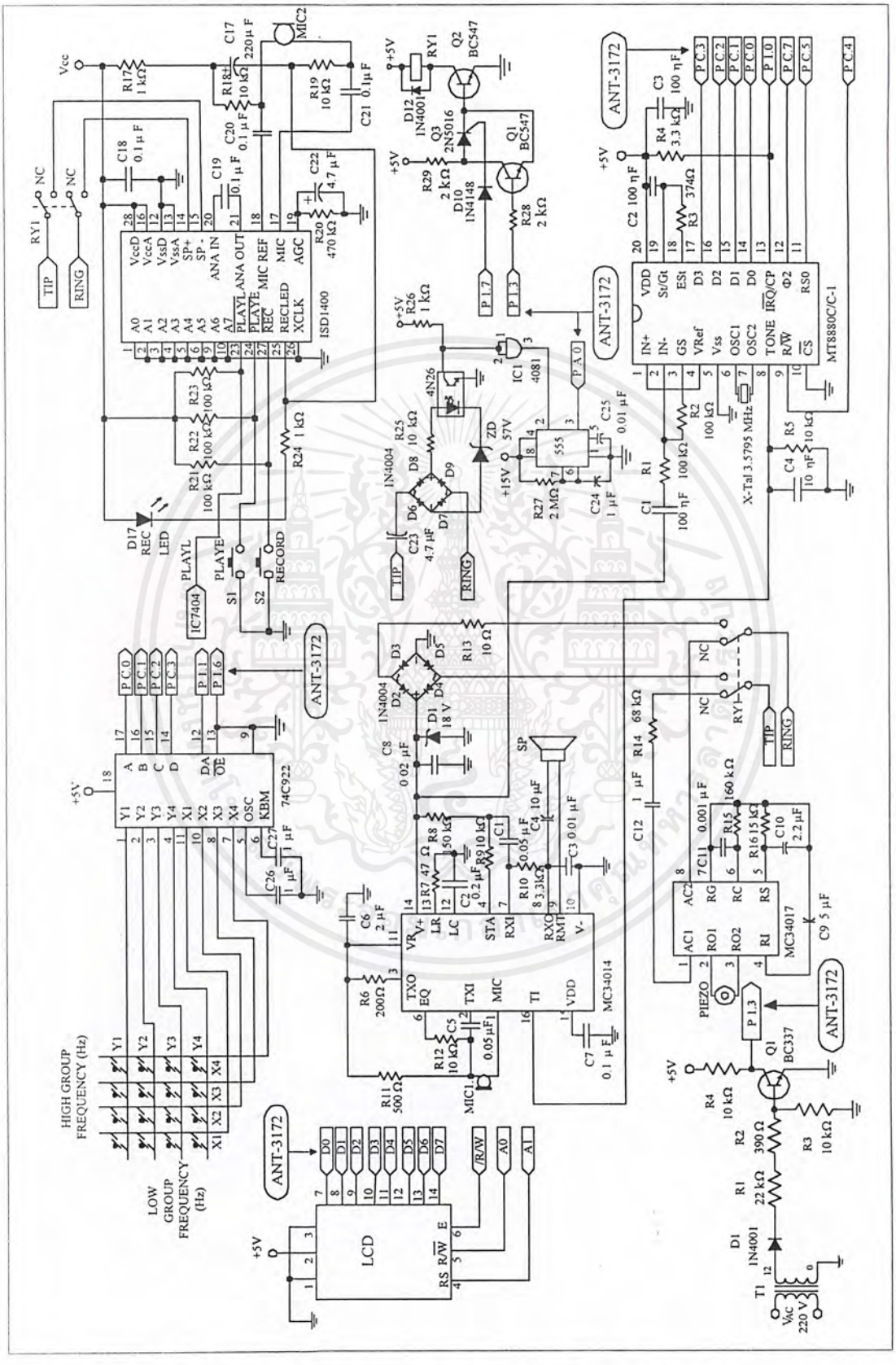
วงจร และลายทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



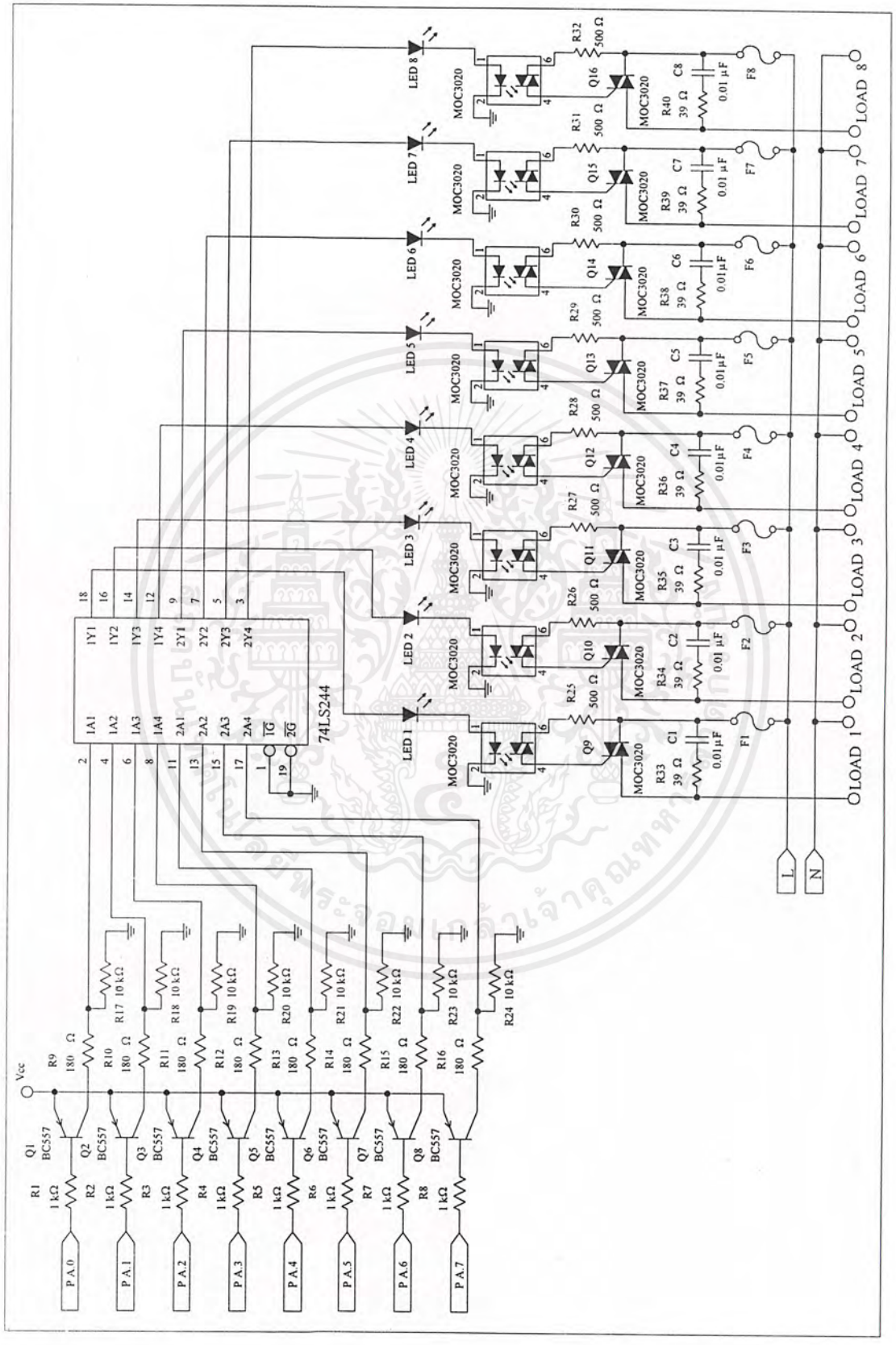
รูปที่ ง.1 วงจรสั่งการควบคุมของรีโมท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



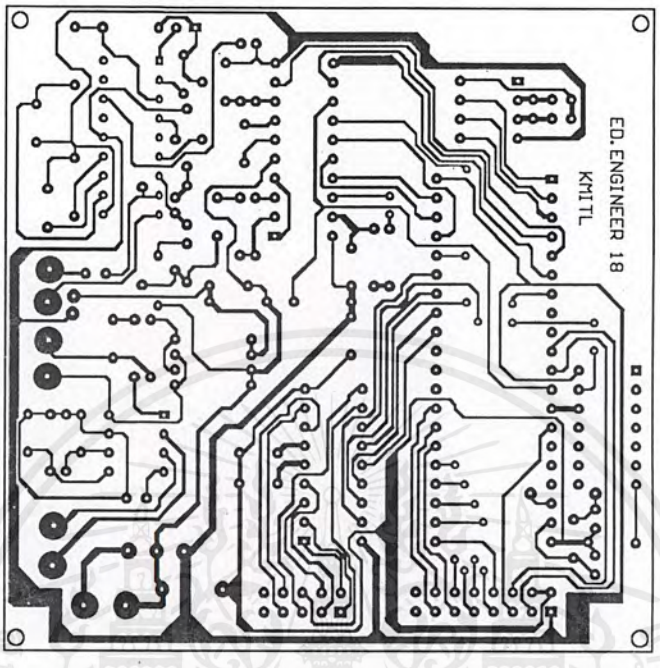
รูปที่ ง.2 วงจรประมวลผล และส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

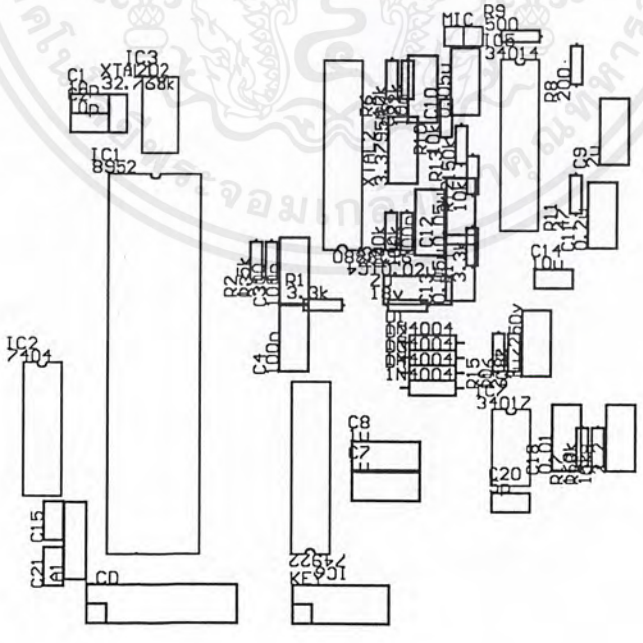


รูปที่ ง.3 วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

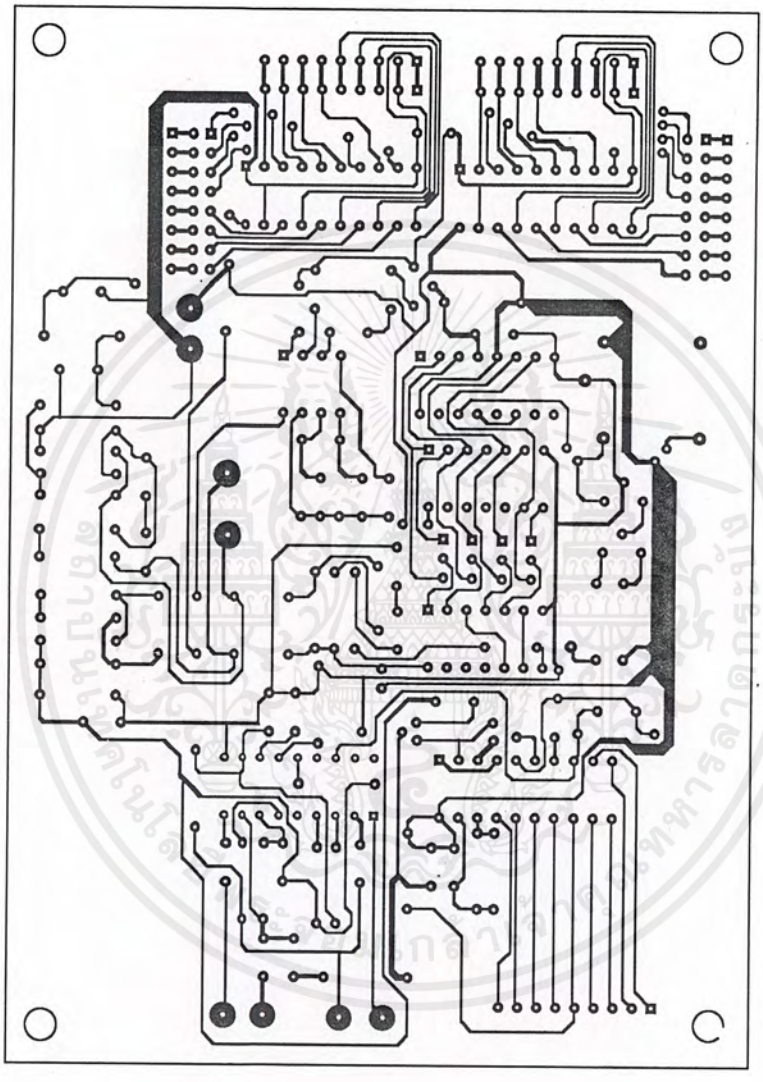


รูปที่ ง.4 ลายวงจรพิมพ์วงจรควบคุมของรีโมท



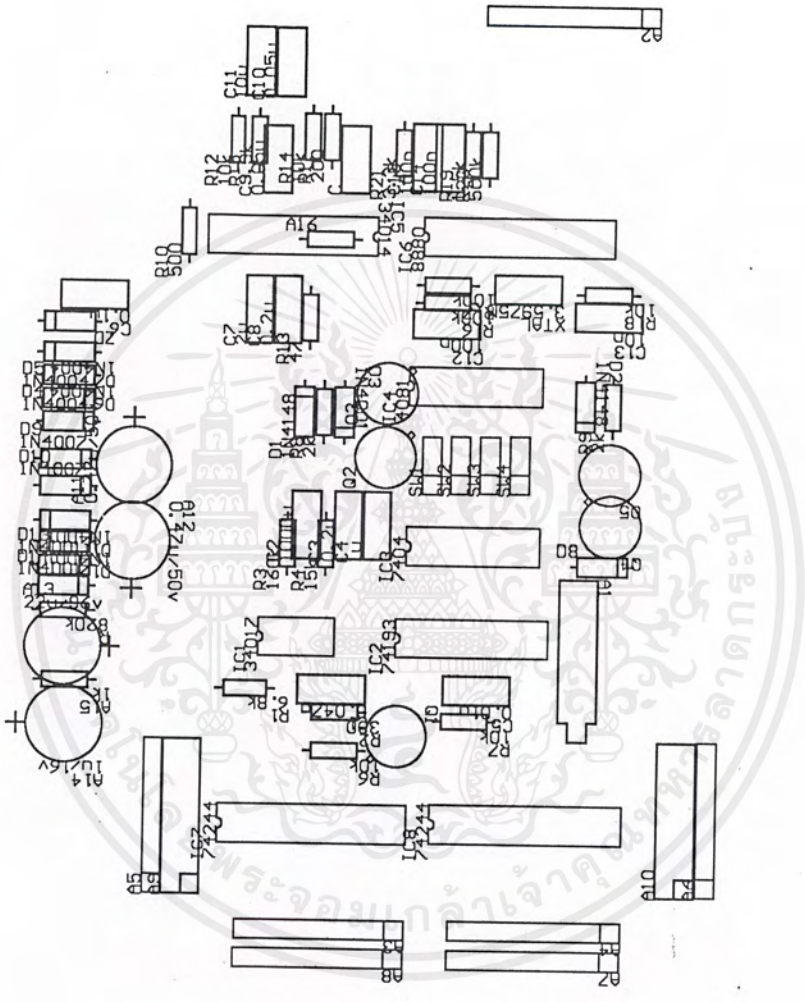
รูปที่ ง.5 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมของรีโมท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



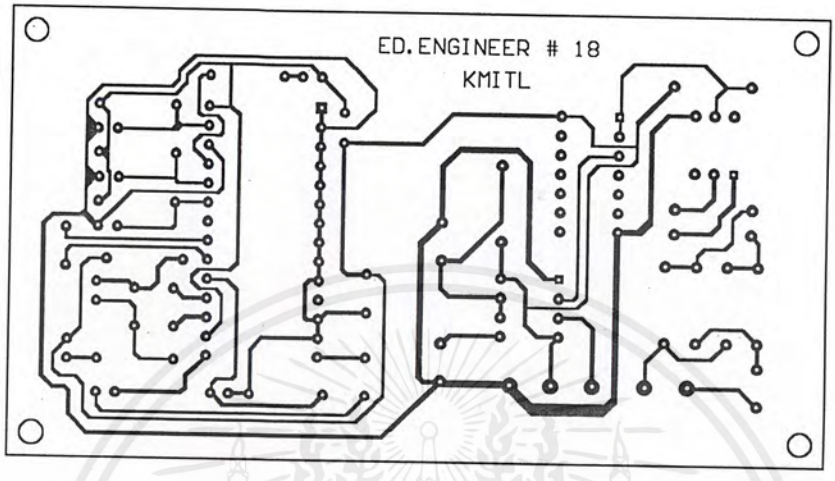
รูปที่ ง.6 ลายวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

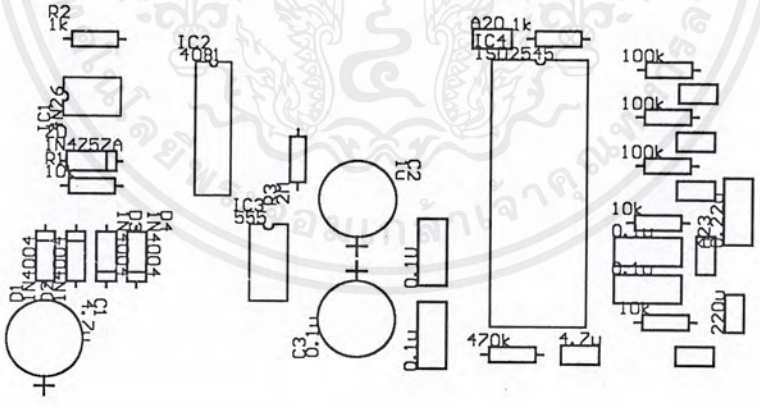


รูปที่ ง.7 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

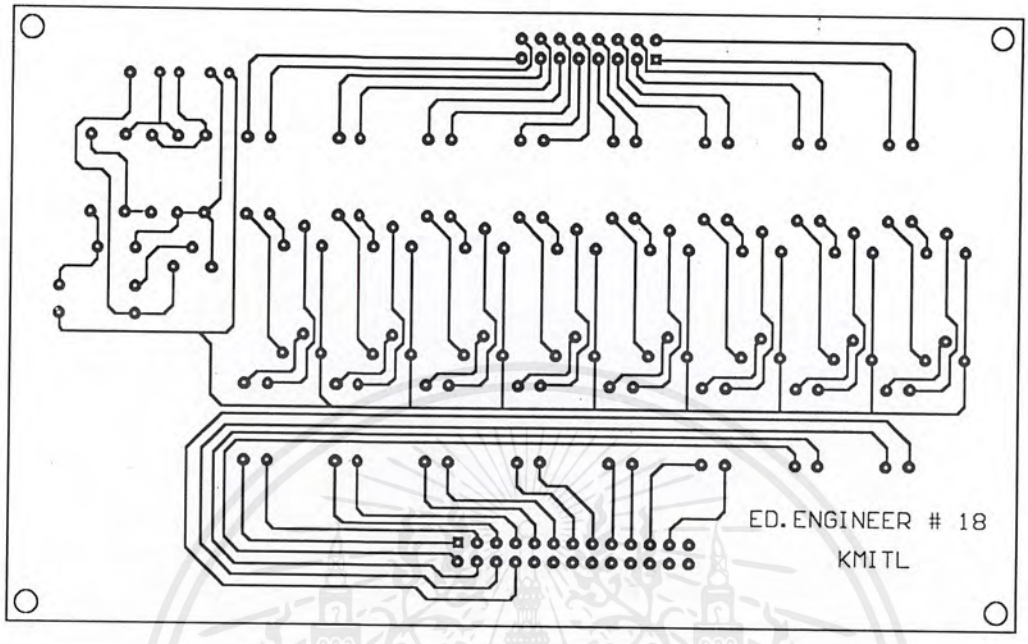


รูปที่ ง.8 ลายวงจรพิมพ์วงจรบันทึกเสียงพูด

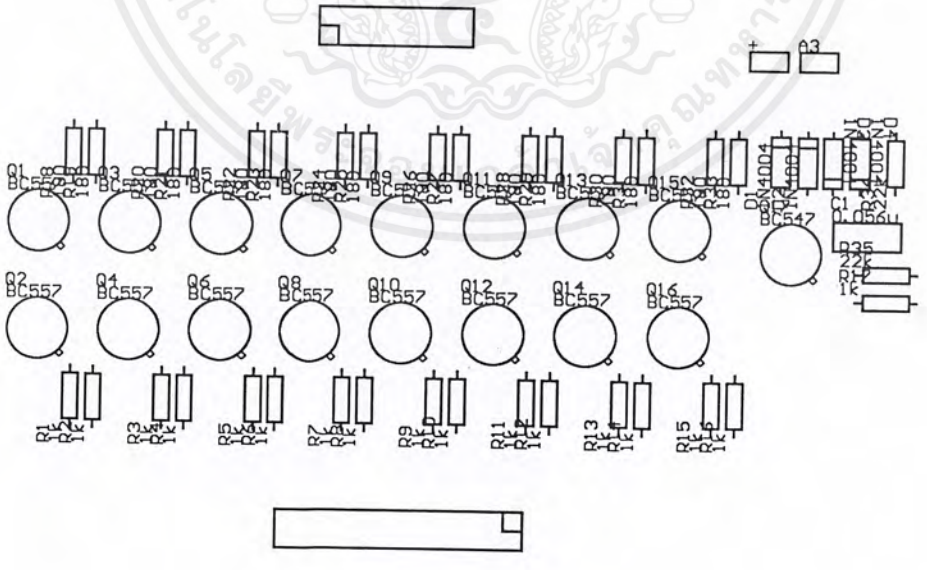


รูปที่ ง.9 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรบันทึกเสียงพูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

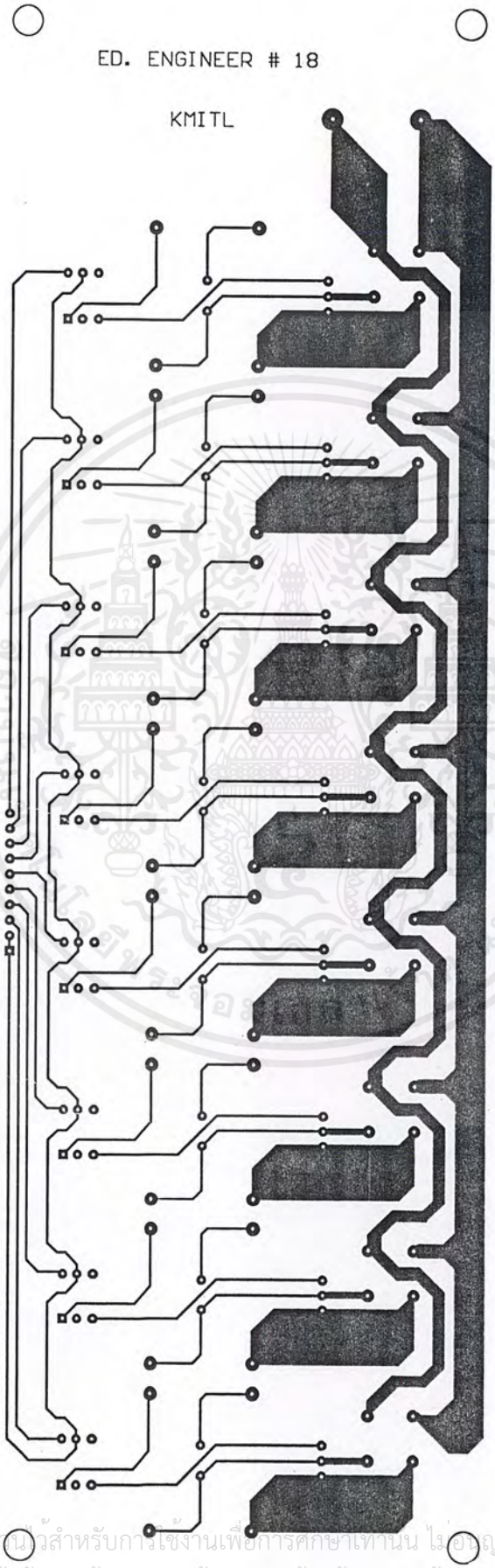


รูปที่ ง.10 ลายวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



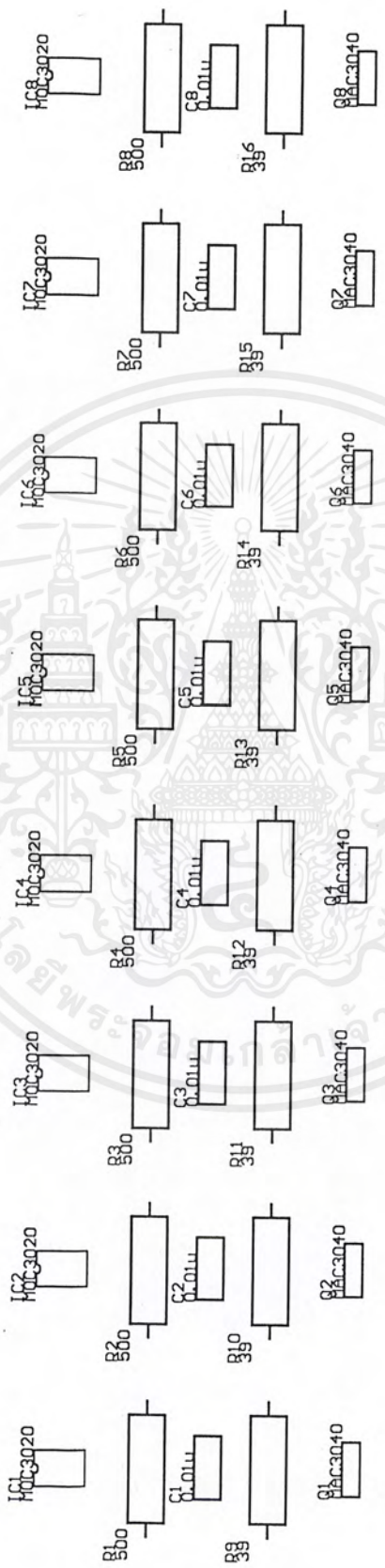
รูปที่ ง.11 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.12 ลายวงจรพิมพ์วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.13 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงานนี้จะแยกเป็นอุปกรณ์ 2 ภาค คือ อุปกรณ์ของภาคส่ง และอุปกรณ์ของภาครับมีดังนี้

1. ภาคส่ง

1.1 วงจรระบบเสียงโทรศัพท์และเชื่อมต่อสัญญาณการกดเลขหมาย

1. R 150 kΩ	1	ตัว
2. R 47 Ω	1	ตัว
3. R 10 kΩ	2	ตัว
4. R 33 kΩ	1	ตัว
5. R 500 Ω	1	ตัว
6. R 200 Ω	1	ตัว
7. C 0.02 μF	1	ตัว
8. C 0.2 μF	1	ตัว
9. C 0.01 μF	3	ตัว
10. C 10 μF	1	ตัว
11. C 2.2 μF	1	ตัว
12. ไดโอด 1N4004	4	ตัว
13. ซีเนอร์ไดโอด 18 V	1	ตัว
14. ไอซีเบอร์ MC34014	1	ตัว
15. CONDENSOR MIC	1	ตัว
16. SPEAKER	1	ตัว

1.2. วงจรตอบสนองสัญญาณกระดิ่ง

1. R 6.8 kΩ	1	ตัว
2. R 160 kΩ	1	ตัว
3. R 15 kΩ	1	ตัว
4. C 1 μF	1	ตัว
5. C 0.001 μF	1	ตัว
6. C 2.2 μF	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. C 5 μF	1	ตัว
8. ไอซีเบอร์ MC34017	1	ตัว
9. PIEZO	1	ตัว

1.3. วงจรถอดรหัส และเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่

1. R 100 kΩ	1	ตัว
2. R 10 kΩ	1	ตัว
3. R 500 Ω	1	ตัว
4. R 15 kΩ	1	ตัว
5. R 3.3 kΩ	1	ตัว
6. C 100 ηF	3	ตัว
7. C 10 ηF	1	ตัว
8. คริสตอล X-TAL 3.5795 MHz	1	ตัว
9. ไอซีเบอร์ MT8880	1	ตัว

1.4. วงจรเข้ารหัสคีย์บอร์ด

1. C 1 μF	2	ตัว
2. ไอซีเบอร์ 74C922	1	ตัว
3. สวิตช์	16	ตัว

2. ภาครับ

2.1.วงจรระบบเสียงโทรศัพท์ และเชื่อมต่อสัญญาณการกดเลขหมาย

1. R 150 kΩ	1	ตัว
2. R 47 Ω	1	ตัว
3. R 10 kΩ	2	ตัว
4. R 33 kΩ	1	ตัว
5. R 500 Ω	1	ตัว
6. R 200 Ω	1	ตัว
7. C 0.02 μF	1	ตัว
8. C 0.2 μF	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. C 0.01 μF	3	ตัว
10. C 10 μF	1	ตัว
11. C 2.2 μF	1	ตัว
12. ไดโอด 1N4004	4	ตัว
13. ซีเนอร์ไดโอด 18 V	1	ตัว
14. ไอซีเบอร์ MC34014	1	ตัว
15. CONDENSOR MIC	1	ตัว
16. SPEAKER	1	ตัว

2.2. วงจรตอบสนองสัญญาณกระดิ่ง

1. R 6.8 kΩ	1	ตัว
2. R 160 kΩ	1	ตัว
3. R 15 kΩ	1	ตัว
4. C 1 μF	1	ตัว
5. C 0.001 μF	1	ตัว
6. C 2.2 μF	1	ตัว
7. C 5 μF	1	ตัว
8. ไอซีเบอร์ MC34017	1	ตัว
9. PIEZO	1	ตัว

2.3. วงจรถอดรหัส และเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่

1. R 100 kΩ	1	ตัว
2. R 10 kΩ	1	ตัว
3. R 500 Ω	1	ตัว
4. R 15 kΩ	1	ตัว
5. R 3.3 kΩ	1	ตัว
6. C 100 ηF	3	ตัว
7. C 10 ηF	1	ตัว
8. คริสตอล X-TAL 3.5795 MHz	1	ตัว
9. ไอซีเบอร์ MT8880	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4. วงจรเข้ารหัสคีย์บอร์ด

1. C 1 μF	2	ตัว
2. ไอซีเบอร์ 74C922	1	ตัว
3. สวิตช์	16	ตัว

2.5. วงจรนับสัญญาณกระดิ่ง

1. R 10 kΩ	1	ตัว
2. R 1 kΩ	1	ตัว
3. R 2 MΩ	1	ตัว
4. C 4.7 μF	1	ตัว
5. C 1 μF	1	ตัว
6. C 0.1 μF	1	ตัว
7. ไดโอด 1N4007	4	ตัว
8. ซีเนอร์ไดโอด 1N4757A	1	ตัว
9. ออปโต้ทรานซิสเตอร์ 4N26	1	ตัว
10. ไอซีเบอร์ 4081	1	ตัว
11. ไอซีเบอร์ 555	1	ตัว

2.6. วงจรขับรีเลย์

1. R 2 kΩ	2	ตัว
2. ซีเนอร์ไดโอด 1N4148	1	ตัว
3. ไดโอด 1N4001	1	ตัว
4. ทรานซิสเตอร์ BC547	2	ตัว
5. SCR 2N5061	1	ตัว
6. รีเลย์ 2 คอนแทค	1	ตัว

2.7. วงจรส่งสัญญาณเสียงตอบรับ

1. R 100 kΩ	3	ตัว
2. R 10 kΩ	2	ตัว
3. R 1 kΩ	1	ตัว
4. R 470 kΩ	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. C 0.22 μF	1	ตัว
6. C 0.1 μF	4	ตัว
7. C 220 μF	1	ตัว
8. ไอซีเบอร์ ISO1420	1	ตัว

2.8. วงจรเชื่อมต่อพอร์ต 8255 กับชุดแสดงผลการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. R 1 kΩ	16	ตัว
2. R 180 Ω	16	ตัว
3. ทรานซิสเตอร์ BC 557	16	ตัว

2.9. วงจรแสดงผลการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. R-PACK 10 kΩ	2	ตัว
2. LED สีแดง	16	ตัว
3. ไอซีเบอร์ 74LS244	2	ตัว

2.10. วงจรตรวจจับสัญญาณไฟฟ้า

1. R 22 kΩ	2	ตัว
2. R 10 kΩ	2	ตัว
3. ไดโอด 1N4001	1	ตัว

2.11. วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. R 500 Ω	16	ตัว
2. R 39 Ω	16	ตัว
3. C 0.01 μF	16	ตัว
4. ออปโต้ไตแอค MOC 3020	16	ตัว
5. ไตแอค 15A	16	ตัว
6. ฟิวส์ 10A	16	ตัว
7. แผ่นระบายความร้อน	16	ตัว

2.12. วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า

1. R 1.2 kΩ	1	ตัว
2. VR 47 kΩ	1	ตัว
3. C 1000 μF	2	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. C 1 μF	1	ตัว
5. ไดโอดบริดจ์ 6A	1	ตัว
6. ไอซีเบอร์ 350T	1	ตัว
7. แผ่นระบายความร้อน	1	ตัว

2.13.รายการอื่นๆ

1. จัมเปอร์ แถวเดี่ยว	93	ตัว
2. จัมเปอร์ 16 ขาแกนคู่	4	ตัว
3. คอนเน็กเตอร์ 16 ขา แถวคู่	4	ตัว
4. คอนเน็กเตอร์ 8 ขา แกวเดี่ยว	6	ตัว
5. คอนเน็กเตอร์แถว เดี่ยว	22	ตัว
6. คอนเน็กเตอร์ 2 ขา	4	ตัว
7. คอนเน็กเตอร์ 9 ขา แกวเดี่ยว	1	ตัว
8. สวิตช์	1	ตัว
9. หม้อแปลงแบบ 12-0, 9-0	1	ตัว
10. ปลั๊ก	17	ตัว
11. สายพร้อมปลั๊ก	1	เส้น
12. ขั้วต่อสายโทรศัพท์	1	อัน
13. ขั้วต่อปากพูดหูฟังโทรศัพท์	1	อัน
14. สายแพร		
15. น้อต และที่รองน้อต		
16. สาย AC		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1202, DS1202S
Serial Timekeeping Chip

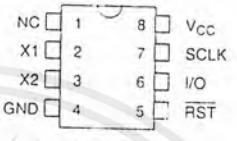
FEATURES

- Real time clock counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap year compensation valid up to 2100
- 24 x 8 RAM for scratchpad data storage
- Serial I/O for minimum pin count
- 2.0–5.5 volt full operation
- Uses less than 300 nA at 2 volts
- Single–byte or multiple–byte (burst mode) data transfer for read or write of clock or RAM data
- 8–pin DIP or optional 16–pin SOIC for surface mount
- Simple 3–wire interface
- TTL–compatible (V_{CC} = 5V)
- Optional industrial temperature range –40°C to +85°C (IND)

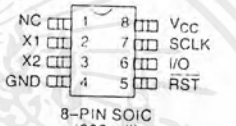
ORDERING INFORMATION

DS1202	8–pin DIP
DS1202S	16–pin SOIC
DS1202S–8	8–pin SOIC
DS1202N	8–pin DIP (IND)
DS1202SN	16–pin SOIC (IND)
DS1202SN–8	8–pin SOIC (IND)

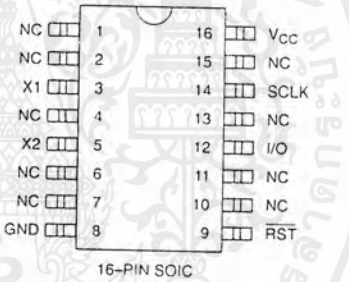
PIN ASSIGNMENT



8–PIN DIP



8–PIN SOIC (208 mil)



16–PIN SOIC

PIN DESCRIPTION

NC	–	No Connection
X1, X2	–	32.768 KHz Crystal Input
GND	–	Ground
$\overline{RST}$	–	Reset
I/O	–	Data Input/Output
SCLK	–	Serial Clock
V_{CC}	–	Power Supply Pin

DESCRIPTION

The DS1202 Serial Timekeeping Chip contains a real time clock/calendar and 24 bytes of static RAM. It communicates with a microprocessor via a simple serial interface. The real time clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with less than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24–hour or 12–hour format with an AM/PM indicator. Interfacing the DS1202 with a microprocessor is simplified by using synchronous serial communication. Only three wires are required to communicate with the clock/RAM: (1) $\overline{RST}$ (Reset), (2) I/O (Data line), and (3) SCLK (Serial clock). Data can be transferred to and from the clock/RAM one byte at a time or in a burst of up to 24 bytes. The DS1202 is designed to operate on very low power and retain data and clock information on less than 1 microwatt.

©Copyright 1997 by Dallas Semiconductor Corporation. All Rights Reserved. For important information regarding patents and other intellectual property rights, please refer to Dallas Semiconductor data books.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

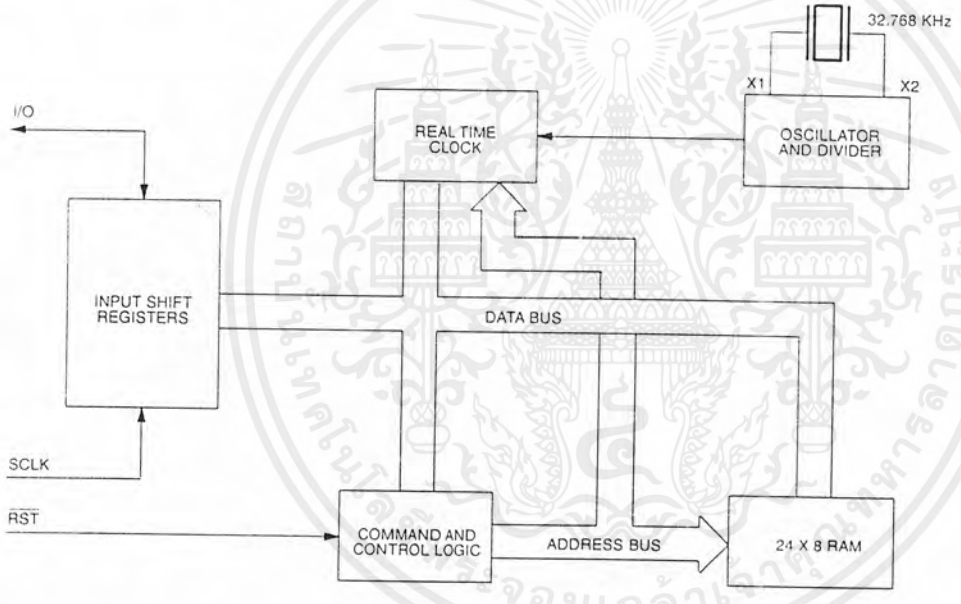
OPERATION

The main elements of the Serial Timekeeper, are shown in Figure 1: shift register, control logic, oscillator, real time clock, and RAM. To initiate any transfer of data, $\overline{RST}$ is taken high and eight bits are loaded into the shift register providing both address and command information. Data is serially input on the rising edge of the SCLK. The first eight bits specify which of 32 bytes will be accessed, whether a read or write cycle will take place, and whether a byte or burst mode transfer is to occur. After the first eight clock cycles have occurred which load the command word into the shift register, additional clocks will output data for a read or input data for a write. The number of clock pulses equals eight plus eight for byte mode or eight plus up to 192 for burst mode.

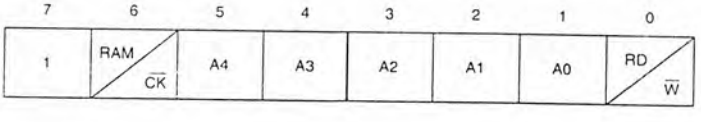
COMMAND BYTE

The command byte is shown in Figure 2. Each data transfer is initiated by a command byte. The MSB (Bit 7) must be a logic 1. If it is zero, further action will be terminated. Bit 6 specifies clock/calendar data if logic 0 or RAM data if logic 1. Bits one through five specify the designated registers to be input or output, and the LSB (Bit 0) specifies a write operation (input) if logic 0 or read operation (output) if logic 1. The command byte is always input starting with the LSB (bit 0).

DS1202 BLOCK DIAGRAM Figure 1



ADDRESS/COMMAND BYTE Figure 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESET AND CLOCK CONTROL

All data transfers are initiated by driving the $\overline{RST}$ input high. The $\overline{RST}$ input serves two functions. First, $\overline{RST}$ turns on the control logic which allows access to the shift register for the address/command sequence. Second, the $\overline{RST}$ signal provides a method of terminating either single byte or multiple byte data transfer. A clock cycle is a sequence of a falling edge followed by a rising edge. For data inputs, data must be valid during the rising edge of the clock and data bits are output on the falling edge of clock. All data transfer terminates if the $\overline{RST}$ input is low and the I/O pin goes to a high impedance state. Data transfer is illustrated in Figure 3.

DATA INPUT

Following the eight SCLK cycles that input a write command byte, a data byte is input on the rising edge of the next eight SCLK cycles. Additional SCLK cycles are ignored should they inadvertently occur. Data is input starting with bit 0. Due to the inherent nature of the logic state machine, writing times containing an absolute value of "59" seconds should be avoided.

DATA OUTPUT

Following the eight SCLK cycles that input a read command byte, a data byte is output on the falling edge of the next eight SCLK cycles. Note that the first data bit to be transmitted occurs on the first falling edge after the last bit of the command byte is written. Additional SCLK cycles retransmit the data bytes should they inadvertently occur so long as $\overline{RST}$ remains high. This operation permits continuous burst mode read capability. Data is output starting with bit 0.

BURST MODE

Burst mode may be specified for either the clock/calendar or the RAM registers by addressing location 31 decimal (address/command bits one through five = logical one). As before, bit six specified clock or RAM and bit 0 specifies read or write. There is no data storage capacity at locations 8 through 31 in the Clock/Calendar Registers or locations 24 through 31 in the RAM registers. When writing to the clock registers in the burst mode, the first eight registers must be written in order for the data to be transferred.

However, when writing to RAM in burst mode it is not necessary to write all 24 bytes for the data to transfer. Each byte that is written to will be transferred to RAM regardless of whether all 24 bytes are written or not.

CLOCK/CALENDAR

The clock/calendar is contained in eight write/read registers as shown in Figure 4. Data contained in the clock/calendar registers is in binary coded decimal format (BCD).

CLOCK HALT FLAG

Bit 7 of the seconds register is defined as the clock halt flag. When this bit is set to logic 1, the clock oscillator is stopped and the DS1202 is placed into a low-power standby mode with a current drain of not more than 100 nanoamps. When this bit is written to logic 0, the clock will start.

AM–PM/12–24 MODE

Bit 7 of the hours register is defined as the 12– or 24–hour mode select bit. When high, the 12–hour mode is selected. In the 12–hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24–hour mode, bit 5 is the second 10 hour bit (20–23 hours).

WRITE PROTECT BIT

Bit 7 of the control register is the write protect bit. The first seven bits (bits 0–6) are forced to zero and will always read a zero when read. Before any write operation to the clock or RAM, bit 7 must be zero. When high, the write protect bit prevents a write operation to any other register.

CLOCK/CALENDAR BURST MODE

The clock/calendar command byte specifies burst mode operation. In this mode the eight clock/calendar registers can be consecutively read or written (see Figure 4) starting with bit 0 of address 0.

RAM

The static RAM is 24 x 8 bytes addressed consecutively in the RAM address space.

RAM BURST MODE

The RAM command byte specifies burst mode operation. In this mode, the 24 RAM registers can be consecutively read or written (see Figure 4) starting with bit 0 of address 0.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER ADDRESS/DEFINITION Figure 4

REGISTER ADDRESS
A. CLOCK

	7	6	5	4	3	2	1	0
SEC	1	0	0	0	0	0	0	RD/$\overline{W}$
MIN	1	0	0	0	0	0	1	RD/$\overline{W}$
HR	1	0	0	0	0	1	0	RD/$\overline{W}$
DATE	1	0	0	0	0	1	1	RD/$\overline{W}$
MONTH	1	0	0	0	1	0	0	RD/$\overline{W}$
DAY	1	0	0	0	1	0	1	RD/$\overline{W}$
YEAR	1	0	0	0	1	1	0	RD/$\overline{W}$
CONTROL	1	0	0	0	1	1	1	RD/$\overline{W}$
CLOCK BURST	1	0	1	1	1	1	1	RD/$\overline{W}$

REGISTER DEFINITION

00–59	CH	10 SEC		SEC	
00–59	0	10 MIN		MIN	
01–12 00–23	12/24	0	10 A/P	HR	HR
01–28/29 01–30 01–31	0	0	10 DATE		DATE
01–12	0	0	0	10 M	MONTH
01–07	0	0	0	0	0 DAY
0–99	10 YEAR				YEAR
	WP	FORCED TO ZERO			

B. RAM

RAM 0	1	1	0	0	0	0	0	RD/$\overline{W}$
RAM 23	1	1	1	0	1	1	1	RD/$\overline{W}$
RAM BURST	1	1	1	1	1	1	1	RD/$\overline{W}$

RAM DATA 0								
RAM DATA 23								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER SUMMARY

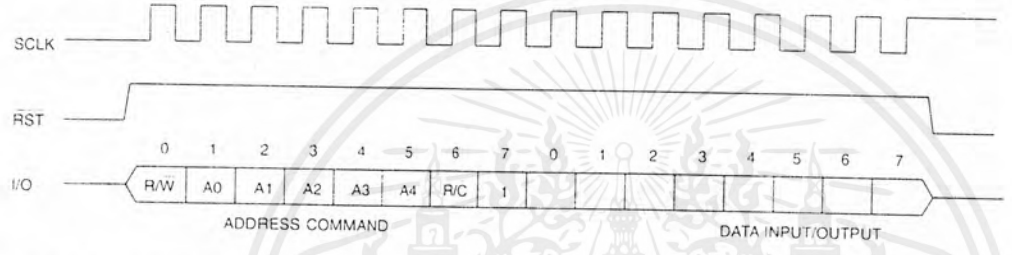
A register data format summary is shown in Figure 4.

CRYSTAL SELECTION

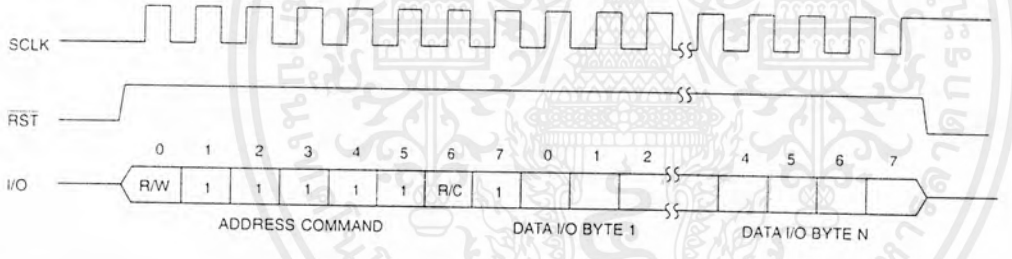
A 32.768 KHz crystal, can be directly connected to the DS1202 via pins 2 and 3 (X1, X2). The crystal selected for use should have a specified load capacitance (CL) of 6 pF. The crystal is connected directly to the X1 and X2 pins. There is no need for external capacitors or resistors. Note: X1 and X2 are very high impedance nodes. It is recommended that they and the crystal be guard–ringed with ground and that high frequency signals be kept away from the crystal area. For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real Time Clocks".

DATA TRANSFER SUMMARY Figure 3

SINGLE BYTE TRANSFER



BURST MODE TRANSFER



FUNCTION	BYTE N	SCLK n
CLOCK	8	72
RAM	24	200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	−0.3V to +7.0V
Operating Temperature	0°C to 70°C
Storage Temperature	−55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{CC}		2.0		5.5	V	1
Logic 1 Input	V_{IH}		2.0		V_{CC}+0.3	V	1
Logic 0 Input	V_{IL}	V_{CC}=2.0V	−0.3		+0.3	V	1
		V_{CC}=5V	−0.3		+0.8		

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(0°C to 70°C; V_{CC} = 2.0 to 5.5V*)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage	I_{LI}				+500	µA	6
I/O Leakage	I_{LO}				+500	µA	6
Logic 1 Output	V_{OH}	V_{CC}=2V	1.6			V	2
		V_{CC}=5V	2.4				
Logic 0 Output	V_{OL}	V_{CC}=2V			0.4	V	3
		V_{CC}=5V			0.4		
Active Supply Current	I_{CC}	V_{CC}=2V			0.4	mA	5
		V_{CC}=5V			1.2		
Timekeeping Current	I_{CC1}	V_{CC}=2V			0.3	µA	4
		V_{CC}=5V			1		
Leakage Current	I_{CC2}	V_{CC}=2V			100	nA	10
		V_{CC}=5V			100		

*Unless otherwise noted.

CAPACITANCE

(t_A = 25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Capacitance	C_I		5		pF	
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Capacitance	C_X		6		pF	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

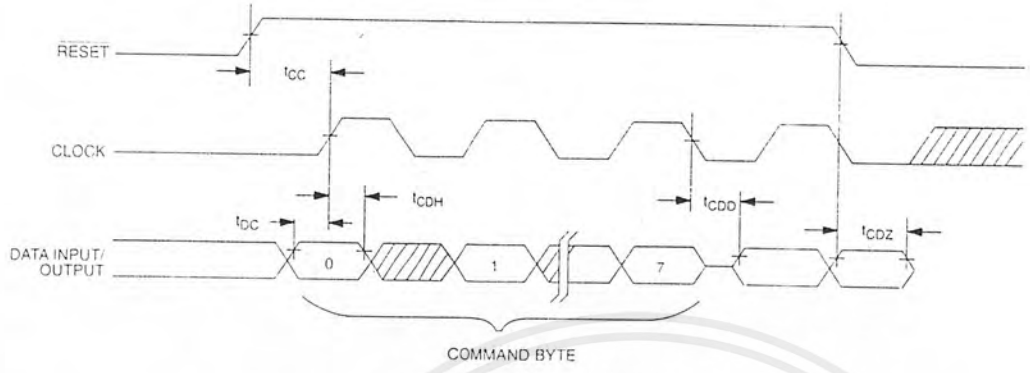
(0°C to 70°C; V_{CC} = 2.0 to 5.5V*)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Data to CLK Setup	t_{DC}	V_{CC}=2V	200			ns	7
		V_{CC}=5V	50				
CLK to Data Hold	t_{CDH}	V_{CC}=2V	280			ns	7
		V_{CC}=5V	70				
CLK to Data Delay	t_{CDD}	V_{CC}=2V			800	ns	7, 8, 9
		V_{CC}=5V			200		
CLK Low Time	t_{CL}	V_{CC}=2V	1000			ns	7
		V_{CC}=5V	250				
CLK High Time	t_{CH}	V_{CC}=2V	1000			ns	7, 12
		V_{CC}=5V	250				
CLK Frequency	f_{CLK}	V_{CC}=2V			0.5	MHz	7, 12
		V_{CC}=5V	DC		2.0		
CLK Rise and Fall	t_R, t_F	V_{CC}=2V			2000	ns	
		V_{CC}=5V			500		
$\overline{RST}$ to CLK Setup	t_{CC}	V_{CC}=2V	4			µs	7
		V_{CC}=5V	1				
CLK to $\overline{RST}$ Hold	t_{CCH}	V_{CC}=2V	1000			ns	7
		V_{CC}=5V	250				
$\overline{RST}$ Inactive Time	t_{CWH}	V_{CC}=2V	4			µs	7
		V_{CC}=5V	1				
$\overline{RST}$ to I/O High Z	t_{CDZ}	V_{CC}=2V			280	ns	7
		V_{CC}=5V			70		

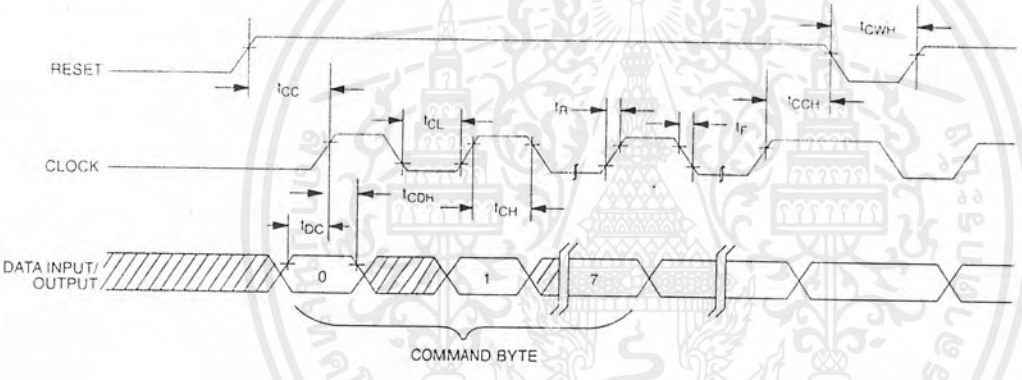
*Unless otherwise noted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM: READ DATA TRANSFER Figure 5



TIMING DIAGRAM: WRITE DATA TRANSFER Figure 6

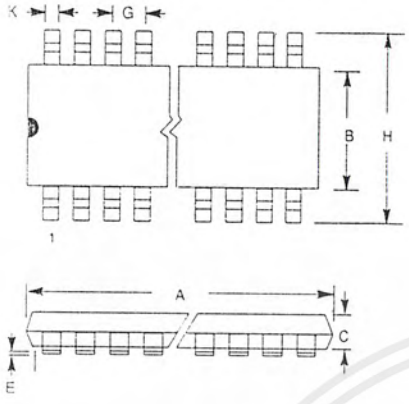


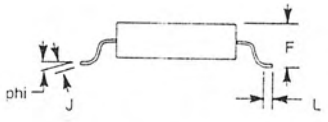
NOTES:

1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA at V_{CC}=5V and 0.4 mA at V_{CC}=2V. V_{OH}=V_{CC} for capacitive loads.
3. Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA at V_{CC}=5V and 1.5 mA at V_{CC}=2V.
4. I_{CC1} is specified with I/O open, $\overline{RST}$ set to a logic 0, and clock halt flag=0 (oscillator enabled).
5. I_{CC} is specified with the I/O pin open, $\overline{RST}$ high, SCLK=2 MHz at V_{CC}=5V; SCLK=500 KHz, V_{CC}=2V and clock halt flag=0 (oscillator enabled).
6. $\overline{RST}$, SCLK, and I/O all have 40KΩ pull–down resistors to ground.
7. Measured at V_{IH}=2.0V or V_{IL}=0.8V and 10 ms maximum rise and fall time.
8. Measured at V_{OH}=2.4V or V_{OL}=0.4V.
9. Load capacitance = 50 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1202S SERIAL TIMEKEEPER 16–PIN SOIC



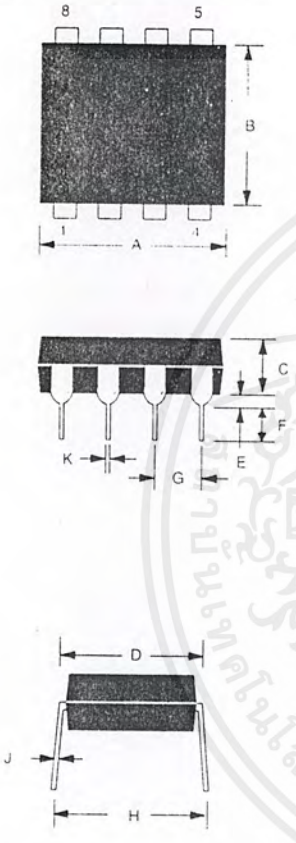


PKG	16–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.500 12.70	0.511 12.99
B IN. MM	0.290 7.37	0.300 7.65
C IN. MM	0.089 2.26	0.095 2.41
E IN. MM	0.004 0.102	0.012 0.30
F IN. MM	0.094 2.38	0.105 2.68
G IN. MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN. MM	0.398 10.11	0.416 10.57
J IN. MM	0.009 0.229	0.013 0.33
K IN. MM	0.013 0.33	0.019 0.48
L IN MM	0.016 0.406	0.040 1.20
phi	0°	8°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. I_{CC2} is specified with $\overline{RST}$, I/O, and SCLK open. The clock halt flag must be set to logic one (oscillator disabled).
11. At power–up, $\overline{RST}$ must be at a logic 0 until $V_{CC} \geq 2$ volts. Also, SCLK must be at a logic 0 when $\overline{RST}$ is driven to a logic one state.
12. If t_{CH} exceeds 100 ms with $\overline{RST}$ in a logic one state, then I_{CC} may briefly exceed I_{CC} specification.

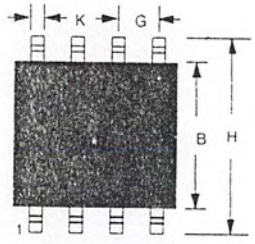
DS1202 SERIAL TIMEKEEPER 8–PIN DIP

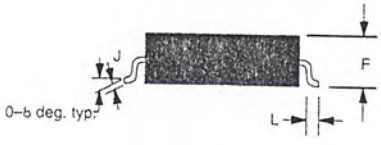


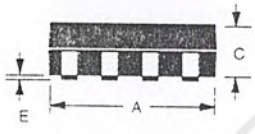
PKG	8–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.360	0.400
B IN. MM	0.240	0.260
C IN. MM	0.120	0.140
D IN. MM	0.300	0.325
E IN. MM	0.015	0.040
F IN. MM	0.110	0.140
G IN. MM	0.090	0.110
H IN. MM	0.320	0.370
J IN. MM	0.008	0.012
K IN. MM	0.015	0.021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1202S8 8–PIN SOIC 200 MIL







PKG	8–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN.	0.203	0.213
MM	5.16	5.41
B IN.	0.203	0.213
MM	5.16	5.41
C IN.	0.070	0.074
MM	1.78	1.88
E IN.	0.004	0.010
MM	0.102	0.390
F IN.	0.074	0.84
MM	1.88	2.13
G IN.	0.050 BSC	
MM	1.27 BSC	
H IN.	0.302	0.318
MM	7.67	8.07
J IN.	0.006	0.010
MM	0.152	0.254
K IN.	0.013	0.020
MM	0.33	0.508
L IN.	0.19	0.030
MM	4.83	0.762

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order this document by MC34017/D

MOTOROLA

MC34017

Telephone Tone Ringer

Bipolar Linear/I^2L

- Complete Telephone Bell Replacement Circuit with Minimum External Components
- On–Chip Diode Bridge and Transient Protection
- Direct Drive for Piezoelectric Transducers
- Push Pull Output Stage for Greater Output Power Capability
- Base Frequency Options – MC34017–1: 1.0 kHz
  – MC34017–2: 2.0 kHz
  – MC34017–3: 500 Hz
- Input Impedance Signature Meets Bell and EIA Standards
- Rejects Rotary Dial Transients

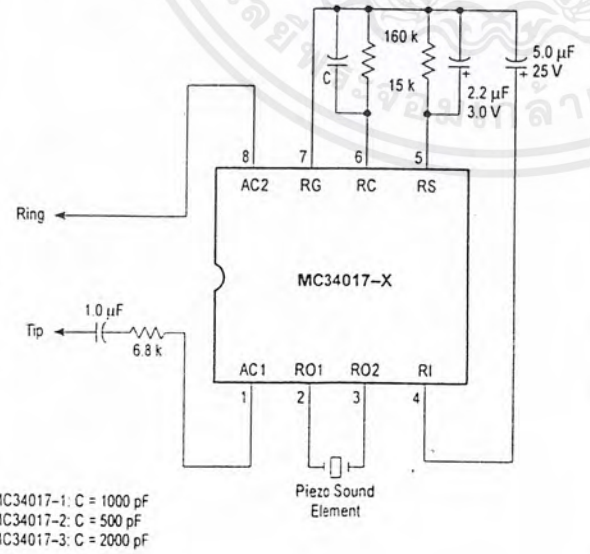
TELEPHONE TONE RINGER
BIPOLAR LINEAR/I^2L

SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751

P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626

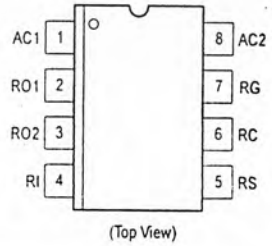
Typical Application



MC34017–1: C = 1000 pF
MC34017–2: C = 500 pF
MC34017–3: C = 2000 pF

This device contains 97 active transistors and 79 gates.

PIN CONNECTIONS



(Top View)

ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
MC34017D	T_A = –20° to +60°C	SOIC
MC34017P		Plastic DIP

© Motorola, Inc. 1996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34017

MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to RG, Pin 7)

Rating	Symbol	Value	Unit
Operating AC Input Current (Pins 1, 8)	–	20	mA, RMS
Transient Input Current (Pins 1, 8) (T<2.0 ms)	V_{in}	±300	mA, peak
Voltage Applied at RC (Pin 6)	V_{RC}	5.0	V
Voltage Applied at RS (Pin 5)	V_{RS}	5.0	V
Voltage Applied to Outputs (Pins 2, 3)	V_O	−2.0 to V_{RI}	V
Power Dissipation (@ 25°C)	P_D	1.0	W
Operating Ambient Temperature	T_A	−20 to +60	°C
Storage Temperature	T_{stg}	−65 to +150	°C

NOTE: ESD data available upon request.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Characteristic	Test	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Ringing Start Voltage V_{Start} = V_I at Ring Start						Vdc
V_I > 0	1a	V_{Start} (+)	34	37.5	41	
V_I < 0	1b	V_{Start} (−)	−34	−37.5	−41	
Ringing Stop Voltage V_{Stop} = V_I at Ring Stop	1c	V_{Stop}				Vdc
MC34017–1			14	16	22	
MC34017–2			12	14	20	
MC34017–3			14	16	22	
Output Frequencies (V_I = 50 V)	1d					Hz
MC34017–1 High Tone		f_H	937	1010	1083	
Low Tone		f_L	752	808	868	
Warble Tone		f_W	11.5	12.5	14	
MC34017–2 High Tone		f_H	1874	2020	2166	
Low Tone		f_L	1504	1616	1736	
Warble Tone		f_W	11.5	12.5	14	
MC34017–3 High Tone		f_H	937	1010	1083	
Low Tone		f_L	752	808	868	
Warble Tone		f_W	23	25	28	
Output Voltage (V_I = 50 V)	6	V_O	34	37	43	Vpp
Output Short–Circuit Current	2	I_{RO1}, I_{RO2}	35	60	80	mApp
Input Diode Voltage (I_I = 5.0 mA)	3	V_D	5.4	6.2	6.8	Vdc
Input Voltage – SCR "Off" (I_I = 30 mA)	4a	V_{off}	30	38	43	Vdc
Input Voltage – SCR "On" (I_I = 100 mA)	4b	V_{on}	3.2	4.1	6.0	Vdc
RS Clamp Voltage (V_I = 50 V)	5	V_{clamp}	1.3	1.5	1.8	Vdc

PIN FUNCTION DESCRIPTION

Pin	Symbol	Description
1, 8	AC1, AC2	The input terminals to the full–wave diode bridge. The ac ringing signal from the telephone line energizes the ringer through this bridge.
5	RS	The input of the threshold comparator to which diode bridge current is mirrored and sensed through an external resistor (R3). Nominal threshold is 1.2 V. This pin internally clamps at 1.5 V.
4	RI	The positive supply terminal for the oscillator, frequency divider and output buffer circuits.
2, 3	RO1, RO2	The tone ringer output terminals through which the sound element is driven.
7	RG	The negative terminal of the diode bridge and the negative supply terminal of the tone generating circuitry.
6	RC	The oscillator terminal for the external resistor and capacitor which control the tone ringer frequencies (R2, C2).

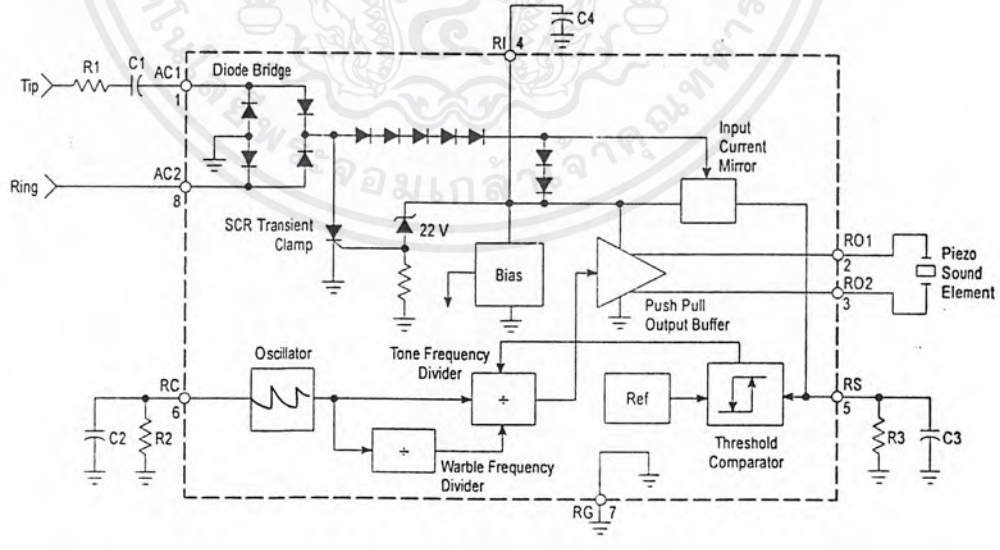
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34017

APPLICATION CIRCUIT PERFORMANCE (Refer to Typical Application)

Characteristic	Typical Value	Units
Output Tone Frequencies MC34017–1 MC34017–2 MC34017–3 Warble Frequencies	 808/1010 1616/2020 404/505 12.5	Hz
Output Voltage ($V_I \geq 60$ Vrms, 20 Hz)	37	Vpp
Output Duty Cycle	50	%
Ringing Start Input Voltage (20 Hz)	36	Vrms
Ringing Stop Input Voltage (20 Hz)	21	Vrms
Maximum AC Input Voltage (≤ 68 Hz)	150	Vrms
Impedance When Ringing V_I = 40 Vrms, 15 Hz V_I = 130 Vrms, 23 Hz	 >16 12	kΩ
Impedance When Not Ringing V_I = 10 Vrms, 24 Hz V_I = 2.5 Vrms, 24 Hz V_I = 10 Vrms, 5.0 Hz V_I = 3.0 Vrms, 200 – 3200 Hz	 28 >1.0 55 >200	 kΩ MΩ kΩ kΩ
Maximum Transient Input Voltage (T ≤ 2.0 ms)	1500	V
Ringer Equivalence: Class A Class B	0.5 0.9	– –

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34017

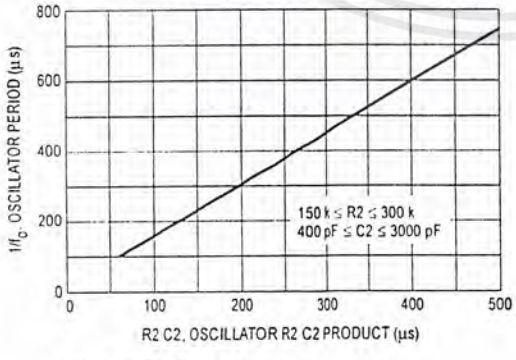
CIRCUIT DESCRIPTION

The MC34017 Tone Ringer derives its power supply by rectifying the ac ringing signal. It uses this power to activate a tone generator and drive a piezo–ceramic transducer. The tone generation circuitry includes a relaxation oscillator and frequency dividers which produce high and low frequency tones as well as the tone warble frequency. The relaxation oscillator frequency f_O is set by resistor R2 and capacitor C2 connected to Pin RC. The oscillator will operate with f_O from 1.0 kHz to 10 kHz with the proper choice of external components (see Figure 1).

The frequency of the tone ringer output signal at RO1 and RO2 alternates between $f_O/4$ to $f_O/5$. The warble rate at which the frequency changes is $f_O/320$ for the MC34017–1, $f_O/640$ for the MC34017–2 and $f_O/160$ for the MC34017–3. With a 4.0 kHz oscillator frequency, the MC34017–1 produces 800 Hz and 1000 Hz tones with a 12.5 Hz warble rate. The MC34017–2 generates 1600 Hz and 2000 Hz tones with a similar 12.5 Hz warble frequency from an 8.0 kHz oscillator frequency. The MC34017–3 will produce 400 Hz and 500 Hz tones with a 12.5 Hz warble rate from a 2.0 kHz oscillator frequency. The tone ringer output circuit can source or sink 20 mA with an output voltage swing of 37 V peak–to–peak. Volume control is readily implemented by adding a variable resistance in series with the piezo transducer.

Input signal detection circuitry activates the tone ringer output when the ac line voltage exceeds programmed threshold level. Resistor R3 determines the ringing signal amplitude at which an output signal at RO1 and RO2 will be generated. The ac ringing signal is rectified by the internal diode bridge. The rectified input signal produces a voltage across R3 which is referenced to RG. The voltage across resistor R3 is filtered by capacitor C3 at the input to the threshold circuit.

Figure 1. Oscillator Period ($1/f_O$) versus Oscillator R2 C2 Product



($1/f_O$ = 1.45 R2 C2 + 10 µs)

When the voltage on capacitor C3 exceeds 1.2 V, the threshold comparator enables the tone ringer output. Line transients produced by pulse dialing telephones do not charge capacitor C3 sufficiently to activate the tone ringer output.

Capacitors C1 and C4 and resistor R1 determine the 10 V, 24 Hz signature test impedance. C4 also provides filtering for the output stage power supply to prevent droop in the square wave output signal. Six diodes in series with the rectifying bridge provide the necessary non–linearity for the 2.5 V, 24 Hz signature tests.

An internal shunt voltage regulator between the RI and RG terminals provides dc voltage to power the output stage, oscillator and frequency dividers. The dc voltage at RI is limited to approximately 22 V in regulation. To protect the IC from telephone line transients, an SCR is triggered when the regulator current exceeds 50 mA. The SCR diverts current from the shunt regulator and reduces the power dissipation within the IC.

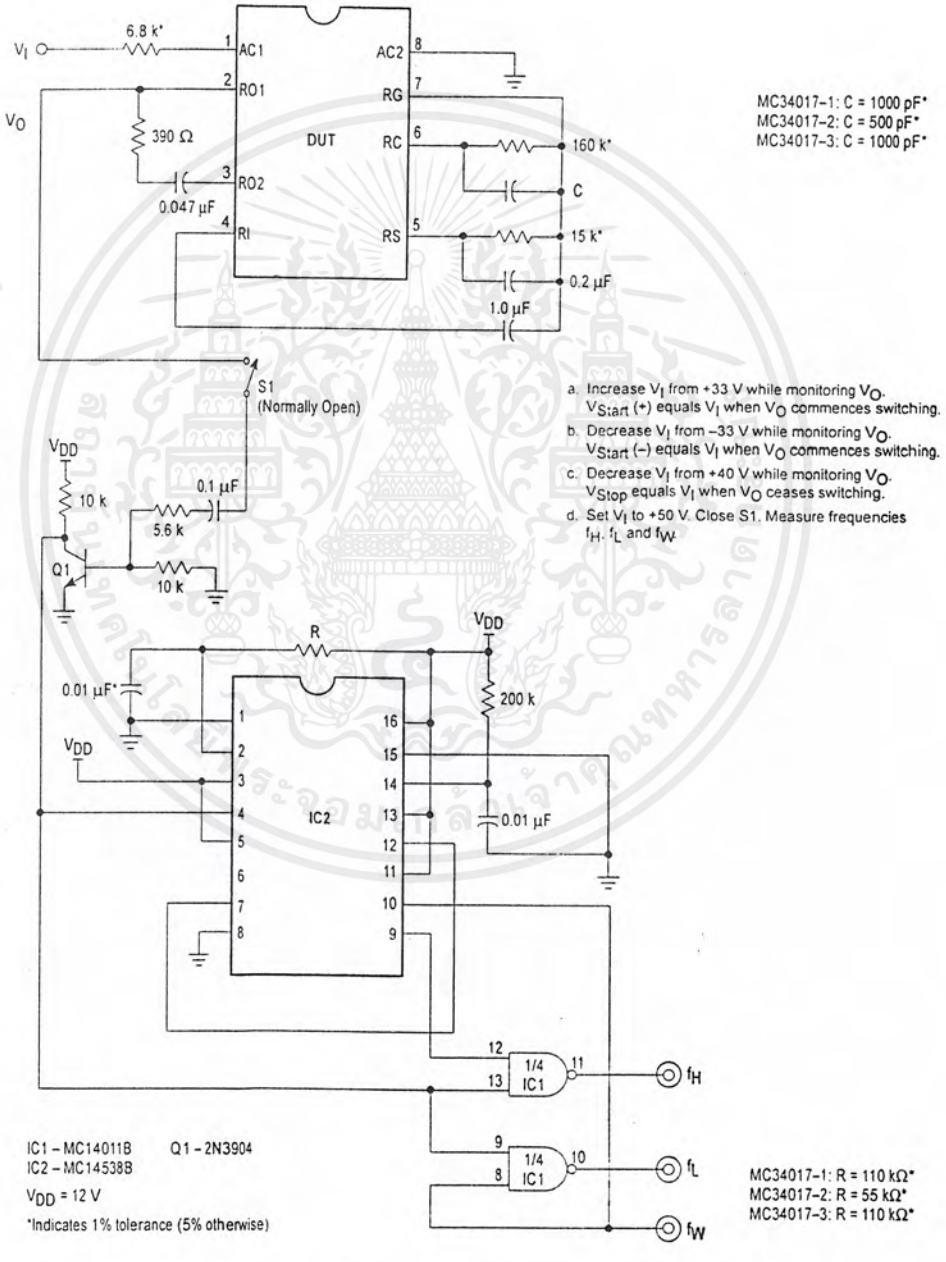
EXTERNAL COMPONENTS

R1	**Line Input Resistor** R1 affects the tone ringer input impedance. It also influences ringing threshold voltage and limits current from line transients. (Range: 2.0 to 10 kΩ).
C1	**Line Input Capacitor** C1 ac couples the tone ringer to the telephone line and controls ringer input impedance at low frequencies. (Range: 0.4 to 2.0 µF).
R2	**Oscillator Resistor** (Range: 150 to 300 kΩ).
C2	**Oscillator Capacitor** (Range: 400 to 3000 pF).
R3	**Input Current Sense Resistor** R3 controls the ringing threshold voltage. Increasing R3 decreases the ring–start voltage. (Range: 5.0 to 18 kΩ).
C3	**Ringing Threshold Filter Capacitor** C3 filters the ac voltage across R3 at the input of the ringing threshold comparator. It also provides dialer transient rejection. (Range: 0.5 to 5.0 µF).
C4	**Ringer Supply Capacitor** C4 filters supply voltage for the tone generating circuits. It also provides an ac current path for the 10 Vrms ringer signature impedance. (Range: 1.0 to 10 µF).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

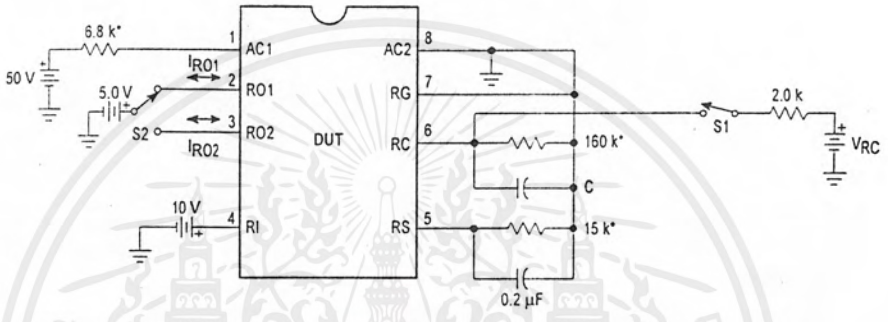
MC34017

Figure 2. Test One



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Test Two

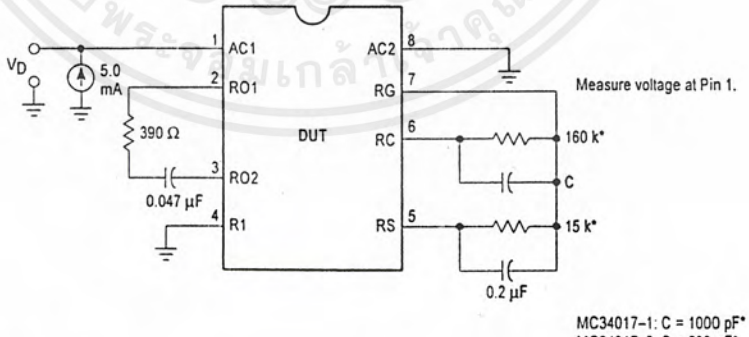


MC34017–1: C = 1000 pF*
MC34017–2: C = 500 pF*
MC34017–3: C = 1000 pF*

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

With V_{RC} = 4.0 V, close S1. Switch S2 to Pin 2 and measure current at Pin 2 (I_{O1}). Repeatedly switch V_{RC} between 4.0 V and 0 V until Pin 2 current changes polarity. Measure the opposite polarity current (I_{O2}).
Calculate: $I_{RO1} = |I_{O1}| + |I_{O2}|$.
Switch S2 to Pin 3 and repeat.
Calculate: $I_{RO2} = |I_{O1}| + |I_{O2}|$.

Figure 4. Test Three

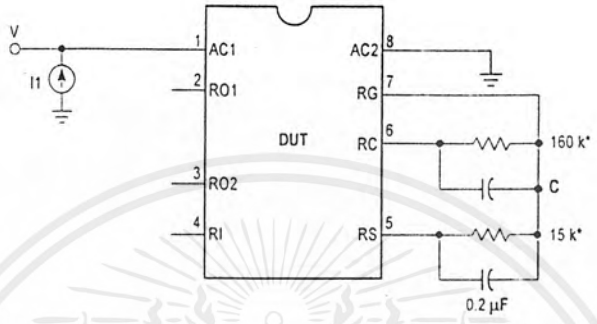


MC34017–1: C = 1000 pF*
MC34017–2: C = 500 pF*
MC34017–3: C = 1000 pF*

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 5. Test Four

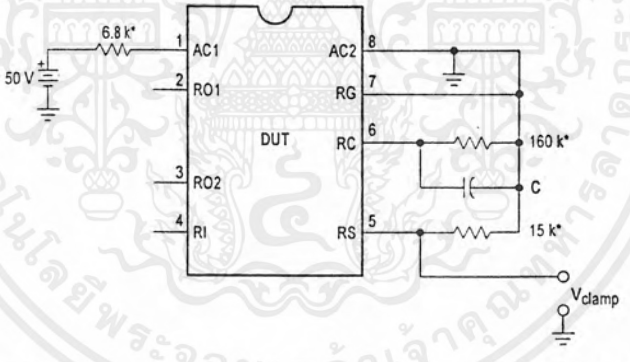


MC34017–1: C = 1000 pF*
MC34017–2: C = 500 pF*
MC34017–3: C = 1000 pF*

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

a. Set I1 to 30 mA. Measure voltage at Pin 1 (V_{off}).
b. Set I1 to 100 mA. Measure voltage at Pin 1 (V_{on}).
(Each test < 30 ms)

Figure 6. Test Five

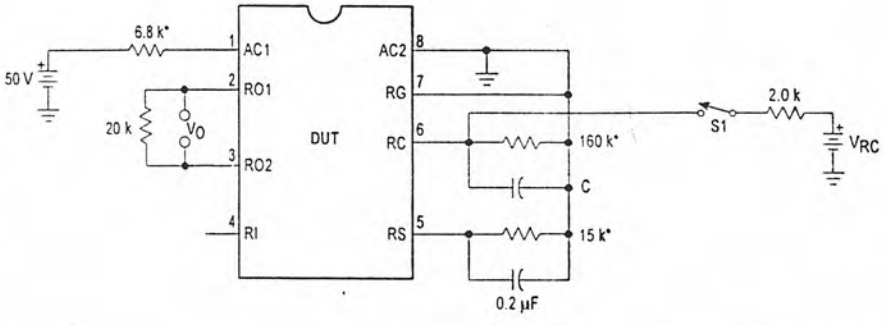


MC34017–1: C = 1000 pF*
MC34017–2: C = 500 pF*
MC34017–3: C = 1000 pF*

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

Measure voltage at Pin 5 (V_{clamp}).

Figure 7. Test Six



MC34017–1: C = 1000 pF*
MC34017–2: C = 500 pF*
MC34017–3: C = 1000 pF*

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

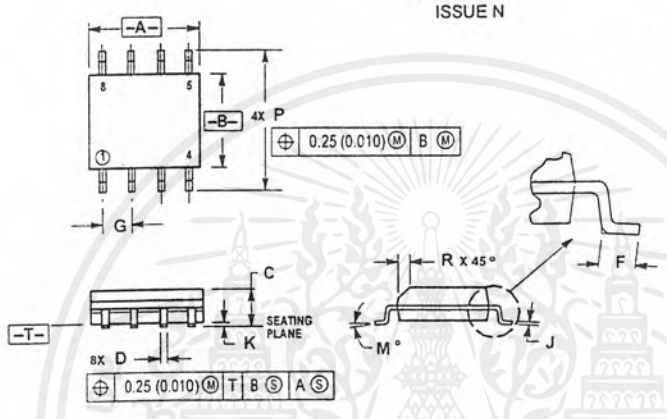
With V_{RC} = 4.0 V, close S1. Measure dc voltage between Pins 2 and 3 (V_{O1}). Repeatedly switch V_{RC} between 4.0 V and 0 V until Pins 2 and 3 change state. Measure the new voltage between Pins 2 and 3 (V_{O2}).
Calculate: $V_O = |V_{O1}| + |V_{O2}|$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34017

OUTLINE DIMENSIONS

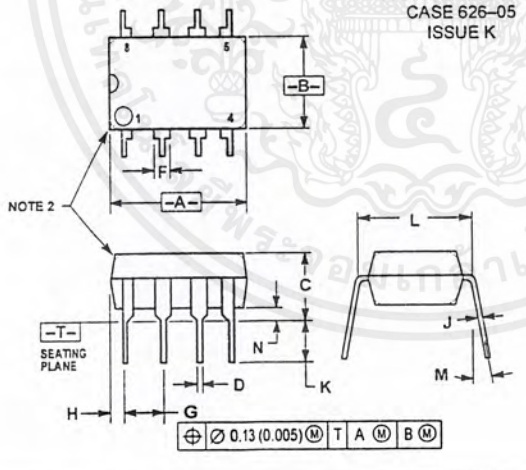
D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751–05
ISSUE N



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	4.80	5.00	0.189	0.196
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.18	0.25	0.007	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626–05
ISSUE K



NOTES:
1. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
2. PACKAGE CONTOUR OPTIONAL (ROUND OR SQUARE CORNERS).
3. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.40	10.16	0.370	0.400
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	3.94	4.45	0.155	0.175
D	0.38	0.51	0.015	0.020
F	1.02	1.78	0.040	0.070
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
H	0.76	1.27	0.030	0.050
J	0.20	0.30	0.008	0.012
K	2.92	3.43	0.115	0.135
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	—	10°	—	10°
N	0.76	1.01	0.030	0.040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

MC34014

Specifications and Applications Information

TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

The MC34014 is a Telephone Speech Network integrated circuit which incorporates adjustable transmit, receive, and sidetone functions, a dc loop interface circuit, tone dialer interface, and a regulated output voltage for a pulse/tone dialer. Also included is an equalization circuit which compensates gains for line length variations. The conversion from 2-to-4 wire is accomplished with a supply voltage as low as 1.5 volts. The MC34014 is packaged in a standard 18-pin (0.3" wide) plastic DIP and a 20-pin SOIC package.

- Transmit, Receive, and Sidetone Gains Set by External Resistors
- Loop Length Equalization for Transmit, Receive, and Sidetone Functions
- Operates Down to 1.5 volts (V+) in Speech Mode
- Provides Regulated Voltage for CMOS Dialer
- Speech Amplifiers Muted During Pulse and Tone Dialing
- DTMF Output Level Adjustable with a Single Resistor
- Compatible with 2-Terminal Electret Microphones
- Compatible with Receiver Impedances of 150 Ω and Higher

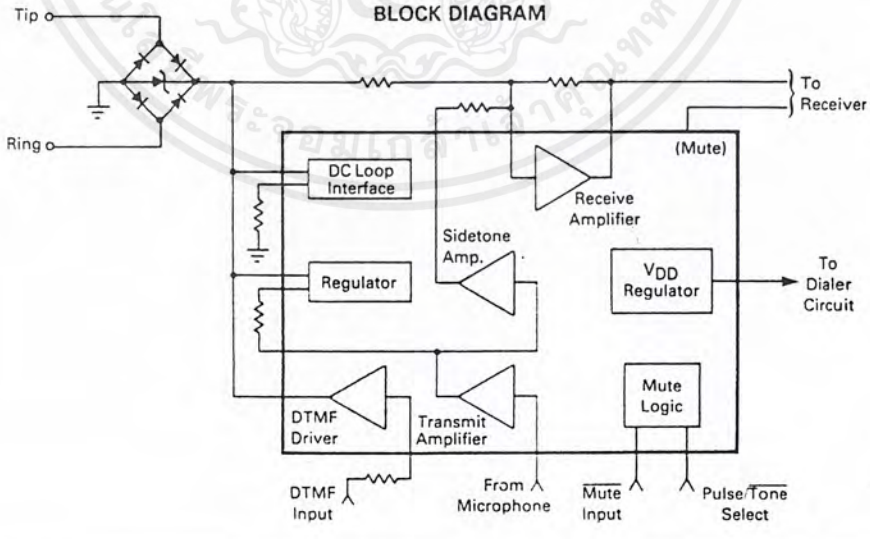
TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT

P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

DW SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751D
SO-20L

BLOCK DIAGRAM



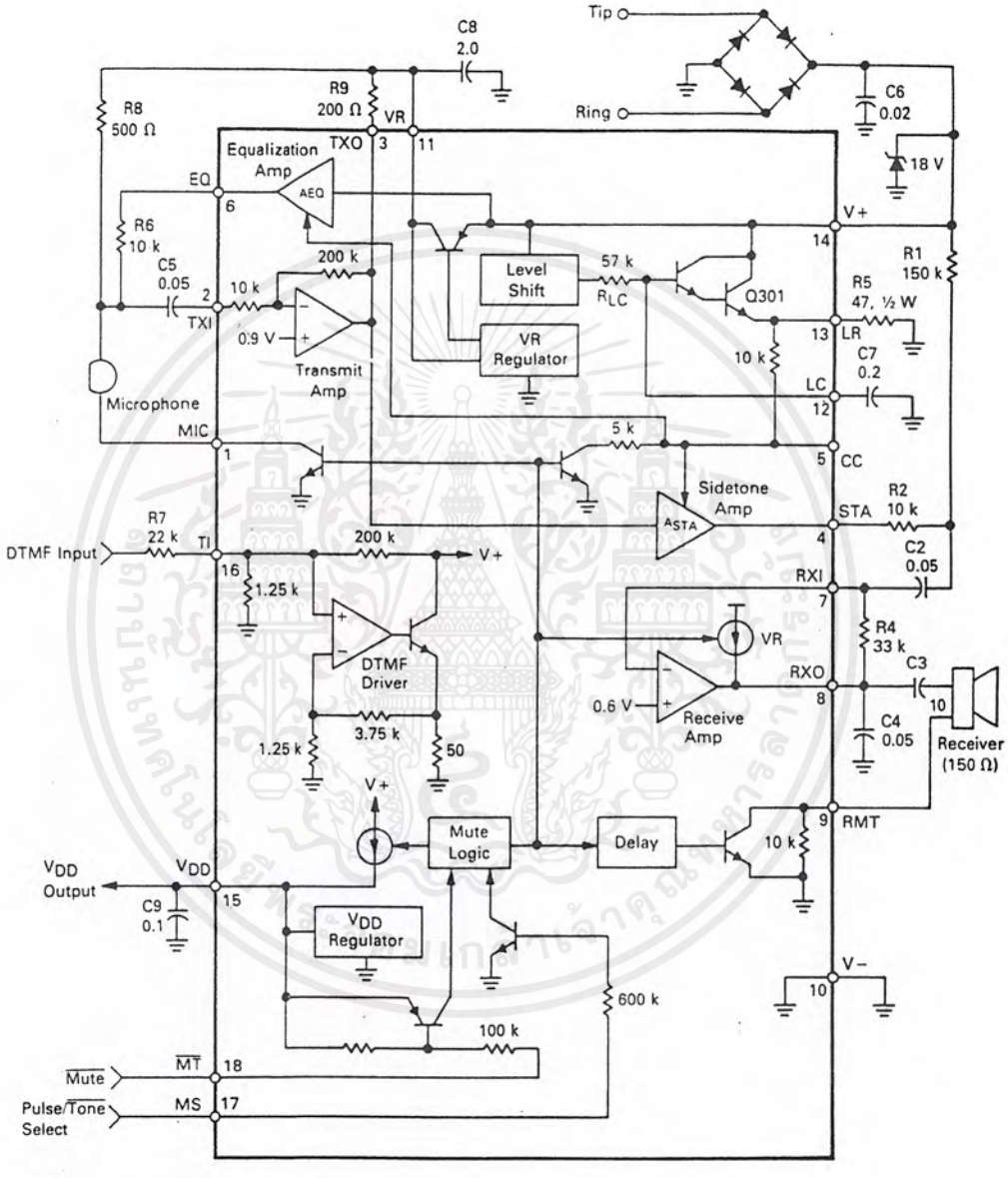
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION (See Figure 1)

Pin # SOIC	Pin # DIP	Name	Description
1	1	MIC	Microphone negative supply. Bias current from the electret microphone is returned to V− through this pin, through an open collector NPN transistor whose base is controlled by an internal mute signal. During dialing, the transistor is off, disabling the microphone.
2	2	TXI	Transmit amplifier input. Input impedance is 10 kΩ. Signals from the microphone are input through capacitor C5 to TXI.
3	3	TXO	Transmit amplifier output. The ac signal current from this output flows through the V_R series pass transistor via R9 to drive the line at V+. Increasing R9 will decrease the signal at V+. The output is biased at ≈0.65 V to allow for maximum swing of ac signals. The closed loop gain from TXI to TXO is internally set at 26 dB.
4	4	STA	Sidetone amplifier output. Input to this amplifier is TXO. The signal at STA cancels the sidetone signals in the receive amplifier. The signal level at STA increases with loop length.
5	5	CC	Compensation Capacitor. A capacitor from CC to ground will compensate the loop length equalization circuit when additional stability is required. In most applications, CC remains open.
7	6	EQ	Equalization amplifier output. A portion of the V+ signal is present on this pin to provide negative feedback around the transmit amplifier. The feedback decreases with increasing loop length, causing the ac impedance of the circuit to increase.
8	7	RXI	Receive amplifier input. Input impedance is >100 kΩ. Signals from the line and sidetone amplifier are summed at RXI.
9	8	RXO	Receive Amplifier output. RXO is biased by a 2.5 mA current source. Feedback maintains the dc bias voltage at ≈0.65 V. Increasing R4 (between RXO and RXI) will increase the receive gain. C4 stabilizes the amplifier. C3 couples the signals to the receiver. The 2.5 mA current source is reduced to 0.4 mA when dialing.
10	9	RMT	Receiver Mute. The ac receiver current is returned to V− through an open collector NPN transistor and a parallel 10 kΩ resistor. The base of the NPN is controlled by an internal mute signal. During dialing the transistor is off, leaving the 10 kΩ resistor in series with the receiver.
11	10	V−	Negative supply. The most negative input connected to Tip and Ring through the polarity guard diode bridge.
12	11	VR	Regulated voltage output. The VR voltage is regulated at 1.2 V and biases the microphone and the speech circuits. An internal series pass PNP transistor allows for regulation with a line voltage as low as 1.5 V. Capacitor C8 stabilizes the regulator.
13	12	LC	DC load capacitor. An external capacitor C7 and an internal resistor form a low pass filter between V+ and LR to prevent ac signals from being loaded by the dc load resistor R5. Forcing LC to V− will turn off the dc load current and increase the V+ voltage.
14	13	LR	DC load resistor. Resistor R5 from LR to V− determines the dc resistance of the telephone, and removes power dissipation from the chip. The LR pin is biased 2.8 volts below the V+ voltage (4.5 volts in the tone dialing mode).
15	14	V+	Positive supply. V+ is the positive line voltage (from Tip & Ring) through the polarity guard bridge. All sections of the MC34014 are powered by V+.
17	15	V_{DD}	V_{DD} regulator. V_{DD} is the output of a shunt type regulator with a nominal voltage of 3.3 V. The nominal output current is increased from 550 μA to 2 mA when dialing. Capacitor C9 stabilizes the regulator and sustains the V_{DD} voltage during pulse dialing.
18	16	TI	Tone input. The DTMF signal from a dialer circuit is input at TI through an external resistor R7. The current at TI is amplified to drive the line at V+. Increasing R7 will reduce the DTMF output levels. The input impedance at TI is nominally 1.25 kΩ.
19	17	MS	Mode select. This pin is connected through an internal 600 kΩ resistor to the base of an NPN transistor. A Logic "1" (>2.0 V) selects the pulse dialing mode. A Logic "0" (<0.3 V) selects the tone dialing mode.
20	18	$\overline{MT}$	Mute input. $\overline{MT}$ is connected through an internal 100 kΩ resistor to the base of a PNP transistor, with the emitter at V_{DD}. A Logic "0" (<1.0 V) will mute the network for either pulse or tone dialing. A Logic "1" (>V_{DD} − 0.3 V) puts the MC34014 into the speech mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT



NOTE: Pin numbers are for 18 pin DIP.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Voltages referred to V−, T_A = 25°C) (See Note 1.)

Parameter	Value	Units
V+ Voltage	−1.0, +18	Vdc
V_{DD} (externally applied, V+ = 0)	−1.0, +6	Vdc
V_{LR}	−1.0, V+ − 3.0	Vdc
$\overline{MT}$, MS Inputs	−1.0, V_{DD} +1.0	Vdc
Storage Temperature	−65, +150	°C

NOTE 1: Devices should not be operated at these values. The "Recommended Operating Conditions" provide conditions for actual device operation.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Parameter	Value	Units
V+ Voltage (Speech Mode) (Tone Dialing Mode)	+1.5 to +15 +3.3 to +15	Vdc Vdc
I_{TXO} (Instantaneous)	0 to 10	mA
Ambient Temperature	−20 to +60	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Refer to Figure 1) (T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
LINE INTERFACE					
V+ Voltage	V+				Vdc
I_{loop} = 20 mA (Speech/Pulse Mode)		2.6	3.2	3.8	
I_{loop} = 30 mA (Speech/Pulse Mode)		3.0	3.7	4.4	
I_{loop} = 120 mA (Speech/Pulse Mode)		7.0	8.2	9.5	
I_{loop} = 20 mA (Tone Mode)		4.1	4.9	5.7	
I_{loop} = 30 mA (Tone Mode)		4.6	5.4	6.2	
V+ Current (Pin 12 Grounded)	I+				mA
V+ = 1.7 V (Speech Mode)		4.0	6.6	8.5	
V+ = 12 V (Speech/Pulse Modes)		5.5	8.4	12.5	
V+ = 12 V (Tone Mode)		6.0	8.8	14.0	
LR Level Shift (V+ − V_{LR})	ΔV_{LR}				Vdc
(Speech/Pulse Mode)		—	2.7	—	
(Tone Mode)		—	4.3	—	
LC Terminal Resistance	R_{LC}	36	57	94	kΩ
VOLTAGE REGULATORS					
VR Voltage (V+ = 1.7 V)	V_R	1.1	1.2	1.3	Vdc
Load Regulation (0 mA < I_R < 6.0 mA)	ΔV_{RLD}	—	20	—	mV
Line Regulation (2.0 V < V+ < 6.5 V)	ΔV_{RLN}	—	25	—	mV
V_{DD} Voltage (V+ = 4.5 V)	V_{DD}	3.0	3.3	3.8	Vdc
Load Regulation (0 < I_{DD} < 1.6 mA) (Dialing Mode)	ΔV_{DDLD}	—	0.25	—	Vdc
Line Regulation (All Modes) (4.0 V < V+ < 9.0 V)	ΔV_{DDLN}	—	50	—	mV
Max. Output Current (Speech Mode)	I_{DDSP}	375	550	1000	μA
Max. Output Current (Dialing Mode)	I_{DDDL}	1.6	2.0	3.6	mA
V_{DD} Leakage Current (V+ = 0, V_{DD} = 3.0 V)	I_{DDLK}	—	—	1.5	μA
SPEECH AMPLIFIERS					
Transmit Amplifier					
Gain (TXI to TXO)	A_{TXO}	—	20	—	V/V
TXO Bias Voltage (Speech/Pulse Mode)	V_{TXOSP}	0.45	0.52	0.60	x V_R
TXO Bias Voltage (Tone Mode Mode)	V_{TXODL}	VR − 25	VR − 5.0	—	mV
TXO High Voltage (Speech/Pulse Mode)	V_{TXOH}	VR − 25	VR − 5.0	—	mV
TXO Low Voltage (Speech/Pulse Mode)	V_{TXOL}	—	125	250	mV
TXI Input Resistance	R_{TXI}	—	10	—	kΩ
Receive Amplifier					
RXO Bias Voltage (All Modes)	V_{RXO}	0.45	0.52	0.60	x VR
RXO Source Current (Speech Mode)	I_{RXOSP}	1.5	2.0	—	mA
RXO Source Current (Pulse/Tone Mode)	I_{RXODL}	200	400	—	μA
RXO High Voltage (All Modes)	V_{RXOH}	VR − 100	VR − 50	—	mV
RXO Low Voltage (All Modes)	V_{RXOL}	—	50	150	mV

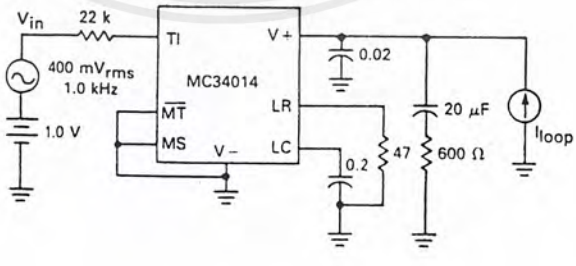
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — (continued) (T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
MICROPHONE, RECEIVER CONTROLS					
MIC Saturation Voltage (Speech Mode, I = 500 μA)	$V_{OL_{MIC}}$	—	50	125	mV
MIC Leakage Current (Dialing Mode, Pin 1 = 3.0 V)	$I_{MIC_{LK}}$	—	0	5.0	μA
RMT Resistance (Speech Mode) (Dialing Mode)	$R_{RMT_{SP}}$ $R_{RMT_{DL}}$	— 5.0	8.0 10	15 18	Ω kΩ
RMT Delay (Dialing to Speech)	t_{RMT}	2.0	4.0	20	ms
DIALING INTERFACE					
$\overline{MT}$ Input Resistance	R_{MT}	58	100	—	kΩ
$\overline{MT}$ Input High Voltage	V_{IHMT}	V_{DD} – 0.3	—	—	Vdc
$\overline{MT}$ Input Low Voltage	V_{ILMT}	—	—	1.0	Vdc
MS Input Resistance	R_{MS}	280	600	—	kΩ
MS Input High Voltage	V_{IHMS}	2.0	—	—	Vdc
MS Input Low Voltage	V_{ILMS}	—	—	0.3	Vdc
TI Input Resistance	R_{TI}	—	1.25	—	kΩ
DTMF Gain (See Figure 2) (V+/V_{in})	A_{DTMF}	3.2	4.8	6.2	dB
SIDETONE AMPLIFIER					
Gain (TXO to STA) (Speech Mode) @ V_{LR} = 0.5 V (Speech Mode) @ V_{LR} = 2.5 V (Pulse Mode) @ V_{LR} = 0.2 V (Pulse Mode) @ V_{LR} = 1.0 V	A_{STA}	 — — — —	 – 15 – 21 – 15 – 21	 — — — —	dB
STA Bias Voltage (All Modes)	V_{STA}	0.65	0.8	0.9	x V_R
EQUALIZATION AMPLIFIER					
Gain (V+ to EQ) (Speech Mode) @ V_{LR} = 0.5 V (Speech Mode) @ V_{LR} = 2.5 V (Pulse Mode) @ V_{LR} = 0.2 V (Pulse Mode) @ V_{LR} = 1.0 V	A_{EQ}	 — — — —	 – 12 – 2.5 – 12 – 2.5	 — — — —	dB
EQ Bias Voltage (Speech Mode) @ V_{LR} = 0.5 V (Pulse Mode) @ V_{LR} = 0.5 V (Speech, Pulse) @ V_{LR} = 2.5 V	V_{EQ}	 — — —	 0.66 1.3 3.3	 — — —	Vdc

NOTE: Typical values are not tested or guaranteed.

FIGURE 2 — DTMF DRIVER TEST



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM SPECIFICATIONS (T_A = 25°C) (See Figures 1–4)

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Tip-Ring Voltage (including polarity guard bridge drop of 1.4 V)				Vdc
(Speech Mode) I_{loop} = 5.0 mA	—	2.4	—	
I_{loop} = 10 mA	—	3.9	—	
I_{loop} = 20 mA	—	4.6	—	
I_{loop} = 40 mA	—	5.6	—	
I_{loop} = 60 mA	—	6.6	—	
Transmit				
Gain from V_S to V+ (Figure 3) (I_{loop} = 20 mA)	28	30	31	dB
Gain change as I_{loop} is increased to 60 mA	−6.0	−4.5	−3.6	dB
Distortion	—	2.0	—	%
Output noise	—	11	—	dBrnc
Receive				
V_{RXO}/V_S (f = 1.0 kHz, I_{loop} = 20 mA) (See Figure 4)	−16	−15	−13	dB
Receive gain change as I_{loop} is increased to 60 mA	−5.0	−3.0	−2.0	dB
Distortion	—	2.0	—	%
Sidetone Level				dB
$V_{RXO}/V+$ (Figure 3)				
I_{loop} = 20 mA	—	−36	—	
I_{loop} = 60 mA	—	−21	—	
Sidetone Cancellation $\left[\frac{V_{RXO}}{V-}\text{ (Figure 4)}\right]_{dB} - \left[\frac{V_{RXO}}{V+}\text{ (Figure 3)}\right]_{dB}$ I_{loop} = 20 mA	20	26	—	dB
DTMF Driver	3.2	4.8	6.2	dB
$V+/V_{in}$ (Figure 2) I_{loop} = 20 mA				
AC Impedance				Ω
Speech mode (incl. C_6, See Figure 4) I_{loop} = 20 mA	—	750	—	
$Z_{ac} = (600)V+/(V_S - V+)$ I_{loop} = 60 mA	—	300	—	
Tone mode (including C_6) 20 mA < I_{loop} < 60 mA	—	1650	—	

NOTE: Typicals are not tested or guaranteed.

FIGURE 3 — TRANSMIT AND SIDETONE LEVEL TEST

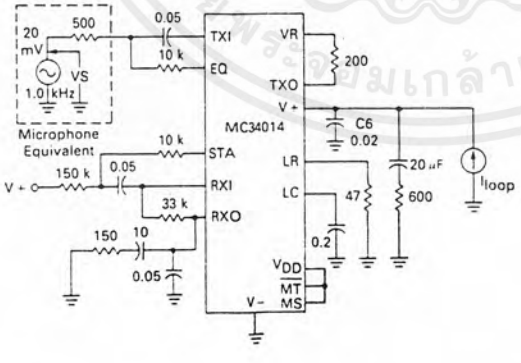
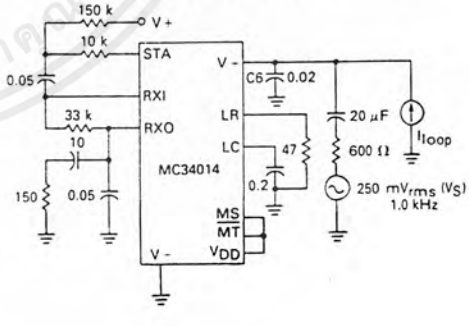


FIGURE 4 — AC IMPEDANCE, RECEIVE AND SIDETONE CANCELLATION TEST



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN GUIDELINES (Refer to Figure 1)

INTRODUCTION

The MC34014 is a speech network meant for connection to the Tip & Ring lines through a polarity guard bridge. The circuit incorporates four amplifiers: transmit, receive, sidetone, and equalization. Some parameters of each amplifier are set by external components, and in addition, the gains of the sidetone and equalization amplifiers vary with loop current.

The line interface portion determines the dc voltage versus loop current characteristics, and provides the required regulated voltages for internal and external use.

The dialer interface provides three modes of operation: speech (non-dialing), pulse dialing, and tone (DTMF) dialing. When switching to either dialing mode some parameters of the various sections are changed in order to optimize the circuit operation for that mode. The following table summarizes those changes:

TABLE 1 — OPERATING PARAMETERS AS A FUNCTION OF OPERATING MODE

Function	Speech	Pulse	Tone
LR Level Shift ($V+ - V_{LR}$)	2.7 V	2.7 V	4.3 V
V_{DD} Source Current	550 μA	2.0 mA	2.0 mA
Transmit Amplifier	Functional	Functional	Inoperative
MIC Switch (Pin 1)	On	Off	Off
Equalization Amplifier	See Transfer Curves — Figure 8		
Sidetone Amplifier	See Transfer Curves — Figure 6		
Receive Amplifier Output Current	2.5 mA	400 μA	400 μA
RMT (Pin 9) Impedance	8.0 Ω	10 kΩ	10 kΩ
DTMF Amplifier	Inoperative	Inoperative	Functional
CC Voltage	$V_{LR}/3$	V_{LR}	V_{LR}

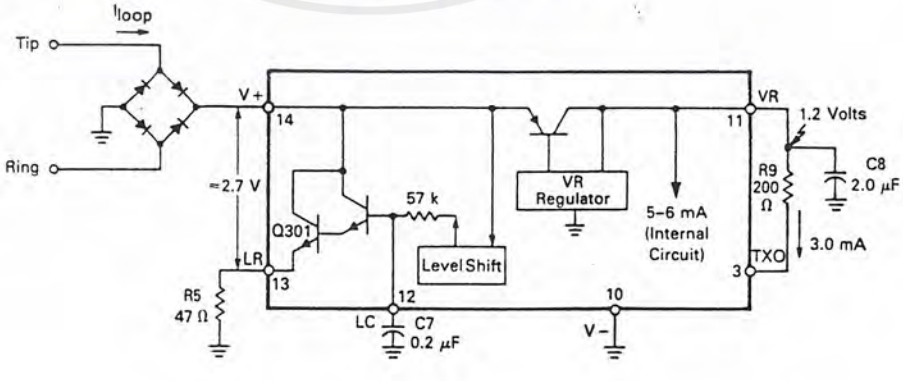
DC LINE INTERFACE (Figure 5)

The dc line interface circuit (Pins 10, 12–14) sets the dc voltage characteristics with respect to the loop current. The loop current enters at Pin 14 where the internal circuitry of the MC34014 draws 5–6 mA. Pin 3 sinks (typically) 3 mA through R_9. The remainder of the loop current is passed through Q_{301} and R_5. The resulting voltage across the entire circuit is therefore equal to the voltage across R_5, plus the level shift voltage from Pin 13 (LR) to Pin 14 (V+), nominally 2.7 volts in the speech and pulse modes. In the tone mode, the level shift increases to 4.3 volts, the internal current changes slightly (Figure 6), and the current required at Pin 3 decreases to near zero. These changes increase the equivalent dc resistance of the circuit, raising the voltage at V+ to ensure adequate voltage at V_{DD} for the external tone dialer. See Figure 7 for typical voltage versus loop current characteristics.

Capacitor C_7 at Pin 12 provides high frequency rolloff (above 10 Hz) so that R_5 does not load down the speech and DTMF signals.

The voltage at V_R is an internally regulated 1.2 volt supply which provides the bias currents for the microphone and the transmit amplifier output (Pin 3), as well as internal bias for the various amplifiers. Capacitor C_8 stabilizes the regulator. The use of an (internal) PNP transistor allows V_R to be regulated with a V+ voltage as low as 1.5 volts.

FIGURE 5 — DC LINE INTERFACE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 6 — INTERNAL CURRENT versus VOLTAGE

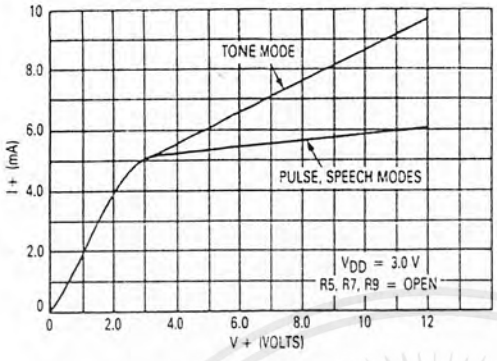
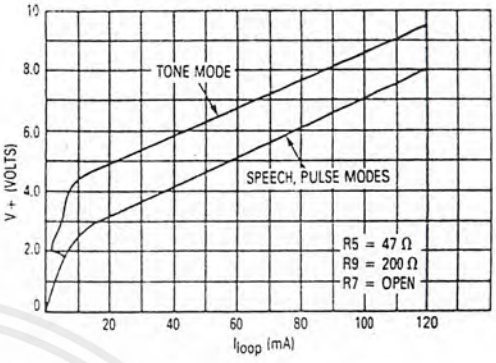


FIGURE 7 — CIRCUIT VOLTAGE versus LOOP CURRENT



TRANSMIT AMPLIFIER

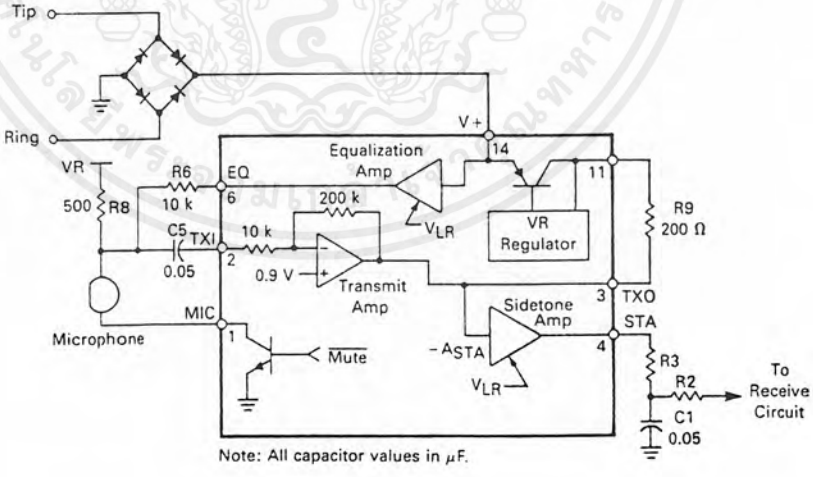
The transmit amplifier (from TXI to TXO) is inverting, with a fixed internal gain of 20 V/V (26 dB), and a typical input impedance of 10 kΩ (Figure 8). The input bias currents are internally supplied, allowing capacitive coupling of the microphone signals to the amplifier.

In the speech and pulse modes, the dc bias level at TXO is typically 0.52 x VR (≈0.63 V), which permits the output to swing 0.55 volts in both positive and negative directions without clipping. The ac voltage signal at TXO (the amplified speech signal) is converted to an ac current by R_g. The ac current passes through the VR series pass transistor to V+, modulating the loop current. The voltage signal at V+ is out of phase with the signal at TXI.

In the tone dialing mode, the TXO dc bias level is clamped at approximately VR-10 mV, rendering the amplifier inoperative. This action also reduces the TXO bias current from 3.0 mA to less than 125 μA.

MIC (Pin 1) is connected to an open-collector NPN transistor, and provides the ground path for the microphone bias current. In either dialing mode, the transistor is off, disabling the microphone.

FIGURE 8 — TRANSMIT SECTION



Note: All capacitor values in μF.

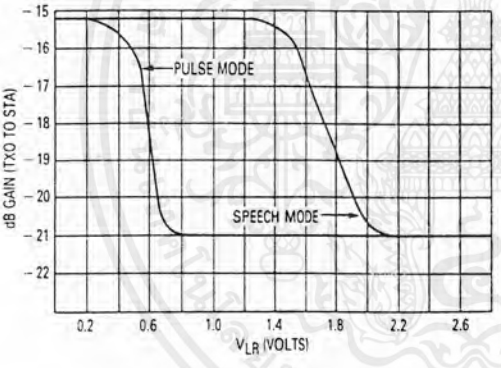
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIDETONE AMPLIFIER

The sidetone amplifier provides inversion of the TXO signal for the reduction of the sidetone signal at the receive amplifier (Figure 8). Resistors R_2 and R_3 determine the amount of sidetone cancellation. Capacitor C_1 provides phase shift to compensate for the phase shift created by the complex impedance of the Tip & Ring lines.

The gain of the sidetone amplifier varies with the voltage at LR (Pin 13), in effect making it a function of the loop current. The maximum gain is −15 dB (0.17 V/V) at low loop currents, and the minimum gain is −21 dB (0.09 V/V) at high loop current (see Figure 9 for transfer curves). For example, using 47 Ω for R_5, the gain would begin to decrease at ≈30 mA, and would stop decreasing at ≈57 mA (speech mode). The dc bias voltage at STA (Pin 4) changes slightly (≈50 mV) with variations in loop current. The output is inverted from TXO, which is the input to this amplifier. Since the transmit amplifier is inoperative in the tone dialing mode, the sidetone amplifier is also inoperative in that mode.

FIGURE 9 — SIDETONE AMPLIFIER GAIN



RECEIVE AMPLIFIER

The gain of the receive amplifier (from V+ to RXO) is determined according to the following equation (refer to Figure 10):

$$\frac{V_{RXO}}{V+} = \frac{R_4}{R_1} + \frac{(X_C // R_2)\,(A_{EQ})\,(A_{TXO})\,(A_{STA}) \times R_A \times R_4}{((X_C // R_2) + R_3)\,(R_A + R_6) \times R_2}$$

Where $R_A = R_8 // 10\ k\Omega$ (10 kΩ = R_{in} of T_x Amp)
A_{EQ} = Gain of Equalization Amp
A_{TXO} = Gain of Transmit Amp (20 V/V)
A_{STA} = Gain of sidetone Amp
X_C = Impedance of C_1 at frequency of interest

The waveform at STA (Pin 4) is in phase with that at V+ (for receive signals), hence the plus sign between the terms. Due to the variations of A_{EQ} and A_{STA} with loop current, the receive gain will vary by ≈1.5 dB. If capacitor C_1 is not used, the above equation is simplified by deleting the terms containing X_C.

The output at RXO is inverted from V+ in the receive mode. In the transmit mode, the V+-to-RXO phase relationship depends on the amount of sidetone cancellation (determined by R_2 and R_3 and C_1), and can vary from 0° to 180°.

In the speech mode, the output current capability (at RXO) is typically 2.0 mA. In either dialing mode, the current capability is reduced to 400 μA in order to reduce internal current consumption. This feature is beneficial when this device is used in conjunction with a line-powered speakerphone circuit, such as the MC34018, where the majority of the loop current is needed for the speakerphone.

RMT (Pin 9) is the return path for the receiver's ac current. This pin is internally connected to an open collector NPN transistor, paralleled by a 10 kΩ resistor. In the speech mode, the transistor is on, providing a low impedance from RMT to ground. In either dialing mode, the transistor is off, muting the receive signal. This prevents loud "clicks" or loud DTMF tones from being heard in the receiver during dialing. When switching from either dialing mode to the speech mode ($\overline{MT}$ switches from low to high), the RMT pin switches back to a low impedance after a delay of 2–20 ms. The delay reduces clicks in the receiver associated with switching from the dialing to speech mode.

EQUILIZATION AMPLIFIER

The equalization amplifier gain varies with loop current, and is configured in the circuit so as to cause a variation of the network ac impedance (when looking in from the Tip & Ring lines). The gain varies with the voltage at LR (Pin 13), in effect making it a function of the loop current. The maximum gain is −2.5 dB (0.75 V/V) at high loop current, and the minimum gain is −12 dB (0.25 V/V) and low loop current (see Figure 11 for transfer curve). For example, using 47 Ω for R_5, the gain would begin to increase at ≈30 mA, and would stop increasing at ≈57 mA (speech mode). The output signal is in phase with the signal at V+, which is the input to this amplifier.

The dc bias level at EQ (Pin 6) varies with the voltage at LR (Pin 13) according to the curve of Figure 12. In most applications, this level shift is of little consequence, and may be ignored. If a particular circuit configuration should be sensitive to the shift, however, the output signal at EQ may be ac coupled to the rest of the circuit.

The equalization amplifier remains functional in all three modes, although in the tone mode, its function has no consequence when the circuit is configured as shown in Figure 1.

V_{DD} REGULATOR

The V_{DD} regulator is a shunt type regulator which supplies a nominal 3.3 volts for external dialers, and/or

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

other circuitry. In the speech mode, the output current capability at Pin 15 is typically 550 μA. In either dialing mode, the current capacity is increased to 2.0 mA.

V_{DD} will be regulated whenever V+ is >300 mV above the regulated value. As V+ is lowered, and the internal pass transistor becomes saturated, the circuit steers current away from the external load through an internal current source, in order that the V_{DD} capacitor (C9) does not load down speech and DTMF signals at V+. As V+ is lowered below 1 volt, Pin 15 switches to a high impedance state to prevent discharging of any storage capacitors, or batteries used for memory retention.

The V_{DD} voltage is unaffected by the choice of operating mode.

DIALER INTERFACE

The dialer interface consists of the mode control pins, $\overline{MT}$ and MS (Pins 18 and 17), and the DTMF current amplifier.

The $\overline{MT}$ pin, when at a Logic "1" (> V_{DD} – 0.3 V), sets the circuit into the speech mode, independent of the state of the MS pin. When the $\overline{MT}$ pin is at a Logic "0" (< 1.0 V), the dialing mode is determined by the MS pin. When MS is at a Logic "1" (> 2.0 V), the circuit is in the pulse dialing mode, and when at a Logic "0" (< 0.3 V) the tone (DTMF) mode is in effect.

The input impedance of the $\overline{MT}$ pin is typically 100 kΩ, with the input current flowing out of the pin (from V_{DD}). The input impedance of the MS pin is typically 600 kΩ, and the input current flows into the pin (Figure 1).

The DTMF amplifier (Figure 13) is a current amplifier which transmits DTMF signals to the V+ pin, and consequently onto the Tip & Ring lines. Waveforms from a DTMF dialer are input at TI (Pin 16) through a current limiting resistor (R_7). Negative feedback around the amplifier reduces the overall gain so that return loss specifications may be met. The voltage gain is calculated using the following equation:

$$\frac{V+}{V_i} = \frac{80\ R_E}{(1\ +\ 0.795R_7\ +\ 0.4R_ER_7)}$$

(R_E, R_7 in kΩ)
where $R_E = R_L//2$ kΩ (2 kΩ = internal dynamic impedance)

Using 22 kΩ for R_7, and 600 Ω for R_L, the voltage gain is a nominal 4.3 dB. The minimum loop current at which the circuit of Figure 1 will operate without distortion is 12 mA.

The DTMF amplifier is functional only in the tone dialing mode, and the waveform at V+ is inverted from that at TI. The TI pin requires a dc bias current (into the pin) of 20–50 μA, which may be supplied by the Tone dialer circuit, or by using the biasing scheme of Figure 14.

CC (PIN 5)

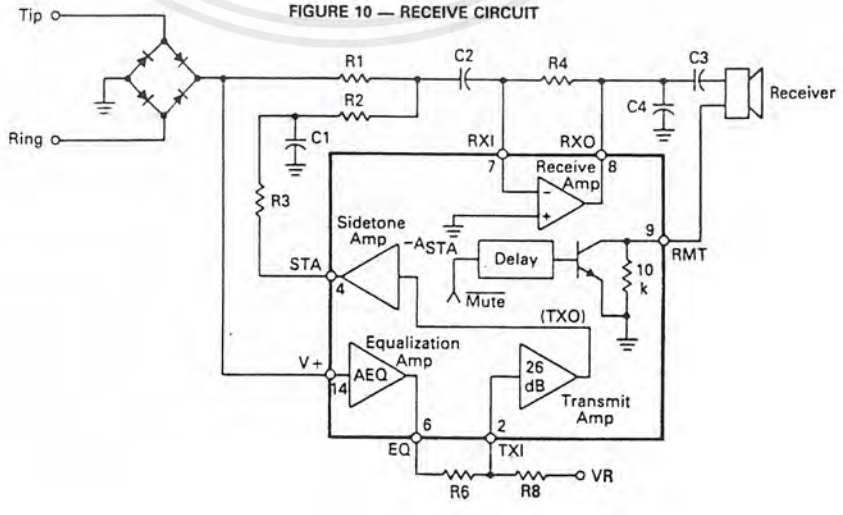
The CC pin (Compensation Capacitor) has two functions: 1) to provide equalization loop stability where the normal stabilizing components are ineffective; and 2) to allow optional control of the equalization functions.

In most applications, the capacitor at LC (Pin 12) provides the required stability, and no further compensation is required. In applications where changes are forced at Pin 12 and/or 13 (e.g., see Figure 23), the LC capacitor's effectiveness may be lost. The addition of a 10 μF capacitor to Pin 5 will provide the required additional compensation.

The CC pin may be used to force the loop length compensation circuits to specific modes. Grounding CC will set the sidetone and equalization amplifiers at the low loop current values. Connecting CC to V_R will set the amplifiers at the high loop current values.

Variations in the curves of Figures 9 and 11 may be obtained by using external resistors from LR to CC, and from CC to V–.

FIGURE 10 — RECEIVE CIRCUIT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 11 — EQUALIZATION AMPLIFIER GAIN

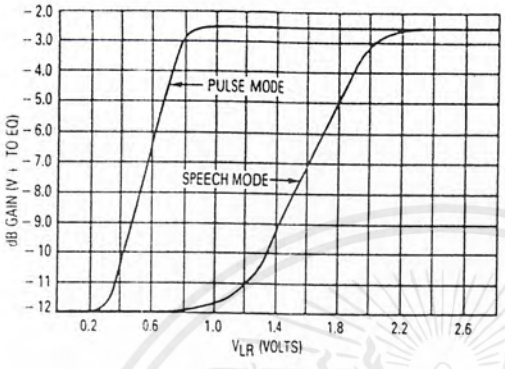


FIGURE 12 — EQ (PIN 6) DC VOLTAGE

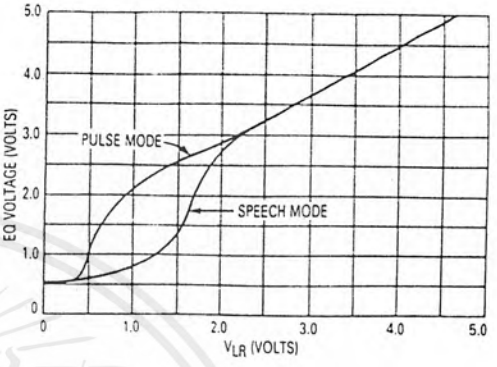


FIGURE 13 — DTMF TONE DIALER

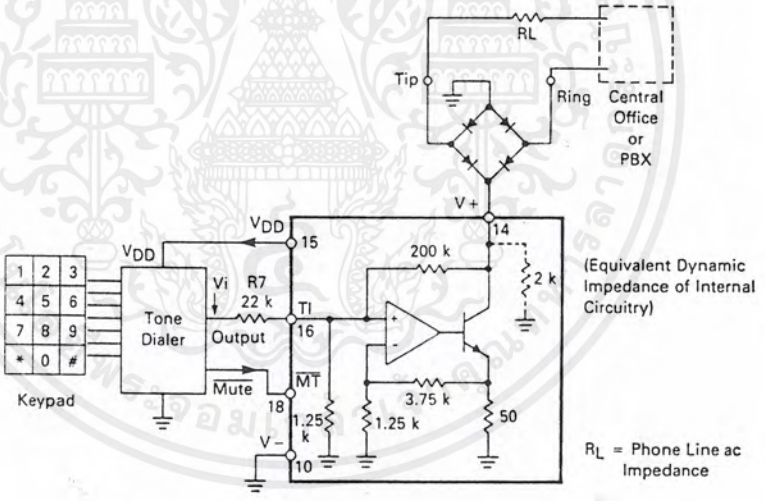
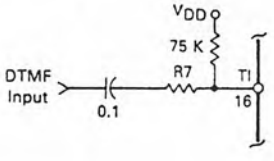


FIGURE 14 — INPUT BIASING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS INFORMATION

AC IMPEDANCE

One of the basic problems with early telephones is that the performance varied with different line lengths (distance from the Central Office to the telephone). If a particular phone were optimized for short loops and then connected to a long loop, both the transmitted and receive signals would be difficult to hear. On the other hand, phones optimized for long loops would then be annoyingly loud on short loops. The process of equalization is one whereby the performance is forced to vary with loop length inversly to the expected variations. Monitoring of loop length is accomplished by monitoring the loop current at the telephone. In the MC34014, loop length equalization is provided by varying the ac impedance of the telephone circuit. In this manner the MC34014 mimics a passive network, with varistors providing the equalization.

Figure 15 depicts the situation in the receive mode. The receive signal coming from the Central Office is V_S and is independent of the loop length. Z_R is the ac impedance of the Central Office, nominally 900 Ω. Z_L is the characteristic impedance of the phone line, and is a nominal 600 Ω. The signal applied to the line (V_1) is therefore a portion of V_S. That signal is attenuated by the distributive impedance of the phone line, with a resulting signal V_2 at the telephone. The amplitude of V_2 depends on the amount of attenuation, the impedance of the phone line at the telephone and the ac impedance of the telephone (Z_{ac}), according to:

$$V_2 = \frac{V_1' \times Z_{ac}}{Z_{ac} + Z_L}$$

where V_1' is the equivalent signal source at the receive end of the phone line, providing the signal V_2 through the impedance equal to the characteristic impedance of the line (Z_L). The value of V_1' depends on how much V_1 has been attenuated by the length of phone line. By increasing Z_{ac} on long loops, V_2 is a greater portion of V_1', resulting in a stronger receive signal at the telephone.

FIGURE 15 — RECEIVE MODE

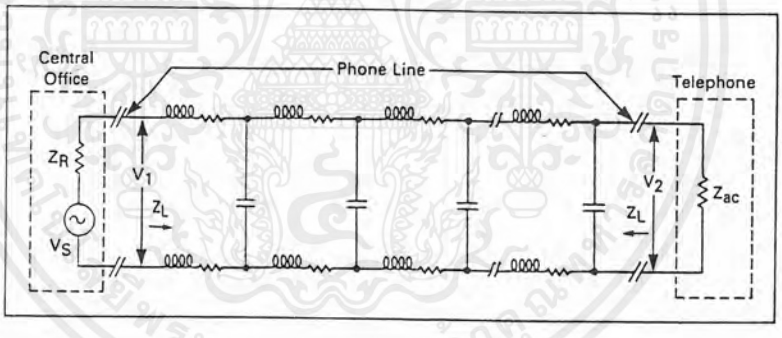
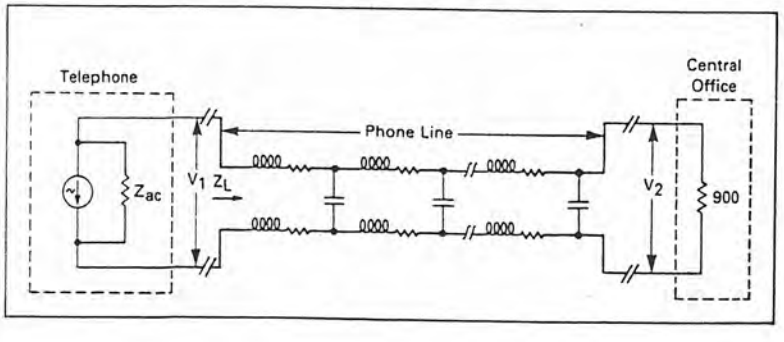


Figure 16 depicts the situation in the transmit mode. In this mode, the MC34014 is an ac current source, with a finite output impedance, modulating the loop current. The voltage signal V_1 is therefore equal to the ac signal current acting on Z_{ac} in parallel with the characteristic impedance of the phone line (Z_L). The signal is attenuated by the distributive impedance of the phone line, and so only a portion of that signal (V_2) appears at the Central Office. By increasing Z_{ac} on long loops, V_1 is increased, resulting in a higher signal level at V_2.

FIGURE 16 — TRANSMIT MODE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The ac impedance of the telephone circuit is determined by the transmit amplifier, equalization amplifier, and external resistors R_6, R_8, and R_9. In Figure 17, a portion of the receive signal at V+ appears at EQ. That signal is reduced at TXI by the R_8-R_6 divider (the electret microphone is a high impedance). The signal at TXI is then amplified by 20, and that signal (at TXO) is converted to an ac current by R9. The ac impedance of the circuit is therefore $V+/I_{TXO}$, and is defined by the following equation:

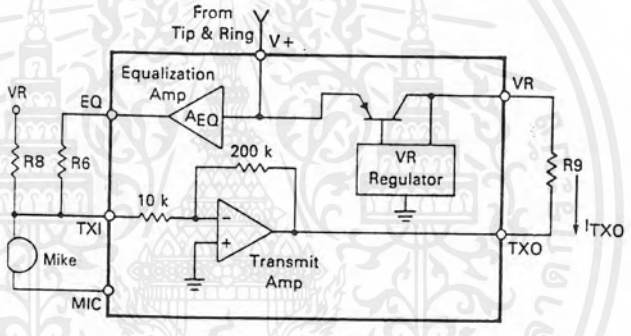
$$Z_{ac} = \frac{(1 + R_8/R_6)(R_9)}{20 \times A \times (R_8/R_6)}$$

where A = the gain of the equalization amplifier (0.25 to 0.75)

Since the gain of the equalization amplifier varies by a factor of 3, the ac impedance will vary the same amount. Using the resistor values indicated in Figure 1, the ac impedance will vary from 280 Ω (short loop) to 840 Ω (long loop).

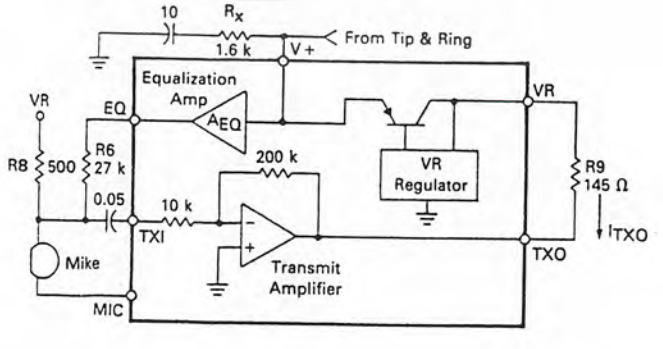
When calculating or measuring the ac impedance, capacitor C_6 (≈8.0 kΩ at 1.0 kHz) and the dynamic impedance of the MC34014 (≈10 kΩ) must be taken into account. If the microphone has an impedance lower than that of a typical electret, then its dynamic impedance must be accounted for in the above equation.

FIGURE 17 — DETERMINING AC IMPEDANCE



If a variation in Z_{ac} of less than 3:1 is desired, the circuit configuration of Figure 18 may be used. The ac impedance is the parallel combination of R_x and the impedance presented by the remainder of the circuit. With the values shown in Figure 18, the ac impedance varies from 400 Ω to 800 Ω.

FIGURE 18 — REDUCED AC IMPEDANCE VARIATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSMIT DESIGN PROCEDURE

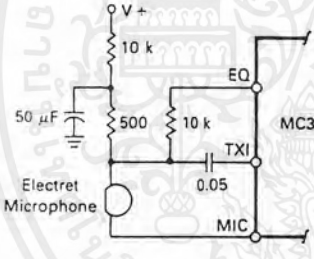
Referring to Figure 17, first select R_9 for the desired maximum output level at Tip & Ring, assuming a signal level at TXO of 1.0 V p-p. The maximum signal level at Tip & Ring will be approximately:

$$\frac{(V_{TXO})\ (Z_L)}{R_9}$$

where Z_L is the characteristic ac impedance of the phone line. Capacitor C_6 and the ≈10 kΩ dynamic impedance of the MC34014 must also be considered in the above computation, since they are in parallel with Z_L.

The next step is to select the R_6/R_8 ratio, according to the required Z_{AC}, using the equation on the previous page. Then R_8 is selected to set the microphone sensitivity. R_8 is typically in the range of 0.5 k to 1.5 kΩ, and is dependent on the characteristics of the microphone. R_6 is then calculated from the above mentioned ratio.

FIGURE 19 — ALTERNATE MICROPHONE BIAS



The overall gain from the microphone to V+ will vary with loop current due to the influence of the equalization amplifier on TXI. The signal at EQ is out of phase with that at TXI, therefore the signal at V+ decreases as loop current (and the EQ signal) increases. Variations are typically 2.0 to 5.0 dB and depend largely on the impedance characteristics of the microphone.

ALTERNATE MICROPHONE BIASING

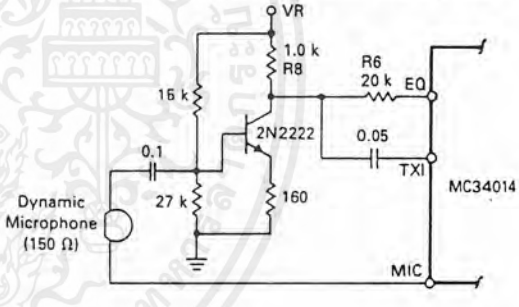
In the event that the microphone cannot be properly biased from the 1.2 volt VR supply, a higher voltage can be obtained by biasing from the V+ supply. The configuration shown in Figure 19, provides a higher voltage to the microphone, and also filters the speech signals at V+ from reaching it, preventing an oscillatory loop from forming. The maximum voltage limit of the microphone must be considered when biasing this way.

If a dynamic microphone is to be used in place of an electret unit, the circuit in Figure 20 will buffer its low impedance from the MC34014 circuit, maintaining the high impedance required at the junction of R_8 and R_6. The circuit shown provides a gain of ≈2.6 for the microphone signals, and can be adjusted by varying the 160 Ω resistor.

HANDSET/HANDS-FREE TELEPHONE

Figure 23 indicates a circuit using the MC34014 speech network, MC34018 speakerphone circuit, and the MC34017 tone ringer to provide a complete telephone/speakerphone. Switch HS (containing one normally open and one normally closed contact) is the hook switch actuated by the handset, shown in the on-hook position. When the handset is off-hook (HS1 open, HS2 closed), power is applied to the MC34014, and consequently the handset, and the $\overline{CS}$ pin of the MC34018 is held high so as to disable it. Upon closing the two poles of switch SS, and placing switch HS in the on-hook position, power is then applied to both the MC34014 and the MC34018, and $\overline{CS}$ is held low, enabling the speakerphone function. Anytime the handset is removed from switch HS, the circuit reverts to the handset mode. The diode circuitry sets the MC34014 to the pulse dialing mode to mute the handset microphone and receiver when using the speakerphone. To compensate for the different equalization response of the MC34014 when in the pulse dialing mode (Figures 9 and 11), the 47 Ω resistor normally found at Pin 13 of the MC34014 is instead divided into two resistors (33 Ω and 15 Ω). This arrangement provides similar equalization response in both the handset and in the speakerphone modes. Since the LC capacitor (Pin 12) is ineffective in the speakerphone mode, a capacitor is added at Pin 5 (CC) to provide compensation for the equalization loop when the speakerphone mode is in effect.

FIGURE 20 — INTERFACING A DYNAMIC MICROPHONE



SWITCHABLE TONE/PULSE TELEPHONE

Figure 21 indicates a switchable tone/pulse telephone circuit using the MC145412 tone/pulse dialer, MC34014 speech network, and the MC34017 tone ringer. The dialer is programmable, and can store up to 10 phone numbers. As can be seen, the interface to the MC34014 is straightforward.

PULSE ONLY TELEPHONE

Figure 22 indicates a pulse only telephone circuit using the MC145409 pulse dialer, MC34014 speech network, and the MC34017 tone ringer. The dialer has last number redial, and provides a pacifier tone to the receiver during dialing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 21 — COMPLETE TELEPHONE WITH PULSE/TONE DIALING

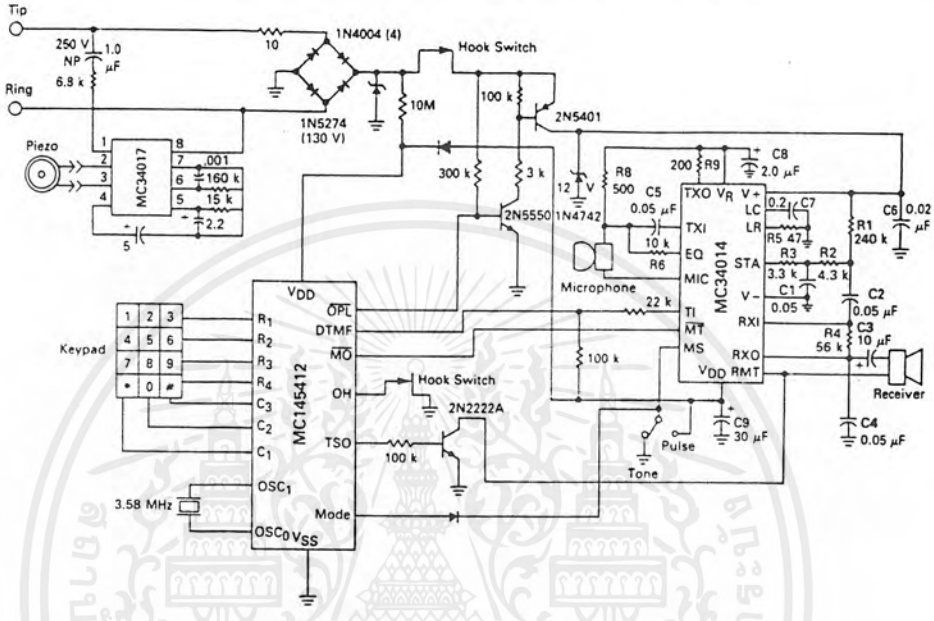
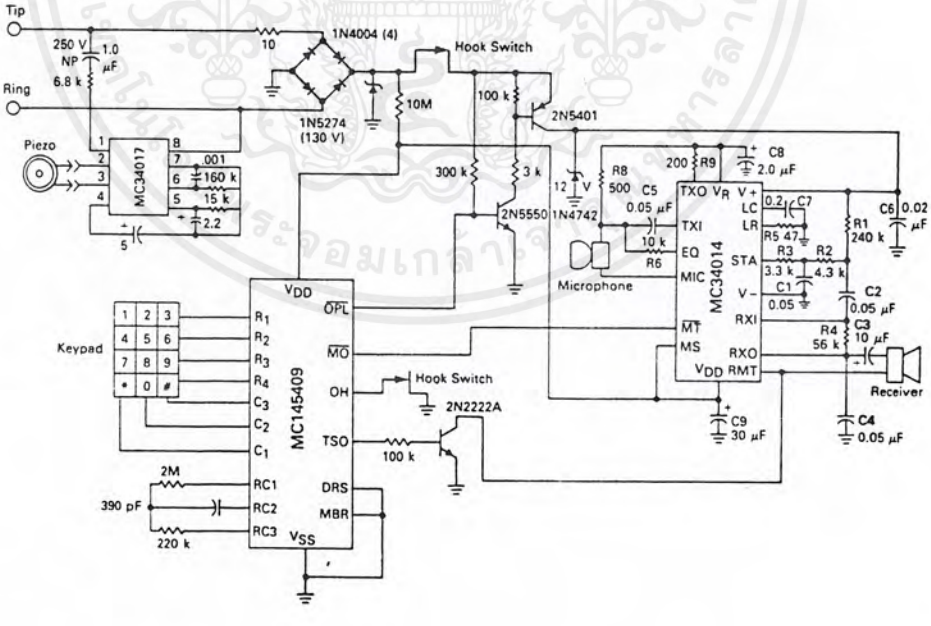


FIGURE 22 — COMPLETE TELEPHONE WITH PULSE DIALING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

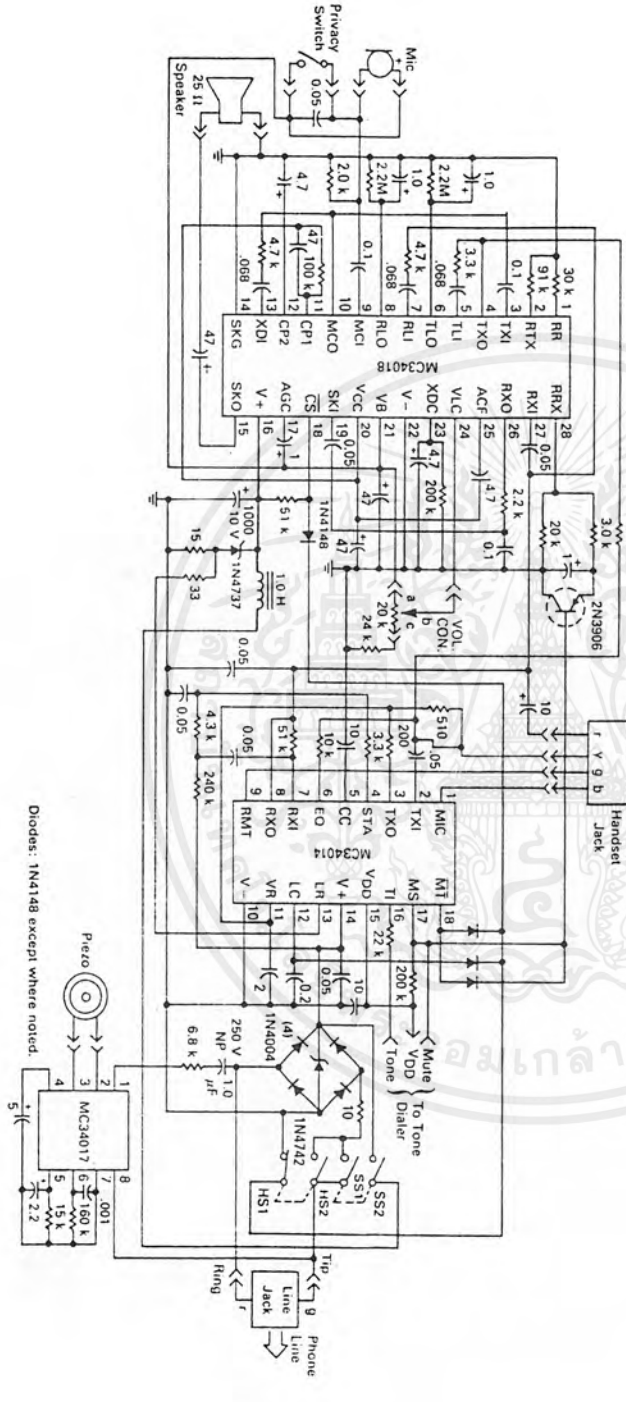


FIGURE 23 — SWITCHABLE HANDSET/HANDSFREE SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Recommended External Components

Piezo Sounder
Models KSN 1113-1116
Motorola, Inc.
Albuquerque, N.M.
505-822-8801

Microphone/Receiver
Microphone model EM-95
Receiver model DH-34
Primo Microphone, Inc.
Elk Grove Village, Ill.
312-595-1022

Microphone Model KUC2123
Hosiden Electronics
Chicago, Ill.
312-956-7707

TRANSIENT PROTECTION & RFI SUPPRESSION

Protection from voltage transients is necessary in most telephone circuits, and may take the form of zener diodes, RC or LC filters, transient suppressors, or a combination of the above.

Potential radio frequency interference problems should be addressed early in the electrical and mechanical design of the telephone. RFI may enter the circuitry through the Tip & Ring lines, through the microphone and/or receiver leads in the handset cord, or through any of the wiring or PC board traces. Ceramic decoupling capacitors, ferrite beads, and other RFI suppression techniques may be needed. Good PC board design techniques, such as the avoidance of loops, should be used. Long tracks on high impedance nodes should be avoided.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL®

ISO²-CMOS MT8880C/MT8880C-1
Integrated DTMF Transceiver

ISSUE 2 May 1995

Ordering Information

MT8880CE/CE-1	20 Pin Plastic DIP
MT8880CC/CC-1	20 Pin Ceramic DIP
MT8880CS/CS-1	20 Pin SOIC
MT8880CN/CN-1	24 Pin SSOP
MT8880CP/CP-1	28 Pin Plastic LCC

-40°C to +85°C

Features

- Complete DTMF transmitter/receiver
- Central office quality
- Low power consumption
- Microprocessor port
- Adjustable guard time
- Automatic tone burst mode
- Call progress mode

Applications

- Credit card systems
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Interconnect dialers
- Personal computers

Description

The MT8880C/C-1 is a monolithic DTMF transceiver with call progress filter. It is fabricated in Mitel's ISO²-CMOS technology, which provides low power dissipation and high reliability. The DTMF receiver is based upon the industry standard MT8870 monolithic DTMF receiver; the transmitter utilizes a switched capacitor D/A converter for low distortion, high accuracy DTMF signalling. Internal counters provide a burst mode such that tone bursts can be transmitted with precise timing. A call progress filter can be selected allowing a microprocessor to analyze call progress tones. A standard microprocessor bus is provided and is directly compatible with 6800 series microprocessors. The MT8880C-1 is functionally identical to the MT8880C except for the performance of the receiver section, which is enhanced to accept and reject lower signal levels.

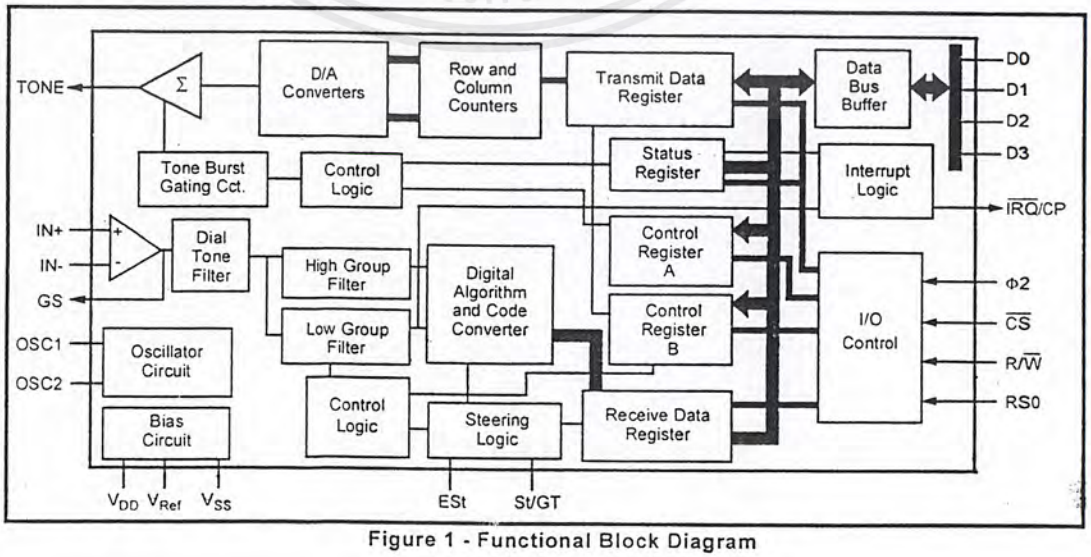


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

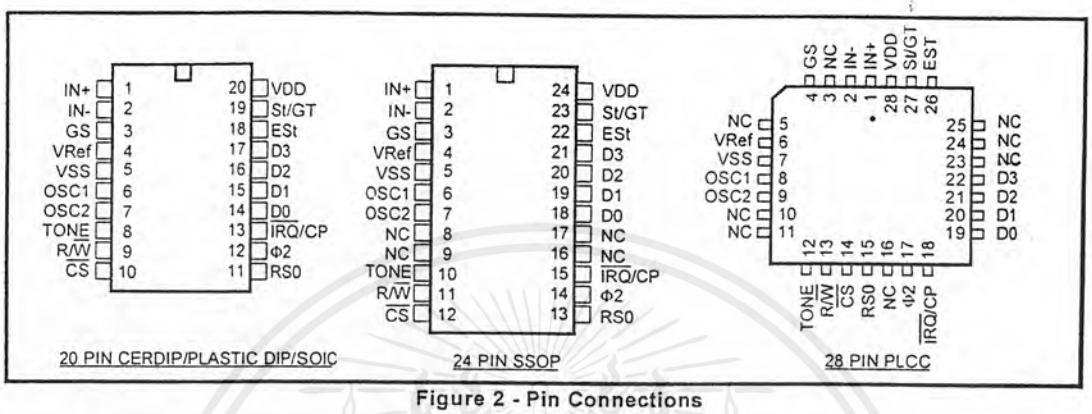


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #			Name	Description
20	24	28		
1	1	1	IN+	Non-inverting op-amp input.
2	2	2	IN-	Inverting op-amp input.
3	3	4	GS	**Gain Select.** Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	6	V_{Ref}	**Reference Voltage** output, nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 13).
5	5	7	V_{SS}	Ground input (0V).
6	6	8	OSC1	DTMF clock/oscillator input.
7	7	9	OSC2	Clock output. A 3.579545 MHz crystal connected between OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit. Leave open circuit when OSC1 is clock input.
8	10	12	TONE	**Tone** output (DTMF or single tone).
9	11	13	R/$\overline{W}$	**Read/Write** input. Controls the direction of data transfer to and from the MPU and the transceiver registers. TTL compatible.
10	12	14	$\overline{CS}$	**Chip Select**, TTL input ($\overline{CS}$=0 to select the chip).
11	13	15	RS0	**Register Select** input. See register decode table. TTL compatible.
12	14	17	Φ2	**System Clock** input. TTL compatible. **N.B. Φ2 clock input need not be active when the device is not being accessed.**
13	15	18	$\overline{IRQ}$/ CP	**Interrupt Request to MPU** (open drain output). Also, when call progress (CP) mode has been selected and interrupt enabled the $\overline{IRQ}$ /CP pin will output a rectangular wave signal representative of the input signal applied at the input op-amp. The input signal must be within the bandwidth limits of the call progress filter. See Figure 8.
14-17	18-21	19-22	D0-D3	Microprocessor Data Bus (TTL compatibl e). High impedance when $\overline{CS}$ = 1 or Φ2 is low.
18	22	26	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.
19	23	27	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.
20	24	28	V_{DD}	Positive power supply input (+5V typical).
	8,9 16, 17	3,5, 10, 11, 16, 23-25	NC	No Connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MT8880C/C-1 Integrated DTMF Transceiver architecture consists of a high performance DTMF receiver with internal gain setting amplifier and a DTMF generator which employs a burst counter such that precise tone bursts and pauses can be synthesized. A call progress mode can be selected such that frequencies within the specified passband can be detected. A standard microprocessor interface allows access to an internal status register, two control registers and two data registers.

Input Configuration

The input arrangement of the MT8880C/C-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at $V_{DD}/2$. 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 3.

Figure 4 shows the necessary connections for a differential input configuration.

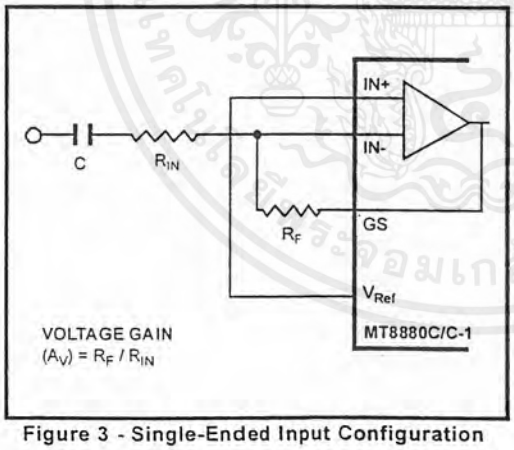


Figure 3 - Single-Ended Input Configuration

Receiver Section

Separation of the low 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 (see Fig. 7). These filters also incorporate notches at 350 Hz and 440 Hz for exceptional dial tone rejection. 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

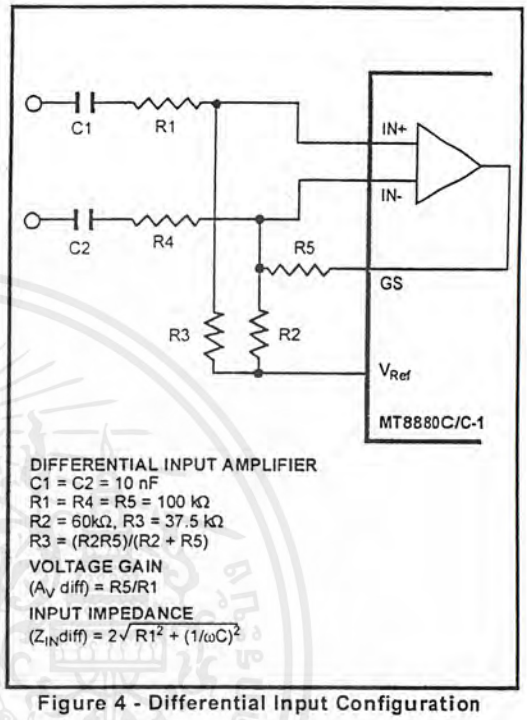


Figure 4 - Differential Input Configuration

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.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 5) to rise as the capacitor discharges. Provided that the signal 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 Figure 7) into the Receive Data Register. 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 goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The status of the delayed steering flag can be monitored by checking the appropriate bit in the status register. If Interrupt mode has been selected, the $\overline{IRQ}$/CP pin will pull low when the delayed steering flag is active.

The contents of the output latch are updated on an active delayed steering transition. This data is presented to the four bit bidirectional data bus when the Receive Data Register is read. 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 (drop out) 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.

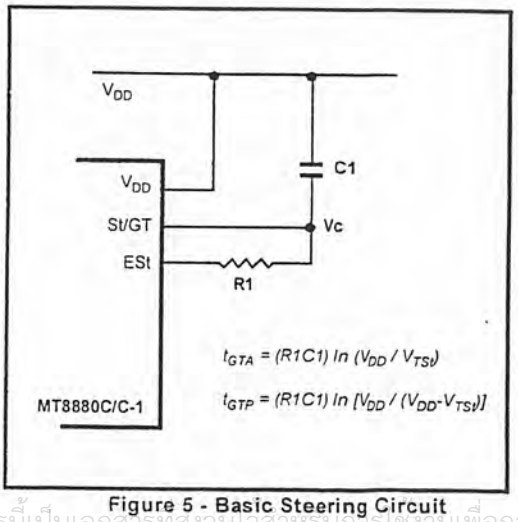


Figure 5 - Basic Steering Circuit

Guard Time Adjustment

The simple steering circuit shown in Figure 5 is adequate for most applications. 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 AC Electrical Characteristics) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C1 of 0.1 µF is recommended for most applications, leaving R1 to be selected by the designer. 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.

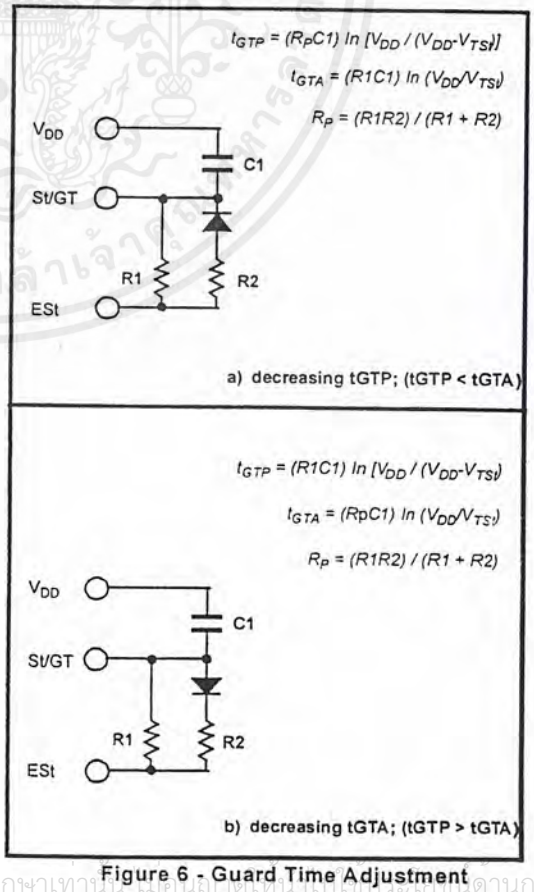


Figure 6 - Guard Time Adjustment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain a valid 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 6. The receiver timing is shown in Figure 9 with a description of the events in Figure 11.

Call Progress Filter

A call progress mode, using the MT8880C/C-1, can be selected allowing the detection of various tones which identify the progress of a telephone call on the network. The call progress tone input and DTMF input are common, however, call progress tones can only be detected when CP mode has been selected. DTMF signals cannot be detected if CP mode has been selected (see Table 5). Figure 8 indicates the useful detect bandwidth of the call progress filter. Frequencies presented to the input, which are within the 'accept' bandwidth limits of the filter, are hard-limited by a high gain comparator with the IRQ/CP pin serving as the output. The squarewave output obtained from the schmitt trigger can be analyzed by a microprocessor or counter arrangement to determine the nature of the call progress tone being detected. Frequencies which are in the 'reject' area will not be detected and consequently the IRQ/CP pin will remain low.

DTMF Generator

The DTMF transmitter employed in the MT8880C/C-1 is capable of generating all sixteen standard DTMF tone pairs with low distortion and high accuracy. All frequencies are derived from an external 3.579545 MHz crystal. The sinusoidal waveforms for the individual tones are digitally synthesized using row and column programmable dividers and switched capacitor D/A converters. The row and column tones are mixed and filtered providing a DTMF signal with low total harmonic distortion and high accuracy. To specify a DTMF signal, data conforming to the encoding format shown in Figure 7 must be written to the transmit Data Register. Note that this is the same as the receiver output code. The individual tones which are generated (f_{LOW} and f_{HIGH}) are referred to as Low Group and High Group tones. As seen from the table, the low group frequencies are 697, 770, 852 and 941 Hz. The high group frequencies are 1209, 1336, 1477 and 1633 Hz. Typically, the high group to low group amplitude ratio (pre-emphasis) is 2dB to compensate for high group attenuation on long loops.

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

0= LOGIC LOW, 1= LOGIC HIGH

Figure 7 - Functional Encode/Decode Table

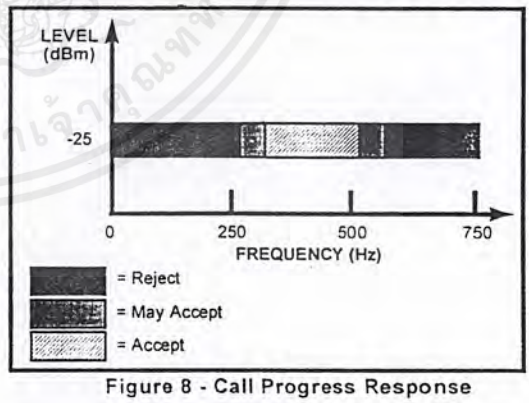


Figure 8 - Call Progress Response

The period of each tone consists of 32 equal time segments. The period of a tone is controlled by varying the length of these time segments. During write operations to the Transmit Data Register the 4 bit data on the bus is latched and converted to 2 of 8 coding for use by the programmable divider circuitry. This code is used to specify a time segment length which will ultimately determine the frequency of the tone. When the divider reaches the appropriate count, as determined by the input code, a reset pulse is issued and the counter starts again. The number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

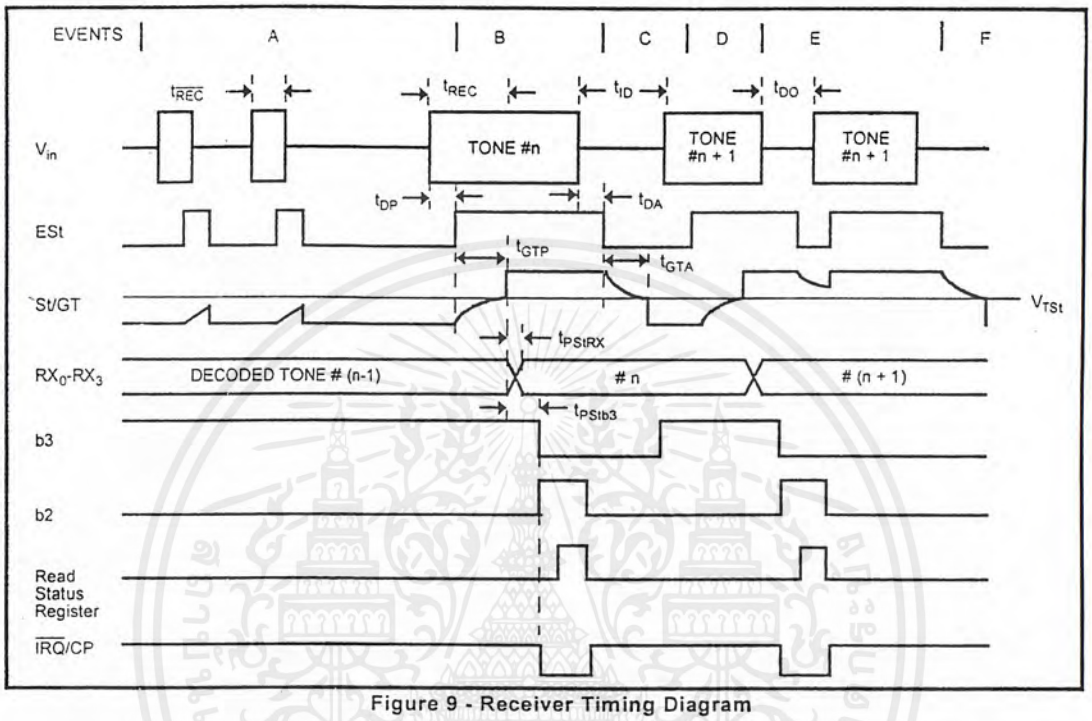


Figure 9 - Receiver Timing Diagram

of time segments is fixed at 32, however, by varying the segment length as described above the tone output signal frequency will be varied. The divider output clocks another counter which addresses the sinewave lookup ROM.

The lookup table contains codes which are used by the switched capacitor D/A converter to obtain discrete and highly accurate DC voltage levels. Two identical circuits are employed to produce row and column tones which are then mixed using a low noise summing amplifier. The oscillator described needs no "start-up" time as in other DTMF generators since the crystal oscillator is running continuously thus providing a high degree of tone burst accuracy. A bandwidth limiting filter is incorporated and serves to attenuate distortion products above 8 kHz. It can be seen from Figure 10 that the distortion products are very low in amplitude.

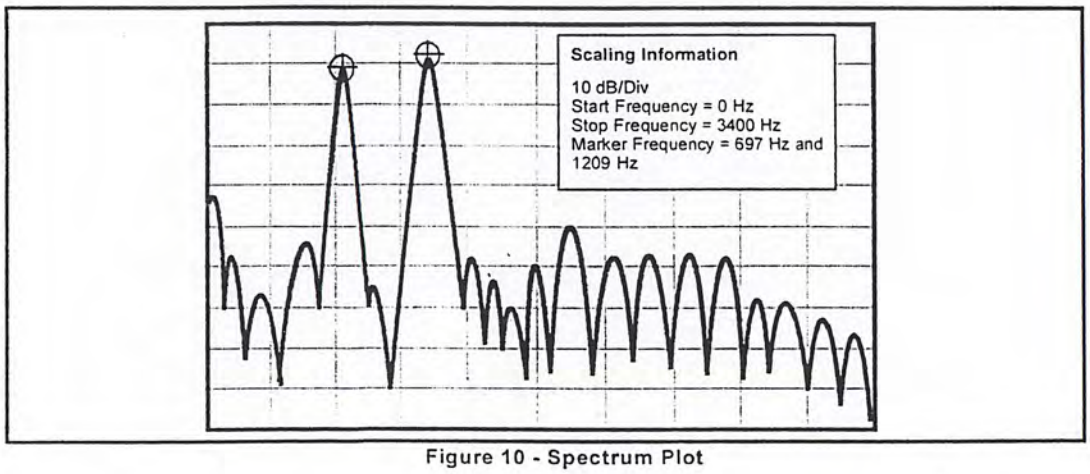


Figure 10 - Spectrum Plot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Burst Mode

In certain telephony applications it is required that DTMF signals being generated are of a specific duration determined either by the particular application or by any one of the exchange transmitter specifications currently existing. Standard DTMF signal timing can be accomplished by making use of the Burst Mode. The transmitter is capable of issuing symmetric bursts/pauses of predetermined duration. This burst/pause duration is 51 ms±1 ms which is a standard interval for autodialer and central office applications. After the burst/pause has been issued, the appropriate bit is set in the Status Register indicating that the transmitter is ready for more data. The timing described above is available when DTMF mode has been selected. However, when CP mode (Call Progress mode) is selected, a second burst/pause time of 102 ms ±2 ms is available. This extended interval is useful when precise tone bursts of longer than 51 ms duration and 51 ms pause are desired. Note that when CP mode and Burst mode have been selected, DTMF tones may be transmitted only and *not* received.

In applications where a non-standard burst/pause duration is required, burst mode must be disabled and the transmitter gated on and off by an external hardware or software timer.

Single Tone Generation

A single tone mode is available whereby individual tones from the low group or high group can be generated. This mode can be used for DTMF test equipment applications, acknowledgment tone generation and distortion measurements. Refer to Control Register B description for details.

Distortion Calculations

The MT8880C/C-1 is capable of producing precise tone bursts with minimal error in frequency (see Table 1). The internal summing amplifier is followed by a first-order lowpass switched capacitor filter to minimize harmonic components and intermodulation products. The total harmonic distortion for a *single tone* can be calculated using Equation 1, which is the ratio of the total power of all the extraneous frequencies to the power of the fundamental frequency expressed as a percentage. The Fourier components of the tone output correspond to V_{2f}.... V_{nf} as measured on the output waveform. The total harmonic distortion for a *dual tone* can be calculated

EXPLANATION OF EVENTS

A)	TONE BURSTS DETECTED, TONE DURATION INVALID, RX DATA REGISTER NOT UPDATED.
B)	TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN RX DATA REGISTER.
C)	END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, INFORMATION IN RX DATA REGISTER RETAINED UNTIL NEXT VALID TONE PAIR.
D)	TONE #n+1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN RX DATA REGISTER.
E)	ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n+1, TONE ABSENT DURATION INVALID, DATA REMAINS UNCHANGED.
F)	END OF TONE #n+1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, INFORMATION IN RX DATA REGISTER RETAINED UNTIL NEXT VALID TONE PAIR.

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.
RX_0-RX_3	4-BIT DECODED DATA IN RECEIVE DATA REGISTER
b3	DELAYED STEERING. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL. ACTIVE LOW FOR THE DURATION OF A VALID DTMF SIGNAL.
b2	INDICATES THAT VALID DATA IS IN THE RECEIVE DATA REGISTER. THE BIT IS CLEARED AFTER THE STATUS REGISTER IS READ.
$\overline{IRQ}$/CP	INTERRUPT IS ACTIVE INDICATING THAT NEW DATA IS IN THE RX DATA REGISTER. THE INTERRUPT IS CLEARED AFTER THE STATUS REGISTER IS READ.
$t_{\overline{REC}}$	MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECTED AS VALID.
t_{REC}	MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION.
t_{ID}	MINIMUM TIME BETWEEN VALID SEQUENTIAL DTMF SIGNALS.
t_{DO}	MAXIMUM ALLOWABLE DROPOUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
t_{DP}	TIME TO DETECT VALID FREQUENCIES PRESENT.
t_{DA}	TIME TO DETECT VALID FREQUENCIES ABSENT.
t_{GTP}	GUARD TIME, TONE PRESENT.
t_{GTA}	GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Description of Timing Events

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$THD(\%) = 100 \frac{\left(\sqrt{V^2_{2f} + V^2_{3f} + V^2_{4f} + ... V^2_{nf}}\right)}{V_{fundamental}}$$

Equation 1. THD (%) For a Single Tone

$$THD(\%) = 100 \frac{\left(\sqrt{V^2_{2L} + V^2_{3L} + ... V^2_{nL} + V^2_{2H} + V^2_{3H} + .. V^2_{nH} + V^2_{IMD}}\right)}{\sqrt{V^2_L + V^2_H}}$$

Equation 2. THD (%) For a Dual Tone

ACTIVE INPUT	OUTPUT FREQUENCY (Hz)		%ERROR
	SPECIFIED	ACTUAL	
L1	697	699.1	+0.30
L2	770	766.2	-0.49
L3	852	847.4	-0.54
L4	941	948.0	+0.74
H1	1209	1215.9	+0.57
H2	1336	1331.7	-0.32
H3	1477	1471.9	-0.35
H4	1633	1645.0	+0.73

Table 1. Actual Frequencies Versus Standard Requirements

using Equation 2. V_L and V_H correspond to the low group amplitude and high group amplitude, respectively, and V^2_{IMD} is the sum of all the intermodulation components. The internal switched-capacitor filter following the D/A converter keeps distortion products down to a very low level as shown in Figure 10.

DTMF Clock Circuit

The internal clock circuit is completed with the addition of a standard television colour burst crystal. The crystal specification is as follows:

Frequency:	3.579545 MHz
Frequency Tolerance:	±0.1%
Resonance Mode:	Parallel
Load Capacitance:	18pF
Maximum Series Resistance:	150 ohms
Maximum Drive Level:	2mW

e.g. CTS Knights MP036S
Toyocom TQC-203-A-9S

A number of MT8880C/C-1 devices can be connected as shown in Figure 12 such that only one crystal is required. Alternatively, the OSC1 inputs on all devices can be driven from a TTL buffer with the OSC2 outputs left unconnected.

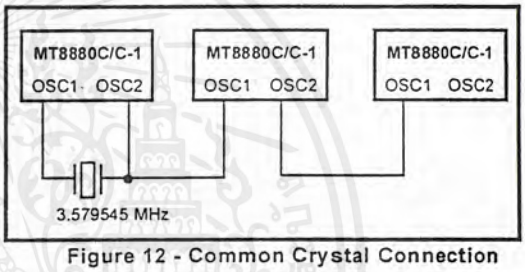


Figure 12 - Common Crystal Connection

Microprocessor Interface

The MT8880C/C-1 employs a microprocessor interface which allows precise control of transmitter and receiver functions. There are five internal registers associated with the microprocessor interface which can be subdivided into three categories, i.e., data transfer, transceiver control and transceiver status. There are two registers associated with data transfer operations.

The Receive Data Register contains the output code of the last valid DTMF tone pair to be decoded and is a read only register. The data entered in the Transmit Data Register will determine which tone pair is to be generated (see Figure 7 for coding details). Data can only be written to the transmit register. Transceiver control is accomplished with two Control Registers (CRA and CRB) which occupy the same address space. A write operation to CRB can be executed by setting the appropriate bit in CRA. The following write operation to the same address will then be directed to CRB and subsequent write cycles will then be directed back to CRA. A software reset must be included at the beginning of all programs to initialize the control and status registers after power up or power reset (see Figure 16). Refer to Tables 3, 4, 5 and 6 for details concerning the Control Registers. The $\overline{IRQ}$/CP pin can be programmed such that it will provide an interrupt request signal upon validation of DTMF signals or when the transmitter is ready for more data (Burst mode only). The $\overline{IRQ}$/CP pin is configured as an open drain output device and as such requires a pull-up resistor (see Figure 13).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS0	R/$\overline{W}$	FUNCTION
0	0	Write to Transmit Data Register
0	1	Read from Receive Data Register
1	0	Write to Control Register
1	1	Read from Status Register

Table 2. Internal Register Functions

b3	b2	b1	b0
RSEL	IRQ	CP/$\overline{DTMF}$	TOUT

Table 3. CRA Bit Positions

b3	b2	b1	b0
C/$\overline{R}$	S/$\overline{D}$	TEST	BURST

Table 4. CRB Bit Positions

BIT	NAME	FUNCTION	DESCRIPTION
b0	TOUT	TONE OUTPUT	A logic '1' enables the tone output. This function can be implemented in either the burst mode or non-burst mode .
b1	CP/$\overline{DTMF}$	MODE CONTROL	In DTMF mode (logic '0') the device is capable of generating and receiving Dual Tone Multi-Frequency signals. When the CP (Call Progress) mode is selected (logic '1') a 6th order bandpass filter is enabled to allow call progress tones to be detected. Call progress tones which are within the specified bandwidth will be presented at the $\overline{IRQ}$/CP pin in rectangular wave format if the IRQ bit has been enabled (b2=1). Also, when the CP mode and BURST mode have both been selected, the transmitter will issue DTMF signals with a burst and pause of 102 ms (typ) duration. This signal duration is twice that obtained from the DTMF transmitter if DTMF mode had been selected. Note that DTMF signals cannot be decoded when the CP mode of operation has been selected.
b2	IRQ	INTERRUPT ENABLE	A logic '1' enables the INTERRUPT mode. When this mode is active and the DTMF mode has been selected (b1=0) the $\overline{IRQ}$ / CP pin will pull to a logic '0' condition when either 1) a valid DTMF signal has been received and has been present for the guard time duration or 2) the transmitter is ready for more data (BURST mode only).
b3	RSEL	REGISTER SELECT	A logic '1' selects Control Register B on the next Write cycle to the Control Register address. Subsequent Write cycles to the Control Register are directed back to Control Register A.

Table 5. Control Register A Description

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIT	NAME	FUNCTION	DESCRIPTION
b0	BURST	BURST MODE	A logic '0' enables the burst mode. When this mode is selected, data corresponding to the desired DTMF tone pair can be written to the Transmit Register resulting in a tone burst of a specific duration (see AC Characteristics). Subsequently, a pause of the same duration is induced. Immediately following the pause, the Status Register is updated indicating that the Transmit Register is ready for further instructions and an interrupt will be generated if the interrupt mode has been enabled. Additionally, if call progress (CP) mode has been enabled, the burst and pause duration is increased by a factor of two. When the burst mode is not selected (logic '1') tone bursts of any desired duration may be generated.
b1	TEST	TEST MODE	By enabling the test mode (logic'1'), the $\overline{IRQ}$/CP pin will present the delayed steering (inverted) signal from the DTMF receiver. Refer to Figure 9 (b3 waveform) for details concerning the output waveform. DTMF mode must be selected (CRA b1=0) before test mode can be implemented.
b2	S/$\overline{D}$	SINGLE /DUAL TONE GENERATION	A logic '0' will allow Dual Tone Multi-Frequency signals to be produced. If single tone generation is enabled (logic '1'), either row or column tones (low group or high group) can be generated depending on the state of b3 in Control Register B.
b3	C/$\overline{R}$	COLUMN/ROW TONES	When used in conjunction with b2 (above) the transmitter can be made to generate single row or single column frequencies. A logic '0' will select row frequencies and a logic '1' will select column frequencies.

Table 6. Control Register B Description

BIT	NAME	STATUS FLAG SET	STATUS FLAG CLEARED
b0	IRQ	Interrupt has occurred. Bit one (b1) or bit two (b2) is set.	Interrupt is inactive. Cleared after Status Register is read.
b1	TRANSMIT DATA REGISTER EMPTY (BURST MODE ONLY)	Pause duration has terminated and transmitter is ready for new data.	Cleared after Status Register is read or when in non-burst mode.
b2	RECEIVE DATA REGISTER FULL	Valid data is in the Receive Data Register.	Cleared after Status Register is read.
b3	$\overline{\text{DELAYED STEERING}}$	Set upon the valid detection of the absence of a DTMF signal.	Cleared upon the detection of a valid DTMF signal.

Table 7. Status Register Description

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

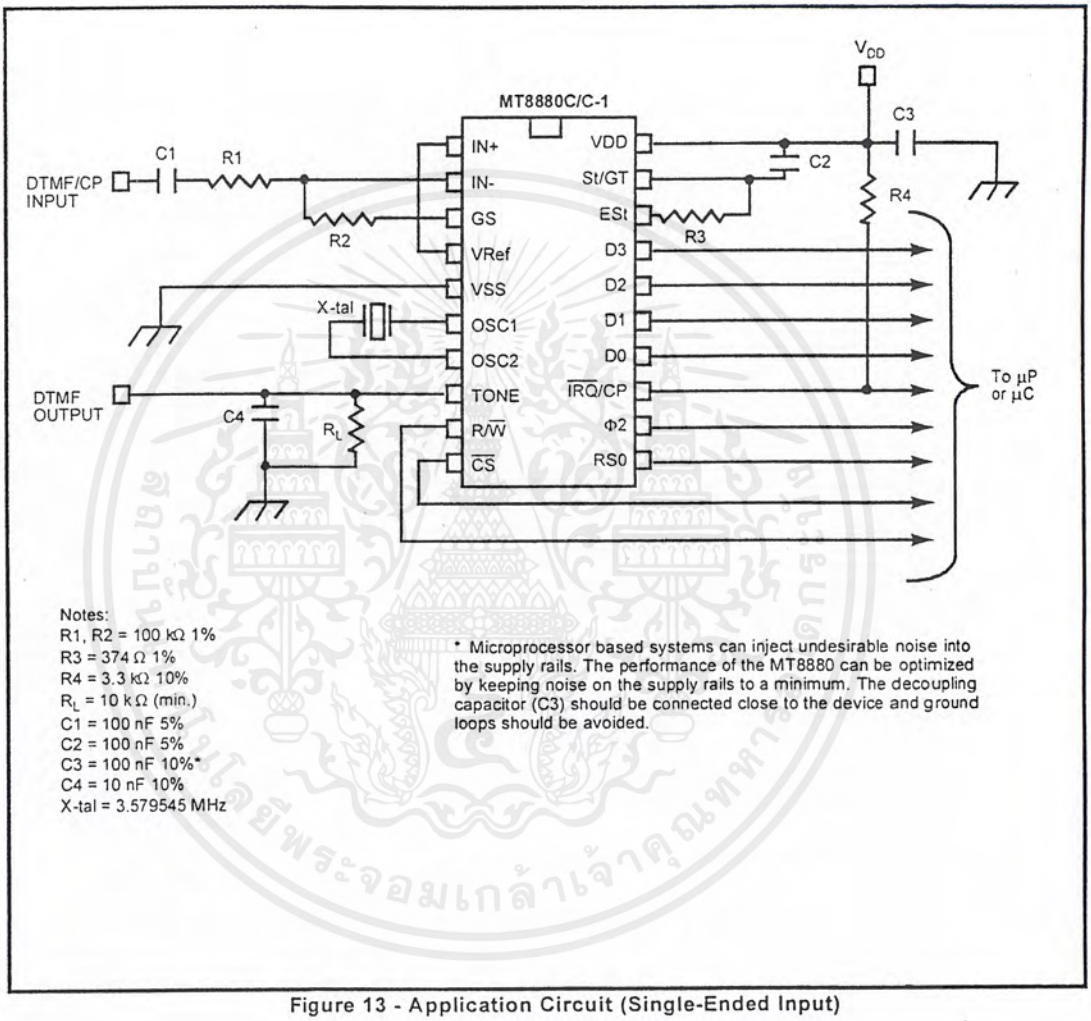


Figure 13 - Application Circuit (Single-Ended Input)

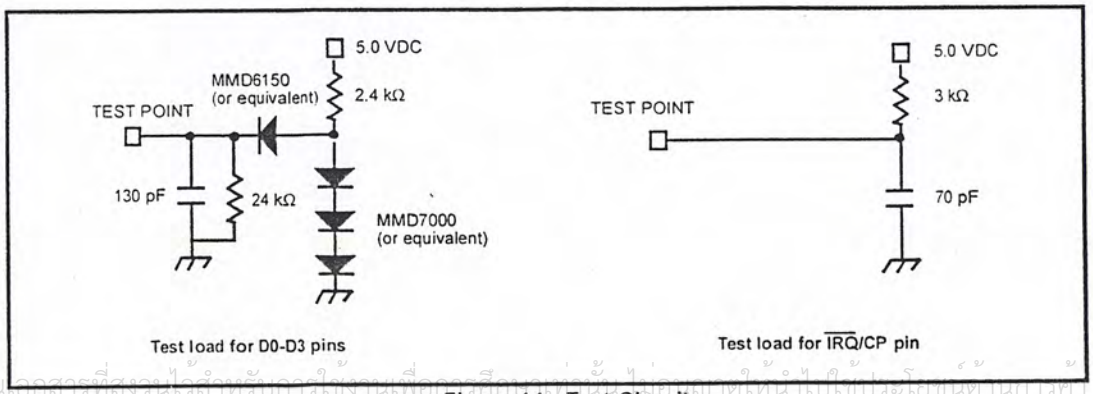


Figure 14 - Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

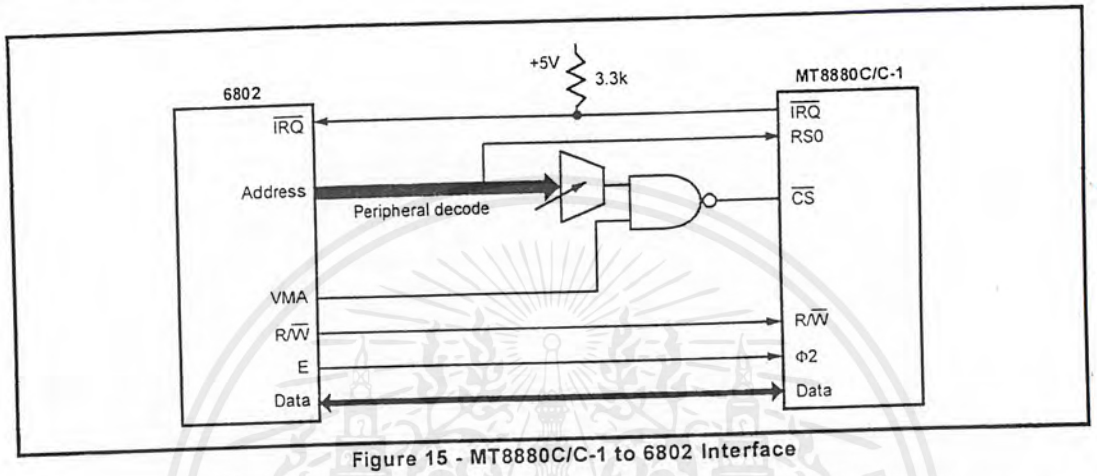


Figure 15 - MT8880C/C-1 to 6802 Interface

EXAMPLE 1: A software reset must be included at the beginning of all programs to initialize the control registers after power up. The initialization procedure should be implemented 100ms after power up.

Description	Control			Data			
	$\overline{CS}$	RS0	R/$\overline{W}$	b3	b2	b1	b0
1) Read Status Register	0	1	1	X	X	X	X
2) Write to Control Register	0	1	0	0	0	0	0
3) Write to Control Register	0	1	0	0	0	0	0
4) Write to Control Register	0	1	0	1	0	0	0
5) Write to Control Register	0	1	0	0	0	0	0
6) Read Status Register	0	1	1	X	X	X	X

EXAMPLE 2: Transmit DTMF tones of 50 ms burst/50 ms pause and Receive DTMF Tones

Description	$\overline{CS}$	RS0	R/$\overline{W}$	b3	b2	b1	b0
1) Write to Control Register A (tone out, DTMF, $\overline{IRQ}$, Select Control Register B)	0	1	0	1	1	0	1
2) Write to Control Register B (burst mode)	0	1	0	0	0	0	0
3) Write to Transmit Data Register (send a digit 7)	0	0	0	0	1	1	1
wait for an interrupt or poll Status Register							
4) Read the Status Register	0	1	1	X	X	X	X
-if bit 1 is set, the Tx is ready for the next tone, in which case... Write to Transmit Register (send a digit 5)	0	0	0	0	1	0	1
-if bit 2 is set, a DTMF tone has been received, in which case.... Read the Receive Data Register	0	0	1	X	X	X	X
-if both bits are set... Read the Receive Data Register	0	0	1	X	X	X	X
Write to Transmit Data Register	0	0	0	0	1	0	1

NOTE: IN THE TX BURST MODE, STATUS REGISTER BIT 1 WILL NOT BE SET UNTIL 100 ms (±2 ms) AFTER THE DATA IS WRITTEN TO THE TX DATA REGISTER. IN EXTENDED BURST MODE THIS TIME WILL BE DOUBLED TO 200 ms (± 4 ms)

Figure 16 - Application Hints

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	Power supply voltage V_{DD}-V_{SS}	V_{DD}		6	V
2	Voltage on any pin	V_I	V_{SS}-0.3	V_{DD}+0.3	V
3	Current at any pin (Except V_{DD} and V_{SS})			10	mA
4	Storage temperature	T_{ST}	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P_D		1000	mW

* Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.

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

	Parameter	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Positive power supply	V_{DD}	4.75	5.00	5.25	V	
2	Operating temperature	T_O	-40		+85	°C	
3	Crystal clock frequency	f_{CLK}	3.575965	3.579545	3.583124	MHz	

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

DC Electrical Characteristics† - V_{SS}=0 V.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	SUP	Operating supply voltage	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2		Operating supply current	I_{DD}		7.0	11	mA	
3		Power consumption	P_C			57.8	mW	
4	INPUTS	High level input voltage (OSC1)	V_{IHO}	3.5			V	
5		Low level input voltage (OSC1)	V_{ILO}			1.5	V	
6		Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2	2.3	2.5	V	V_{DD}=5V
7	OUTPUTS	Low level output voltage (OSC2)	V_{OLO}			0.1	V	No load
8		High level output voltage (OSC2)	V_{OHO}	4.9			V	No load V_{DD}=5 V
9		Output leakage current (IRQ)	I_{OZ}		1	10	μA	V_{OH}=2.4 V
10		V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.4	2.5	2.6	V	No load, V_{DD}=5V
11		V_{Ref} output resistance	R_{OR}		1.3		kΩ	
12	Digital	Low level input voltage	V_{IL}			0.8	V	
13		High level input voltage	V_{IH}	2.0			V	
14		Input leakage current	I_{IZ}			10	μA	V_{IN}=V_{SS} to V_{DD}
15	Data Bus	Source current	I_{OH}	-1.4	-6.6		mA	V_{OH}=2.4V
16		Sink current	I_{OL}	2.0	4.0		mA	V_{OL}=0.4V
17	ESt and StGt	Source current	I_{OH}	-0.5	-3.0		mA	V_{OH}=4.6V
18		Sink current	I_{OL}	2	4		mA	V_{OL}=0.4V
19	$\overline{IRQ}$/CP	Sink current	I_{OL}	4	16		mA	V_{OL}=0.4V

† Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
‡ Typical figures are at 25 °C, V_{DD} =5V and for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics

Gain Setting Amplifier - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated, V_{SS}= 0 V, V_{DD}=5V, T_O=25°C.

	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		60		dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR		60		dB	$0.75V \le V_{IN} \le 4.25V$
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}		65		dB	
7	Unity gain bandwidth	BW		1.5		MHz	
8	Output voltage swing	V_O		4.5		V_{pp}	$R_L \ge 100$ kΩ to V_{SS}
9	Allowable capacitive load (GS)	C_L		100		pF	
10	Allowable resistive load (GS)	R_L		50		kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}		3.0		V_{pp}	No Load

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

MT8880C-1 AC Electrical Characteristics† - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units	Notes*
1	RX	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31			dBm	1,2,3,5,6,9
				21.8			mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
						+1	dBm	1,2,3,5,6,9
						869	mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
2		Input Signal Level Reject		-37			dBm	1,2,3,5,6,9
				10.9			mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9

† Characteristics are over recommended temperature and at V_{DD}=5V, using the test circuit shown in Figure 13.

MT8880C AC Electrical Characteristics† - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Notes*
1	RX	Valid Input signal levels (each tone of composite signal)		-29			dBm	1,2,3,5,6,9
				27.5			mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
						+1	dBm	1,2,3,5,6,9
						869	mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9

† Characteristics are over recommended operating conditions (unless otherwise stated) using the test circuit shown in Figure 13.

AC Electrical Characteristics† - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated. f_C=3.579545 MHz.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Notes*
1	RX	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9
2		Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9
3		Freq. deviation accept		±1.5%±2Hz				2,3,5,9
4		Freq. deviation reject		±3.5%				2,3,5
5		Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
6		Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
7		Dial tone tolerance			22		dB	2,3,4,5,8,9,11

† Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
‡ Typical figures are at 25°C, V_{DD} = 5V, and for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.
* See "Notes" following AC Electrical Characteristics Tables.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics† - Call Progress - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Notes*
1	Lower freq. (ACCEPT)	f_{LA}		320		Hz	@ -25 dBm
2	Upper freq. (ACCEPT)	f_{HA}		510		Hz	@ -25 dBm
3	Lower freq. (REJECT)	f_{LR}		290		Hz	@ -25 dBm
4	Upper freq. (REJECT)	f_{HR}		540		Hz	@ -25 dBm
5	Call progress tone detect level (total power)		-30			dBm	

† Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated
‡ Typical figures are at 25°C, V_{DD} = 5V, and for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing
* See "Notes" AC Electrical Characteristics Tables

AC Electrical Characteristics† - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Conditions
1	RX	Tone present detect time	t_{DP}	3	11	14	ms	Note 12
2		Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 12
3		Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	User adjustable#
4		Tone duration reject	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	User adjustable#
5		Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	User adjustable#
6		Interdigit pause reject	t_{DO}	20			ms	User adjustable#
7		Delay St to b3	t_{PStb3}		13		µs	
8		Delay St to RX_0-RX_3	t_{PStRX}		8		µs	
9	TX	Tone burst duration	t_{BST}	50		52	ms	DTMF mode
10		Tone pause duration	t_{PS}	50		52	ms	DTMF mode
11		Tone burst duration (extended)	t_{BSTE}	100		104	ms	Call Progress mode
12		Tone pause duration (extended)	t_{PSE}	100		104	ms	Call Progress mode
13	TONE OUT	High group output level	V_{HOUT}	-6.1		-2.1	dBm	R_L=10kΩ
14		Low group output level	V_{LOUT}	-8.1		-4.1	dBm	R_L=10kΩ
15		Pre-emphasis	dB_P		2	3	dB	R_L=10kΩ
16		Output distortion (Single Tone)	THD		-35		dB	25 kHz Bandwidth R_L=10kΩ
17		Frequency deviation	f_D		±0.7	±1.5	%	f_C=3.579545 MHz
18		Output load resistance	R_{LT}	10		50	kΩ	
19	MPU INTERFACE	Φ2 cycle period	t_{CYC}		250		ns	
20		Φ2 high pulse width	t_{CH}		115		ns	
21		Φ2 low pulse width	t_{CL}		110		ns	
22		Φ2 rise and fall time	t_R, t_F			25	ns	
23		Address, R/$\overline{W}$ hold time	t_{AH},t_{RWH}	26			ns	
24		Address, R/$\overline{W}$ setup time (before Φ2)	t_{AS},t_{RWS}	23			ns	
25		Data hold time (read)	t_{DHR}	22			ns	*
26		Φ2 to valid data delay (read)	t_{DDR}			100	ns	200 pF load
27		Data setup time (write)	t_{DSW}	45			ns	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics† (Cont'd) - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Notes*
28		Data hold time (write)	t_{DHW}	10			ns	
29		Input Capacitance (data bus)	C_{IN}		5		pF	
30		Output Capacitance ($\overline{IRQ}$/CP)	C_{OUT}		5		pF	
31	DTMF CLK	Crystal/clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
32		Clock input rise time	t_{LHCL}			110	ns	Ext. clock
33		Clock input duty cycle	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
34		Clock input duty cycle	DC_{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
35		Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			30	pF	

† Timing is over recommended temperature & power supply voltages.
‡ Typical figures are at 25°C and for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.
* The data bus output buffers are no longer sourcing or sinking current by t_{DHR}.
# See Figure 6 regarding guard time adjustment.

NOTES: 1) dBm=decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2) Digit sequence consists of all 16 DTMF tones.
3) Tone duration=40 ms. Tone pause=40 ms.
4) Nominal DTMF frequencies are used.
5) Both tones in the composite signal have an equal amplitude.
6) The tone pair is deviated by ±1.5%±2 Hz.
7) Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8) The precise dial tone frequencies are 350 and 440 Hz (±2%).
9) For an error rate of less than 1 in 10,000.
10) Referenced to the lowest amplitude tone in the DTMF signal.
11) Referenced to the minimum valid accept level.
12) For guard time calculation purposes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

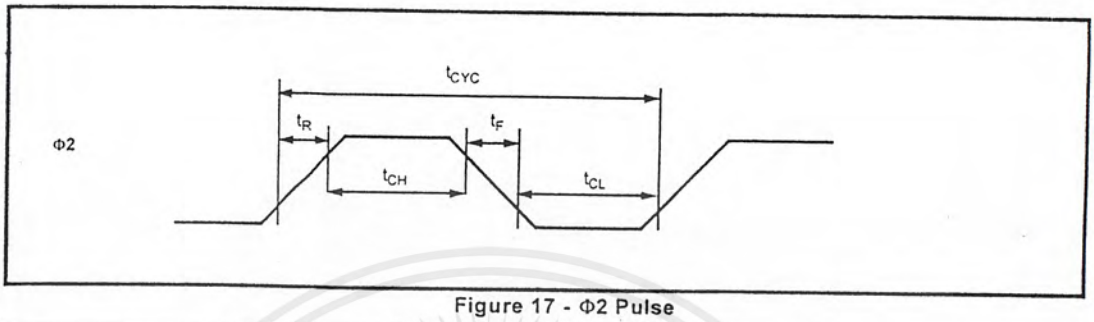


Figure 17 - Φ2 Pulse

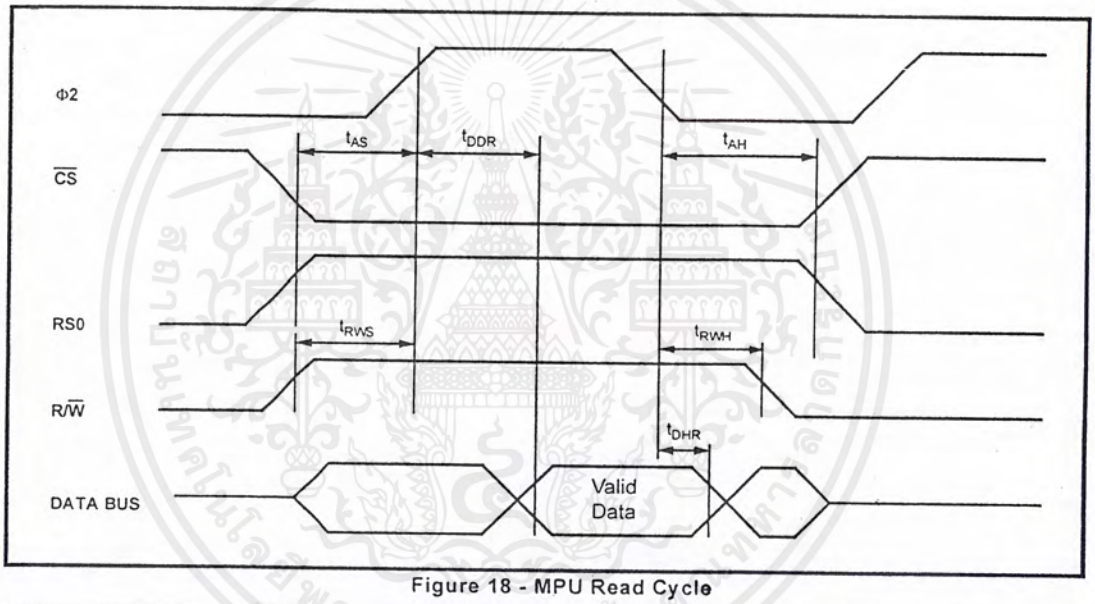


Figure 18 - MPU Read Cycle

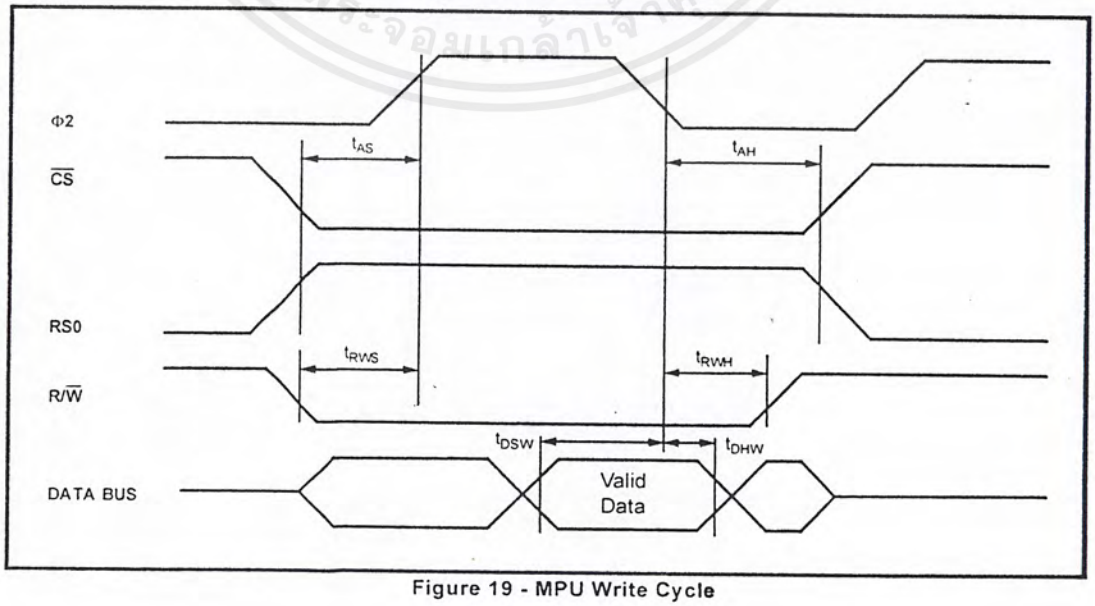


Figure 19 - MPU Write Cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. พรชัย นิยมวงศ์ "เทคนิคการออกแบบวงจรควบคุมกำลังงานไฟฟ้า" เซมิคอนดักเตอร์. ฉบับที่ 165 พฤศจิกายน, 2539
2. ไมโครฯแชลแนล:ต่อคีย์บอร์ดกับ 8052. เซมิคอนดักเตอร์. ฉบับที่ 136 กุมภาพันธ์, 2537
3. น.ต.ธวัชชัย เลื่อนฉวี "เทคโนโลยีโทรศัพท์" : บรรเทิงการพิมพ์
4. ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์ และปิยพงศ์ เผ่าวณิช "คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
5. ไพบูลย์ บุปผา "เทคนิคการใช้งานแอลซีดีโมดูล" : เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่166 ธันวาคม 2539 , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
6. เข็มทอง นิ่มศิริ , "วิศวกรรมวางสายโทรศัพท์ตอนนอก" , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายเกรียงศักดิ์ จิตรลมัย
วันเดือนปีเกิด	2 เมษายน 2519
สถานที่เกิด	จังหวัด กรุงเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	125/92 ซ.นิเวศน์ชาวฟ้า แขวงสีกัน เขตดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร 10210
ที่อยู่ปัจจุบัน	125/92 ซ.นิเวศน์ชาวฟ้า แขวงสีกัน เขตดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร 10210
โทรศัพท์	(02) 565-3441

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนประชาอุทิศ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนดอนเมืองทหารอากาศบำรุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	โรงเรียนเซนต์จอห์นโปลีเทคนิค
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ความผิดพลาดเสมือนเป็นบันไดให้กับความสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายประสงค์ เซี่ยงฉิน
วันเดือนปีเกิด	15 กุมภาพันธ์ 2518
สถานที่เกิด	จังหวัด กรุงเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	167/8 ถ.เทอดไทย แขวงปากคลอง เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160
ที่อยู่ปัจจุบัน	1/44 ถ.ดอนนก ซ.2 ต.ตลาด อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84000
โทรศัพท์	(077) 282-479

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนเทศบาล 1 (แต่งอ่อนเผดิมวิทยา)
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเทพมิตรศึกษา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	หินผาที่กล้าแกร่ง ส่วนที่แข็งย่อมคงนาน ที่อ่อนจะสะท้าน เมื่อน้ำพัดกัดกร่อนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายยุทธนา ยงกุลวณิช
วันเดือนปีเกิด	28 ตุลาคม 2519
สถานที่เกิด	จังหวัด อุบลราชธานี
ภูมิลำเนาเดิม	64/12 ถ.พิบูล ต.พิบูล อ.พิบูลมังสาหาร จ.อุบลราชธานี 34110
ที่อยู่ปัจจุบัน	64/12 ถ.พิบูล ต.พิบูล อ.พิบูลมังสาหาร จ.อุบลราชธานี 34110
โทรศัพท์	(045) 441-167

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนพิบูลมังสาหารวิภาควิทยากร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพิบูลมังสาหารวิภาควิทยากร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (นครราชสีมา)
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	นกน้อยทำรังแต่พอตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายรังสี รุ่งโรจน์ดี
วันเดือนปีเกิด	18 กันยายน 2518
สถานที่เกิด	จังหวัด ระยอง
ภูมิลำเนาเดิม	278 ถ.ราษฎร์บำรุง ต.เนินพระ อ.เมือง จ.ระยอง 21000
ที่อยู่ปัจจุบัน	278 ถ.ราษฎร์บำรุง ต.เนินพระ อ.เมือง จ.ระยอง 21000
โทรศัพท์	(038) 616-580

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลระยอง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนระยองวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	ทุนกู้ยืมของรัฐบาล
คติพจน์	ไม่มีสิ่งใดหนีความพยายามของเราไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้