ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ
The Public Coin Mobile Phone

ชื่อนักศึกษา
1. นายคีรีวัฒน์ สุขแก้ว รหัสประจำตัว 48035262
2. นายวทัญญู เพ็ชรทอง รหัสประจำตัว 48035289
3. นายจิรภัฏฏ์ คุณโลก รหัสประจำตัว 48035319

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม
อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.อมรชัย ชัยชนะ	
2. อ.สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี	
3. รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
4. อ.อำพล ทองระอา	
5. อ.พิชญ์สินี มะโน	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 30 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.00 น.
สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม..

(รศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
วันที่...4...เดือน...มิ.ย....พ.ศ...50...

<BT492652>
โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ

THE PUBLIC COIN MOBILE PHONE

คีรีวัฒน์ สุขแก้ว
วทัญญู เพ็ชรทอง
จิรภัฏฏ์ คุณโลก

ปพ.
ค491ท
2549

เลขหมู่..............
เลขทะเบียน 75132
วัน,เดือน,ปี 24 ต.ค. 2550

.b. 11811351
.i.

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ

The Public Coin Mobile Phone

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์ รุ่น C45 เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ จอแสดงผลข้อมูลอัตราค่าบริการ และการเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการโทรศัพท์
2. เพื่อออกแบบชุดอินเตอร์เฟส ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญชุดจอแสดงข้อมูลและการเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการโทรศัพท์
3. เพื่อสร้างชุดอินเตอร์เฟสที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่
4. เพื่อทดลองการใช้ชุดอินเตอร์เฟส ติดต่อระหว่าง เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ การใช้จอแสดงข้อมูล และการใช้ชุดข้อมูลของผู้ใช้บริการโทรศัพท์
5. เพื่อนำไปใช้งานจริงได้เหมือนกับโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะ โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์ รุ่น C45 และพื้นที่ที่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้และเข้าใจหลักการทำงานเกี่ยวกับระบบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45โทรศัพท์หยอดเหรียญ ชุดอินเตอร์เฟส จอแสดงผลข้อมูลอัตราค่าบริการ และการเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการ
2. ได้ชุดต้นแบบอินเตอร์เฟสที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ชุดจอแสดงผลข้อมูล และชุดเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการโทรศัพท์
3. ได้เครื่องต้นแบบอินเตอร์เฟสที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่
4. ได้ผลการทดลองการรับส่งสัญญาณระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่
5. ได้เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญที่นำไปใช้งานจริงและสามารถใช้ซิมการ์ดโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ทุกระบบในพื้นที่ที่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ
ชื่อนักศึกษา	นายศีรีวัฒน์ สุขแก้ว
	นายวทัญญู เพ็ชรทอง
	นายจิรภัฏฏ์ คุณโลก
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอ โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็น โทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะได้ โดยมีชุดอินเตอร์เฟส เป็นตัวเชื่อมต่อ ระหว่าง เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญกับ โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 เครื่องสามารถเก็บบันทึกข้อมูลการใช้บริการ และ แสดงอัตราค่าบริการให้ผู้ใช้ทราบได้ทันทีหลังการใช้บริการ การใช้งานเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ ผู้ใช้ต้องทำการยกหูโทรศัพท์ แล้วทำการหยอดเหรียญ เมื่อผู้ใช้กดเลขหมายปลายทาง เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะจะทำการส่งสัญญาณ DTMF ขนาด 4 บิต ไปให้ชุดอินเตอร์เฟส เพื่อทำการเชื่อมต่อสัญญาณกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ แล้วทำการส่งเลขหมายปลายทาง หลังจากนั้น ทำการบันทึกผล การใช้บริการเครื่องสามารถนำไปประกอบเป็นธุรกิจได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Public Coin Mobile Phone
Students	Mr.Kereewat Sukkaew
	Mr.Watunyu Pattong
	Mr.Jerapat Khunlok
Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Co-Advisor	Assoc.Prof.Peerawut Suwanjan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2006

ABSTRACT

The thesis present a Public Coin Mobile Phone. The phone can be used for a public coin phone. This phone uses an interfacing circuit to interface between a coin phone and a sement C 45 mobile phone. The phone can record service cost to the user Immediately at the end of each service usage. To operate the phone, user has to follow steps, Similar to the Operating steps of a regular public coin phone, including lifting the handset, Inserting a coin, and dialing the number. After that, a 4-bit DTMF signal well be sent from the coin phone to the interfacing circuit in order to interface between the coin phone and the mobile phone. The mobile phone will call the dialed number. Results of service usage will be recorded and displayed. The Public Coin Mobile Phone can be used for doing a personal business.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน และคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทและอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ช่วยอำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายต้องขอขอบพระคุณเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับโทรศัพท์	4
2.2.1 ระบบโทรศัพท์	4
2.2.2 สัญญาณต่างๆ ในคู่สายโทรศัพท์	5
2.3 เครื่องโทรศัพท์	8
2.4 เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ	12
2.4.1 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ	12
2.4.2 คุณสมบัติพิเศษของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ	13
2.5 ส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว	13
2.5.1 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	15
2.5.2 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์	16
2.5.3 การเซตตำแหน่งของหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผล	17
2.5.4 ชุดคำสั่งควบคุมและการแสดงข้อความ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 ชุดบันทึกข้อมูลการโทรออก	22
2.6.1 หลักการของเครื่องบันทึกข้อมูลการโทรออก	22
2.6.2 หน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอม (EEPROM)	22
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller)	23
2.7.1 คุณสมบัติ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	23
2.7.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	24
2.7.3 โครงสร้างของ 8951	24
2.7.4 สถาปัตยกรรมภายในของ 8951	25
2.7.5 การจัดการหน่วยความจำของ 8951	27
2.7.6 ฐานเวลาในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	27
2.7.7 การทำงานของ 8951	28
2.8 ชุดอินเตอร์เฟสโทรศัพท์เคลื่อนที่	28
2.8.1 การอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม	30
2.8.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C	31
2.8.3 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	32
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	33
3.1 กล่าวนำ	33
3.2 วงจรอินเตอร์เฟส	35
3.2.1 การออกแบบและการสร้างวงจรอินเตอร์เฟส	35
3.2.2 การทำงานของวงจรอินเตอร์เฟส	35
3.3 วงจรบันทึกผล	40
3.3.1 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจรบันทึกผล	40
3.3.2 การทำงานของวงจรบันทึกผล	40
3.4 การออกแบบการสร้างและการทำงานของโปรแกรมโทรศัพท์ เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

3.4.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำของวงจรอินเตอร์เฟสสัญญาณของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ 42

3.4.2 การออกแบบโปรแกรมการควบคุมการบันทึกผลข้อมูลการใช้บริการ 42

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 43

4.1 กล่าวนำ 43

4.2 การทดลองส่วนของวงจรอินเตอร์เฟส 43

4.2.1 การทดลองวงจรแหล่งจ่ายไฟ 43

4.2.2 การทดลองวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 44

4.2.3 การทดลองวงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ 47

4.2.4 การทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF) 49

4.3 ส่วนของวงจรบันทึกผล 51

บทที่ 5 บทสรุป 54

5.1 สรุป 54

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 54

5.3 แนวทางการพัฒนา 55

บรรณานุกรม 56

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ 57

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ 60

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์ 63

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม 69

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน 78

ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ 89

ประวัติผู้แต่ง 113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 หน้าที่และตำแหน่งขาของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว 14
2.2 ฟังก์ชั่นที่ใช้ควบคุมจอแสดงผลแบบผลึกเหลว 15
2.3 ตำแหน่งข้อมูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว 16x2 17
2.4 การเซตฟังก์ชั่นของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว 18
2.5 รูปแบบการควบคุมการแสดงผล 18
2.6 รูปแบบการเซตโหมด Entry 19
2.7 กำหนดบิตเคลียร์จอแสดงผล 19
2.8 การรีเซตตำแหน่งของหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรแสดงผล 20
2.9 การรีเซตตำแหน่งของหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูล 20
2.10 การอ่านตำแหน่งของ Busy Flag 20
2.11 การเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลหรือหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษร 21
2.12 การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลหรือหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษร 21
2.13 ขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 26
2.13 (ต่อ) ขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 27
2.14 ชื่อและหน้าที่ของขาต่างๆ ในคอนเน็คเตอร์โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 29
4.1 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ 50
ค.1รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ 64
ค.2 วงจรชาร์จแบตเตอร์รี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 64
ค.2 (ต่อ) วงจรชาร์จแบตเตอร์รี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 65
ค3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 65
ค.4 วงจรถอดรหัสความถี่คู่ 66
ค.5 วงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ 66
ค.5 (ต่อ) วงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ 67
ค.6 วงจรบันทึกผล 67
ค.6 (ต่อ) วงจรบันทึกผล 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แถบความถี่ของสัญญาณเสียง	7
2.2 ลักษณะสัญญาณพื้นฐานของระบบโทรศัพท์	7
2.3 ลักษณะของสัญญาณที่เกิดจากการหมุนหมายเลข 4	8
2.4 ค่าความถี่ในแต่ละหมายเลขของระบบโทรศัพท์ DTMF	9
2.5 วงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่	11
2.6 ตำแหน่งขาใช้งานของไอซี MT 8870	11
2.7 ขาที่ต่อใช้งานของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	14
2.8 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์	17
2.9 ระบบการติดตั้งของเครื่องการโทรออก	22
2.10 โครงสร้างของหน่วยความจำข้อมูลแบบ อีอีพรอม	23
3.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ	33
3.2 วงจรอินเตอร์เฟส	34
3.3 วงจรแหล่งจ่ายไฟ 18 โวลต์และ 5 โวลต์	35
3.4 วงจรชาร์จแบตเตอร์รี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45	36
3.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	37
3.6 วงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์	38
3.7 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)	39
3.8 วงจรบันทึกผล	41
4.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	43
4.2 วงจรชาร์จแบตเตอร์รี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45	44
4.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	45
4.4 สัญญาณ Dial Tone	46
4.5 สัญญาณ Busy Tone	46
4.6 สัญญาณ Ring Tone	47
4.7 วงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์	48
4.8 สัญญาณเสียงพูดจากขา BF OUT ที่ต่อออกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.9 สัญญาณเสียงพูดจากขา BF OUT ที่ต่อออกจากเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะ	49
4.10 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)	49
4.11 วงจรบันทึกผล	52
4.12 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว ชุดบันทึกผล	53
ก.1 วงจรชุดอินเตอร์เฟส	58
ก.2 วงจรชุดบันทึกผล	58
ก.3 โทรศัพท์เคลื่อนที่	59
ก.4 โทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะ	59
ข.1 วงจรอินเตอร์เฟส	61
ข.2 วงจรบันทึกผล	62
ง.1 แผนผังการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟส	70
ง.2 แผนผังการทำงานของวงจรบันทึกผล	71
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ	80
จ.2 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ	82
จ.3 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่	82
จ.4 การเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญเข้ากับชุดอินเตอร์เฟส	83
จ.5 การเชื่อมต่อชุดอินเตอร์เฟสเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่	83
จ.6 การเชื่อมต่อชุดอินเตอร์เฟสเข้ากับชุดบันทึกผล	84
จ.7 ยกหูโทรศัพท์และหยอดเหรียญ	84
จ.8 กดเลขหมายปลายทาง	85
จ.9 ตรวจสอบความถูกต้องทางจอแสดงผลแบบผลึกเหลวของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ	85
จ.10 จอแสดงผลแบบผลึกเหลวของชุดบันทึกผล	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.11 การตรวจสอบข้อมูลการใช้บริการจากเครื่องบันทึกผล	86
จ.12 การเข้าเมนูตั้งเวลาและวันที่	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันจำนวนประชากรมีมากขึ้นทุกวันการติดต่อสื่อสารก็มีความจำเป็นมากขึ้นตามโทรศัพท์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารก็ยังมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน โดยอาจมีสาเหตุมาจากการติดตั้งเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐานไม่ครอบคลุมพื้นที่ แต่สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีการบริการครอบคลุมที่ มากกว่าแต่ด้วยอัตราค่าบริการและเครื่องโทรศัพท์ยังมีมูลค่าที่สูงทำให้ประชาชนทั่วไปไม่สามารถที่จะซื้อมาใช้ได้ทุกคน จึงได้ทำการประยุกต์ทำเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ มาใช้ควบคู่กับโทรศัพท์เคลื่อนที่และเพื่อให้เกิดความสะดวกหลายๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นด้านค่าใช้จ่ายในการให้บริการที่ลดลงสามารถให้บริการตลอด 24 ชั่วโมงยุติธรรมกับผู้ใช้บริการและเพื่อประโยชน์ทางด้านธุรกิจ ซึ่งสามารถนำไปประกอบธุรกิจส่วนตัวได้และยังสามารถ เป็นรายได้เสริมอีกด้วยแต่ทางด้านธุรกิจโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ นั้นยังมีข้อจำกัดในเรื่องของค่าใช้จ่ายที่สูง ดังนั้นผู้ใช้ต้องพิจารณากับความคุ้มค่าในการลงทุนทั้งทางด้านอัตราค่าบริการและ ด้านทำเลที่ตั้งในการประกอบธุรกิจอีกด้วย

สำหรับโครงงานนี้ได้นำเสนอโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ ซึ่งใช้หลักการส่งแบบฟอร์มอนุกรมส่งสัญญาณเสียงและสัญญาณความถี่คู่ผ่านชุดอินเตอร์เฟสซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณความถี่คู่ โดยการเข้ารหัสแล้วถอดรหัสจากนั้นก็ทำการส่งข้อมูลที่ได้ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีหน้าที่ในการส่งสัญญาณจากผู้ใช้บริการไปยังเลขหมายปลายทางโดยมีจอแสดงผลแบบผลึกเหลวทำหน้าที่แสดงเวลาที่ใช้บริการอัตราค่าบริการ และเลขหมายปลายทางสำหรับอัตราค่าบริการสามารถโทรทั่วทุกพื้นที่ในประเทศในอัตราค่าบริการ 2 บาท ต่อนาที และนอกจากนั้นยังมีชุดบันทึกผลซึ่งสามารถแสดงข้อมูลในการให้บริการย้อนหลังได้ในเรื่องของเลขหมายปลายทางที่โทร วันเวลาที่โทร และค่าบริการในการใช้สาย โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ เหมาะสำหรับที่จะนำมาประกอบเป็น ธุรกิจส่วนบุคคลได้สามารถอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการและยุติธรรมในด้านอัตราค่าบริการอีกด้วย

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน

คณะผู้จัดทำได้สร้างชุดโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะขึ้นมา เพื่อให้ผู้ที่สนใจศึกษาการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปควบคุมการทำงาน ของโทรศัพท์เคลื่อนที่สาธารณะและโทรศัพท์เคลื่อนเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกันได้ทำให้เราลดอัตราค่าบริการในการใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารแต่ละครั้งได้ และสามารถประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในด้านต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อเราสร้างโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะได้แล้ว ก็จะช่วยลดอัตราค่าบริการในการใช้โทรศัพท์ติดต่อสื่อสารลงได้

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ปลายทางได้ทุกระบบ
2. สามารถนำไปใช้เป็นโทรศัพท์สาธารณะได้ทุกที่ที่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่
3. สามารถตั้งอัตราค่าบริการได้ตามต้องการ
4. สามารถแสดงอัตราค่าใช้บริการโทรศัพท์ให้ผู้ใช้บริการทราบได้ทันที
5. สามารถแสดงข้อมูลการใช้บริการให้ผู้ควบคุมทราบภายหลังเมื่อทำการตรวจสอบ

1.5 ขั้นตอนของการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ ในการทำระยะแรกจะเริ่มทำในส่วนของฮาร์ดแวร์ก่อน หลังจากทำฮาร์ดแวร์ได้ระดับหนึ่งแล้ว ก็เริ่มเขียนโปรแกรมควบคุมได้หลังจากนั้นก็ทำฮาร์ดแวร์ในส่วนที่เหลือให้เสร็จ และเมื่อโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินประสิทธิภาพของโครงงาน

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆเพื่อสะดวกต่อการศึกษาและ ทำความเข้าใจในแต่ละบทประกอบด้วย เนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้คือ ทฤษฎีเกี่ยวกับโทรศัพท์ ระบบโทรศัพท์สัญญาณต่างๆ ในคู่สายโทรศัพท์ เครื่องโทรศัพท์ ระบบโทรศัพท์แบ่งสัญญาณความถี่คู่ (DTMF) การเข้ารหัสความถี่คู่ การถอดรหัสความถี่คู่ เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะ ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ จอแสดงผลแบบผนึกเหลว ชุดบันทึกข้อมูลใช้บริการโทรศัพท์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และการอินเตอร์เฟส ของโมบายล์

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน จะเป็นเนื้อหาโดยละเอียดตั้งแต่ขั้นตอนในการออกแบบวงจรส่วนต่างๆ การนำเอาส่วนต่างๆ มาอินเตอร์เฟสกันเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลองในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองแบ่งการทดลองออกเป็นส่วนๆ ตามการออกแบบและการสร้างพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองในแต่ละส่วน

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข และการพัฒนาซึ่งเป็นการสรุปผลเกี่ยวกับความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะรวมถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นนับตั้งแต่เริ่มสร้างโครงงานจนกระทั่งโครงงานเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวางและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบประกอบด้วย ภาพด้านหน้าของชุดอินเตอร์เฟสภาพด้านข้างของชุดอินเตอร์เฟส ภาพด้านหน้าของชุดบันทึกผล ภาพด้านข้างของชุดบันทึกผล ภาพด้านหน้าเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ ภาพด้านข้างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะและโทรศัพท์เคลื่อนที่

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดสร้างขึ้น เพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานของโทรศัพท์เคลื่อนที่สาธารณะ

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้งานในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะนั้นจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ มากมายซึ่งก็จะมีในส่วนของทฤษฎีเกี่ยวกับโทรศัพท์ ส่วนแสดงผลแบบผนึกเหลว และรวมไปถึงอินเตอร์เฟสของโมบายล์ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับโทรศัพท์

2.2.1 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์เป็นผลผลิตจากเทคโนโลยีในการสื่อสารแขนงหนึ่งซึ่งในปัจจุบันกลายเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก ในชีวิตประจำวันในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลหรือหน่วยงานต่างๆ ที่เราต้องการในเวลาอันรวดเร็วโดยโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN) นั้นจะมีการกระจายาอยู่ทั่วประเทศ เป็นโครงข่ายที่มีความครอบครุมมากที่สุดในระบบสื่อสารในปัจจุบันระบบโทรศัพท์ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบใหญ่ๆ ได้แก่ระบบโทรศัพท์แบบเอนาลอกคือ ระบบที่ใช้กันอยู่มากมายในปัจจุบันและระบบโทรศัพท์แบบดิจิตอลหรือระบบโครงข่ายการให้บริการร่วมกับระบบดิจิตอลยังไม่มีการใช้บริการกันมากนักในปัจจุบันระบบ ISDN นั้นเกิดขึ้นจากการที่ได้มีการมองเห็นว่าโครงข่ายการสื่อสารในปัจจุบันนั้นมีวางซ้ำซ้อนกันมากมาย เช่น โครงข่ายโทรศัพท์ โครงข่ายเทเล็กซ์ โครงข่ายข้อมูล โครงข่ายอินเตอร์เน็ต และอื่นๆ ทำให้เปลืองงบประมาณในการวางโครงข่ายเป็นอย่างมากและไม่สะดวกในการใช้งานจึงมีการคิดค้นและพัฒนาโครงข่ายการให้บริการร่วมระบบดิจิตอล (Integrated Service Digital Network : ISDN) หรือระบบ ISDN ขึ้นมาเพื่อรวบรวมโครงข่ายที่ซ้ำซ้อนเหล่านี้เข้าไว้ด้วยกันเป็นโครงข่ายระบบดิจิตอลที่สามารถรองรับการบริการสื่อสารได้ทั้งทางด้านเสียง ข้อมูลและภาพพร้อมๆ กันโดยไม่รบกวนซึ่งกันและกันบนโครงข่าย ISDN โดยระบบโทรศัพท์แบบ ISDN ก็เป็นการให้บริการรูปแบบหนึ่งในระบบนี้ผู้ให้บริการ ISDN จะสามารถติดต่อกับผู้ใช้บริการอื่นๆ ในโครงข่ายโทรศัพท์ระบบเดิมได้ คู่สาย ISDN เป็นคู่สายเอนกประสงค์สำหรับอุปกรณ์ปลายทางชนิดต่างๆ เช่น เครื่องโทรสาร เครื่องโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์สื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ชนิดอื่นๆ จะสามารถต่อเข้ากับคู่สาย ISDN เพียงคู่สายเดียวทำให้ลดสายจากอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหลือเพียงเส้นเดียว ง่ายต่อการเดินสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยภายในบ้านหรือสำนักงาน ของผู้ใช้บริการจะมีคุณภาพในการส่งและรับข้อมูลสูงกว่าในระบบเอนาลอก นอกจากนี้ยังง่ายต่อการบำรุงรักษาในภายหลังด้วย นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า เทอร์มินอลอะแด็ปเตอร์ (TA) ซึ่งจะใช้ในการเชื่อมต่อกับเครื่องให้บริการปลายทาง ที่ไม่ใช่ระบบดิจิตอลให้สามารถใช้ได้กับโครงข่ายในระบบดิจิตอลได้

2.2.2 สัญญาณต่างๆ ในคู่สายโทรศัพท์

คู่สายภายนอก ที่ต่อออกมาจากชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ไปยังเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้จะมีสัญญาณอยู่ 2 เส้น คือ เส้นทิป (Tip) และเส้นริง (Ring) โดยจะมีไฟเลี้ยงกระแสตรงขนาด 48 โวลต์ ส่งมากับคู่สายทั้งสองเส้นนี้ด้วย ในการติดต่อก็จะทำการติดต่อ ผ่านสายนำสัญญาณสองเส้นนี้โดยนำสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ สัญญาณเสียงพูดจะเป็นเสียงที่พูดคุยในระหว่างการติดต่อโทรศัพท์ระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก และสัญญาณควบคุมต่างๆ ซึ่งจะเป็นสัญญาณ ที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งออกมาเพื่อทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ผู้เช่าหรือติดต่อกับสายโทรศัพท์ด้วยกันเอง เพื่อแสดงสภาวะการทำงานในขณะนั้น ดังมีรายละเอียดตามาตรฐานของ CCITT ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

เป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์เพื่อบอกให้ผู้ใช้บริการทราบว่าชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะรับสัญญาณในการติดต่อจากโทรศัพท์ของผู้ใช้แล้ว หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าสัญญาณแมวกรน ลักษณะของสัญญาณจะมีความถี่ประมาณ 400-450 เฮิรตซ์ ดังต่อเนื่องกัน

2.2.2.2 สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone)

เป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งออกไปยังเครื่องโทรศัพท์หลังจากที่ผู้ใช้บริการทำการกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบว่าทำการติดต่อหมายเลขนั้นได้แล้วสัญญาณเรียกกลับจะเป็นสัญญาณที่ดังไม่ต่อเนื่องมีลักษณะความถี่เดียวจะมีความถี่อยู่ระหว่าง 400-450 เฮิรตซ์ มีจังหวะการดังและหยุดของสัญญาณทางองค์การโทรศัพท์ใช้สัญญาณมีลักษณะแบบดัง 1 วินาที และเงียบ 3 วินาที สลับกันไปโดยจะอยู่ในมาตรฐานของ CCITT ที่กำหนดไว้ดังนี้

1. จังหวะดังควรอยู่ในช่วง 0.67 ถึง 1.5 วินาที แต่ไม่เกิน 2.5 วินาที
2. จังหวะหยุดควรอยู่ในช่วง 3 ถึง 3.5 วินาที แต่ไม่เกิน 6 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์หลังจากที่ผู้ใช้บริการกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบว่าไม่สามารถทำการติดต่อกับหมายเลขนั้นได้หรือหมายเลขที่ทำการเรียกไปนั้นไม่ว่าง ผู้เรียกควรวางหูสักครู่และค่อยทำการเรียกใหม่สัญญาณไม่ว่างจะเป็นสัญญาณดังไม่ต่อเนื่องมีลักษณะดังแล้วหยุดเหมือนกับสัญญาณเรียกกลับแต่มีคาบเวลาที่แตกต่างกันโดยจะมีความถี่ประมาณ 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที

2.2.2.4 สัญญาณกริ่งเรียกหรือสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

เป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งไปเครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกจะทำให้กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ ดังขึ้นเพื่อที่จะแจ้งให้ผู้ถูกเรียกทราบว่ามีคนกำลังต้องการที่จะติดต่อด้วยสัญญาณกริ่งหรือสัญญาณกระดิ่งนี้จะมีจังหวะ ในการดังและเงียบเหมือนกับสัญญาณเรียกกลับ คือจังหวะดัง 1 วินาที และเงียบ 3 วินาที ลักษณะของสัญญาณจะเป็นสัญญาณกระแสสลับที่มีความถี่อยู่ประมาณ 25 เฮิรตซ์ และมีแรงดันประมาณ 100 Vp-p

2.2.2.5 สัญญาณหมายเลข (Register Signal)

สัญญาหมายเลขเป็นสัญญาณที่ส่งจากเครื่องโทรศัพท์เพื่อบอกให้ชุมสายทราบถึงหมายเลขที่ต้องการที่จะติดต่อด้วยสัญญาณหมายเลขจะมีอยู่ 2 แบบ ด้วยกันคือ สัญญาณแบบพัลส์จะส่งออกมาจากเครื่องโทรศัพท์แบบหมุนซึ่งจะส่งสัญญาณพัลส์ออกมาเป็นช่วง ๆ ตามหมายเลขที่ทำการหมุนและสัญญาณความถี่คู่ผสมหรือสัญญาณความถี่ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) โดยการส่งหมายเลขหนึ่งหมายเลขใด จะประกอบด้วยสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ที่ถูกมอดูเลตกันส่งออกไปตัวอย่างเช่น ในการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮิรตซ์ กับความถี่ 1336 เฮิรตซ์ ที่ถูกมอดูเลตกันส่งออกเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มไปยังชุมสายโทรศัพท์

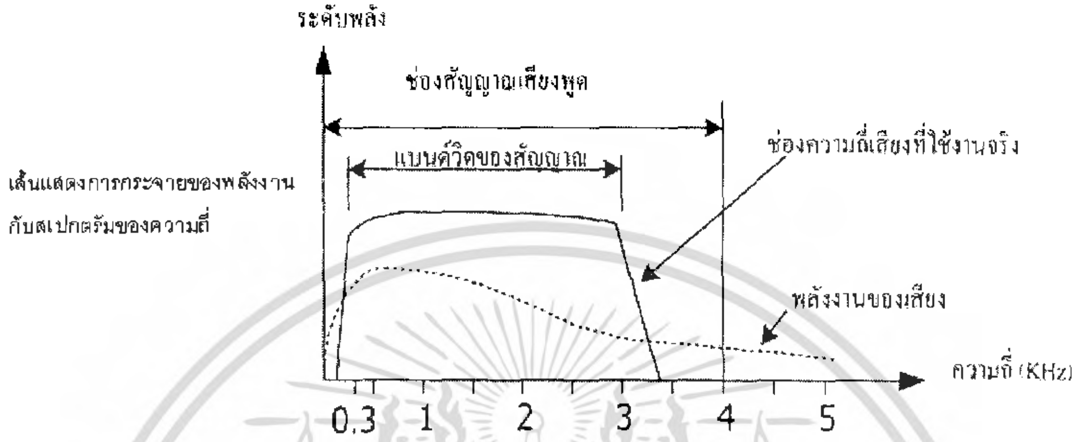
2.2.2.6 สัญญาณเสียงพูด (Voice Signal)

ทาง CCITT ได้มีการกำหนดให้ย่านความถี่เสียงพูด (Voice Channelหรือ VF Channel) มีช่วยความถี่อยู่ที่ 0-4,000 เฮิรตซ์แต่สัญญาณเสียงพูดที่ฟังแล้วสามารถจับใจความได้จะมีความถี่อยู่ในช่วง 200 เฮิรตซ์ – 4,000 เฮิรตซ์อย่างไรก็ตามช่วงความถี่เสียงพูดในการใช้งานจริงจะอยู่ในช่วง 300 เฮิรตซ์ – 3,000 เฮิรตซ์เท่านั้นไม่ได้ใช้งานเต็มช่วงสัญญาณจะเห็นว่าสัญญาณความคุมต่าง ๆ ที่ใช้ในชุมสายโทรศัพท์กะมีช่วงความถี่อยู่ในย่านนี้ด้วย

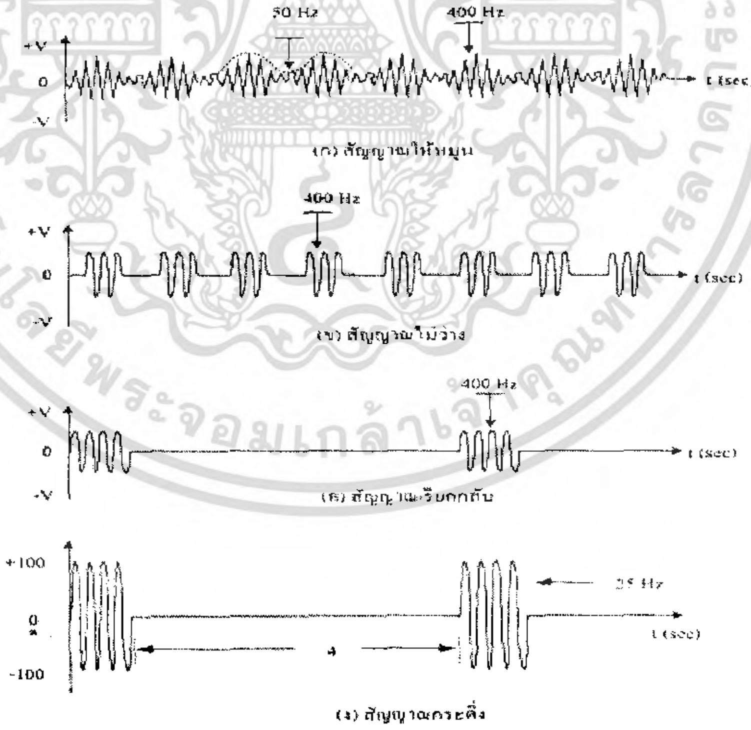
นอกจากนี้ในสายนำสัญญาณก็จะมีสัญญาณรบกวนปรากฏอยู่ภายในด้วยซึ่งอาจจะเกิดได้จากหลาย ๆ สาเหตุเช่น จากสิ่งแวดล้อมอุณหภูมิสายส่งไฟฟ้ากำลังสูง ๆ ที่อยู่ใกล้กับสายนำสัญญาณหรือแม้แต่ข้อต่อของสายนำสัญญาณที่ทำการเชื่อมต่อไม่ดีก็มีผลด้วยสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้มีการผิดเพี้ยนของสัญญาณเสียงในสายนำสัญญาณขึ้นนอกจากนี้ยังมีสัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมากในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์ก็คือ สัญญาณเสียงสะท้อนซึ่งมีสาเหตุมาจากเกิดความไม่สมดุลกันระหว่างอิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณกับอุปกรณ์ด้านเอาต์พุต



รูปที่ 2.1 แถบความถี่ของสัญญาณเสียง



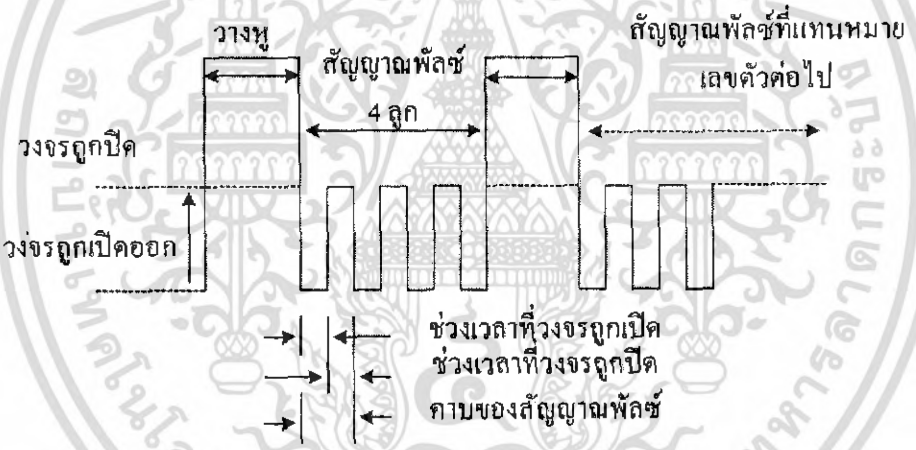
รูปที่ 2.2 ลักษณะสัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากสำหรับชุมสายจะติดตั้งอยู่ที่สำนักงานหรือที่พักอาศัยของผู้เช่ามีหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกหรือสัญญาณเลขหมายไปยังชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นและใช้สำหรับผู้เรียกและผู้ถูกเรียกในการพูดและฟังผ่านชุมสายโทรศัพท์โดยเมื่อต้องการที่จะทำการเรียกหรือติดต่อก็ทำการหมุนหรือกดหมายเลขของผู้รับที่หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์เพื่อแจ้งให้ชุมสายติดต่อให้

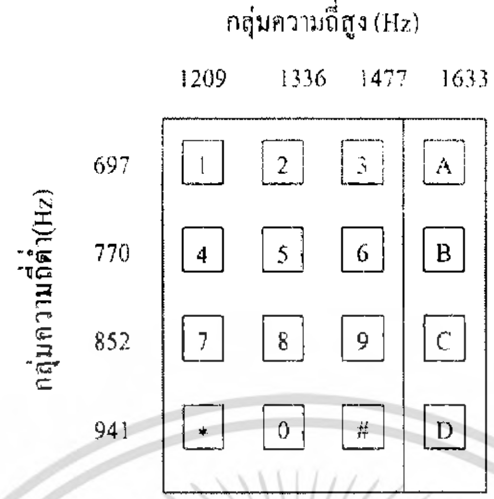
เครื่องโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบันนี้จะมีอยู่ 2 ระบบได้แก่ ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์หน้าปัดแบบหมุนเป็นระบบเดิมที่ใช้ในยุคแรก ๆ โดยเครื่องโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณพัลส์เมื่อทำการหมุนโทรศัพท์หน้าปัดที่หมุนของโทรศัพท์นั้นจะเชื่อมต่ออยู่กับสวิตช์ซึ่งจะทำให้สวิตช์นี้เปิดปิดเป็นจังหวะเท่ากับค่าตัวเลขที่หมุนเช่น หมุนหมายเลข 4 ก็จะทำให้สวิตช์มีการปิดเปิด 4 ครั้ง ดังแสดงในรูป 2.3 ยกเว้นตัวเลข 0 จะทำให้เกิดการขัดจังหวะเป็นจำนวน 10 ครั้ง ขบวนของพัลส์เองที่จะเป็นสัญญาณบอกให้ชุมสายสามารถเลือกต่อคู่สายได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2.3 ลักษณะของสัญญาณที่เกิดจากการหมุนหมายเลข 4

ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่หรือโทรศัพท์แบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency)ขึ้นมาใช้แทนระบบเก่าเพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้มากขึ้น เครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มนี้จะใช้วิธีในการส่งความถี่ออกไปแทน โดยระบบนี้จะช่วยประหยัดเวลาในการส่งหมายเลข และลดความผิดพลาดในการส่งหมายเลขลง สามารถเพิ่มปุ่มกดอื่นๆ เพื่อใช้งานอย่างอื่นนอกจากปุ่มที่มีอยู่แล้ว โดยการกดปุ่มแต่ละครั้งจะมีการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มความถี่ต่ำ และกลุ่มความถี่สูงที่ถูกมอดูเลตกันออกไปแทนหมายเลขที่ต้องการส่งออกไปโดยความถี่นี้จะอยู่ในย่านความถี่เสียงพูดดังมีค่าแสดงในรูปที่ 2.4 ยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 1 ก็จะมีการผลิตความถี่ 697 เฮิรตซ์ ที่มีการมอดูเลตกันส่งออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ความถี่แต่ละหมายเลขของระบบโทรศัพท์ DTMF

เครื่องโทรศัพท์จะติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ด้วยสายนำสัญญาณ 2 สายคือ สายทิป (Tip) และสายริง (Ring) ปรกติเมื่อไม่มีการใช้โทรศัพท์วงจรของเครื่องโทรศัพท์จะถูกตัดออกจากคู่สายของโทรศัพท์คงเหลือแต่วงจรกำเนิดเสียงเรียก (Ringing) หรือวงจรกระดิ่งต่อกับชุมสายโทรศัพท์เท่านั้น เพื่อส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อจากผู้อื่นเข้ามาทำให้ในขณะที่โทรศัพท์ไม่ถูกใช้งานจะไม่มีกระแสไหลผ่านเครื่องรับโทรศัพท์ แต่เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ก็จะมีการเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์เข้ากับชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์เกิดการไหลของกระแสในวงจรโดยกระแสนี้จะมาจากแบตเตอรี่ในชุมสายโทรศัพท์ที่อยู่ใกล้ผู้เช่าโทรศัพท์มากที่สุด และเมื่อชุมสายโทรศัพท์เลือกคู่สายที่ต้องการจะติดต่อได้แล้วก็จะทำการส่งสัญญาณกระดิ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับออกไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกเพื่อทำการลั่นกระดิ่งให้ดังขึ้น เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์รับสายก็จะเกิดไฟฟ้ากระแสตรงไหล เมื่อชุมสายตรวจพบก็จะหยุดส่งสัญญาณ กระดิ่งก็จะสามารถทำการสนทนาได้ โดยในส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างปากพูดและหูฟังกับสายโทรศัพท์จะต้องมีหม้อแปลงอัตโนมัติทำหน้าที่ในการปรับอิมพิแดนซ์ของหูฟังและสายโทรศัพท์ให้สมดุลกันเพื่อให้มีการรับและการส่งสัญญาณอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด รวมทั้งทำให้ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงของตนเองที่พูดออกมาไปด้วย เพื่อที่จะได้ปรับระดับการพูดของตนเองไม่ให้ดังหรือค่อยจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่

จะเป็นตัวเข้ารหัสซึ่งจะทำการต่อคีย์สวิตช์โดยต่อแถวกับหลักเข้ากับไอซีตามรูปที่ 2.5 ความถี่ใช้ในแต่ละแถวและหลักมีความถี่ที่แตกต่างกันความถี่ของทั้ง 4 แถว เรียกว่าเป็นกลุ่มของถี่ต่ำและความถี่ของทั้ง 3 หรือ 4 หลักเรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่สูงการกดปุ่มหมายเลขใด ๆ จะทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องรับโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมาเป็น 2 ความถี่ เช่น เมื่อกดเลข 5 ความถี่ที่ผลิตออกมาคือ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ เป็นต้นซึ่งความถี่ที่ผลิตออกมาเป็นสัญญาณความถี่คู่ออกมาที่ขา 18 ของไอซี

มาตรฐานของความถี่ที่ใช้และตำแหน่งของหมายเลขต่าง ๆ จะถูกจัดให้มีลักษณะดังแสดงตามรูป 2.4 สำหรับค่าผิดพลาดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้จะเป็น 1.5 % สำหรับการผลิตความถี่และ 2% สำหรับการรับเลขหมาย

1. ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม

1.1 สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ลดลงได้ทำให้มีผล คือเวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้งลดลงซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับทราฟฟิกได้มากขึ้น

1.2 สามารถใช้เป็นวงจรทาง Solid State Electronic แทนอุปกรณ์ทางด้าน Mechanics จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งเลขหมาย

1.3 สามารถเพิ่มปุ่มกดได้อีก 4 ปุ่ม (หลักที่ 4) เพื่อในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่น ๆ

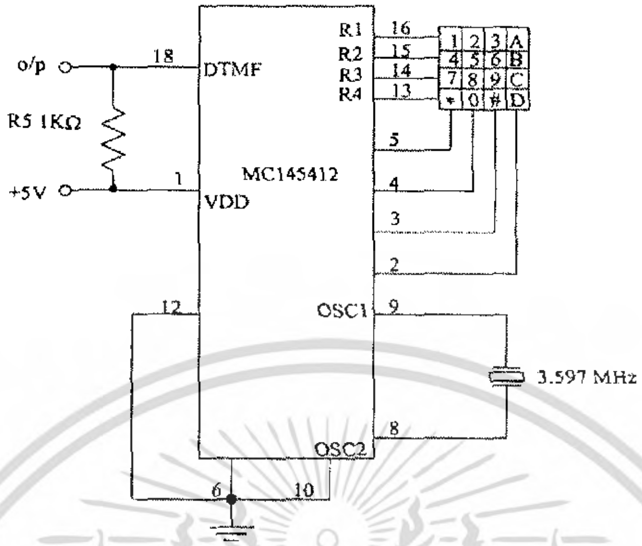
1.4 มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายโทรศัพท์ระบบดิจิตอล

2. ข้อควรคำนึงถึงในการเชื่อมต่อระบบ DTMF กับสายส่งสัญญาณ

2.1 ต้องรักษาระดับแรงดันและกระแสลูปให้คงที่ตลอดระยะทางในการส่งของสัญญาณ

2.2 วงจรออสซิลเลเตอร์ต้องมีอิมพีแดนซ์ที่สมดุลกับสายส่งสัญญาณ

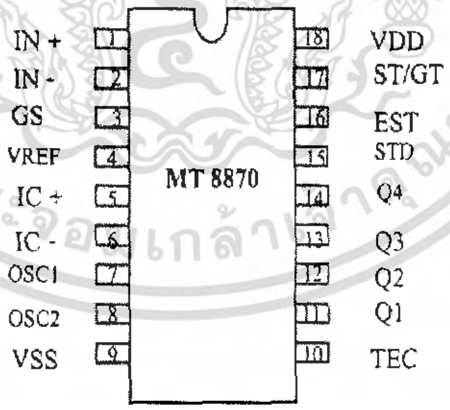
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 วงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่

2.3.2 การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่เป็นกระบวนการแปลงสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่ม ซึ่งเป็นสัญญาณแอนะลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่มีฟังก์ชั่นการทำงานดังนี้



รูปที่ 2.6 ตำแหน่งขาใช้งานของไอซี MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 ภาคกรองความถี่ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวแยกสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามาจากภายนอกออกเป็น 2 กลุ่ม ความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำโดยใช้วงจรกรองแถบความถี่ 6 อันดับชนิดสวิตซ์ตัวเก็บประจุ วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

2.3.2.2 ภาคถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรการถอดรหัสที่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาเป็นสัญญาณความถี่คู่หรือไม่ สัญญาณที่ขา Est (Early Steering) ก็จะแอกทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากสัญญาณความถี่คู่

2.3.2.3 ภาคตรวจจับการถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ก่อนที่จะมีสัญญาณความถี่คู่ออกไปที่ เอาท์พุตจะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ขาเข้ามาว่ามีระยะตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรจะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลานานเท่าใดสามารถตั้งได้โดยการต่อตัวเก็บประจุเข้าที่ขา Est ซึ่งเมื่อขา Est ได้รับลอจิก 1 จะ ทำให้แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุมีค่าสูงขึ้นตัวเก็บประจุจะคลายประจุทำให้แรงดันสูงถึงค่าเทรสโฮลวงจรถอด รหัสจึงทำการถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลข 4 บิต

2.3.2.4 ภาคขยายสัญญาณความแตกต่างของวงจร ซึ่งส่วนของอินพุต MT 8870 จะเป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามรถปรับอัตราการขยายโดยการต่ออุปกรณ์เพิ่มจากภายนอก

2.3.2.5 ภาคออสซิลเลเตอร์ ในส่วนนี้ภายในตัวไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายในเพียงแต่การต่อคริสตอลขนาด 3.579 เมกะเฮิรตซ์ ก็สามารถใช้งานได้ทันที

2.4 เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ

เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญใช้หลักการที่ว่าเมื่อทำการหยอดเหรียญ 5 บาทหรือหยอดเหรียญ 10 บาท ลงไปในเครื่องโทรศัพท์ เครื่องโทรศัพท์จะทำการเช็คว่าเหรียญที่หยอดลงไปเป็นเหรียญ 5 บาท หรือเหรียญ 10 บาทจริงหรือไม่ เพื่อที่จะได้ทำการแยกว่าเมื่อหยอดเหรียญต่างๆ ลงไปเครื่องก็จะได้ทำการคำนวณเวลาที่ใช้ในการโทรให้ถูกต้องตามจำนวนเงิน

2.4.1 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ

1. สามารถใช้กับตู้สาขาที่ตัด 9 หรือ 0 ได้
2. โทรเลขหมายฉุกเฉินโดยไม่ต้องหยอดเหรียญ เช่น 191 195 และ 199
3. มีระบบป้องกันการโทรฟรีทุกประเภท
4. กด Redial เพื่อหมุนทวนเลขหมายเดิมได้
5. กด Follow on เพื่อโทรเลขหมายใหม่ได้โดยไม่ต้องกดเหรียญคืน
6. ใช้ได้ทั้งเหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท
7. สามารถติดต่อสื่อสารกับเลขหมายปลายทาง 10 หลักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 คุณสมบัติพิเศษของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ

1. สามารถตั้งให้โทรฟรีเบอร์ด่วนได้ 4 เบอร์ๆ 10 ตัวเลข

2. สามารถตั้งให้โชว์เบอร์เครื่องได้ 1 เบอร์

3. มีรหัสลับ 2 ชุด (ชุดที่ 1 โทรในพื้นที่ได้แต่โทรทางไกลไม่ได้ ชุดที่ 2 โทรได้ทุกเบอร์)

4. เครื่องสามารถนับจำนวนเงินได้ว่าอยู่ในกล่องเหรียญกี่บาท

5. สามารถตั้งจำนวนเงินในกล่องเหรียญตามจำนวนที่ต้องการ เมื่อครบตามจำนวนเงินที่ตั้งเครื่องจะเตือน

6. สามารถตั้งเบอร์โทรศัพท์เคลื่อนที่เพิ่มได้

7. สามารถตั้งเบอร์ต่างจังหวัดเพิ่มได้

8. เมื่อเครื่องขัดข้องหรือคิดราคาผิดท่านสามารถที่จะรีเซตให้ค่าต่างๆ กลับมาเหมือนค่าที่ตั้งไว้จากโรงงาน

9. สามารถโทรระบบ 1900 ได้

10. เมื่อมีผู้รับสายเครื่องจะคิดเงินโดยอัตโนมัติมี 2 ระบบ

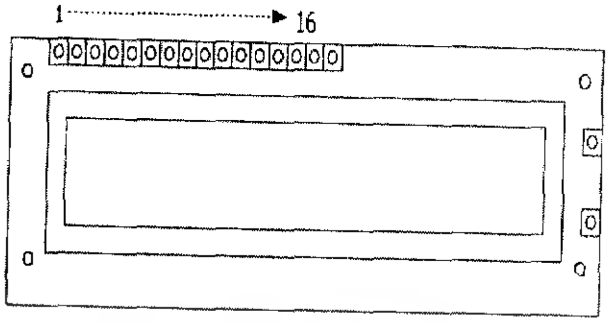
10.1 ระบบกินเหรียญ 2 ทาง คือ กินเหรียญแบบอัตโนมัติเมื่อมีการสนทนาหรือหลังจากปลายทางรับสาย

10.2 ระบบกินเหรียญทางเดียว คือ กินเหรียญอัตโนมัติเมื่อปลายทางมีผู้รับสาย

2.5 ส่วนแสดงผลแบบผนึกเหลว

ปัจจุบันจอแสดงผลแบบผนึกเหลวเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับการแสดงผลในเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีความเหมาะสมด้วยกันหลายประการในด้านของการกินกระแสต่ำสามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรและตัวเลขหรือแสดงกราฟฟิกได้ (เฉพาะรุ่น) เกี่ยวกับโมดูลแอลซีดีที่ใช้ซึ่งส่วนประกอบต่างๆ ของจอแสดงผลแบบผนึกเหลวจะเป็นดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ขาที่ต่อใช้งานของจอแสดงผลแบบผนึกเหลว

ตารางที่ 2.1 หน้าที่และตำแหน่งขาของจอแสดงผลแบบผนึกเหลว

ขา	ชื่อขา	หน้าที่
1	Ground	กราวด์
2	+5v	ไฟเลี้ยง
3	Brightness	ปรับความสว่าง
4	ขา R/W	สัญญาณอ่านและเขียนข้อมูล
5	ขา RS	สัญญาณเลือกระหว่างข้อมูลและคำสั่ง
6	ขา EN	สัญญาณพร้อมส่งข้อมูล
7-14	D0-D7	สัญญาณส่งข้อมูล 8 บิต
15	A	ขั้ว + ของ Backlight ใช้ไฟ 5 V
16	K	ขั้ว – ของ Backlight

จากตารางที่ 2.1 แสดงขาต่างๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เนื่องจากว่าการควบคุมจอแสดงผลแบบผนึกเหลวต้องการเวลาเพื่อรอการทำงานตามคำสั่งหรือรอรับสัญญาณดังนั้นถ้าใช้กับคอมพิวเตอร์จะต้องพิจารณาเรื่องราวด้วยแต่การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์สามารถต่อโดยตรงได้ไม่ต้องมีอุปกรณ์อื่นมาต่อเพิ่มหรือถ้ามีก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น จอแสดงผลแบบผนึกเหลวจะใช้ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ป้อนให้ที่ขา Vdd ซึ่งตัวมันกินกระแสพียงไม่กี่มิลลิแอมป์ส่วนขา Vo ต่อเพื่อปรับมุมมองการแสดงผลให้เหมาะสมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลของแสงในขณะนั้นด้วยรวมไปถึงตำแหน่งการติดตั้งและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับจอแสดงผลแบบผนึกเหลวที่ซึ่งเป็นโมดูลแอลซีดีที่มีการแสดงผลแบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด โดยที่ HD44780 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ก็สามารถดัดแปลงให้ใช้กับจอแสดงผลแบบผนึกเหลวเบอร์อื่นๆ ได้แต่ต้องเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะมีลักษณะเดียวกับคำสั่งในการควบคุมการทำงานก็จะเหมือนกันแต่อาจจะแตกต่างกันตรงที่ตำแหน่งของตัวอักษรเท่านั้น สำหรับจอแสดงผลแบบผนึกเหลวจะติดปัญหาก็คือในด้านวงจรซึ่งมีระบบการทำงานที่ซับซ้อนและหาอุปกรณ์ได้ค่อนข้างยาก แต่ขณะนี้มีผู้ผลิตจอแสดงผลแบบผนึกเหลวจะทำรุ่นที่เป็นแอลซีดีโมดูลออกมาคือ เป็นแอลซีดีโมดูลที่มีวงจรควบคุมมาให้พร้อม (เรียกว่า LCM) ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถต่อเข้ากับระบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่ายและสะดวกในการเขียนโปรแกรมรวมทั้งมีจำหน่ายอย่างกว้างขวางทำให้ผู้ใช้หันมาใช้แผงแสดงผลด้วยแอลซีดีโมดูลมากขึ้น ซึ่งตำแหน่งขาของจอแสดงผลแบบผนึกเหลวและสัญญาณในการควบคุมจะเหมือนกันทุกประการ

ตารางที่ 2.2 ฟังก์ชั่นที่ใช้ควบคุม LCD

RS		E	รูปพัลส์	การทำงาน
0	0	พัลส์ขอบล่าง		เขียนคำสั่ง
0	1	พัลส์หนึ่งรูปคลื่น		อ่านสถานะของ LCD
1	0	ขอบขาลง		เขียนข้อมูล
1	1	พัลส์หนึ่งรูปคลื่น		อ่านข้อมูล

2.5.1 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับจอแสดงผลแบบผนึกเหลว

2.5.1.1 การเขียนข้อมูลให้กับแอลซีดีโมดูลจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ Intruction และ Data โดยจะกำหนดด้วยขาสัญญาณ RS=0จะหมายถึงส่งสัญญาณควบคุมหรืออ่านค่าแฟล็กสภาพการทำงานของแอลซีดีโมดูลและถ้า RS=1จะหมายถึงการเขียนหรือการอ่านข้อมูลกับแอลซีดีโมดูล

2.5.1.2 หลักการเขียนข้อมูลให้กับแอลซีดีโมดูลนี้คือเมื่อมีการเขียนข้อมูลไปแล้วตัวของแอซีดีโมดูลจะต้องใช้เวลาในการทำงานชั่วขณะหนึ่ง (ค่า Excute timeในตาราง) ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถตรวจสอบได้จาก Busy Flag (BF) และ ถ้าเรียบร้อยแล้ว จึงสามารถเขียนข้อมูลต่อไปได้ กรณีที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อวงจรเป็นแบบ I/O Port คือไม่สามารถอ่านข้อมูลย้อนกลับได้ ซึ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็ต้องใช้วิธีการหน่วงเวลาแทน

2.5.1.3 การเขียนข้อมูลให้กับแอลซีดีโมดูลนี้สามารถทำได้ทั้ง แบบ 8 บิต โดยกรณีที่เป็น 4บิต จะต้องทำการใช้สายนำสัญญาณข้อมูลเพียง 4 เส้นคือ DB4-DB7 (ซึ่งใช้สำหรับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 4 บิต หรือเพื่อการประหยัดสาย) การเขียนข้อมูลจะกระทำเหมือน 8 บิต เพียงแต่ให้เขียน 2 ครั้ง คือ DB4-DB7 ก่อนแล้วตามด้วย DB0-DB3 และจะต้องกำหนดคุณสมบัติตามค่า DL ในคำสั่งฟังก์ชั่นเซตด้วย

2.5.1.4 หน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผล (Display Data RAM) คือหน่วยความจำภายในตัวแอลซีดีโมดูลที่เป็นบัฟเฟอร์โดยถ้าเขียนรหัสแอสกี (ASCII) ใดๆ ลงไปในหน่วยความจำนี้จะปรากฏเป็นตัวอักษรที่แผงทันที

2.5.1.5 หน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรแสดงผล(Character Generator RAM) คือ หน่วยความจำภายในตัวแอลซีดีโมดูล เก็บภาพตัวอักษรที่ผู้ใช้สามารถอ้างได้เอง (8 ตัว)โดยสามารถจะอ้างตำแหน่งได้ทั้งหมด 64 ไบต์ คือ 8 ตัวอักษรคูณกับ 8 แถว

ไอซี HD44780 มีรีจีสเตอร์ 2 ตัวคือ รีจีสเตอร์ คำสั่งซึ่งใช้สำหรับเก็บรหัส ของคำสั่งและ มีรีจีสเตอร์ ข้อมูลซึ่งใช้สำหรับเก็บรหัสอักษรเมื่อต้องการเขียน หรือ อ่านข้อมูลจากไอซีจะต้องเลือกใช้ รีจีสเตอร์ที่เหมาะสมหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผลจะเก็บรหัสตัวอักษรขนาด 8 บิต ได้มากกว่า 80 ตัวอักษรไว้ในแต่ละตำแหน่ง โดยรหัสของตัวอักษรที่เก็บไว้ในหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรแสดงผลจะกำหนดว่าให้แสดงตัวอักษรที่ตำแหน่งไหน

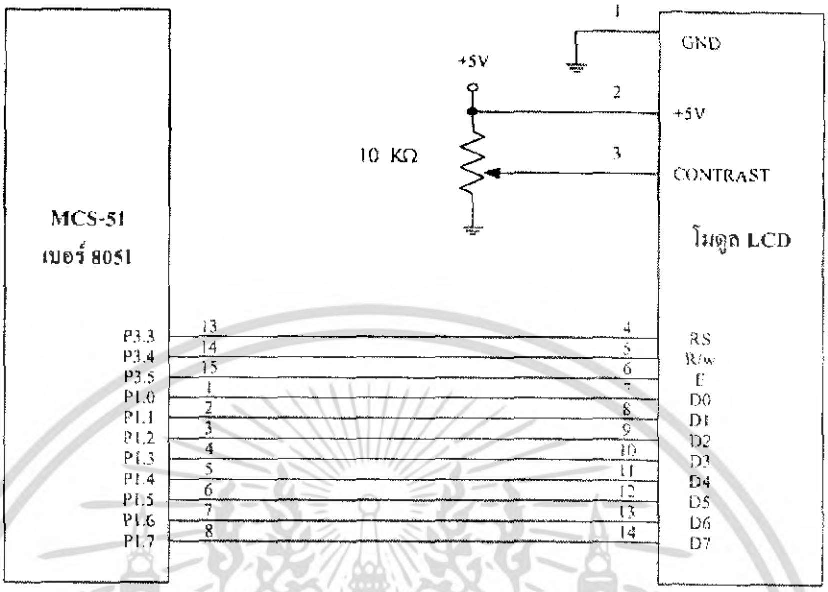
2.5.2 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวสามารถที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้หลายเบอร์ ดังรูปที่ 2.8 แสดงการเชื่อมต่อโมดูลจอแสดงผลแบบผนึกเหลวเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 โดยมีหน้าที่การทำงานของแต่ละขาดังนี้คือ ขา 1 ต่อกราวด์ ขา 2 ต่อไฟ +5 โวลต์ ขา 3 ต่อกับความต้านทานปรับค่าได้แบบโพเทนชิโอมิเตอร์เพื่อปรับความเข้มและความสว่าง ขา 4, 5 และ 6 ใช้ต่อสัญญาณควบคุมซึ่งในที่นี้ใช้พอร์ต 3 ของ 8051 เป็นตัวควบคุมส่วนบัสข้อมูลที่ขา 7 ถึงขา 14 จะต้องต่อกับพอร์ต 1 ของ 8051 เพื่ออ่านและเขียนข้อมูลลงไปบนโมดูล LCD

การทำงานจะทำการเลื่อนตำแหน่งซ้ายสุดของแถวบนซึ่งเป็นตำแหน่งที่สูงก่อนและตำแหน่งต่อ ไปที่จะเลื่อนตามมาจนกว่าจะหมดแถวที่หนึ่ง

แต่ละครั้งที่ทำการเขียนอักษรลงในตำแหน่งของหน่วยความจำ แรมเก็บข้อมูลแสดงผล แต่ละตำแหน่งจะเพิ่มตำแหน่งขึ้นโดยอัตโนมัติตามลำดับของการเขียนตัวอักษร ยกเว้นกรณีที่ผู้ใช้กำหนดตำแหน่งที่จะเขียนข้อมูลเองในบางครั้ง อย่างไรก็ตามเนื่องจากว่าแถวที่ 2 เริ่มที่ตำแหน่ง 40Hดังนั้นถ้าหากผู้ใช้ต้องการแสดงที่แถวที่ 2 จะต้องอ้างตำแหน่งให้ถูกต้องด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5.3 การเซตตำแหน่งของหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผล

จอแสดงผลแบบผลึกเหลวนั้น จะเอาข้อมูลที่ตำแหน่งนี้ไปแสดงข้อความบนหน้าจอเพราะฉะนั้นถ้าเราต้องการจะให้หน้าจอของจดแสดงผล แบบผลึกเหลวแสดงข้อความอะไรก็ให้เอารหัสแอสกี้มาใส่ที่ตำแหน่งนี้ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับขนาดของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวด้วยโดยแอดเดรสของจดแสดงผลแบบผลึกเหลวแสดงตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตำแหน่งข้อมูลของจดแสดงผลแบบผลึกเหลว 16 x 2

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

75132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 ชุดคำสั่งควบคุมและการแสดงข้อความ

การเขียนหรือการอ่านข้อมูลกับแอลซีดีโมดูลก็คือการกำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ในการใช้งานของจดแสดงผลแบบผลึกเหลวตามชุดคำสั่งควบคุม และรวมถึงการเขียนข้อมูลที่เป็นข้อความเพื่อให้ปรากฏบนแผงด้วยโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เซตฟังก์ชั่นในการเตรียมจดแสดงผลแบบผลึกเหลว จะต้องมีการเซตฟังก์ชั่นให้มีความพร้อมโดยมีรูปแบบกำหนดดังนี้

ตารางที่ 2.4 การเซตฟังชันก์ของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

DL = 0 กำหนดให้ติดต่อกับ LCD เป็นแบบ 4 บิต

DL = 1 กำหนดให้ติดต่อกับ LCD เป็นแบบ 8 บิต

N = 0 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 1/8 Duty และ 1/11 Duty

N = 1 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 1/16 Duty

F = 0 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 5 x 7 Duty

F = 1 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 5 x 10 Dots (กรณี LCD Module เป็นแบบ 5 x 7 อยู่แล้วก็จะไม่มีผลอะไร)

2. การควบคุมการแสดงผล ในการควบคุมการแสดงผลมีรูปแบบการควบคุมดังนี้

ตารางที่ 2.5 รูปแบบการควบคุมการแสดงผล

RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

D = 0 การกำหนดให้ Off Display

D = 1 การกำหนดให้ On Display

C = 0 กำหนดให้ Off Cursor

C = 1 กำหนดให้ On Cursor โดย Cursor จะเป็นเส้นขีดใต้ตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B = 0 กำหนดให้ไม่มีการกระพริบที่ตำแหน่ง Cursor

B = 1 กำหนดให้มีการกระพริบที่ตำแหน่ง Cursor

3. การเซตโหมด Entry คือเป็นการตั้งค่าเพื่อกำหนดการทำงานของแอลซีดีโมดูลว่าจะให้อ่านหรือเขียนข้อมูลหรือกำหนดตำแหน่งเคอร์เซอร์ซึ่งมีรูปแบบการกำหนดดังนี้

ตารางที่ 2.6 รูปแบบการเซตโหมด Entry

RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	0	0	1	I/D	S

I/D = 0 กำหนดทิศทางของเคอร์เซอร์และหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผลให้เป็นแบบ Decrement

I/D = 1 กำหนดทิศทางของเคอร์เซอร์และหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผลให้เป็นแบบ Increment

S = 0 เมื่อเขียนข้อมูลแล้วตัวเคอร์เซอร์จะถูกเลื่อนไปทิศทางตามค่า I/D

S = 1 เมื่อเขียนข้อมูลแล้วตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่และตัวอักษรจะถูกดันไปทิศทางตามค่า I/D การกำหนด I/D และ S นี้ให้กำหนดก่อนการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผลและเมื่อกำหนดแล้วจะต้องไม่ใช่คำสั่ง Clear Display

4. เคลียร์จอแสดงผล คือ เมื่อต้องการเคลียร์จอแสดงผลจะต้องกำหนดบิตต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.7 กำหนดบิตเคลียร์จอแสดงผล

RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

สำหรับการกด Clear Display โดยจะทำการเขียนตัวอักษร Space ลงในหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผลทั้งหมดและกำหนดค่าตำแหน่งของหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผลให้เป็น 0 พร้อมทั้งเคอร์เซอร์จะกลับไปที่ตำแหน่งซ้ายของจอภาพ

5. การรีเซตตำแหน่งหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรแสดงผล คือ จะใช้สำหรับการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผลเมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้วการอ่านและการเขียนข้อมูลที่ต่อจากนี้จะเป็นตามตำแหน่งที่กำหนดทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 การรีเซตตำแหน่งของหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรแสดงผล

RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	A	A	A	A	A	A

6. การเซตตำแหน่งของหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูล คือ จะใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลเมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้วการอ่านและการเขียนข้อมูลที่ต่อจากนี้จะเป็นไปตามตำแหน่งที่กำหนดทันทีตำแหน่งในแต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างกันไปเพราะจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัดไม่เท่ากันในที่นี้จะยกมาเฉพาะรุ่นที่ใช้งานคือ รุ่น DCM164 แสดงตามตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การเซตตำแหน่งของหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูล

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
50	51	52	55	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F

7. การอ่านตำแหน่งของ Busy Flagคือใช้สำหรับอ่านค่า BF = 0 หมายถึง ว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลต่อไปได้ แต่ถ้า BF = 1 หมายถึงว่ายังไม่พร้อมนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านข้อมูลตำแหน่งของหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรแสดงผลหรือหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรแสดงผลหรือหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลด้วย

ตารางที่ 2.10 การอ่านตำแหน่งของ Busy Flag

RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลหรือหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษร คือ เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปในหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรหรือหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูล โดยเมื่อเขียนข้อมูลและตำแหน่งจะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่ Set ใน Entry Mode ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าการเขียนข้อมูลของหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลหรือหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรขึ้นมาก่อนการเขียนข้อมูล

ตารางที่ 2.11 การเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลหรือหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษร

RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	0	D	D	D	D	D	D	D	D

9. การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรหรือหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลคือเป็นคำสั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรหรือหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูล โดยการอ่านค่าจากขาหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูล หรือหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรนี้ ควรใช้คำสั่ง เซตตำแหน่งก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้ดังนั้นเป็นหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรหรือหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลจากตารางที่ 2.12 การทำงานจะเห็นว่าการใช้งานของแอลซีดีโมดูลนั้นง่ายเพียงแต่เราสั่งคำสั่งเริ่มแรกและเซตความต้องการในขนาดตัวอักษรบนเคอร์เซอร์

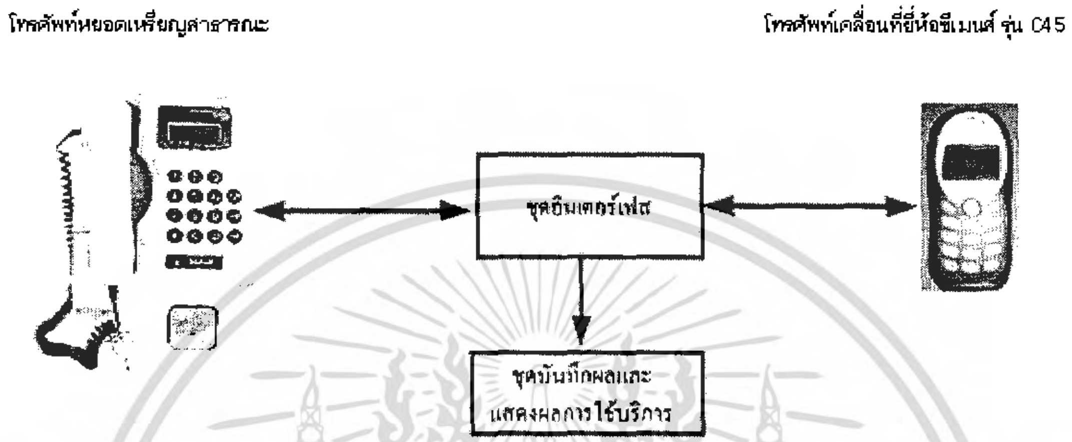
ตารางที่ 2.12 การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแรมสร้างตัวอักษรหรือหน่วยความจำแรมเก็บข้อมูล

RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ชุดบันทึกข้อมูลการโทรออก

2.6.1 หลักการของเครื่องบันทึกข้อมูลการโทรออก



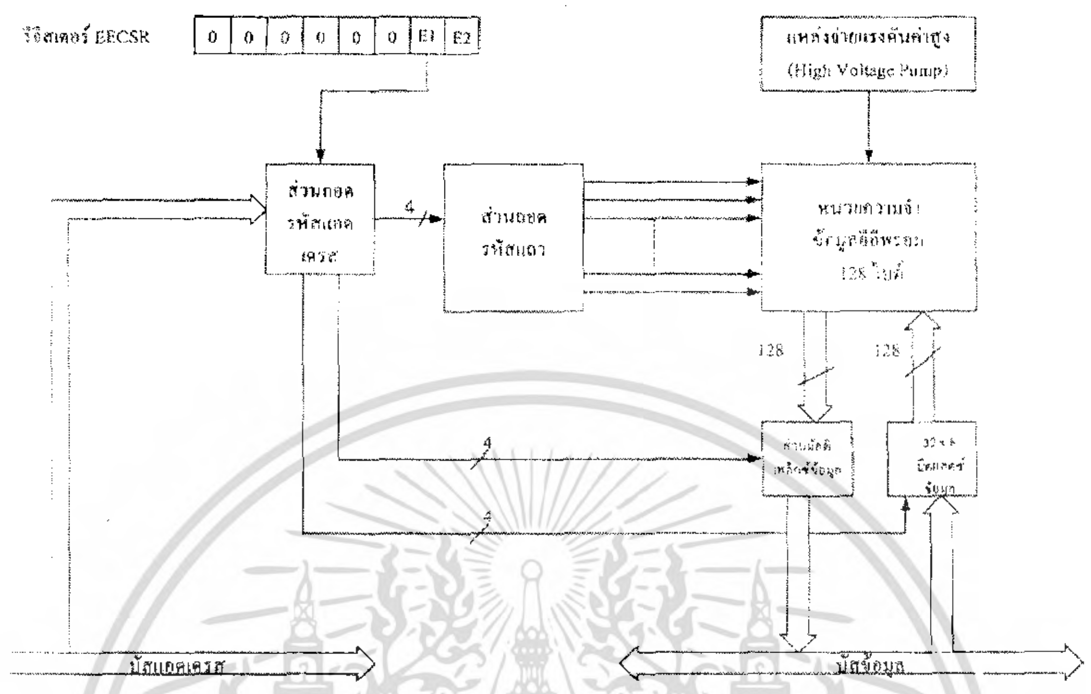
รูปที่ 2.9 ระบบการติดตั้งของเครื่องบันทึกการโทรออก

จากรูปที่ 2.9 จะเห็นว่าเครื่องบันทึกข้อมูลการโทรออกจะต่ออยู่กับชุดอินเตอร์เฟส ในการเชื่อมต่อจะกระทำได้ โดยการต่อชุดบันทึกผล และแสดงผลการใช้บริการขนานเข้าไปกับชุดอินเตอร์เฟสในขณะที่ใช้งานเครื่องจะแสดงหมายเลขที่โทรออกพร้อมทั้งเวลาที่ใช้ในการติดต่อด้วย

2.6.2 หน่วยความจำข้อมูลแบบ อีอีพรอม (EEPROM)

หน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอมเป็นหน่วยความจำชนิดเขียนและลบด้วยไฟฟ้าเป็นหน่วยความจำกึ่งถาวรซึ่งสามารถใช้บันทึกสำรองข้อมูลและยังมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ สามารถเขียนข้อมูลสูงสุดได้ถึง 32 ไบต์ในรอบเดียวใช้แรงดันไฟเลี้ยงเดี่ยว (เนื่องจากมีแหล่งจ่ายแรงดันแบบชาร์จปั๊มอยู่ภายใน) สามารถลบและเขียนข้อมูลใหม่ได้อย่างน้อย 300,000 ครั้งไซเคิลการเขียนและอ่านข้อมูลทั้งหมดถูกควบคุมจากภายในทั้งหมดโดยระหว่างการเขียนข้อมูลลงสู่หน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอมสามารถใช้โหมดประหยัดพลังงานแบบวัตต์และมีบิตป้องกันการอ่านข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอม ในออฟชั่นไบต์ด้วยโครงสร้างของหน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอมถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของหน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอม

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51นั้นจะมีขนาด 8 บิต ซึ่งจะมีการประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่าง ๆ ทุก ๆ เบอร์จะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกันเพียงแต่มีขนาดหน่วยความจำภายในและภายนอกที่แตกต่างกันเพื่อความเหมาะสมในการนำเอาไปใช้งานตามความต้องการต่าง ๆ แต่เดิม 8951 ถูกสร้างด้วยวิธี HMOS I แต่ในปัจจุบันได้สร้างด้วยวิธี HMOS II จึงมีชื่อเป็น 8951 AH ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล 51 นั้นถึงแม้ว่าจะมีหลายเบอร์แต่เราก็จะเรียกว่าเป็น “8951” ซึ่งหมายถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 51 นั้นส่วนเบอร์ 8032 และ 8052 มีหน่วยความจำภายในเพิ่มขึ้นและมีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิตเพิ่มขึ้นมาดังตารางที่ 2.13

2.7.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ +5V ชุดเดียว

2. มีหน่วยความจำโปรแกรมขนาด 4 กิโลไบต์สำหรับเบอร์ 8951 และ 8031 สำหรับเบอร์ 8052 มีหน่วย ความจำถึง 8 กิโลไบต์

3. หน่วยความจำข้อมูลขนาด 128 ไบต์ สำหรับ 8952 ขึ้นไปมีถึง 256 ไบต์

4. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลแยกจำหน่ายอย่างละ 64 กิโลไบต์

5. มีไทม์เมอร์เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 2 ชุด (สำหรับเบอร์ 8052 มี 3 ชุด) ทำงานได้ 4 โหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. รับอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปมี 8 แหล่ง 6 เวคเตอร์
7. มีพอร์ตรับส่งข้อมูลอนุกรม 2 พอร์ตแบบ Full Duplex เลือกรับได้ 4 โหมด
8. มีคำสั่งในการทำ AND,OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต
9. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

2.7.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ภายใน 8951 จะประกอบด้วยเกตชนิดต่าง ๆ เช่น AND,OR,NOT ซึ่งแต่ละเกตเหล่านี้จะนำมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆเช่นวงจรถอดรหัสคำสั่งและวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาเป็นต้น โครงสร้างภายในของ 8951 จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ

2.7.3 โครงสร้างของ 8951

จะประกอบด้วย 3 หลัก ๆ ดังนี้

2.7.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง

ซีพียูจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมการติดต่อกับส่วนอื่น ๆ เรียกว่า วงจรควบคุมสัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่สัญญาณที่ใช้สำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลอกซึ่งเป็นส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วยการสร้างสัญญาณวงจรควบคุมจากซีพียูนี้จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้และสัญญาณที่สร้างขึ้นจากวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อให้ทุก ๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

ในซีพียูยังประกอบด้วยส่วนประมวลผลทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก ลบ คูณ หรือหารข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้หน่วยความจำที่ต้องการ

2.7.3.2 หน่วยความจำ

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจดจำข้อมูลซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำเราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียนข้อมูลและการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำเรียกว่าการอ่านข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8951 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำสามารถเก็บความจำข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 2 กลุ่ม คือ

1. ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำซึ่งในโมโครคอนโทรลเลอร์ 8951 จะมีหน่วย ความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่งหรือมีขนาด (64 กิโลไบต์) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัญญาณควบคุมที่จะทำการส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อจะบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลโดยวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

2.7.3.3 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output/Output Device)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตจะเป็นส่วนที่ใช้ในการส่งข้อมูลเข้ามาหรือนำข้อมูลที่ได้ส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 8951 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายใน อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่ อินพุตเอาต์พุตพอร์ตแบบขนาน วงจรนับเวลา/จัดเวลา 10 วงจรนับเวลา 1 พอร์ตสื่อสารอนุกรม

1. พอร์ตแบบขนาดเป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0,P1,P2 และ P3 บางพอร์ตใช้งานได้มากกว่า 1 อย่าง

2. วงจรนับเวลา/จับเวลา 0 และ วงจรนับเวลา/จับเวลา 1 เป็นวงจรที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 หรือจำนวนของสัญญาณนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 ก็ได้สามารถตั้งค่าเริ่มต้นขอบการนับและอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู

3. พอร์ตอนุกรมซีพียูจะอ่านและเขียนข้อมูล พอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต ซึ่งแต่ละข้อมูลจะถูกส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD และจัดเรียงใหม่เป็นข้อมูล 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านและ
นำไปใช้งานต่อไป ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 มีพอร์ตใช้งานได้หลายแบบทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่าง ๆ ได้มากมายการนำพอร์ตไปใช้งานจะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

2.7.4 สถาปัตยกรรมภายในของ 8951

MCS-51 ใช้เทคโนโลยีในการผลิตแบบ NMOS และ CMOS เบอร์ 8032 และ 8052 จะมีรอมเบสิกอยู่ภายในจึงสะดวกสำหรับโปรแกรมเมอร์ที่จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิกโครงสร้างภายในสำหรับเบอร์ 8951 ซึ่งจะอธิบายถึงส่วนประกอบย่อยๆ ภายในตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 และสัญญาณจากภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขาของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 จะบรรจุภายในวงจรแบบ DIP หรือ Dual In Linpac แบบ 40 ขาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 ขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951

ขา	สัญลักษณ์	หน้าที่
1-8	Port 1	มี 8 บิต คือ P1.0-P1.8 ใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไป
9	Rst	ใช้สำหรับรีเซตวงจรภายในเพื่อเริ่มทำงานใหม่ในการรีเซตต้องป้อนลอจิก "1" นานอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล
10-17	Port 3	มี 8 บิต คือ P3.0-P3.7 ใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปและใช้งานในหน้าที่พิเศษดังนี้
10	3.0/RXD	ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม
11	3.1/TXD	ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม
12	3.2/INT0	ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 0
13	3.3/INT1	ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 1
14	3.4/T0	ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลาชุดที่ 0
15	3.5/T1	ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลาชุดที่ 1
16	3.6/WR	ขาควบคุมการเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก
17	3.7/RD	ขาควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก
18	XTAL2	ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
19	XTAL1	ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
20	Vss	เป็นขากราวด์
21-28	Port 2	มี 8 บิต คือ P2.0-P2.7 ใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปแล้วยังใช้เป็นตัวส่ง Address ไบต์สูงเพื่อติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก
29	PSEN	สัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเมื่อขานี้ถูกกระตุ้นจะมีลอจิกเป็น "0" จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกและถ้าเป็นการอ่านโปรแกรมภายในขานี้จะไม่มีการกระตุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 (ต่อ) ขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951

ขา	สัญลักษณ์	หน้าที่
30	ALE	เป็นขาส่งสัญญาณออกไปภายนอกเพื่อควบคุมการ Latch ค่าตำแหน่งไบต์ต่ำจากพอร์ต 0
31	EA	ใช้ติดต่อกับหน่วยความจำภายในและภายนอก
32-39	Port 0	มี 8 บิตคือ P0.0-P0.7 มีโครงสร้างแบบ Open Drain, Bi-Directional โดยสามารถใช้งานได้ 2 หน้าที่คือ Address Bus และ Data นอกจากนี้ยังใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตได้
40	Vcc	ต่อกับไฟ +5 V

2.7.5 การจัดการหน่วยความจำของ 8951

หน่วยความจำโปรแกรม(ProgramMemory)เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปของภาษาเครื่องซึ่งต้องการให้ 8951 ทำงาน เมื่อ 8951 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำโปรแกรมไปทำการถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่น ๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้นหน่วยความจำนี้เป็นแบบรอมและผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นภาษาเครื่องของ 8951 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการส่วนที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมก็คือรอมขนาด 4 กิโลไบต์

2.7.6 ฐานเวลาในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

แมชชีนไซเคิลคือรอบการทำงานของคำสั่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดในการทำคำสั่งใดคำสั่งหนึ่งถ้าเป็นคำสั่งที่ซับซ้อนมากก็ต้องใช้เวลานาน 2-3 แมชชีนไซเคิล

1แมชชีนไซเคิล จะประกอบด้วยสัญญาณนาฬิกาจำนวน 12 ลูกโดยสัญญาณนาฬิกาแต่ละลูกเรียกว่า “เฟส” (Phase) สัญญาณนาฬิกา 2 เฟส รวมกันเป็น 1 สเตทเพราะฉะนั้นใน 1 แมชชีนไซเคิลจึงมี 6 สเตท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.7 การทำงานของ 8951

เมื่อป้อนไฟเลี้ยงให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951 ซึ่งมีวงจรรีเซตเมื่อปิดเครื่องจะเกิดการรีเซตการทำงาน ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ 8951 เริ่มจากภาคโปรแกรมเคาน์เตอร์ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมลงไปบนเส้นทางหมายเลข 1 เส้นทางนี้มีขนาด 16 บิต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมลงไปบนเส้นทางหมายเลข 1 เส้น ทางนี้มีขนาด 16 บิตค่าตำแหน่งหน่วยความจำนี้ถูกส่งไปเก็บไว้ที่ Program Address Register ค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะปรากฏลงบัส 16 บิต หมายเลข 2 ถ้าเป็นค่าตำแหน่งของหน่วยความจำแรกหลังจากรีเซตค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะเป็น 0000H หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมการเลือกได้ว่าเป็นรอมภายในหรือภายนอก 8951 โดยการป้อนสภาวะของลอจิกเข้าไปที่ 8951 ทางขา EA ซึ่งจะต่ออยู่กับส่วนของวงจรนับเวลาและวงจรควบคุมถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าที่ขา EA เป็นการเลือกใช้รอมภายใน 8951 โดยที่วงจรนับเวลาและวงจรควบคุมจะสร้างสัญญาณไปยังรอมภายในให้ส่งข้อมูลเป็นคำสั่งจากตำแหน่งที่ถูกชี้ด้วยค่าตำแหน่งที่ส่งมายังเส้นทางหมายเลข 2 ข้อมูลจากรอมถูกส่งไปยังเส้นทางหมายเลข 3 ที่เรียกว่าเส้นทางข้อมูลภายในแล้วนำไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ IR (Intruction Register) เพื่อส่งไปให้กับวงจรนับเวลาและวงจรควบคุมทำการถอดรหัสแล้วควบคุมการทำงานส่วนอื่น ๆ ต่อไปในกรณีที่เลือกรอมภายนอก โดยป้อนลอจิก 1 เข้าที่ขา EA จะทำให้วงจรเวลาและวงจรควบคุมส่งสัญญาณไปยังพอร์ต 0 และพอร์ต 0 เพื่อส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนเส้นทางหมายเลข 2 ออกไปชี้หน่วยความจำภายนอกจากนั้นจะอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเจ้ามาทางพอร์ต 0 ไปยังเส้นทางข้อมูลภายในแล้วไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ IR เพื่อทำงานต่อไปเหมือนกับตอนอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งจากรอมภายในการทำงานในช่วงค่าตำแหน่งในหน่วยความจำไปยังหน่วยความจำแล้วอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ IR เรียกว่า "ช่วงของการเฟตซ์ (Fetch)" ช่วงต่อไปจะเป็นช่วงของการทำงานตามคำสั่งเรียกว่า "Execute Cycle"

2.8 ชุดอินเตอร์เฟสโทรศัพท์เคลื่อนที่

ชุดอินเตอร์เฟสในปัจจุบันนับว่ามีประโยชน์อย่างมากไม่ว่าจะเป็นในส่วนของการใช้ในสำนักงานและส่วนประโยชน์ที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งคือ การนำชุดแปลงสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่นี้ไปใช้ในสำนักงานและในที่ทำงานบางแห่งอาจจำเป็นต้องใช้โทรศัพท์ทางไกลหรือติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่บ่อย ๆ ซึ่งถ้าใช้โทรศัพท์พื้นฐานธรรมดาจะทำให้สิ้นเปลืองค่าโทรศัพท์อย่างมากแต่ถ้าใช้ชุดแปลงสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่แปลงสัญญาณจากโทรศัพท์พื้นฐานเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้มากเนื่องจากมีทั้งโปรโมชั่น โทรฟรีหรือโทรเหมาจ่ายด้วยค่าโทรอัตราเดียวทั่วประเทศ ตัวอย่างเช่น ถ้าพนักงานคนหนึ่งต้องการโทรศัพท์ทางไกลก็บอกโอเปอร์เรเตอร์ให้โอนคู่สายโทรศัพท์ของพนักงานคนนั้นเข้ากับชุดแปลงสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่านี้ก็เรียบร้อยไม่ต้องเสียค่าโทรทางไกลในราคาที่แพงและยังใช้ได้กับตู้สาขาในบางแห่งที่คู่สายจากองค์การเข้าไม่ถึงขาดแคลนเครื่องโทรศัพท์สาธารณะจะโทรแต่ละครั้งก็ต้องเดินทางเข้าตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมืองเป็นระยะทางไกลซึ่งบางหมู่บ้านในประเทศไทยอาจประสบปัญหานี้อยู่ วิธีที่สามารถทำให้แต่ละบ้านมีโทรศัพท์ใช้ก็คือ ต้องมีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เข้าไปถึงพื้นที่นั้นถ้าบ้านใครมีงบประมาณมากหน่อยก็อาจทำแบบวิธีแรกตามที่กล่าวไปแล้วซึ่งส่วนใหญ่แต่ละบ้านฐานะค่อนข้างยากจนอยู่ดังนั้นวิธีที่สามารถทำให้ทุกบ้านมีโทรศัพท์ใช้นั้นก็ต้องมีจุดศูนย์กลางเครือข่ายหรือตู้สาขานั้นเองและตู้สาขาจะทำหน้าที่เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่เข้ากับตู้สาขา เช่น ตู้สาขาเข้า 10 ออก 30 หมายถึงมีโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นตัวเชื่อมต่อสัญญาณ 10 เบอร์ (10 เครื่อง) ส่วนคู่สายโทรศัพท์จากตู้สาขาก็จะแยกไปแต่ละล้านได้จำนวน 30 เบอร์ (30 เครื่อง) ยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีคนโทรเข้ามาก็จะมีเสียงตอบรับจากตู้สาขาว่า “กรุณากดเบอร์บ้านที่ต้องการติดต่อ” และกรณีที่แต่ละบ้านต้องการโทรออกก็จะต้องการกด 0 นำหน้าเบอร์ที่ต้องการโทรออกด้วยพร้อมกันนั้นตู้สาขาก็จะบันทึกข้อมูลการโทรออกเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานในการชำระค่าโทรศัพท์ต่อไป

ตารางที่ 2.14 ชื่อและหน้าที่ของขาต่าง ๆ ในคอนเน็คเตอร์โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45

ขาที่	ชื่อขา	หน้าที่
1	IN DC	รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้ามาชาร์จแบตเตอรี่
2	DATA IN	รับข้อมูลแบบอนุกรมจากภายนอก
3	GND	กราวด์ของระบบดิจิตอล
4	DATA OUT	ส่งข้อมูลแบบอนุกรมสู่ภายนอก
5	+5 VOLT	แรงดันเอาต์พุต +5 โวลต์
6	TEST	ต่อกับไฟ +5 โวลต์ เมื่อต่อการอินเตอร์เฟส
7	MUTE	เปิด/ปิดเสียงลำโพง
8	INTERNAL/EXTERNAL	ต่อกับกราวด์เมื่อเลือกใช้แฮนด์ฟรี
9	GND	กราวด์ของระบบแอนนาลอก
10	BF IN	อินพุตของสัญญาณเสียง
11	BF OUT	เอาต์พุตของสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยกตัวอย่างหลักการของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 เท่านั้นหลักการควบคุมโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้สามารถกดเบอร์โทรออก รับสาย และวางหูนั้นจะใช้วิธีการทางอินเตอร์เฟสผ่านทางพอร์ตข้อมูลของโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งพอร์ตข้อมูลนี้จะอยู่บริเวณท้ายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งจะมีสัญญาณในการใช้งานอยู่ที่ 12 ขา แต่ละขาจะมีชื่อและหน้าที่ดังตารางที่ 2.14

การใช้งานจริงจะใช้แค่ 10 ขาเท่านั้นโดยไม่ใช้ขาที่ 7 กับขาที่ 10 ส่วนขาที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสส่งรหัสคำสั่งควบคุมการโทรออก การรับสาย และการวางหูนั้นคือขา 2 (DATA IN) การส่งรหัสคำสั่งสามารถส่งจากคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ต RS232 หรือจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีพอร์ตอนุกรม (UART) ได้เนื่องจากพอร์ตรับส่งข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นที่ใช้นี้มีระดับสัญญาณเป็น TTL ดังนั้นถ้าใช้พอร์ต RS232 ของคอมพิวเตอร์จะต้องผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณจากระดับ RS232 ของคอมพิวเตอร์จะต้องต่อผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณจากระดับ RS232 ให้เป็นระดับ TTL เสียก่อนแต่ถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถต่อกับพอร์ตอนุกรมได้โดยตรงข้อมูลที่จะส่งเป็นแบบอนุกรม (UART) ใช้รูปแบบการส่งข้อมูลแบบในลักษณะ 9,600-N-8-1 คือมีอัตราการส่งข้อมูล 9,600 บิตต่อวินาที

2.8.1 การอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะเป็นการสื่อสารที่ทำการรับ-ส่งข้อมูลโดยใช้สายจำนวนน้อยซึ่งปรกติให้ใช้เพียง 1 คู่เท่านั้น คือ สายสัญญาณที่จะใช้เป็นสายข้อมูลและสายกราวด์ลักษณะของการรับ – ส่ง ข้อมูล ข้อมูลจะส่งออกไปหรือรับเข้ามาในลักษณะที่เป็นบิตต่อบิตซึ่งถ้าเปรียบเทียบกันกับการสื่อสารแบบขนานที่จำนวนข้อมูลและด้วยอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลที่เท่ากันแล้วจะพบว่าการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะต้องใช้เวลาในการรับและส่งข้อมูลมากกว่าอย่างแน่นอนแต่เมื่อพิจารณาข้อดีของการสื่อสารแบบอนุกรมแล้วจะพบข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมคือการใช้สายสัญญาณน้อยกว่ากันและสามารถส่งสัญญาณในระยะทางที่ไกลกว่าแม้ว่าอัตราการลดทอนหรือผิดเพี้ยนของสัญญาณที่มีผลจากความยาวของสายสัญญาณจะมีค่าเท่ากับการสื่อสารข้อมูลแบบขนานการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะมีวิธีการในการที่จะลดผลจากการลดทอนของสัญญาณนี้โดยอาศัยหลักการรับส่งสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียลดังนั้นการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจึงเหมาะสำหรับใช้กับการสื่อสารข้อมูลในระยะทางที่ไกลหรือการสื่อสารที่ต้องใช้สายหรือช่องสัญญาณในการรับ – ส่งข้อมูลในจำนวนน้อย เช่น การสื่อสารข้อมูลในโครงข่ายแบบท้องถิ่น

2.8.1.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งตามทิศทางของข้อมูล

นอกจากที่ได้กล่าวมาแล้วจะพบว่าการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมยังสามารถที่จะแบ่งตามลักษณะของทิศทางในการสื่อสารข้อมูลตามโครงสร้างและความต้องการของระบบได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสื่อสารข้อมูลในทิศทางเดียวตลอดเวลาหรือแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่สามารถใช้ส่งข้อมูลได้ทางเดียวเท่านั้น เมื่อทำการสื่อสารในทิศทางใดก็จะใช้ทิศทางนั้นตลอดเวลา โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง เช่น การส่งสัญญาณภาพจากสถานีโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์หรือการส่งข้อมูลจากศูนย์บริการไปยังวิทยุติดตามตัว

2. การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทาง ตลอดเวลาหรือแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่สามารถส่งได้ 2 ทิศทางโดยจะทำการส่งข้อมูลในลักษณะของการผลัดกันรับและส่งโดยในขณะเวลาหนึ่งนั้นสัญญาณจะไปได้ในทิศทางเดียวเท่านั้นดังนั้นอุปกรณ์แต่ละตัวที่จะเชื่อมต่อหรือสื่อสารข้อมูลในลักษณะนี้จะต้องเป็นได้ทั้งตัวรับ และตัวส่งซึ่งมีชื่อเรียกว่า ทรานซีฟเวอร์ (Transceiver) และจะต้องมีวงจรที่จะเลือกว่า ณ เวลานั้นจะทำงานเป็นตัวรับหรือตัวส่ง

3. การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางตลอดเวลาหรือแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่คล้ายกับแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์แต่เป็นการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ 2 ทิศทางแบบตลอดเวลา

2.8.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

การอินเตอร์เฟสตามมาตรฐานของ RS-232C มีข้อจำกัดไว้คือ ความยาวของสายเคเบิลไม่เกิน 50 ฟุต และความเร็วในการส่งไม่เกิน 20 กิโลบิตต่อวินาที และ RS-232C ถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับการส่งที่มีความเร็วสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากความต้องการในการสื่อสารข้อมูลผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์มีมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นจึงได้กำหนดมาตรฐานที่เรียกว่า RS-232C ขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานแก่อุปกรณ์ที่ถูกผลิตขึ้นจากบริษัทต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา Bell System Operating Telephone Companies เป็นบริษัทหลักบริษัทแรกที่เป็นผู้ผลิตและติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูล และเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสอุปกรณ์ดิจิตอลกับโทรศัพท์รายใหญ่ ซึ่งอุปกรณ์นี้ก็คือ Bell Modem ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดย Bell Labolatories และถูกใช้เป็นมาตรฐานในงานอุตสาหกรรมจนถึงปัจจุบันนี้ดังนั้นความต้องการเกี่ยวกับข้อมูลข้อกำหนดในการอินเตอร์เฟสกับโมเด็มจึงมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการนี้ EIA, Bell System และผู้ผลิตโมเด็มรายอื่น ๆ จึงได้ร่วมมือกันตั้งมาตรฐาน RS-232C ขึ้น

มาตรฐาน RS-232C ได้ถูกตีพิมพ์โดย EIA ในปี ค.ศ. 1969 โดยตัวอักษร RS แทน "Recommended Standard" 232 แทนหมายเลขของมาตรฐานส่วนอักษร C แสดงให้เห็นว่ามาตรฐานได้รับแก้ไขกี่ครั้ง

มาตรฐาน RS-232C จะมีโครงสร้างการสื่อสารที่เป็นแบบจุดต่อจุดเท่านั้น โดยมีลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าและทางกายภาพ

เพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่างทำงานร่วมกันได้มาตรฐานหลายชนิดจึงได้รับการออกแบบขึ้นมาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางคือ RS-232C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

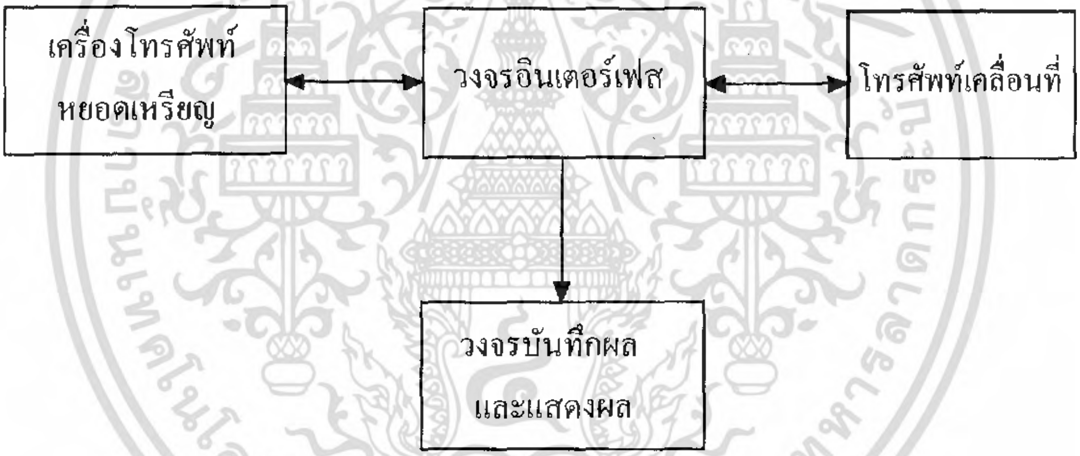
ลักษณะการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนั้นจะเป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลจะรับ-ส่งโดยผ่านสายหรือช่องสัญญาณพร้อมกันหลาย ๆ เส้น โดยจำนวนของสัญญาณจะมีจำนวนที่ไม่แน่นอนต้องขึ้นอยู่กับโครงสร้างการประมวลผลข้อมูลนั้น ๆ ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบนี้ก็คือ สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้ในระยะเวลาสั้นๆ แต่มีข้อเสียคือ จะสิ้นเปลืองสายสัญญาณเป็นจำนวนมากและถ้ายิ่งใช้ในการสื่อสารข้อมูลในระยะทางไกล ๆ นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายแล้วยังทำให้สัญญาณถูกลดทอนไปด้วย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

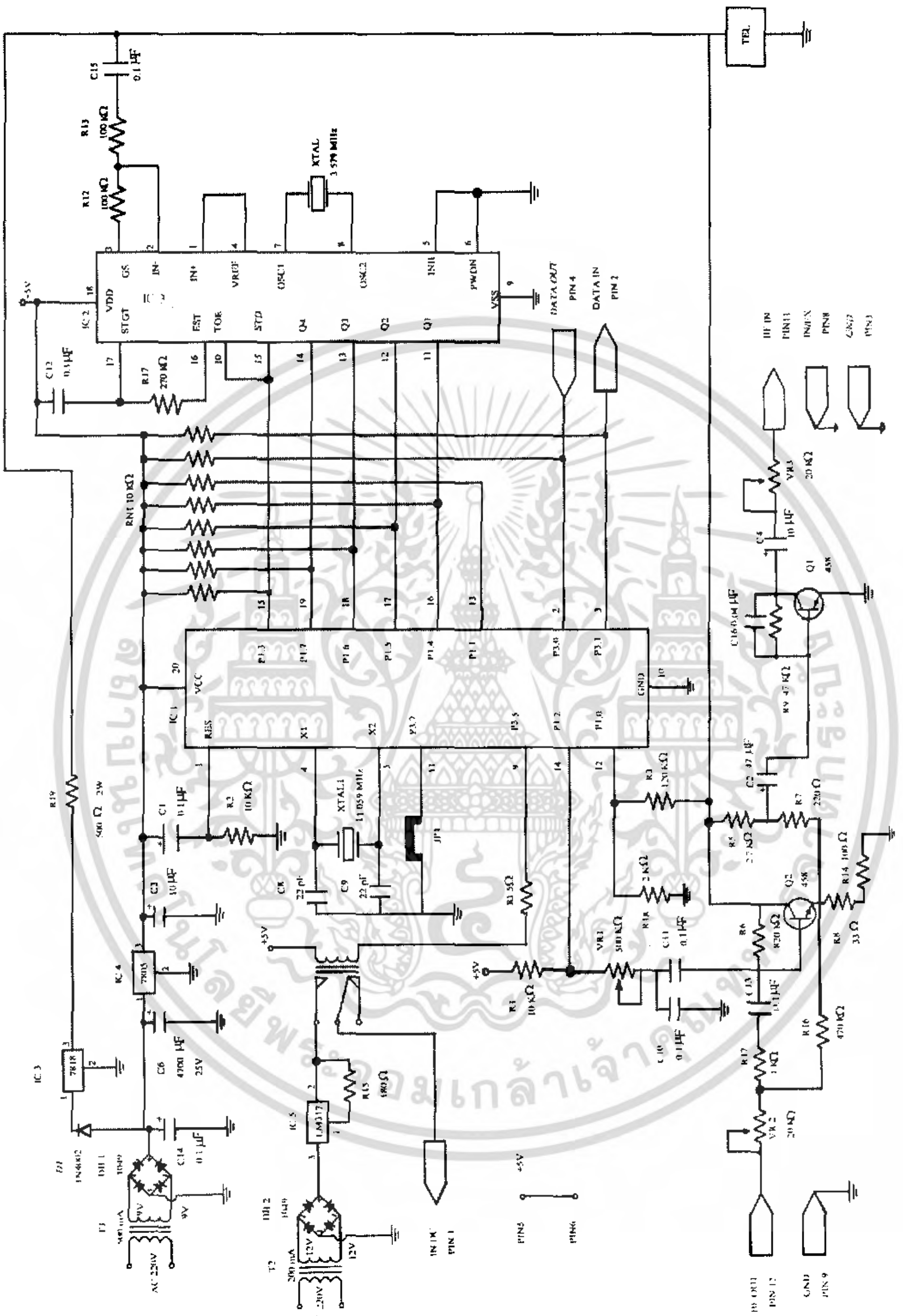
3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญเคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะโดยจะทำการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่ 1 วงจรอินเตอร์เฟสซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 และส่วนที่ 2 วงจรบันทึกผล ซึ่งการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟส และวงจรบันทึกผลประกอบด้วยกันหลายส่วนโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรอินเตอร์เฟส

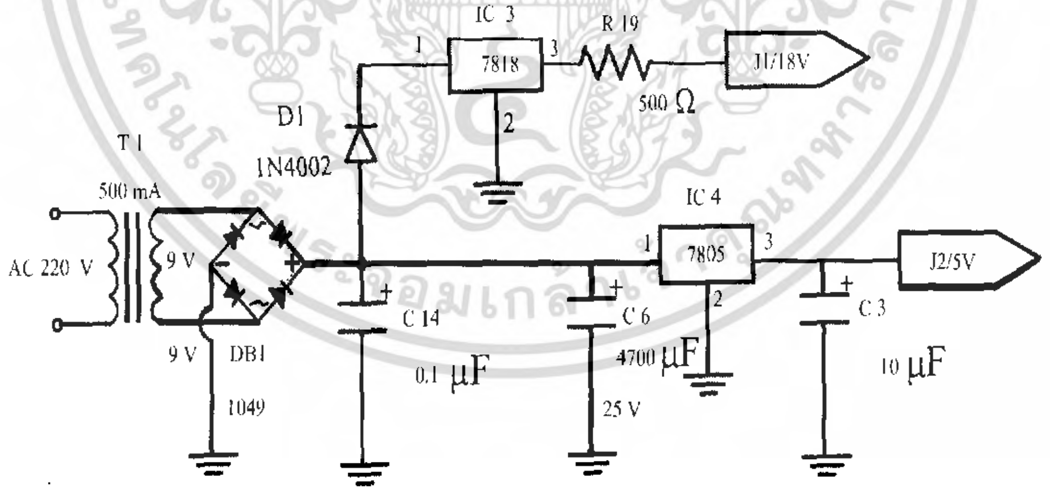
3.2.1 การออกแบบและการสร้างวงจรอินเตอร์เฟส

การออกแบบและการสร้างวงจรอินเตอร์เฟสซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 โดยจะแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ ส่วนของวงจงแหล่งจ่ายไฟ ส่วนของวงจรชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 ส่วนของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนของวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ และส่วนของวงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์

3.2.2 การทำงานของวงจรอินเตอร์เฟส

การทำงานทั้งหมดของวงจรจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดโดยจะรับสัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญแล้วทำการแปลงสัญญาณจากนั้นก็ทำการส่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นตัวส่งไปยังเลขหมายปลายทาง ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่นอกจากนี้ยังมีทรานซิสเตอร์เบอร์ C458 ทำหน้าที่เป็นตัวสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ระหว่างเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อสนทนาผู้รับสายปลายทาง โดยจะแบ่งอกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า

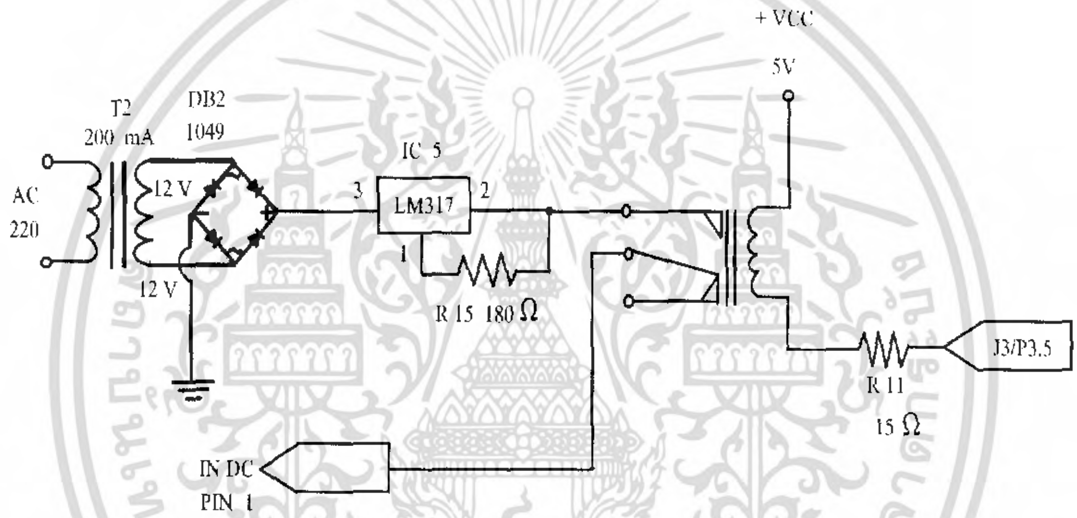


รูปที่ 3.3 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า 18 โวลต์ และ 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.3 เป็นวงจรที่ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟ 18 โวลต์ที่ออกจากหม้อแปลง T1 (18V/500mA) จะถูกแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ประมาณ 19 โวลต์ ตกคร่อมที่ตัวเก็บประจุ C6 และ IC5 เบอร์ 7818 จะทำหน้าที่ปรับแรงดันให้คงที่ออกมาเท่ากับ 18 โวลต์ เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญและเป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ โดยมีตัวต้านทาน R19 (500 โอห์ม) อนุกรมไว้เพื่อจำกัดกระแสให้เหมาะสมและ IC4 เบอร์ 7805 จะทำหน้าที่ปรับแรงดันให้คงที่ออกมาเท่ากับ 5 โวลต์เพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจรทั้งหมด

2. วงจรชาร์จแบตเตอร์รี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45

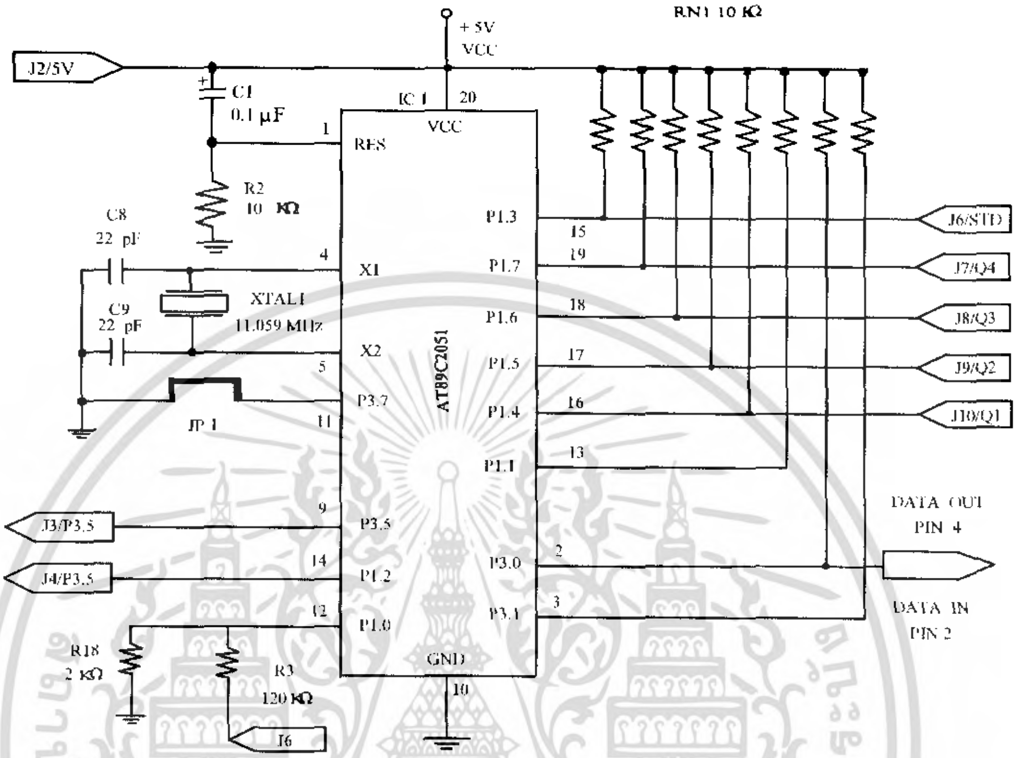


รูปที่ 3.4 วงจรชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์เคลื่อนที่ซีเมนส์รุ่น C45

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรชาร์จแรงดันของแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 ประกอบด้วยหม้อแปลง T2 ทำหน้าที่จ่ายแรงดัน 12 โวลต์ ให้กับ IC43เบอร์ LM317 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวจำกัดกระแสที่จะชาร์จให้คงที่อยู่ที่ประมาณ 200 มิลลิแอมป์โดยให้ค่า R15 เป็นตัวจำกัดกระแส เหตุผลที่ต้องให้กระแสต่ำในการชาร์จก็เพื่อไม่ให้ร้อนมากเกินไปเมื่อขณะทำการชาร์จแต่ว่าแบตเตอรี่จะถูกชาร์จเต็มก็ใช้เวลาในการชาร์จนานพอสมควรทั้งนี้เพื่อเป็นการถนอมแบตเตอรี่ให้ใช้งานได้นานขึ้น เมื่อไม่มีการยกหูโทรศัพท์ภายนอก แบตเตอรี่จะถูกชาร์จอยู่ตลอดเวลาเข้าทางขา IN DC(PIN1) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามหลักแล้วเมื่อมีการชาร์จเต็มโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็จะหยุดชาร์จเองโดยอัตโนมัติแต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์หยอดเหรียญ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณจากขาพอร์ต P3.5 ไปสั่งรีเลย์ RY1 ให้ตัดการชาร์จแบตเตอรี่ทันทีทั้งนี้ถ้าไม่ตัดการชาร์จแบตเตอรี่ในขณะใช้งานโทรศัพท์ก็จะได้ยินเสียงรบกวนเข้ามาแทรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



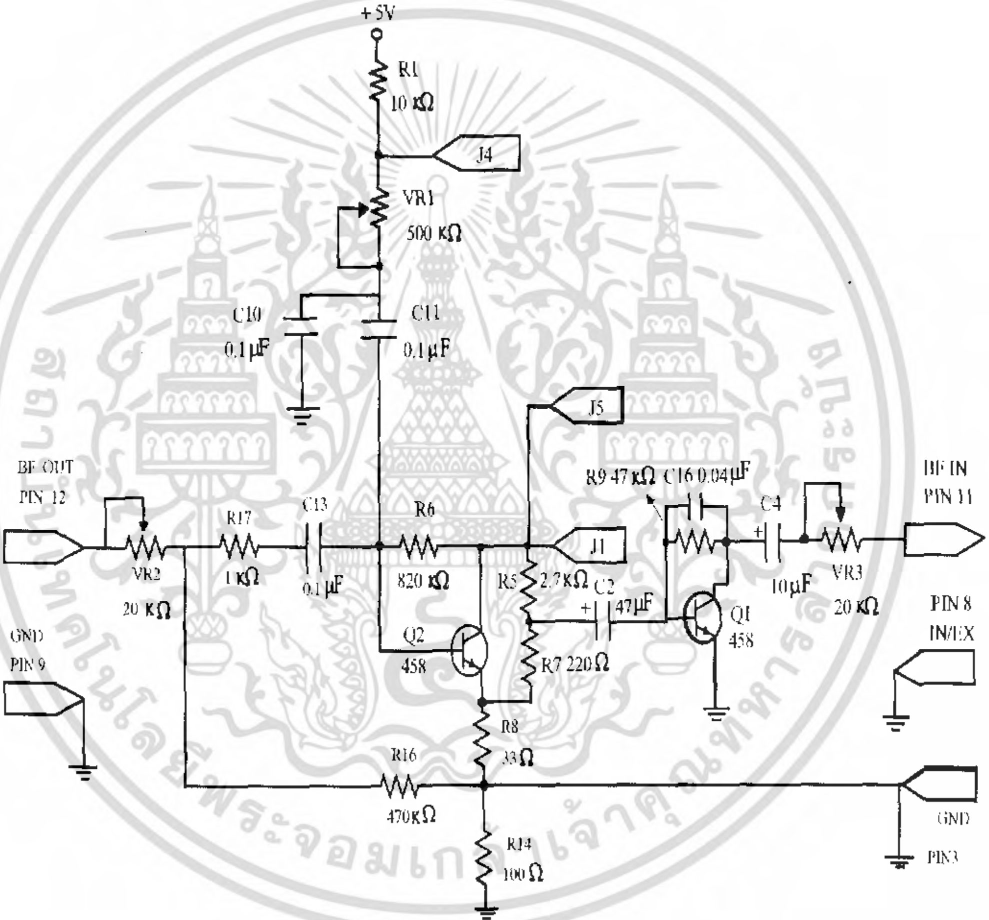
รูปที่ 3.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์หรือวงจรควบคุมซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT 89C2051 เป็นตัวควบคุมการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟสทั้งหมดเมื่อมีกรยกหูจากเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญจะทำให้แรงดันในคู่สายโทรศัพท์ 18 โวลต์ ตกลงเหลือประมาณ 9 โวลต์ โดยมีตัวต้านทาน R3 และ R18 ทำหน้าที่แบ่งแรงดันจากคู่สายโทรศัพท์เพื่อส่งไปยังขาพอร์ต P1.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งขานี้จะทำหน้าที่เปรียบเทียบแรงดันกับขาพอร์ต P1.1 ซึ่งมีจะมีแรงดันตกคร่อมอยู่ประมาณ 5 โวลต์ถ้าไม่มีการยกหูโทรศัพท์แรงดันตกคร่อมขาพอร์ต P1.0 จะมีค่ามากกว่าขาพอร์ต P1.1แต่เมื่อไรที่ทำการยกหูเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญขึ้นแรงดันที่ตกคร่อมขาพอร์ต P1.0 จะลดลงเหลือน้อยกว่าขาพอร์ต P1.1 ดังนั้นเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับรู้และทำการส่งสัญญาณไดอัลโทน (Dial Tone) หรือสัญญาณแมวกรนออกมาจากขาพอร์ต P1.2 และเข้ามายังอินพุตของวงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ผ่าน VR1 และ C11 สัญญาณไดอัลโทนจะส่งออกมาเป็นเวลาประมาณ 15 วินาที แล้วหลังจากนั้นก็จะตามด้วยสัญญาณว่าอีกประมาณ 45 วินาที หลังจากนั้นเสียงก็จะหยุดเงียบไปสัญญาณเหล่านี้จะเป็นสัญญาณหลอกที่สร้างขึ้นโดยเลียนแบบสัญญาณจากชุมสายโทรศัพท์ ส่วนขาพอร์ต P3.1 เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับรู้ข้อมูลจากส่วนของวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องทำการส่งรหัสคำสั่งในการโทรออกเป็นข้อมูลแบบอนุกรมไปเข้าที่ขา DATA IN (PIN 2) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ส่วนขาพอร์ต P3.0 จะต่ออยู่กับขา DATA OUT (PIN 4) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อที่จะรอรับสัญญาณริงโทน (Ring Tone) เมื่อมีสายเรียกเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งรหัสคำสั่งรับสายออกไปให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ต่อเมื่อเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญยกหูขึ้นเท่านั้นถ้าเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญวางหูลงไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งรหัสคำสั่งวางหูออกไปให้โทรศัพท์เคลื่อนที่

4. วงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์



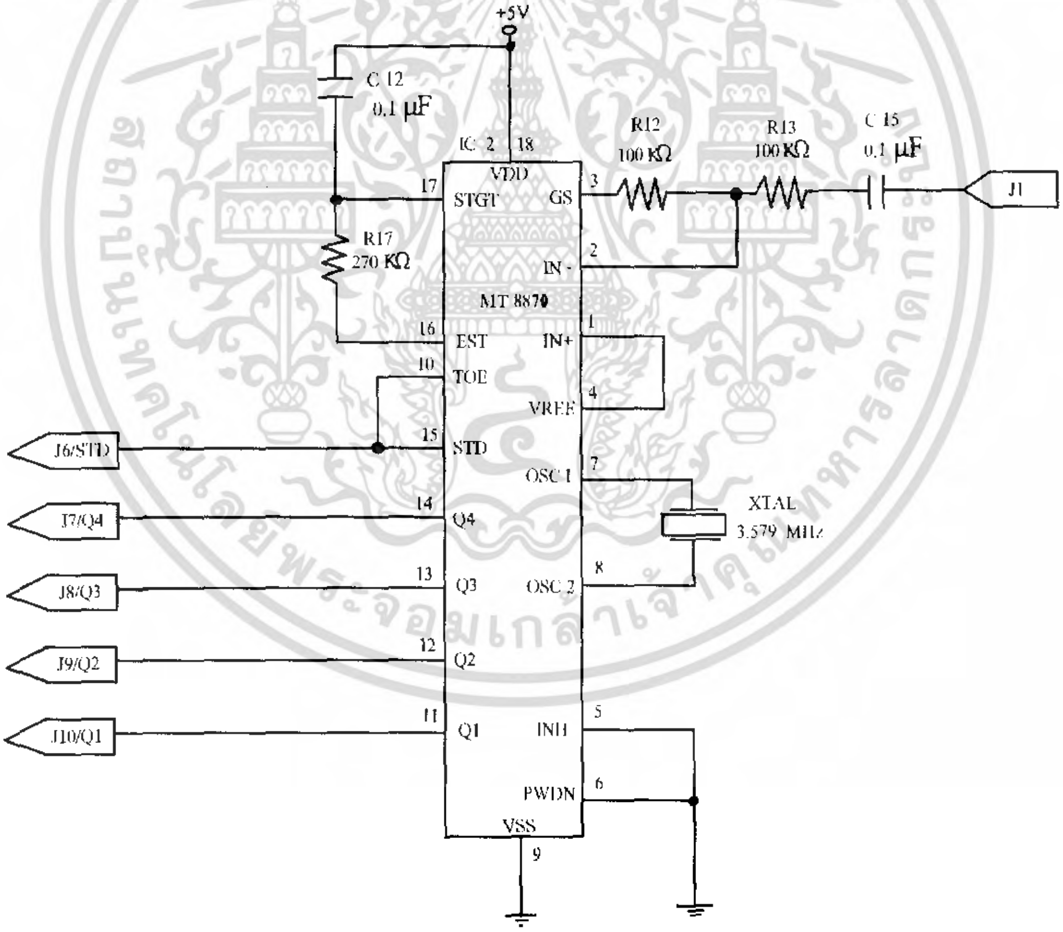
รูปที่ 3.6 วงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.6 เป็นวงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดเริ่มจากขา BF OUT (PIN 12)คือเอาต์พุตสัญญาเสียงจากลำโรงโทรศัพท์เคลื่อนที่จะมาเข้าที่ VR2 และทำหน้าที่ปรับระดับสัญญาณเสียงสนทนาจากนั้นเสียงจะเข้ามายังทรานซิสเตอร์ Q2 เพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ออกไปยังเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญภายนอกเพื่อรับฟังสัญญาณเสียงจากโทรศัพท์เคลื่อนที่

ส่วนของสัญญาณ BF IN (PIN 11) คืออินพุตสัญญาณเสียงของโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อโทรศัพท์หยอดเหรียญมีเสียงพูดเข้ามาสัญญาณเสียงพูดจะถูกส่งมาตามคู่สายโทรศัพท์โดยผ่าน R5 และ C2 เข้าไปยังทรานซิสเตอร์ Q1 เพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียงพูดผ่าน VR3 ออกไปเข้าที่ขา BF IN(PIN 11) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้คนที่กำลังสนทนาได้ยินเสียงพูดขณะสนทนา

5. วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)



รูปที่ 3.7 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.7 เป็นวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่โดยใช้ IC2 MT8870 เป็นตัวถอดรหัส DTMF จากคู่สายโทรศัพท์เมื่อมีการกดปุ่มเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ เช่น กดเบอร์โทรออกในขณะที่มีสัญญาณไดอัลโทน ดังสัญญาณ DTMF ก็จะส่งผ่านไปตามคู่สายที่ได้สร้างหลอกไว้ สัญญาณ DTMF จะผ่าน C15 และ R13 เข้าไปยังไอซี MT8870 เพื่อถอดรหัสให้เป็นเลข BCD8421 แล้วส่งไปเข้าอินพุตของไอซีไมโครคอลโทรลเลอร์ที่ขาพอร์ต P1.4-P1.7 ส่วนที่ขาพอร์ต P1.3 จะคอยรับสัญญาณที่เป็นลอจิก 1 จาก IC2 ทุกครั้งที่มีการถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF) เมื่อไมโครคอลโทรลเลอร์ไดรับรหัส BCD8421 จาก IC2 แล้วก็จะทำการตรวจสอบหมายเลขเบอร์โทรที่กดเข้ามาว่าถูกต้องหรือไม่ถ้าถูกต้องแล้วไมโครคอลโทรลเลอร์จะส่งรหัสคำสั่งการโทรออกเป็นข้อมูลแบบอนุกรมออกมาจากขาพอร์ต P1.3 ไปเข้าขา DATA IN (PIN2) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.3 วงจรบันทึกผล

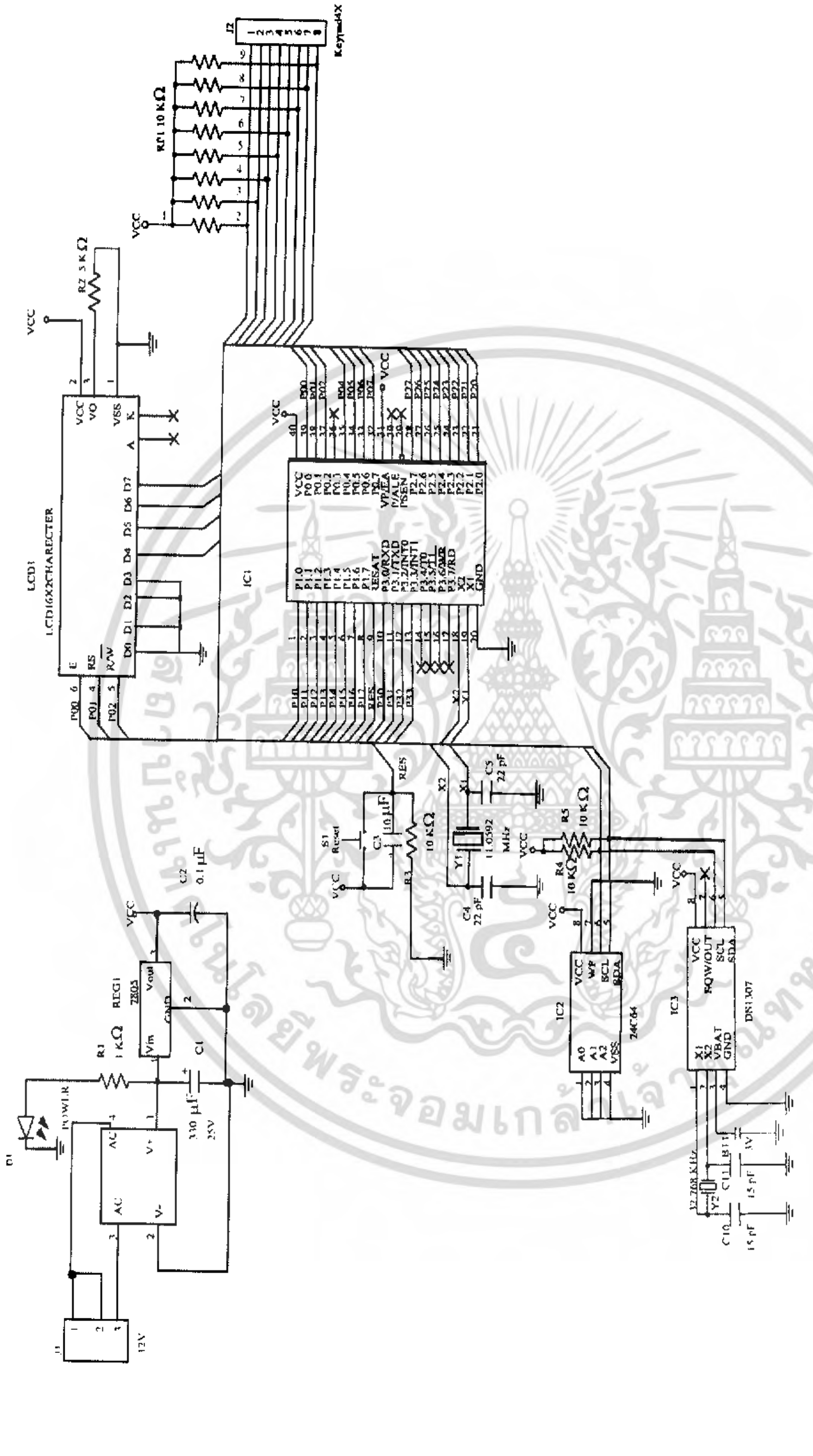
3.3.1 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจรบันทึกผล

การออกแบบและการสร้างวงจรบันทึกผล ซึ่งทำหน้าที่ในการบันทึกผล ลำดับผู้ใช้บริการเลขหมายปลายทาง เวลาที่เริ่มใช้บริการ วัน/เดือน/ปี และเวลาทั้งหมดที่ใช้บริการ โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปเก็บไว้ในอีอีพรอม เบอร์ 24C24 จากนั้นก็จะทำการแสดงผลการให้เจ้าของเครื่องทราบได้ภายหลัง

3.3.2 การทำงานของวงจรบันทึกผล

เป็นวงจรบันทึกข้อมูลการใช้บริการโทรศัพท์ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT 89C52 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่รอรับข้อมูลจากขาพอร์ต P3.0 DATA IN (PIN4) ของไอซีเบอร์ AT 89C52 ของวงจรอินเตอร์เฟส จากนั้นจะนำข้อมูลไปบันทึกเก็บไว้ในอีอีพรอมเบอร์ 24C46 แล้วนำไปแสดงผลบนจอแสดงผลแบบผนึกเหลวเมื่อมีผู้รับสายปลายทางผู้ใช้บริการจะกดปุ่ม Talk จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเริ่มนับเวลาโดยใช้เวลาจาก Real Clock (RTC) เบอร์ DS1370 ซึ่งทำหน้าที่เป็นนาฬิกาและปฏิทินให้กับวงจรบันทึกผล เมื่อมีการวางหูไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะการวางหูแล้วทำการหยุดนับเวลา หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำช่วงเวลาที่เริ่มนับมาทำการประมวลผลแล้วนำค่าที่ได้ไปบันทึกเก็บไว้ในอีอีพรอม หลังจากนั้นก็นำผลที่บันทึกเก็บไว้ไปแสดงผลแบบผนึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของโปรแกรมโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ

ในการออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะนั้น จะต้องมีการออกแบบโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งได้เลือกใช้โปรแกรมแอสแซมบลีและภาษาซี ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของวงจรอินเตอร์เฟส และส่วนของวงจรบันทึกผลและแสดงผลข้อมูลการใช้บริการโทรศัพท์

3.4.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟสสัญญาณของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟสสัญญาณของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญกับโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นได้ แบ่งออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้คือส่วนของการสร้างสัญญาณในคู่สายโทรศัพท์ ส่วนการเชื่อมต่อรีเลย์ในการชาร์จแบตเตอร์รี่ ส่วนของการรับค่าจากตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ส่วนของการสั่งโทรออก และรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอก

3.4.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการบันทึกผลข้อมูลการใช้บริการ

ในการออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรบันทึกข้อมูลการใช้บริการได้แบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ส่วนของการรอรับค่าจาก P3.0 (PIN4) ของชุดอินเตอร์เฟส ส่วนของการบันทึกผล ส่วนของการนับเวลา และส่วนของการแสดงผลการใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

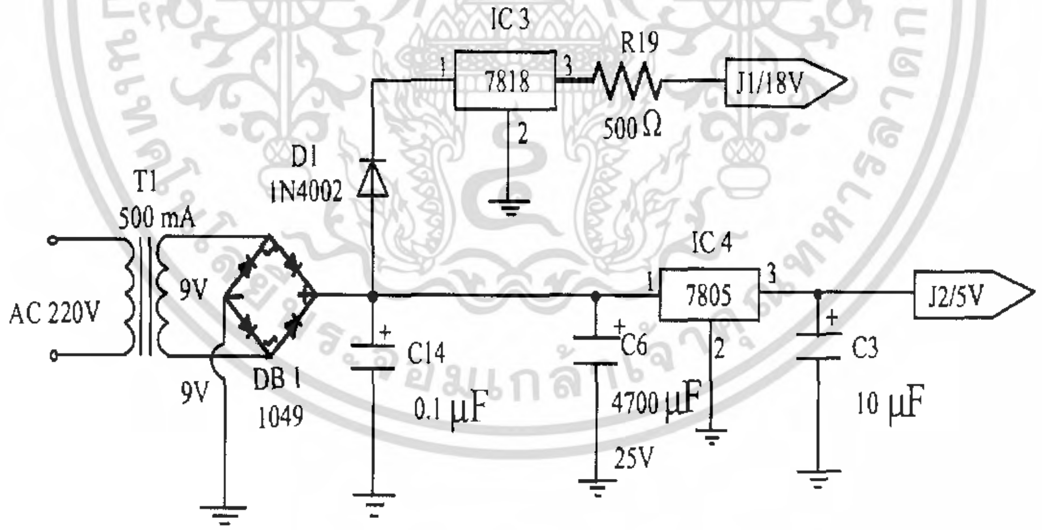
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

เพื่อให้ง่ายต่อการทดลองและการตรวจสอบการทำงานของระบบจึงได้แบ่งการทดลองของวงจรออกเป็นส่วนๆ คือส่วนที่ 1 การทดลองส่วนของวงจรแหล่งจ่ายไฟ ส่วนที่ 2 ส่วนของวงจรชาร์จแบตเตอรีโทรศัพท์เคลื่อนที่ ส่วนที่ 3 ส่วนของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนที่ 4 ส่วนของวงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ ส่วนที่ 5 ส่วนของวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ และส่วนที่ 6 ส่วนของวงจรบันทึกผล

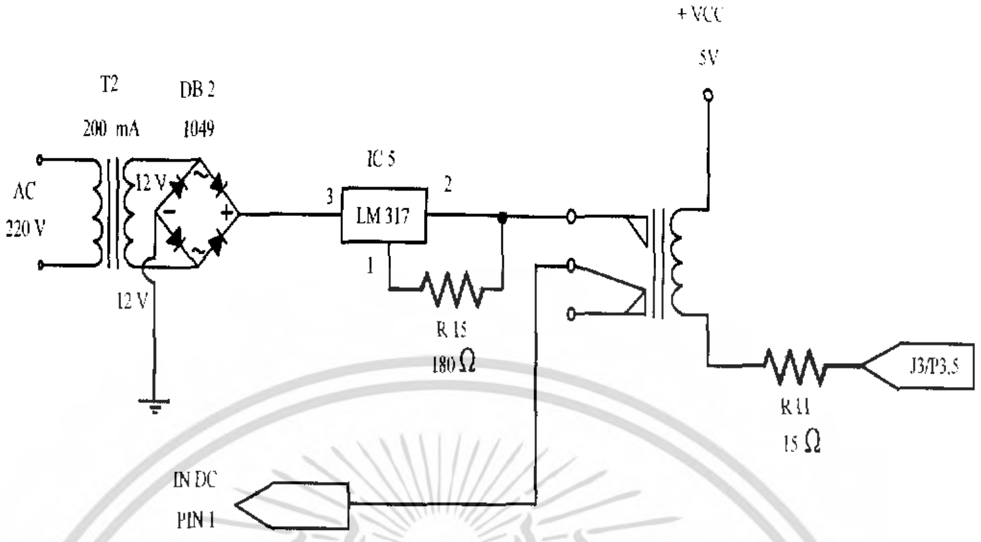
4.2 ทดลองส่วนของวงจรอินเตอร์เฟส

4.2.1 การทดลองวงจรแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 4.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 วงจรชาร์จแบตเตอร์รีโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45

4.2.1.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ประกอบวงจรแหล่งจ่ายไฟตามรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 แล้วทำการเปิดสวิตช์
2. ทำการทดลองโดยใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันที่เอาต์พุตของวงจรทั้งสอง

4.2.1.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ได้จากการวัดค่าแรงดันเอาต์พุตของวงจรตามรูปที่ 4.1 ค่าแรงดันที่วัดได้ คือ 18 โวลต์ จากเขา 2 ของไอซีเบอร์ LM 317 และวงจรที่ 4.2 ส่วนค่าแรงดันทางเอาต์พุตที่วัดได้คือ 5 โวลต์

4.2.2 การทดลองวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

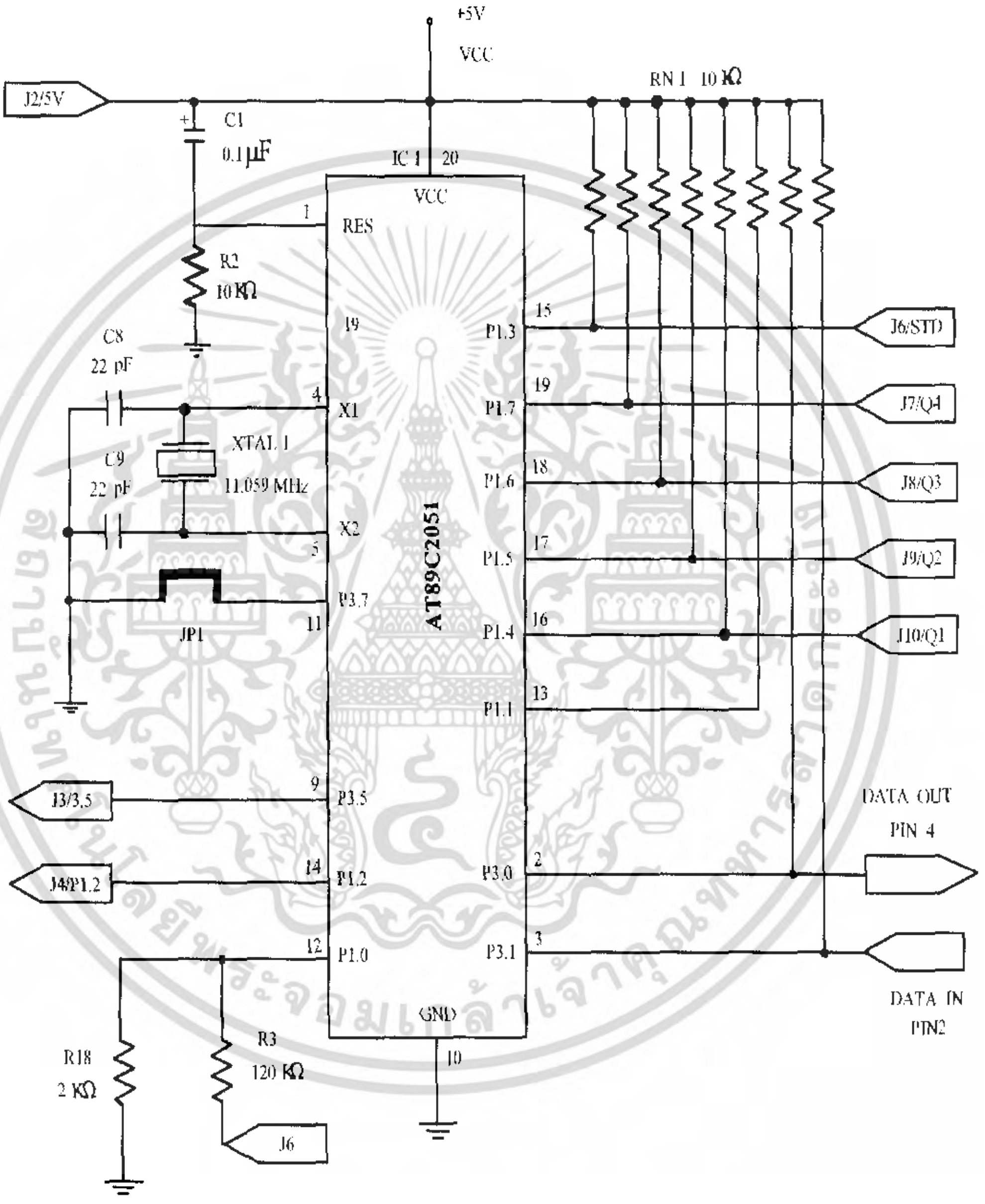
1. ประกอบวงจรในส่วนของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ตามรูปที่ 4.3
2. ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรและทำการจ่ายแรงดันไฟให้กับวงจร
3. ทำการวัดแรงดันเอาต์พุตที่ส่งไปให้รีเลย์และทำการวัดสัญญาณ Dial Tone Busy Tone และ Ring Tone

4.2.2.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองคือ เมื่อมีการยกหูจะเกิดการเปรียบเทียบแรงดันระหว่างเขา 13 ของพอร์ต P1.1 และ ขา 12 ของพอร์ต P1.0 เมื่อยกหูที่ขาพอร์ต P1.1จะมีแรงดันตกคร่อม 5 โวลต์และขาพอร์ต P1.0จะมีแรงดันตกคร่อม 3 โวลต์จากนั้นจะมีแรงดันไฟ +5 โวลต์ ส่งออกมาจากขา 9 ของพอร์ต P3.5 และมีสัญญาณ **Dial Tone** ออกมาเป็นเวลา 15 วินาทีดังรูปที่ 4.4 สำหรับ **Busy Tone** จะออกมาเป็นเวลา 45 วินาทีส่งออกมาจากขา 14 ของพอร์ต P1.2ดังรูปที่ 4.5 ดังรูปที่ 4.5 และ Ring Tone จะออกมาจากขา 2

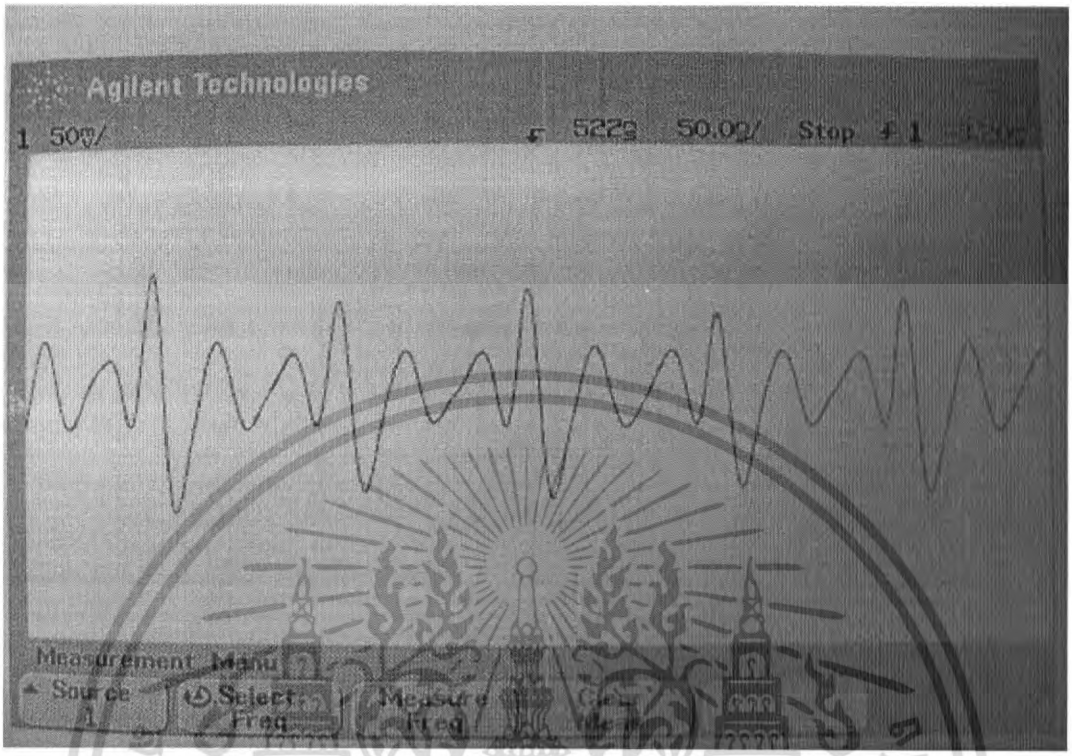
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพอร์ต P3.0ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งขาพอร์ต P3.0 นี้จะส่งคำสั่งโทรออกและวางสายซึ่งคำสั่งโทรออกคือ ATD ตามด้วยเลขหมายปลายทางอีก 9 หลัก และคำสั่งวางสายคือ ATH สั่งให้กบโทรศัพท์เคลื่อนที่และชุดบันทึกผล



รูปที่ 4.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

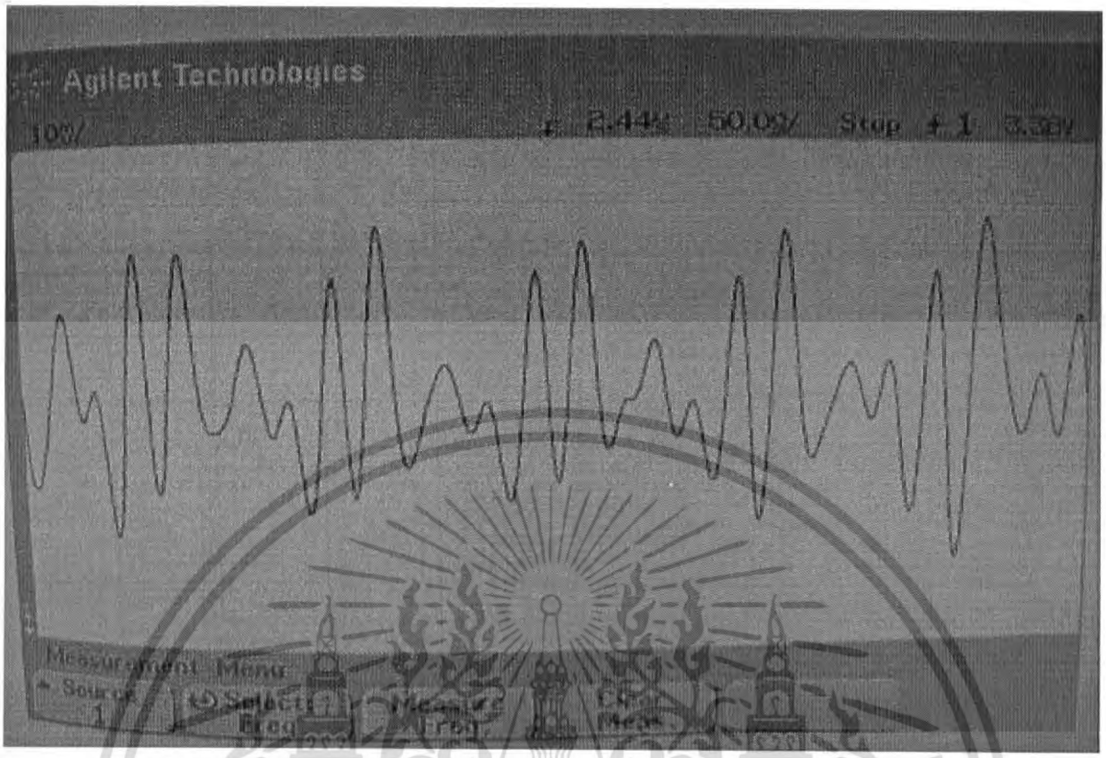
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณ Dial Tone

รูปที่ 4.5 สัญญาณ Busy Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 สัญญาณ Ring Tone

4.2.3 การทดลองวงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์

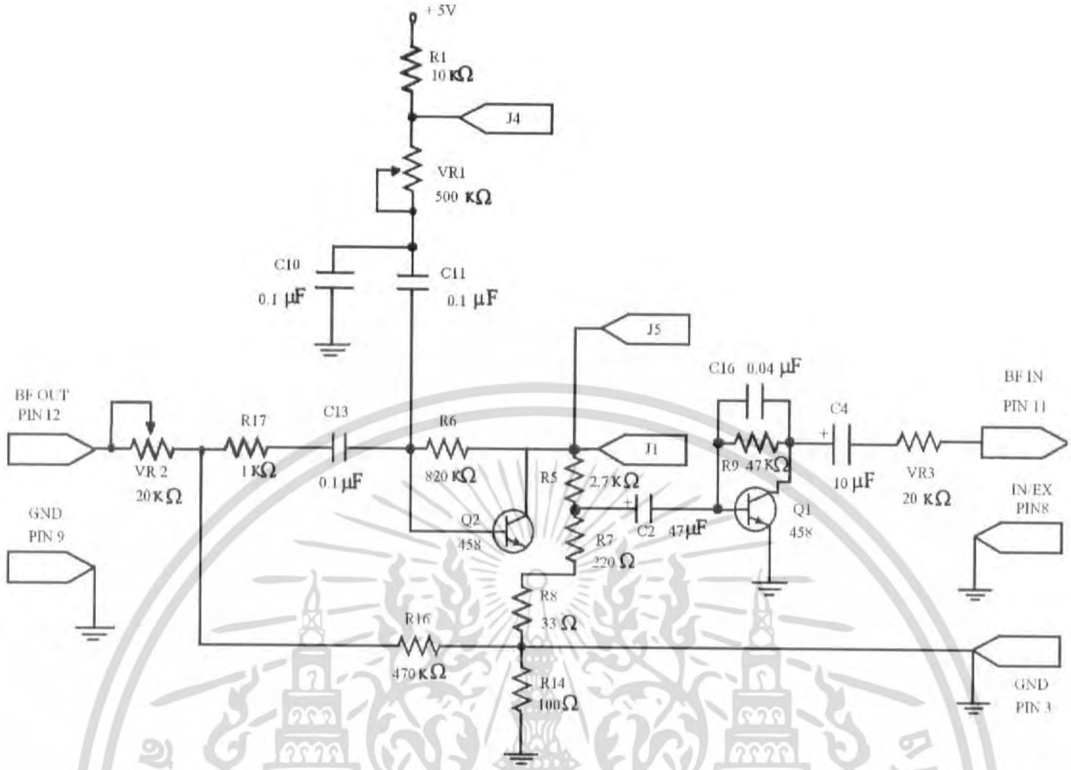
4.2.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.7
2. ทำการตรวจสอบความถูกต้องของวงจร
3. ทำการทดลองโดยจ่ายแรงดันไฟ DC 5 โวลต์
4. ทำการวัดสัญญาณ

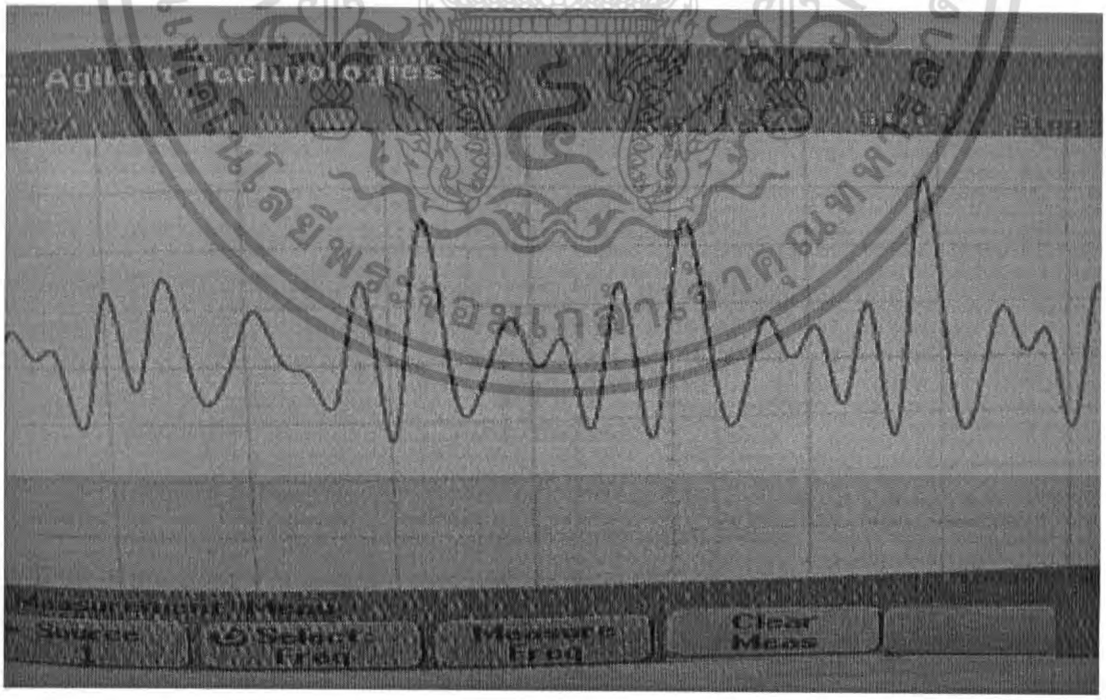
4.2.3.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ได้จากการวัดสัญญาณจาก BF OUT (PIN 12) จากโทรศัพท์เคลื่อนที่สัญญาณที่วัดได้ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และผลการทดลองของการวัดสัญญาณจาก BF IN (PIN 11) สัญญาณที่ออกจากเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญจะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

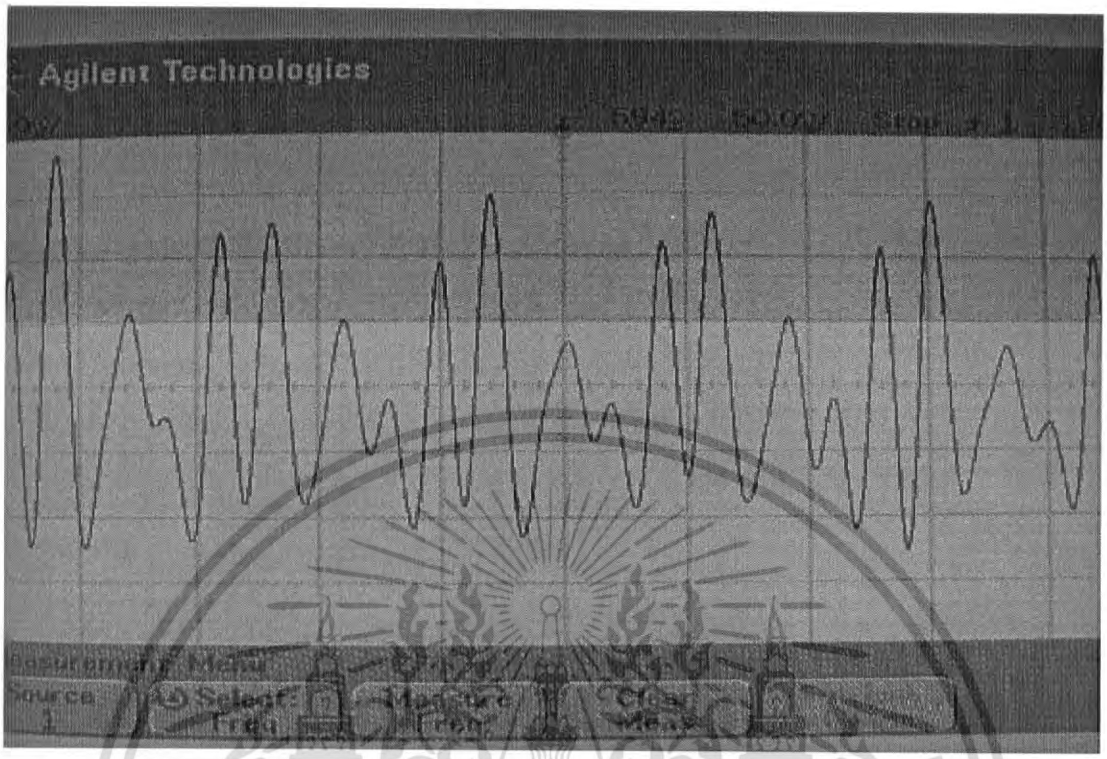


รูปที่ 4.7 วงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์



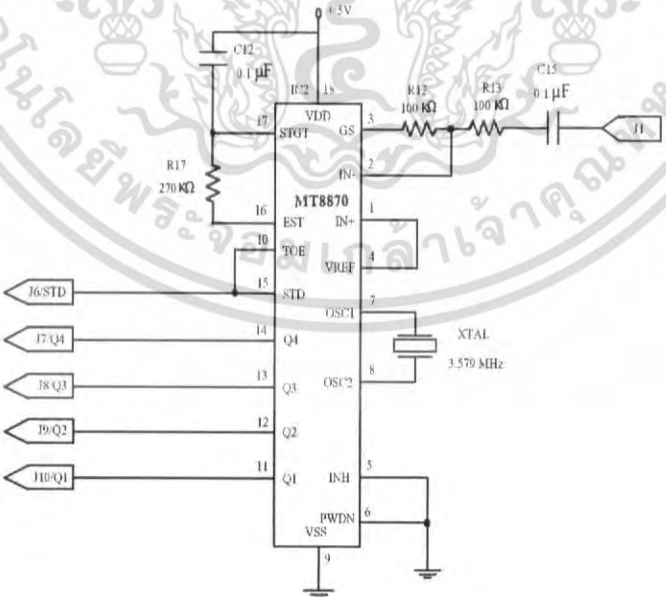
รูปที่ 4.8 สัญญาณเสียงพูดจากขา BF OUT ที่ต่อออกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 สัญญาณเสียงพูดจากขา BF IN ที่ออกจากเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ

4.2.4 การทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)



รูปที่ 4.10 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.10

2. ทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ใช้ทดลองเข้ากับวงจรตามรูปที่ 4.10

3. ต่อแอลอีดีแสดงผลที่เอาต์พุต Q1, Q2, Q3, Q4, และ STD ของ IC MT 8870

4. กดเลขหมายโทรศัพท์เข้ามายังคู่สายที่ต่ออยู่กับวงจร

5. กดเลขหมายโทรศัพท์ที่หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญจะเห็นว่าแอลอีดีสว่างขึ้นเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิตตามค่าของหมายเลขที่ทำการส่งมาส่วน STD จะสว่างทุกครั้งที่มีการยกหูหรือกดปุ่มใด ๆ ของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ ส่วนแอลอีดี Q1- Q4 จะติดค้างจนกว่าจะมีการกดหมายต่อไป

4.2.4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อทำการประกอบวงจรเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการทดลองกดเลขหมายโทรศัพท์จากหน้าปัทม์ของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญจะพบว่าแอลอีดีที่ต่อกับเอาต์พุตของวงจรจะแสดงผลเป็นระบบเลขฐานสองของขนาด 4 บิต เมื่อทำการแปลงเป็นเลขฐานสิบแล้วจะได้ค่าตรงตามที่ทำการกด และจะแสดงตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

เลขหมายหน้าปัทม์โทรศัพท์	เอาต์พุต				เลขฐานสิบ
	Q4	Q3	Q1	STD	
1	0	0	1	1	1
2	0	0	0	1	2
3	0	0	1	1	3
4	0	1	0	1	4
5	0	1	1	1	5
6	0	1	0	1	6
7	0	1	1	1	7
8	1	0	0	1	8
9	1	0	1	1	9
*	1	0	1	1	10
#	1	1	0	1	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ส่วนของวงจรบันทึกผล

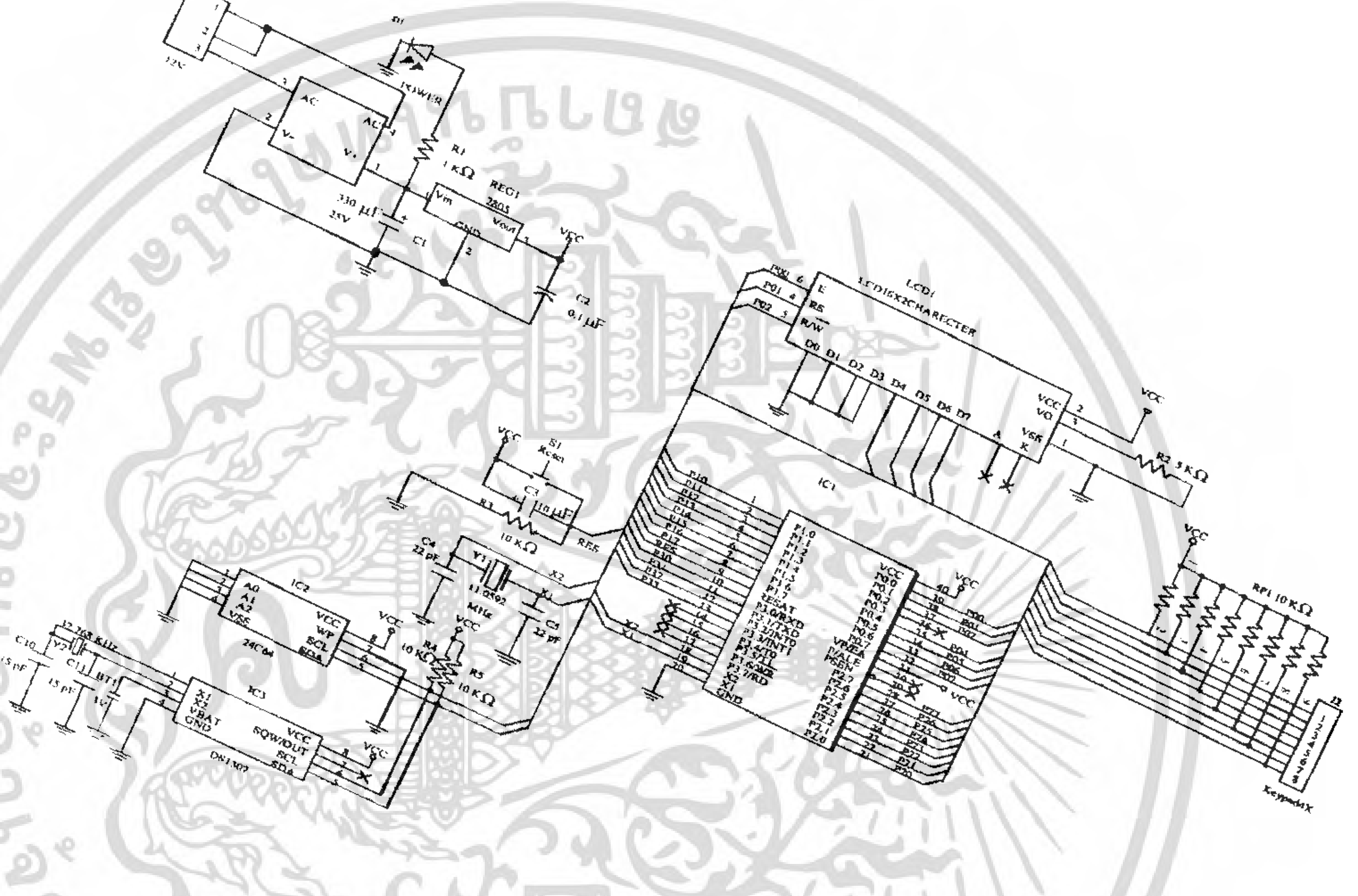
4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ประกอบวงจรในส่วนของวงจรบันทึกผลตามรูปที่ 4.11
2. ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรและแหล่งจ่ายแรงดันให้กับวงจร
3. ทำการโหลดโปรแกรมทดสอบ LED และ RTC
4. ตรวจสอบความถูกต้องของ LED และ RTC
5. ทดลองใช้เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ
6. สังเกตผลที่ออกมาจากหน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

4.3.2 ผลการทดลอง

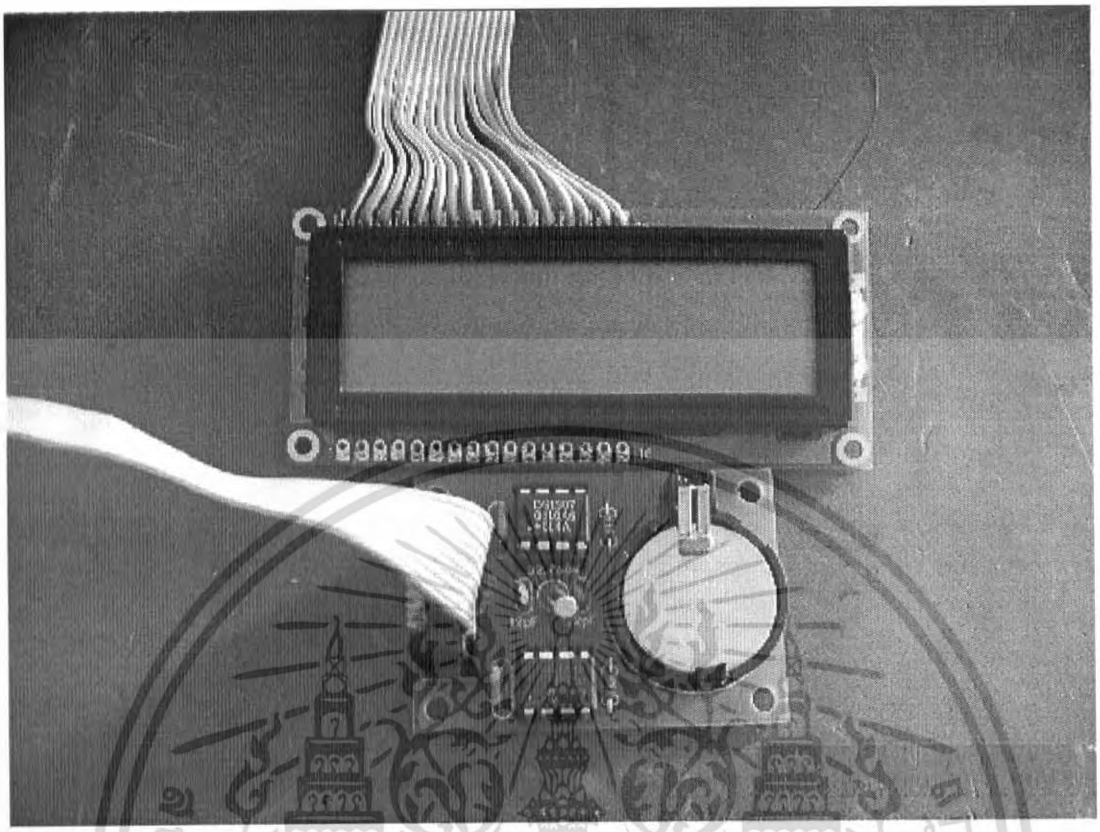
จากการทดลองจะให้ไฟเลี้ยงวงจร 5 โวลต์ ออกมาจากขา 3 ของไอซีเบอร์ 7850 ซึ่งทำหน้าที่ในการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร เมื่อทำการทดลองใช้เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญจะปรากฏลำดับผู้ใช้บริการ เลขหมายปลายทาง เวลาที่เริ่มใช้บริการ เวลาที่บริการทั้งหมดซึ่งจะมีการแสดงผลเพียง 00-99 และวัน/เดือน/ปี และจะตั้งจำนวนผู้ใช้บริการไว้ที่ 00 -99 คน เพื่อใช้เป็นเครื่องต้นแบบดังรูปที่ 4.11 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 วงจรบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 จอแสดงผลแบบผลึกเหลวชุดบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอผลงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะซึ่งใช้ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมเพื่อให้นักศึกษาในภาควิชาได้ศึกษาหลักการอินเตอร์เฟสสัญญาณระหว่างเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 และมีหลักการบันทึกข้อมูลการใช้บริการของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะนั้นซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานการผลิตสัญญาณผ่านคู่สายโทรศัพท์ และการตรวจสอบเลขหมายปลายทางที่ถูกทำการถอดรหัสจากไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่เพื่อทำการส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45 ทำการเชื่อมต่อไปยังเลขหมายปลายทางซึ่งการคิดค่าบริการจะคิดในอัตรา 2 บาทต่อนาที โดยข้อมูลการใช้บริการจะถูกบันทึกไว้ในชุดบันทึกผลการใช้บริการเพื่อให้ผู้ควบคุมตรวจสอบอัตราการใช้บริการได้ภายหลังซึ่งจะแสดงผ่านจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะยังสามารถนำไปประกอบเป็นธุรกิจเกี่ยวกับการให้บริการโทรศัพท์ตั้งโต๊ะโดยไม่ต้องเสียเวลานั่งเฝ้าและสะดวกต่อการใช้งาน

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ได้ทำการป้อนแรงดันไฟ 12 โวลต์ เพื่อเป็นแรงดันไฟเลี้ยงให้กับเครื่องโทรศัพท์ หยอดเหรียญปรากฏว่าที่หน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลวของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสามารถแสดงผลข้อมูล การ ใช้บริการและสามารถแสดงสภาวะการกดเลขหมายได้แต่ไม่สามารถแสดงสภาวะของสัญญาณ Dial Tone และ Busy Toneได้

   วิธีการแก้ไข ได้ทำการป้อนแรงดันไฟจาก 12 โวลต์เป็น 18 โวลต์เพื่อใช้เป็นแรงดันไฟเลี้ยงให้กับเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญผลปรากฏว่าที่หน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลวสามารถแสดงข้อมูลการใช้บริการและแสดงสภาวะการกดเลขหมายได้พร้อมทั้งสามารถรับสัญญาณ Dial Tone และ สัญญาณ Busy Toneได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ C9013 เป็นอุปกรณ์ที่ขยายสัญญาณเสียงในการรับ – ส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับเครื่องโทรศัพท์หยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหรียญสาธารณะผลปรากฏว่าที่ปากพูดและหูฟังของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญไม่สามารถรับฟังเสียงหรือสนทนาได้

วิธีการแก้ไข ทำการเปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์ C9013 เป็นทรานซิสเตอร์เบอร์ C458 ในภาครับสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ผลปรากฏว่าทรานซิสเตอร์เบอร์ C458 สามารถขยายสัญญาณเสียงที่ส่งมาจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำให้ที่ปากพูดและหูฟังของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะสามารถรับฟังเสียงและทำการสนทนาได้ดี

3. ในการทดลองทำการวัดสัญญาณในชุดอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องโทรศัพท์หยอด เหรียญสาธารณะกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยเครื่องวัดออสซิลโลสโคปทำให้การรับส่งข้อมูลของชุดอินเตอร์เฟสทำงานผิดปรกติเนื่องจากตั้งเครื่องวัดสัญญาณออสซิลโลสโคปใกล้กันกับชุดอินเตอร์เฟส

   วิธีการแก้ไข ตั้งเครื่องวัดสัญญาณออสซิลโลสโคปให้ห่างจากชุดอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้ห่างกันพอสมควร

4. การใช้งานเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญเมื่อทำการทดลองต่อแรงดันจากปุ่มกด Talk ทำให้ การทำงานของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญผิดปรกติโดยเครื่องไม่ยอมตรวจสอบเหรียญ

   วิธีการแก้ไข ทำการโปรแกรมเครื่องใหม่

5. ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถผลิตความถี่ Dial Toneและ Busy Toneได้

   วิธีการแก้ไข ทำการเปลี่ยนคริสตอล ความถี่ 11.0592 MHz ใหม่

5.3 แนวทางการพัฒนา

โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะสามารถที่จะทำงานได้ตามขีดความสามารถในวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และโครงงานนี้ยังสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานได้อีกคือ

1. ในส่วนของการบันทึกผลการใช้บริการสามารถเพิ่มการแสดงการใช้บริการและค่าบริการบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้
2. สามารถทำการปริ้นรายการใช้บริการและค่าใช้บริการได้
3. สามารถดัดแปลงชุดอินเตอร์เฟสโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นชุดป้องกันการโจรกรรมรถยนต์ได้
4. สามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้ออื่นก็ได้ถ้าทราบจุดเชื่อมต่อในการรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

บัณฑิต บัวบูชา. **ทฤษฎีและการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. 2545

ยืน ภู่วรวรรณ และไพศาล สงวนหมู่. **การสื่อสารข้อมูลและไมโครคอมพิวเตอร์เน็ตเวิร์ค.** กรุงเทพฯ : เอช-เอน การพิมพ์.2536

สมมยศ จุณณะปะยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล** MCS-51. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539

สุวิพล สิทธิชีวภาค. **พื้นฐานแห่งการสื่อสารข้อมูล**. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์. ม.ป.ป.

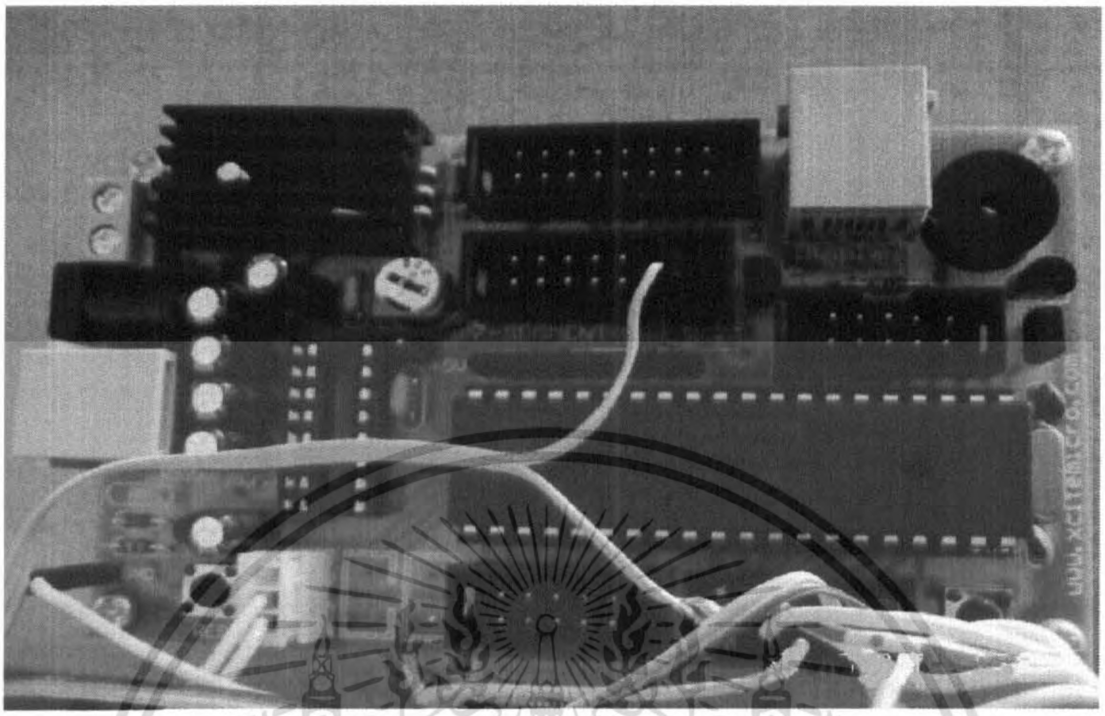
ฤทธิ์ ธีรโกเมน. **รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

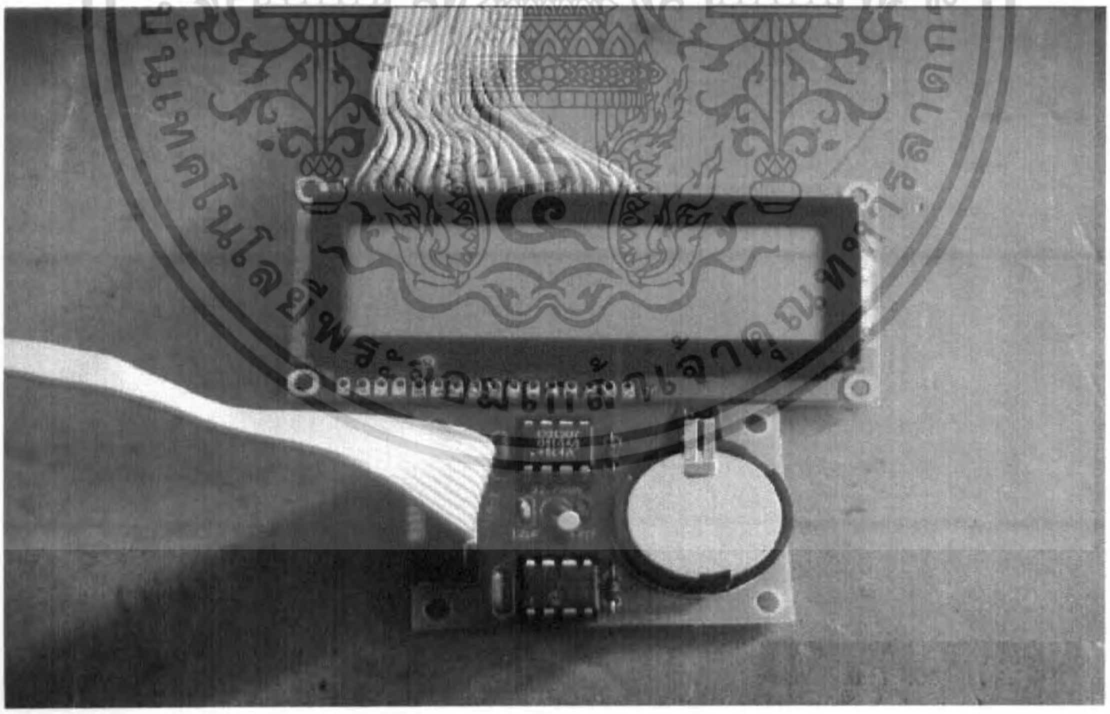
ภาคผนวก ก

เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

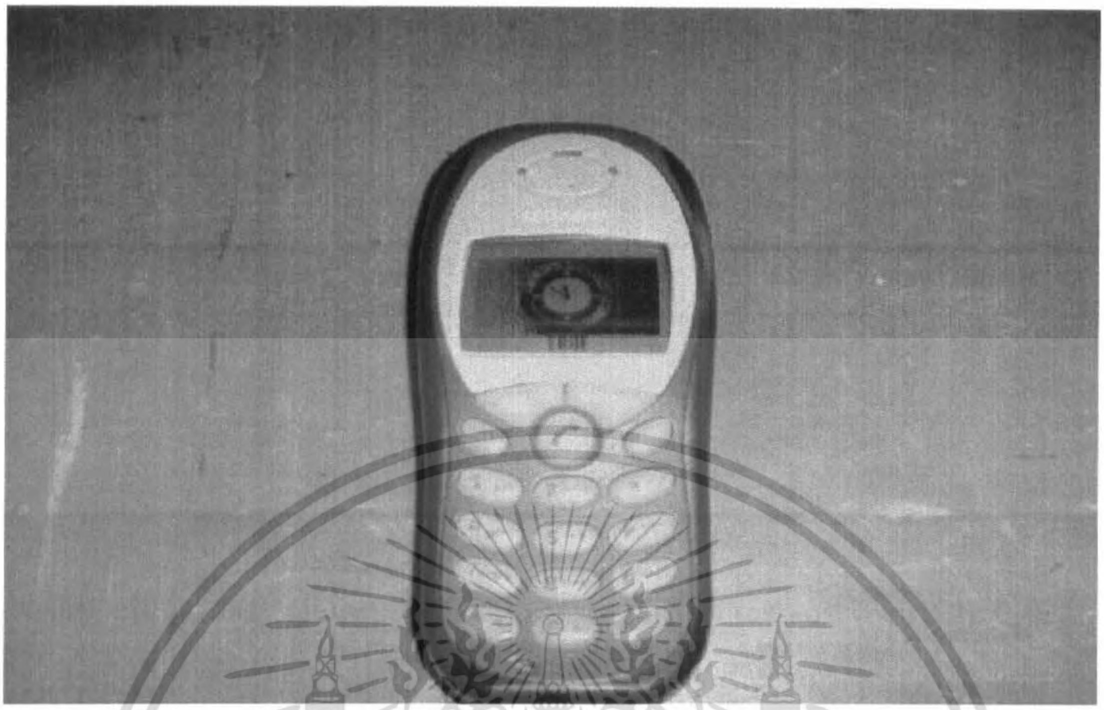


รูปที่ ก.1 วงจรชุดอินเตอร์เฟส

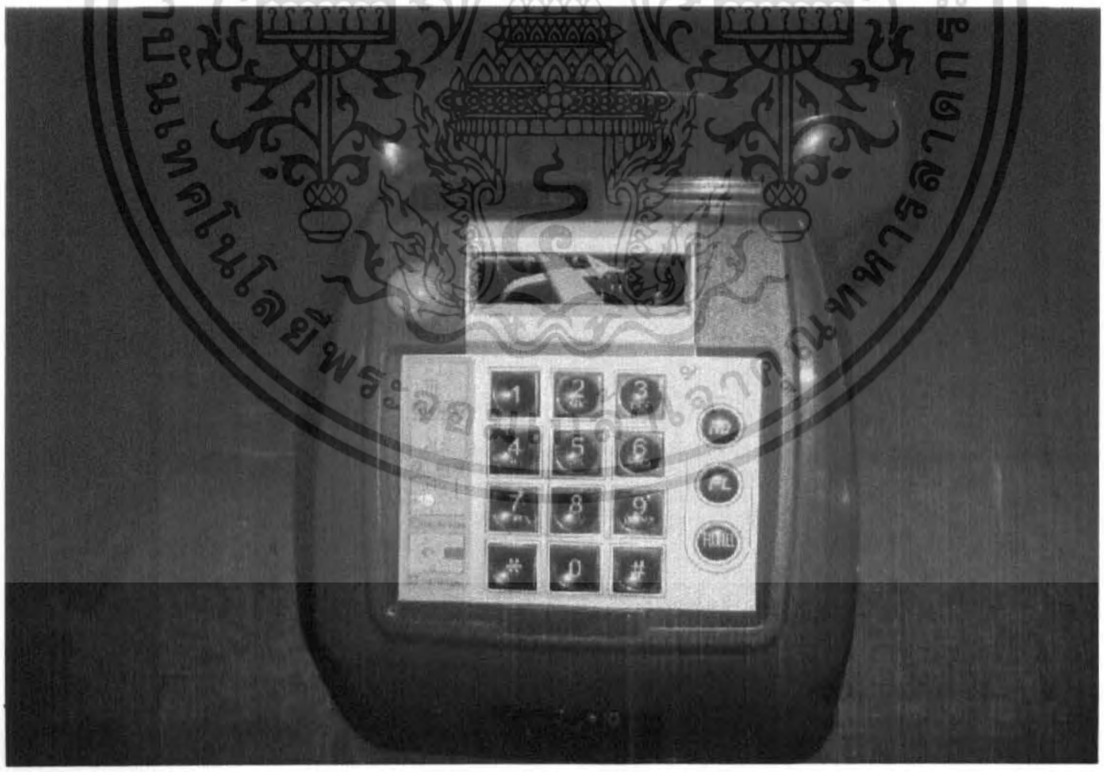


รูปที่ ก.2 วงจรชุดบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 โทรศัพท์เคลื่อนที่



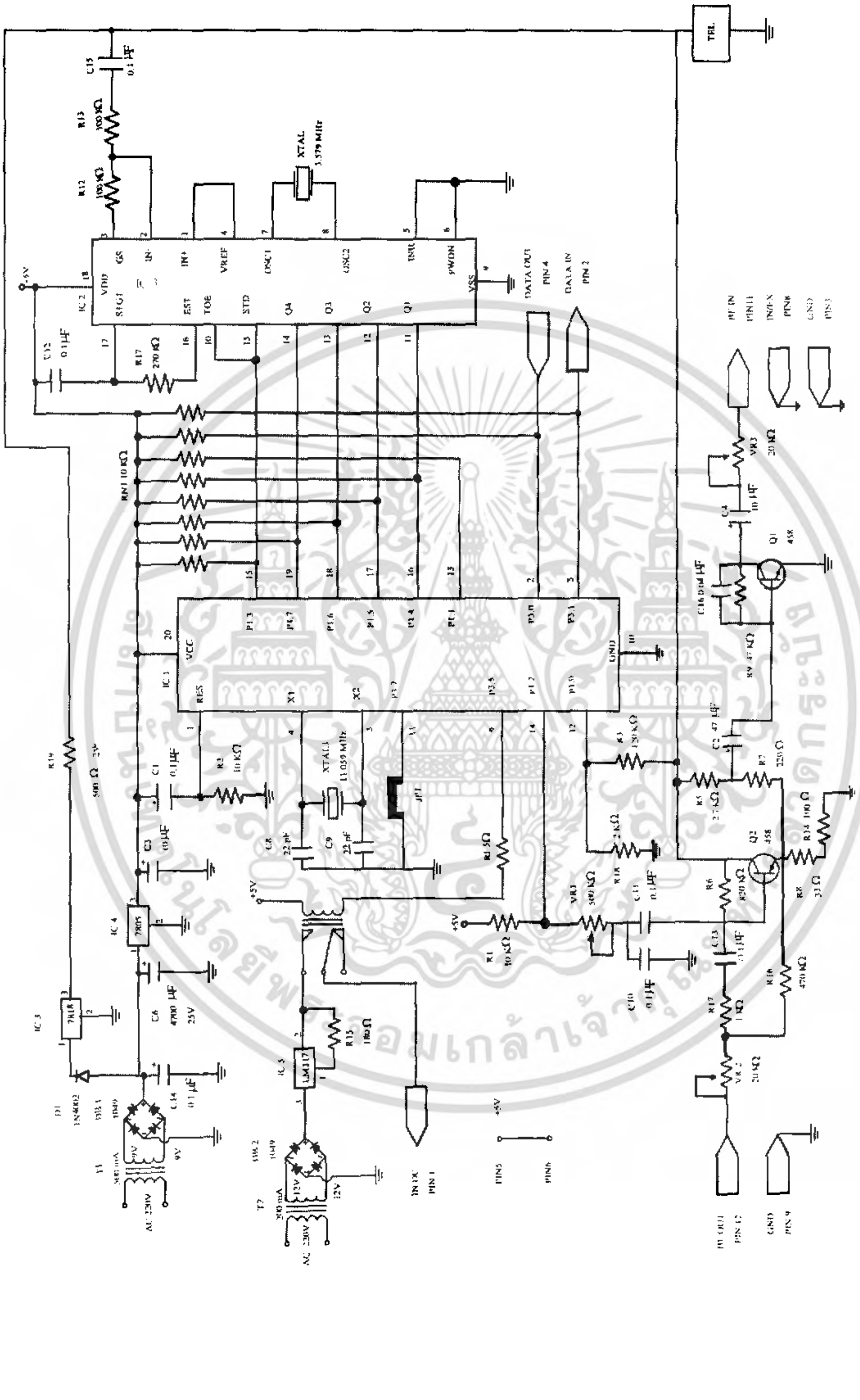
รูปที่ ก.4 เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

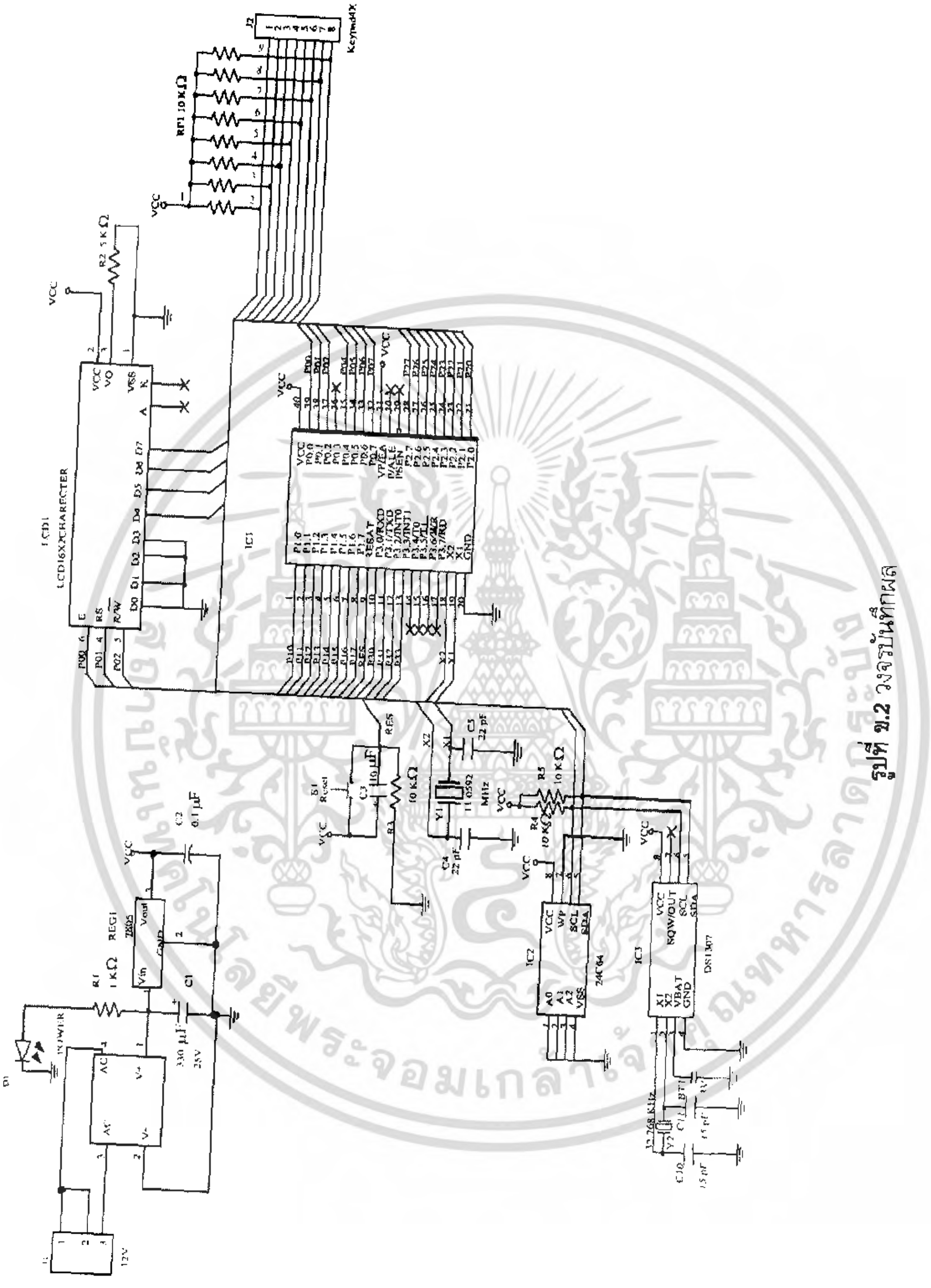
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 วงจรบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC3	7818	1 ตัว
IC4	7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	1N4002	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C3	1N4002	1 ตัว
C6	4700 uF 25V	1 ตัว
C14	0.1 uFเซรามิค	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R19	500 โอห์ม 2 วัตต์	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 500mA 18 VAC	1 ตัว
BRIDIODE	1049	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 วงจรชาร์จแบตเตอร์รี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC5	LM317	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R15	180 โอห์ม	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) วงจรชาร์จแบตเตอร์รี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R11	15 โอห์ม	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T2	หม้อแปลง 200 mA 12 VAC	1 ตัว
BRIDIODE	1049	1 ตัว

ตารางที่ ค.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT892051 20 ขา	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	1 uF 16 V	1 ตัว
C8,C9	22 pF เซรามิค	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R(PACK)	10 กิโลโอห์ม	1 ตัว
R2	10 กิโลโอห์ม	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
CONNECTOR	2 ขา	1 ตัว
XTAL	11.0592 MHz	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC2	MT8870	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C9	0.1 uF เซรามิค	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R10	270 กิโลโอห์ม	1 ตัว
R12,R13	100 กิโลโอห์ม	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL	3.597 MHz	1 ตัว

ตารางที่ ค.5 วงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1,Q2	458	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C2	1 uF 16 V	1 ตัว
C4	10 uF 16 V	1 ตัว
C10,C11,C13	0.1 uF เซรามิค	3 ตัว
C16	0.04 uF เซรามิค	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 (ต่อ) วงจรรับส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด (กิโลโอห์ม)	จำนวน (ตัว)
ตัวความต้านทาน		
R1	10	1
R3	120	1
R5	2.7	1
R6	820	1
R7	220	1
R8	33	1
R9	47	1
R14	100	1
R17	1	1
R18	2	1
VR1	500	1
VR2,VR3	20	2

ตารางที่ ค.6 วงจรบันทึกผล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน(ตัว)
วงจรรวม		
IC1	MT8870	1
IC2	AT89C52	1
IC3	24C64	1
IC4	7805	1
IC5	BRIDIODE	1
IC6	DS1307	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ) วงจรบันทึกผล

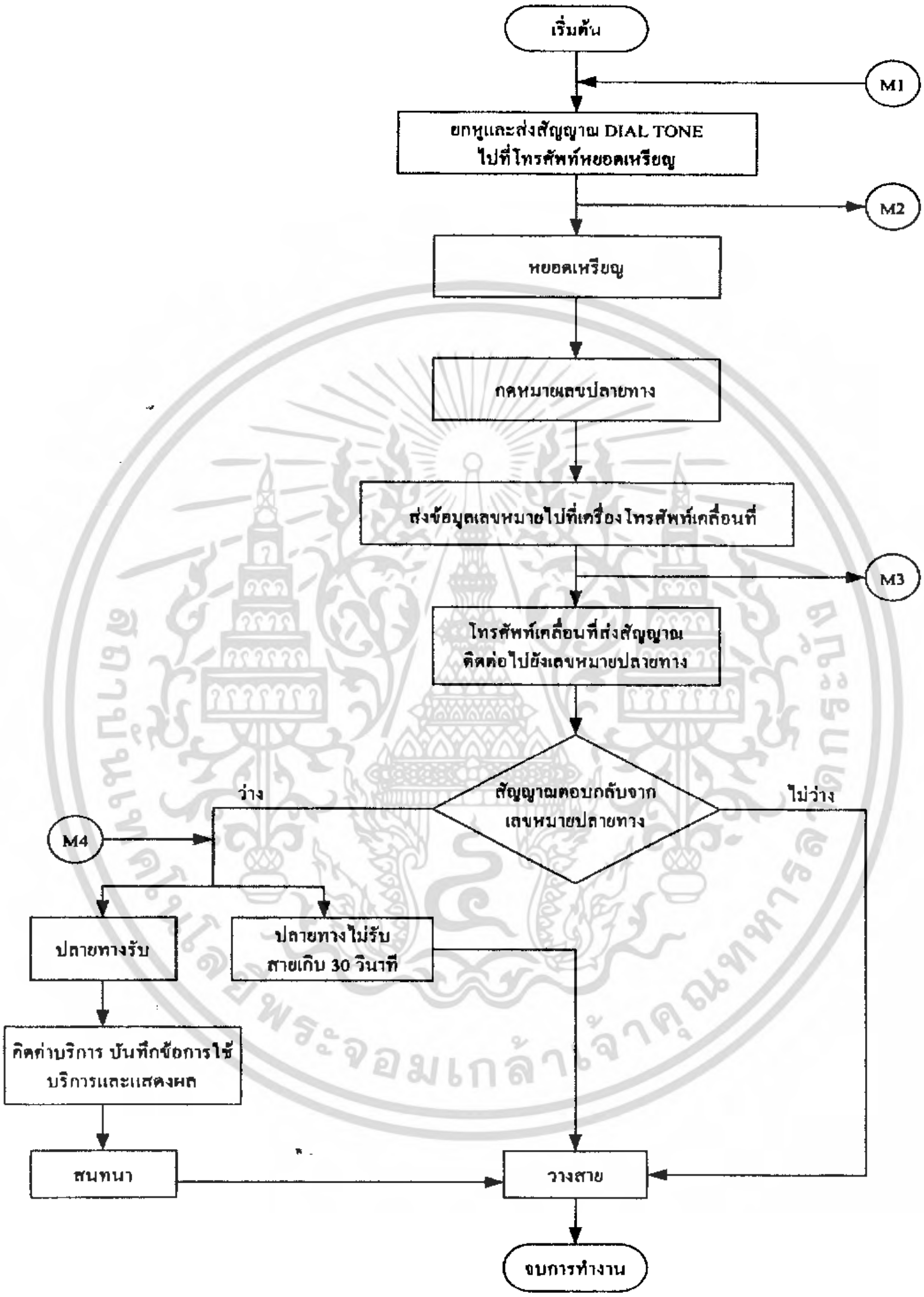
ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	สีแดง	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	330 uF 25V	1 ตัว
C2	0.1uF เซรามิค	1 ตัว
C3	10 uF เซรามิค	1 ตัว
C4	15 pF เซรามิค	2 ตัว
C5	12 pF เซรามิค	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	1 กิโลโอห์ม	1 ตัว
R3	5 กิโลโอห์ม	11 ตัว
R5	10 กิโลโอห์ม	3 ตัว
R6	10 กิโลโอห์ม	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
CONNECTOR 1	3 ขา	1 ตัว
CONNECTOR 1	3×7 ขา	1 ตัว
CONNECTOR 1	3 ขา	1 ตัว
CONNECTOR 1	3 ขา	1 ตัว
XTAL	3.597 MHz	1 ตัว
XTAL	33.768 MHz	1 ตัว
XTAL	11.0592 MHz	1 ตัว
S1	S/RESET	1 ตัว
BETTERRY	3 V 4R2032	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

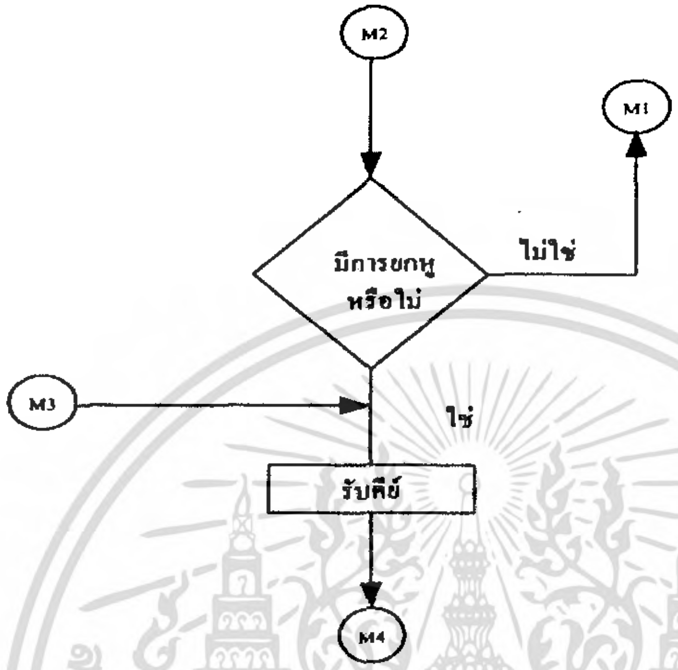
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 แผนผังการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง. 2 แผนผังการทำงานของวงจรบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟส

```
#includ "reg52.h"
#includ  "absacc.h"
#includ "Function.c"
sbit Hook = P3^4;
#includ  "LCD.c"
#includ "i2c.c"
#includ "DS1307.c"
#includ "24LC128.c"
unsigned  char Num;
unsigned int Coin,Count,Index,Record
unsigned int Psec
sbit  WCoin = P3^5;
sbit  Mute = P3^7;
main()
{unsigned char I,Key;
EX1 = 1;
IT1 = 1;
EX0 = 1;
IT0 = 1;
EA = 1;
Psec = 0;
Record = (Rd_24LC128(0x3FFE)*256)+Rd_C128(0x3FFF);
Init_Timer0(15);
Init_Serial(192);
Coin = 0;
Init_LCD();
        While(1)
        {  Coin = 0;Cursor_Off();
           Wr_String("Pick-Up Phone ,1");
                Wr_String ("                ",2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
While(Hook==0)
{ if(Scan_Key()==0xFF)
 {       Rd_Time();
         Show Time(2,9);
         Show Date(2,1);
 }
 else
 {Key = nScan_Key();
if(key == 11)
 { key_Off();
      Wr_String("Date =              ,1");
      Wr_String("Time =              ,2");
      GetDate(1,9);
      GetTime(2,9);
      Wr_Time();
           Wr_String(" Pic-Up Phone ",1);
   Wr_String("             ",2);
        }
   if(Key == 10)
 {//Key_Off();
        Index = 0;
          Wr_String("No =        ",1);
          While(Key!= 11)
          { Key = Scan_Key();

           if(Key == 10)
{  Sound();
             if(Record > 0)
                  {
                  Rp_24LC128(Index*16,16);
              Goto_XY(1,7);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    For(i=0;i<10;i++){Wr_Char(BufEEP[i]);}
                    Goto_XY(2,1);
                    Wr_Char((BufEEP[10] >> 4)+0x30);Wr_Char((BufEEP[10]
&0x0F)+0x30);Wr_Char('/');
                    Wr_Char((BufEEP[11]4)+0x30);Wr_Char((BufEEP[11]
&0x0F)+0x30);
                    Wr_Char('');Wr_Char('')
                    Goto_XY(2,9);
                    Wr_Char((BufEEP[13] >> 4)+0x30; Wr_Char((BufEEP[13]
&0x0F)0x30);Wr_Char(':');
                    Wr_Char((BufEEP[14] >> 4)+0x30; Wr_Char((BufEEP[14]
&0x0F)0x30);Wr_Char(':');
                    Wr_Char((BufEEP[15] >> 4)+0x30; Wr_Char((BufEEP[15]
&0x0F)0x30);
                    Index++;
                        }else{Wr_String(" No Record ",1);}

                        if(Index>=Record){Index = 0; Sound();}
                   }
                   if(Key == 11){ Sound();Wr_String(" Pick-Up Phone ",1);}
                   Key_Off();
                  }
                 }

                if(Key == 0){Record = 0; Key_Off();Sound();
                                Wr_24LC128(0x3FFE,0);
Wr_24LC128(0x3FFF,0); }
            }
            }
           Wr_String ("Insert Coin..",1);
           While((Hook==1)&&(Coin==0)){}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If(Hook==1)
 {Delay(1000);
Wr_Sting("Coin =            ",1);
Wr_Sting ("No   =           ",2);
Goto_XY(1,15);
ShowNum(Coin,2);
Num = GetNum(10,2,7);
Sec = 0;Count = 0;

If(Hook==1)
{for(i=0;i<10;i++){BufEEP[i] = 0x20;}
 Tx_String("ATD");
 If(Num == 1{ for(i=0;i<10;++){Tx_Byte(BufDisp[9-i]+0x30);BufEEP[i]
= BufDisp[9-i]+0x30;}}
 If(Num == 2{ for(i=0;i< 9;++){Tx_Byte(BufDisp[8-i]+0x30);BufEEP[i]
= BufDisp[8-i]+0x30;}}
 Tx_Byte(';');Tx_Byte(0x0D);

 Wr_String(" Press for Talk ",2);
Mute = 0;
While((Hook==1)&&(WCoin==1)){Goto_XY(1,15);ShowNum(Coin,2);}

 Wr_String(" You can Talk ",2);
 If(Hook==1)
  { Mute = 1;
    Rd_Time();
        BufEEP[10] = Date;
        BufEEP[11] = Mon;
        BufEEP[12] = Year;
        BufEEP[13] = Hour;
        BufEEP[14] = Min;
        BufEEP[15] = Sec;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    Wp_24LC128(Record*16,16);
                    Record++;
                    Wr_24LC128(0x3FFE,Record >> 8);
                    Wr_24LC128(0x3FFE,Record & 0xFF);


                         Psec = 0;
               }
            While(Hook==1)
               {
      If(((Coin*30)-PSec)<30){Sound();Delay(500);Wr_String(" Insert Coin ",1);}
                                       else{Wr_String("Coin =       ",1);
                                                 Goto_XY(1,8);
ShowNum(Coin,
Goto_XY(1,13);ShowNum((Coin*30)-PSec,4);
                                                      Delay(500);}
      If(PSec >(Coin*30))
                 {
                    Tx_String("ATH");Tx_Byte(0x0D);
                    Sound();Delay(300);Sound();
                    WrString(" Put Down Phone ",2);
                    While(Hook==1){}
                    }

               }
             } Tx_String("ATH");Tx_Byte(0x0D);Delay(300);
         }

      }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Void Ext_It0(void) interrupt 0
}
Coin = Coin + 5;
}
Void Ext_Intl (void) interrupt 2
{Coin = Coin + 5;
}
Void Timer0_Int(void) interrupt 1
{
   TH0 = _TH0;

   TL0 = _TL0;

   Count++;
   if(Count >= 15)
   { Count =0;
           PSec++;
   }
{
```

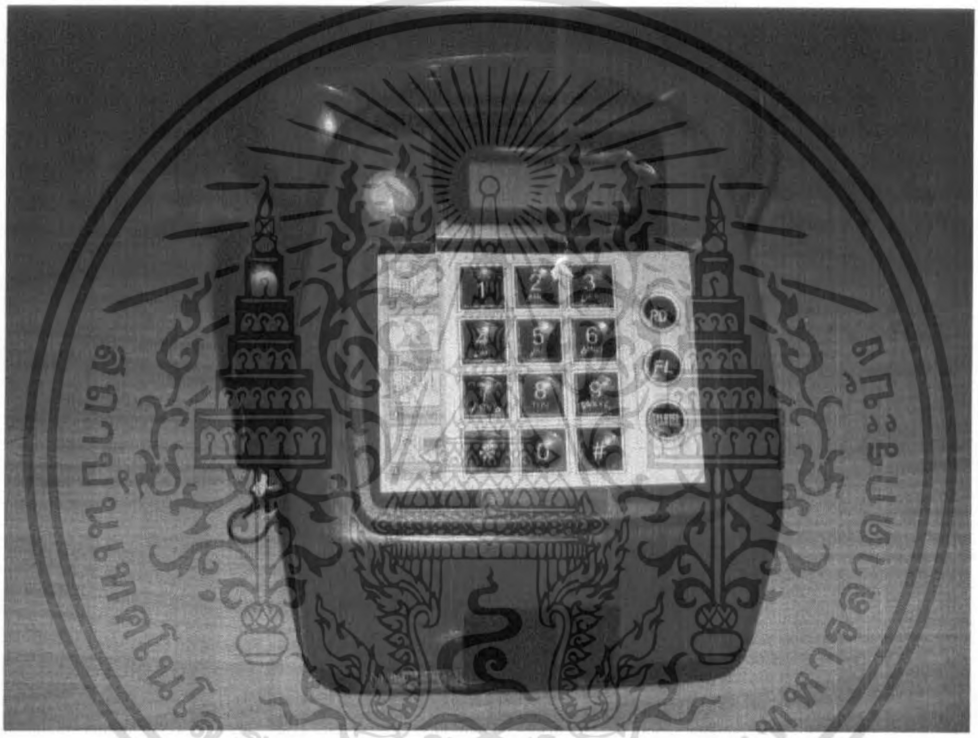
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

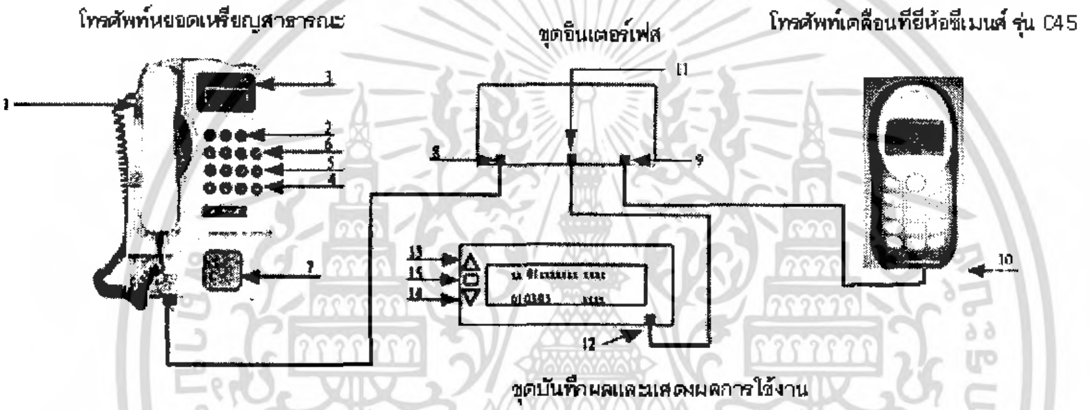
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.แนะนำเบื้องต้น

โทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะนี้จะมีวงจรประกอบเสร็จภายในตัวอยู่แล้วการนำไปใช้งานจึงสะดวกเพียงแต่ทำการต่อคู่สายเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญเข้ากับส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสแล้วต่อสายจากวงจรอินเตอร์เฟสไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ และส่วนของวงจรบันทึกผลก็จะต่อจากชุดอินเตอร์เฟสโดยมีวิธีการต่อที่ง่ายและไม่ยุ่งยาก

2.ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะ

จากรูปที่ จ.1 ประกอบด้วยส่วนหลักๆ สำคัญอยู่ 3ส่วน คือ ส่วนของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ ส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสของโทรศัพท์เคลื่อนที่ และส่วนของวงจรบันทึกผลและแสดงผลซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนของปากพูด-หูฟัง
2. ส่วนของคีย์กดเลขหมายปลายทาง
3. ส่วนของจดแสดงผลเพื่อตรวจสอบของหมายเลขปลายทาง
4. ปุ่ม Talk เมื่อปลายทางรับสายเพื่อทำการสนทนา
5. ปุ่ม Redial กดเมื่อต้องการโทรเลขหมายเดิม
6. ปุ่ม Follow On กดเมื่อต้องการโทรเลขหมายใหม่
7. ช่องทอนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จุดเชื่อมต่อระหว่างชุดอินเฟสกับเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ

9. จุดเชื่อมต่อระหว่างชุดอินเตอร์เฟสกับโทรศัพท์เคลื่อนที่

10. จุดเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C45

11. จุดเชื่อมต่อระหว่างชุดอินเตอร์เฟสกับชุดบันทึกผลและแสดงผล

12. จุดเชื่อมต่อที่รับข้อมูลมาจากชุดอินเตอร์เฟส

13. ปุ่มเลื่อนขึ้นเพื่อตรวจสอบข้อมูลของผู้ใช้บริการตั้งแต่เริ่มต้น

14. ปุ่มเลื่อนลงเพื่อตรวจสอบข้อมูลของผู้ใช้บริการลำดับสุดท้าย

15. ปุ่มรีเซตข้อมูลการใช้บริการกรณีข้อมูลเต็มและเข้าโหมดตั้งเวลา

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 นำโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะประกอบเข้ากับตู้โทรศัพท์ดังรูป จ.5

3.2 ต่อคู่สายโทรศัพท์หยอดเหรียญไปยังชุดอินเตอร์เฟสดังรูป จ.6

3.3 เชื่อมต่อสายข้อมูลจากชุดอินเตอร์เฟสเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ดังรูป จ.7

3.4 เชื่อมต่อสายข้อมูลจากชุดอินเตอร์เฟสกับส่วนของวงจรบันทึกผลดังรูป จ.8

3.5 ทำการยกหูและหยอดเหรียญโดยใช้เหรียญราคา 5 บาทและราคา 10 บาทเท่านั้นดังรูปที่ จ.9

3.6 ทำการกดเลขหมายปลายทางและตรวจสอบวาถูกต้องบนจอแสดงผลแบบผลึกเหลวของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ หลังจากนั้นโทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำการส่งสัญญาณไปยังผู้รับสายปลายทางดังรูป จ.10 และ จ.11

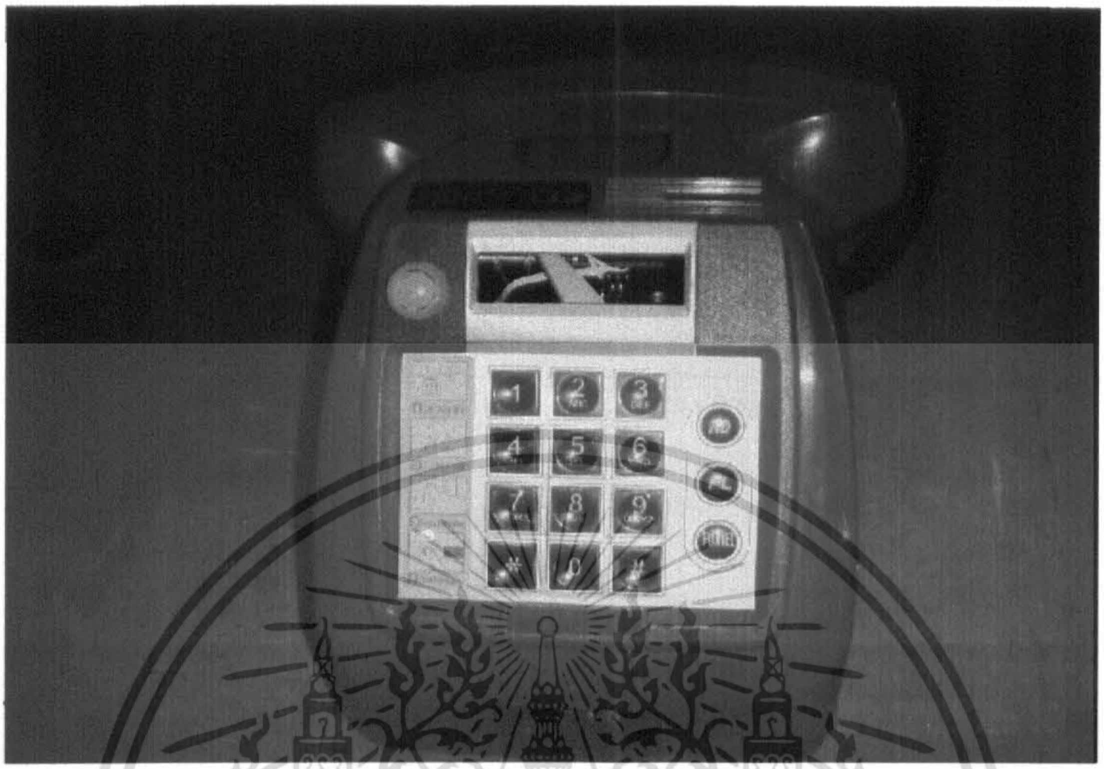
3.7 เมื่อปลายทางรับสายให้กดปุ่ม Talk ตามหมายเลข 4 เพื่อทำการสนทนาดังรูปที่ จ.2

3.8 เมื่อต้องการโทรเลขหมายใหม่ให้กดปุ่ม Follow On แล้วกดหมายเลขปลายทางแต่ถ้าต้องการโทรเลขหมายเดิมให้กดปุ่ม Redial ดังรูป จ.2

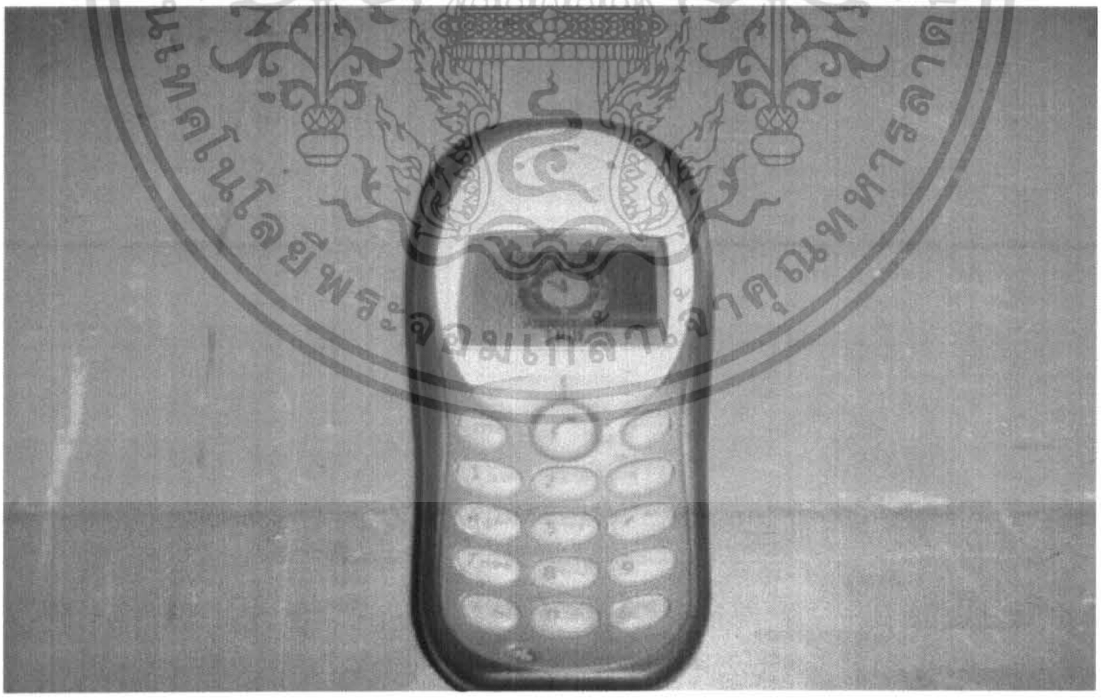
3.9 การตรวจสอบข้อมูลการใช้บริการสามารถตรวจสอบได้จากชุดบันทึกผล ดังรูปที่ จ.12 โดยการกดปุ่ม Up หรือ Down และสามารถลบข้อมูลหรือตั้งเวลาเริ่มต้นใช้งานได้จากปุ่มรีเซตดังรูปที่ จ.13

3.10 การตั้งเวลาเริ่มต้นใช้งานทำได้โดยการกดปุ่มรีเซตค้างไว้ จากนั้นจะปรากฏเมนูให้ตั้ง วัน เวลา ทางจอแสดงผลแบบผลึกเหลว สามารถเลือกตั้ง วัน เดือน ปี หรือเวลาเริ่มต้นใช้งานโดยการกดปุ่มรีเซตเพื่อเลื่อนไปเพิ่มหรือลดเวลาตามเมนูที่ต้องการเปลี่ยนแปลง สำหรับปุ่มที่ทำหน้าที่เพิ่มหรือลดเวลานั้น คือปุ่ม Up และ Down ดังรูปที่ จ.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

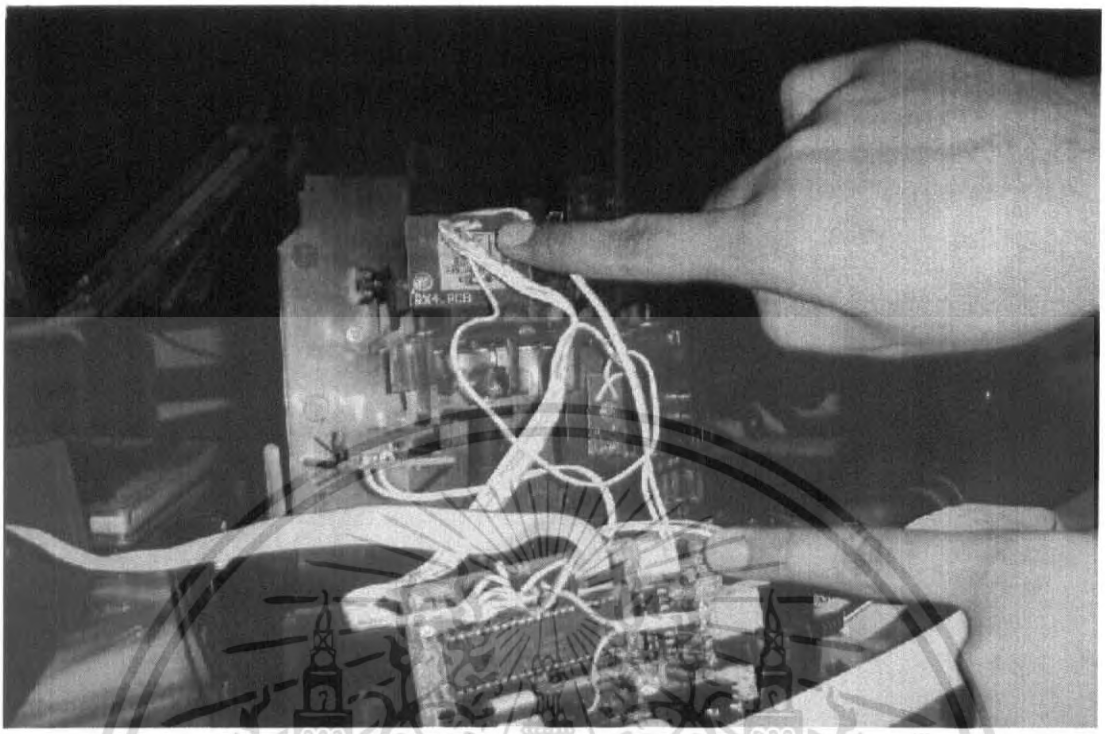


รูปที่ จ.2 เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะ

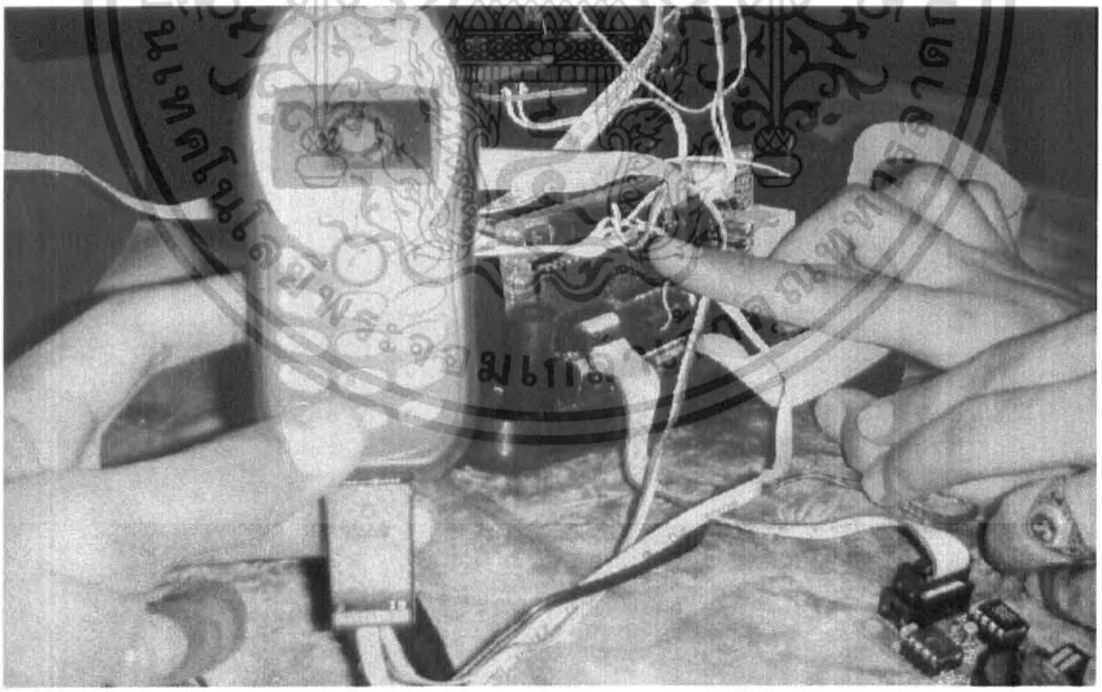


รูปที่ จ.3 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

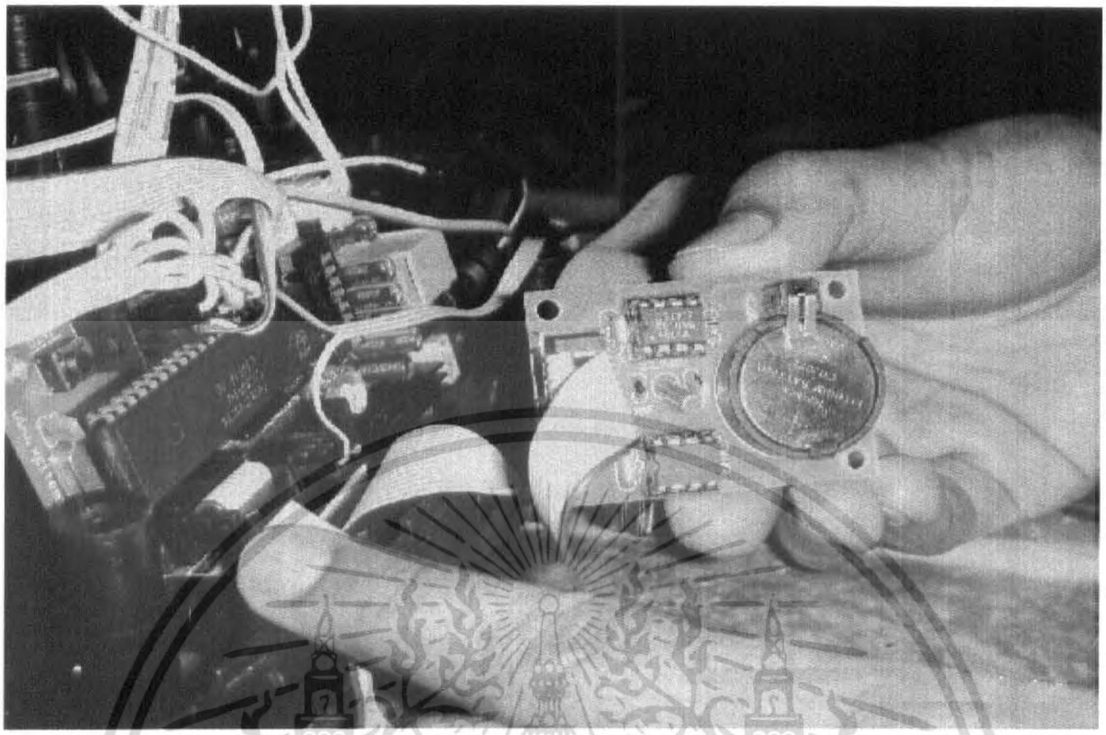


รูปที่ จ.4 การเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญเข้ากับชุดอินเตอร์เฟส



รูปที่ จ.5 การเชื่อมต่อชุดอินเตอร์เฟสเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่

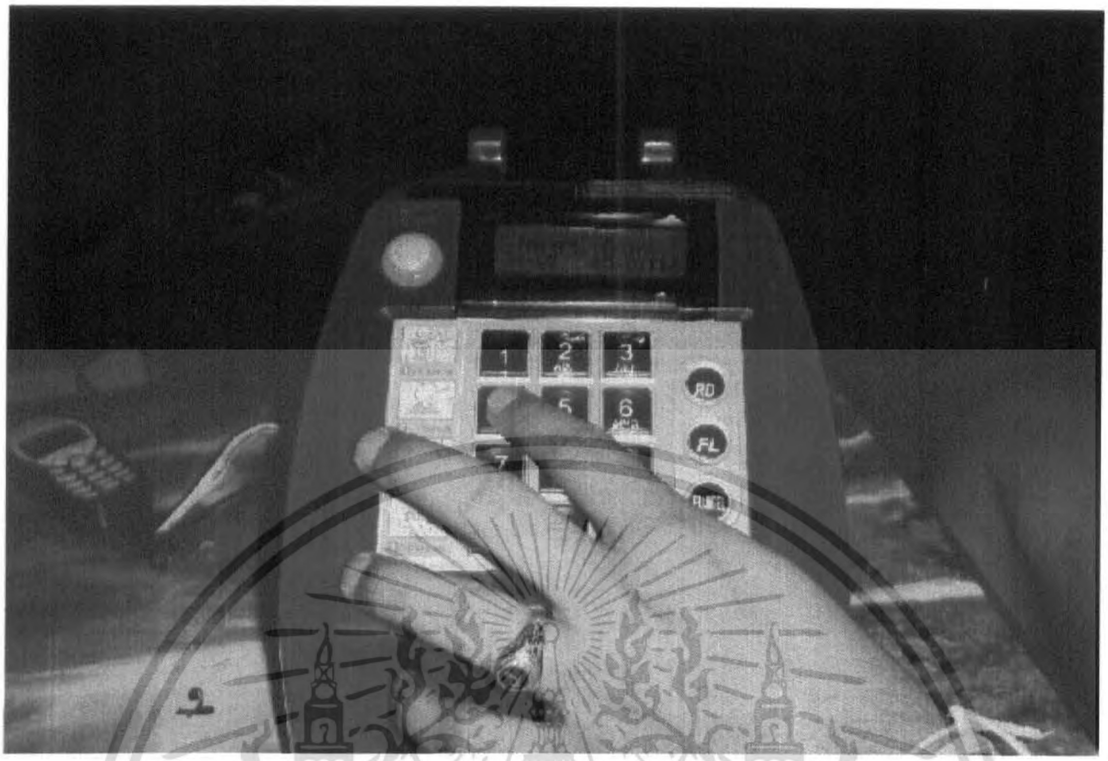
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.6 การเชื่อมต่อชุดอินเตอร์เฟสเข้ากับชุดบันทึกผล

รูปที่ จ.7 ยกหูโทรศัพท์และหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.8 กดเลขหมายปลายทาง

รูปที่ จ.9 ตรวจสอบความถูกต้องทางจอแสดงผลแบบผลึกเหลวของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.10 จอแสดงผลแบบผลึกเหลวของชุดบันทึกผล

รูปที่ จ.11 การตรวจสอบข้อมูลการใช้บริการจากเครื่องบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.12 การเข้าเมนูตั้งเวลาและวันที่

4.การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่หยอดเหรียญสาธารณะสามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
จอแสดงผลบนเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญไม่ติด	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ ฟิวส์ และสายที่ใช้เชื่อมต่อไปยังชุดอินเตอร์เฟส
โทรออกไม่ได้	ตรวจสอบแบตเตอร์รี่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือปิดเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้วเปิดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- หัวต่อของสายเชื่อมต่อแต่ละเส้นควรดึงที่หัวต่อเสมอไม่ควรดึงที่สายสัญญาณ
- การติดตั้งเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญสาธารณะควรตดตั้งไว้ในที่ร่มเพื่อไม่ให้โดนน้ำเพราะจะทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ
- ก่อนทำการต่อใช้งานควรจ่ายไฟให้กับชุดอินเตอร์เฟสก่อนและควรเปิดโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้พร้อมก่อนทำการต่อเข้ากับชุดอินเตอร์เฟสเพื่อให้การทำงานของวงจรอินเตอร์เฟสคงสภาวะปกติ
- การติดตั้งควรยึดให้มั่นคงถาวรเพื่อป้องกันการขโมย

5.2 ข้อควรระวัง

- อย่าตั้งเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญใกล้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
อุปกรณ์ควบคุม	ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ	ใช้เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญรุ่น
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 2×16
โทรศัพท์เคลื่อนที่	โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อซีเมนส์รุ่น C 45
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ความถี่ 50-60 Hz
การบันทึกข้อมูล	100 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

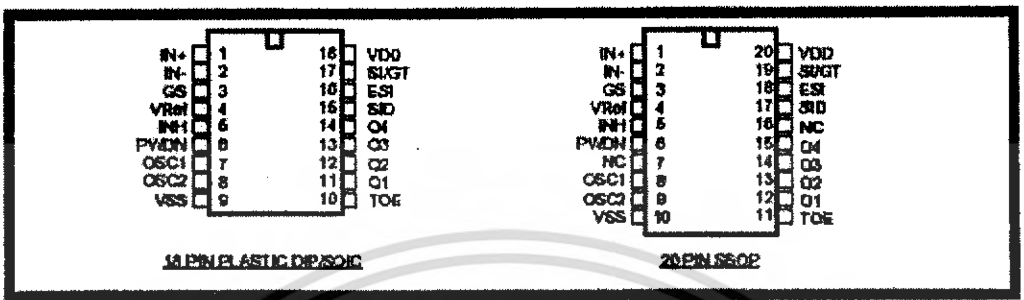


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

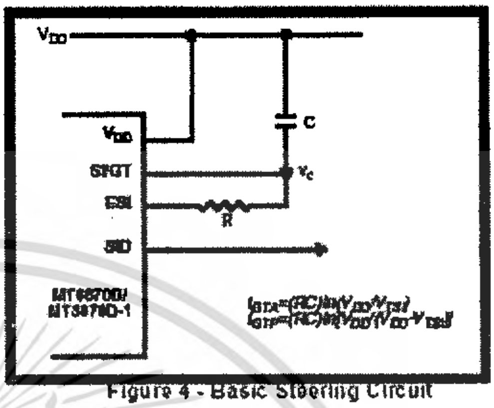


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

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

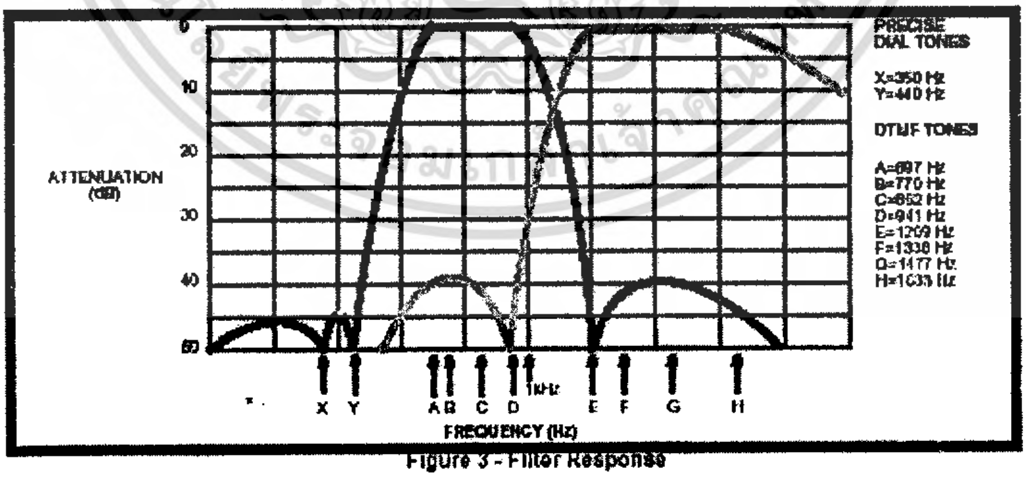


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Table 1. Functional Decode Table

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

Guard Time Adjustment

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

$$t_{REC}=t_{DP}+t_{GTP}$$
$$t_{ID}=t_{DA}+t_{GTA}$$

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

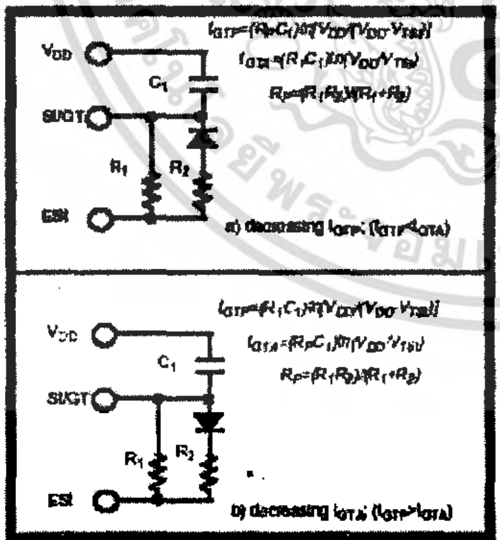


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

Crystal Oscillator

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

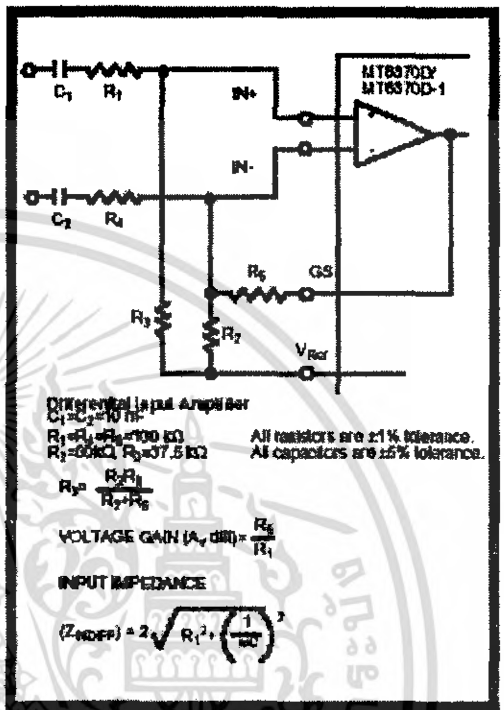


Figure 6 - Differential Input Configuration

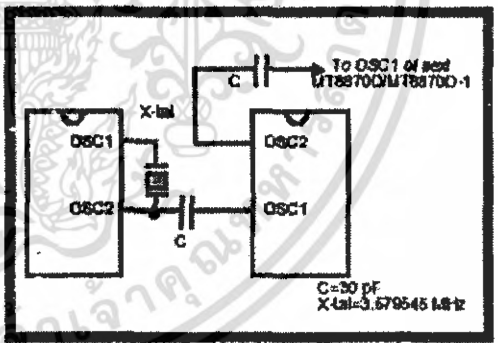


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., 1/2ΠƒR1C1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings[1]

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

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

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

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

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

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

		Characteristics	Sym	Min	Typ[‡]	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}		10	25	μA	PWDN=V_{DD}
2	SUPPLY	Operating supply current	I_{DD}		3.0	9.0	mA	
3	SUPPLY	Power consumption	P_O		15		mW	fc=3.579545 MHz
4	INPUTS	High level input	V_{IH}	3.5			V	V_{DD}=5.0V
5	INPUTS	Low level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD}=5.0V
6	INPUTS	Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		μA	V_{IN}=V_{SS} or V_{DD}
7	INPUTS	Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10)=0, V_{DD}=5.0V
8	INPUTS	Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	μA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V_{DD}=5.0V
9	INPUTS	Input impedance (IN+, IN-)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10	INPUTS	Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2	2.4	2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V_{OL}			V_{SS}+0.03	V	No load
12	OUTPUTS	High level output voltage	V_{OH}	V_{DD}-0.03			V	No load
13	OUTPUTS	Output low (sink) current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	V_{OUT}=0.4 V
14	OUTPUTS	Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.8		mA	V_{OUT}=4.6 V
15	OUTPUTS	V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V_{DD} = 5.0V
16	OUTPUTS	V_{Ref} output resistance	R_{OR}		1		kΩ	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO^2-CMOS

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

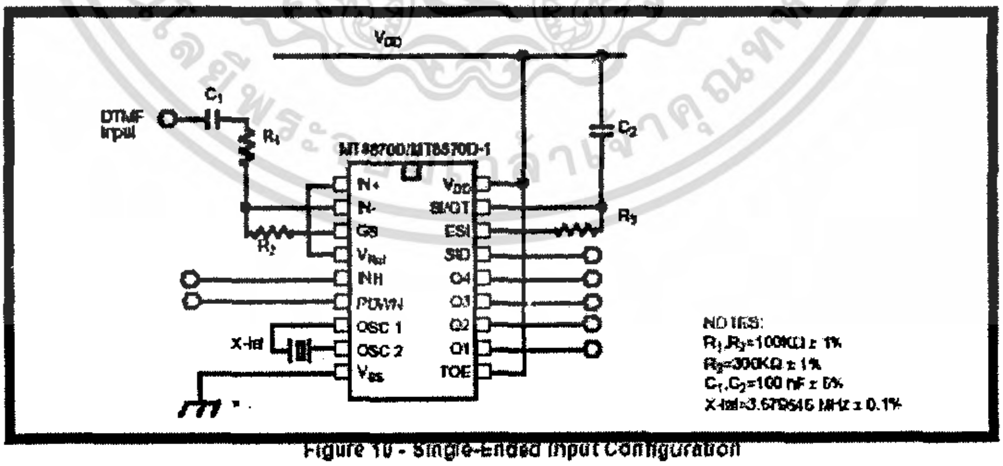
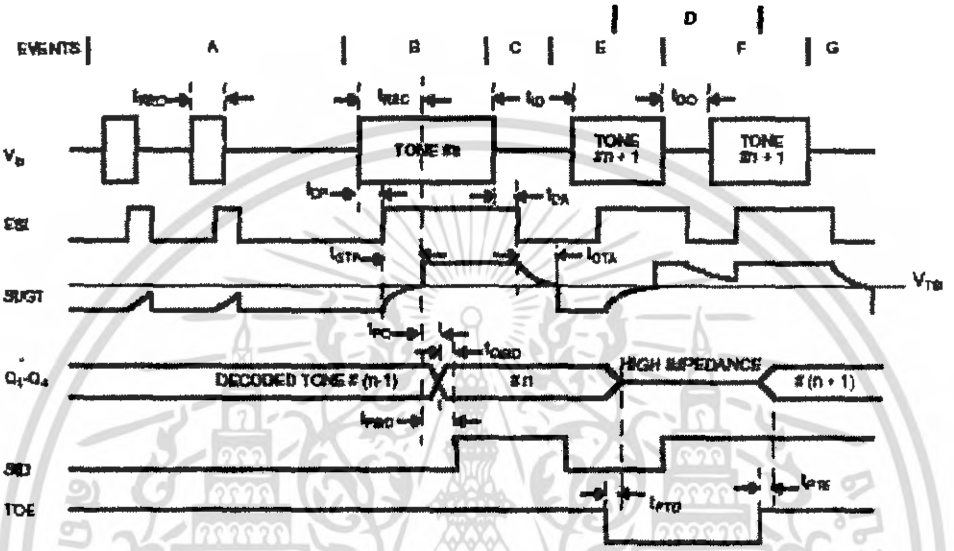


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

A) TONE BURSTS DETECTED, TONE DURATION INVALID, OUTPUTS NOT UPDATED.
B) TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS
C) END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.
D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.
E) TONE #n + 1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).
F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n + 1, TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.
G) END OF TONE #n + 1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in}	DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
ESt	EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
St/GT	STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
Q_1-Q_4	4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
StD	DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
TOE	TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.
t_{REC}	MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID
t_{REC}	MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION
t_{ID}	MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
t_{DO}	MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
t_{DP}	TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{DA}	TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{GTP}	GUARD TIME, TONE PRESENT.
t_{GTA}	GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FM24C64
64Kb FRAM Serial Memory

RAMTRON

Features

64K bit Ferroelectric Nonvolatile RAM
- Organized as 8,192 x 8 bits
- High endurance 10 Billion (10^{10}) read/writes
- 10 year data retention at 85° C
- NoDelay™ write
- Advanced high-reliability ferroelectric process

Fast Two-wire Serial Interface
- Up to 1 MHz maximum bus frequency
- *Direct hardware replacement for EEPROM*
- Supports legacy timing for 100 kHz & 400 kHz

Low Power Operation
- True 5V operation
- 150 µA Active current (100 kHz)
- 10 µA standby current

Industry Standard Configuration
- Industrial temperature -40° C to +85° C
- 8-pin SOP or DIP

Description

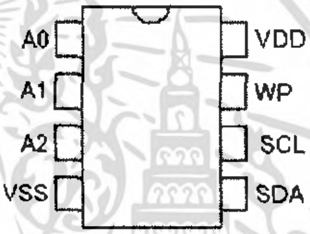
The FM24C64 is a 64-kilobit nonvolatile memory employing an advanced ferroelectric process. A ferroelectric random access memory or FRAM is nonvolatile but operates in other respects as a RAM. It provides reliable data retention for 10 years while eliminating the complexities, overhead, and system level reliability problems caused by EEPROM and other nonvolatile memories.

The FM24C64 performs write operations at bus speed. No write delays are incurred. Data is written to the memory array mere hundreds of nanoseconds after it has been successfully transferred to the device. The next bus cycle may commence immediately. In addition, the product offers substantial write endurance compared with other nonvolatile memories. The FM24C64 is capable of supporting up to 1E10 read/write cycles -- far more than most systems will require from a serial memory.

These capabilities make the FM24C64 ideal for nonvolatile memory applications requiring frequent or rapid writes. Examples range from data collection where the number of write cycles may be critical, to demanding industrial controls where the long write time of EEPROM can cause data loss. The combination of features allows more frequent data writing with less overhead for the system.

The FM24C64 provides substantial benefits to users of serial EEPROM, yet these benefits are available in a hardware drop-in replacement. The FM24C64 is provided in industry standard 8-pin packages using a familiar two-wire protocol. They are guaranteed over an industrial temperature range of -40°C to +85°C.

Pin Configuration



Pin Names	Function
A0-A2	Device Select Address
SDA	Serial Data/address
SCL	Serial Clock
WP	Write Protect
VSS	Ground
VDD	Supply Voltage 5V

Ordering Information	
FM24C64-P	8-pin plastic DIP
FM24C64-S	8-pin SOP

This data sheet contains design specifications for product development.
These specifications may change in any manner without notice

Ramtron International Corporation
1850 Ramtron Drive, Colorado Springs, CO 80921
(800) 545-FRAM, (719) 481-7000, Fax (719) 481-7058
www.ramtron.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Overview

The FM24C64 is a serial FRAM memory. The memory array is logically organized as a 8,192 x 8 bit memory array and is accessed using an industry standard two-wire interface. Functional operation of the FRAM is similar to serial EEPROMs. The major difference between the FM24C64 and a serial EEPROM with the same pin-out relates to its superior write performance.

Memory Architecture

When accessing the FM24C64, the user addresses 8,192 locations each with 8 data bits. These data bits are shifted serially. The 8,192 addresses are accessed using the two-wire protocol, which includes a slave address (to distinguish other non-memory devices), and an extended 16-bit address. Only the lower 13 bits are used by the decoder for accessing the memory. The upper three address bits should be set to 0 for compatibility with larger devices in the future.

The access time for memory operation is essentially zero beyond the time needed for the serial protocol. That is, the memory is read or written at the speed of the two-wire bus. Unlike an EEPROM, it is not necessary to poll the device for a ready condition since writes occur at bus speed. That is, by the time a new bus transaction can be shifted into the part, a write operation will be complete. This is explained in more detail in the interface section below.

Users expect several obvious system benefits from the FM24C64 due to its fast write cycle and high endurance as compared with EEPROM. However there are less obvious benefits as well. For example in a high noise environment, the fast-write operation is less susceptible to corruption than an EEPROM since it is completed quickly. By contrast, an EEPROM requiring milliseconds to write is vulnerable to noise during much of the cycle.

Note that the FM24C64 contains no power management circuits other than a simple internal power-on reset. It is the user's responsibility to ensure that VDD is within data sheet tolerances to prevent incorrect operation.

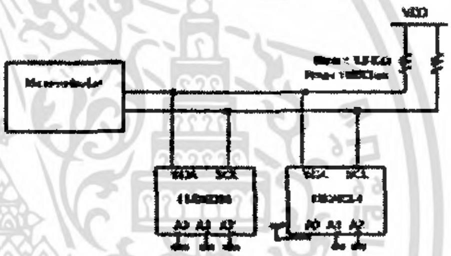
Two-wire Interface

The FM24C64 employs a bi-directional two-wire bus protocol using few pins or board space. Figure 2 illustrates a typical system configuration using the FM24C64 in a microcontroller-based system. The industry standard two-wire bus is familiar to many users but is described in this section.

By convention, any device that is sending data onto the bus is the transmitter while the target device for this data is the receiver. The device that is controlling the bus is the master. The master is responsible for generating the clock signal for all operations. Any device on the bus that is being controlled is a slave. The FM24C64 always is a slave device.

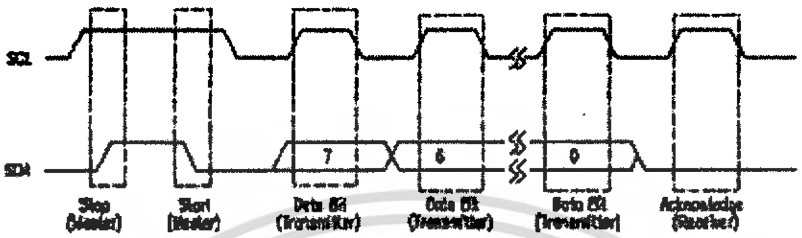
The bus protocol is controlled by transition states in the SDA and SCL signals. There are four conditions including start, stop, data bit, or acknowledge. Figure 3 illustrates the signal conditions that specify the four states. Detailed timing diagrams are in the electrical specifications.

Figure 2. Typical System Configuration



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Data Transfer Protocol



Start Condition

A start condition is indicated when the bus master drives SDA from high to low while the SCL signal is high. All commands should be preceded by a start condition. An operation in progress can be aborted by asserting a start condition at any time. Aborting an operation using the start condition will ready the FM24C64 for a new operation.

If during operation the power supply drops below the specified VDD minimum, the system should issue a start condition prior to performing another operation.

Stop Condition

A stop condition is indicated when the bus master drives SDA from low to high while the SCL signal is high. All operations using the FM24C64 should end with a stop condition. If an operation is in progress when a stop is asserted, the operation will be aborted. The master must have control of SDA (not a memory read) in order to assert a stop condition.

Data/Address Transfer

All data transfers (including addresses) take place while the SCL signal is high. Except under the two conditions described above, the SDA signal should not change while SCL is high.

Acknowledge

The acknowledge takes place after the 8th data bit has been transferred in any transaction. During this state the transmitter should release the SDA bus to allow the receiver to drive it. The receiver drives the SDA signal low to acknowledge receipt of the byte. If the receiver does not drive SDA low, the condition is a no-acknowledge and the operation is aborted.

The receiver would fail to acknowledge for two distinct reasons. First is that a byte transfer fails. In this case, the no-acknowledge causes the current operation so that the part can be addressed again. This allows the last byte to be recovered in the event of a communication error.

Second and most common, the receiver does not acknowledge to deliberately end an operation. For example, during a read operation, the FM24C64 will continue to place data onto the bus as long as the receiver sends acknowledges (and clocks). When a read operation is complete and no more data is needed, the receiver must not acknowledge the last byte. If the receiver acknowledges the last byte, this will cause the FM24C64 to attempt to drive the bus on the next clock while the master is sending a new command such as stop.

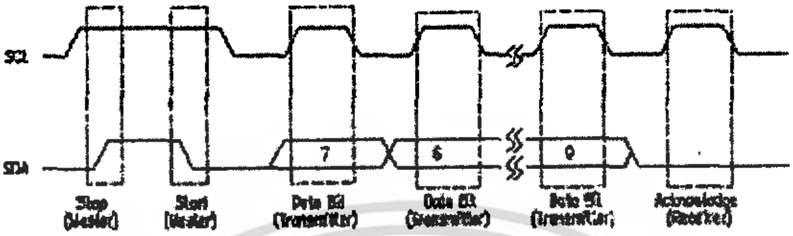
Slave Address

The first byte that the FM24C64 expects after a start condition is the slave address. As shown in Figure 4, the slave address contains the device type, the device select address bits, and a bit that specifies if the transaction is a read or a write.

Bits 7-4 are the device type and should be set to 1010b for the FM24C64. These bits allow other types of function types to reside on the 2-wire bus within an identical address range. Bits 3-1 are the address select bits. They must match the corresponding value on the external address pins to select the device. Up to eight FM24C64s can reside on the same two-wire bus by assigning a different address to each. Bit 0 is the read/write bit. A 0 indicates a write operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Data Transfer Protocol



Start Condition

A start condition is indicated when the bus master drives SDA from high to low while the SCL signal is high. All commands should be preceded by a start condition. An operation in progress can be aborted by asserting a start condition at any time. Aborting an operation using the start condition will ready the FM24C64 for a new operation.

If during operation the power supply drops below the specified VDD minimum, the system should issue a start condition prior to performing another operation.

Stop Condition

A stop condition is indicated when the bus master drives SDA from low to high while the SCL signal is high. All operations using the FM24C64 should end with a stop condition. If an operation is in progress when a stop is asserted, the operation will be aborted. The master must have control of SDA (not a memory read) in order to assert a stop condition.

Data/Address Transfer

All data transfers (including addresses) take place while the SCL signal is high. Except under the two conditions described above, the SDA signal should not change while SCL is high.

Acknowledge

The acknowledge takes place after the 8th data bit has been transferred in any transaction. During this state the transmitter should release the SDA bus to allow the receiver to drive it. The receiver drives the SDA signal low to acknowledge receipt of the byte. If the receiver does not drive SDA low, the condition is a no-acknowledge and the operation is aborted.

The receiver would fail to acknowledge for two distinct reasons. First is that a byte transfer fails. In this case, the no-acknowledge ceases the current operation so that the part can be addressed again. This allows the last byte to be recovered in the event of a communication error.

Second and most common, the receiver does not acknowledge to deliberately end an operation. For example, during a read operation, the FM24C64 will continue to place data onto the bus as long as the receiver sends acknowledges (and clocks). When a read operation is complete and no more data is needed, the receiver must not acknowledge the last byte. If the receiver acknowledges the last byte, this will cause the FM24C64 to attempt to drive the bus on the next clock while the master is sending a new command such as stop.

Slave Address

The first byte that the FM24C64 expects after a start condition is the slave address. As shown in Figure 4, the slave address contains the device type, the device select address bits, and a bit that specifies if the transaction is a read or a write.

Bits 7-4 are the device type and should be set to 1010b for the FM24C64. These bits allow other types of function types to reside on the 2-wire bus within an identical address range. Bits 3-1 are the address select bits. They must match the corresponding value on the external address pins to select the device. Up to eight FM24C64s can reside on the same two-wire bus by assigning a different address to each. Bit 0 is the read/write bit. A 0 indicates a write operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 7 Current Address Read

Figure 8 Sequential Read

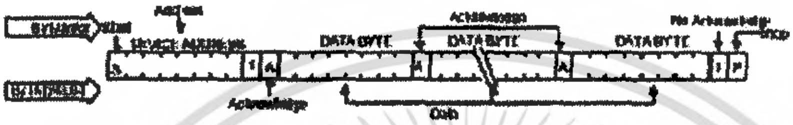
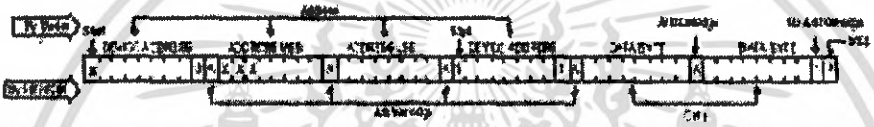


Figure 9 Selective (Random) Read



Data Retention and Endurance

Data retention is specified in the electrical specifications below. For purposes of clarity, this section contrasts the retention and endurance of FRAM with EEPROM. The retention performance of FRAM is very comparable to EEPROM in its characteristics. However, the effect of endurance cycles on retention is different.

A typical EEPROM has a write endurance specification that is fixed. Surpassing the specified level of cycles on an EEPROM usually leads to a hard memory failure. By contrast, the effect of increasing cycles on FRAM produces an increase in the soft error rate. That is, there is a higher likelihood of data loss but the memory continues to function properly. A hard failure would not occur by simply exceeding the endurance specification; simply a reduction in data retention reliability. While enough cycles would cause an apparent hard error, this is simply a very high soft error rate. This characteristic makes it problematic to assign a fixed endurance specification.

Endurance is a soft specification. Therefore, the user may operate the device with different levels of endurance cycling for different portions of the memory. For example, critical data needing the highest reliability level could be stored in memory locations that receive comparatively few cycles. Data with shorter-term use could be located in an area receiving many more cycles. A scratchpad area, needing little if any retention can be cycled until there is virtually no retention capability remaining. This would occur several orders of magnitude above the endurance spec.

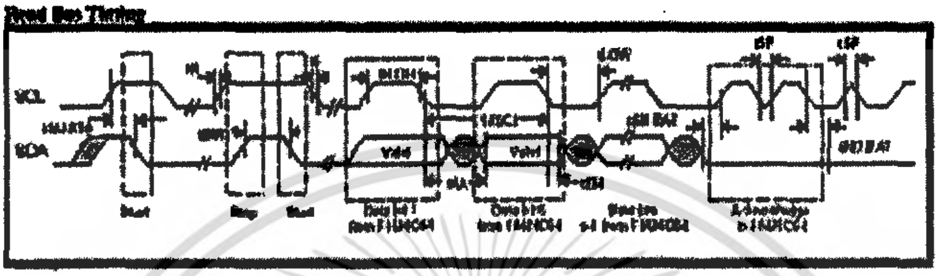
Internally, a FRAM operates with a read and restore mechanism similar to a DRAM. Therefore, endurance cycles are applied for each access: read or write. The FRAM architecture is based on an array of rows and columns. Each access causes a cycle for an entire row. Therefore, data locations targeted for substantially differing numbers of cycles should not be located within the same row. In the FM24C64, a row is 64 bits wide. Each 8 bytes in the address marks the beginning of a new row.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

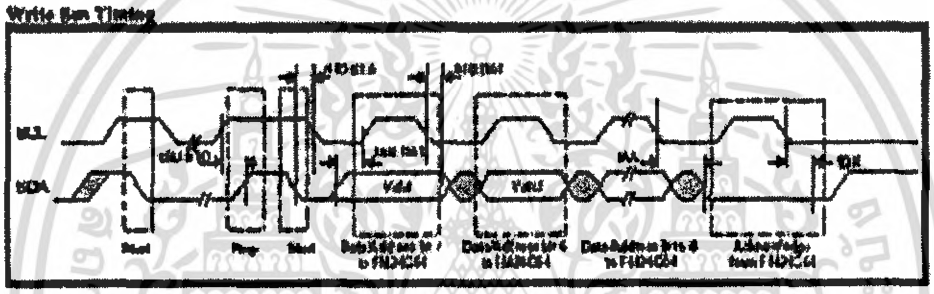
Diagram Notes

All start and stop timing parameters apply to both read and write cycles. Clock specifications are identical for read and write cycles. Write timing parameters apply to slave address, word address, and write data bits. Functional relationships are illustrated in the relevant data sheet sections. These diagrams illustrate the timing parameters only.

Read Bus Timing



Write Bus Timing



Data Retention TA = -40° C to + 85° C, VDD = 4.5V to 5.5V unless otherwise specified

Parameter	Min	Units	Notes
Data Retention	10	Years	1

Notes

1. Data retention is specified at 85° C. The relationship between retention, temperature, and the associated reliability level is characterized separately.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1307
64 X 8 Serial Real Time Clock

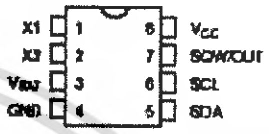
FEATURES

- 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
- 56 byte nonvolatile RAM for data storage
- 2–wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500 nA in battery backup mode at 25°C
- Optional industrial temperature range –40°C to +85°C (IND)
- Available in 8–pin DIP or SOIC

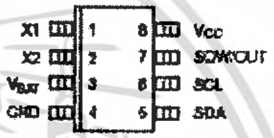
ORDERING INFORMATION

DS1307	Serial Timekeeping Chip; 8–pin DIP
DS1307Z	Serial Timekeeping Chip; 8–pin SOIC (150 mil)
DS1307N	8–pin DIP (IND)
DS1307ZN	8–pin SOIC (IND)

PIN ASSIGNMENT



DS1307 8–PIN DIP (300 MIL)



DS1307Z 8–PIN SOIC (150 MIL)

PIN DESCRIPTION

V_{CC}	– Primary Power Supply
X1, X2	– 32.768 KHz Crystal Connection
V_{BAT}	– +3 Volt Battery Input
GND	– Ground
SDA	– Serial Data
SCL	– Serial Clock
SQW/OUT	– Square wave/Output Driver

DESCRIPTION

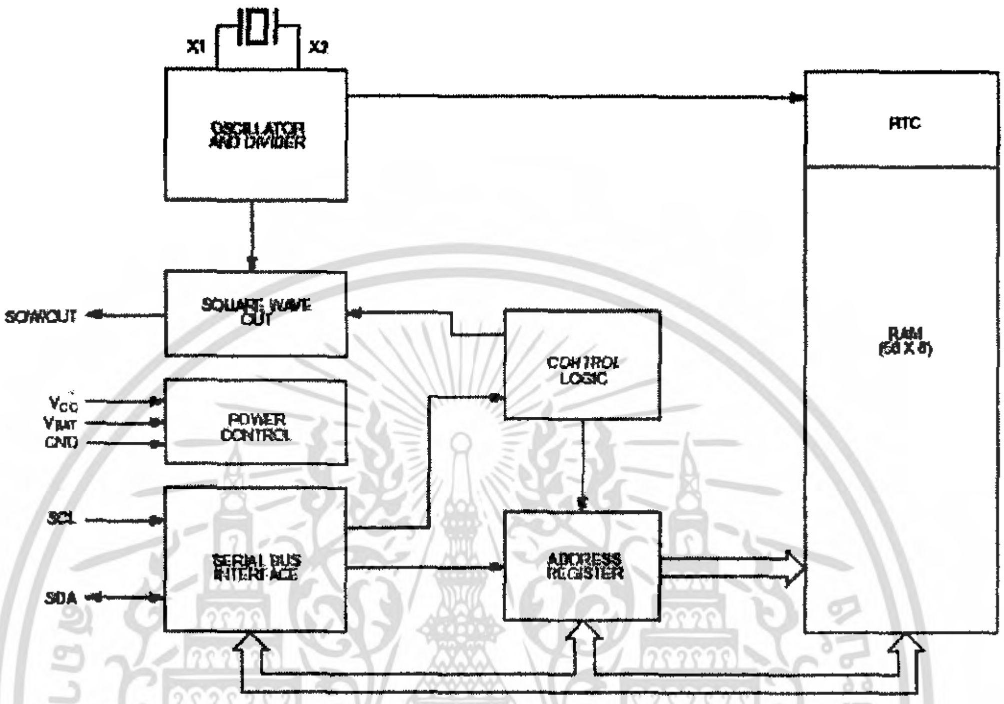
The DS1307 Serial Real Time Clock is a low power full BCD clock calendar plus 56 bytes of nonvolatile SRAM. Address and data are transferred serially via a 2–wire bi–directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date 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 AM/PM indicator. The DS1307 has a built–in power sense circuit which detects power failures and automatically switches to the battery supply.

OPERATION

The DS1307 operates as a slave device on the serial bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT} the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out of tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT} the device switches into a low current battery backup mode. Upon power up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT}+0.2V and recognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the Serial Real Time Clock. The following paragraphs describe the function of each pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307 BLOCK DIAGRAM Figure 1



SIGNAL DESCRIPTIONS

V_{CC}, GND – DC power is provided to the device on these pins. V_{CC} is the +5 volt input. When 5 volts are applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a 3 volt battery is connected to the device and V_{CC} is below 1.25 x V_{BAT}, reads and writes are inhibited. However, the Timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage. As V_{CC} falls below V_{BAT} the RAM and timekeeper are switched over to the external 3 volt battery.

V_{BAT} – Battery input for any standard 3 volt lithium cell or other energy source. Battery voltage must be held between 2.5 and 3.5 volts for proper operation. The nominal write protect trip point voltage at which access to the real time clock and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A Lithium battery with 35 mAh or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power.

SCL (Serial Clock Input) – SCL is used to synchronize data movement on the serial interface.

SDA (Serial Data Input/Output) – SDA is the input/output pin for the 2–wire serial interface. The SDA pin is open drain which requires an external pull–up resistor.

SQW/OUT (Square Wave/ Output Driver) – When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square wave frequencies (1 Hz, 4 KHz, 8 KHz, 32 KHz). The SQW/OUT pin is open drain which requires an external pull–up resistor.

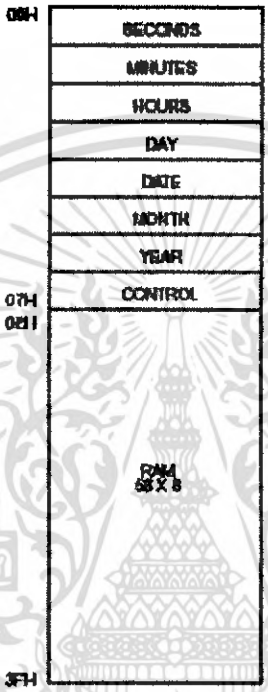
X1, X2 – Connections for a standard 32.768 KHz quartz crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (CL) of 12.5 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTC AND RAM ADDRESS MAP

The address map for the RTC and RAM registers of the DS1307 is shown in Figure 2. The real time clock registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multibyte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

DS1307 ADDRESS MAP Figure 2



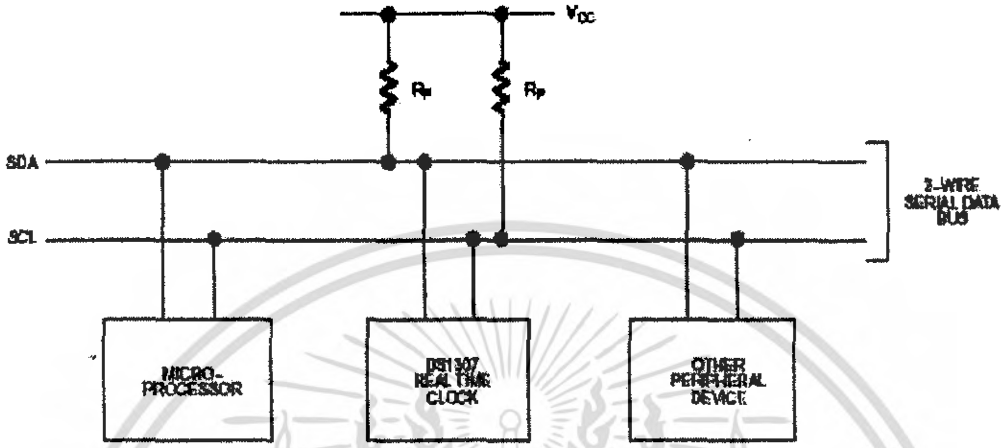
CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. The real time clock registers are illustrated in Figure 3. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the Binary–Coded Decimal (BCD) format. Bit 7 of Register 0 is the Clock Halt (CH) bit. When this bit is set to a one, the oscillator is disabled. When cleared to a zero, the oscillator is enabled.

The DS1307 can be run in either 12–hour or 24–hour mode. Bit 6 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).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL 2–WIRE BUS CONFIGURATION Figure 4



The following bus protocol has been defined (see Figure 5).

- Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is HIGH. Changes in the data line while the clock line is high will be interpreted as control signals.

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

Bus not busy: Both data and clock lines remain HIGH.

Start data transfer: A change in the state of the data line from high to low, while the clock line is high, defines a START condition.

Stop data transfer: A change in the state of the data line from low to high, while the clock line is high defines the STOP condition.

Data valid: The state of the data line represents valid data when, after a START condition, the data line is stable for the duration of the high period of the clock signal. The data on the line must be changed during the low period of the clock signal. There is one clock pulse per bit of data.

Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between the START and the STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte–wise and each receiver acknowledges with a ninth bit.

Acknowledge: Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an acknowledge after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this acknowledge bit.

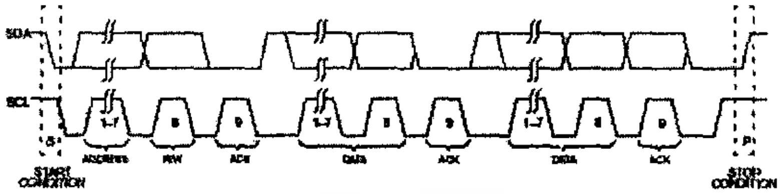
A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable low during the high period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. When receiving data from a slave a master must signal an end of data to the slave by not generating an acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave must leave the data line high to enable the master to generate the STOP condition.

DATA TRANSFER

Figures 5, 6, and 7 detail how data transfer is accomplished on the 2–wire bus. Depending on the state of the R/$\overline{W}$ bit in the transmission protocols as shown in Figures 6 and 7, two types of data transfer are possible:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA TRANSFER ON 2-WIRE SERIAL BUS Figure 5



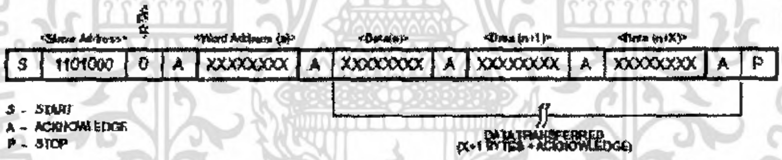
1. Data transfer from a master transmitter to a slave receiver. The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.
2. Data transfer from a slave transmitter to a master receiver. The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a 'not acknowledge' is returned.

The master device generates all of the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

The DS1307 may operate in the following two modes:

1. *Slave receiver mode (DS1307 write mode)*: Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an *acknowledge bit* is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Address recognition is performed by hardware after reception of the slave address and direction bit (See Figure 6). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/W) which for a write is a 0. After receiving and decoding the address byte the DS1307 outputs an acknowledge on the SDA line. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a register address to the DS1307. This will set the register pointer on the DS1307. The master will then begin transmitting each byte of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The master will generate a stop condition to terminate the data write.

DATA WRITE – SLAVE RECEIVER MODE Figure 6

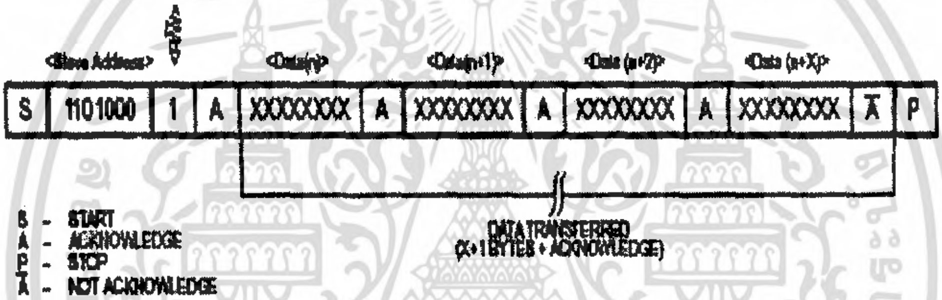


S – START
A – ACKNOWLEDGE
P – STOP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Slave transmitter mode (DS1307 read mode): The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the direction bit *will indicate that the transfer direction is reversed.* Serial data is transmitted on SDA by the DS1307 while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (See Figure 7). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307 address, which is *1101000, followed by the direction bit (R/W) which* for a read is a 1. After receiving and decoding the address byte the DS1307 inputs an acknowledge on the SDA line. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The DS1307 must receive a Not Acknowledge to end a read.

DATA READ – SLAVE TRANSMITTER MODE Figure 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	–0.5V 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.

The Dallas Semiconductor DS1307 is built to the highest quality standards and manufactured for long term reliability. All Dallas Semiconductor devices are made using the same quality materials and manufacturing methods. However, standard versions of the DS1307 are not exposed to environmental stresses, such as burn–in, that some industrial applications require. Products which have successfully passed through this series of environmental stresses are marked IND or N, denoting their extended operating temperature and reliability rating. For specific reliability information on this product, please contact the factory at (972) 371–4448.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS (0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{CC}	4.5	5.0	5.5	V	1
Logic 1	V_{IH}	2.2		V_{CC}+0.3	V	1
Logic 0	V_{IL}	–0.3		+0.8	V	1
V_{BAT} Battery Voltage	V_{BAT}	2.5		3.5	V	1

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (0°C to 70°C; V_{CC}=4.5V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage	I_{LI}			1	µA	10
I/O Leakage	I_{LO}			1	µA	11
Logic 0 Output	V_{OL}			0.4	V	2
Active Supply Current	I_{CCA}			1.5	mA	9
Standby Current	I_{CCS}			200	µA	3
Battery Current (OSC ON): SQW/OUT OFF	I_{BAT1}		300	500	nA	4
Battery Current (OSC ON): SQW/OUT ON (32 KHz)	I_{BAT2}		480	800	nA	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (0°C to 70°C; V_{CC}=4.5V to 5.5V)

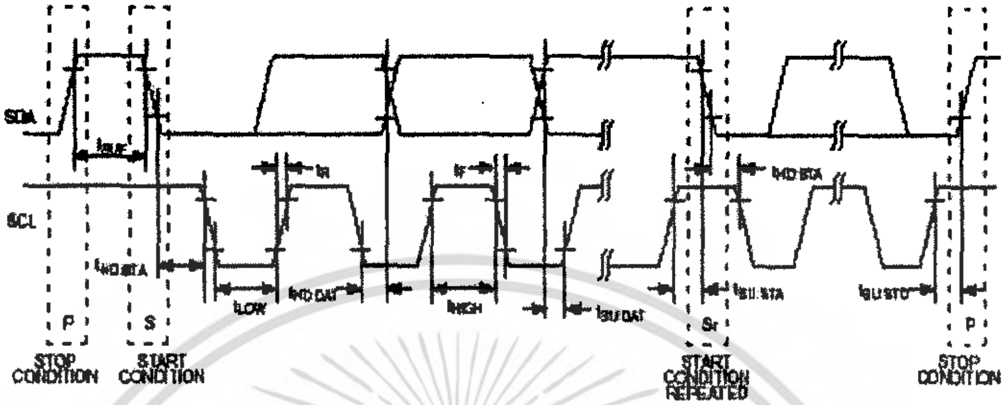
PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
SCL Clock Frequency	f_{SCL}	0		100	KHz	
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}	4.7			µs	
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	4.0			µs	5
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}	4.7			µs	
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}	4.0			µs	
Set-up Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$	4.7			µs	
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$	0			µs	6, 7
Data Set-up Time	$t_{SU:DAT}$	250			ns	
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_R			1000	ns	
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_F			300	ns	
Set-up Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$	4.7			µs	
Capacitive Load for each Bus Line	C_B			400	pF	8
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Capacitance			12.5		pF	

NOTES:

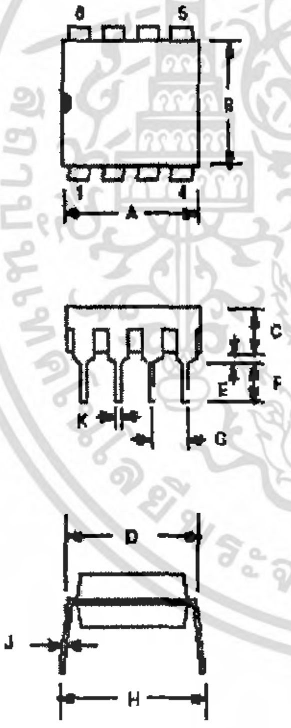
1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic zero voltages are specified at a sink current of 5 mA at V_{CC}=4.5V, V_{OL}=GND for capacitive loads.
3. I_{CCS} specified with V_{CC}=5.0V and SDA, SCL=5.0V.
4. V_{CC}=0V, V_{BAT}=3V.
5. After this period, the first clock pulse is generated.
6. A device must internally provide a hold time of at least 300 ns for the SDA signal (referred to the $V_{IH MIN}$ of the SCL signal) in order to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.
7. The maximum $t_{HD:DAT}$ has only to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.
8. C_B – total capacitance of one bus line in pF.
9. I_{CCA} – SCL clocking at max frequency = 100 KHz.
10. SCL only.
11. SDA and SQW/OUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM



DS1307 64 X 8 SERIAL REAL TIME CLOCK 8-PIN DIP



PKG	8-PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.360 9.14	0.400 10.16
B IN. MM	0.240 6.10	0.260 6.60
C IN. MM	0.120 3.05	0.140 3.56
D IN. MM	0.300 7.62	0.325 8.26
E IN. MM	0.015 0.38	0.040 1.02
F IN. MM	0.120 3.04	0.140 3.56
G IN. MM	0.090 2.29	0.110 2.79
H IN. MM	0.320 8.13	0.370 9.40
J IN. MM	0.008 0.20	0.012 0.30
K IN. MM	0.015 0.38	0.021 0.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายคีรีวัฒน์ สุขแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	14 พฤษภาคม 2527
ภูมิลำเนา	120 หมู่ที่ 1 ตำบลเขาพระทอง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช 80180

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนเขาพระทอง	จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเขาพระทอง	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง แห่งที่ 2	จังหวัดพัทลุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	

ความสนใจพิเศษ	การทำธุรกิจส่วนตัว
คติพจน์	อยากสูงต้องเขย่ง อยากเก่งต้องขยัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายวทัญญู เพ็ชรทอง
วัน เดือน ปีเกิด	22 เมษายน 2527
ภูมิลำเนา	12/1 หมู่ที่ 2 ตำบลตลิ่งชัน อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดปลักปลา	จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนท่าศาลาประสิทธิ์ศึกษา	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	

ความสนใจพิเศษ	การทำธุรกิจส่วนตัว
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายจิรภัฏฏ์ คุณโลก
วัน เดือน ปีเกิด	27 พฤษภาคม 2527
ภูมิลำเนา	71/1 หมู่ที่ 8 ตำบลพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช 80320

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดเขาปูน	จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยสารพัดช่างนครศรีธรรมราช	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	

ความสนใจพิเศษ	การทำธุรกิจส่วนตัว
คติพจน์	อย่ารอโอกาส ความสำเร็จเป็นของคนที่ไขว่คว้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้