สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์

FACILITIES VIA TELEPHONE

โดย

นายธงชัย มลิวัลย์

นายทศพล ปานกรด

นายธีรวุฒิ ศรีรัตนมงคล

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

ปพ.
ส 119 ค
2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32626
วัน, เดือน, ปี 18 พ.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์

FACILITIES VIA TELEPHONE

โดย

นายธงชัย	มลิวัลย์	39013012
นายทศพล	ปานกรด	39013049
นายธีรวุฒิ	ศรีรัตนมงคล	39013051

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2541

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **เครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์**

FACILITIES VIA TELEPHONE

ผู้จัดทำ

1. นายธงชัย	**มลิวัลย์**	**39013012**
2. นายทศพล	**ปานกรด**	**39013049**
3. นายธีรวุฒิ	**ศรีรัตนมงคล**	**39013051**

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์
FACILITIES VIA TELEPHONE

โดย นายธงชัย มลิวัลย์ 39013012
นายทศพล ปานกรด 39013049
นายธีรวุฒิ ศรีรัตนมงคล 39013051

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันโทรศัพท์นับได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์และมีความสำคัญมากอีกชนิดหนึ่งในระบบการติดต่อสื่อสาร เพราะสามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางและครอบคลุมทุกพื้นที่ ปริมาณความต้องการใช้โทรศัพท์ก็มากขึ้นไปด้วย ดังนั้นเพื่อความสะดวกจึงได้มีการสร้างเครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ใช้เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์ เช่น เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ , เครื่องสั่งงานทางโทรศัพท์ , เครื่องบันทึกหมายเลขการโทรออก และการคิดเงินค่าโทรศัพท์ ดังนั้นในโครงงานนี้จะทำการรวมสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหมดเหล่านี้เข้าไว้ด้วยกัน โดยเราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยจะทำการเช็คสัญญาณโทรศัพท์ที่เข้ามา แล้วทำการตรวจสอบว่าต้องการทำสิ่งใด หลังจากนั้นจึงทำการประมวลผลตามคำสั่งที่ได้โปรแกรมไว้แล้ว

ABSTRACT

Now, the telephone is quite important and useful for communication system. As it communicates over world wide which covers all area. The demand to use telephone is increasing more and more according to the convenience , a lot of facilities are created as the components ; such as answering machine , controlling appliances in home , telephone numbers recording , telephone charger. This project the proposes to include all facilities together by using microcontroller MCS-51 with serial connection to control. It checks the telephone signaling , examines amd analyzes the function by setting the program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงาน	3
2.1 เครื่องรับโทรศัพท์	3
2.2 ระบบโทรศัพท์ในปัจจุบัน	5
2.3 การส่งรหัสหมายเลขโดยการใช้ไอซีสำเร็จรูป	9
2.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ	11
2.5 ไอซีถอดรหัสสัญญาณหมายเลขแบบดีทีเอ็มเอฟ MT8870	13
2.6 ลักษณะของสัญญาณติดต่อระหว่างเครื่องรับและชุมสาย	17
2.7 วงจรควบคุมเสียงพูด MC 34114	18
2.8 วงจรส่วนบันทึกและเล่นกลับ ISD 2590	23
2.9 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	27
2.10 การสร้างฐานเวลาให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	33
2.11 การใช้งานแอลซีดีโมดูล	40
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	49
3.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงงาน	49
3.2 แผนผังการทำงานของเครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์	51
3.3 ส่วนวงขรตรวจนับสัญญาณโทรศัพท์	54
3.4 วงจรการใช้งานของ ISD 2590	58
3.5 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์	60
3.6 วงจรควบคุมปิด – เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	63
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	64
4.1 ส่วนวงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์	64
4.2 ส่วนวงจรบันทึกและเล่นกลับ	68
4.3 การใช้งานเครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์	72
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	77
5.1 ปัญหาในการทำโครงงาน	77
5.2 วิธีการแก้ไขปัญหา	77
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก.	78
ภาคผนวก ข.	84
ภาคผนวก ค.	138
ภาคผนวก ง.	157
กิตติกรรมประกาศ	158
หนังสืออ้างอิง	159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงโลคอลลูป 3

รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของกระแสไฟตรงและกระแสสลับ 4

รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์ 5

รูปที่ 2.4 ก) แสดงถึงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลส์อย่างง่าย 6

ข) แสดงไดอะแกรมของเวลาคร่าว ๆ ของสัญญาณที่เกิดจากการหมุนหมายเลข "4" 6

รูปที่ 2.5 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขต่างๆ 8

รูปที่ 2.6 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แบบแยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบดีทีเอ็มเอฟ 8

รูปที่ 2.7 บล็อกไดอะแกรมของระบบดีทีเอ็มเอฟ 9

รูปที่ 2.8 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ 10

รูปที่ 2.9 ผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ 11

รูปที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบดีทีเอ็มเอฟ 12

รูปที่ 2.11 แสดงรายละเอียดขาของ MT 8870 13

รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างภายในของ MT 8870 14

รูปที่ 2.13 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (gard time) พร้อมวิธีคำนวณ 16

รูปที่ 2.14 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุต 16

รูปที่ 2.15 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่ 17

รูปที่ 2.16 รูปร่างและลักษณะการจัดขาของไอซี MC 34114 18

รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมภายในตัวไอซี MC 34114 19

รูปที่ 2.18 วงจรสมมูลย์ของการอินเตอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์ 20

รูปที่ 2.19 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายและการต่อของอุปกรณ์ภายนอก 21

รูปที่ 2.20 วงจรภายในส่วนอินพุตของไมโครโฟน 22

รูปที่ 2.21 ส่วนของวงจรด้านส่ง 22

รูปที่ 2.22 ส่วนของวงจรด้านรับ 23

รูปที่ 2.23 บล็อกไดอะแกรมภายในไอซี ISD 2590 24

รูปที่ 2.24 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรมของการบันทึก 27

รูปที่ 2.25 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรมของการเล่นกลับ 27

รูปที่ 2.26 การจัดวางขาของ 8051 31

รูปที่ 2.27 แสดงลักษณะรูปร่างทั้งสองแบบของไอซีเบอร์ DS 1202 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.28 โครงสร้างภายในของ RTC DS1202	35
รูปที่ 2.29 แสดงโครงสร้างของคอมมานด์ไบต์	36
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของโครงสร้าง	49
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานแสดงสภาวะการโทรเข้า	51
รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานแสดงสภาวะการโทรออก	52
รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงการตั้งค่าในโหมดการใช้งานต่างๆ	53
รูปที่ 3.5 วงจรตรวจสอบการยกหู	54
รูปที่ 3.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก	55
รูปที่ 3.7 วงจรตรวจนับสัญญาณเรียก	56
รูปที่ 3.8 วงจรตรวจจับสัญญาณ Dialling , RBT , BUSY	56
รูปที่ 3.9 วงจรถอดรหัสหมายเลขและดีทีเอ็มเอฟ	57
รูปที่ 3.10 แสดงวงจรการใช้งานที่ต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกของ ISD 2590	58
รูปที่ 3.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมระบบไมโครคอนโทรลเลอร์	60
รูปที่ 3.12 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	62
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรควบคุมปิด-เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้า 1 แชนแนล	63
รูปที่ 4.1 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบการยกหู	64
รูปที่ 4.2 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก	65
รูปที่ 4.3 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนเลขหมาย	66
รูปที่ 4.4 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ	67
รูปที่ 4.5 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่าง	68
รูปที่ 4.6 บล็อกไดอะแกรมส่วนวงจรตอบรับและบันทึกข้อความ	68
รูปที่ 4.7 แสดงวงจรส่วนบันทึกและเล่นกลับโดยต่อ ISD 2590 ร่วมกัน 4 ตัว	69
รูปที่ 4.8 แสดงเอาท์พุตที่ได้จากการเล่นกลับของ ISD 2590	70
รูปที่ 4.9 แสดงวงจรส่วนควบคุมเสียงพูด	71
รูปที่ 4.10 วัดสัญญาณที่ขา 1 ของ MC 34114 เทียบกับกราวด์	72
รูปที่ 4.11 แสดงสภาวะเมื่อไม่มีการโทรเข้าและโทรออก	73
รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะคีย์บอร์ดในการใช้งาน	73
รูปที่ 4.13 แสดงสภาวะในการตั้งค่าต่างๆ	73
รูปที่ 4.14 แสดงสภาวะการตรวจสอบข้อความ	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.15 แสดงสภาวะค่าบริการรวมของแต่ละเดือน 74
รูปที่ 4.16 แสดงรายละเอียดของข้อมูลการโทรแต่ละครั้ง 74
รูปที่ 4.17 แสดงสภาวะการปิด-เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้า 75
รูปที่ 4.18 แสดงสภาวะการเรียกเข้า 75
รูปที่ 4.19 แสดงการเข้าสู่ระบบตอบรับอัตโนมัติ 75
รูปที่ 4.20 แสดงสภาวะเมื่อมีการสนทนา 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่	15
ตารางที่ 2.2 ข้อมูลทางเทคนิคของ MC 34114	19
ตารางที่ 2.3 แสดงโหมดการทำงานของ ISD 2590	26
ตารางที่ 2.4 แสดงความแตกต่างของสมาชิกตระกูล MCS-51	29
ตารางที่ 2.5 แสดงการใช้เบิสท์โหมด	39
ตารางที่ 2.6 ตารางข้อมูลการทำงานของรีจิสเตอร์และ RAM ใน DS 1202	39
ตารางที่ 2.7 ขาสัญญาณของแอลซีดีโมดูล	41
ตารางที่ 2.8 การกำหนดคุณสมบัติในการใช้งานของแอลซีดีตามชุดคำสั่งควบคุม	43
ตารางที่ 2.9 แสดงการเคลียร์ดิสเพลย์	44
ตารางที่ 2.10 แสดงการเคอร์เซอร์ แอท โฮม	44
ตารางที่ 2.11 แสดงการเอ็นทรีโหมดเซ็ต	44
ตารางที่ 2.12 แสดงการดิสเพลย์ ออน/ออฟ	45
ตารางที่ 2.13 แสดงการดิสเพลย์ชิป	45
ตารางที่ 2.14 แสดงฟังก์ชั่นเซ็ต	46
ตารางที่ 2.15 แสดงการเซ็ต CGRAM แอดเดรส	46
ตารางที่ 2.16 แสดงการเซ็ต DDRAM แอดเดรส	46
ตารางที่ 2.17 แสดงตำแหน่งแอดเดรสของแอลซีดี รุ่น DMC 164	47
ตารางที่ 2.18 แสดงการบีซี่แบล็ก แอ็นด์ แอดเดรสรีด	47
ตารางที่ 2.19 แสดงการเขียนข้อมูลให้ DDRAM หรือ CGRAM	47
ตารางที่ 2.20 แสดงการอ่านข้อมูลจาก DDRAM หรือ CGRAM	48
ตารางที่ 3.1 การใช้งานและการควบคุมการทำงานของ ISD 2590	59
ตารางที่ 3.2 การกำหนดแอดเดรสของ ISD 2590	59
ตารางที่ 3.3 แสดงตำแหน่งเมมโมรีแม็ป 74138 ตัวที่ 1 ตำแหน่งที่ 0000H-FFFFH	61
ตารางที่ 3.4 แสดงตำแหน่งอินพุต-เอาท์พุตพอร์ต 74138 ตัวที่ 2 ตำแหน่งที่ E000H-FFFFH	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีสื่อสารทางด้านโทรคมนาคมได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และโทรศัพท์ก็ได้กลายมาเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการสื่อสารในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในบ้านพักอาศัยหรือการใช้งานในสำนักงาน , โรงงาน หรือธุรกิจทั่วๆ ไป และชีวิตความเป็นอยู่ของผู้คนในสังคมขณะปัจจุบันนี้ต้องมีความรีบเร่งเพื่อหารายได้ในการดำรงชีวิต จนดูเหมือนกับว่าใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ภายนอกบ้านมากกว่า ทำให้ในบางครั้งพลาดจากการติดต่อที่สำคัญจากที่ติดต่อทางโทรศัพท์เข้ามาภายในบ้านในขณะที่ไม่มีใครอยู่ ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญที่จัดทำโครงงานนี้ขึ้นมา เพื่อที่จะทำหน้าที่ในการตอบรับโทรศัพท์ในขณะที่ไม่มีใครอยู่บ้าน พร้อมกันนั้นยังสามารถที่จะฝากข้อความของผู้ที่โทรเข้ามา ทำให้ไม่พลาดการติดต่อที่สำคัญ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในด้านอื่นๆ อีก คือ สามารถที่จะคิดเงินค่าโทรศัพท์พร้อมกับบันทึกหมายเลขการโทรออกเก็บไว้ด้วย เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับใบแจ้งหนี้ค่าโทรศัพท์ ในบางครั้งเมื่อเราออกไปนอกบ้านแล้วอาจจะลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น โทรทัศน์ , วิทยุ , หลอดไฟ เป็นต้น เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น โครงงานนี้จึงได้มีส่วนของการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านทางคู่สายโทรศัพท์

โครงงานนี้สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องรับโทรศัพท์โดยทั่วไป โดยโครงสร้างของโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

1. ส่วนฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย
   - 1.1 ส่วนของวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์
   - 1.2 ส่วนของวงจรตอบรับและบันทึกข้อความ
   - 1.3 ส่วนของวงจรควบคุมปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า
   - 1.4 ส่วนของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
   - 1.5 ส่วนของวงจรแสดงผลแบบแอลซีดีพร้อมทั้งวงจรส่วนคีบอร์ด
2. ส่วนซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย
   - 2.1 โปรแกรมตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์
   - 2.2 โปรแกรมควบคุมการตอบรับและบันทึกข้อความ
   - 2.3 โปรแกรมควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า
   - 2.4 โปรแกรมเก็บข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์
   - 2.5 โปรแกรมแสดงผลแอลซีดีและควบคุมคีบอร์ด
   - 2.6 โปรแกรมคิดเงินค่าโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการดำเนินงาน

ภาคการศึกษา 1/2541 ทำในส่วนของฮาร์ดแวร์ โดยส่วนที่ได้ทำไปแล้วมีดังนี้

- ส่วนของวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์
- ส่วนของวงจรตอบรับและบันทึกข้อความ
- ส่วนของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาคการศึกษา 2/2541 จะดำเนินการในส่วนฮาร์ดแวร์ที่เหลือทั้งหมด และทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

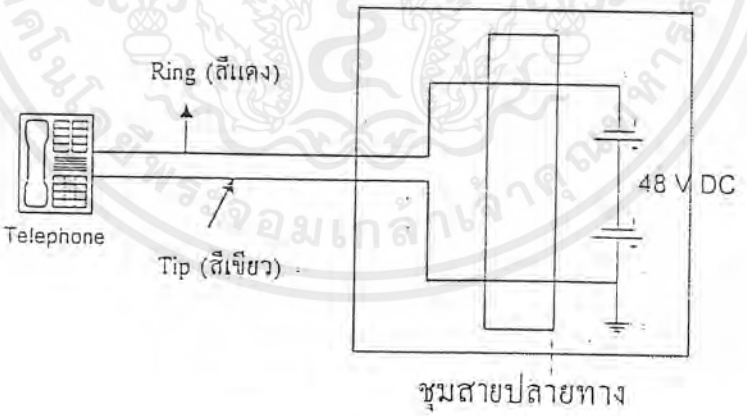
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการทำงาน

2.1 เครื่องรับโทรศัพท์

โทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ปลายทางอีกชนิดหนึ่งในการสื่อสารโทรคมนาคมซึ่งกันและกัน หน้าที่ของเครื่องรับโทรศัพท์ คือ ทำหน้าที่ในการรับส่งสัญญานเสียงพูดไปมาระหว่างผู้เช่าปลายทางทั้งสอง โดยจะทำการแปลงพลังเสียงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าก่อน แล้วจึงส่งไปตามสายโทรศัพท์ผ่านชุมสายและถึงปลายทาง จากนั้นจะแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้กลับคืนเป็นพลังงานเสียงตามเดิม นอกจากหน้าที่ดังกล่าวแล้ว ยังมีหน้าที่อื่นๆ อีก ดังนี้

1. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น (Local-Exchange)
2. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณโค้ด (code) ที่ใช้แทนหมายเลขของผู้ถูกเรียก (B-scriber)
3. ทำหน้าที่รับเสียงโทน (Tone) ที่ตอบรับจากชุมสาย ตลอดจนสัญญาณเรียก (Ringing Tone)
4. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณยกเลิกการติดต่อเรียกไปยังชุมสาย (Hook-on)

สายที่ใช้ในการส่งสัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์ไปยังชุมสายจะใช้สายส่ง 2-wire หรือโลคอลลูป (Local Loop) ซึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) ของสายประมาณ 500-1000 โอห์ม แต่ค่าที่ใช้โดยทั่วไปคือ 600 โอห์ม ถ้าในชุมสายปลายทางมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟร่วมดีซี ขนาด 48 โวลต์ให้แต่ละลูปของผู้ใช้โทรศัพท์ ลวดตัวนำ 2 เส้นในลูปมีชื่อว่า ทิป (Tip) และริง (Ring) โดยริงจะต่อกับ –48 โวลต์ ทิปจะต่อกับกราวด์ ดังรูปที่ 2.1

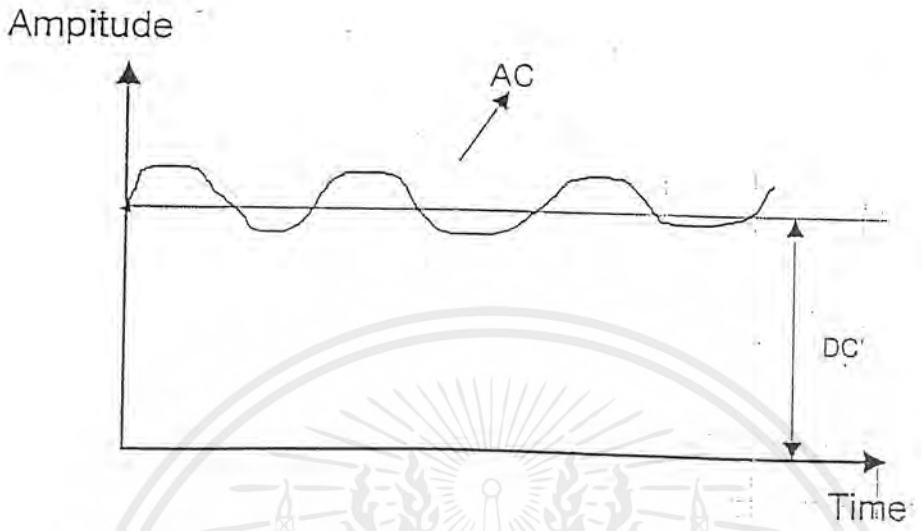


รูปที่ 2.1 แสดงโลคอลลูป

เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ มีผลทำให้สุกสวิตช์ (Hook Switch) ปิดลง (Hook off) จากนั้นกระแสไฟตรงขนาด 20 มิลลิแอมป์ ไหลวนอยู่ในลูป ซึ่งสภาวะยกหูโทรศัพท์นี้ ระดับแรงดันไฟฟ้าระหว่างทิปกับริงมีค่าลดลงเหลือ 6-10 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเสียงพูดจากเครื่องโทรศัพท์จะถูกส่งไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งในลูป โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยภายในกระแสลูป (20 มิลลิแอมป์) ซึ่งเกิดจากสัญญาณเอซี ทับบนกระแสลูปดีซี ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของกระแสไฟตรงและกระแสสลับ

ส่วนประกอบหลักของเครื่องโทรศัพท์ แบ่งได้เป็น

1. ส่วนรับ-ส่งสัญญาณเสียงพูด (Speech Transmission)
2. ส่วนกำเนิดสัญญาณ (Generator Tone) และโค้ดหมายเลขของผู้เรียก
3. ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจากชุมสาย (Ringing Tone)

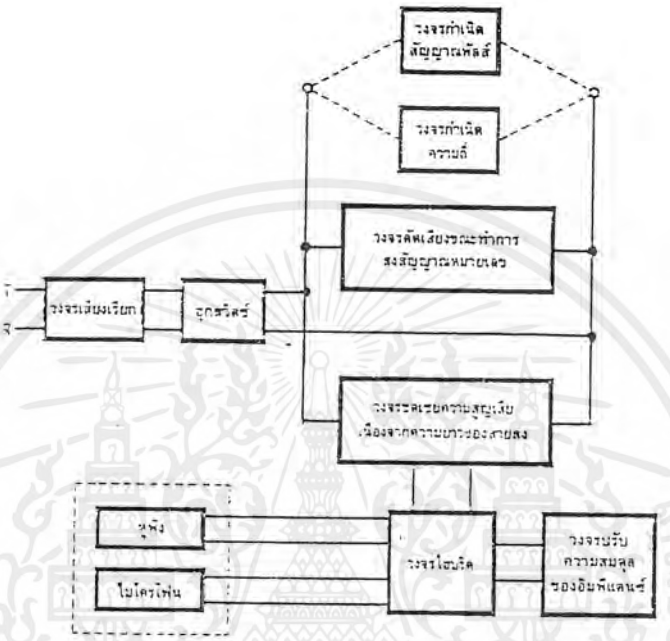
ในรูปที่ 2.3 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยจะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย T (tip) และ R (ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสาย ก็คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงก็คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ สุกสวิตช์จะถูกเปิดวงออก ทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังสุกสวิตช์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากสุกสวิตช์ ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สุกสวิตช์ S_1 และ S_2 ในรูปที่ 2.4 (ก) ก็จะปิดวงจร ทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ก็จะไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ที่ชุมสายด้วย ทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลง เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุนหมายเลข (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยมายังชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ชุมสายได้รับหมายเลขแรกที่ถูกส่งมาแล้ว ชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุน ซึ่งกระบวนการตอนนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้นสามารถกระทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงถึงค่าของหมายเลขต่างๆ และอีกวิธีหนึ่งคือการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่างๆ กัน โดยค่าของตัวเลขจะถูกแทนด้วยค่าความถี่ 2 ความถี่ที่มอดูเลตกัน



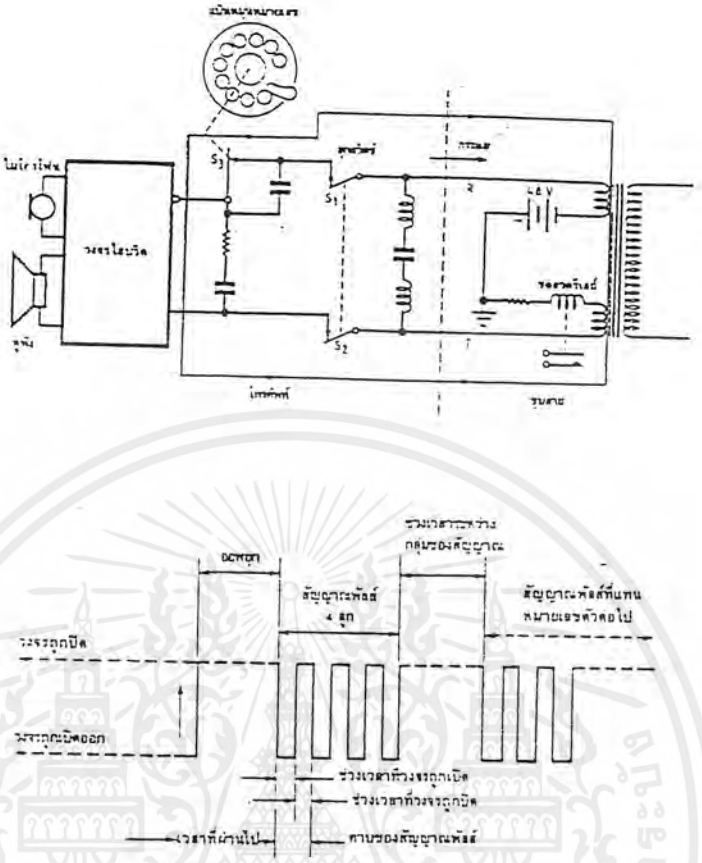
รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

2.2 ระบบโทรศัพท์ในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ระบบ

2.2.1 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข (rotating-type)

ในรูปที่ 2.4 (ก) จะเป็นวงจรที่ใช้การส่งหมายเลขโทรศัพท์ในแบบหมุน จะเห็นว่าสวิตช์ S_3 จะถูกเปิดวงจรออกเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ เมื่อสวิตช์ S_3 ถูกเปิดวงจรออกก็จะไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าไปในวงจรส่วนที่อยู่ถัดไปได้ จึงเสมือนว่าเป็นการขัดจังหวะ (interruption) การไหลของกระแสสำหรับจำนวนครั้งที่สวิตช์ S_3 ถูกเปิดออกจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของแป้นหมุน (dialer) ที่ถูกหมุนไป กับตำแหน่งปกติในขณะที่ไม่มีการหมุนหมายเลขใดๆ เป็นต้นว่า ถ้าหมุนหมายเลข 4 สวิตช์ S_3 ก็จะถูกเปิดออก 4 ครั้ง หรือว่าหมุนหมายเลข 7 สวิตช์ S_3 ก็จะถูกเปิดออก 7 ครั้ง ซึ่งสวิตช์ S_3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่แป้นหมุนกลับสู่ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการหมุนหมายเลขอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 (ก) แสดงถึงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลส์อย่างง่าย
(ข) แสดงไดอะแกรม ของเวลาคร่าวๆของสัญญาณที่เกิดจากการหมุนหมายเลข "4"

รูปที่ 2.4 (ข) จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ จากรูปนี้จะเห็นว่าในตอนแรกโทรศัพท์อยู่ในสภาวะออนฮุก (on-hook) คือ หูโทรศัพท์จะถูกวางอยู่บนที่วางหูโทรศัพท์ ตามปกติจะไม่มีกระแสจากชุมสายเข้าสู่โทรศัพท์เพราะขณะนี้วงจรถูกเปิดออกโดยฮุกสวิตช์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น โทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะออฟฮุก (off-hook) ฮุกสวิตช์จะถูกปิดวงจรลง ทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลข โดยในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข "4" ก็จะทำให้วงจรถูกเปิดออกด้วยสวิตช์ S_3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้รูปสัญญาณออกมาอย่างที่เห็น

ในระบบโทรศัพท์แบบที่ส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลส์นี้จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณในอัตรา 10 พัลส์ต่อวินาที หรือ 10 pps (pulser per second) และเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันในการพิจารณาสัญญาณที่เกิดขึ้น จึงควรที่จะทราบความหมายของคำต่อไปนี้

- คาบของสัญญาณพัลส์ (pulse period) = ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด (break duration) + ช่วงเวลาที่วงจรถูกปิด (make duration) ซึ่งคาบของสัญญาณพัลส์จะถูกออกแบบให้มีค่าอย่างต่ำ 100 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัตราการส่งสัญญาณพัลส์ (pulse rate) = จำนวนพัลส์ที่ถูกส่งออกไปใน 1 วินาที = 1000 / คาบเวลาของสัญญาณพัลส์ (เป็นมิลลิวินาที)

- เปอร์เซ็นต์ของการเปิดวงจร (percent break) = 100 × อัตราส่วนการเปิดวงจร (break ratio) = 100 × ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด/คาบของสัญญาณพัลส์

- ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (interdigit interval) ถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 มิลลิวินาที

สำหรับในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดค่ามาตรฐานของสัญญาณไว้แน่นอน เช่น ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดจะต้องไม่ต่ำกว่า 60 มิลลิวินาที หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60% สำหรับประเทศอื่นๆ มักจะใช้ที่อัตรา 67% เป็นส่วนใหญ่

ความเพี้ยนแฝงของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

ตามปกติในสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์ จะมีค่าความต้านทาน ตัวเก็บประจุและขดลวดเหนี่ยวนำแฝงอยู่ โดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ ระยะทาง 1 ไมล์ที่เพิ่มขึ้นของสายส่งจะเสมือนว่ามีตัวเก็บประจุต่อคร่อมอยู่ระหว่างสายส่ง มีค่าประมาณ 0.07 ไมโครฟารัด และมีตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกันอยู่ โดยจะมีค่าประมาณ 42 โอห์ม และ 1 มิลลิเฮนรี ตามลำดับ ซึ่งอุปกรณ์แฝงพวกนี้จะมีผลทำให้สัญญาณพัลส์ที่ถูกส่งไปตามสายส่งเกิดความเพี้ยนทั้งขนาด (amplitude) และ คาบเวลา (period) ดังนั้นชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถจะรับรู้สัญญาณที่เพี้ยนเหล่านี้ไว้ และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อ

2.2.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (dual tone multifrequency- type)

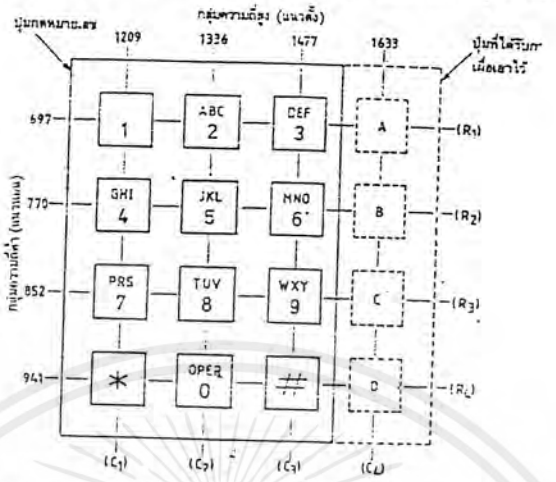
เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งพบได้มากกว่าระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่าดีทีเอ็มเอฟ (DTMF) มีวิธีส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยโดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ค่าต่างๆ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.5 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันออกมา

สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ที่สร้างความถี่เหล่านี้ขึ้นมาก็คือวงจรในรูปที่ 2.6 เป็นวงจรที่ยังคงใช้อุปกรณ์ต่างๆ มาต่อรวมกันเป็นวงจรอยู่ ซึ่งปัจจุบันมีการใช้อุปกรณ์ที่ผลิตในรูปไอซีสำเร็จรูปมาใช้งานมากกว่า แต่เนื่องจากต้องการให้เข้าใจถึงหลักการของระบบจึงนำวงจรพื้นฐานมาประกอบคำอธิบาย

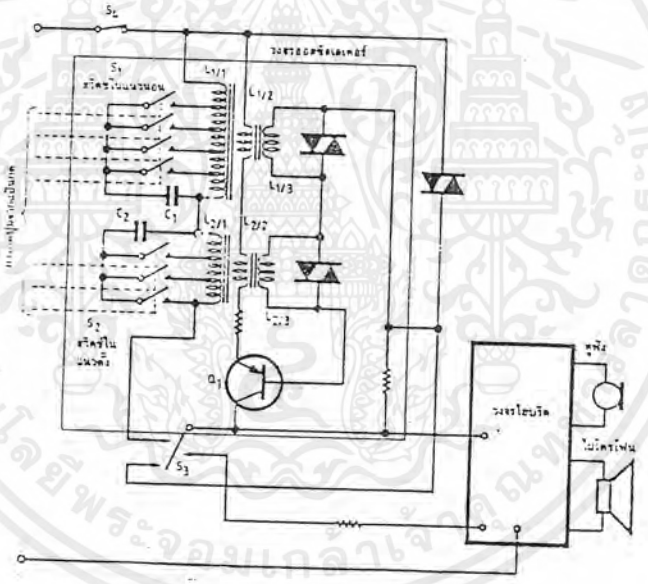
การทำงานของวงจรนี้เริ่มจากสวิตช์ S_1 (สวิตช์ในแนวนอน), S_2 (สวิตช์ในแนวตั้ง) และ S_3 จะถูกเปิดวงจรอยู่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น กระแสจากชุมสายจะผ่าน RV_1 , $L_{1/1}$ และ $L_{2/1}$ ทรานซิสเตอร์ Q_1 จะไม่นำกระแส เมื่อมีการกดหมายเลข สวิตช์ S_1 , S_2 จะถูกปิดลงตามตำแหน่งของหมายเลขที่ถูกกด C_1 , C_2 จะถูกต่อเข้ากับ $L_{1/1}$ และ $L_{2/1}$ ตามลำดับ เกิดเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ขึ้น โดย $L_{1/1}$ และ C_1 จะเป็นออสซิลเลเตอร์ที่ผลิตความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ที่เกิดจาก $L_{2/1}$ และ C_2 และสวิตช์ S_3 จะถูกปิดลงเช่นกัน ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์ทั้งสองเข้าด้วยกันและส่งไปยังชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่กดหมายเลขอยู่นั้น ส่วนของหูฟังและไมโครโฟนจะถูกต่อขนานกัน จึงทำให้ได้ยินสัญญาณที่เกิดขึ้นจากวงจรออสซิลเลเตอร์ด้วย สำหรับทางชุมสายก็จะมีวงจรตรวจจับสัญญาณเอาไปประมวลผลต่อไป และยังต้องมีวงจรกรองความถี่ป้องกันไม่ให้ความถี่แปลกปลอมอื่นๆ เข้าไปในชุมสายด้วย



รูปที่ 2.5 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขต่างๆ



รูปที่ 2.6 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แบบแยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบดีทีเอ็มเอฟ

ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบทั้งสอง

ในตอนต้นทราบแล้วว่า การส่งสัญญาณแบบพัลส์ 1 ลูก ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100 มิลลิวินาที (60 มิลลิวินาทีสำหรับช่วงการเปิดวงจร และ 40 มิลลิวินาทีสำหรับช่วงการปิดวงจร) และยังต้องมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 700 มิลลิวินาที และยิ่งถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามากและยาวมากขึ้นเท่าใด ย่อมต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตัวอย่างเช่น</u> หมายเลข 555-5555

จะใช้เวลาในการส่งสัญญาณพัลส์ = 5 (พัลส์ / มิลลิวินาที) × 100 (มิลลิวินาที / พัลส์) × 7 (หมายเลข) = 3.5 วินาที

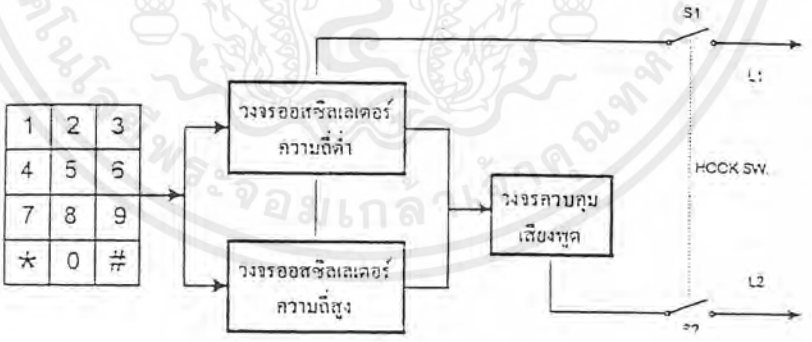
และระยะเวลาของช่องว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ = 700 (มิลลิวินาที) × 6 = 4.6 วินาที จะใช้เวลาในการส่งทั้งหมด = 3.5 + 4.2 = 7.7 วินาที

แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้การส่งระบบดีทีเอ็มเอฟ จะใช้เวลา 7 × 100 มิลลิวินาที = 0.7 วินาที เท่านั้น

ดังนั้นจะเห็นได้ชัดเจนประการหนึ่งแล้วว่าระบบดีทีเอ็มเอฟ จะสามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายได้มากกว่าระบบที่ใช้การส่งสัญญาณพัลส์ ซึ่งเป็นผลให้ชุมสายสามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วย

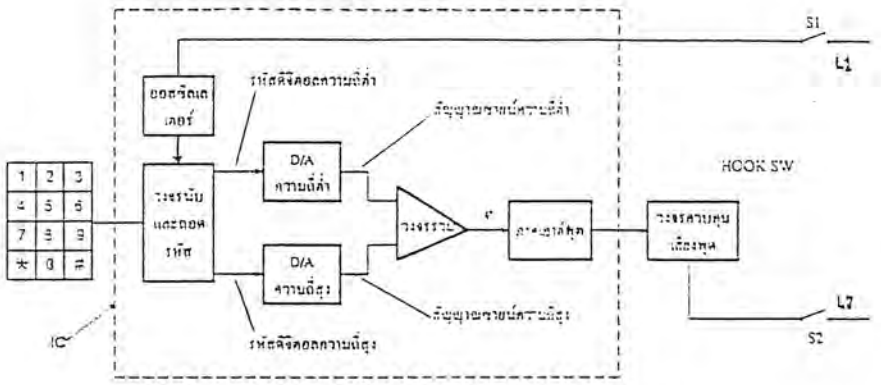
ในปัจจุบันนี้ การส่งสัญญาณแบบดีทีเอ็มเอฟได้รับความนิยมมากกว่าระบบพัลส์ ทั้งในด้านความเร็ว ความสะดวกสบาย และการนำไปประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์ต่างๆ ดังนั้นเพื่อความสะดวกสบายจึงได้มีการผลิตไอซีสำเร็จรูปขึ้น การส่งสัญญาณแบบดีทีเอ็มเอฟด้วยการใช้ไอซีสำเร็จรูปในปัจจุบันจะเหมาะสมกว่าการนำอุปกรณ์มาต่อกันในการผลิตสัญญาณที่มีความถี่ต่างๆ เพื่อแทนรหัสหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย หลักการทำงานของไอซีพวกนี้ย่อมจะต้องมีหลักการเช่นเดียวกันนั่นก็คือ การนำความถี่ที่มีค่าแตกต่างกัน 2 ความถี่ ซึ่งเกิดจากการคีโค้ดปุ่มกดหมายเลขให้เป็นสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการถอดรหัสได้ในแนวแถวและแนวคอลัมน์ จากนั้นก็นำสัญญาณทั้งสองมามอดูเลตกัน แล้วจึงถูกส่งไปยังชุมสายต่อไป

2.3 การส่งรหัสหมายเลขโดยการใช้ไอซีสำเร็จรูป



รูปที่ 2.7 (ก) วงจรแบบแรกๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

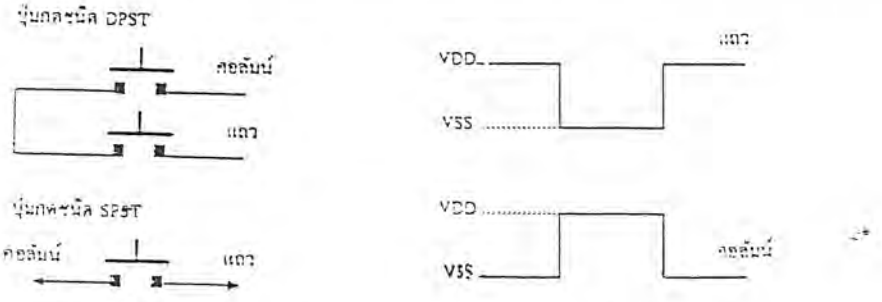


รูปที่ 2.7 (ข) วงจรที่ถูกพัฒนาในรูปของไอซีสำเร็จรูป

รูปที่ 2.7 บล็อกไดอะแกรมของระบบดีทีเอ็มเอฟ

ในรูปที่ 2.7 (ก) เป็นบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบดีทีเอ็มเอฟ ซึ่งในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์จำพวกพาสซีฟ (passive elements) ในการนำมาสร้างวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งแน่นอนว่าปัญหาที่จะพบสำหรับวงจรที่ใช้อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปและอายุการใช้งาน ผลที่จะตามมาก็คือความถี่ที่ผลิตออกมาย่อมมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งจะทำให้ชุมสายเกิดการทำงานผิดพลาดในการติดต่อกับผู้ที่ถูกเรียก ดังนั้นการสร้างไอซีสำเร็จรูปมาใช้งานแทนอุปกรณ์พาสซีฟย่อมที่จะต้องแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ในระดับหนึ่ง

ในรูปที่ 2.7 (ข) เป็นบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบดีทีเอ็มเอฟ ซึ่งวงจรภายในประกอบด้วยวงจรนับและถอดรหัส (counter and decoder) ซึ่งวงจรถอดรหัสก็จะแยกว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งจะตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวแถวและแนวคอลัมน์ เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวแถวและแนวคอลัมน์ไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิตอล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นก็นำสัญญาณทั้งสองไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลไปเป็นอนาล็อก (D/A converter) และนำมารวมกัน โดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ (summing amp) แล้วจึงถูกส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (speech network) และผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ในที่สุด



(ก) แผนภาพ (ข) รูปสัญญาณ

รูปที่ 2.8 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ

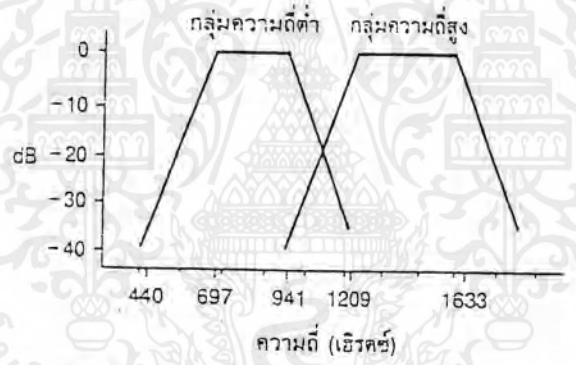
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซีอาจจะถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกับแป้นปุ่มหมายเลข (key pad) ชนิด DPST (dual-pole single throw) ซึ่งจะมีหน้าสัมผัส 2 หน้า หรืออาจจะเป็นชนิด SPST (single-pole single throw) ก็ได้ ในรูปที่ 2.8 เป็นแผนภาพและรูปของสัญญาณเมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ จะสังเกตว่าในการดีโค้ดของแนวแถวจะแอกทีฟที่ลอจิก "0" แต่ในแนวคอลัมน์นี้จะแอกทีฟที่ลอจิก "1"

หลังจากที่ทำการเข้ารหัสของสัญญาณแล้ว ก็จะเข้าสู่หลักการของการถอดรหัสหมายเลขที่ถูกส่งมาแบบดีทีเอ็มเอฟ ซึ่งเป็นวงจรที่มีการใช้งานกันมากในปัจจุบัน

2.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ

วงจรที่ทำหน้าที่ถอดรหัสหมายเลขที่ส่งมาแบบดีทีเอ็มเอฟ (DTMF receiver) ในช่วงแรกๆ จะใช้วงจรถอดรหัส 1 วงจรต่อ 1 คู่สาย เมื่อมีการขยายการใช้งานโทรศัพท์กันมากขึ้น ภายในชุมสายจะมีคู่สายภายในการควบคุมเป็นจำนวนมาก การใช้งานของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบดีทีเอ็มเอฟจึงเปลี่ยนมาเป็นลักษณะของการใช้งานร่วมกันระหว่างหลายๆ คู่สาย ดังนั้นจึงเกิดความซับซ้อนในการสร้างวงจรในลักษณะเช่นนี้ แต่ปัจจุบันมีวงจรถอดรหัสที่อยู่ในรูปไอซีสำเร็จรูป ซึ่งมีราคาถูกและง่ายต่อการใช้งาน จึงไม่เป็นการลงทุนที่สูงจนเกินไปในการที่จะใช้วงจรถอดรหัส 1 วงจรต่อ 1 คู่สาย



รูปที่ 2.9 ผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่

การสร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ ซึ่งจะประกอบไปด้วยสัญญาณที่มีความถี่ต่างกัน 2 สัญญาณตามตำแหน่งคอลัมน์และแถวของปุ่มกดหมายเลข และทำการมอดูเลตเข้าด้วยกันก่อนที่จะส่งออกไป เมื่อกดปุ่มหมายเลขใดๆ ไปแล้วจะมีสัญญาณความถี่ค่าเท่าไรบ้างที่ถูกผลิตออกมา ซึ่งเป็นค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของระบบการเข้ารหัสแบบดีทีเอ็มเอฟอยู่แล้ว ส่วนในรูป 2.9 จะเป็นกราฟที่เป็นผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ภายในวงจรถอดรหัส ซึ่งที่ชุมสายหลังจากที่รับสัญญาณดีทีเอ็มเอฟมาแล้วก็จะนำไปผ่านวงจรกรองความถี่ที่มีผลตอบสนองตามรูปนี้ เมื่อสัญญาณดีทีเอ็มเอฟผ่านวงจรกรองความถี่มาแล้วก็จะได้สัญญาณความถี่ 2 ค่า ซึ่งก็จะเป็นความถี่เดียวกับความถี่มาตรฐานก่อนที่จะทำการมอดูเลตนั่นเอง

2.4.1 ข้อกำหนดของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบดีทีเอ็มเอฟ

ข้อกำหนดต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดรหัสสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ เกิดการผิดพลาดขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความเบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน ±2% และจะไม่ยอมสัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า ±3% จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ไปได้

2. วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที

3. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาเท่ากับสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้ เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที

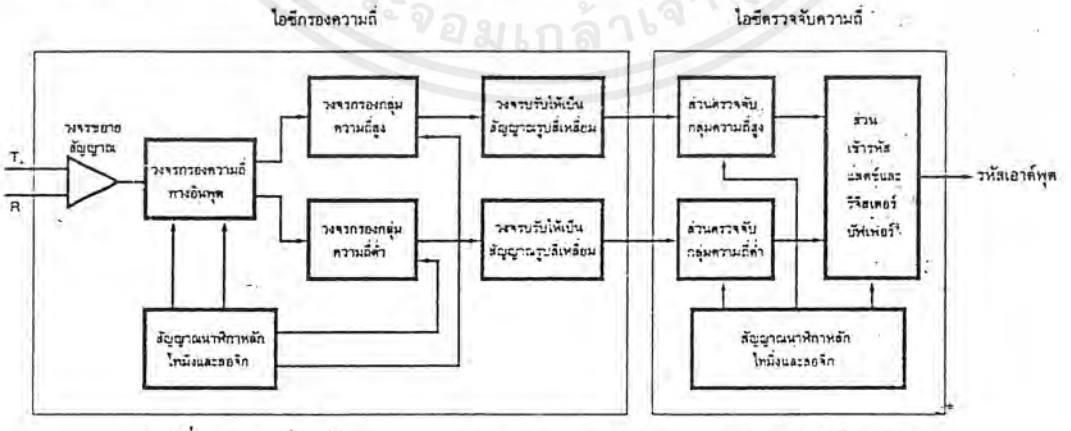
4. วงจรถอดรหัส จะต้องสามารถถอดรหัสดีทีเอ็มเอฟที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 เดซิเบลได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ มีแอมปลิจูดแตกต่างกันมากกว่า 6 เดซิเบล

5. วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลา ไม่ว่าขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูดหรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัสก็ไม่ทำให้การถอดรหัสผิดพลาด

2.4.2 วงจรกรองความถี่และวงจรตรวจจับ (filter and detector)

ในรูปที่ 2.9 จะเห็นว่าวงจรกรองความถี่เป็นส่วนสำคัญของวงจรถอดรหัสจากรูปกราฟที่แสดงผลตอบสนองความถี่ วงจรกรองความถี่ชนิดที่ใช้สำหรับการทำงานให้ได้ผลตอบสนองตามรูป 2.9 จะต้องใช้เวลากรองความถี่ชนิดแยกย่านความถี่ (bandsplit filter) ดังนั้นสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่ผ่านวงจรกรองความถี่ออกมาแล้วก็จะแยกได้เป็นกลุ่มความถี่ที่สูง (high group) กับกลุ่มความถี่ต่ำ (low group) ส่วนสัญญาณความถี่ที่อยู่นอกเหนือย่านนี้ ซึ่งไม่ตรงกับค่าความถี่มาตรฐานหรือมีค่าเบี่ยงเบนเกิน 2% ก็จะไม่สามารถผ่านวงจรกรองความถี่นี้ไปได้

จากนั้นสัญญาณความถี่ที่ผ่านออกมาก็จะถูกนำไปผ่านวงจรตรวจจับ เพื่อที่จะทำการประมวลต่อไป ในรูปที่ 2.10 เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรกรองความถี่และวงจรตรวจจับ ซึ่งในปัจจุบันทั้งสองวงจรได้ถูกผลิตไว้ให้อยู่ในรูปไอซีเพียงตัวเดียว ได้แก่ เบอร์ 751201



รูปที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบดีทีเอ็มเอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

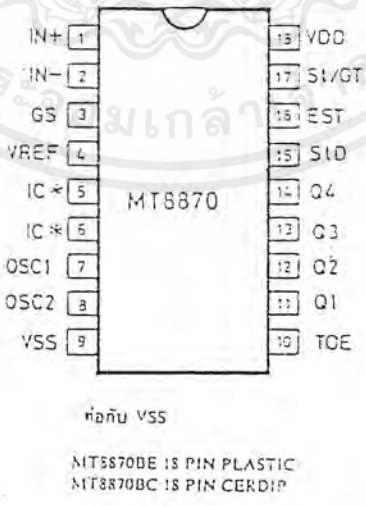
สำหรับการทำงานของวงจรตรวจจับความถี่ตามรูปที่ 2.10 นั้น เมื่อสัญญาณความถี่ทั้งสองย่านที่ผ่านมาจากวงจรกรองความถี่แล้ว จะถูกนำไปผ่านวงจรสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (squaring circuits) เพื่อทำให้เป็นสัญญาณในระบบดิจิตอล จากนั้นวงจรตรวจนับก็จะทำการประมวลผลสัญญาณ ซึ่งจะใช้วิธีการนับจำนวนพัลส์ซึ่งมาจากวงจรออสซิลเลเตอร์หลัก โดยจะทำการนับจำนวนพัลส์ภายใน 1 คาบสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม วิธีการเช่นนี้จะทำให้วงจรตรวจจับความถี่สามารถหาค่าความถี่ของสัญญาณที่เข้ามาได้ ซึ่งก็จะทำให้ทราบถึงค่าของความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณดีทีเอ็มเอฟได้ และทำการถอดรหัสออกมาเป็นหมายเลขโทรศัพท์ได้ในที่สุด

แต่ปัญหาที่สำคัญ คือ การที่มีเสียงพูดเข้ามาในวงจรซึ่งไม่ใช่ความถี่ดีทีเอ็มเอฟ ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัสหมายเลขได้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดระยะเวลาในการประมวลผลแต่ละครั้งไว้ประมาณ 10 มิลลิวินาที ซึ่งถ้าเวลาในการประมวลผลน้อยกว่านี้จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัสได้

2.5 ไอซีวงจรถอดรหัสสัญญาณหมายเลขแบบดีทีเอ็มเอฟ MT8870

2.5.1 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยีซีมอส (ISO-CMOS) ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุตเป็นวงจรแล็ตช์ 3 สถานะ



รูปที่ 2.11 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

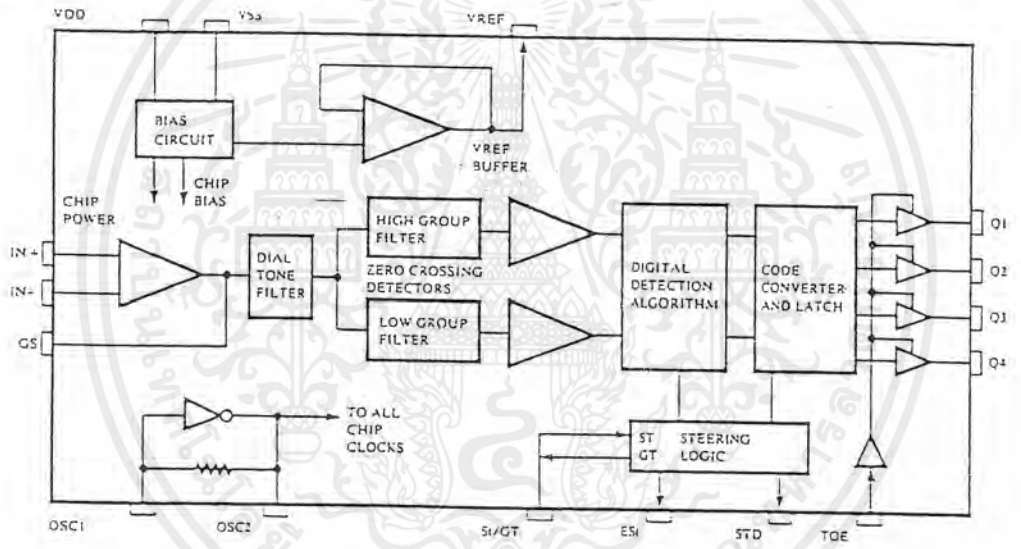
2.5.2 ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

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

2.5.3 ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตช์คาปาซิเตอร์ (six-order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

2.5.4 ภาคถอดรหัส

ความถี่ดีทีเอ็มเอฟที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานดีทีเอ็มเอฟหรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบแล้วว่าความถี่ที่เข้ามานั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (early steering) ก็จะแอกทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้นแสดงในตารางที่ 2.1

2.5.5 ภาคการตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุต จะมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

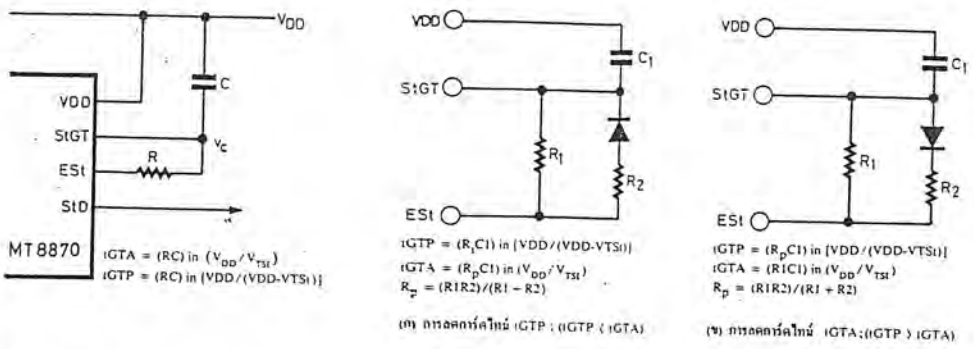
ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ (RC) ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็นสถานะสูง (high) นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ดีทีเอ็มเอฟเข้ามา จากรูปที่ 2.13 เมื่อขา EST เป็นสถานะสูง ทำให้แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุสูงขึ้น ตัวเก็บประจุจะคายประจุทำให้แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุสูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (guard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือกล่าวได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุก็คือการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่ากับหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ที่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 2.13

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

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

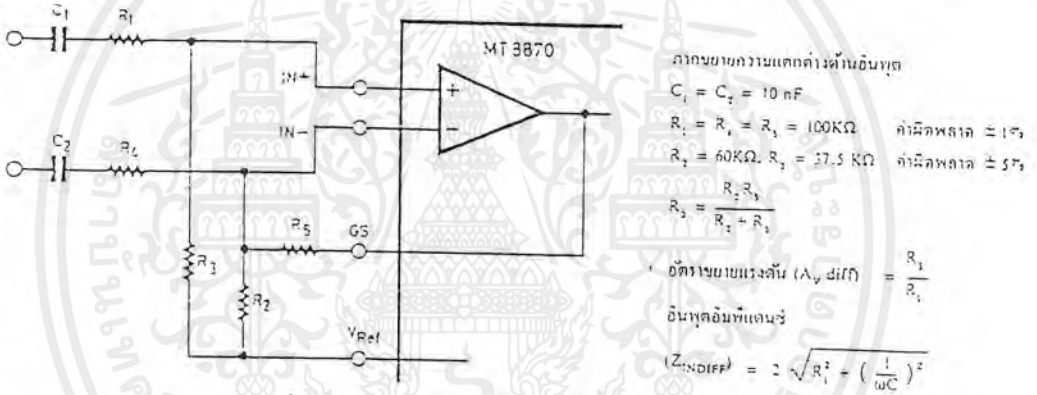
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (gard time) พร้อมวิธีการคำนวณ

2.5.6 ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยาย โดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป



รูปที่ 2.14 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต

รูปที่ 2.14 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุต ซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

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

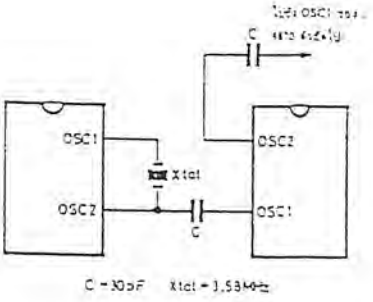
$$\text{อินพุตอิมพีแดนซ์ } (Z_{in}\text{ diff}) = 2\sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{\omega c}\right)^2}$$

2.5.7 ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 เมกกะเฮิรตซ์ก็สามารถใช้งานได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.15 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

2.6 ลักษณะของสัญญาณติดต่อระหว่างเครื่องรับและชุมสายโทรศัพท์

2.6.1 สัญญาณที่ส่งจากเครื่องโทรศัพท์ไปยังชุมสาย

(1) ออฟฮุค (Off Hook) คือ สภาพที่ผู้เช่ายกหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพเป็นโคลสลูป (Close Loop)

(2) ออนฮุค (On Hook) คือ สภาพที่ผู้เช่ายกหูโทรศัพท์หรือสภาพว่างลักษณะของวงจรจะเป็นโอเพ่นลูป (Open loop)

(3) ไดอัลลิ่ง (Dialling) คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนหมายเลข เครื่องแบบหมุนหมายเลขสัญญาณจะเป็นพัลส์ ค่าอิมพีแดนซ์จะสูงๆ ต่ำๆ สลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเป็นเครื่องแบบกดปุ่มก็จะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ดีทีเอ็มเอฟส่งออกไปยังชุมสาย

2.6.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

(1) สัญญาณหมุนหมายเลข คือ สัญญาณที่บอกให้ทราบว่าในขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายปลายทางพร้อมที่จะรับหมายเลขของเครื่องรับปลายทางจากผู้เรียกแล้ว ให้ผู้เรียกทำการส่งหมายเลขได้ สัญญาณหมุนหมายเลขนี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 400 เฮิรตซ์ และทำการมอดูเลตด้วยความถี่ 25 เฮิรตซ์

(2) สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) คือ สัญญาณจากชุมสายที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง เช่น ถ้าผู้เช่ายกหูแล้วได้ยินเสียงนี้ แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนหมายเลขไปแล้วก็แสดงว่าเครื่องรับปลายทางไม่ว่าง หรืออุปกรณ์สำหรับต่อออกไปยังชุมสายอื่นไม่ว่าง ลักษณะของสัญญาณนี้จะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที และความถี่ของสัญญาณ 400 เฮิรตซ์ เป็นคลื่นรูปไซน์ (Sine Wave)

(3) สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone : RBT) คือ สัญญาณที่ชุมสายส่งไปยังเครื่องรับหลังจากที่ทำการหมุนหมายเลขครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่าขณะนี้การต่อหมายเลขได้กระทำสำเร็จแล้ว โดยชุมสายจะทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้ถูกเรียก ลักษณะของสัญญาณจะเป็นสัญญาณคลื่นรูปไซน์ ความถี่ 400 เฮิรตซ์ โดยจะส่ง 1 วินาที และหยุด 4 วินาที

(4) สัญญาณเรียก คือ สัญญาณที่ชุมสายส่งมายังผู้ถูกเรียก ซึ่งจะได้ยินเป็นเสียงกระดิ่งหรือเสียงโทนต่างๆ แล้วแต่เครื่องรับโทรศัพท์ ลักษณะของสัญญาณจะเป็นคลื่นรูปไซน์ ขนาดแรงดันประมาณ 100

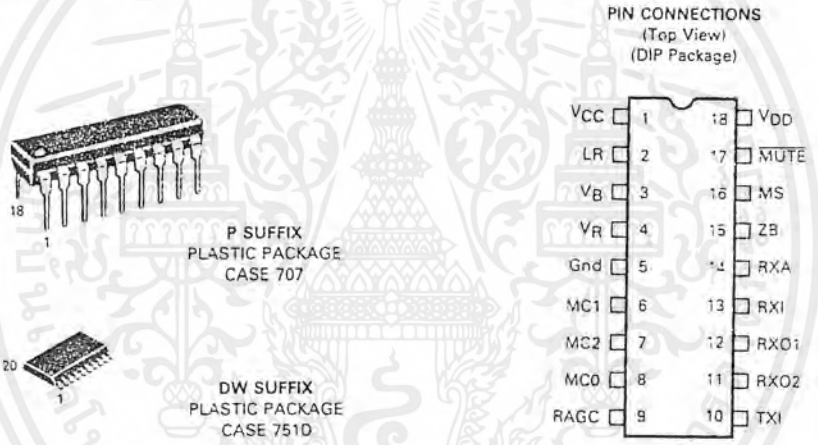
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
32626

โวลต์พีคทูพีค หรือประมาณ 70 - 90 โวลต์อาร์เอ็มเอส ความถี่ 25 เฮิรตซ์ โดยจะส่ง 1 วินาที และหยุด 4 วินาที

(5) สัญญาณนูโทน (Number Unobtainble Tone) คือ สัญญาณที่บอกให้เราทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่

2.7 วงจรควบคุมเสียงพูด MC34114

ไอซีเบอร์ MC34114 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่รวมเอาทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในวงจรหรือเน็ตเวิร์คการสนทนาทั้งด้านรับและส่งในเวลาเดียวกัน เปรียบเสมือนกับว่าทำงานแทนวงจรไฮบริดจ์ ภายในตัว MC34114 ได้รวบรวมเอาส่วนที่ทำหน้าที่เรียกได้ว่าเป็นวงจรแมกเนติกไฮบริดจ์ (magnetic hybrid) ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนทำงานเป็นภาคขยายด้านส่ง , ภาคขยายด้านรับ , ควบคุมสัญญาณไซด์โทน (side tone), สามารถปรับอัตราการขยายได้จากภายนอก , ภาคขยายสัญญาณไมโครโฟนสัญญาณรบกวนต่ำ และป้องกันการรบกวนเนื่องจากความถี่วิทยุ (RFI)



รูปที่ 2.16 รูปร่างและลักษณะการจัดขาของไอซี

2.7.1 คุณสมบัติของ MC34114

- สามารถทำงานได้ที่แรงดันต่ำสุด 1.2 โวลต์
- ควบคุมอัตราการขยายด้านส่ง , ด้านรับ และสัญญาณไซด์โทนได้จากภายนอก
- ภาคขยายความแตกต่างสัญญาณไมโครโฟน ไม่มีปัญหาจากการรบกวนเนื่องจากความถี่วิทยุ
- นอกจากการส่งและรับรวมทั้งสัญญาณไซด์โทนของสัญญาณเสียงพูดแล้ว สัญญาณดีทีเอ็มเอฟก็สามารถมอดูเลตออกสู่คู่สายได้
- มีแรงดันเรกูเลเตอร์เอาท์พุต 1.7 โวลต์ สำหรับใช้กับไมโครโฟนคอนเดนเซอร์
- มีแรงดันเรกูเลเตอร์เอาท์พุต 3.3 โวลต์ สำหรับวงจรกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ และวงจรหน่วยความจำ
- สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น หรือในระบบโทรศัพท์มาตรฐานทั่วไปได้

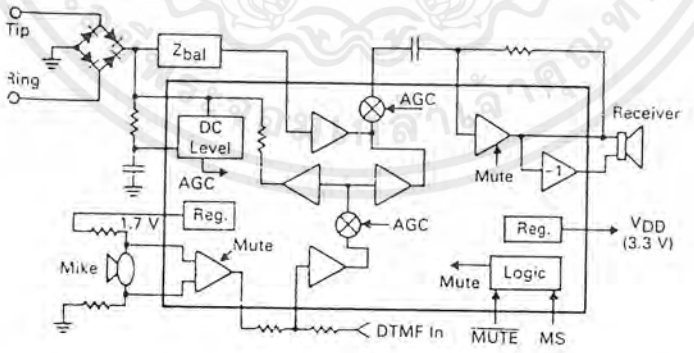
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 หน้าที่ของ MC34114 และการทำงานเบื้องต้น

หน้าที่หลักของไอซีตัวนี้ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าทำงานเป็นวงจรไฮบริดจ์ สังเกตได้จากในวงจรโทรศัพท์แบบเก่า จะอาศัยหม้อแปลงไฮบริดจ์ทำหน้าที่รับสัญญาณและป้อนกลับสัญญาณ ทำให้สามารถทำการสนทนาสวนทางกันได้ คือการรับและการส่งเกิดขึ้นพร้อมกัน ในปัจจุบันนี้ได้ใช้ไอซีชนิดนี้ในการรวมเอาส่วนประกอบการทำงานในส่วนอื่นเข้ามาไว้รวมกันภายในตัวถังไอซีตัวเดียว เพื่อง่ายแก่การออกแบบใช้งานและพัฒนาวงจรให้ทันสมัยขึ้น จะเห็นการรวมเอาส่วนต่างๆ ไว้ด้วยกันดังบล็อกไดอะแกรมภายในตัวไอซีในรูปที่ 2.17

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลทางเทคนิคของ MC34114

ข้อมูล	ค่า
แรงดันไฟเลี้ยง V_{CC}	+1.2 ถึง 10.5 โวลต์
กระแสไหลในวงจรตัวไอซี	4.0 ถึง 120 มิลลิแอมป์
ค่าความต้านทานด้านรับ	50 โอห์ม
ค่าความต้านทานระหว่างขา V_{CC} กับ VB (Rx)	100 ถึง 1800 โอห์ม
อุณหภูมิใช้งาน	-60 ถึง 150 องศาเซลเซียส
อัตราการขยายของไมโครโฟน	28 ถึง 32 เดซิเบล
ความต้านทานทางอินพุตของไมโครโฟน	14 ถึง 27 กิโลโอห์ม
ความต้านทานทางเอาท์พุตของไมโครโฟน	270 โอห์ม
แรงดันเอาท์พุตสวิงสูงสุด	2 โวลต์พีคทูพีค



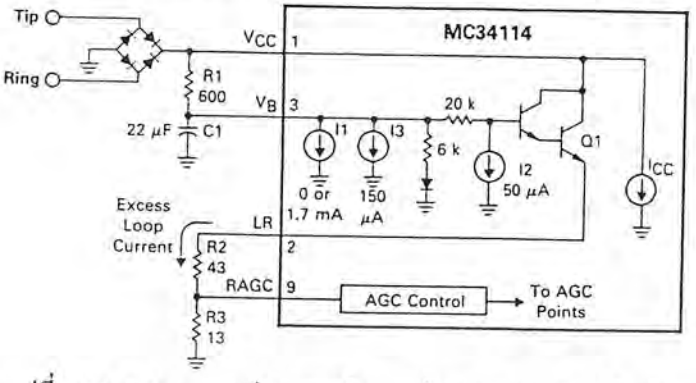
รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมภายในตัวไอซี MC34114

2.7.3 การอินเตอร์เฟสกับคู่สาย

สำหรับการอินเตอร์เฟสกับแรงดันไฟตรงในคู่สายโทรศัพท์นั้นจะมีวงจรอินเตอร์เฟสภายในโดยมีการต่อใช้งานที่ขา 1 (V_{CC}) , ขา 2 (LR) และขา 3 (VB) เพื่อทำการเซตระดับแรงดันไฟตรงให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับระบบทำงาน ดังวงจรสมมูลย์ในรูปที่ 2.18 แสดงถึงการไหลของกระแสผ่านทรานซิสเตอร์ภายใน (Q1) ผ่านตัวต้านทาน R2 , R3 ซึ่งทำหน้าที่แบ่งแรงดันให้กับวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC) ภายในไอซี



รูปที่ 2.18 วงจรสมมูลย์ของการอินเตอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์

กระแส I_{CC} ในวงจร คือ ค่ากระแสที่ใช้ไบแอสให้กับวงจรการทำงานภายในของ MC34114 ซึ่งปกติจะมีค่ากระแสประมาณ 10 มิลลิแอมป์ และการที่จะทำให้กระแสเกิดการไหลขึ้นในวงจรจะมีสภาวะการทำงานอยู่ 3 สภาวะ คือ เมื่อมีการสนทนาเกิดขึ้นพร้อมกับอยู่ในโหมดของการส่งสัญญาณแบบพัลส์และอยู่ในโหมดของการส่งสัญญาณแบบโทน

ในโหมดการสนทนาและการส่งสัญญาณแบบพัลส์ กระแสจากแหล่งจ่าย I1 จะหยุดนำกระแส เป็นผลทำให้แรงดันตกคร่อมระหว่างขาเบสและอิมิตเตอร์ Q1 เพิ่มขึ้น มีค่าประมาณ 1.4 โวลต์ พร้อมกันนั้นจะมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานที่ขาเบสของ Q1 ค่า 20 กิโลโอห์ม ประมาณ 1 โวลต์ ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อม R1 นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตั้งแต่ค่า 0.15 โวลต์ ถึง 1 โวลต์ เมื่อมีกระแสหรือสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์เข้ามาจะทำให้เกิดการไหลของกระแสขึ้นภายในลูป I_{CC} และกระแสไหลผ่าน Q1 , R2 และ R3

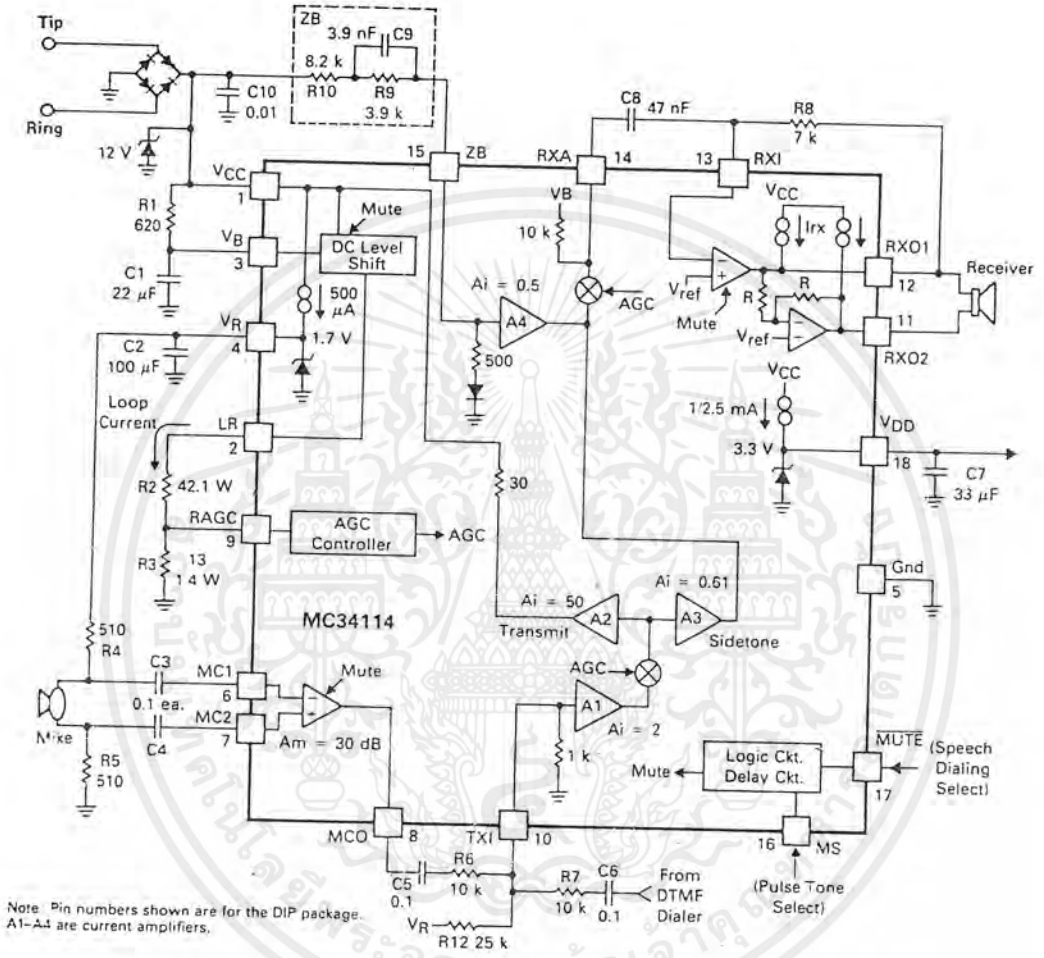
ในโหมดการสนทนาระบบหมุนหมายเลข กระแสจากแหล่งจ่าย I1 จะนำกระแส ซึ่งจะมีกระแสไหลผ่าน R1 ประมาณ 1.7 มิลลิแอมป์ และมีแรงดันตกคร่อม R1 เพิ่มขึ้นเป็น 1 โวลต์ (R1 = 600 โอห์ม) และจะมีแรงดัน V_{CC} สำหรับสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ และกระแส I_{CC} จะมีค่าประมาณ 1.3 มิลลิแอมป์ ในโหมดนี้ ซึ่งค่าของ R1 นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานได้ในช่วง 100 – 1,800 โอห์ม และแรงดันที่ตกคร่อม R3 ก็คือแรงดันที่ควบคุมการทำงานของวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติอยู่ในช่วง 0.4 โวลต์ ถึง 1.2 โวลต์ เพื่อควบคุมอัตราการขยายกระแสใน 2 จุดภายในตัวไอซี

2.7.4 ส่วนจ่ายแรงดันคงที่ (Voltage Regulators)

ไอซี MC34114 มีตัวจ่ายแรงดันคงที่ 2 ตัว เพื่อจ่ายแรงดันให้แก่ทั้งวงจรภายในและวงจรภายนอก ตัวจ่ายแรงดันคงที่ VR จ่ายแรงดัน 1.7 โวลต์ ค่ากระแสสูงสุด 500 ไมโครแอมป์ (ตามรูปที่ 2.19) ซึ่งผลที่ได้นี้จะนำไปใช้ไบแอสขา 10 (TXI) และไบแอสไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ โดยปกติ VR มีค่าน้อยกว่า V_{CC} ประมาณ 0.3 โวลต์ เมื่อ V_{CC} มีค่าน้อยกว่า 2.0 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวจ่ายแรงดันคงที่ V_{DD} จ่ายแรงดัน 3.3 โวลต์ที่กระแสสูงสุด 1.0 มิลลิแอมป์ในโหมดการสนทนา และที่ค่ากระแส 2.5 มิลลิแอมป์ในการส่งสัญญาณแบบพัลส์หรือโทน (ตามรูปที่ 2.19) ปกติจะใช้ V_{DD} ในการจ่ายพลังงานให้กับวงจรแป้นกดที่อยู่ภายนอกรวมทั้งวงจรอื่นที่ต่ออยู่ด้วยกัน ปกติ V_{DD} จะมีค่าน้อยกว่า V_{CC} ประมาณ 0.5 โวลต์

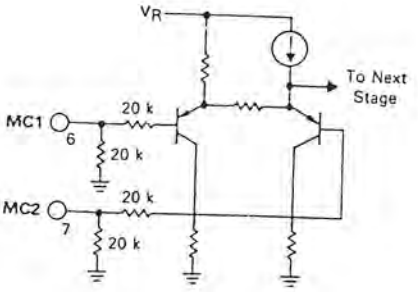


รูปที่ 2.19 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในและการต่อของอุปกรณ์ภายนอก

2.7.5 วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน (Microphone Amplifier)

วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน (ขา 6 , 7 , 8) มีสัญญาณเข้าแบบผลต่าง (differential) สัญญาณออกแบบซิงเกิลเอนด์และอัตราขยายภายในคงที่ +30 เดซิเบล (31.1 V/V) เอาท์พุตตรงเฟสกันกับ MC2 และกลับเฟสกันกับ MC1 อินพุต (ตามรูปที่ 2.20) มีความต้านทาน 20 กิโลโอห์ม และแมตชิ่งเป็นอย่างดีเพื่อ CMRR (Common Mode Rejection Ratio) ที่สูง ประมาณ 26 เดซิเบล เพื่อที่จะมีการขจัดสัญญาณจากการเหนี่ยวนำจากสายนำสัญญาณที่ไม่ต้องการ ไมโครโฟนควรจะมีการไบแอสจากความต้านทานที่มีค่าเท่ากันดังในรูปที่ 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



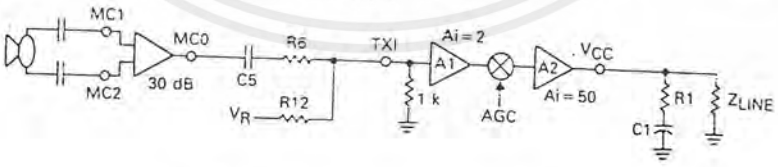
รูปที่ 2.20 วงจรภายในส่วนอินพุตของไมโครโฟน

เอาท์พุต (MCO) มีแรงดันไบแอสตรง อยู่ประมาณ 1.1 โวลต์ (เมื่อ V_{CC} มีค่ามากกว่า 3.0 โวลต์) มีอัตราการสวิงประมาณ 2.0 โวลต์พีคทูพีค (ที่ 500 มิลลิโวลต์ เมื่อ V_{CC} มีค่า 1.2 โวลต์) เอาท์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าประมาณ 270 โอห์ม และมีกระแสสูงสุดประมาณ 160 ไมโครแอมป์ ที่ 5% ของ THD (Total Harmonic Distortion)

เมื่อ MC34114 อยู่ในระหว่างการส่งสัญญาณหมุนหมายเลข วงจรขยายไมโครโฟนจะถูกลดกำลังการส่ง (MUTE) ลงไปประมาณ 70 เดซิเบล (300 เฮิรตซ์ – 4,000 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งเพียงพอในการหยุดการทำงานของไมโครโฟน ระดับแรงดันไฟตรงที่ MCO มีค่าประมาณ 80 มิลลิโวลต์เมื่อถูกลดกำลังส่งลง

2.7.6 วงจรในการส่งสัญญาณ (Transmit Path)

วงจรที่ใช้ในการส่งสัญญาณออกไปมีอุปกรณ์ดังรูป 2.21 แรงดันเอาท์พุตที่ MCO ถูกเปลี่ยนไปเป็นกระแสเข้าที่ TXI โดย C5 , R6 และความต้านทานภายในของ TXI คือ 1 กิโลโอห์ม A1 และ A2 คืออุปกรณ์ขยายกระแสที่มีอัตราการขยายรวมกันเป็น 100 วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติที่เข้ามามีค่าเป็น 1 เมื่อมีกระแสลูปน้อย และลดลงเป็น 0.5 เมื่อกระแสลูปมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นจะทำให้อัตราการขยายจาก TXI ไปจนถึง V_{CC} มีค่าตั้งแต่ 100 ถึง 50 เป็นผลทำให้กระแสที่ V_{CC} กระทำต่อ R1 และอิมพีแดนซ์ของสายส่งประมาณ 600 โอห์ม ก่อให้เกิดแรงดันที่ V_{CC} และเช่นเดียวกันที่ขั้วทิปกับริง



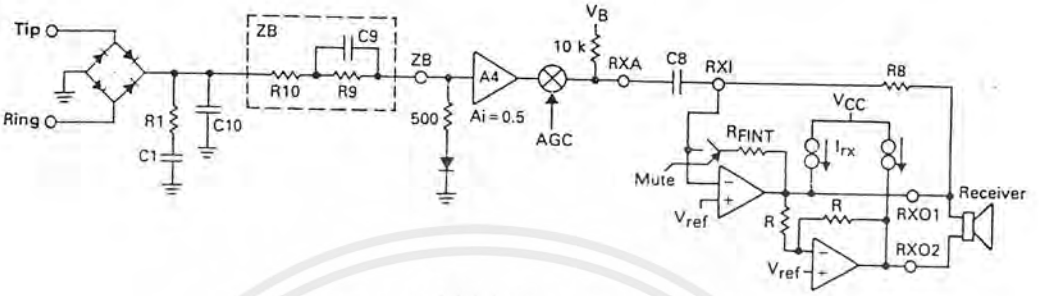
รูปที่ 2.21 ส่วนของวงจรด้านส่ง

2.7.7 วงจรในการรับสัญญาณ (Receive Path)

วงจรที่ใช้รับสัญญาณเข้ามามีอุปกรณ์ดังในรูปที่ 2.22 R1 ซึ่งปกติมีค่า 600 โอห์ม จะเป็นตัวกำหนดจุดสิ้นสุดของสายส่งของสัญญาณที่ส่งมาจากขั้วทิปและริง สัญญาณที่ได้รับจะสร้างกระแสไฟสลับผ่าน ZB เน็ตเวิร์ค และความต้านทาน 500 โอห์ม ที่ขา ZB A4 จะลดกระแสลงครึ่งหนึ่งแล้วส่งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ จากนั้นจึงผ่าน C8 ไปยัง RXI (จุดรวมอัตราการขยาย ซึ่งถ้า C8 มีค่ามาก RXA จะเปรียบเป็นกราวด์เสมือน และไม่มีกระแสไฟสลับไหลผ่านความต้านทานภายใน 10 กิโลโอห์ม) แรงดันที่ RXO1 ถูกกำหนดโดยกระแสจาก C8 และความต้านทานป้อนกลับ R8 ออปแอมป์ตัวที่ 2 (ที่ขา RXO2) มีการกำหนดไว้แล้วว่าให้มีการขยายแบบกลับขั้ว และมีอัตราการขยายเป็น 1 (Inverting Unity Gain)



รูปที่ 2.22 ส่วนของวงจรด้านรับ

2.8 วงจรส่วนบันทึกและเล่นกลับ ISD 2590

ไอซี ISD 2590 รูปที่ 2.23 เป็นไอซีที่สามารถบันทึกเสียงลงไปในตัวไอซีได้โดยไม่ต้องต่อกับหน่วยความจำภายนอก เป็นอุปกรณ์อยู่ในตระกูลซีมอส สามารถบันทึกเสียงและเล่นกลับได้นาน 90 วินาที

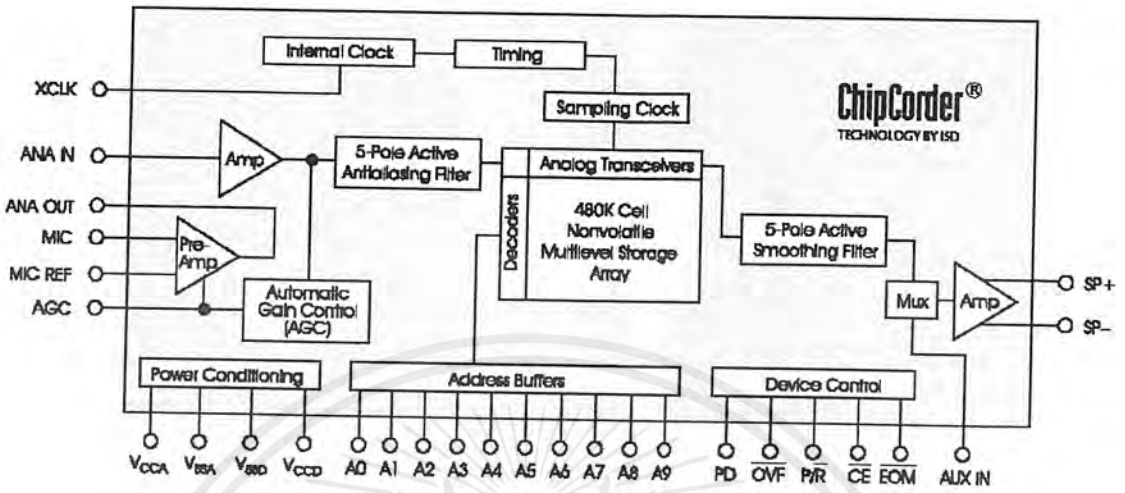
2.8.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของ ISD 2590

1. ใช้งานง่ายในการบันทึกและเล่นกลับบนตัวไอซี
2. สัญญาณเสียงที่ถูกบันทึกเมื่อถูกเล่นกลับจะมีคุณภาพเสียงที่ดี
3. สามารถควบคุมการทำงานโดยใช้สวิตช์โดยทั่วไป หรือใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมก็ได้
4. ไอซีหนึ่งตัวสามารถบันทึกเสียงได้นาน 90 วินาที
5. สามารถต่อแคสเคดได้โดยตรงเพื่อให้การบันทึกและเล่นกลับมีเวลานานขึ้น
6. ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ในการแบ็คอัพในขณะที่ไม่ได้ใช้งาน โดยไม่ทำให้ข้อมูลสูญหาย
7. มีวงรอบการบันทึกมากกว่า 100,000 ครั้ง
8. สามารถเก็บสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ได้นาน 100 ปี
9. มีสัญญาณนาฬิกาภายในตัวไอซี
10. ใช้แรงดันไฟตรง +5 โวลต์
11. สามารถกำหนดแอดเดรสในการแบ่งช่วงเวลาของการบันทึกและเล่นกลับได้

จากคุณสมบัติต่างๆ ที่รวบรวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียว ทำให้ง่ายแก่การใช้งานตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่บันทึกและขับออกลำโพง ก็ถูกรวบรวมไว้ในไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงตัวเดียว ในโหมดการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลล์แบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย



รูปที่ 2.23 บล็อกไดอะแกรมภายในไอซี ISD2590

2.8.2 หน้าที่ของขาอุปกรณ์

- ขา V_{CCA} , ขา V_{CCD} (Voltage Inputs)

เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอนาล็อกและวงจรดิจิตอลที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ และต้องเป็นแรงดันไฟตรงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

- ขา V_{SSA} , ขา V_{SSD} (Ground Inputs)

เป็นขากราวด์ของสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิตอลตามลำดับ โดยขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังของไอซี การใช้งานของขากราวด์ทั้งสองจะเลือกต่อกับกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

- ขา PD (Power Down Input)

ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ ที่ขานี้จะมีสภาวะเป็น "1" ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองพลังงานในระดับต่ำมากๆ แต่เมื่อขา $\overline{OVF}$ มีสภาวะเป็น "0" ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็น "1" อยู่ในขณะนั้นจะถูกรีเซตและจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้งหนึ่ง

- ขา $\overline{CE}$ (Chip Enable Input)

ขา $\overline{CE}$ จะต้องได้รับสัญญาณในสภาวะเป็น "0" เพื่อเข้าสู่สภาวะของการบันทึกหรือเล่นกลับ ที่ขาแอดเดรสอินพุตและขา P/$\overline{R}$ อินพุตจะถูกแลตช์จากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา $\overline{CE}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา $\overline{P/R}$ (Playback / Record Input)

เมื่อขานี้มีสภาวะเป็น "1" จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้ามีสภาวะเป็น "0" จะเป็นวงรอบของการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา $\overline{CE}$ จะเป็นการแลตช์อินพุตที่ขานี้

- ขา $\overline{EOM}$ (End-of-Message / Run Output)

ขานี้จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บสัญญาณเสียงที่ทำการบันทึก โดยขานี้จะให้เอาท์พุตออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

- ขา $\overline{OVF}$ (Overflow Output)

สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกทางขานี้ เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้ว และจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาท์พุตจากขานี้จะจ่ายให้กับขา $\overline{CE}$ จนกว่าขา $\overline{OVF}$ นี้จะได้รับพัลส์ เพื่อทำการรีเซตและเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา $\overline{OVF}$ นี้ สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD2590 ในตัวถัดไปได้เมื่อถูกต่อแคสเคดกันหลายตัว

- ขา MIC (Microphone Input)

ขานี้จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟน แล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ซึ่งจะประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีการขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนจากภายนอกจะถูกคัปปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุในลักษณะอนุกรมกับขานี้ ค่าความจุของตัวเก็บประจุจะถูกกำหนดโดยคำนึงถึงความต้านทานภายในของไอซีซึ่งมีค่า 10 กิโลโอห์ม เพื่อให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำ

- ขา MIC REF (Microphone Reference Input)

ขานี้จะต่อกับกราวด์อนาล็อก โดยต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุเพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตของขา MIC และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

- ขา AGC (Automatic Gain Control Input)

ขานี้เป็นอินพุตเพื่อควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีช่วงกว้างมากของสัญญาณทางด้านอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการอินพุตมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขานี้จะต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่ โดยค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวหนึ่งเพื่อผ่านลงกราวด์อนาล็อก โดยค่าที่เหมาะสมจะกำหนดไว้ที่ R = 470 กิโลโอห์ม , C = 4.7 ไมโครฟารัด

- ขา ANA OUT (Analog Output)

ขานี้จัดเตรียมเพื่อต่อเข้ากับปรีแอมป์เอาท์พุต โดยอัตราการขยายแรงดันของปรีแอมป์จะถูกกำหนดโดยระดับแรงดันที่ขา AGC

- ขา ANA IN (Analog Input)

สัญญาณจะถูกส่งผ่านเข้ามาที่ขานี้เมื่อใช้ในการบันทึก สำหรับการต่อระหว่างขา ANA IN กับขา ANA OUT ควรจะมีตัวเก็บประจุต่อขั้นอยู่ด้วย ซึ่งค่าของตัวเก็บประจุจะต้องเหมาะสมกับค่าความต้านทานภายในของขา ANA IN โดยการเลือกให้ได้ค่าความถี่คัตออฟอยู่ในช่วงความถี่เสียงผ่าน ถ้าสัญญาณที่มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่จากไมโครโฟนสามารถที่จะป้อนเข้ามาโดยผ่านตัวเก็บประจุ และจากนั้นจึงผ่านเข้ามาที่ขา ANA IN ได้โดยตรง

- ขา XCLK (External Clock Input)

ขานี้เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก เพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการชักค่าสัญญาณ แต่โดยปกติสัญญาณนาฬิกาในการชักค่าสัญญาณจะถูกกำหนดไว้ภายในตัวไอซีซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟตรงที่ไม่คงที่ การใช้ปกติแล้วจะต่อขานี้กับกราวด์

- ขา SP+ , ขา SP- (Speaker Outputs)

เป็นขาเอาท์พุตที่ต่อกับลำโพง ซึ่งในไอซีจะมีสัญญาณความแตกต่างเพื่อใช้ขับออกลำโพง (differential speaker driver) ซึ่งสามารถขับลำโพงที่เอาท์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ เมื่อลำโพงมีอิมพีแดนซ์ 16 โอห์ม โดยที่ขานี้ไม่สามารถนำลำโพงมาต่อขนานกันหลายตัว ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับตัวไอซีได้

- ขา AUX IN (Auxiliary Input)

ขานี้จะเป็นขารับสัญญาณอินพุตจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาท์พุตของวงจรขยายภายในและขับสู่ลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา $\overline{CE}$ มีสภาวะเป็น "1" วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมด ถ้ามีการต่อแคสเคดหลายตัว ที่ขานี้จะถูกต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาท์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวแรก

- ขา AX/MX (Address / Mode Inputs)

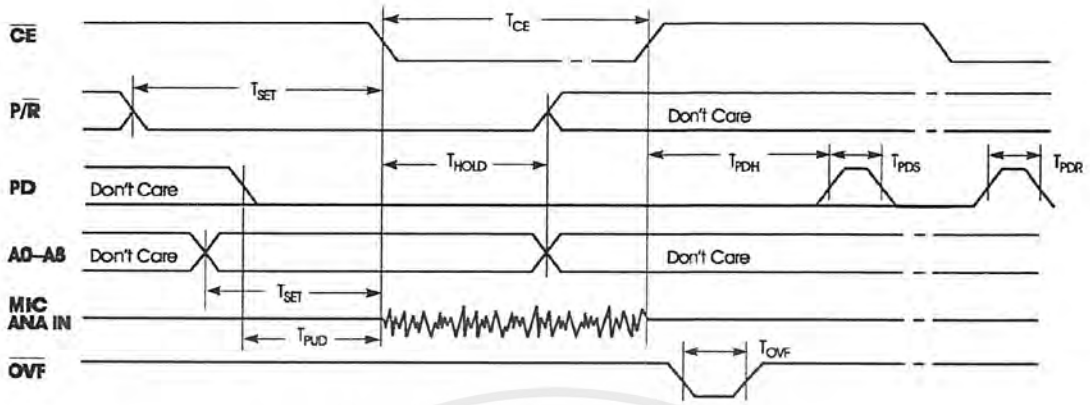
ขานี้จะมีสองหน้าที่ซึ่งขึ้นอยู่กับของ 2MSB (Most Significant Bits) ของขาแอดเดรส A8 และ A9 ถ้าขาหนึ่งขาใดหรือทั้งสองขานี้มีสภาวะเป็น "0" ที่อินพุตทุกตัวจะทำหน้าที่เป็นอินพุตแอดเดรสและถูกใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับการบันทึกและเล่นกลับ โดยในขณะนี้จะเป็นอินพุตเท่านั้น ถ้าขา A8 และ A9 มีสภาวะเป็น "1" ขาแอดเดรสทั้งหมดจะทำหน้าที่เป็นโหมดบิตตามโหมดการทำงานต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 โดยมีโหมดการทำงานทั้งหมด 6 โหมด

ตารางที่ 2.3 แสดงโหมดการทำงานของ ISD2590

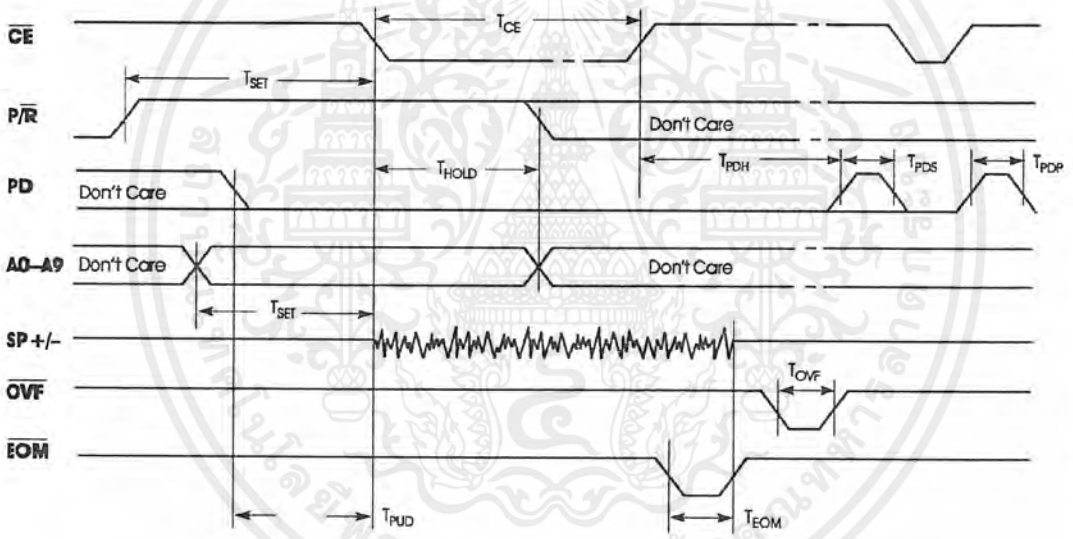
โหมดควบคุม	หน้าที่	การใช้	ต่อใช้งานร่วมกับโหมด
M0	Message cueing	ข้อความเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว	M4 , M5 , M6
M1	Delete $\overline{\text{EOM}}$ markers	ตำแหน่ง $\overline{\text{EOM}}$ marker ที่จุดปลายของข้อความที่แล้ว	M3 , M4 , M5 , M6
M2	Not applicable	สำรองไว้	N/A
M3	Looping	การเล่นกลับแบบต่อเนื่องจากแอดเดรส 0	M1 , M5 , M6
M4	Consecutive addressing	บันทึก/เล่นติดต่อกันหลายข้อความ	M0 , M1 , M5
M5	$\overline{\text{CE}}$ level-activated	ยอมให้หยุดข้อความ	M0 , M1 , M3 , M4
M6	Push-button control	อินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์อื่น	M0 , M1 , M3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 ไทม์มิ่งไดอะแกรมของสัญญาณต่างๆ



รูปที่ 2.24 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรมของการบันทึก



รูปที่ 2.25 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรมของการเล่นกลับ

2.9 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51

2.9.1 คุณสมบัติของ MCS-51 คุณสมบัติที่สำคัญ ๆ ของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิปจำนวน 4 กิโลไบต์ (เบอร์ 8031, 8032 ไม่มีหน่วยความจำส่วนนี้ ส่วนเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำส่วนนี้ 8 กิโลไบต์ และสำหรับเบอร์ 83C51FB จะมีหน่วยความจำส่วนนี้รวมทั้งสิ้น 16 กิโลไบต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูล (RAM) อยู่ภายในชิปจำนวน 128 ไบต์ (ในเบอร์ 8031, 8051) หรือ 256 ไบต์ (ในเบอร์ 8031, 8052)

- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปได้ อย่างละ 64 กิโลไบต์ แยกจากกัน

- คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกกะเฮิรตซ์

- มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต ๆ ละ 8 บิต หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิตแยกจากกัน ทำให้เสมือนมีพอร์ตขนาด 1 บิตใช้งานรวมทั้งสิ้น 32 พอร์ต

- รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัว โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูล (Baud Rate) ได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิตต่อวินาที

- จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ 2 ระดับ

- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิป หรือนับการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา (ในเบอร์ 8052 จะมี 3 ตัว)

- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วน สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบต์และระดับบิต เพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น

- มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิตในตัวเอง

- สามารถประมวลผลแบบบูลีนเพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ

- ใช้โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-48 (upwardly compatible) ได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ที่จัดได้ว่าเป็นเบอร์พื้นฐานในตระกูลนี้คือ เบอร์ 8051 , 8751 และ 8031 ซึ่งมีจำนวนขาภายนอก 40 ขาเหมือนกัน ใช้เวลาในการปฏิบัติคำสั่งแต่ละคำสั่งเท่ากัน (มีไทม์มิ่งไดอะแกรมเหมือนกัน) ใช้แรงดันไฟเท่ากัน สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างสามเบอร์นี้ก็คือขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บลงในชิป (on chip program memory) ซึ่งมีไว้เพื่อตอบสนองความต้องการที่ไม่เหมือนกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงความแตกต่างของสมาชิกตระกูล MCS – 51

Device	ROMiess Version	EPROM Version	ROM Bytes	RAM Bytes	8-Bit I/O Ports	16-Bit Timer/ Counters	Program mable Counter Array (PCA)	UART	Serial Expansion Port (PCA)	Global Serial Channel (GSC)	DMA Chan- nels	A/C Chan- nels	Interrupt Sources/ Vectors	Power Down And Idia Modes
8051	8031	-	4K	128	4	2		✓					6/5	
8051AH	8031AH	8751H 8751BH	4K	128	4	2		✓					6/5	
8052AH	8032AH	8752BH	8K	256	4	3		✓					8/6	
80C51BH	80C31BH	87C51	4K	128	4	2							6/5	✓
80C52	80C32	-	8K	256	4	3		✓					8/6	✓
83C51FA	80C51FA	87C51FA	8K	256	4	3	✓	✓					14/7	✓
83C51FB	80C51FB	87C51FB	16K	256	4	3	✓	✓					14/7	✓
83C152JA	80C152JA	-	8K	256	5	2		✓		✓	2		19/11	✓
-	80C152JB	-	-	256	7	2		✓		✓	2		19/11	✓
83C152JC	80C152JC	-	8K	256	5	2		✓		✓	2		19/11	✓
-	80C152JD	-	-	256	7	2		✓		✓	2		19/11	✓
83C452	80C452	87C452P	8K	256	5	2		✓					9/8	✓

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51

: เบอร์ 8751 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น EPROM ขนาด 4 กิโลไบต์ ซึ่งจะสามารถทำการลบข้อมูลเดิมแล้วเขียนซ้ำลงไปใหม่ได้ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการแก้ไขหรือปรับปรุงโปรแกรม

: เบอร์ 8051 หลังจากทดสอบโปรแกรมจนไม่พบข้อผิดพลาดแล้ว จะเป็นช่วงของการผลิตจริง ซึ่งต้องคำนึงถึงต้นทุนมาเป็นอันดับแรก ในการผลิตจริงจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบต์แทน เพราะราคาต่ำกว่ามาก แต่มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถทำการแก้ไขโปรแกรมที่บรรจุไปแล้วได้ ไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม

: เบอร์ 8031 เบอร์นี้จะไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป แต่สามารถใช้หน่วยความจำเพื่อเก็บโปรแกรมภายนอกชิปได้มากถึง 64 กิโลไบต์ ซึ่งอาจจะใช้เป็น ROM , PROM หรือ EPROM ตามความต้องการของผู้ใช้

: เบอร์ 8751 และ 8051 จะใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกได้เอง เมื่อโปรแกรมมีความยาวเกิน 4 กิโลไบต์ หรืออาจบังคับให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสองเบอร์ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกเพียงอย่างเดียวด้วยการต่อขา 31 (EA) ลงกราวด์ ทำให้มีคุณสมบัติเหมือนกับเบอร์ 8031 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายในชิป

2.9.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีสมาชิกในตระกูลหลายเบอร์ด้วยกัน แต่ละเบอร์จะมีคุณสมบัติพิเศษบางอย่างแตกต่างกัน เช่น มีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายในชิปเพิ่มขึ้น มีวงจรเปลี่ยนค่าสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลในตัว สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้หลายชนิด ทำกระบวนการ DMA (Direct Memory Access) ได้ในตัว มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์เพิ่มขึ้น คุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างกันของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ในตระกูลนี้ดังแสดงในตารางที่ผ่านมา

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ที่นับได้ว่าเป็นเบอร์พื้นฐานสำหรับตระกูล MCS-51 นี้ ได้แก่ เบอร์ 8051, 8031, 8751 โดยเบอร์ 8051 จัดเป็นสมาชิกตัวแรกในตระกูล ซึ่งมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป เป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบต์ และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายใน MCS-51 (RAM) เองจำนวน 128 ไบต์ มีพอร์ตขนาด 8 บิต 4 พอร์ต มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตรวม 2 ตัว รับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกได้ 2 ชนิด สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม มีวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานในตัวเอง ส่วนเบอร์ 8751 จะมีคุณสมบัติเหมือน เบอร์ 8051 ทุกอย่าง ต่างกันเพียงชนิดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป คือ เบอร์ 8751 จะเป็น EPROM แทนที่จะเป็น ROM ส่วนเบอร์ 8031 จะเหมือนกับเบอร์ 8051 ต่างกันเพียงในเบอร์ 8031 ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์ใช้แรงดันไฟเพียง 5 โวลต์ในการทำงาน ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ที่มีตัวอักษร C อยู่ตรงกลางเบอร์ เช่น 80C31, 80C51 จะเป็นเบอร์ของชิปที่ผลิตโดยอาศัยเทคโนโลยี CHMOS ซึ่งใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่าและสามารถควบคุมการใช้พลังงานของตัวชิปได้จากโปรแกรมเพื่อการประหยัดพลังงานในระบบ

MCS-51 เป็นตระกูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากตระกูล MCS-48 ดังนั้นจึงมีความสามารถเหนือกว่าหลายอย่าง ข้อดีของ MCS-51 คือสามารถใช้ความถี่ได้ถึง 12 เมกกะเฮิรตซ์ หรือสำหรับบางเบอร์ในตระกูลสามารถใช้ได้ถึง 16 เมกกะเฮิรตซ์ ทำให้ช่วงเวลาในการทำงานแต่ละคำสั่งน้อยมาก เมื่อใช้ความถี่ 12 เมกกะเฮิรตซ์ คำสั่งที่ใช้เวลาน้อยที่สุดจะใช้เวลาเพียง 1 ไมโครวินาที ส่วนคำสั่งที่ใช้เวลามากที่สุดจะใช้เวลาเพียง 4 ไมโครวินาทีเท่านั้น

รูปที่ 2.26 การจัดวางขาของ 8051

2.9.3 ตำแหน่งขาของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์ จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.26

หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มีดังนี้

- ขา VSS (ขา 20) สำหรับต่อลงกราวด์
- ขา VCC (ขา 40) สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลต์ (DC. 5 volt)
- ขาพอร์ต 0 (ขา 32-39) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 0 ขนาด 8 บิต (PO.0-PO.7) แบบโอเพ่นเดรน ไบไดเร็คชั่นแนล (Open Drain Bidirectional) พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุต-เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะถูกปล่อยลอย (มีสถานะ high impedance) นอกจากใช้งานเป็นอินพุต-เอาท์พุตพอร์ตแล้ว พอร์ต 0 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกชิปได้ด้วย โดยส่งค่าแอดเดรสบัสไบต์ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(A0-A7) และมัลติเพล็กซ์กับการรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอกในระหว่างการเขียนหรืออ่านข้อมูลโดยมีวงจรพูลอัพภายใน

- ขาพอร์ต 1 (ขา 1-8) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต (P1.0- P1.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุตหรือเอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะถูกปล่อยลอย โดยมีวงจรพูลอัพภายใน

- ขาพอร์ต 2 (ขา 21-28) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) ขนาด 8 บิต แบบโอเพ่นเดรน ไบไดเร็คชั่นแนล พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุต-เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะถูกปล่อยลอย นอกจากจะใช้งานเป็นอินพุต-เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปแล้ว พอร์ต 2 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยใช้สำหรับส่งค่าแอดเดรสบัสไบต์สูง (A8-A15) และมีวงจรพูลอัพภายใน

- ขาพอร์ต 3 (ขา 10-17) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุต-เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะถูกปล่อยลอย โดยใช้วงจรพูลอัพภายใน นอกจากนี้ยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ อีกหลายอย่างดังนี้

: ขา P3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

: ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลออกไปภายนอกแบบอนุกรม

: ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 0

: ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 1

: ขา P3.4 สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0

: ขา P3.5 สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 1

: ขา P3.6 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

: ขา P3.7 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ สำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

การใช้งานพอร์ต 3 ในหน้าที่พิเศษดังกล่าวนี้จะต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตที่ต้องการใช้ก่อนทุกครั้ง

- ขา RST (ขา 9) ใช้สำหรับการรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิปเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ การรีเซตใช้เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานหรือเมื่อโปรแกรมเกิดทำงานผิดพลาด เมื่อต้องการรีเซตชิป MCS-51 ขานี้ ต้องมีสถานะ 1 เป็นเวลาอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเกิลระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่ โดยต้องต่อตัวต้านทานค่า 8.2 กิโลโอห์ม เพื่อทำหน้าที่พูลดาวน์ (รักษาค่าแรงดันไฟฟ้าให้มีสถานะเป็นกราวด์) และเพื่อให้ตัวชิปรีเซตเองเมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้ต่อตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัดคร่อมระหว่างขา RST กับ VCC

- ขา ALE/PROG (ขา 30) เป็นขาสำหรับใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการแลตช์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (address latch enable) จากพอร์ต 0 ในระหว่างการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือข้อมูลภายนอก ปกติเมื่อไม่มีการติดต่อหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณพัลส์ออกมาด้วยความถี่ 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ตลอดเวลา ดังนั้นเราสามารถใช้ความถี่ที่ได้จากขานี้ไปใช้งานอย่างอื่นได้ แต่ความถี่ที่ขานี้จะลดลงครึ่งหนึ่งในระหว่างติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป นอกจากนี้ขา ALE ยังใช้สำหรับควบคุมการเขียนโปรแกรมลงไปใน EPROM สำหรับ MCS-51 เบอร์ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น EPROM

- ขา $\overline{EA}$/Vpp (ขา 31) เป็นขาสำหรับใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมที่อยู่ภายในหรือภายนอกชิป โดยหากขานี้มีสถานะเป็น 0 หมายถึงให้ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภายนอก หากขานี้มีสถานะเป็น 1 หมายถึงบังคับให้ MCS-51 ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ สำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป และสำหรับ MCS-51 ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป สามารถเลือกให้ทำงานได้ทั้งจากโปรแกรมที่เก็บในหน่วยความจำภายในชิปหรือจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิปด้วยการต่อขา $\overline{EA}$ กับไฟเลี้ยงหรือกราวด์ตามลำดับ ส่วนใน MCS-51 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปให้ต่อขานี้ลงกราวด์เสมอ
- ขา XTAL 1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
- ขา XTAL 2 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาท์พุตออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์

2.10 การสร้างฐานเวลาให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ชิป RTC มีหลายชนิด บางชนิดสามารถอินเตอร์รัปต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในช่วงเวลาที่กำหนดได้ ส่วนชิป RTC เบอร์ DS1202 ทำได้เพียงแค่ให้ข้อมูลที่เป็นเวลาในขณะใดๆ แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์เท่านั้น ไม่สามารถอินเตอร์รัปต์ซีพียูได้ การเลือกใช้งานชิป RTC ประเภทใด ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบว่าต้องการความสามารถมากน้อยขนาดไหน

ชิป RTC เบอร์ DS1202 มีความเที่ยงตรงในการทำงานสูงมาก สามารถนำมาต่อร่วมกับระบบเพื่อบอกเวลาให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้สะดวก เพราะใช้จำนวนสายในการติดต่อระหว่างตัวชิปเองกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 3 เส้นเท่านั้น เนื่องจากชิป RTC เบอร์นี้ใช้การติดต่อรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม คุณสมบัติคร่าวๆ ของชิป RTC เบอร์นี้มีดังนี้

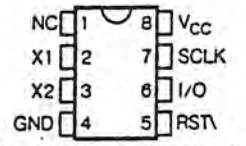
- ทำหน้าที่นับวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ของเดือน เดือน ปี รวมทั้งคำนวณปีอธิกสุรทินให้เองโดยอัตโนมัติ
- มีหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์สำหรับเก็บข้อมูลทั่วๆ ไป ส่วนใหญ่ไว้เก็บข้อมูลที่ต้องการสำรองในขณะที่ไม่มีพลังงานจ่ายให้แก่ระบบ เช่น รหัสผ่านที่เปลี่ยนค่าได้ เวลาที่ต้องการให้เครื่องจักรทำงาน ทำให้ไม่จำเป็นต้องสำรองหน่วยความจำทั้งระบบ
- ใช้การติดต่อแบบอนุกรม จึงใช้จำนวนสายในการเชื่อต่อกับระบบเพียง 3 เส้นเท่านั้น
- ใช้แรงดันไฟฟ้าเพียง 2.0 ถึง 5.5 โวลต์ และใช้กระแสเพียง 300 นาโนแอมแปร์ที่ระดับแรงดัน 2.0 โวลต์
- การโอนย้ายข้อมูล สามารถกระทำได้ทั้งในแบบครั้งละ 1 ไบต์ (single byte) หรือครั้งละหลายๆ ไบต์ (multiple byte หรือ burst mode) ไม่ว่าจะเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

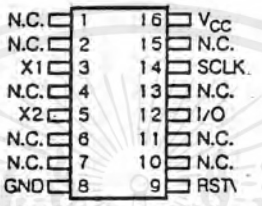
- ตัวชิปมีให้เลือกทั้งแบบ 8 ขา (8 PIN DIP) หรือ 16 ขา (16 PIN SOIC) เพื่อใช้สำหรับแผ่นวงจรชนิดเซอเฟสเมาท์ (surface mount)

- ระดับสัญญาณ TTL compatible (V_{CC} = 5 โวลต์)

- ช่วงอุณหภูมิในการใช้งานกว้างมาก ระหว่าง - 40 องศา ±88 องศาเซลเซียส



DS1202 8-Pin DIP(300mil)



DS1202S 16-Pin SCLC(300mil)

รูปที่ 2.27 แสดงลักษณะรูปร่างทั้งสองแบบของไอซีเบอร์ DS1202

2.10.1 รายละเอียดของชิป RTC เบอร์ DS1202

ชิบ RTC เบอร์ DS1202 มีเรียลไทม์คล็อก/คาเลนเดอร์ (Real Time Clock/Calendar) และสตาติกแรม (Static RAM) ขนาด 24 ไบต์ ใช้สายเพียง 3 เส้นในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับส่งข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ข้อมูลที่ชิป RTC DS1202 มีให้ ประกอบด้วย วินาที นาที ชั่วโมง วันที่ วันเดือน ปี

วันที่ในวันสุดท้ายของเดือนจะถูกปรับโดยอัตโนมัติสำหรับเดือนที่มีจำนวนวันน้อยกว่า 31 วัน และมีการคำนวณจำนวนวันของเดือนกุมภาพันธ์ในปีอธิกสุรทินให้เอง ข้อมูลที่ส่งให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเลือกรูปแบบได้ทั้งแบบ 24 ชั่วโมง (0.00 - 23.59 นาฬิกา) หรือแบบ 12 ชั่วโมง (0.00-12.00 นาฬิกา โดยมีข้อมูลเพิ่มเพื่อบอกให้ทราบว่าเป็นเวลาในช่วงกลางวันหรือกลางคืน)

การเชื่อมต่อชิป RTC DS1202 เข้ากับระบบ มีความสะดวกมาก เนื่องจากใช้จำนวนสายเพียง 3 เส้นเท่านั้น เพราะใช้การติดต่อแบบอนุกรมชนิดซินโครนัส (Synchronous Serial Communication) ขาที่ต้องใช้ในการรับส่งข้อมูลทั้งสาม คือ

- ขา RST (reset)

- ขา I/O (data line)

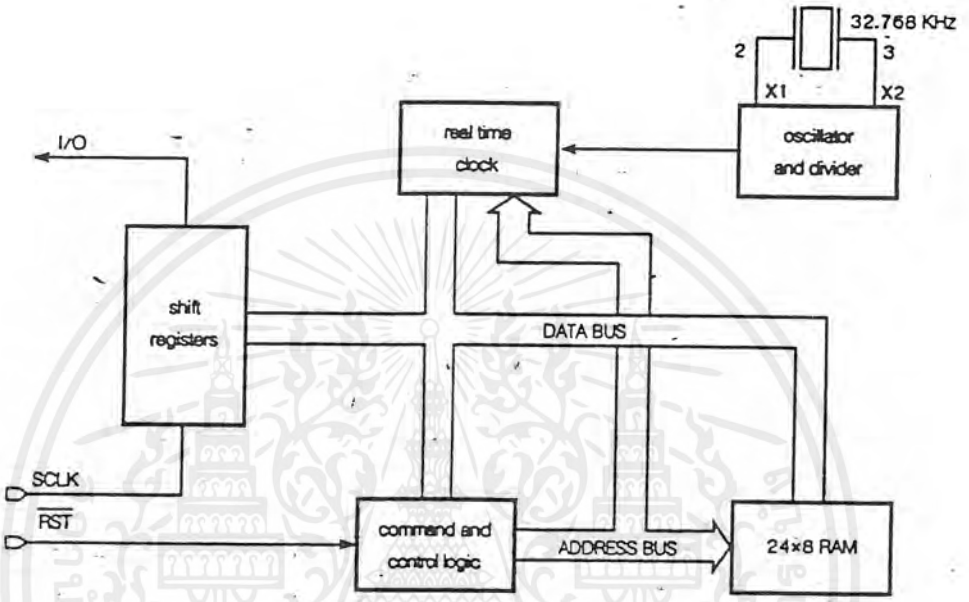
- ขา SCLK (serial clock)

เนื่องจากในชิป RTC DS1202 มีนาฬิกาหรือเวลาที่เดินอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งมีหน่วยความจำจำนวนหนึ่ง ดังนั้นในการติดต่อชิป RTC DS1202 ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการข้อมูลจากนาฬิกาหรือจากหน่วยความจำภายในชิป (CLOCK/RAM) การรับส่งข้อมูลสามารถกระทำได้ทั้งแบบทีละไบต์หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับส่งกันคราวละหลายไบต์ นอกจากนี้ RTC DS1202 ยังถูกออกแบบให้ใช้พลังงานน้อยมาก และสิ้นเปลืองพลังงานจากแบตเตอรี่น้อยที่สุดเพื่อความสะดวกในการสำรองพลังงาน โดยชิปตัวนี้สามารถเก็บรักษาข้อมูลในหน่วยความจำและเวลาที่เดินอยู่ตลอดเวลาได้ที่กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า 1 ไมโครวัตต์

2.10.2 โครงสร้างของชิป RTC เบอร์ DS1202



รูปที่ 2.28 โครงสร้างภายในของ RTC DS1202

โครงสร้างภายในของ RTC DS1202 ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.28 จะเห็นว่าชิป RTC เบอร์นี้ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญๆ ดังนี้คือ

- ชิปรีจิสเตอร์ (shift register)
- คอนโทรลลอจิก (control logic)
- ออสซิลเลเตอร์ (oscillator)
- เรียลไทม์คล็อก (real time clock) และ
- หน่วยความจำ (RAM)

ในการรับหรือส่งข้อมูลใดๆ ให้แก่ RTC DS1202 ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ที่ต้องการติดต่อด้วย จะต้องส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งควบคุมการติดต่อซึ่งมีขนาด 8 บิตเสียก่อน โดยเริ่มต้นด้วยการให้ขา RTC มีสถานะเป็น 1 (อยู่ในช่วงการติดต่อ) จากนั้นส่งข้อมูลจำนวน 8 บิตเข้าไปไว้ในชิปรีจิสเตอร์ของ RTC ข้อมูลขนาด 8 บิตจะประกอบด้วยคำสั่งในการควบคุมชิป RTC และตำแหน่งของหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ (address/command byte)ในแต่ละครั้ง การรับข้อมูลจากไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละบิตจะกระทำที่ช่วงขอบขาขึ้นสัญญาณที่ขา SCLK (serial clock)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

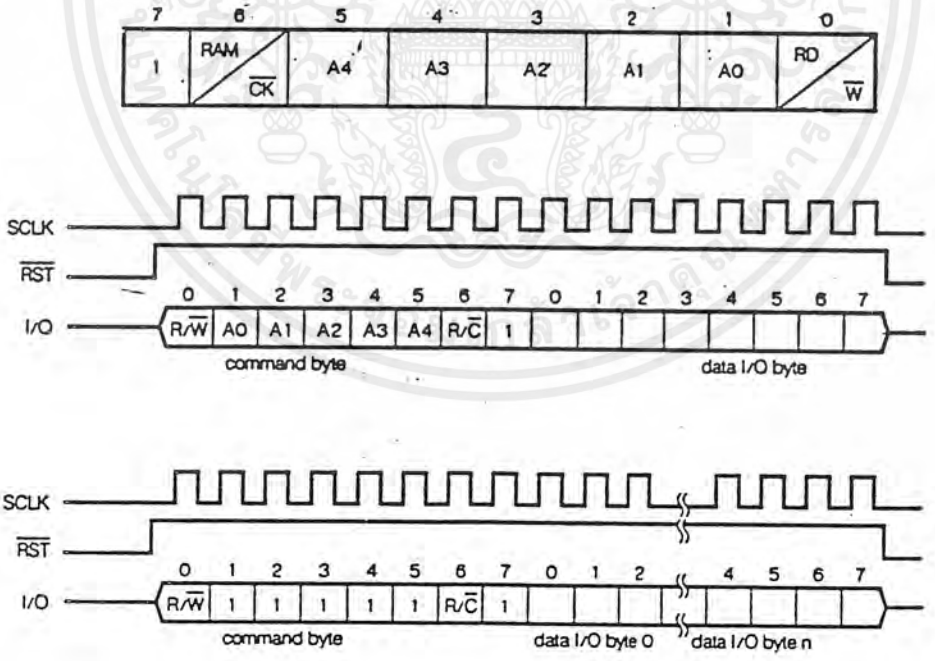
ภายในชิป RTC เบอร์ DS1202 ประกอบด้วยหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์และรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บเวลาของชิปในขณะปัจจุบันจำนวน 8 ตัว รีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัวนี้ สามารถเข้าถึงได้เสมือนเป็นหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่ง ดังนั้นต่อไปชิป RTC เบอร์นี้มีหน่วยความจำรวมทั้งสิ้น 32 ตำแหน่ง โดยประกอบขึ้นจากรีจิสเตอร์ 8 ตำแหน่งและหน่วยความจำ 24 ตำแหน่ง

ข้อมูลขนาด 8 บิตแรก (address/command byte) จะระบุตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ (ทั้งตำแหน่งของหน่วยความจำทั่วไปและตำแหน่งของรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลา) และบอกว่าเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำตำแหน่งนั้นๆ รวมทั้งระบุว่าให้การรับส่งข้อมูลเป็นแบบครั้งละ 1 ไบต์ หรือครั้งละหลายๆ ไบต์

หลังจากมีสัญญาณนาฬิกาเกิดขึ้น 8 ครั้ง (สัญญาณ SCLK) ในระหว่างการเขียนข้อมูล 8 บิตแรกเข้าไปในชิปรีจิสเตอร์ สัญญาณนาฬิกาต่อไปที่จะเกิดขึ้นจะเป็นการนำข้อมูลออกจากชิป RTC สำหรับการอ่านข้อมูลหรือนำข้อมูลเข้าไปยังชิป RTC สำหรับการเขียนข้อมูล จำนวนของสัญญาณนาฬิกาทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการติดต่อครั้งหนึ่งๆ จึงเท่ากับ 8+8 ในการส่งข้อมูลครั้งละ 1 ไบต์ (single byte mode) หรือ 8 บวกมากที่สุด 192 (8×24) สำหรับการส่งข้อมูลครั้งละหลายๆ ไบต์

2.10.3 โครงสร้างของคอมมานด์ไบต์ (Command Byte)

โครงสร้างคอมมานด์ไบต์มีดังแสดงในรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 แสดงโครงสร้างของคอมมานด์ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับหรือส่งข้อมูลระหว่างชิป RTC DS1202 ในตอนเริ่มต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งข้อมูลเพื่อกำหนดการทำงานให้แก่ RTC ก่อน ข้อมูลที่ RTC ได้รับในตอนเริ่มต้นนี้จะมีขนาด 1 ไบต์ ซึ่งมีชื่อว่าคอมมานด์ไบต์ และเนื่องจากข้อมูลในไบต์นี้จะเป็นตัวกำหนดการทำงานของ RTC ดังนั้นแต่ละบิตในไบต์นี้จะมีความหมายแตกต่างกันต่อไปดังนี้

: MSB (บิต 7) ต้องเป็น 1 เสมอ ถ้าเป็น 0 การทำงานต่อจากนี้จะถูกหยุดไว้หมด

: บิต 6 ถ้าเป็น 0 จะระบุว่าต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลา (clock/calender register) ดังนั้นข้อมูลที่รับส่งกันจะเป็นเวลา หากบิตนี้มีค่าเป็น 1 จะระบุว่าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ

: บิต 1 ถึง 5 เป็นตัวระบุตำแหน่งหน่วยความจำ (ทั้งหน่วยความจำที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาและหน่วยความจำทั่วไป) ที่ต้องการเข้าถึง ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งควบคุมด้วยบิต 0

: บิต 0 จะระบุว่าเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูล ถ้าเป็น 0 หมายถึงการเขียนข้อมูลลงไปในชิป หากเป็น 1 หมายถึงการอ่านข้อมูลจากชิป

ในการส่งคอมมานด์ไบต์ ไปยังชิป RTC จะเริ่มต้นด้วยบิต 0 ก่อนเสมอ (LSB first)

- เบิสท์โหมด (Burst Mode) หมายถึง การรับหรือส่งข้อมูลครั้งละหลายไบต์ในการติดต่อแต่ละครั้ง โดยสามารถกำหนดได้ว่าข้อมูลที่ต้องการติดต่อเป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาหรือหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล หากเป็นการรับส่งข้อมูลกับรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาก็จะรับส่งกันครั้งละ 8 ไบต์ หากเป็นการรับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำจะรับส่งกันครั้งละ 24 ไบต์ การกำหนดให้รับส่งข้อมูลครั้งละหลายไบต์กำหนดโดยคอมมานด์ไบต์

ในการรับหรือส่งในเบิสท์โหมด จะเริ่มต้นที่บิต 0 ของหน่วยความจำตำแหน่ง 0 ก่อนเสมอ ไม่ว่าจะเป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาหรือหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป

เบิสท์โหมดนี้มีไว้เพื่อความสะดวกในการรับหรือส่งข้อมูลครั้งละจำนวนมากๆ ทำให้ไม่ต้องส่งคอมมานด์ไบต์หลายครั้งนั่นเอง

- ไรท์โพรเท็ค คอมมานด์ไบต์ (Write Protect Command Byte) เวลาที่เดินอยู่ภายในรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บเวลาและข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำทั้ง 24 ตำแหน่ง สามารถป้องกันไม่ให้เขียนข้อมูลใดๆ ซ้อนลงไปได้ เพื่อป้องกันเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ ทั้งนี้โดยการควบคุมจากไรท์โพรเท็ค คอมมานด์ไบต์ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ตำแหน่งที่ 7 ของรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บเวลา โดยมีไรท์โพรเท็คบิต (write protect bit) ซึ่งเป็นบิตที่ 7 ของรีจิสเตอร์ตัวนี้เป็นตัวกำหนดการทำงาน หากไรท์โพรเท็คบิตเป็น 0 หมายถึงสามารถเขียนข้อมูลใดๆ ลงไปยังรีจิสเตอร์ที่เก็บเวลาหรือหน่วยความจำได้ หากบิตนี้เป็น 1 หมายถึงชิป RTC อยู่ในสถานะป้องกันการเขียนข้อมูล ดังนั้นก่อนการเขียนข้อมูลใดๆ ไปยังรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาหรือหน่วยความจำ ไรท์โพรเท็คบิตต้องเป็น 0 เสมอ โดยการให้ RST เป็น 1 (อยู่ในช่วงการติดต่อ) และโหลดไรท์โพรเท็คชั่น คอมมานด์ไบต์ (8EH) ตามด้วยข้อมูลที่มีค่า 00H (เคลียร์ให้ไรท์โพรเท็คบิตเป็น 0) หลังจากนั้น RST ต้องกลับมามีสถานะเป็น 0 ก่อนที่คำสั่งอื่นๆ จะเริ่มต้นทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในการบังคับให้ชิป RTC อยู่ในสถานะป้องกันการเขียนข้อมูล ก็ต้องให้ RST เป็น 1 แล้วโหลดคอมมานด์ไบต์ที่มีค่า 8EH ตามด้วยข้อมูล 80H (ให้ไรท์โพรเท็คบิตเป็น 1)

ในการทำงานแบบเบิสท์โหมด เราไม่สามารถเขียนค่าใดๆ เข้าไปในไรท์โพรเท็คบิตได้

- รีเซตแอนด์คล็อกคอนโทรล (Reset and Clock Control) การรับหรือส่งข้อมูลทั้งหมดจะต้องเริ่มโดยใช้ขา RST มีสถานะเป็น 1 ก่อนเสมอ โดย RST มีหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการดังนี้

1. RST ใช้ควบคุมการเขียนหรืออ่านข้อมูลในชิปรีจิสเตอร์

2. RST ใช้เป็นสัญญาณในการหยุดการทำงานใดๆ กับชิป RTC DS1202 โดยปกติการเขียนข้อมูลเข้าไปใน RTC DS1202 จะเกิดขึ้นในช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณที่ขา SCLK ส่วนการอ่านข้อมูลจาก RTC DS1202 จะเกิดขึ้นในช่วงขอบขาลงของสัญญาณที่ขา SCLK โดยในระหว่างการติดต่อ ขา RST ต้องมีสถานะเป็น 1 ตลอดเวลา หากขา RST มีสถานะเป็น 0 หมายถึงยกเลิกการติดต่อหรือสิ้นสุดการติดต่อ

- ดาต้าอินพุต (Data Input) ในคอนเริ่มต้นติดต่อระหว่างชิป RTC DS1202 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ไบต์แรกจะต้องเป็นคอมมานด์ไบต์เสมอ หากในคอมมานด์ไบต์ระบุว่าเป็นการเขียนข้อมูลไปในชิป ข้อมูลจะถูกรับเข้ามาในช่วงขอบขาขึ้น (rising edge) ของ SCLK เท่านั้น โดยเริ่มต้นด้วยบิต 0 ก่อนเสมอ และหากเป็นคำสั่งให้รับส่งครั้งละ 1 ไบต์ เมื่อข้อมูลได้รับเข้ามาครบแล้ว สัญญาณ SCLK ที่รับได้เกินจะถูกละเลยไป หากเป็นคำสั่งให้รับส่งแบบเบิสท์โหมดซึ่งรับส่งครั้งละ 24 ไบต์ก็มีลักษณะเช่นเดียวกันคือ เมื่อรับข้อมูลครบ 24 ไบต์แล้ว สัญญาณ SCLK ที่รับได้เกินจะถูกละเลยเช่นกัน

- ดาต้าเอาท์พุต (Data Output) หลังจากรับคอมมานด์ไบต์แล้ว หากมีการระบุว่าเป็นการอ่านข้อมูลจากชิป RTC DS1202 ข้อมูลจะถูกส่งออกจากชิปสู่ภายนอกในขณะช่วงขอบขาลง (falling edge) ของ SCLK หลังจากมีการรับคอมมานด์ไบต์เรียบร้อยแล้ว นั่นคือบิตแรกที่จะถูกส่งออกจาก RTC จะเกิดขึ้นในช่วงขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกาลูกที่ 9 นั่นเอง (ต่อจากคอมมานด์ไบต์)

- คล็อก/คาเลนเดอร์ (Clock/Calender) คือ รีจิสเตอร์ 8 ตัว โดยข้อมูลในรีจิสเตอร์เหล่านี้จะอยู่ในรูปของรหัส BCD เท่านั้น

- คล็อกฮ็อลท์แฟล็ก (Clock Halt Flag) บิต 7 ของรีจิสเตอร์ที่เก็บค่าวินาที จะเป็นตัวบอกให้ชิป RTC DS1202 หยุดการทำงานของวงจรในส่วนออสซิลเลเตอร์เมื่อบิตนี้มีค่าเป็น 1 ซึ่งเป็นผลให้นาฬิกาภายในชิปหยุดการทำงานไปด้วย และจะบังคับให้ชิปอยู่ในสถานะใช้พลังงานต่ำ (low power standby mode) โดยใช้กระแสไม่เกิน 100 นาโนแอมแปร์ และเมื่อบิตนี้เป็น 0 อีกครั้ง วงจรออสซิลเลเตอร์จะเริ่มทำงานต่อทันที

- โหมดเลือก AM-PM/12-24 ชั่วโมง (AM-PM/12-24 mode) บิต 7 ของรีจิสเตอร์ที่เก็บค่าชั่วโมงถูกกำหนดให้เป็น 12/24 ชั่วโมง (hour mode select bit) นั่นคือเป็นตัวเลือกว่าจะให้รีจิสเตอร์นี้เก็บค่าชั่วโมงแบบ 12 ชั่วโมงหรือ 24 ชั่วโมง โดย

: บิตที่ 7 เป็น 1 จะเป็นการเลือกให้เก็บค่าแบบ 12 ชั่วโมง โดยมีบิต 5 เป็นตัวบอกว่าเป็นช่วงกลางวันหรือกลางคืน (AM/PM indicator) โดย 1 จะหมายถึงกลางคืน และ 0 หมายถึงกลางวัน

: บิตที่ 7 เป็น 0 จะเป็นการเลือกให้เก็บค่าแบบ 24 ชั่วโมง และบิต 5 จะเป็นบิตที่แสดงหลักสิบตัวที่ 2 ของชั่วโมง (20-23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไรท์โพรเท็ค (Write Protect) บิต 7 ของไรท์โพรเท็ครีจิสเตอร์จะเป็นไรท์โพรเท็คบิต โดย 7 บิตแรกถูกบังคับให้เป็น 0 หมด ทำให้อ่านค่าได้เป็น 0 เสมอ

- คล็อก/คาเลนเดอร์เบิสท์โหมด (Clock/Calender Burst mode) คอมมานด์ไบต์มีค่า BEH จะเป็นการระบุว่าให้มีการเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ที่เก็บเวลาในแบบเบิสท์โหมด หากคอมมานด์ไบต์มีค่า BFH จะระบุว่าให้มีการเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์นี้ในแบบเบิสท์โหมดเช่นกัน ซึ่งในคล็อก/คาเลนเดอร์เบิสท์โหมดจะมีข้อแตกต่างกันก็เพียงจำนวนข้อมูลที่รับหรือส่งเท่านั้น เพราะหน่วยความจำในชิป RTC เบอร์ DS1202 มีขนาด 24 ไบต์ ดังนั้นในแรมเบิสท์โหมด (RAM burst mode) นี้ ข้อมูลจำนวน 24 ไบต์จะรับส่งกันโดยเริ่มต้นด้วยบิต 0 ของหน่วยความจำตำแหน่ง 0 ก่อนเสมอ

2.10.4 การเลือกใช้คริสตอล

ชิป RTC DS1202 ใช้คริสตอลความถี่ 32.768 กิโลเฮิรตซ์ เป็นตัวกำหนดคาบเวลาในการทำงาน ซึ่งมักจะใช้ของบริษัทไดวา เบอร์ DT26S หรือของบริษัทไซโก้ เบอร์ DS-VT-200 หรือเบอร์ที่เทียบเท่ากัน

คริสตอลความถี่ 32.762 กิโลเฮิรตซ์นี้ สามารถต่อโดยตรงเข้ากับขา 203 (x1, x2) ของ DS1200 ได้เลย โดยค่าอิมพีแดนซ์ของตัวคริสตอลเองควรเป็นค่าคาพาซิแดนซ์ (CL) ขนาด 6 พิโคฟารัด

ตารางที่ 2.5 แสดงการใช้เบิสท์โหมด

BURST FUNCTION	DATA (BYTES)	SCLK
CLOCK	8	72
RAM	24	200

ตารางที่ 2.6 ตารางข้อมูลการทำงานของรีจิสเตอร์และ RAM ใน DS 1202

รีจิสเตอร์	ฟังก์ชัน	COMMAND ADDRESS (HEX)	เขียน =W อ่าน = R	RANGE DATA (BCD)	รีจิสเตอร์ที่กำหนด							
					7	6	5	4	3	2	1	0
0	วินาที	80 81	W R	00-59	CH	10 วินาที			วินาที			
1	นาที	82 83	W R	00-59	0	10 นาที			นาที			
2	12 ชม. 24 ชม.	84 85	W R	01-12	12/24	0 0	AP 10	ชม. ชม.	ชั่วโมง			
3	วัน	86 87	W R	00-23 01-31	0	0	10 วัน		วัน			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) ตารางข้อมูลการทำงานของรีจิสเตอร์และ RAM ใน DS 1202

รีจิสเตอร์	ฟังก์ชัน	COMMAND ADDRESS (HEX)	เขียน =W อ่าน = R	RANGE DATA (BCD)	รีจิสเตอร์ที่กำหนด							
					7	6	5	4	3	2	1	0
4	เดือน	88 89	W R	01-12	0	0	0	10 เดือน	เดือน			
5	วัน	8A 8B	W R	01-07	0	0	0	0	วัน			
6	ปี	8C 8D	W R	00-99	10 ปี				ปี			
7	WRITE PROTECT	8E 8F	W R	00-80	WP	เป็น 0 ทั้งหมด						

2.11 การใช้งานแอลซีดีโมดูล (LCD Module)

ปัจจุบันแอลซีดี เป็นที่นิยมกันเป็นอย่างมาก สำหรับการแสดงผลในเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีความเหมาะสมหลายด้าน เช่น การใช้กระแสต่ำ สามารถแสดงผลเป็นตังอักษรและตัวเลข หรือแสดงเป็นกราฟฟิก (เฉพาะรุ่น) จะมีปัญหาก็คือในด้านวงจรซึ่งมีระบบการทำงานที่ซับซ้อนและหาอุปกรณ์ได้ค่อนข้างยาก แต่ขณะนี้ผู้ผลิตแอลซีดีจะทำรุ่นที่เป็นแอลซีดีโมดูลออกมาคือเป็นโมดูลที่มีตัวแอลซีดีและวงจรควบคุมมาให้พร้อม (เรียกว่า แอลซีเอ็ม) ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่ายและสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรม รวมทั้งมีจำหน่ายกันอย่างกว้างขวางและมีราคาที่เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้ทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์หันมาใช้แสดงผลด้วยแอลซีดีโมดูลกันมากขึ้น

แอลซีดีโมดูลมีอยู่หลายรุ่นและคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ แบบดีอท เมตริก (Dot Matrix) และกราฟฟิก (Graphic) โดยแบบดีอท เมตริกจะแสดงผลเป็นตัวอักษรขนาด 5×8 ดีอทและมีจำนวนอักษรและบรรทัดแตกต่างกันออกไปในแต่ละรุ่น ส่วนแบบกราฟฟิกจะสามารถแสดงผลในแบบบิตแม็ป (Bit map) คือจะสร้างเป็นภาพใดๆ ก็ได้ตามต้องการ แนวทางในการใช้งานของทั้งสองแบบจะมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกัน การใช้งานโดยทั่วไปมักใช้แบบดีอท เมตริกมากกว่าเนื่องจากราคาถูกกว่าและเพียงพอต่อการใช้งานส่วนใหญ่ คุณสมบัติของดีอท เมตริกแอลซีดีโมดูลสามารถสรุปเป็นข้อๆ ดังนี้

1. มีให้เลือกหลายรุ่นตามความต้องการใช้งาน โดยมีจำนวนตัวอักษรและบรรทัดแตกต่างกันไป
2. ตัวอักษรแสดงด้วยดีอท เมตริกขนาด 5×8 ดีอท
3. สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 ลักษณะคือ แบบเมมโมรีแม็ป และแบบผ่าน 8255 พอร์ตซึ่งจะใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 14 พิน
4. การใช้งานง่ายและสะดวก ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงแค่ส่งข้อมูลให้กับ แอลซีดีโมดูลเท่านั้น ข้อความก็จะปรากฏบนแผงแสดงและจะค้างไว้ตลอดทำให้ไม่ต้องเสียเวลาของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มีคำสั่งพิเศษสำหรับอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น เคลียร์ (Clear) , ดิสเพลย์ (Display) , โฮม (Home) , เคอร์เซอร์ออนอ็อฟ (Cursor On Off) และอื่นๆอีก
6. สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษและตัวเลขได้ 160 ตัว และสัญลักษณ์พิเศษอีก 32 ตัว รวมทั้งสามารถกำหนดอักษรที่ออกแบบเองได้อีก 8 ตัว
7. กินกระแสน้อยและมีน้ำหนักเบา รวมทั้งทำงานได้ด้วยไฟเลี้ยงระดับ 5 โวลต์ เท่านั้น

2.11.1 ขาสัญญาณของ แอลซีดีโมดูล

ตารางที่ 2.7 ขาสัญญาณของแอลซีดีโมดูล

ขา	สัญลักษณ์	ระดับ	หน้าที่
1	V_{SS}	-	0 โวลต์ กราวด์
2	V_{CC}	-	+5 โวลต์ พาวเวอร์ซัพพลาย
3	V_{ee}	-	+โวลต์ ลิขวิด คริสตอล ไดรฟ์ (Liquid Crystal Drive)
4	RS	H/L	เลือกรีจิสเตอร์ (Rejister Select) H : Data Input L : Intruction Input
5	R/W	H/L	H : Data Read L : Data Write
6	E	H	เอ็นนาเบิ้ล ซิกแนล (L → H)
7	DB 0	H/L	Data Bus Bit 0
8	DB 1	H/L	Data Bus Bit 1
9	DB 2	H/L	Data Bus Bit 2
10	DB 3	H/L	Data Bus Bit 3
11	DB 4	H/L	Data Bus Bit 4
12	DB 5	H/L	Data Bus Bit 5
13	DB 6	H/L	Data Bus Bit 6
14	DB 7	H/L	Data Bus Bit 7

2.11.2 การต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

แอลซีดีโมดูล จะต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 ลักษณะได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งทั้งสองแบบนี้จะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป โดยแต่ละแบบจะมีหลักการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การต่อแบบเมมโมรีแม็ป

1. สามารถต่อเข้ากับชิปเบอร์ทั่วๆ ไปได้ เช่น 8051 หรือ Z80 โดยจะทำให้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มองเห็นแอลซีดีโมดูลในลักษณะของเมมโมรีได้ทันที

2. ผู้ใช้สามารถเขียนและอ่านข้อมูลจากแอลซีดีโมดูลได้ ทำให้มองเสมือนว่าเป็นเมมโมรีบัฟเฟอร์ไปในตัว

3. เนื่องจากสามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงทำให้สามารถตรวจสอบแฟล็กความพร้อมในขณะที่แอลซีดีโมดูลกำลังทำงานได้

4. ใช้ได้กับบอร์ดที่มีแอลซีดีบัสมาให้พร้อม

5. ทำให้กินพื้นที่ของหน่วยความจำไปส่วนหนึ่ง และต้องมีการดีโค้ดละเอียดพอสมควร

6. การจัดขาสัญญาณจะต้องเป็นไปตามแบบของชิป

2) การต่อแบบ อินพุท/เอาท์พุท พอร์ต

1. สามารถต่อเข้ากับอินพุต/เอาท์พุตพอร์ตใดๆ ก็ได้ โดยใช้สายสัญญาณจำนวน 11 เส้น และใช้โปรแกรมเป็นตัวสร้างสัญญาณขึ้นมา ให้ตรงกับข้อกำหนดของแอลซีดีโมดูล

2. ผู้ใช้จะเขียนข้อมูลให้แอลซีดีโมดูลได้อย่างเดียว ซึ่งผู้ใช้ควรจะกำหนดเมมโมรีส่วนหนึ่งให้เสมือนบัฟเฟอร์ให้กับแอลซีดีโมดูล

3. เนื่องจากไม่สามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงต้องใช้การหน่วงเวลาของระบบเอง เพื่อรอให้แอลซีดีโมดูลกระทำขบวนการต่าง ๆ

4. ใช้ได้กับบอร์ดทั่วๆ ไปที่มีพอร์ต

5. ไม่เปลืองส่วนของเมมโมรีในการใช้งาน

6. การจัดขาสัญญาณกระทำได้อย่างอิสระ

2.11.3 ชุดคำสั่งควบคุมและการแสดงข้อความ

ขาสัญญาณ VEE มีไว้สำหรับกำหนดความเข้มของตัวอักษร โดยถ้าต่อกับกราวด์ (GND) จะมีความเข้มสูงสุด แต่ถ้าต่อกับ VCC จะมีความเข้มต่ำสุด ปกติแอลซีดีรุ่นธรรมดาอาจจะต่อกับกราวด์ไว้เลยก็ได้ ไม่ต้องใส่ VR ให้สิ้นเปลือง แต่ถ้าเป็นรุ่น STN (มุมมองกว้าง) ให้ใช้ตัวต้านทาน 2 กิโลโอห์มต่อลงกราวด์อีกที เพื่อให้ความเข้มมีความเหมาะสม การเขียนหรืออ่านข้อมูลกับแอลซีดีโมดูล ก็คือการกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ในการใช้งานของแอลซีดีตามชุดคำสั่งควบคุม และรวมไปถึงการเขียนข้อมูลที่เป็นข้อความเพื่อให้ปรากฏบนแผงแสดงด้วย โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 2.7

1) ความเข้าใจพื้นฐาน

1. การเขียนข้อมูลให้กับแอลซีดีโมดูล จะแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ สัญญาณควบคุม (Intruction) และข้อมูล(Data) โดยจะกำหนดด้วยขาสัญญาณ RS คือ ถ้า RS = 0 จะหมายถึงส่งสัญญาณควบคุม หรืออ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแฟล็กสภาพการทำงานของแอลซีดีโมดูล และถ้า RS = 1 จะหมายถึงการเขียนหรือการอ่านข้อมูลกับแอลซีดีโมดูล

2. หลักการในการเขียนข้อมูลให้แอลซีดีนี้คือ เมื่อมีการเขียนข้อมูลไปแล้ว ตัวแอลซีดีโมดูลจะต้องใช้เวลาในการทำงานชั่วขณะหนึ่ง {ตามค่าเอ็กซ์คิวท์ ไทม์ (execute time) ในตารางที่ 2.7} ซึ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถตรวจสอบได้จากบีซี่แฟล็ก (Busy Flag : BF) และถ้าเรียบร้อยแล้วจึงจะสามารถเขียนข้อมูลอันต่อไปได้ ในกรณีที่การต่อวงจรเป็นแบบอินพุต/เอาท์พุตพอร์ต คือ ไม่สามารถอ่านข้อมูลย้อนกลับได้ ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะต้องใช้วิธีหน่วงเวลาแทน

3. การเขียนข้อมูลให้กับแอลซีดีโมดูลนี้ สามารถทำได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 4 บิต โดยกรณี 4 บิต จะใช้สายสัญญาณข้อมูลเพียง 4 เส้น คือ DB4-DB7 (ใช้สำหรับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 4 บิตหรือเพื่อต้องการประหยัดสาย) การเขียนข้อมูลจะกระทำเหมือนกับ 8 บิต เพียงแต่ให้เขียน 2 ครั้ง คือ DB4-DB7 ก่อน แล้วตามด้วย DB0-DB3 และจะต้องกำหนดคุณสมบัติตามค่า DL ในคำสั่งฟังก์ชันเซ็ต (Function set) ด้วย

4. DDRAM (Display Data Ram) คือ หน่วยความจำภายในตัวแอลซีดีโมดูลที่เป็นบัฟเฟอร์ของข้อมูล โดยถ้าเขียนเป็นรหัส ASCII ใดๆ ลงไปในหน่วยความจำนี้ ก็จะปรากฏเป็นตัวอักษรที่แผงแสดงทันที

5. CGRAM (Character Generator Ram) คือ หน่วยความจำภายในตัวแอลซีดีโมดูล สำหรับเก็บภาพตัวอักษรที่ผู้ใช้สามารถสร้างได้เอง (8 ตัว) โดยจะอ้างแอดเดรสได้ทั้งหมด 64 ไบต์ คือ 8 ตัวอักษร คูณกับ 8 แถว

ตารางที่ 2.8 การกำหนดคุณสมบัติในการใช้งานของแอลซีดีตามชุดคำสั่งควบคุม

INSTRUCTION	RS	R/W	DATA BIT								EXE.
			7	6	5	4	3	2	1	0	TIME
CLEAR DISPLAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1640
CURSOR AT HOME	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	1640
ENTRY MODE SET	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	40
DISPLAY ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	40
DISPLAY SHIFT	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	40
FUNCTION SET	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	40
SET CGRAM ADD.	0	0	0	1	CGRAM ADDRESS						40
SET DDRAM ADD.	0	0	1	DDRAM ADDRESS							40
BUSY, ADD. READ	0	1	BF	ADDRESS							0
CGRAM, DDRAM WR	1	0	WRITE DATA								40
CGRAM, DDRAM RD	1	1	READ DATA								40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) รายละเอียดของแต่ละคำสั่ง

1. เคลียร์ดิสเพลย์ (Clear Display) ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 แสดงการเคลียร์ดิสเพลย์

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

สำหรับการเคลียร์ดิสเพลย์ โดยจะทำการเขียนตัวอักษรสเปซ (Space) ลงไปใน DDRAM ทั้งหมด และทำการกำหนดค่า DDRAM แอดเดรสให้เป็น 0 พร้อมทั้งเคอร์เซอร์จะกลับไปที่ตำแหน่งซ้ายบนสุดของจอภาพ

2. เคอร์เซอร์ แอท โฮม (Cursor At Home) ดังแสดงในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 แสดงการเคอร์เซอร์ แอท โฮม

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

สำหรับกำหนดค่า DDRAM แอดเดรสให้เป็น 0 พร้อมทั้งเคอร์เซอร์จะไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายบนสุดของจอภาพ โดยที่ข้อมูลใน DDRAM ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3. เอ็นทรี โหมด เซ็ท (Entry Mode Set) ดังแสดงในตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 แสดงการเอ็นทรี โหมด เซ็ท

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

I/D = 0 กำหนดทิศทางของเคอร์เซอร์และ DDRAM ให้เป็นแบบลดลง (Decrement)

I/D = 1 กำหนดทิศทางของเคอร์เซอร์และ DDRAM ให้เป็นแบบเพิ่มขึ้น (Increment)

S = 0 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว ตัวเคอร์เซอร์จะถูกเลื่อนไปตามทิศทางของค่า I/D

S = 1 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว ตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่ และตัวอักษรจะถูกดันไปตามทิศทางของค่า I/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนด I/D และ S นี้ให้กำหนดก่อนการเขียนข้อมูลใน DDRAM และเมื่อกำหนดแล้วจะต้องไม่ใช้คำสั่งเคลียร์ดิสเพลย์อีก

4. ดิสเพลย์ออน/อ็อฟ (Display On/Off) ดังแสดงในตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 แสดงการดิสเพลย์ออน/อ็อฟ

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

D = 0 กำหนดให้อ็อฟดิสเพลย์ (Off display)

D = 1 กำหนดให้ออนดิสเพลย์ (On display)

C = 0 กำหนดให้อ็อฟเคอร์เซอร์ (Off cursor)

C = 1 กำหนดให้ออนเคอร์เซอร์ (On cursor) โดยเคอร์เซอร์จะเป็นเส้นขีดใต้ตัวอักษร

B = 0 กำหนดให้ไม่มีการกระพริบที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์

B = 1 กำหนดให้มีการกระพริบที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์ (กระพริบเป็นรูปสี่เหลี่ยม)

5. ดิสเพลย์ชิป (Display Shift) ดังแสดงในตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 แสดงการดิสเพลย์ชิป

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

S/C = 0 กำหนดให้เลื่อนเคอร์เซอร์ตามทิศทาง R/L ไป 1 ตำแหน่ง

S/C = 1 กำหนดให้เลื่อนข้อความบนแผงแสดงตามทิศทาง R/L ไป 1 คอลัมน์ (เลื่อนทุกบรรทัด)

R/L = 0 กำหนดให้มีทิศทางไปทางซ้าย

R/L = 1 กำหนดให้มีทิศทางไปทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ฟังก์ชันเซ็ต (Function Set) ดังแสดงในตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 แสดงการฟังก์ชันเซ็ต

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

DL = 0 กำหนดให้การติดต่อกับแอลซีดีโมดูลเป็นแบบ 4 บิต

DL = 1 กำหนดให้การติดต่อกับแอลซีดีโมดูลเป็นแบบ 8 บิต จะสังเกตว่าการกำหนดค่า D/L นี้สามารถกระทำได้ที่ DB4-DB7 ซึ่งถ้ามีการกำหนดให้เป็นแบบ 4 บิตตั้งแต่ครั้งแรกหลังจากจ่ายไฟเลี้ยง ก็จะทำให้แอลซีดีมีการรับข้อมูล 4 บิตทันที

N = 0 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 1/8 ดิวตี้ (Duty) และ 1/11 ดิวตี้

N = 1 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 1/16 ดิวตี้

F = 0 กำหนดให้ตัวอักษรเป็นแบบ 5*7 ดอท

F = 1 กำหนดให้ตัวอักษรเป็นแบบ 5*10 ดอท (กรณีที่แอลซีดีเป็นแบบ 5*7 อยู่แล้วก็จะไม่มีผลอะไร)

7. เซ็ต CGRAM แอดเดรส (Set CGRAM Address) ดังแสดงในตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 แสดงการเซ็ต CGRAM แอดเดรส

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	CGRAM ADDRESS					

สำหรับการกำหนดแอดเดรสของ CGRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้ว การอ่านและเขียนดาต้าที่ต่อจากนี้ จะเป็นไปตามแอดเดรสที่กำหนดทันที

8. เซ็ต DDRAM แอดเดรส (Set DDRAM Address) ดังแสดงในตารางที่ 2.16

ตารางที่ 2.16 แสดงการเซ็ต DDRAM แอดเดรส

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	DDRAM ADDRESS						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการกำหนดแอดเดรสของ DDRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้ว การอ่านและเขียนดาต้าที่ต่อจากนี้ จะเป็นไปตามแอดเดรสที่กำหนดทันที ตำแหน่งของแอดเดรสในแต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างกันบ้าง เพราะจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัดไม่เท่ากัน ซึ่งแสดงดังตารางต่อไปนี้ (ตารางนี้จะกำหนดให้บิตที่ 7 เท่ากับ 1 เสมอ เพื่อความสะดวกในการเรียกใช้)

ตารางที่ 2.17 แสดงตำแหน่งแอดเดรสของแอลซีดี รุ่น DMC164

80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	9A	9B	9C	9D	9E	9F
D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	DA	DB	DC	DD	DE	DF

9. บีซี่แฟล็ก แอ็นด์ แอดเดรสรีด (Busy Falg And Address Read) ดังแสดงในตารางที่ 2.18

ตารางที่ 2.18 แสดงการบีซี่แฟล็ก แอ็นด์ แอดเดรสรีด

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	ADDRESS						

สำหรับการอ่านค่าบีซี่แฟล็ก ซึ่งบอกถึงความพร้อมของแอลซีดีในการรับข้อมูล ถ้า BF = 0 หมายความว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลต่อไปได้ แต่ถ้า BF = 1 หมายความว่ายังไม่พร้อม นอกจากนี้การอ่านค่าแอดเดรสของ CGRAM หรือ DDRAM ด้วย

3) การอ่านและเขียนข้อมูลกับ DDRAM/CGRAM

1. การเขียนข้อมูลให้ DDRAM หรือ CGRAM (Write Data To DDRAM or CGRAM) ดังแสดงในตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.19 แสดงการเขียนข้อมูลให้ DDRAM หรือ CGRAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	0	DATA							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำ DDRAM หรือ CGRAM โดยเมื่อทำการเขียนแล้ว แอดเดรสจะถูกเพิ่มหรือลงโดยอัตโนมัติตามที่กำหนดจากค่า I/D ในคำสั่งเอ็นทรีโหมดเซ็ต และการเขียนจะเป็น DDRAM หรือ CGRAM ก็ขึ้นกับว่า ก่อนหน้าคำสั่งนี้มีการกำหนดแอดเดรสที่ใด

2. การอ่านข้อมูลจาก DDRAM หรือ CGRAM (Read Data From DDRAM or CGRAM) ดังแสดงในตารางที่ 2.20

ตารางที่ 2.20 แสดงการอ่านข้อมูลจาก DDRAM หรือ CGRAM

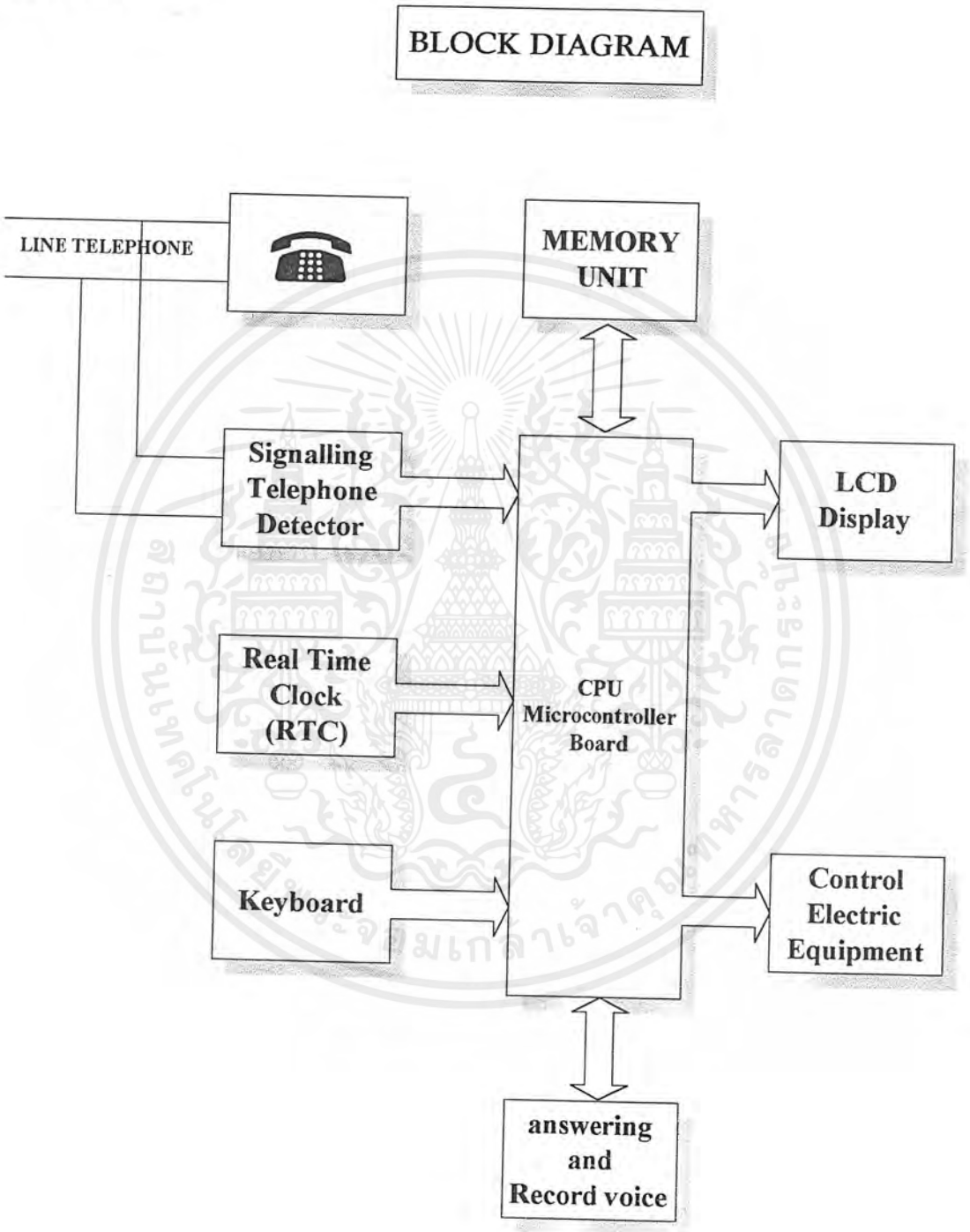
RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	DATA							

สำหรับการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ DDRAM หรือ CGRAM โดยเมื่อทำการเขียนแล้ว แอดเดรสจะถูกเพิ่มหรือลงโดยอัตโนมัติตามที่กำหนดจากค่า I/D ในคำสั่งเอ็นทรีโหมดเซ็ต และการอ่านจะเป็น DDRAM หรือ CGRAM ก็ขึ้นกับว่าก่อนหน้าคำสั่งนี้มีการกำหนดแอดเดรสที่ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 บล็อกไดอะแกรม



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 หลักการทำงานของโครงงาน

จากบล็อกไดอะแกรมเครื่องนี้จะทำการต่อเข้ากับโทรศัพท์ในลักษณะต่อขนาน จึงสะดวกสบายไม่ต้องไปแก้ไขส่วนใดในวงจรของเครื่องรับโทรศัพท์เลย หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 กรณี คือ

1. กรณีที่มีการโทรเข้ามา
2. กรณีของการโทรออกไป

1. กรณีที่มีการโทรเข้ามา

ในสภาวะปกติ เครื่องจะทำการตรวจสอบสัญญาณเรียกอยู่ตลอดเวลา ว่ามีสัญญาณเรียกจากชุมสายมาหรือไม่ ถ้าเกิดมีสัญญาณเรียกจากชุมสายเกิดขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งงานให้เข้าสู่โปรแกรมการตอบรับอัตโนมัติ โดยจะตรวจนับจำนวนกระดิ่งที่ดังว่าดังครบเท่ากับจำนวนที่เราตั้งเอาไว้หรือไม่ ถ้าครบก็จะทำการยกหูอัตโนมัติและสั่งการให้วงจรตอบรับทำงาน แจ้งให้คู่สนทนาทราบว่าขณะนี้ไม่มีใครอยู่ และกำลังเข้าสู่ระบบตอบรับอัตโนมัติ จากนั้นเครื่องก็จะให้เลือกโหมดการทำงานซึ่งจะแบ่งได้เป็น 2 โหมด คือ

1.1 โหมดการฝากข้อความอัตโนมัติ คือ คู่สนทนาสามารถที่จะฝากข้อความลงในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ และสามารถเล่นฟังข้อความที่บันทึกไว้ได้

1.2 โหมดการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ เมื่อเราอยู่นอกบ้านและจะต้องการสั่งงานให้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านเปิดหรือปิด เราก็แค่โทรเข้ามาและเลือกโหมดการทำงานนี้ โดยจะใช้ตัวเลขต่างๆ บนหน้าปัดโทรศัพท์เป็นตัวสั่งการเท่านั้น

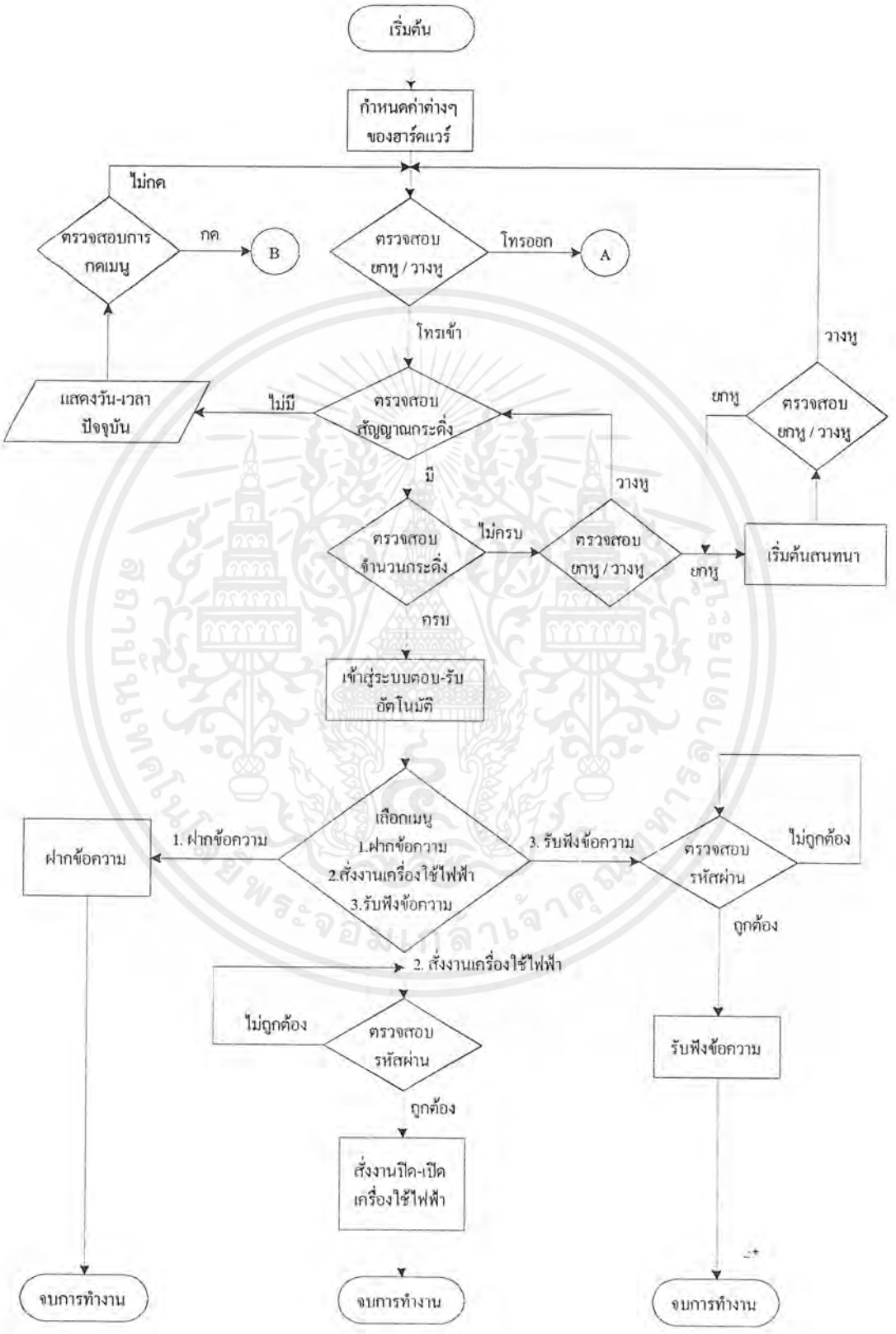
2. กรณีของการโทรออกไป

เมื่อผู้ใช้ทำการยกหูโทรศัพท์เพื่อจะทำการโทรออก ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการตรวจเช็คสัญญาณหมุนหมายเลขว่าอุปกรณ์ปลายทางพร้อมหรือไม่ จากนั้นก็จะทำการรอรับหมายเลขปลายทาง เมื่อชุมสายต่อเลขหมายปลายทางให้แล้ว วงจรก็จะทำการตรวจเช็คว่าที่ปลายทางมีคนมารับโทรศัพท์แล้วหรือไม่ เมื่อมีคนมารับเครื่องก็จะทำการบันทึกหมายเลขที่กดไปยังปลายทาง และค่าเวลาจริง แล้วทำการบันทึกข้อมูลเหล่านี้ไว้ในหน่วยความจำของระบบ เมื่อการสนทนาเสร็จสิ้นลงเครื่องก็จะทำการบันทึกเวลาจริงที่วางสาย และโปรแกรมก็จะทำการคำนวณคิดค่าโทรศัพท์ เพื่อจะแสดงผลให้กับผู้ที่ใช้โทรศัพท์ให้รู้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แผนผังการทำงานของเครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์

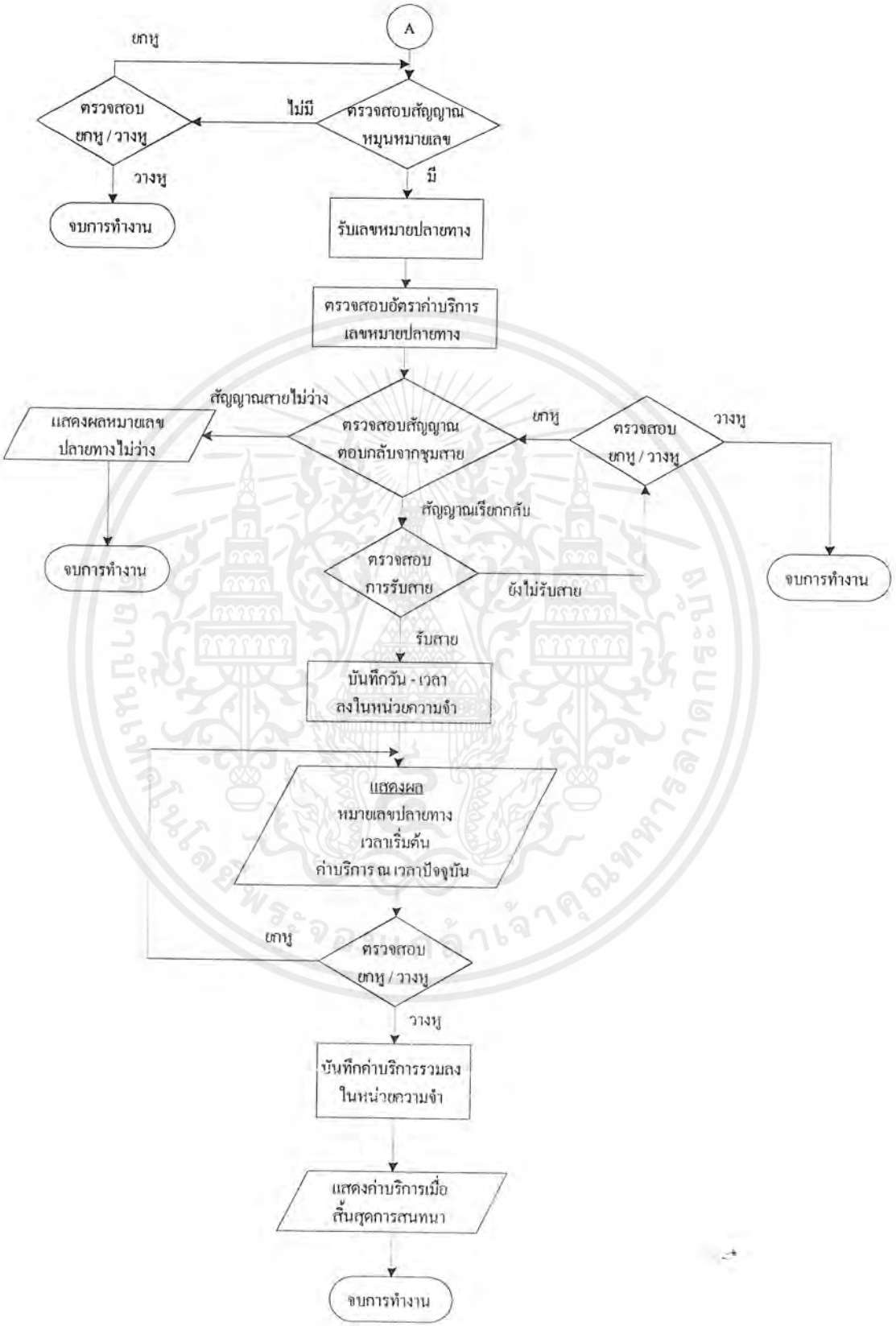
3.2.1 แผนผังการทำงานแสดงสภาวะการโทรเข้า



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานแสดงสภาวะการโทรเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

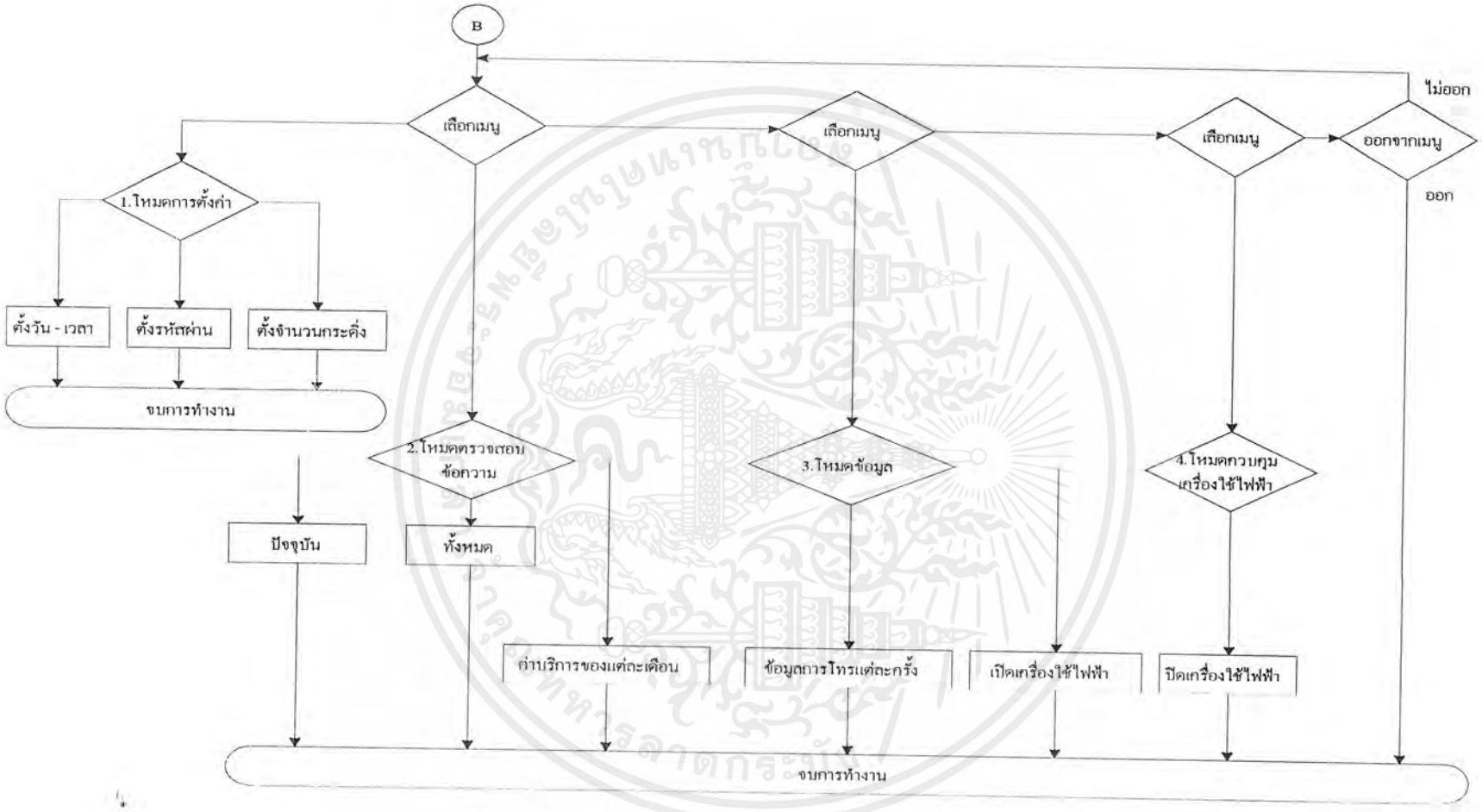
3.2.2 แผนผังการทำงานแสดงสภาวะการโทรออก



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานแสดงสภาวะการโทรออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

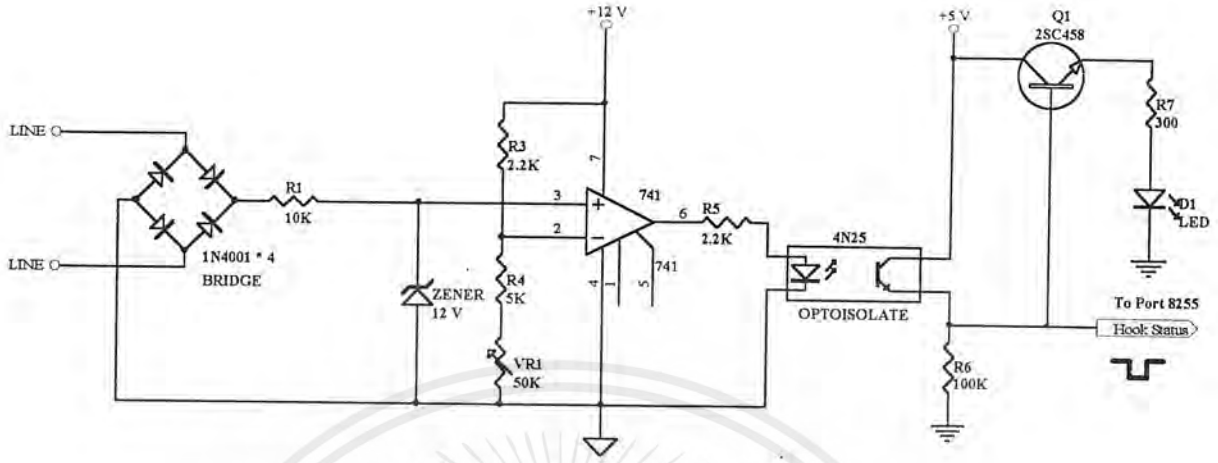
3.2.3 แผนผังแสดงการตั้งค่าในโหมดการใช้งานต่างๆ



รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงการตั้งค่าในโหมดการใช้งานต่างๆ

3.3 ส่วนของวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์

3.3.1 วงจรตรวจสอบการยกหู (Hook Switch Detector)



รูปที่ 3.5 วงจรตรวจสอบการยกหู

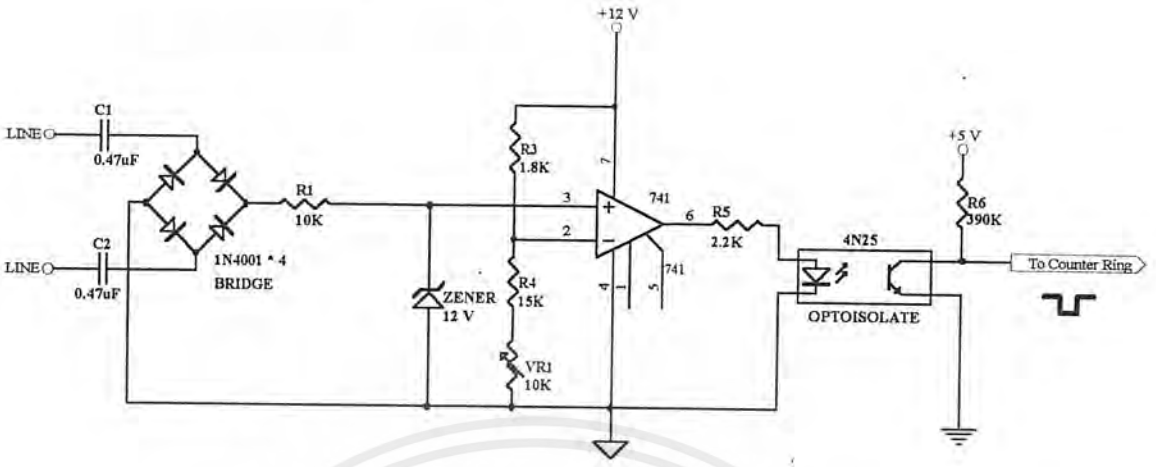
หลักการทำงานของวงจร คือ ใช้การเปรียบเทียบของแรงดันระหว่างการยกหูและการวางหู ซึ่งในขณะที่วางหูอยู่นั้นจะมีแรงดันตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ประมาณ 48 โวลต์ และในขณะที่ทำการวางหู จะทำให้แรงดันตกลงเหลือประมาณ 6 - 10 โวลต์ ซึ่งก็แล้วแต่ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่อง เมื่อเป็นเช่นนี้เราจึงได้ใช้ออปแอมป์ ซึ่งตั้งระดับแรงดันอ้างอิงที่ขา 2 ไว้ที่ 11 โวลต์ มาทำงานในส่วนของการเปรียบระดับแรงดัน และใช้ออปโต้ไอโซเลเตอร์มาเป็นตัวเปลี่ยนระดับของแรงดันจาก 12 โวลต์มาเป็น 5 โวลต์ เพื่อที่จะให้สามารถใช้ร่วมกับแรงดันในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

พิจารณาในขณะที่ทำการวางหู แรงดันไฟ 48 โวลต์จะผ่านวงจรบริดจ์เร็คติไฟเออร์ ซึ่งจะให้ขั้วของแรงดันแน่นอน จากนั้นก็จะตกคร่อมตัวต้านทานและซีเนอร์ไดโอด 12 โวลต์ ดังนั้นแรงดันที่ตกคร่อมขา 3 ของออปแอมป์ จึงมีค่าสูงสุดได้แค่ 12 โวลต์ เนื่องจากถูกซีเนอร์จำกัดแรงดันไว้ เมื่อระดับแรงดันที่เข้ามามีค่ามากกว่าระดับแรงดันอ้างอิง ทำให้เอาท์พุตของออปแอมป์มีค่าประมาณ 12 โวลต์ เป็นผลทำให้เกิดการนำกระแสของแอลอีดีในออปโต้ไอโซเลเตอร์ และไปกระตุ้นให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสตามไปด้วย เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 100 กิโลโอห์มที่เอาท์พุตเป็น 5 โวลต์ ซึ่งแทนด้วยระดับลอจิก "1"

พิจารณาในขณะที่ทำการยกหู แรงดันจะตกลงเหลือประมาณ 6 - 9 โวลต์ ตกคร่อมที่ขา 3 ของออปแอมป์ และเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอ้างอิงแล้วมีค่าน้อยกว่า ทำให้เอาท์พุตของออปแอมป์มีค่าประมาณ 0 โวลต์ เป็นผลทำให้แอลอีดีและทรานซิสเตอร์ในออปโต้ไอโซเลเตอร์ไม่นำกระแส แรงดันที่เอาท์พุตจึงตกลงเป็น 0 โวลต์ ซึ่งแทนด้วยระดับลอจิก "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก (Ringing Detector)



รูปที่ 3.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก

หลักการทำงานของวงจรจะคล้ายกับวงจรสุกสวิตช์ดีเท็กเตอร์ คือ จะใช้การเปรียบเทียบของระดับแรงดันในคู่สาย กล่าวคือ ในขณะที่ชุมสายทำการส่งสัญญาณเรียกมายังเครื่องรับโทรศัพท์ ลักษณะของสัญญาณที่ส่งมานั้นจะเป็นคลื่นรูปไซน์ แรงดันประมาณ 100 โวลต์พีคทูพีคหรือประมาณ 70 - 90 โวลต์อาร์เอ็มเอสผ่านเข้าวงจร ซึ่งจะเจอกับตัวคาปาซิเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ในการกั้นแรงดันไฟตรงไม่ให้เข้ามาได้ จากนั้นก็ผ่านวงจรบริดจ์เร็คติไฟเออร์ ทำหน้าที่ในการจัดขั้วของแรงดันให้มีค่าแน่นอน จากนั้นก็จะตกคร่อมตัวต้านทานและซีเนอร์ไดโอด 12 โวลต์ ทำให้แรงดันที่ตกคร่อมขา 3 ของออปแอมป์มีค่าสูงสุดแค่ 12 โวลต์ และมีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิงทำให้เอาท์พุตของออปแอมป์มีค่าประมาณ 12 โวลต์ มีผลทำให้แอลอีดีและทรานซิสเตอร์ในออปโต้ไอโซเลเตอร์นำกระแส เอาท์พุตที่ได้จะต่อมาจากแรงดันที่ตกคร่อมที่ขาคอลเล็คเตอร์และกราวด์ของทรานซิสเตอร์ มีค่าประมาณ 0 โวลต์แทนด้วยระดับลอจิก “0”

ในทำนองเดียวกัน ช่วงที่ไม่มีสัญญาณเรียกเข้ามาคือสัญญาณหยุดเงียบ 4 วินาที ค่าเฉลี่ยของแรงดันก็มีค่า 0 โวลต์ตกคร่อมที่ขา 3 ของออปแอมป์ และมีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิง ทำให้เอาท์พุตของออปแอมป์มีค่าเป็น 0 โวลต์ไปด้วย แอลอีดีและทรานซิสเตอร์ในออปโต้ไอโซเลเตอร์จึงไม่เกิดการนำกระแส แรงดันเอาท์พุตที่ตกคร่อมขาคอลเล็คเตอร์และอิมิตเตอร์จึงมีค่าประมาณ 5 โวลต์แทนด้วยระดับลอจิก “1”

ดังนั้นเอาท์พุตที่ได้จากขาคอลเล็คเตอร์ของออปโต้ไอโซเลเตอร์ จะมีค่าเป็นลอจิก “1” เมื่อไม่มีสัญญาณเรียกเข้ามา และจะเป็นลอจิก “0” เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามา สัญญาณที่ได้นี้จะนำไปเข้าในส่วนของการนับจำนวนครั้งของสัญญาณเรียก เพื่อจะเป็นการกำหนดว่าจะให้สัญญาณเรียกดังกี่ครั้งจึงจะตัดเข้าสู่การทำงานของโหมดการตอบรับอัตโนมัติ โดยจะนำสัญญาณที่ได้เข้าไปยังวงจรโมโนสเตเบิ้ลซึ่งใช้ไอซีเบอร์ 74123 และกำหนดค่าไทม์คอนสเตนซ์ไว้ที่ 1 วินาที ซึ่งจะเท่ากับเวลาของการเกิดสัญญาณเรียกพอดี ค่าของไทม์คอนสเตนซ์จะกำหนดได้จากอุปกรณ์ VR2 และ C3 ในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

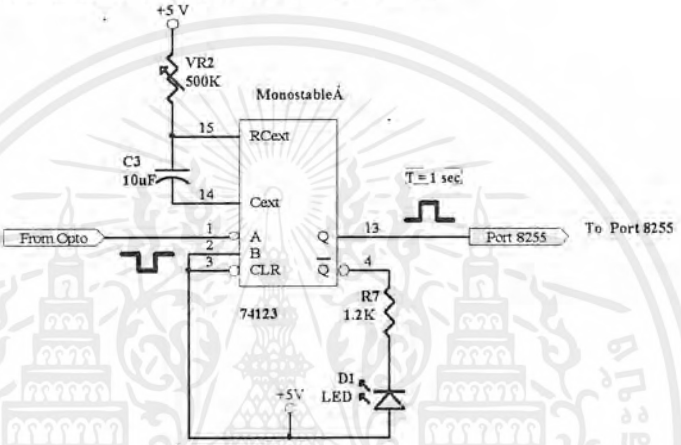
ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร $\tau = 1.1\ RC$ โดยจะทำการกำหนดค่าความจุของคาปาซิเตอร์ไว้ก่อนที่ค่า 10 ไมโครฟารัด ดังนั้นเราจึงหาค่าของตัวต้านทานได้ คือ

$$R = \tau / 1.1C$$

$$= 1 / 1.1 * 10 \text{ ไมโครฟารัด}$$

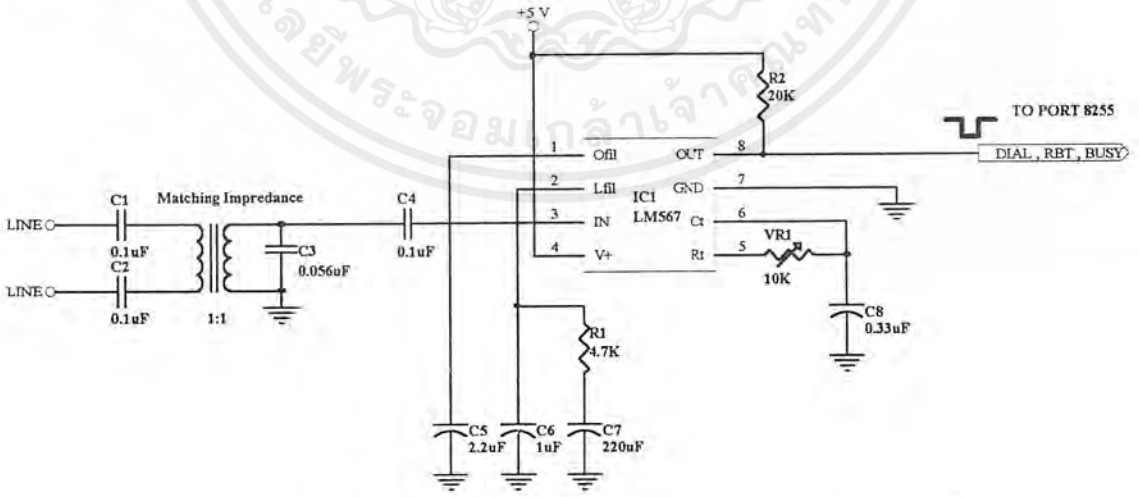
$$= 90.9 \text{ กิโลโอห์ม}$$

เอาท์พุตที่ได้ออกที่ขา 13 ของไอซี 74123 ซึ่งมีค่า τ = 1 วินาที จะถูกป้อนให้กับวงจรนับซึ่งจะให้เอาท์พุต Q0 - Q9 เรียงลำดับออกมาเมื่อมีสัญญาณนาฬิกามากระตุ้นที่ขา CLK ของไอซี 74123 การกำหนดว่าต้องการให้เสียงกระดิ่งดังกี่ครั้งจึงจะตัดเข้าสู่การทำงานในโหมดของการตอบรับอัตโนมัติ ทำได้โดยเลือกจากดิพสวิตช์ก็จะสามารถกำหนดได้แล้ว



รูปที่ 3.7 วงจรตรวจนับสัญญาณเรียก

3.3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข (DIAL) , สัญญาณเรียกกลับ (RBT) , สัญญาณไม่ว่าง (BUSY)



รูปที่ 3.8 วงจรตรวจจับสัญญาณ Dialling , RBT , BUSY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน คือ จะเห็นได้ว่าสัญญาณหมุนหมายเลข, สัญญาณเรียกกลับ, สัญญาณไม่ว่างนั้น จะมีลักษณะเป็นคลื่นรูปไซน์ และความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์เท่ากัน จะแตกต่างที่ช่วงของเวลาการเกิดของสัญญาณแต่ละสัญญาณเท่านั้น จึงใช้ไอซีเบอร์ LM567 ซึ่งเป็นไอซีโทนดีโค้ดเดอร์ (Tone Decoder) เป็นตัวตรวจจับสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ และจะให้เอาท์พุตเป็นลอจิก "0" ก็ต่อเมื่อความถี่ที่ป้อนเข้ามามีค่าตรงกับความถี่ที่เราต้องการดีเทกคือ 400 เฮิรตซ์ ถ้าความถี่ที่เข้ามาไม่ตรงกับความถี่ที่กำหนดเอาไว้ เอาท์พุตก็จะมีค่าเป็นลอจิก "1" การกำหนดค่าของความถี่ที่ต้องการดีเทกออกมานั้นสามารถหาได้จากสูตร

$$f = 1/1.1\ RC$$

ในวงจรนี้ C8 และ VR1 จะเป็นตัวกำหนดความถี่ที่ต้องการออกมา โดยในการคำนวณเราจะกำหนดค่า C ไว้ที่ 0.33 ไมโครฟารัด ความถี่ที่ต้องการ 400 เฮิรตซ์ เราก็จะได้ค่า R ออกมา คือ

$$R = 1/1.1 * f * C$$

$$= 1/ 1.1 * 400 * 0.33 \text{ ไมโครฟารัด}$$

$$= 6.88 \text{ กิโลโอห์ม}$$

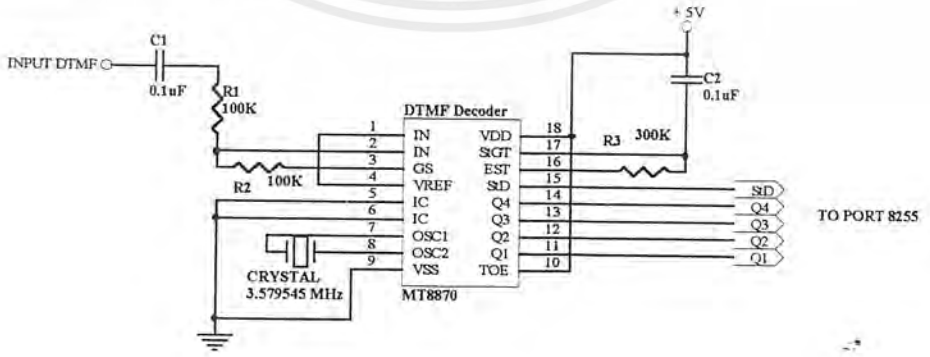
สัญญาณที่เอาท์พุตจะมีลักษณะเป็นพัลส์สแควร์เวฟ เกิดขึ้นตามการสัญญาณที่เข้ามา กล่าวคือ

1. ถ้าเป็นสัญญาณหมุนหมายเลข จะมีลักษณะการเกิดของสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ที่ต่อเนื่องและยาว เอาท์พุตที่ออกมาจะมีลักษณะเป็นลอจิก "0" ยาวติดกันไปตลอด

2. ถ้าเป็นสัญญาณไม่ว่าง จะมีลักษณะการเกิดของสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ 0.5 วินาที และเวลาหยุด 0.5 วินาที สลับกันไป เอาท์พุตที่ได้จะมีลักษณะเป็นลอจิก "0" และลอจิก "1" สลับกันตลอด

3. ถ้าเป็นสัญญาณเรียกกลับ จะมีลักษณะการเกิดของสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ 1 วินาที และเวลาหยุด 4 วินาที สลับกันไปเรื่อยๆ เอาท์พุตที่ได้จะมีลักษณะเป็นลอจิก "0" 1 วินาที และลอจิก "1" 4 วินาที

3.3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ (DTMF Decoder)

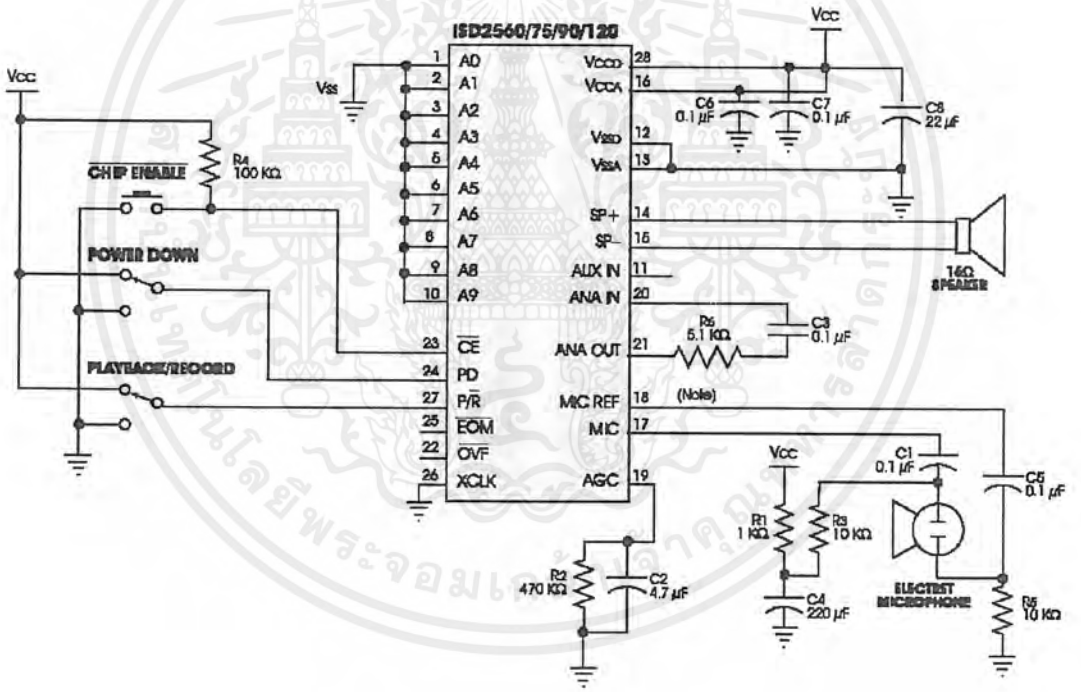


รูปที่ 3.9 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ MT8870 ซึ่งจะทำหน้าที่ในการถอดรหัสความถี่ดีทีเอ็มเอฟออกมาเป็นรหัสไบนารี่ 4 บิต ภายใน MT8870 ซึ่งจะประกอบไปด้วยภาคกรองความถี่ ภาคถอดรหัส ภาคตรวจสอบสัญญาณ ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง และภาคกำเนิดความถี่ โดยจะใช้คริสตอล 3.579 เมกกะเฮิรตซ์เป็นฐานเวลา จากวงจรจะใช้แมชชิ่ง 600 โอห์มมาเป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์เข้ามายังวงจรเฉพาะสัญญาณไฟสลับเท่านั้น และยังทำหน้าที่ในการแยกกราวด์ของวงจรอีกด้วย เพราะในคู่สายโทรศัพท์จะมีสัญญาณรบกวนต่างๆ มากมาย ซึ่งอาจจะมีผลต่อการดีโค้ดสัญญาณได้ หลังจากที่ทำการกดหมายเลขและไอซีทำการดีโค้ดรหัสแล้ว ก็จะส่งรหัสไบนารี่มาที่เอาท์พุต Q1 - Q4 จากนั้นไอซีก็จะทำการแลตช์ค่าสัญญาณนั้นเอาไว้จนกว่าจะได้รับสัญญาณใหม่เข้ามา แล้วจึงค่อยเปลี่ยนเป็นรหัสตัวใหม่

3.4 วงจรการใช้งานของ ISD2590



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรการใช้งานที่ต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกของ ISD2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ลำดับขั้นตอนในการบันทึกและเล่นกลับ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การใช้งานและควบคุมการทำงานของ ISD2590

ขั้นตอนการควบคุม	หน้าที่	การปฏิบัติ
1	จ่ายไฟเลี้ยงและเลือกโหมดการบันทึกหรือเล่นกลับ	(1) PD = "0" (2) เลือกบันทึก / เล่นกลับ
2	เซตจุดเริ่มต้นของการบันทึกหรือเล่นกลับ	เซตขาแอดเดรส A0 - A9
3A	เริ่มต้นการเล่นกลับ	P/$\overline{R}$ = "1", $\overline{CE}$ = พัลส์ "0"
3B	เริ่มต้นการบันทึก	P/$\overline{R}$ = "0", $\overline{CE}$ = "0"
4A	สิ้นสุดการเล่นกลับ	อัตโนมัติ
4B	สิ้นสุดการบันทึก	PD หรือ $\overline{CE}$ = "1"

3.4.2 การกำหนดตำแหน่งแอดเดรสเพื่อใช้ในการบันทึกและเล่นกลับ

ISD2590 สามารถอ้างแอดเดรสเพื่อกำหนดช่วงในการบันทึกและเล่นกลับได้ โดยการควบคุมที่ขา A9 ถึง A0 โดยค่าของ A9 ถึง A0 จะถูกควบคุมโดยการกำหนดสภาวะให้เป็น "1" หรือ "0" เพื่อเป็นการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของข้อความที่บันทึกหรือเล่นกลับ ดูจากตารางที่ 3.2 ซึ่งแสดงตำแหน่งของแอดเดรสต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 การกำหนดแอดเดรสของ ISD2590

เลขฐานสิบ	เลขฐานสอง										วินาที
	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	18
240	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	36
360	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	54
480	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	72

จากตารางที่ 3.2 ถ้ากำหนดให้แอดเดรส A9 ถึง A0 มีสภาวะเป็น "0" ทั้งหมด การบันทึกและการเล่นกลับจะเริ่มต้นในวินาทีที่ 0 ในการออกแบบจะใช้ไอซี ISD2590 ทั้งหมด 4 ตัว โดยให้ตัวแรกทำหน้าที่ในการตอบรับ และอีก 3 ตัวที่เหลือทำหน้าที่ในการบันทึกผู้ที่โทรเข้ามาในขณะที่ไม่มีผู้ใดรับสาย โดยทั้ง 3 ตัวที่ใช้ในการบันทึกนี้จะให้แต่ละตัวสามารถบันทึกได้ 5 ข้อความ ดังนั้นจึง

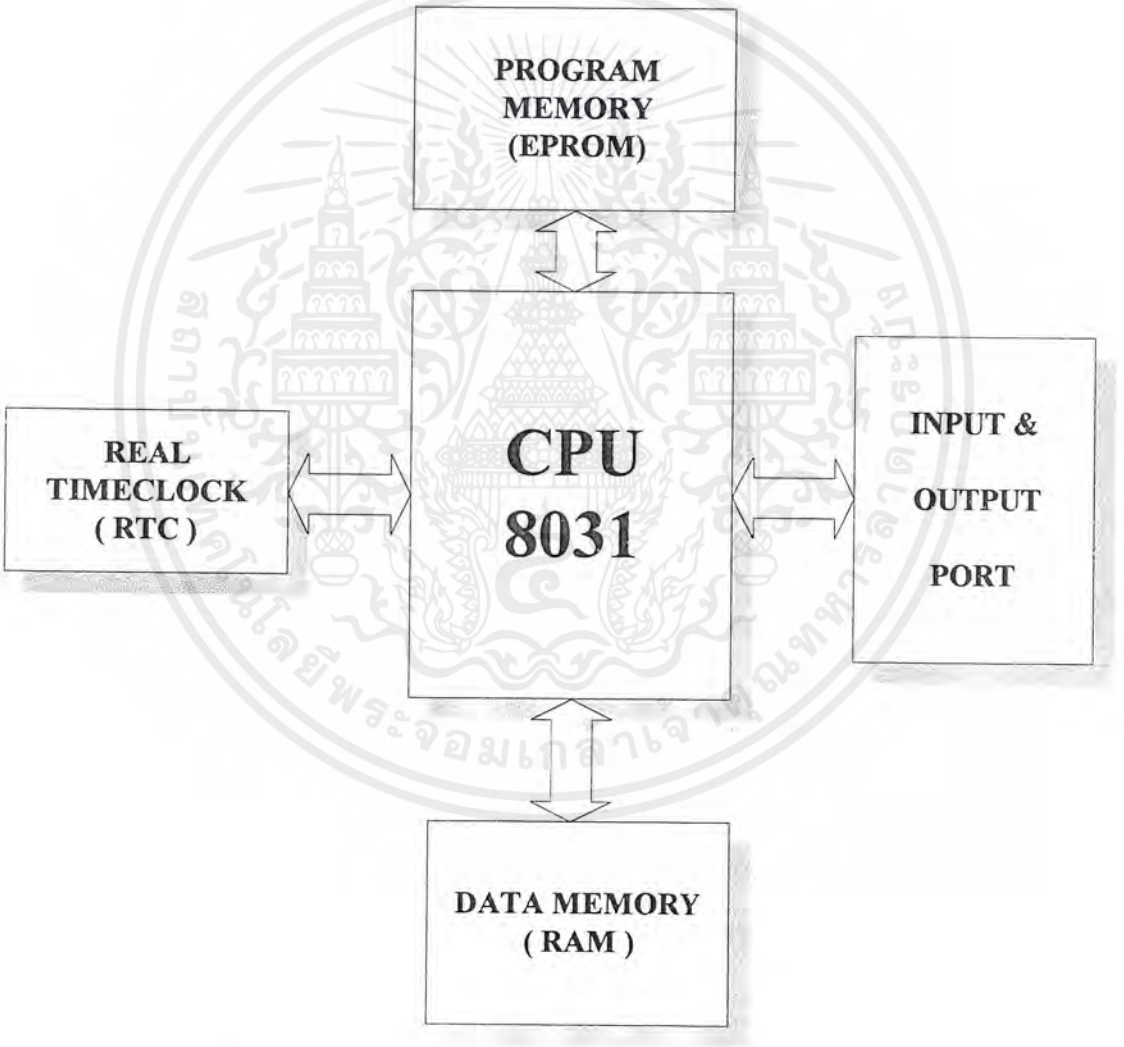
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้บันทึกได้ทั้งหมด 15 ข้อความ ซึ่งกำหนดให้ข้อความหนึ่งข้อความมีเวลาในการบันทึก 18 วินาที โดยกำหนดค่าแอดเดรสดังตารางที่ 3.2

3.5 ส่วนระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

ในโครงงานนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 ทั้งนี้เพื่อที่สะดวกในการทดลองและใช้งานจริงได้ ซึ่งส่วนประกอบของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ จะมีส่วนประกอบดังบล็อกไดอะแกรมนี้

3.5.1 บล็อกไดอะแกรม



รูปที่ 3.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบล็อกไดอะแกรม จะประกอบไปด้วย

- ส่วนโปรแกรมเมมโมรี ไว้สำหรับเก็บโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน
- ส่วนดาต้าเมมโมรี ไว้สำหรับเป็นหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของการใช้โทรศัพท์ที่เราต้องการ
- ส่วน RTC เป็นส่วนของการสร้างฐานเวลาเพื่อใช้ในการคำนวณเวลาในการใช้โทรศัพท์ และเป็นส่วนอ้างอิงเวลาของระบบ
- ส่วนที่เชื่อมต่อกัน ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ส่วนอื่น ๆ ใช้เป็นส่วนอินพุต/เอาท์พุตพอร์ต ซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ 8255 เป็นตัวเชื่อมต่อ ในที่นี้จะใช้เป็นจำนวน 4 ตัว ซึ่งแบ่งแอดเดรสในการใช้งานดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงตำแหน่งเมมโมรีแม็ป

74138 ตัวที่ 1ตำแหน่งที่ 0000H - FFFFH

ตำแหน่ง ADDRESS	อุปกรณ์ที่ติต่อ
0000H - 1FFFH	RAM #1
2000H - 3FFFH	-
4000H - 5FFFH	-
6000H - 7FFFH	-
8000H - 9FFFH	-
A000H – BFFFH	-
C000H – DFFFH	-
E000H – FFFFH	INPUT & OUTPUT PORT

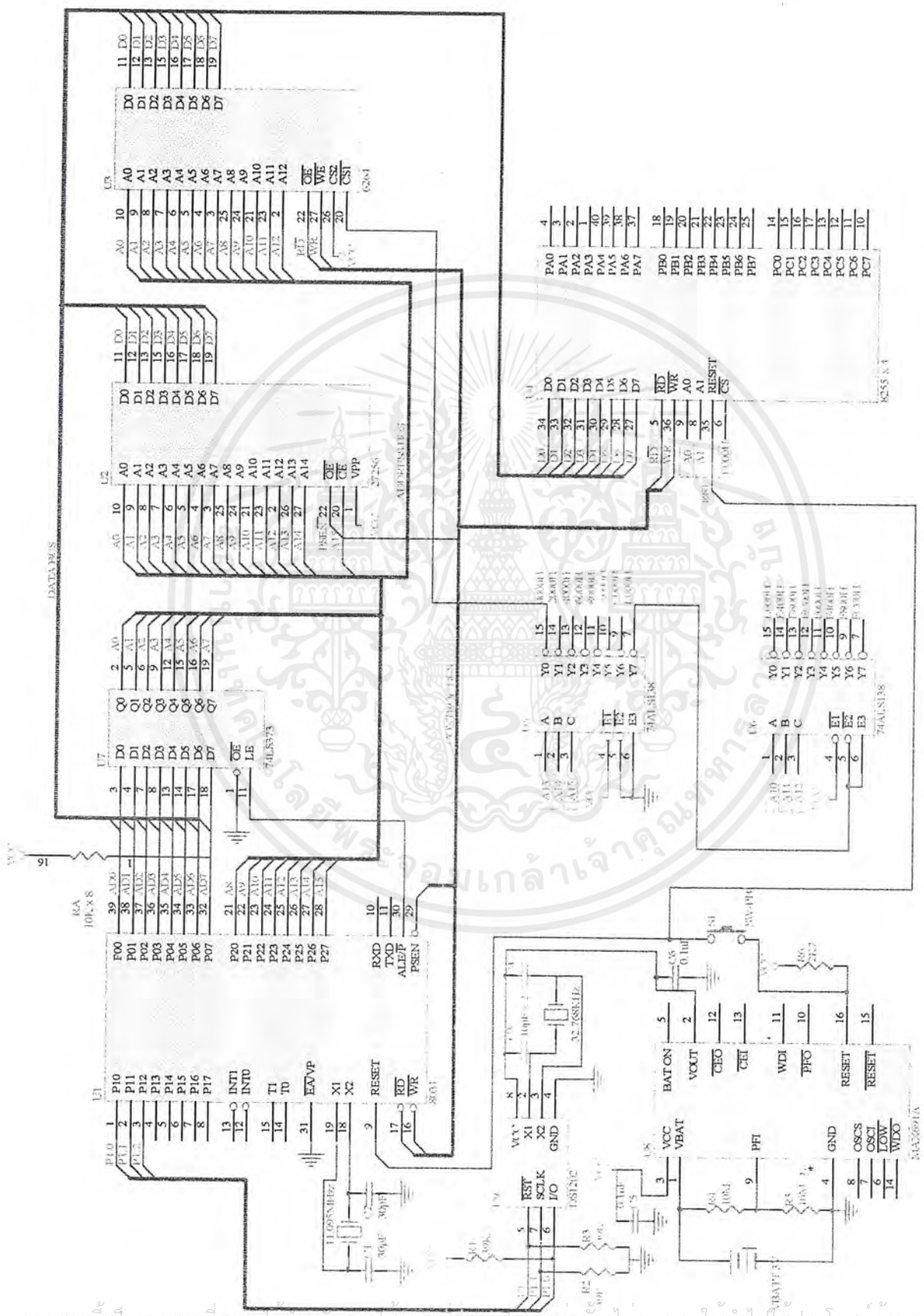
ตารางที่ 3.4 แสดงตำแหน่งของอินพุต - เอาท์พุตพอร์ต

74138 ตัวที่ 2 ตำแหน่งที่ E000H – FFFFH

ตำแหน่ง ADDRESS	อุปกรณ์ที่ติดต่อ
E000H - E3FFH	8255 #1.....แอลซีดีโมดูล
E400H - E7FFH	8255 #2.....ดีเทกสัญญาณโทรศัพท์
E800H - EBFFH	8255 #3.....คีย์บอร์ดและเครื่องใช้ไฟ้า
EC00H - EFFFH	8255 #4.....ส่วนตอบรับและบันทึกเสียง
F000H - F3FFH	-
F400H - F700H	-
F800H - FB00H	-
FC00H – FFFFH	-

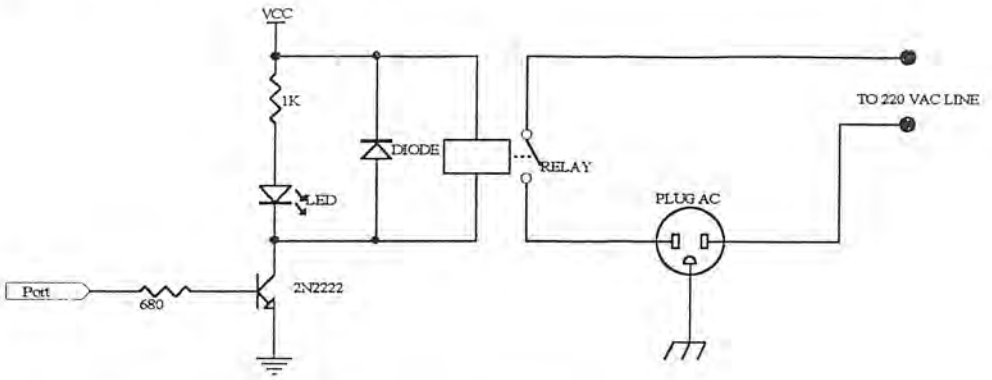
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วงจรควบคุมปิด – เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 3.13 แสดงวงจรควบคุมปิด – เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า 1 แชนแนล

หลักการทำงานของวงจร คือ กำหนดการทำงานของทรานซิสเตอร์ให้ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เพื่อควบคุมการปิด – เปิดของรีเลย์ โดยเมื่อป้อนไฟ +5 โวลต์เข้ามาที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในย่านอิ่มตัว ส่งผลให้หน้าสัมผัสของรีเลย์แตะกัน ซึ่งเมื่อต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้ เมื่อป้อนไฟ 0 โวลต์เข้ามาที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในย่านไม่นำกระแส ส่งผลให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ไม่แตะกัน ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่หยุดทำงานลงได้ โดยในการออกแบบจะใช้วงจรดังรูปที่ 3.13 ทั้งหมด 8 วงจร เพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด 8 แชนแนล โดยที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์แต่ละตัวจะต่อเข้ากับพอร์ตของ 8255 จำนวน 1 พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

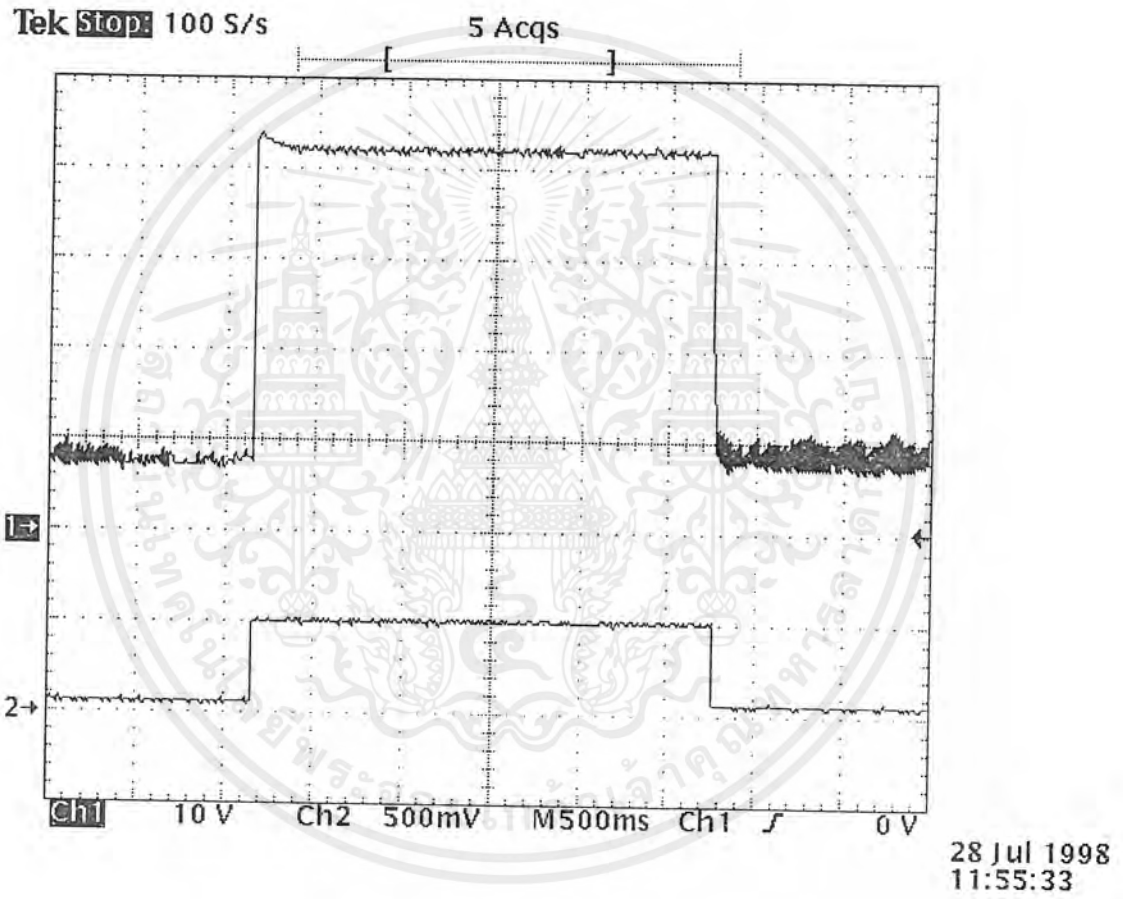
บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

4.1.1 วงจรตรวจจับการยกหู

จากวงจร รูปที่ 3.5 จะได้ผลการทดลองดังนี้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.1 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบการยกหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

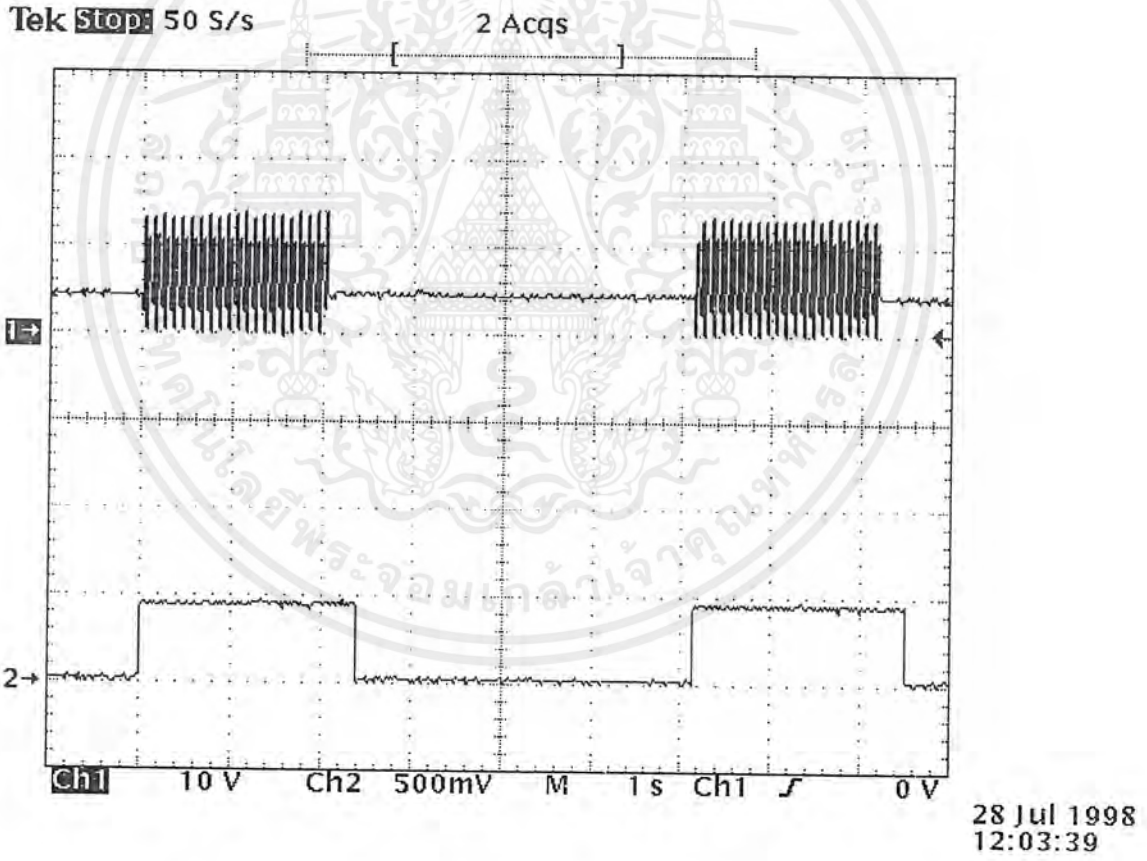
จากรูปที่ 4.1 รูปบนเป็นสัญญาณที่วัดคร่อมคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งในขณะที่ทำการวางหู ระดับแรงดันไฟที่ตกคร่อมคู่สายจะมีค่าประมาณ 48 โวลต์ และขณะที่ยกหู แรงดันไฟจะตกลงเหลือประมาณ 6 - 10 โวลต์

รูปสัญญาณด้านล่าง จะเป็นเอาท์พุตที่ได้จากวงจรตรวจจับการวางหู จะเห็นและเปรียบเทียบได้ว่าขณะที่คู่สายวางหูอยู่ แรงดันไฟ 48 โวลต์จะถูกเปลี่ยนให้เป็นแรงดันไฟ 5 โวลต์แทนระดับลอจิก "1" เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับสัญญาณในระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ส่วนในขณะการยกหู แรงดันก็จะตกลงเป็น 0 โวลต์แทนด้วยระดับลอจิก "0"

4.1.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก

จากวงจรรูปที่ 3.6 จะได้ผลการทดลอง ดังนี้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.2 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก

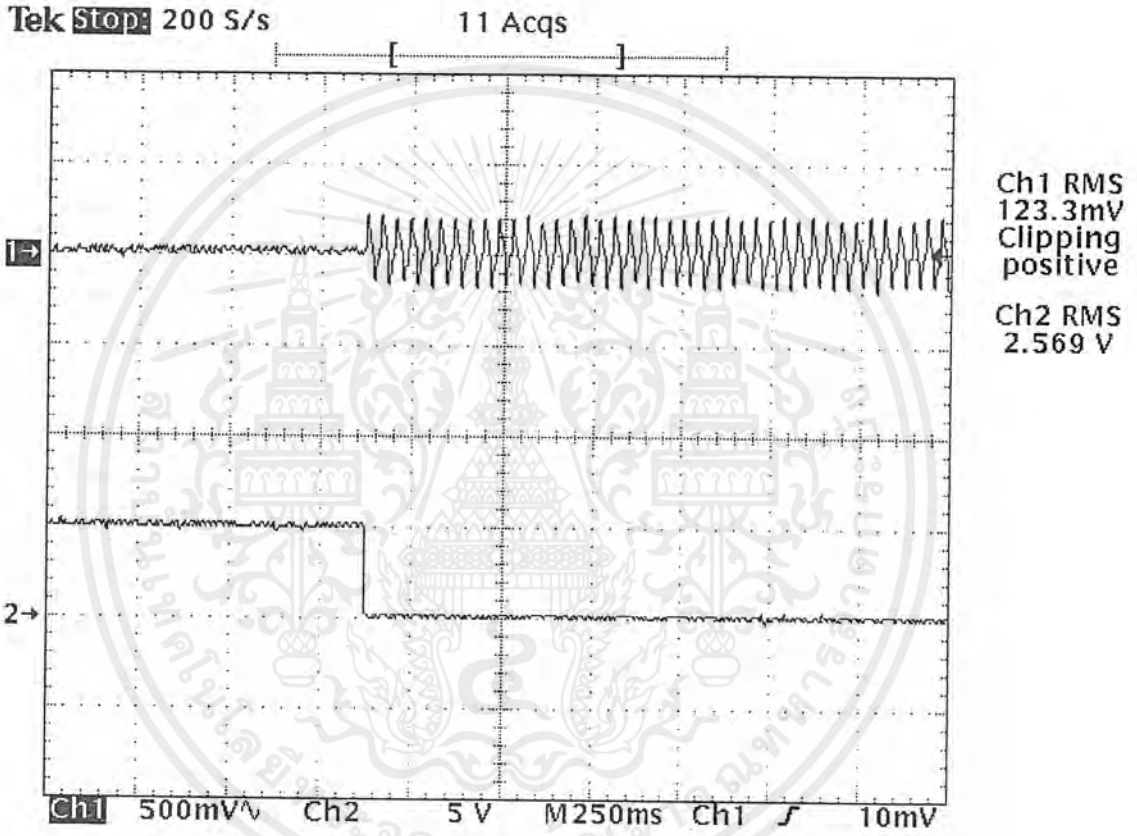
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าในขณะที่มีสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้ามา เป็นจังหวะมีสัญญาณ 1 วินาที และหยุด 4 วินาที เอาท์พุตที่ได้จากวงจรตรวจจับสัญญาณเรียก ก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

4.1.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข, สัญญาณเรียกกลับ, สัญญาณไม่ว่าง

จากวงจรรูปที่ 3.5 จะได้ผลการทดลองดังนี้

วงจรตรวจจับสัญญาณหมุนหมายเลข



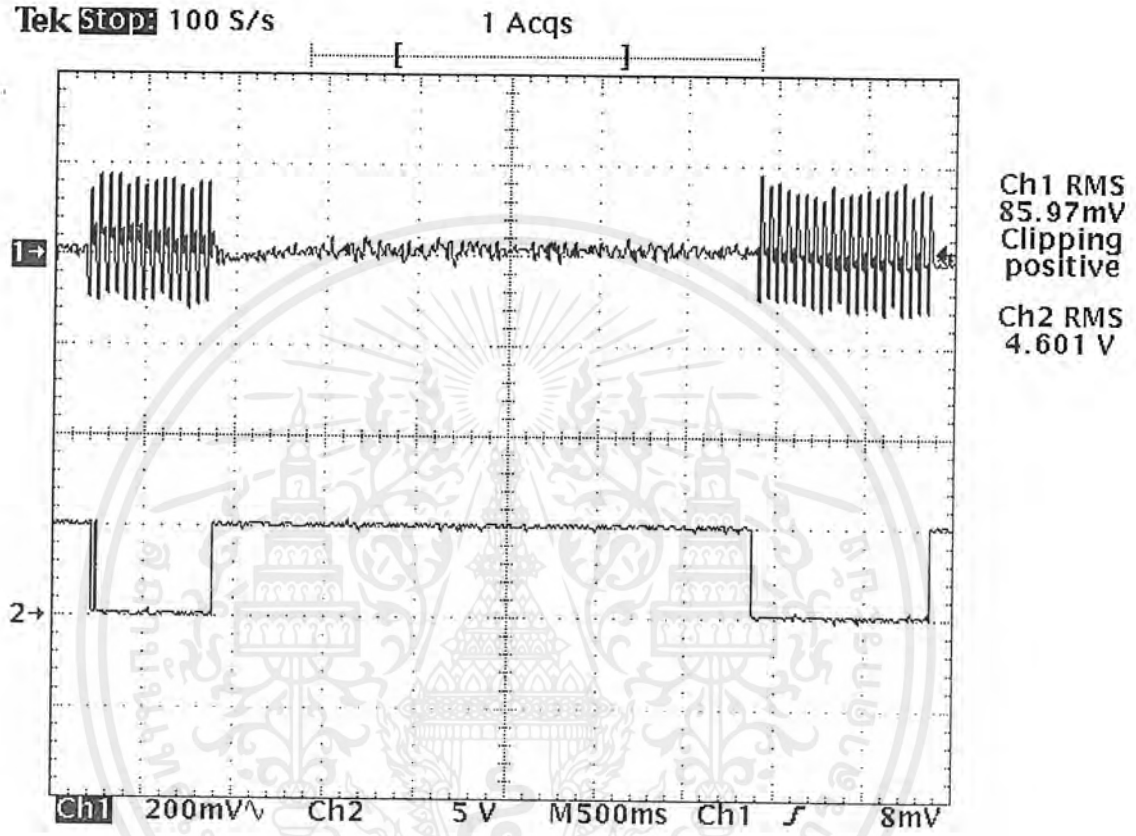
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข

จากรูปที่ 4.3 เป็นสัญญาณหมุนหมายเลข ซึ่งจะเกิดขึ้นในขณะที่ยกหูโทรศัพท์และทางชุมสายก็จะส่งสัญญาณนี้มาให้เพื่อเป็นการบอกว่าอุปกรณ์ปลายทางพร้อมแล้ว วงจรตรวจจับก็จะทำการตรวจจับสัญญาณนี้ โดยถ้ามีสัญญาณนี้เกิดขึ้นเอาท์พุตที่ออกมาก็จะมีค่าเป็น 0 โวลต์ แทนด้วยระดับลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0" และถ้าไม่มีสัญญาณนี้เอาท์พุตก็จะมีค่าเป็น 5 โวลต์ แทนด้วยระดับลอจิก "1" ซึ่งช่วงเวลาในการเกิดนั้นจะยาวไปตลอดจนกว่าจะเริ่มป้อนเลขหมายเข้ามา

วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

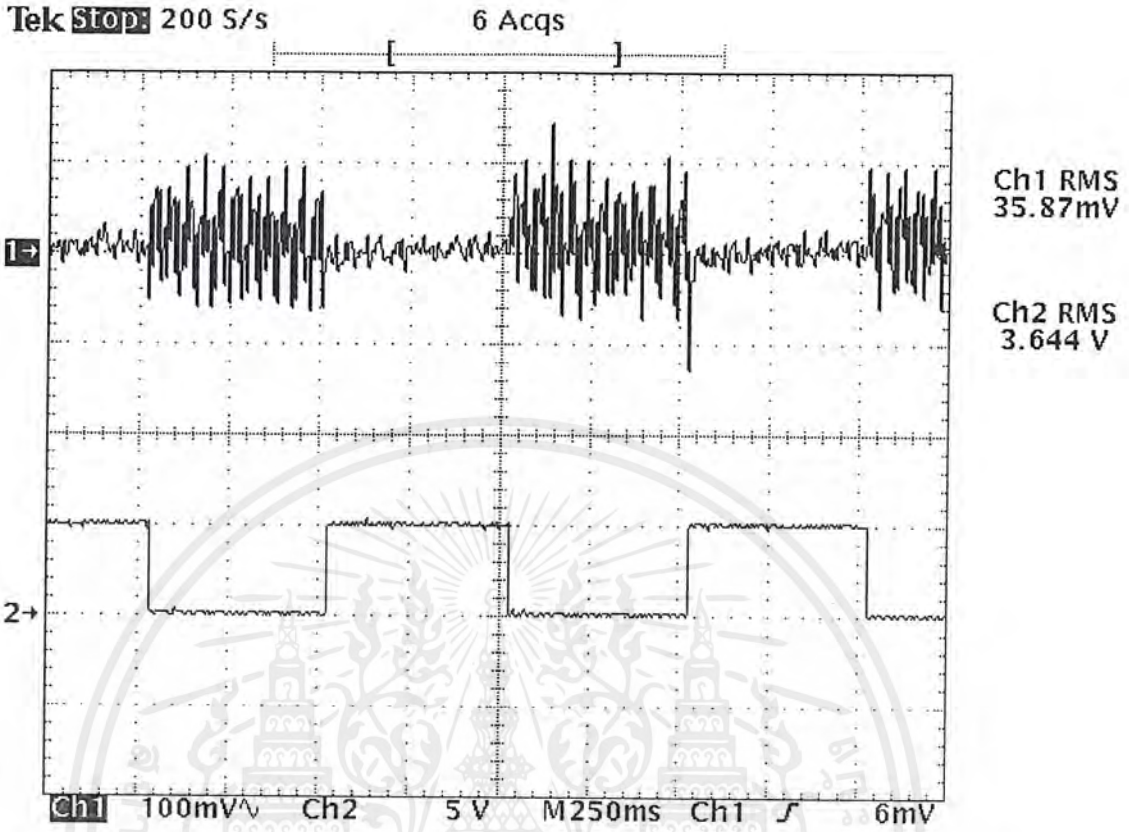


รูปที่ 4.4 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ

จากรูปที่ 4.4 จะคล้ายกับวงจรตรวจจับสัญญาณหมุนหมายเลข คือ จะมีค่าเป็นลอจิก "0" ก็ต่อเมื่อมีสัญญาณเรียกกลับ 400 Hz เข้ามา แต่จะแตกต่างกันที่ช่วงของระยะเวลาการเกิดของสัญญาณเท่านั้น คือ สัญญาณเรียกกลับจะเกิด 1 วินาที และหยุด 4 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง

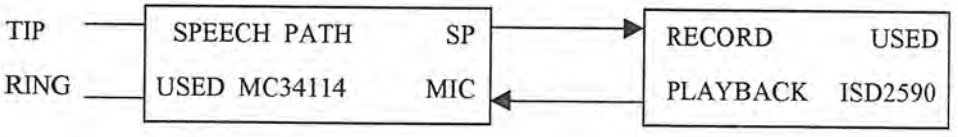


รูปที่ 4.5 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณไม่ว่าง

จากรูปที่ 4.5 ก็จะคล้ายกับ 2 วงจรที่แล้ว คือจะให้เอาท์พุตมีค่าเป็น "0" ก็ต่อเมื่อมีความถี่ 400 Hz เข้ามา ระยะเวลาในการเกิดสัญญาณ 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาที

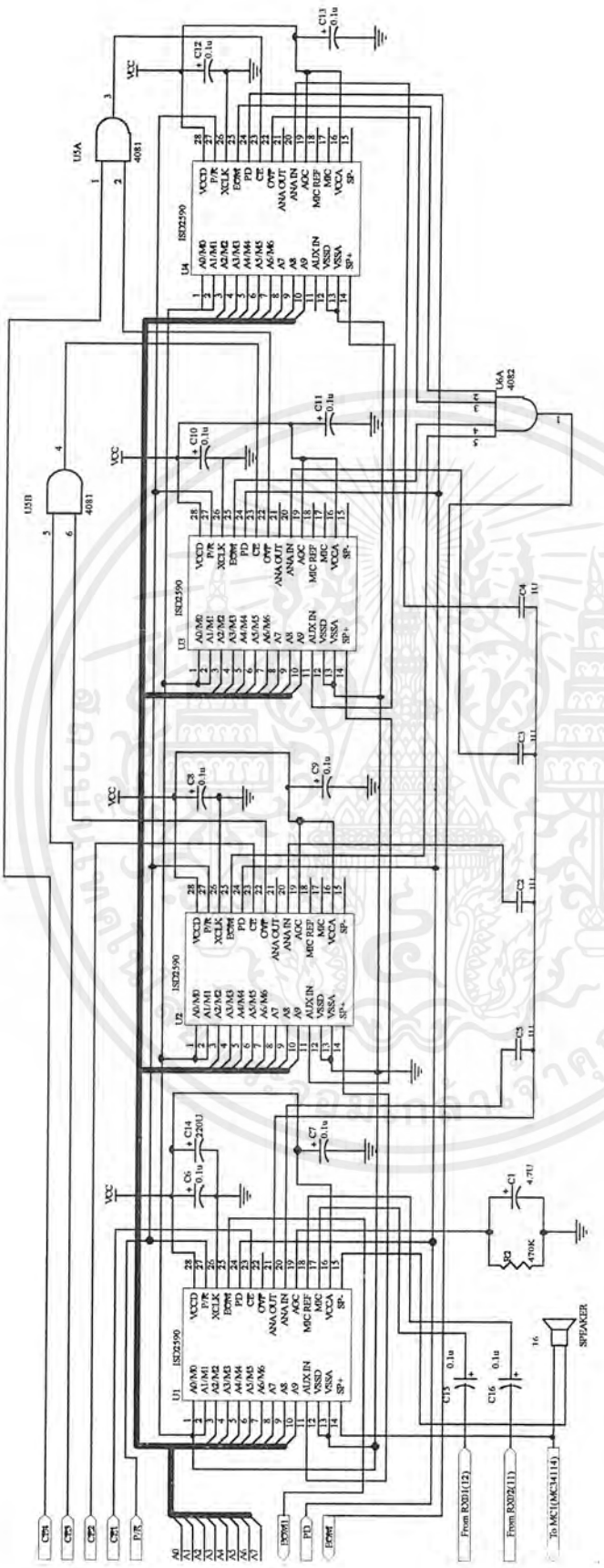
4.2 ส่วนวงจรของการบันทึกและเล่นกลับ

วงจรส่วนนี้จะใช้วงจรส่วนควบคุมเสียงพูดโดยใช้ไอซีเบอร์ MC341114 และวงจรส่วนบันทึกเสียงและเล่นกลับซึ่งใช้ไอซี ISD2590 ต่อร่วมกัน โดยมีลักษณะการต่อตามบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 บล็อกไดอะแกรมส่วนวงจรตอบรับและบันทึกข้อความ

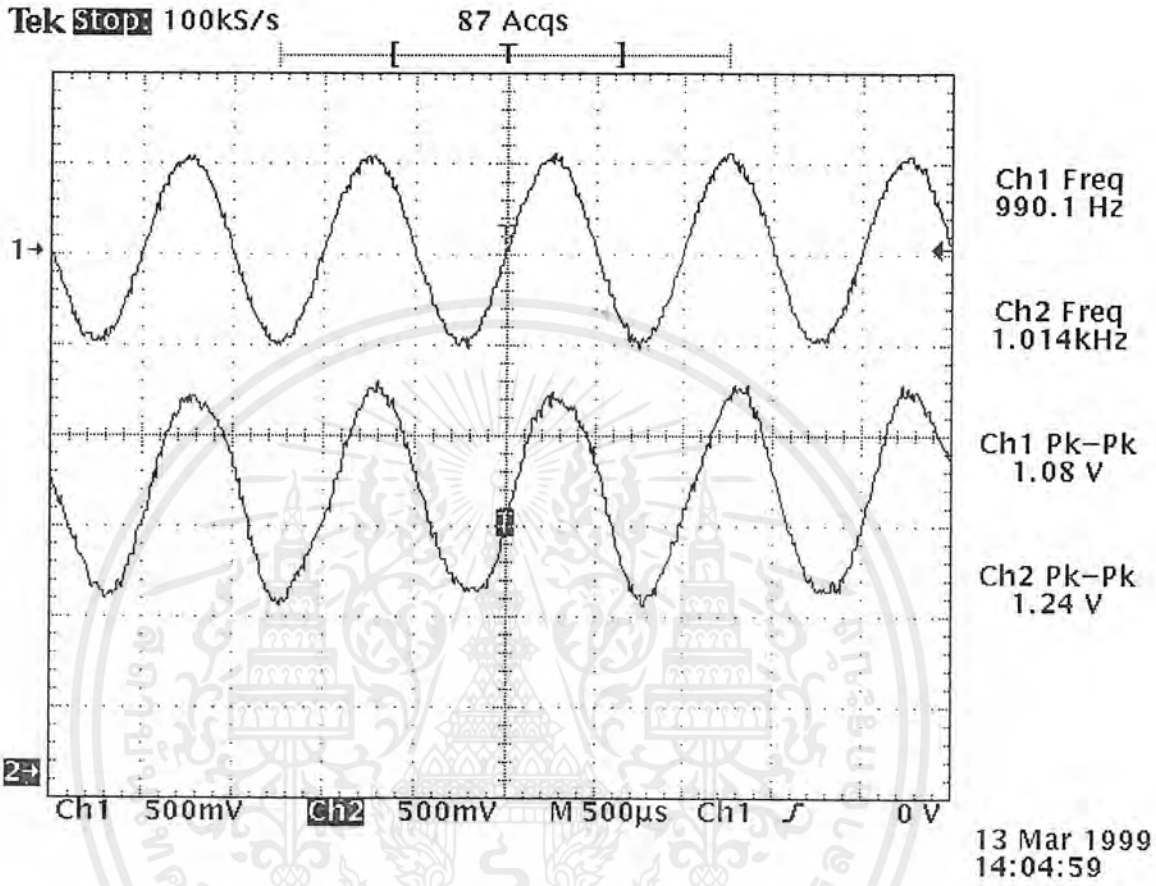
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงวงจรส่วนบันทึกและเล่นกลับโดยต่อ ISD 2590 ร่วมกัน 4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

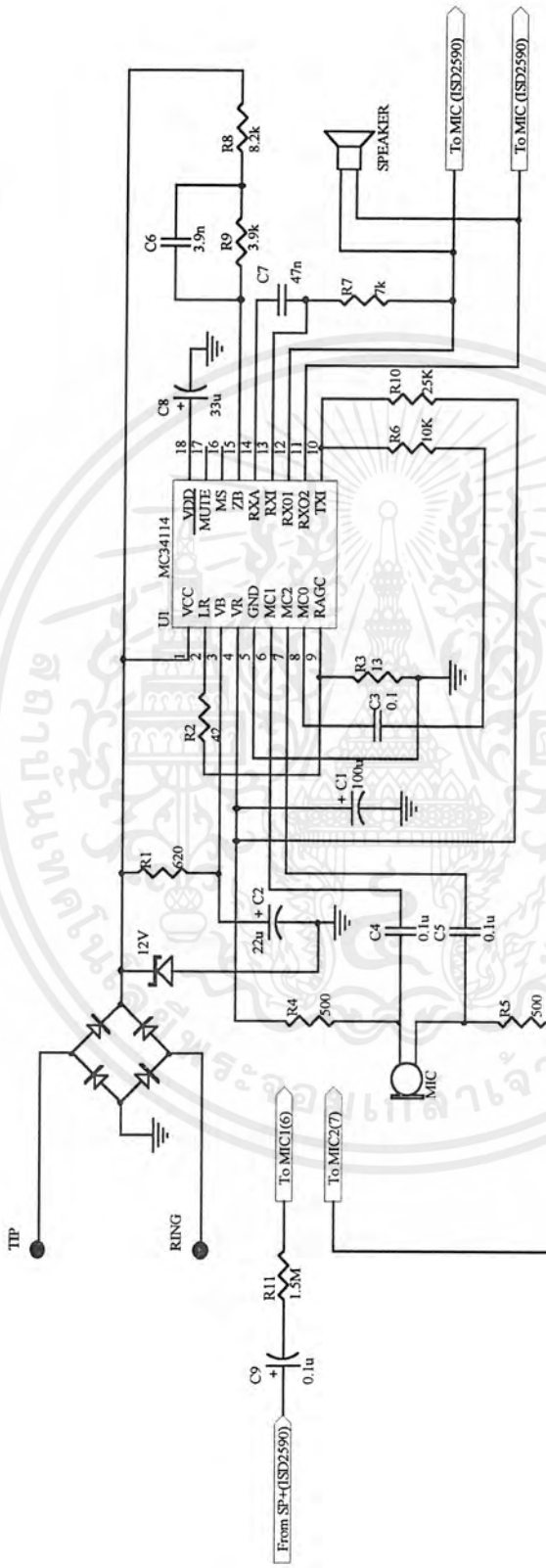
เมื่อต่อวงจรส่วนบันทึกและเล่นกลับดังรูปที่ 4.7 แล้ว ทำการบันทึกสัญญาณไซน์เวฟ ความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ โดยมีขนาดแอมปลิจูด เท่ากับ 1 โวลต์พีคทูพีค จากนั้นจึงทำการเล่นกลับโดยวัดสัญญาณที่ขา SP+ เทียบกับกราวด์ ได้สัญญาณออกมาดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงเอาท์พุตที่ได้จากการเล่นกลับของ ISD 2590

จากนั้นจึงต่อวงจรส่วนบันทึกและเล่นกลับเข้ากับวงจรส่วนควบคุมเสียงพูด โดยวงจรส่วนควบคุมเสียงพูดแสดงดังรูปที่ 4.9

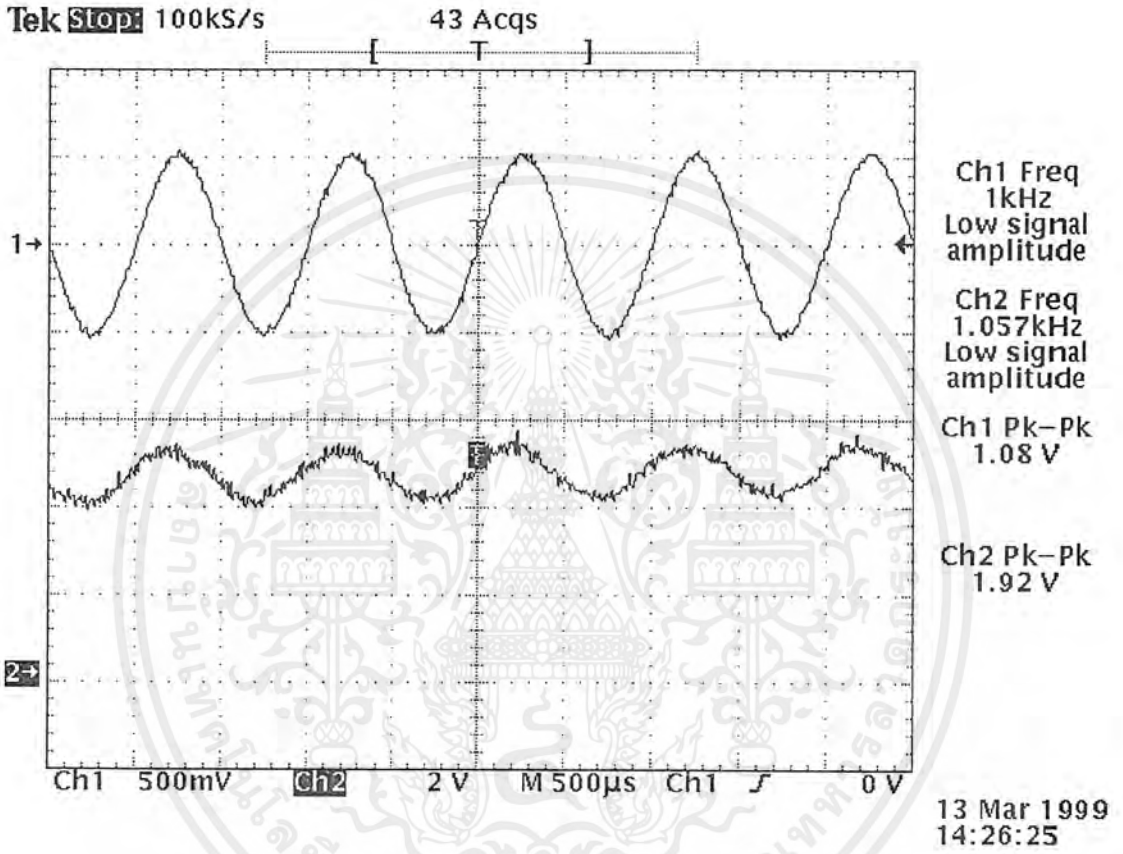
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงวงจรส่วนควบคุมเสียงพูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจึงทำการเล่นกลับโดยนำสัญญาณไซน์เวฟความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ ที่ได้ส่งออกไปทางสายโทรศัพท์ โดยให้ผู้ที่สนทนาด้วยลองฟังเสียง ปรากฏว่าสามารถส่งผ่านออกไปได้โดยทำการวัดสัญญาณที่ได้ที่ขา 1 ของ MC34114 เทียบกับกราวด์ ได้สัญญาณออกมาดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 วัดสัญญาณที่ขา 1 ของ MC34114 เทียบกับกราวด์

4.3 การใช้งานเครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์

สามารถแบ่งลักษณะการทำงานออกเป็น 3 สภาวะ

1. สภาวะที่ไม่มีการโทรเข้าและโทรออก
2. สภาวะเมื่อมีการโทรเข้า
3. สภาวะเมื่อมีการโทรออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 สภาวะเมื่อไม่มีการโทรเข้าและโทรออก

ในสภาวะนี้ เครื่องจะทำการแสดงวันและเวลาปัจจุบันที่หน้าจอแอลซีดีที่หน้าเครื่อง ซึ่งจะเป็นการแจ้งสภาวะว่าอยู่ในสภาวะใด แสดงได้ดังรูปที่ 4.11

TELECOM .
15 / 03 / 99
16 : 38 : 27

รูปที่ 4.11 แสดงสภาวะเมื่อไม่มีการโทรเข้าและโทรออก

นอกจากนี้ที่หน้าเครื่องจะมีคีย์บอร์ดติดตั้งไว้ด้วย เพื่อสำหรับป้อนข้อมูลเพื่อกำหนดค่าต่างๆ ของเครื่องที่เราต้องการลงไปได้ โดยลักษณะของคีย์บอร์ดจะเป็นดังรูปที่ 4.12

1	2	3	ME NU
4	5	6	⇦
7	8	9	⇨
*	0	#	EN TER

รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะคีย์บอร์ดในการใช้งาน

ที่ปุ่มเลือกเมนูจะประกอบไปด้วยโหมดการทำงานต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) โหมดการตั้งค่าให้กับเครื่อง ประกอบไปด้วย
   - การตั้งวันและเวลาปัจจุบัน
   - การตั้งรหัสผ่าน
   - การตั้งจำนวนกระดิ่ง

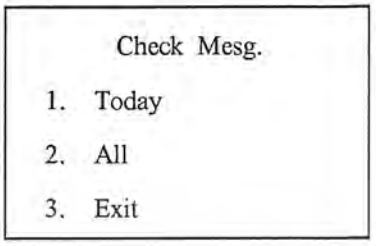
*** Set Mode ***
1. Time – Date
2. Password
3. Ringing

รูปที่ 4.13 แสดงสภาวะในการตั้งค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) โหมดการตรวจสอบข้อความที่ถูกฝากไว้ ประกอบไปด้วย

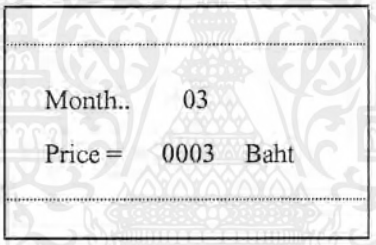
- การตรวจสอบข้อความ ณ วันปัจจุบันที่ทำการตรวจสอบ
- การตรวจสอบข้อความทั้งหมด 15 ข้อความ



รูปที่ 4.14 แสดงสภาวะการตรวจสอบข้อความ

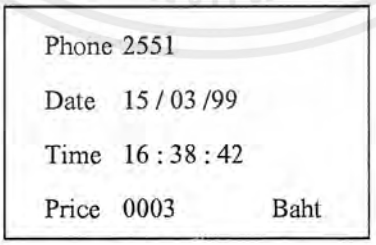
3) โหมดการตรวจสอบข้อมูลการใช้โทรศัพท์ ประกอบไปด้วย

- การตรวจสอบค่าบริการโทรศัพท์รวมของแต่ละเดือน



รูปที่ 4.15 แสดงสภาวะค่าบริการรวมของแต่ละเดือน

- การตรวจสอบเลขหมายปลายทาง , วัน-เวลา ในการโทรออกและจำนวนเงินค่าโทรศัพท์ และจำนวนเงินค่าโทรศัพท์ (แสดงการโทรภายในชุมสายของภาคโทรคมนาคม เบอร์ 2551)

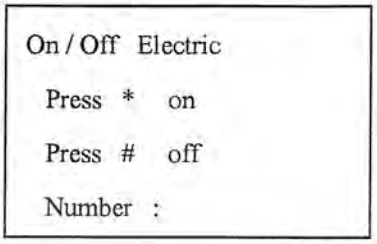


รูปที่ 4.16 แสดงรายละเอียดข้อมูลการโทรแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) โหมดการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า 8 แชลแนล ประกอบไปด้วย

- เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

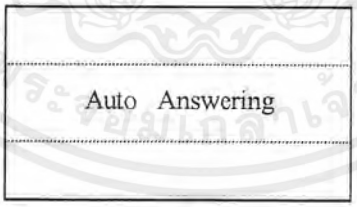


รูปที่ 4.17 แสดงสภาวะการปิด – เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

4.3.2 สภาวะเมื่อมีการโทรเข้า

ในสภาวะนี้เมื่อมีการเรียกเข้าเครื่องจะทำการแสดงสภาวะของการโทรเข้า ดังรูปที่ 4.18 ถ้าไม่มีผู้รับมารับสายภายในระยะเวลาการกำหนดจำนวนกระดิ่งที่ตั้งเอาไว้ เครื่องก็จะทำการตัดเข้าสู่ระบบตอบรับอัตโนมัติทันที ดังรูปที่ 4.19

รูปที่ 4.18 แสดงสภาวะการเรียกเข้า



รูปที่ 4.19 แสดงสภาวะการเข้าสู่ระบบตอบรับอัตโนมัติ

จากนั้นเครื่องก็จะทำการแจ้งให้คู่สายปลายทางเลือกโหมดการทำงาน ประกอบไปด้วย 3 โหมด

1) โหมดการฝากข้อความ โดยเครื่องจะทำการบันทึกข้อความของผู้ฝากเอาไว้ แล้วทำการเก็บเอาไว้ในไอซีบันทึกเสียงซึ่งสามารถฝากข้อความได้สูงสุด 15 ข้อความ ข้อความละ 18 วินาที และจะทำการบันทึกวัน-เวลาขณะที่ทำการบันทึกลงในหน่วยความจำ

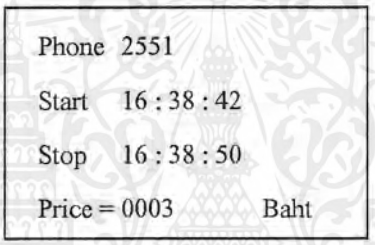
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) โหมดการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยสามารถสั่งให้เครื่องใช้ไฟฟ้าปิดหรือเปิดได้ตามต้องการ โดยควบคุมได้จากคีย์บอร์ดที่แป้นโทรศัพท์

3) โหมดการรับฟังข้อความ สามารถตรวจสอบข้อความที่ถูกฝากเอาไว้ โดยสามารถเลือกฟังแบบทั้งหมดหรือฟัง ณ วันที่ทำการตรวจสอบข้อความก็ได้

4.3.2 สภาวะเมื่อมีการโทรออก

ในสภาวะนี้เมื่อผู้ใช้ทำการยกหูโทรศัพท์เพื่อโทรออก เครื่องจะทำการแสดงสภาวะการโทรออก และถ้าเลขหมายปลายทางไม่ว่างเครื่องก็จะแจ้งว่าสายไม่ว่าง ถ้าทำการติดต่อได้สำเร็จและปลายทางรับสายแล้ว เครื่องก็จะทำการบันทึกวันและเวลาที่ติดต่อได้สำเร็จ บันทึกลงในหน่วยความจำ จากนั้นที่หน้าจอแอลซีดีก็จะทำการแสดงผลซึ่งจะประกอบไปด้วยเลขหมายปลายทาง , เวลาที่เริ่มติดต่อสำเร็จ, เวลาปัจจุบัน และค่าบริการโทรศัพท์ ณ ขณะนั้น แสดงได้ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงสภาวะเมื่อมีการสนทนา

เมื่อผู้ใช้สิ้นสุดการสนทนาและทำการวางสาย เครื่องก็จะแสดงค่าโทรศัพท์ทั้งหมด และทำการบันทึกลงในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 ปัญหาในการทำโครงงาน มีดังต่อไปนี้

5.1.1 ในส่วนของการดีเทกสัญญาณโทรศัพท์ คือ ความถี่ของสัญญาณโทรศัพท์ภายนอกทั่วไป กับความถี่ของสัญญาณโทรศัพท์ภายในสถาบันซึ่งเป็นระบบตู้สาขาแบบ PABX นั้นมีความถี่ไม่เท่ากัน ทำให้ในการทดลองซึ่งได้ออกแบบไว้สำหรับสัญญาณโทรศัพท์ภายในสถาบัน และเมื่อนำไปทดลองกับสัญญาณภายนอกจะเกิดความผิดพลาดขึ้น อันเนื่องมาจากความถี่ของสัญญาณโทรศัพท์ทั้งสองมีค่าความถี่ไม่เท่ากันนั่นเอง

5.1.2 ต่อเนื่องจากข้อแรก ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีโทรศัพท์แบบ PCT เกิดขึ้น ซึ่งเวลาที่โทรเข้าเครื่อง PCT นี้จะไม่มีสัญญาณเรียกกลับ ตอบกลับมา แต่จะเป็นเสียงคนพูดตอบกลับมาแทนซึ่งเป็นผลทำให้วงจรดีเทกสัญญาณนี้ ตรวจจับสัญญาณไม่ได้

5.2 วิธีการแก้ไขปัญหา

ในส่วนของการดีเทกสัญญาณโทรศัพท์นั้น ได้ทำการออกแบบสร้างวงจรดีเทกสัญญาณสำหรับสัญญาณโทรศัพท์ภายนอกสถาบันขึ้นมาอีกชุดหนึ่ง แล้วนำผลที่ได้ของทั้งสองวงจรมารวมกัน จากนั้นจึงนำไปใช้งาน

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

5.3.1 ถ้าต้องการเพิ่มเวลาในการบันทึกข้อความมากขึ้น ทำได้โดยการเพิ่ม ISD 2590 เข้าไปอีก ซึ่ง 1 ตัวจะสามารถบันทึกข้อความได้ 90 วินาที

5.3.2 เพิ่มเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลการโทร โดยการเพิ่มหน่วยความจำให้มากขึ้น

5.3.3 เพิ่มโปรแกรมส่วนแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การคิดค่าบริการโทรศัพท์

สำหรับการคิดค่าบริการของระบบโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบนี้จะแตกต่างกัน โดยแยกพิจารณาได้ดังนี้คือ

1. การคิดค่าบริการของระบบโทรศัพท์พื้นฐาน

โดยการคิดค่าบริการนี้จะขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ให้บริการของโทรศัพท์ โดยจะแบ่งเป็นระดับท้องถิ่น ซึ่งคิดอัตราบริการ 3 บาทต่อการเรียก 1 ครั้ง และมีอัตราการเรียกที่เฉพาะเจาะจงออกไป ซึ่งได้ถูกกำหนดเอาไว้แล้วโดยองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย หากเป็นการเรียกออกต่างจังหวัด ต่างเขต ต่างภูมิภาค และต่างประเทศ โดยคิดอัตราเป็นจำนวนเงิน (บาท) ต่อเวลาการใช้โทรศัพท์ 1 นาที การจะทราบค่าบริการในการใช้แต่ละครั้งจึงต้องคิดด้วยอัตรานี้แล้วคูณด้วยเวลาที่ใช้งาน

สามารถแบ่งกลุ่มของอัตราค่าบริการโทรศัพท์ ได้ดังนี้

1) ค่าบริการโทรศัพท์ภายในท้องถิ่นหรือภายในจังหวัด
2) อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกล
   2.1) อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดติดกันในเขตรหัสทางไกลเดียวกัน
   2.2) อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดไม่ติดกันในเขตรหัสทางไกลเดียวกัน
   2.3) อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดติดกันที่รหัสทางไกลต่างกัน
   2.4) อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดที่ไม่ติดกันและรหัสทางไกลต่างกัน
   2.5) อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ

ซึ่งอัตราค่าบริการต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ได้ถูกกำหนดเป็นตัวเลขราคาต่อเวลา 1 นาที ไว้เป็นอัตราที่คงตัวแน่นอนสำหรับแต่ละจังหวัด โดยองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย จึงไม่จำเป็นสำหรับการแยกคิดแต่ละกรณีของอัตราค่าบริการทางไกลต่างจังหวัดแต่ละกรณี แต่สำหรับต่างประเทศนั้นจะมีอัตราค่าบริการที่ถูกกำหนดในรูปแบบที่แตกต่างออกไปอีก ซึ่งจะไม่กล่าวถึงในที่นี้เนื่องจากโครงงานชิ้นนี้วางขอบเขตของการคิดคำนวณค่าบริการไว้เฉพาะภายในประเทศเท่านั้น

สำหรับระบบโทรศัพท์พื้นฐานในการโทรออกทางไกล จะมีอัตราส่วนลดตามเวลาด้วยดังนี้คือ

1) ช่วงเวลาปกติ ถือว่าเป็นราคาเต็ม เป็นช่วงเวลา 6.00 – 18.00 น.
2) ช่วงเวลาในอัตราลดครึ่งหนึ่งของราคาเต็ม เป็นช่วงเวลา 18.00 – 22.00 น.
3) ช่วงเวลาในอัตราลด 1 ใน 3 ของราคาเต็ม เป็นช่วงเวลา 22.00 – 6.00 น.

อัตราค่าบริการภายในท้องถิ่นหรือภายในจังหวัด

การคิดอัตราค่าบริการในลักษณะนี้จะเป็นแบบราคาเดียว คือ อัตราค่าบริการไม่ได้ขึ้นกับเวลาในการใช้งาน และสำหรับประเทศไทยนั้นได้กำหนดให้อัตรานี้คือ 3 บาทต่อการใช้โทรศัพท์ภายในจังหวัด 1 ครั้ง และมีหน่วยงานพิเศษบางหน่วยงานที่ผู้โทรเข้าไม่เสียค่าบริการ ซึ่งหมายเลขโทรศัพท์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยงานเหล่านี้จะมีหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 1 เสมอ แต่ไม่ได้หมายความว่าหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 1 จะเป็นหมายเลขที่โทรเข้าโดยไม่เสียค่าบริการเสมอไป หน่วยงานพิเศษเหล่านั้นดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

หมายเลขโทรศัพท์	ชื่อหน่วยงานหรือบริการ
13	บริการสอบถามเบอร์โทรศัพท์ในเขตนครหลวง
183	บริการสอบถามเบอร์โทรศัพท์ในเขตภูมิภาคและเลขหมายของโทรศัพท์เคลื่อนที่
191	แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย
123	แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย
193	ตำรวจทางหลวง
197	ศูนย์ควบคุมการจราจร
199	ศูนย์ดับเพลิงศรีอยุธยา
195	กองปราบปราม
17 – XXX	แจ้งเหตุขัดข้องในการใช้โทรศัพท์ (กด 17 ตามด้วยหมายเลข 3 ตัวแรกของหมายเลขโทรศัพท์ที่ขัดข้อง
189	ศูนย์ระฆังทอง รับร้องเรียนเรื่องโทรศัพท์
108	PINPHONE

และยังมีหมายเลขพิเศษซึ่งขึ้นด้วย 1 เช่นกัน และที่เป็นหมายเลข 7 ตัวตามปกติ (เฉพาะในเขตกรุงเทพฯ คิดค่าบริการครั้งละ 3 บาท) สำหรับส่วนภูมิภาคจะมีบางหมายเลขที่ไม่สามารถเรียกได้เช่นเดียวกับในกรุงเทพฯ และอัตราค่าบริการในกรณีที่หน่วยงานนั้นๆ ตั้งอยู่ในจังหวัดของผู้เรียกนั้น จะคิดค่าบริการครั้งละ 3 บาทเช่นเดียวกับในกรุงเทพฯ ส่วนกรณีที่หน่วยงานนั้นๆ ไม่ได้ตั้งอยู่ในจังหวัดของผู้เรียกก็ยังสามารถเรียกได้ และจะเรียกไปยังหน่วยงานนั้นๆ ที่ตั้งอยู่ในเขตรหัสทางไกลเดียวกัน การคิดค่าบริการจะคิดในอัตราเดียวกับการโทรทางไกลต่างจังหวัดในเขตเดียวกันตามที่กำหนดไว้ในอัตราปกติ และสำหรับหมายเลขที่เรียกได้ทั้งในส่วนกรุงเทพฯ และส่วนภูมิภาคดังตารางที่2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

หมายเลขโทรศัพท์	บริการ
151 , 152	PHONE LINK
1141 , 1142 , 1144	PACK LINK
1500 , 1501	EASY CALL
161 , 162	HUTCHISON PAGE PHONE
1188	POSTELL
142	WORLDPAGE

ตารางที่ 3 หมายเลขที่ใช้ได้เฉพาะในส่วนของกรุงเทพฯ และปริมณฑล

หมายเลขโทรศัพท์	บริการ
125	แจ้งท่อประปาแตก
181	สอบถามเวลา
182	ศูนย์บริการข่าวอากาศ
184	ศูนย์บริการรับร้องเรียนขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ

อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด

สำหรับอัตรานี้ถูกกำหนดไว้เป็นมาตรฐานโดยองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย โดยแสดงอยู่ในอัตราของราคาต่อเวลา 1 นาที โดยการคิดเศษของนาทีปัดขึ้นเป็น 1 นาที ตารางที่ 4 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดเมื่อคิดจุดโทรศัพท์ออกจากกรุงเทพฯ โดยแยกเป็นเขตภูมิภาค เขตรหัสทางไกล แล้วแยกย่อยออกไปเป็นเขตแต่ละจังหวัด แล้วแสดงค่าบริการในแต่ละจังหวัด

ตารางที่ 4 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดในทุกจังหวัด [1]

รหัสเขตภูมิภาค 2 ตัวแรก	รหัสทางไกล 3 ตัวแรก	เลขนำหน้าตัวแรก	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
03	032	2 , 3	ราชบุรี	6
		4	เพชรบุรี	6
		5 , 6	ประจวบคีรีขันธ์	12

หมายเหตุ [1] คิดจากจุดเรียก คือ กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดในทุกจังหวัด [1] (ต่อ)

รหัสเขตภูมิภาค 2 ตัวแรก	รหัสทางไกล 3 ตัวแรก	เลขนำหน้า ตัวแรก	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
03	034	2 , 3	นครปฐม	3
		4	สมุทรสาคร	3
		5 , 6	กาญจนบุรี	9
		7	สมุทรสงคราม	6
	035	2 , 3	พระนครศรีอยุธยา	6
		5	สุพรรณบุรี	6
		6	อ่างทอง	6
	036	2 , 3	สระบุรี	6
		4	ลพบุรี	9
		5	สิงห์บุรี	9
	037	2	ปราจีนบุรี , สระแก้ว	6
		3	นครนายก	6
	038	2 , 3 , 4	ชลบุรี	6
		5	ฉะเชิงเทรา	6
		6	ระยอง	9
	039	3 , 4	จันทบุรี	12
		5	ตราด	12
04	042	2 , 3	อุดรธานี , หนองบัวลำภู	15
		4	หนองคาย	18
		5	นครพนม	18
		6	มุกดาหาร	18
		7	สกลนคร	18
		8	เลย	15
	043	2 , 3 , 4	ขอนแก่น	15
		5	ร้อยเอ็ด	15
		7	มหาสารคาม	15
		8	กาฬสินธุ์	15

หมายเหตุ [1] คิดจากจุดเรียก คือ กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดในทุกจังหวัด [1] (ต่อ)

รหัสเขตภูมิภาค 2 ตัวแรก	รหัสทางไกล 3 ตัวแรก	เลขนำหน้า ตัวแรก	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
04	044	2 , 3 , 4	นครราชสีมา	12
		5	สุรินทร์	12
		6	บุรีรัมย์	12
		8	ชัยภูมิ	12
	045	2 , 3 , 4 , 5	อุบลราชธานี , อำนาจเจริญ	15
		6	ศรีษะเกษ	15
		7	ยโสธร	15
05	053	2 , 3	เชียงใหม่	18
		5	ลำพูน	18
		6	แม่ฮ่องสอน	18
		7	เชียงราย	18
	054	2	ลำปาง	18
		4	พะเยา	18
		5 , 6	แพร่	15
		7	น่าน	18
	055	2 , 3	พิษณุโลก	12
		4	อุตรดิตถ์	15
		5	ตาก	15
		6	สุโขทัย	15
		7	กำแพงเพชร	15
	056	2 , 3	นครสวรรค์	12
		4	ชัยนาท	9
		5	อุทัยธานี	9
		6	พิจิตร	9
		7	เพชรบูรณ์	12
07	073	2	ยะลา	18
		3 , 4	ปัตตานี	18
			นราธิวาส	18

หมายเหตุ [1] คิดจากจุดเรียก คือ กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดในทุกจังหวัด [1] (ต่อ)

รหัสเขตภูมิภาค 2 ตัวแรก	รหัสทางไกล 3 ตัวแรก	เลขนำหน้า ตัวแรก	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
07	074	2,3,4,5	สงขลา	18
		6	พัทลุง	18
		7	สตูล	18
	075	2	ตรัง	18
		3,4,5	นครศรีธรรมราช	18
		6	กระบี่	18
	076	2,3	ภูเก็ต	18
		4	พังงา	18
	077	2,3,4	สุราษฎร์ธานี	18
		5	ชุมพร	15
		8	ระนอง	15

หมายเหตุ [1] คิดจากจุดเรียก คือ กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

โปรแกรมของเครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์

```
;****************************************** INITIAL PORT ******************************************
PORTA1          EQU     0E000H          ;LCD DATA
PORTB1          EQU     0E001H          ;LCD CONTROL
PORTC1          EQU     0E002H          ;KEYBOARD
PORTD1          EQU     0E003H          ;CONTROL WORD 8255#1
PORTA2          EQU     0E400H          ;SIGNAL DETECTOR
PORTB2          EQU     0E401H          ;DTMF
PORTC2          EQU     0E402H          ;SIGNAL CONTROL
PORTD2          EQU     0E403H          ;CONTROL WORD 8255#2
PORTA3          EQU     0E800H          ;CONTROL ELECTRIC
PORTB3          EQU     0E801H          ;       -
PORTC3          EQU     0E802H          ;       -
PORTD3          EQU     0E803H          ;CONTROL WORD 8255#3
PORTA4          EQU     0EC00H          ;ANSWER ADDRESS
PORTB4          EQU     0EC01H          ;ANSWER CONTROL
PORTC4          EQU     0EC02H          ;INDICATOR
PORTD4          EQU     0EC03H          ;CONTROL WORD 8255#4
MONEY_R         EQU     09H             ;MONNEY PRESENT
MONEY_RR        EQU     0BH             ;MONNEY TOTAL
NUMBER_AD       EQU     0DH             ;DIGIT & NUMBER
TIME_SP         EQU     06H             ;TIME STOP
DIGIT_B         EQU     1FH             ;DIGIT NUMBER
BUFF_N          EQU     20H             ;BUFFER NUMBER
RATE0           EQU     61H             ;FULL RATE
RATE            EQU     2AH             ;REAL RATE
MONEY_B         EQU     2BH             ;MONNEY PRESENT
MONEY_B2        EQU     2CH             ;MONNEY,PRESENT
MONEY_T         EQU     2DH             ;MONNEY,TOTAL
MONEY_T2        EQU     2EH             ;MONNEY,TOTAL
R_COUNT         EQU     0065H           ;RINGING
PASSWD          EQU     0066H           ;PASSWORD
ELECTRIC        EQU     0005H           ;ELECTRIC DATA
REC             EQU     0006H           ;PRESENT RECORD
MONTH_P         EQU     006BH           ;PRESENT MONTH
TOTAL_M         EQU     006CH           ;TOTAL MONEY
CALL_OUT        EQU     006EH           ;PRESENT CALL OUT
DATA            EQU     0070H           ;START DATA OUT GOING
T_DATA          EQU     P1.0
T_CLK           EQU     P1.1
T_RST           EQU     P1.2
THBUF           EQU     30H             ;TIME HEX CODE
DHBUF           EQU     33H             ;DATE HEX CODE
TASCBU          EQU     36H             ;TIME ASCII CODE
DASCBU          EQU     40H             ;DATE ASCII CODE
KEYBUF          EQU     48H             ;SAVE KEY
KEYMEM          EQU     49H             ;MEMORY KEY
CORON           EQU     4AH             ; : OR /
PASSMEM1        EQU     4BH             ;PASSWORD MEM1
PASSMEM2        EQU     4FH             ;PASSWORD MEM2
CONELEC         EQU     53H             ;CONTROL ELECTRIC
BILL1           EQU     54H
BILL2           EQU     55H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;********************* INITIAL 8255 ************************
        ;--------------- PORT 8255 -------------------
                ORG     0000H
                MOV     SP,#07H
                MOV     DPTR,#PORTD1
                MOV     A,#81H          ;A,B=OUT,C_H=OUT
                MOVX    @DPTR,A         ;C_L=IN
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     DPTR,#PORTD2
                MOV     A,#92H          ;A,B=IN , C=OUTPUT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     DPTR,#PORTD3
                MOV     A,#89H          ;A,B=OUT , C=IN
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     DPTR,#PORTD4
                MOV     A,#89H          ;A,B:OUTPUT ,C:INPUT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#3FH
                LCALL   SET_P

        ;----------------- LCD INITIALIZE -------------------

                MOV     A,#00111000B    ;FUNCTION SET
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,#00001110B    ;DISPLAY ON/OFF
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,#01           ;CLEAR
                LCALL   LCDWI
                MOV     R2,#2
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#03H
                LCALL   LCDWI
                MOV     R2,#2
                LCALL   DELAY
                MOV      DPTR,#PAGE1    ;SHOW SET DEFAULT
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#15H
                LCALL   DELAY

        ;---------- RING COUNT , PASSWORD , ELECTRIC --------

DEFAULT:        MOV     DPTR,#R_COUNT
                MOV     A,#02H          ;DEFAULT RING =02H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R6,#00H         ;DEFAULT PASSWD =1111
                MOV     DPTR,#PASSWD
LP:             MOV     A,#01H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R6
                INC     DPTR
                CJNE    R6,#04H,LP
                MOV     DPTR,#ELECTRIC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A

        ;------------------ RECORD ISD ----------------------

DEF_REC:        MOV     DPTR,#REC       ;ADD 0006H
                MOV     A,#78H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR            ;ADD 0007H
                MOV     A,#1CH
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR            ;ADD 0008H
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR            ;ADD 0009H
                MOV     A,#5EH
                MOVX    @DPTR,A
REC_START:      MOV     DPTR,#006EH
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#70H
                MOVX    @DPTR,A

        ;---------------------- MONEY -------------------------

MONEY_TOTAL:    MOV     2AH,#00H
                MOV     2BH,#00H
                MOV     2CH,#00H
                MOV     2EH,#00H
                MOV     R2,#02H
                MOV     DPTR,#006CH
M_T:            MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,M_T
                LCALL   D_READ
                MOV     DPTR,#MONTH_P
                MOV     A,34H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     30H,#00H        ;CLEAR TIME HEX BUF
                MOV     31H,#00H
                MOV     32H,#00H
                MOV     49H,#00H        ;CLEAR KEYMEM
                MOV     4AH,#0C4H       ;LCD ADDRESS OF DATE
                LJMP    MAIN0

;*************************************************************
;                       MAIN PROGRAM
;*************************************************************
MAIN0:          CLR     T_RST           ;MAIN RESET
                SETB    T_CLK
                LCALL   TDELAY
                MOV     R0,#8EH
                MOV     R1,#00H
                LCALL   RTC_W
                MOV     R0,#80H
                MOV     R1,#30H
                LCALL   RTC_W
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R0,#8EH
                MOV     R1,#80H
                LCALL   RTC_W
MAIN:           MOV      DPTR,#PAGE2
                LCALL    LCDLD
                MOV      R2,#03H
                LCALL    DELAY
                LCALL    CLEAR
                MOV      A,#01H
                LCALL    LCDWI
                MOV      R5,#00H
                MOV      R7,#00H
MAIN00:         MOV      DPTR,#PAGE17
                LCALL    LCDLD
MAIN1:          LCALL    HOOK
                CJNE     R0,#10H,M_1
                LJMP     DIAL_CK
M_1:            LCALL    RING
                CJNE     R0,#08H,M_2
                MOV      R7,#00H
                LJMP     RING_C
M_2:            LCALL    T_READ          ;SHOW  TIME
                MOV      CORON,#3AH      ;DISPLAY TIME
                MOV      R0,#0D4H
                MOV      R1,#TASCBU
                LCALL    DIS_LCD
                LCALL    D_READ          ;SHOW  DATE
                MOV      CORON,#2FH      ;DISPLAY DATE
                MOV      R0,#094H
                MOV      R1,#DASCBU
                LCALL    DIS_LCD
                LCALL    SCAN
                MOV      A,KEYMEM
                CJNE     A,#4DH,EEM      ;CHECK KEY MENU
                LJMP     MENU            ;IF YES GO TO MENU
EEM:            MOV      KEYMEM,#00H     ;CLEAR KEYMEM
                LJMP     MAIN1
CONV:           MOV      DPTR,#PAGE3
                LCALL    LCDLD
                MOV      DPTR,#PORTC2    ;CONV=PC2
                MOV      A,#04H
                MOVX     @DPTR,A
                MOV      R2,#01H
                LCALL    DELAY
                LCALL    HOOK
                CJNE     R0,#00H,CONV    ;00H=END CONV
                LJMP     MAIN
RING_C2:        LCALL    HOOK
                CJNE     R0,#00H,CONV
RING_C21:       INC      R7
                MOV      R2,#0B3H
                LCALL    DELAY1
                LCALL    RING
                CJNE     R0,#00H,RING_C
                CJNE     R7,#35H,RING_C21;5 SEC
                LJMP     MAIN
RING_C3:        LCALL    HOOK
                CJNE     R0,#01H,RING_C1
                LJMP     CONV
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RING_C:         LCALL   RING
                CJNE    R0,#08H,RING_C2
RING_C1:        LCALL   RING
                CJNE    R0,#00H,RING_C3
                INC     R5
                MOV     R2,#0FH
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#01H
                LCALL   LCDWI
                MOV     DPTR,#PAGE4
                LCALL   LCDLD
MAIN11:         LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,CONV
                MOV     DPTR,#R_COUNT
                MOVX    A,@DPTR
                SUBB    A,R5
                CJNE    A,#00H,RING_C
AUTO_H:         MOV     DPTR,#PAGE5
                LCALL   LCDLD
                MOV     DPTR,#PORTC2
                MOV     A,#01H              ;AUTO_HOOK=ON
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     R6,#00H             ;ANSWER MSG#1
                MOV     R7,#39H             ;ISD#1
                LCALL   PLAY1
CHOOSE:         LCALL   DTMF_IN
                CJNE    R5,#01H,NUM2        ;CHECK NUMBER DTMF
NUM1:           MOV     DPTR,#PAGE6         ;LEAVE MESSAGES
                LCALL   LCDLD
                MOV     R6,#1AH
                MOV     R7,#39H
                LCALL   PLAY1
                LCALL   T_READ
                LCALL   D_READ
                LCALL   RECORD
                LJMP    MAIN
NUM2:           CJNE    R5,#02H,NUM3        ;CONTROL ELECTRIC
                MOV     DPTR,#PAGE7
                LCALL   LCDLD
                MOV     R6,#2AH
                MOV     R7,#39H
                LCALL   PLAY1
                LCALL   PWD
                LJMP    CONTROL_E
NUM3:           CJNE    R5,#03H,CHOOSE      ;CHECK MESSAGES
                MOV     DPTR,#PAGE8
                LCALL   LCDLD
                MOV     R6,#2AH
                MOV     R7,#39H
                LCALL   PLAY1
                LCALL   PWD
AGAN1:          MOV     DPTR,#PAGE22
                LCALL   LCDLD
                MOV     R6,#5CH
                MOV     R7,#39H
                LCALL   PLAY1
                LCALL   DTMF_IN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    R5,#01H,ALL
TO_DAY:         MOV     P_AT,R5
                LJMP    P_TODAY
ALL:            CJNE    R5,#02H,AGAN2
                MOV     P_AT,R5
                LJMP    P_ALL
AGAN2:          MOV     R6,#32H
                MOV     R7,#39H
                LCALL   PLAY1
                LJMP    AGAN1

        ;---------------------- DIAL_CKECK -------------------

DIAL_CK:        MOV     DPTR,#PAGE9
                LCALL   LCDLD
                LCALL   DIAL
                CJNE    R0,#02H,HOOK_CK1
                MOV     R6,#00H
                MOV     R1,#BUFF_N      ;BUFF_NUM=20H
RD_DTMF:        LCALL   DTMF_OUT
                CJNE    R5,#00H,INNER01
OUTER0:         LCALL   DIAL
                CJNE    R0,#02H,HOOK_CK2
OUTER1:         LCALL   DTMF_OUT        ;"0" OUTER KMIT
                CJNE    R5,#01H,OUTER2
                INC     R6
                LCALL   WR_BUFF
                LCALL   DTMF_OUT
                CJNE    R5,#01H,OUTER3
OUTER11:        INC     R6
                LCALL   WR_BUFF
                CJNE    R6,#04H,OUTER12
                LJMP    OUTER_R
OUTER12:        LCALL   DTMF_OUT
                SJMP    OUTER11
INNER01:        LJMP    INNER1
HOOK_CK1:       LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,DIAL_CK
                LJMP    MAIN
HOOK_CK2:       LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,OUTER0
                LJMP    MAIN
OUTER2:         CJNE    R5,#00H,OUTER21
                LJMP    FAR
OUTER21:        INC     R6              ;NEAR
                LCALL   WR_BUFF
                CJNE    R6,#07H,OUTER22
                MOV     DIGIT_B,R6
                MOV     RATE,#03H
                MOV     MONEY_B,#00H
                LCALL   WAIT
                LJMP    RTD
OUTER22:        LCALL   DTMF_OUT
                SJMP    OUTER21
OUTER3:         CJNE    R5,#03H,OUTER4
                INC     R6
                LCALL   WR_BUFF
                LJMP    OUTER_R
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUTER4:     CJNE    R5,#05H,OUTER5
            INC     R6
            LCALL   WR_BUFF
            LCALL   DTMF_OUT
            CJNE    R5,#00H,OUTER43
OUTER41:    INC     R6
            LCALL   WR_BUFF
            CJNE    R6,#04H,OUTER42
            LJMP    OUTER_R
OUTER42:    LCALL   DTMF_OUT
            SJMP    OUTER41
OUTER43:    INC     R6
            LCALL   WR_BUFF
            LJMP    OUTER_R
OUTER5:     CJNE    R5,#07H,OUTER6
            INC     R6
            LCALL   WR_BUFF
            CJNE    R6,#05H,OUTER51
            LJMP    OUTER_R
OUTER51:    LCALL   DTMF_OUT
            SJMP    OUTER5
OUTER6:     INC     R6
            LCALL   WR_BUFF
            CJNE    R6,#03H,OUTER61
            LJMP    OUTER_R
OUTER61:    LCALL   DTMF_OUT
            SJMP    OUTER6
OUTER_R:    MOV     DIGIT_B,R6
            LCALL   RATE_M
            LCALL   WAIT
            LJMP    RTD
FAR:        INC     R6                  ;LONG DISTANCE
            LCALL   WR_BUFF
            CJNE    R6,#09H,FAR1
            MOV     DIGIT_B,R6
            LCALL   RATE_FAR
            MOV     MONEY_B,#00H
            LCALL   WAIT
            LJMP    RTD
FAR1:       LCALL   DTMF_OUT
            SJMP    FAR
INNER:      LCALL   DTMF_OUT            ;INNER KMITL
INNER1:     INC     R6                  ;R6=COUNT MUNBER
            LCALL   WR_BUFF
            CJNE    R6,#04H,INNER
            MOV     DIGIT_B,R6
            MOV     RATE,#03H           ;2AH=MONNEY RATE
            LCALL   WAIT
            LJMP    RTD
RTD:        MOV     RATE0,RATE
            LCALL   REC_T_D
            MOV     DPTR,#CALL_OUT
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     R0,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            ADD     A,#NUMBER_AD        ;ADD.DIGIT & NUMBER
            MOV     R1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,R1
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R5,A
                MOV     R0,#86H         ;ADDRESS START LCD
                MOV     R1,#BUFF_N
                LCALL   DIS_NUM1
                LCALL   T_START
                LCALL   RUN_TIME
                AJMP    TOTAL
TOTAL:          MOV     DPTR,#PAGE32
                LCALL   LCDLD
                MOV     R0,#MONEY_B     ;SHOW PRICE
                MOV     R1,#BUFF_N
                MOV     R3,#04H
TOTAL1:         MOV     A,@R0
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R1,A
                MOV     A,@R0
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
                INC     R1
                MOV     @R1,A
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R3,TOTAL1
                MOV     R0,#0C7H
                MOV     R1,#BUFF_N
                MOV     R5,#04H
                LCALL   DIS_NUM1
                MOV     R2,#0FH
                LCALL   DELAY
NEXT_REC:       MOV     DPTR,#CALL_OUT  ;NEXT RECORD
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A
                MOV     R2,#15H         ;R2=20 BYTE
NX:             INC     R1              ;INCRETE DPTR 20 BYTE
                CJNE    R1,#00H,NX1
                INC     R0
NX1:            DJNZ    R2,NX
                MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOV     A,R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                LJMP    MAIN0

        ;---------------- WRITE BUFF & RAM ------------------

WR_BUFF:        MOV     A,R5
                MOV     @R1,A
                INC     R1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WR_RAM:         MOV     R1,#DIGIT_B     ;ADDRESS DIGIT NUMBER
                MOV     A,@R1
                MOV     R6,A            ;R1=DIGIT NUMBER
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     R0,#BUFF_N
WR_RAM1:        MOV     A,@R0
                SWAP    A
                DEC     R6              ;DEC DIGIT NUMBER
                CJNE    R6,#00H,WR_RAM11
                ORL     A,#00H
                SJMP    WR_RAM12
WR_RAM11:       INC     R0
                ORL     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                INC     R0
                DEC     R1              ;DEC DIGIT NUMBER
                CJNE    R1,#00H,WR_RAM1
                RET
WR_RAM12:       MOVX    @DPTR,A
                RET

        ;------------SHOW TIME & DATE TO LCD-----------------

REC_T_D:        LCALL   T_READ          ;READ TIME AND DATE
                LCALL   D_READ          ;TO THBUF,DHBUF
                MOV     DPTR,#CALL_OUT  ;MOV ADDRESS PRESENT
                MOVX    A,@DPTR         ;CALL OUT
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A
                MOV     DPH,R0          ;DPH=R0
                MOV     DPL,R1          ;DPL=R1
                MOV     R2,#06H
                MOV     R0,#THBUF
REC_T_D1:       MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A         ;REC TIME-DATE TO RAM
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,REC_T_D1
                MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                ADD     A,#NUMBER_AD    ;ADD.DIGIT & NUMBER
                MOV     R1,A
                MOV     DPH,R0          ;DPH=R0
                MOV     DPL,R1          ;DPL=R1
                LCALL   WR_RAM          ;REC NUMBER TO RAM
DISPLAY:        MOV     DPTR,#PAGE3
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
                MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOVX    A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                ADD     A,#NUMBER_AD    ;ADD.DIGIT & NUMBER
                MOV     R1,A
                MOV     DPH,R0          ;DPTR=AD.PRESENT DATA
                MOV     DPL,R1
                MOVX    A,@DPTR         ;ADDRESS DIGIT NUMBER
                MOV     R6,A            ;R6=DIGIT NUMBER
                INC     DPTR            ;DPTR=START NUMBER
                MOV     R0,#BUFF_N      ;CONVERT NUM TO ASCII
DISPLAY1:       MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0F0H         ;FIRST DIGIT
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                DEC     R6
                CJNE    R6,#00H,DISPLAY2
                SJMP    DISPLAY3
DISPLAY2:       MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH          ;SECOND DIGIT
                ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                DEC     R6
                INC     DPTR
                CJNE    R6,#00H,DISPLAY1
                SJMP    DISPLAY3
DISPLAY3:       MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A
                MOV     DPH,R0          ;DPTR=ADD.TIME IN RAM
                MOV     DPL,R1
                MOV     R2,#08H
                MOV     R0,#THBUF
DISPLAY4:       MOVX    A,@DPTR
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,DISPLAY4
                MOV     R7,#2H          ;#31H=ADD.SEC.IN BUFF
                MOV     R0,#THBUF
                MOV     R1,#TASCBU
                LCALL   H_T_A
DIS_NUM:        MOV     A,#01H
                LCALL   LCDWI
                MOV     DPTR,#PAGE29
                LCALL   LCDTD
                RET
DIS_NUM1:       MOV     A,R1            ;R0=ADD.START LCD
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,@R1           ;R1=ADD.ASCII BUFFER
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R5,DIS_NUM1     ;R5=AD.ASCI IN BUFFER
                RET
T_START:        MOV     CORON,#3AH
                MOV     R0,#0C6H
                MOV     R1,#TASCBU
                LCALL   DIS_LCD
                RET

        ;-------------------- RUN TIME2 ---------------------

RUN_TIME:       MOV     MONEY_B,#00H
                MOV     MONEY_B2,#00H
                MOV     DPTR,#MONTH_P
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R7,A
                MOV     DPTR,#TOTAL_M
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     MONEY_T,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     MONEY_T2,A
                LCALL   D_READ
                MOV     A,34H           ;MONTH
                SUBB    A,R7
                CJNE    A,#00H,RTT
                AJMP    RT0
RTT:            MOV     MONEY_T,#00H
                MOV     MONEY_T2,#00H
RT0:            MOV     R3,RATE
                CJNE    R3,#00H,RTT1
                SJMP    NEAR
RTT1:           CJNE    R3,#03H,RT01
                SJMP    NEAR
NEAR:           MOV     R2,RATE
                LCALL   MONEY_P
                MOV     R2,RATE
                LCALL   MONEY_TT
                MOV     R0,#MONEY_B     ;SHOW MONNEY TO LCD
                MOV     R1,#BUFF_N
                MOV     R3,#02H
NEAR1:          MOV     A,@R0           ;R0=THBUF  , DHBUF
                ANL     A,#0F0H         ;R1=TASCBU , DASCBU
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R1,A
                MOV     A,@R0
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
                INC     R1
                MOV     @R1,A
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R3,NEAR1
                MOV     R0,#0D6H
                MOV     R1,#BUFF_N
                MOV     R5,#04H
NEAR2:          MOV     A,R
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,@R1
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R5,NEAR2
NEAR3:          LCALL   T_READ
                MOV     CORON,#3AH
                MOV     R0,#96H
                MOV     R1,#TASCBU
                LCALL   DIS_LCD
                LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,NEAR3
                LJMP    REC_MONEY
RT01:           LCALL   T_READ
                MOV     R7,32H
RT00:           MOV     R2,RATE         ;FAR RATE
                LCALL   MONEY_P
                MOV     R2,RATE
                LCALL   MONEY_TT
                MOV     R0,#MONEY_B     ;SHOW MONNEY TO LCD
                MOV     R1,#BUFF_N
                MOV     R3,#02H
RT1:            MOV     A,@R0           ;R0=THBUF  , DHBUF
                ANL     A,#0F0H         ;R1=TASCBU , DASCBU
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R1,A
                MOV     A,@R0
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
                INC     R1
                MOV     @R1,A
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R3,RT1
                MOV     R0,#0D6H
                MOV     R1,#BUFF_N
                MOV     R5,#04H
RT2:            MOV     A,R0
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,@R1
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R5,RT2
RT3:            LCALL   T_READ          ;CHECK EVERY 1 MINUTE
                MOV     A,32H
                SUBB    A,R7
                CJNE    A,#00H,RUN_TIME2
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
                LCALL   T_READ
                MOV     R6,30H
                MOV     A,R6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     0D7H
                CJNE    A,#07H,RT4
                SJMP    RT00
RT4:            JC      MID_NIGHT       ;UNDER 06.00 O'CLOCK
                MOV     A,R6
                CLR     0D7H
                CJNE    A,#18H,RT5
NIGHT:          MOV     A,RATE0         ;1/2 RATE
                MOV     B,#02H
                DIV     AB
                MOV     RATE,A
                LJMP    RT00
RT5:            JC      RT00
                MOV     A,R6
                CLR     0D7H
                CJNE    A,#22H,RT6
MID_NIGHT:      MOV     A,RATE0
                MOV     B,#03H
                DIV     AB
                MOV     RATE,A
                LJMP    RT00
RT6:            JC      NIGHT
                SJMP    MID_NIGHT
                LJMP    RT00
RUN_TIME2:      MOV     CORON,#3AH      ;" : "
                MOV     R0,#96H         ;ADDRESS TIME ON LCD
                MOV     R1,#TASCEU
                LCALL   DIS_LCD
                LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#10H,REC_MONEY
                SJMP    RT3
REC_MONEY:      MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     DPTR,#CALL_OUT  ;REC MONEY TO RAM
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                ADD     A,#MONEY_B
                MOV     R1,A
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,R1
                MOV     R2,#04H
                MOV     R0,#MONEY_B
REC_MONEY1:     MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,REC_MONEY1
                LCALL   D_READ
                MOV     DPTR,#MONTH_P
                MOV     A,34H           ;MONTH NOW
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#TOTAL_M
                MOV     A,MONEY_C
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,MONEY_CC
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#CALL_OUT  ;REC TIME STOP TO RAM
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                ADD     A,#TIME_SP
                MOV     R1,A
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,R1
                MOV     R2,#03H
                MOV     R0,#THBUF
LP_T:           MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,LP_T
                RET
MONEY_P:        MOV     R3,MONEY_B2     ;IF BILL1 AND 2 =00
                MOV     R4,MONEY_B
MONEY1:         MOV     A,R3
                ANL     A,#0FH
                CJNE    A,#09H,MONEY2   ;CHECK  09
                MOV     A,R3            ;IF YES
                ANL     A,#0F0H
                MOV     R3,A
                CJNE    A,#90H,MONEY3   ;CHECK  99
                MOV     R3,#00H         ;IF YES  SET =00
                MOV     A,R4            ;CHECK BILL2
                ANL     A,#0FH
                CJNE    A,#09H,MONEY4   ;CHECK  09
                MOV     A,R4            ;IF YES
                ANL     A,#0F0H
                MOV     R4,A
                CJNE    A,#90H,MONEY5   ;CHECK  99
                MOV     R4,#00H         ;IF YES  SET =00
                SJMP    MONEY_E
MONEY2:         INC     R3
                SJMP    MONEY_E
MONEY3:         MOV     A,R3
                ADD     A,#10H
                MOV     R3,A
                SJMP    MONEY_E
MONEY4:         INC     R4
                SJMP    MONEY_E
MONEY5:         MOV     A,R4
                ADD     A,#10H
                MOV     R4,A
MONEY_E:        DJNZ    R2,MONEY1
                MOV     MONEY_B2,R3
                MOV     MONEY_B,R4
                RET
MONEY_TT:       MOV     R3,MONEY_T2     ;IF BILL1 AND 2 =00
                MOV     R4,MONEY_T
MONEY11:        MOV     A,R3
                ANL     A,#0FH
                CJNE    A,#09H,MONEY22  ;CHECK  09
                MOV     A,R3            ;IF YES
                ANL     A,#0F0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R3,A
                CJNE    A,#90H,MONEY33  ;CHECK  99
                MOV     R3,#00H         ;IF YES  SET =00
                MOV     A,R4            ;CHECK BILL2
                ANL     A,#0FH
                CJNE    A,#09H,MONEY44  ;CHECK  09
                MOV     A,R4            ;IF YES
                ANL     A,#0F0H
                MOV     R4,A
                CJNE    A,#90H,MONEY55  ;CHECK  99
                MOV     R4,#00H         ;IF YES  SET =00
                SJMP    MONEY_EE
MONEY22:        INC     R3
                SJMP    MONEY_EE
MONEY33:        MOV     A,R3
                ADD     A,#10H
                MOV     R3,A
                SJMP    MONEY_EE
MONEY44:        INC     R4
                SJMP    MONEY_EE
MONEY55:        MOV     A,R4
                ADD     A,#10H
                MOV     R4,A
MONEY_EE:       DJNZ    R2,MONEY11      ;R2 IS RATE
                MOV     MONEY_T2,R3
                MOV     MONEY_T,R4
                RET

        ;-------------------- BILL MODE ----------------------

BILL_M:         MOV     DPTR,#PAGE33
                LCALL   LCDLD
B1:             LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#31H,B2
                LJMP    T_PRICE
B2:             CJNE    A,#32H,B3
                LJMP    D_PRICE
B3:             CJNE    A,#4DH,B4
                LJMP    MENU
B4:             MOV     KEYMEM,#00H
                LJMP    B1
T_PRICE:        MOV     DPTR,#PAGE35    ;TOTAL PRICE
                LCALL   LCDLD
                LCALL   D_READ
                MOV     R3,34H          ;MOV 3CH,#00H
                MOV     DPTR,#MONTH_P
                MOVX    A,@DPTR
                SUBB    A,R3
                CJNE    A,#00H,T_P1
                INC     DPTR
                MOV     2FH,R3
                LCALL   T_P_M1
                LCALL   T_P_M2
                LJMP    WAIT_KEY
T_P1:           MOV     MONEY_T,#00H
                MOV     MONEY_T2,#00H
                MOV     2FH,R3
                LCALL   T_P_M2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,R1
                MOV     A,#0FFH
                MOV     R2,#15H
T_P11:          MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,T_P11
                LJMP    WAIT_KEY
WAIT_KEY:       LCALL   D_READ          ;LET DPTR = ADD.DATE
                MOV     2FH,34H
                MOV     3DH,34H
                MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                ADD     A,#04H
                MOV     R1,A
                MOV     50H,R0          ;MOV DPH=50H
                MOV     51H,R1          ;MOV DPL=51H

        ;----------------- CHOOSE UP & DOWN -----------------

T_P5:           MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#2BH,UP       ;CHOOSE DOWN (-)
DOWN:           MOV     R7,2FH
                DEC     R7
                CJNE    R7,#0FH,DOWN1
                MOV     R7,#09H
                SJMP    DOWN2
DOWN1:          CJNE    R7,#00H,DOWN2
                MOV     R7,#12H
DOWN2:          MOV     R0,50H
                MOV     R1,51H
T_P51:          LCALL   DECRETE
                MOV     50H,R0
                MOV     51H,R1
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,R1
                MOVX    A,@DPTR
                CLR     0D7H
                SUBB    A,R7
                CJNE    A,#00H,T_P52
                SJMP    T_P53
T_P52:          CJNE    A,#01H,T_P511
T_P521:         MOV     R0,50H
                MOV     R1,51H
                LJMP    DOWN2
T_P511:         MOVX    A,@DPTR
                SUBB    A,R7
                JC      T_P521
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JNC     T_P521

T_P53:          MOV     R0,50H
                MOV     R1,51H
                MOV     A,R1
                ADD     A,#07H
                MOV     R1,A
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,R1
                MOV     2FH,R7
                LCALL   T_P_M1
                LCALL   T_P_M2
                LJMP    T_P5

        ;----------------------- UP --------------------------

UP:             CJNE    A,#2DH,T3       ;CHOOSE UP(+)
                MOV     R7,2FH
                LCALL   D_READ
                MOV     3DH,34H
                INC     R7
                CJNE    R7,#0AH,UP1
                MOV     R7,#10H
                SJMP    UP11
UP1:            CJNE    R7,#13H,UP11
                MOV     R7,#01H
UP11:           MOV     A,R7
                CLR     0D7H
                CJNE    A,3DH,UP2
                MOV     DPTR,#MONTH_P
                MOVX    A,@DPTR
                SUBB    A,3DH
                CJNE    A,#00H,UP01
                INC     DPTR
                MOV     2FH,34H
                LCALL   T_P_M1
                LCALL   T_P_M2
                LJMP    UP02
T3:             LJMP    T31
UP01:           MOV     MONEY_T,#00H
                MOV     MONEY_T2,#00H
                MOV     2FH,3DH
                LCALL   T_P_M2
UP02:           MOV     2FH,3DH
                MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     50H,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                ADD     A,#04H
                MOV     51H,A
UP03:           LJMP    T_P5
UP2:            JNC     UP22
UP20:           MOV     R0,50H
                MOV     R1,51H
                LCALL   INCRETE
                MOV     50H,R0
                MOV     51H,R1
                MOV     DPH,R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPL,R1
                MOVX    A,@DPTR
                SUBB    A,R7
                CJNE    A,#00H,UP30
                LJMP    UP20
UP22:           MOV     R0,50H
                MOV     R1,51H
                LCALL   INCRETE
                MOV     50H,R0
                MOV     51H,R1
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,R1
                MOVX    A,@DPTR
                SUBB    A,R7
                CJNE    A,#00H,UP30
                LJMP    UP22
UP30:           MOV     R0,50H
                MOV     R1,51H
                LCALL   DECRETE
                MOV     50H,R0
                MOV     51H,R1
UP31:           MOV     2FH,R7
                MOV     A,R1
                ADD     A,#07H
                MOV     R1,A
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,R1
                LCALL   T_P_M1
                LCALL   T_P_M2
                LJMP    T_P5
T31:            CJNE    A,#4DH,T_P31
                MOV     KEYMEM,#00H
                LJMP    MENU
T_P31:          LJMP    T_P5
D_PRICE:        MOV     DPTR,#PAGE30    ;DETAIL DATA
                LCALL   LCDLD
                LCALL   D_READ
                MOV     52H,34H
                MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A
                LCALL   DECRETE
                MOV     50H,R0
                MOV     51H,R1
D_10:           MOV     DPH,50H
                MOV     DPL,51H
                MOV     R2,#06H
                MOV     R0,#THBUF
D_11:           MOVX    A,@DPTR
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,D_11
                MOV     R0,#THBUF
                MOV     R1,#TASCII
                LCALL   H_T_A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R0,#DHBUF
                MOV     R1,#DASCBU
                LCALL   H_T_A
                MOV     CORON,#3AH
                MOV     R0,#96H
                MOV     R1,#TASCBU
                LCALL   DIS_LCD
                MOV     CORON,#2FH
                MOV     R0,#0C6H
                MOV     R1,#DASCBU
                LCALL   DIS_LCD
                MOV     DPH,50H
                MOV     DPL,51H
                MOV     A,DPL
                ADD     A,#09H
                MOV     DPL,A
                MOV     DPH,50H
                MOV     R2,#02H
                MOV     R0,#BUFF_N
                LCALL   HX_ASC
                MOV     R0,#0D6H
                MOV     R1,#BUFF_N
                MOV     R5,#04H
                LCALL   D_122
                MOV     DPH,50H
                MOV     DPL,51H
                MOV     A,DPL
                ADD     A,#0DH
                MOV     DPL,A
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R6,A
                MOV     R5,A
                INC     DPTR
                MOV     R0,#BUFF_N
                LCALL   D_13
                MOV     R0,#86H
                MOV     R1,#BUFF_N
                LCALL   D_122
D_111:          MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#2BH,UPP
DOWNN:          MOV     R0,50H
                MOV     R1,51H
                LCALL   DECRETE
                MOV     50H,R0
                MOV     51H,R1
                LJMP    D_10
UPP:            CJNE    A,#2DH,D_22
                MOV     R0,50H
                MOV     R1,51H
                LCALL   INCRETE
                MOV     50H,R0
                MOV     51H,R1
                MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,50H,UPP1
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A,51H,UPP1
                LJMP    OVD
UPP1:           LJMP    D_10
D_22:           CJNE    A,#4DH,D_21
                MOV     KEYMEM,#00H
                LJMP    MENU
D_21:           LJMP    D_111
EOD:            MOV     DPTR,#PAGE36
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#0FH
                LCALL   DELAY
                LJMP    MAIN00
OVD:            MOV     DPTR,#PAGE37
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#0FH
                LCALL   DELAY
                LJMP    MAIN00

        ;--------- HEX TO ASCII FROM RAM TO BUFFER ----------
        ;R0  = ADDRESS BUFFER
        ;R2  = __BYTE
        ;DPTR= STRAT ADDRESS RAM (HEX)

HX_ASC:         MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,HX_ASC
                RET
D_122:          MOV     A,R0
                LCALL   LCDWC
                MOV     A,@R1
                LCALL   LCDWC
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R5,D_122
                RET
D_13:           MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0F0H         ;FIRST DIGIT
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                DEC     R6
                CJNE    R6,#00H,D_14
                SJMP    D_15
D_14:           MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH          ;SECOND DIGIT
                ORL     A,#30H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                DEC     R6
                INC     DPTR
                CJNE    R6,#00H,D_13
D_15:           RET

        ;------------------- INCRETE DPTR -------------------

INCRETE:        MOV     DPTR,#CALL_OUT
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     61H,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                ADD     A,#05H
                MOV     62H,A
                MOV     R2,#15H
I_1:            INC     R1
                MOV     A,R1
                CJNE    A,62H,I_2
                MOV     A,R0
                CJNE    A,61H,I_2
                LJMP    OVD
I_2:            CJNE    R1,#00H,I_3
                INC     R0
I_3:            DJNZ    R2,I_1
                RET

        ;------------------- DECRETE DPTR -------------------

DECRETE:        MOV     R2,#15H
D_1:            DEC     R1
                CJNE    R1,#71H,D_12
                CJNE    R0,#00H,D_12
                LJMP    EOD
D_12:           CJNE    R1,#0FFH,D_2
                DEC     R0
D_2:            DJNZ    R2,D_1
                RET

        ;----------------- DISPLAY TOTAL PRICE --------------

T_P_M1:         MOVX    A,@DPTR         ;DISPLAY MONEY
                MOV     MONEY_T,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     MONEY_T2,A
                RET
T_P_M2:         MOV     R0,#MONEY_T     ;SHOW MONNEY TO LCD
                MOV     R1,#BUFF_N
                MOV     R3,#03H
T_P_M3:         MOV     A,@R0
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R1,A
                MOV     A,@R0
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                INC     R1
                MOV     @R1,A
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R3,T_P_M3
                MOV     R0,#097H
                MOV     R1,#BUFF_N
                MOV     R5,#04H
                LCALL   T_P4
                MOV     R0,#0C9H
                MOV     R5,#02H
                LCALL   T_P4
                RET
T_P4:           MOV     A,R0
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,@R1
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R5,T_P4
                RET

        ;------------------- WAIT BUSY OR RBT ----------------

WAIT:           MOV     DPTR,#PORTC2
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
WAIT_RB:        LCALL   R_B
                CJNE    R0,#01H,WAIT_RB
RB_CK:          MOV     R7,#00H         ;BUSY&RBT CHECK ONLY
LOOP_R_B:       INC     R7
                MOV     R2,#0B3H        ;DELAY=0.1 SEC
                LCALL   DELAY1
                LCALL   R_B
                CJNE    R0,#00H,LOOP_R_B
                CLR     0D7H            ;CLEAR CARRY FLAG=0
                CJNE    R7,#05H,COMPARE
                LJMP    MAIN
COMPARE:        JC      BUSY_CK
                MOV     DPTR,#PAGE11
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
RBT_CK1:        LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,RBT_CK2
                LJMP    MAIN
RBT_CK2:        LCALL   R_B
                CJNE    R0,#01H,RBT_CK1
                MOV     R7,#00H
RBT_CK3:        INC     R7
                MOV     R2,#0B3H
                LCALL   DELAY1
                LCALL   R_B
                CJNE    R0,#00H,RBT_CK3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     0D7H
                CJNE    R7,#05H,RBT_CK4
                LJMP    MAIN
RBT_CK4:        JNC     RBT_CK2
                MOV     DPTR,#PORTC2
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                RET
RBT_CK:         MOV     DPTR,#PORTC2
                MOV     A,#80H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,RBT_CK
                LJMP    MAIN
BUSY_CK:        MOV     R7,#00H
BUSY_CK1:       INC     R7
                MOV     R2,#0B3H
                LCALL   DELAY1
                CJNE    R7,#32H,HOME
                SJMP    PCT
HOME:           MOV     DPTR,#PAGE10
                LCALL   LCDLD
                MOV     DPTR,#PORTC2
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,BUSY_CK1
                LJMP    MAIN
PCT:            MOV     DPTR,#PAGE3
                LCALL   LCDLD
                LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,PCT
                LJMP    MAIN

        ;------------------ CONTROL ELECTRIC -----------------

CONTROL_E:      MOV     DPTR,#PAGE7
                LCALL   LCDLD
                MOV     R6,#3BH
                MOV     R7,#39H
                LCALL   PLAY1
CONTROL_E1:     LCALL   DTMF_IN
                CJNE    R5,#0BH,CLOSE_E ;PRESS '#'OPEN
OPEN_E:         LCALL   DTMF_IN
                MOV     DPTR,#ELECTRIC  ;ADDRESS OLD_NUM_ELEC
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    R5,#01H,EO2
EO1:            SETB    ACC.0
                LJMP    RUN_E
EO2:            CJNE    R5,#02H,EO3
                SETB    ACC.1
                LJMP    RUN_E
EO3:            CJNE    R5,#03H,EO4
                SETB    ACC.2
                LJMP    RUN_E
EO4:            CJNE    R5,#04H,EO5
                SETB    ACC.3
                LJMP    RUN_E
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EO5:        CJNE    R5,#05H,EO6
            SETB    ACC.4
            LJMP    RUN_E
EO6:        CJNE    R5,#06H,EO7
            SETB    ACC.5
            LJMP    RUN_E
EO7:        CJNE    R5,#07H,EO8
            SETB    ACC.6
            LJMP    RUN_E
EO8:        CJNE    R5,#08H,CONTROL_E1
            SETB    ACC.7
            LJMP    RUN_E
CLOSE_E:    CJNE    R5,#0CH,AGAIN
            LCALL   DTMF_IN
            MOV     DPTR,#ELECTRIC  ;ADDRESS OLD_NUM_ELEC
            MOVX    A,@DPTR
            CJNE    R5,#01H,EC2
EC1:        CLR     ACC.0
            LJMP    RUN_E
EC2:        CJNE    R5,#02H,EC3
            CLR     ACC.1
            LJMP    RUN_E
EC3:        CJNE    R5,#03H,EC4
            CLR     ACC.2
            LJMP    RUN_E
EC4:        CJNE    R5,#04H,EC5
            CLR     ACC.3
            LJMP    RUN_E
EC5:        CJNE    R5,#05H,EC6
            CLR     ACC.4
            LJMP    RUN_E
EC6:        CJNE    R5,#06H,EC7
            CLR     ACC.5
            LJMP    RUN_E
EC7:        CJNE    R5,#07H,EC8
            CLR     ACC.6
            LJMP    RUN_E
EC8:        CJNE    R5,#08H,CLOSE_E
            CLR     ACC.7
            LJMP    RUN_E
RUN_E:      MOV     DPTR,#ELECTRIC
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#PORTA3
            MOVX    @DPTR,A
            LJMP    CONTROL_E1
AGAIN:      CJNE    R5,#0AH,AGAIN1
            LJMP    MAIN
AGAIN1:     MOV     R6,#32H
            MOV     R7,#39H
            LCALL   PLAY1
            LJMP    CONTROL_E1

        ;------------------ RATE MONNEY ---------------------
RATE_M:     MOV     R0,#BUFF_N
            INC     R0
            MOV     A,@R0
            CJNE    A,#01H,RATE1
            LJMP    THREE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RATE1:          CJNE    A,#02H,RATE2
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#03H,THREE
                LJMP    ZERO
RATE2:          CJNE    A,#03H,RATE3
                LJMP    ZERO
RATE3:          CJNE    A,#04H,RATE4
                LJMP    THREE
RATE4:          CJNE    A,#05H,RATE5
                LJMP    THREE
RATE5:          CJNE    A,#06H,RATE6
                LJMP    THREE
RATE6:          CJNE    A,#07H,RATE7
                LJMP    ZERO
RATE7:          CJNE    A,#08H,RATE8
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#01H,RATE71
                LJMP    THREE
RATE71:         CJNE    A,#02H,RATE72
                LJMP    THREE
RATE72:         CJNE    A,#04H,RATE73
                LJMP    THREE
RATE73:         LJMP    ZERO
RATE8:          CJNE    A,#09H,RATE9
                LJMP    ZERO
RATE9:          CJNE    A,#00H,RATE10
                LJMP    ZERO
RATE10:         LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,RATE_M
                LJMP    MAIN
THREE:          MOV     RATE,#03H
                MOV     MONEY_B,#00H
                RET
ZERO:           MOV     RATE,#00H
                MOV     MONEY_B,#00H
                RET

        ;------------------- RATE FAR ----------------------

RATE_FAR:       MOV     R0,#BUFF_N
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#03H,F_04
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#02H,F_034
F_032:          INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#05H,S_321
                LJMP    TWELVE
S_321:          CJNE    A,#06H,S_322
                LJMP    TWELVE
S_322:          LJMP    SIX
F_034:          CJNE    A,#04H,F_035
                INC     R0
                MOV     A,@R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A,#05H,S_341
                LJMP    NINE
S_341:          CJNE    A,#06H,S_342
                LJMP    NINE
S_342:          CJNE    A,#07H,S_343
                LJMP    SIX
S_343:          LJMP    THREE_F
F_035:          CJNE    A,#05H,F_036
                LJMP    SIX
F_036:          CJNE    A,#06H,F_037
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#02H,S_361
                LJMP    SIX
S_361:          CJNE    A,#03H,S_362
                LJMP    SIX
S_362:          LJMP    NINE
F_037:          CJNE    A,#07H,F_038
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#04H,S_371
                LJMP    NINE
S_371:          LJMP    SIX
F_038:          CJNE    A,#08H,F_039
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#05H,S_381
                LJMP    SIX
S_381:          CJNE    A,#06H,S_382
                LJMP    NINE
S_382:          LJMP    SIX
F_039:          LJMP    TWELVE
F_04:           CJNE    A,#04H,F_05
                INC     R0
                MOV     A,@R0
F_042:          CJNE    A,#02H,F_043
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#02H,S_421
                LJMP    FIFTEEN
S_421:          CJNE    A,#03H,S_422
                LJMP    FIFTEEN
S_422:          CJNE    A,#08H,S_423
                LJMP    FIFTEEN
S_423:          CJNE    A,#09H,S_424
                LJMP    FIFTEEN
S_424:          LJMP    EIGHTEEN
F_043:          CJNE    A,#03H,F_044
                LJMP    FIFTEEN
F_044:          CJNE    A,#04H,F_045
                LJMP    TWELVE
F_045:          LJMP    FIFTEEN
F_05:           CJNE    A,#05,F_07
                INC     R0
                MOV     A,@R0
F_053:          CJNE    A,#03,F_054
                LJMP    EIGHTEEN
F_054:          CJNE    A,#04H,F_055
                INC     R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#05H,S_541
                LJMP    FIFTEEN
S_541:          CJNE    A,#06H,S_542
                LJMP    FIFTEEN
S_542:          LJMP    EIGHTEEN
F_055:          CJNE    A,#05H,F_056
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#02H,S_551
                LJMP    TWELVE
S_551:          CJNE    A,#03H,S_552
                LJMP    TWELVE
S_552:          CJNE    A,#07H,S_553
                LJMP    TWELVE
S_553:          LJMP    FIFTEEN
F_056:          INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#04H,S_561
                LJMP    NINE
S_561:          CJNE    A,#05H,S_562
                LJMP    NINE
S_562:          LJMP    TWELVE
F_07:           INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#07H,F_07S
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                CJNE    A,#05H,S_771
                LJMP    FIFTEEN
S_771:          CJNE    A,#06H,F_07S
                LJMP    FIFTEEN
F_07S:          LJMP    EIGHTEEN
THREE_F:        MOV     RATE,#03H       ;3  BAHT
                RET
SIX:            MOV     RATE,#06H       ;6  BAHT
                RET
NINE:           MOV     RATE,#09H       ;9  BAHT
                RET
TWELVE:         MOV     RATE,#0CH       ;12 BAHT
                RET
FIFTEEN:        MOV     RATE,#0FH       ;15 BAHT
                RET
EIGHTEEN:       MOV     RATE,#12H       ;18 BAHT
                RET

;********************** SUB PROGRAM ***************************
        ;---------------- READ DETECT SIGNAL -----------------

HOOK:           MOV     DPTR,#PORTA2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#10H          ;HOOK ONLY
                MOV     R0,A
                RET
RING:           MOV     DPTR,#PORTA2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#08H          ;RING ONLY
                MOV     R0,A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COUNT:          MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     DPTR,#PORTA2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#04H          ;COUNTER ONLY
                MOV     R0,A
                RET
DIAL:           MOV     DPTR,#PORTA2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#02H          ;DIAL ONLY
                MOV     R0,A
                RET
R_B:            MOV     DPTR,#PORTA2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H          ;RBT & BUSY ONLY
                MOV     R0,A
                RET
CLEAR:          MOV     DPTR,#PORTC2
                MOV     A,#02H          ;RING COUNT=RESET
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     DPTR,#PORTC2
                MOV     A,#00H          ;RING COUNT=NORMAL
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                RET

        ;-------------------- DTMF CHECK ----------------------

DTMF_OUT:       MOV     DPTR,#PORTB2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#10H
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#10H,HK_DTMF
                MOV     DPTR,#PORTB2
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                ANL     A,#0FH
                CJNE    A,#0AH,DTMF_
                MOV     A,#00H
DTMF_:          MOV     R5,A
DTMF1:          MOV     DPTR,#PORTB2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#10H
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#00H,DTMF1
                RET
HK_DTMF:        LCALL   HOOK
                CJNE    R0,#00H,DTMF_OUT
                LJMP    MAIN
DTMF_IN:        MOV     R7,#00H
DTMF_IN1:       MOV     DPTR,#PORTB2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#10H
                MOV     R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    R0,#10H,TIMER
                MOV     DPTR,#PORTB2
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                ANL     A,#0FH
                MOV     R5,A
DTMF11:         MOV     DPTR,#PORTB2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#10H
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#00H,DTMF11
                RET
TIMER:          MOV     R2,#0B3H            ;0.1 SEC
                LCALL   DELAY1
                INC     R7
                CJNE    R7,#34H,DTMF_IN1    ;5.32 SEC
                LJMP    MAIN

        ;-------------- SET INITIAL TIME/DATE ----------------

        ;----------------  SETTING DATE ---------------------

TD_INIT:        MOV     DPTR,#PAGE24
                LCALL   LCDLD
                LCALL   T_READ
                MOV     CORON,#3AH          ;DISPLAY TIME
                MOV     R0,#0D4H
                MOV     R1,#DASCBU
                LCALL   DIS_LCD
                LCALL   D_READ
                MOV     CORON,#2FH          ;DISPLAY DATE
                MOV     R0,#94H
                MOV     R1,#DASCBU
                LCALL   DIS_LCD
                MOV     R2,#03H             ;DELAY KEY & DISPLAY
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#00001111B
                LCALL   LCDWI
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
DATE:           MOV     A,#94H              ;SET DATE
                LCALL   LCDWI
                MOV     KEYMEM,#00H         ;CLEAR KEYMEM
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#7FH,SD0
                AJMP    EXIT_D
SD0:            CJNE    A,#30H,SD1          ;CHEXK 0
                SJMP    SD_E
SD1:            CJNE    A,#31H,SD2          ;CHECK 1
                SJMP    SD_E
SD2:            CJNE    A,#32H,SD3          ;CHECK 2
                SJMP    SD_E
SD3:            CJNE    A,#33H,DATE         ;CHECK 3
SD_E:           MOV     DASCBU,A
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#02H             ;DELAY
                LCALL   DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SD_2:       MOV     KEYMEM,#00H
            MOV     A,#95H
            LCALL   LCDWI
SD_21:      LCALL   SCAN
            MOV     A,KEYMEM
            CJNE    A,#7FH,SD_22
            AJMP    EXIT_D
SD_22:      MOV     R1,#DASCBU
            CJNE    @R1,#33H,SD_24   ;CHECK DASCBU =3 ?
            CJNE    A,#30H,SD_23     ;IF YES
            SJMP    SD_E1
SD_23:      CJNE    A,#31H,SD_21
            SJMP    SD_E1
SD_24:      MOV     A,KEYMEM         ;IF NO
            MOV     R3,#0AH
            MOV     R4,#30H
SD6_1:      CJNE    A,04H,SD6_2
            SJMP    SD_E1
SD6_2:      INC     R4
            DJNZ    R3,SD6_1
            SJMP    SD_2
SD_E1:      MOV     DASCBU+1,A
            LCALL   LCDWD
            MOV     R2,#02H
            LCALL   DELAY

        ;------------------ SET MOUNT ----------------------

MON:        MOV     A,#97H
            LCALL   LCDWI
            MOV     KEYMEM,#00H
            LCALL   SCAN
            MOV     A,KEYMEM
            CJNE    A,#7FH,MON_0
            AJMP    EXIT_D
MON_0:      CJNE    A,#30H,MON_1     ;CHECK  0
            SJMP    MON_E
MON_1:      CJNE    A,#31H,MON       ;CHECK  1
MON_E:      MOV     DASCBU+2,A
            LCALL   LCDWD
            MOV     R2,#02H
            LCALL   DELAY
MON2:       MOV     KEYMEM,#00H
            MOV     A,#98H
            LCALL   LCDWI
MON2_0:     LCALL   SCAN
            MOV     A,KEYMEM
            CJNE    A,#7FH,MON2_1
            AJMP    EXIT_D
MON2_1:     MOV     R1,#DASCBU+2
            CJNE    @R1,#31H,MON2_2  ;CHECK DASCBU+2 =1 ?
            CJNE    A,#30H,MON2_21   ;IF YES CHECK 0
            SJMP    MON2_E
MON2_21:    CJNE    A,#31H,MON2_24
            SJMP    MON2_E
MON2_24:    CJNE    A,#32H,MON2_0
            SJMP    MON2_E
MON2_2:     MOV     A,KEYMEM
            MOV     R3,#0AH          ;IF NOT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R4,#30H
MON2_22:        CJNE    A,04H,MON2_23
                SJMP    MON2_E
MON2_23:        INC     R4
                DJNZ    R3,MON2_22
                SJMP    MON2
MON2_E:         MOV     DASCBU+3,A
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#02H
                LCALL   DELAY

        ;---------------------- SET YEAR ----------------------

YEAR:           MOV     R0,#DASCBU+4
                MOV     R1,#9AH
                MOV     R5,#02H
YEAR_:          MOV     KEYMEM,#00H
                MOV     A,R1
                LCALL   LCDWI
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#7FH,YEAR0
                AJMP    EXIT_D
YEAR0:          MOV     R3,#0AH
                MOV     R4,#30H
YEAR1:          CJNE    A,04H,YEAR2
                SJMP    YEAR_E
YEAR2:          INC     R4
                DJNZ    R3,YEAR1
                SJMP    YEAR_
YEAR_E:         MOV     @R0,A
                LCALL   LCDWD
                INC     R0
                INC     R1
                MOV     R2,#02H
                LCALL   DELAY
                DJNZ    R5,YEAR_
                AJMP    DATE
EXIT_D:         MOV     A,#00001110B
                LCALL   LCDWI
                MOV     R0,#DASCBU
                MOV     R1,#DHBUF
                LCALL   A_T_H
                LCALL   D_WRITE

        ;-------------------- SET TIME ----------------------

T_SET:          MOV     A,#00001111B
                LCALL   LCDWI
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
HOUR:           MOV     A,#0D4H
                LCALL   LCDWI
                MOV     KEYMEM,#00H         ;CLEAR KEYMEM
                LCALL   SCAN                ;SET HOUR
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#7FH,H0
                AJMP    EXIT_T
H0:             CJNE    A,#30H,H1           ;CHECK  0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    H1_E
H1:             CJNE    A,#31H,H2           ;CHECK  1
                SJMP    H1_E
H2:             CJNE    A,#32H,HOUR         ;CHECK  2
H1_E:           MOV     TASCBU,A
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#02H             ;DELAY KEY
                LCALL   DELAY
HOUR2:          MOV     KEYMEM,#00H         ;CLEAR KEYMEM
                MOV     A,#0D5H
                LCALL   LCDWI
HOU:            LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#7FH,HU
                AJMP    EXIT_T
HU:             MOV     R1,#TASCBU
                CJNE    @R1,#32H,H2_1       ;CHECH = 2 ?
                CJNE    A,#30H,HU1          ;0
                SJMP    H2_E
HU1:            CJNE    A,#31H,HU2          ;1
                SJMP    H2_E
HU2:            CJNE    A,#32H,HU3          ;2
                SJMP    H2_E
HU3:            CJNE    A,#33H,HOU          ;3
                SJMP    H2_E
H2_1:           MOV     A,KEYMEM
                MOV     R3,#0AH             ;CHECK 0 - 9
                MOV     R4,#30H
H2_2:           CJNE    A,04H,HO1
                SJMP    H2_E
HO1:            INC     R4
                DJNZ    R3,H2_2
                SJMP    HOUR2
H2_E:           MOV     TASCBU+1,A
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#02H             ;DELAY INKEY
                LCALL   DELAY
MIN:            MOV     R0,#0D7H            ;SETTING MIN AND SEC
                MOV     R1,#TASCBU+2
                MOV     R5,#02H
M_S:            MOV     A,R0
                LCALL   LCDWI
                MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#7FH,M_S0
                AJMP    EXIT_T
M_S0:           MOV     R3,#06H             ;CHECK 0 - 5
                MOV     R4,#30H
M_S1:           CJNE    A,04H,M_S2
                SJMP    M_SE
M_S2:           INC     R4
                DJNZ    R3,M_S1
                SJMP    M_S
M_SE:           MOV     @R1,A
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#02H
                LCALL   DELAY
                INC     R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                INC     R1
M_S3:           MOV     A,R0
                LCALL   LCDWI
                MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#7FH,M_S4
                AJMP    EXIT_T
M_S4:           MOV     R3,#0AH          ;CHECK  0 - 9
                MOV     R4,#30H
M_S5:           CJNE    A,04H,M_S6
                SJMP    M_SE1
M_S6:           INC     R4
                DJNZ    R3,M_S5
                SJMP    M_S3
M_SE1:          MOV     @R1,A
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#02H
                LCALL   DELAY
                INC     R0
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R5,M_S
                AJMP    HOUR
EXIT_T:         MOV     A,#00001110B
                LCALL   LCDWI
                MOV     R0,#TASCBU
                MOV     R1,#THBUF
                LCALL   A_T_H
                LCALL   T_WRITE
                LJMP    EE_

        ;-------------------- WRITE TIME ---------------------

T_WRITE:        MOV     R0,#8EH
                MOV     R1,#00H
                LCALL   RTC_W
                MOV     R0,#80H          ;WRITE  SEC
                MOV     R1,THBUF+2
                LCALL   RTC_W
                MOV     R0,#82H          ;WRITE  MIN
                MOV     R1,THBUF+1
                LCALL   RTC_W
                MOV     R0,#84H          ;WRITE  HOUR
                MOV     R1,THBUF
                LCALL   RTC_W
                MOV     R0,#8EH
                MOV     R1,#80H
                LCALL   RTC_W
                RET

        ;---------------------- WRITE DATE -------------------

D_WRITE:        MOV     R0,#8EH
                MOV     R1,#00H
                LCALL   RTC_W
                MOV     R0,#8CH          ;WRITE YEAR
                MOV     R1,DHBUF+2
                LCALL   RTC_W
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R0,#88H          ;WRITE MOUNT
                MOV     R1,DHBUF+1
                LCALL   RTC_W
                MOV     R0,#86H          ;WRITE DATE
                MOV     R1,DHBUF
                LCALL   RTC_W
                MOV     R0,#8EH
                MOV     R1,#80H
                LCALL   RTC_W
                RET

        ;---------------------- READ TIME ---------------------

T_READ:         MOV     R0,#81H          ;READ  SEC
                LCALL   RTC_R
                MOV     THBUF+2,R1
                MOV     R0,#83H          ;READ  MIN
                LCALL   RTC_R
                MOV     THBUF+1,R1
                MOV     R0,#85H          ;READ  HOUR
                LCALL   RTC_R
                MOV     THBUF,R1
                MOV     R0,#THBUF
                MOV     R1,#TASCBU
                LCALL   H_T_A
                LCALL   TDELAY
                RET

        ;-------------------- READ  DATE ----------------------

D_READ:         MOV     R0,#8DH          ;READ YEAR
                LCALL   RTC_R
                MOV     DHBUF+2,R1
                MOV     R0,#89H          ;READ MONTH
                LCALL   RTC_R
                MOV     DHBUF+1,R1
                MOV     R0,#87H          ;READ DATE
                LCALL   RTC_R
                MOV     DHBUF,R1
                MOV     R0,#DHBUF
                MOV     R1,#DASCBU
                LCALL   H_T_A
                LCALL   TDELAY
                RET

        ;----------------- WRITE COMMAND AND DATA ------------

RTC_W:          CLR     T_CLK
                LCALL   TDELAY
                SETB    T_RST
                LCALL   TDELAY
                MOV     A,R0
                LCALL   T_W_8
                MOV     A,R1
                LCALL   T_W_8
                CLR     T_RST
                LCALL   TDELAY
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ;----------------- SEND DATA 8BIT TO RTC ------------

T_W_8:          MOV     R3,#08
T_W_8_1:        RRC     A
                MOV     T_DATA,C
                SETB    T_CLK
                LCALL   TDELAY
                CLR     T_CLK
                LCALL   TDELAY
                DJNZ    R3,T_W_8_1
                RET

        ;----------------- READ  DATA FROM RTC --------------
RTC_R:          CLR     T_CLK
                LCALL   TDELAY
                SETB    T_RST
                LCALL   TDELAY
                MOV     A,R0
                LCALL   T_W_8
                MOV     R3,#8
                CLR     A
READ:           CLR     T_CLK
                LCALL   TDELAY
                MOV     C,T_DATA
                RRC     A
                SETB    T_CLK
                LCALL   TDELAY
                DJNZ    R3,READ
                MOV     R1,A
                CLR     T_RST
                LCALL   TDELAY
                RET

        ;---------------- CONVESRE HEX TO ASCII -------------

H_T_A:          MOV     R3,#3
CON1:           MOV     A,@R0           ;R0=THBUF  , DHBUF
                ANL     A,#0F0H         ;R1=TASCBU , DASCBU
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R1,A
                MOV     A,@R0
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
                INC     R1
                MOV     @R1,A
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R3,CON1
                RET

        ;---------------- CONVERSE ASCII TO HEX -------------

A_T_H:          MOV     R3,#3
CON2:           MOV     A,@R0           ;R0=TASCBU , DASCBU
                ANL     A,#0FH          ;R1=THBUF  , DHBUF
                SWAP    A
                MOV     @R1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,@R1
                MOV     @R1,A
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R3,CON2
                RET

        ;--------------- DISPLAY  RTC  TO LCD ---------------

DIS_LCD:        MOV     R3,#2
DIS:            MOV     A,R0
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,@R1           ;DISPLAY HOUR
                LCALL   LCDWD
                INC     R1
                INC     R0
                MOV     A,R0
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,@R1
                LCALL   LCDWD
                INC     R0
                MOV     A,R0
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,CORON         ; : OR /
                LCALL   LCDWD
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R3,DIS
                MOV     A,R0
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,@R1
                LCALL   LCDWD
                INC     R0
                INC     R1
                MOV     A,R0
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,@R1
                LCALL   LCDWD
                RET

        ;---------------- CHECK MESSAGE --------------------

MESS:           MOV     DPTR,#PAGE18
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#5
                LCALL   DELAY
MESS1:          MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#31H,MESS2    ;PRESS 1 GO TO ALL
                MOV     R5,#01H
                MOV     P_AT,R5
                LJMP    P_TODAY
MESS2:          CJNE    A,#32H,MESS3    ;PRESS 2 GO TO TODAY
                MOV     R5,#02H
                MOV     P_AT,R5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LJMP    P_ALL
MESS3:          CJNE    A,#33H,MESS1      ;PRESS 3 EXIT
MESS_E:         MOV     A,#01H
                LCALL   LCDWI
                LJMP    EE_

        ;------ SCAN KEY ON PORTC (PCH = OUT, PCL = IN) ------

SCAN:           PUSH    00H
                PUSH    01H
                MOV     R0,#01111111B     ;START COLUMN 1
                MOV     R1,#04H           ; 4 COLUMN
SCAN1:          MOV     DPTR,#PORTC1
                MOV     A,R0
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   KDELAY
INKEY:          MOV     DPTR,#PORTC1
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                CJNE    A,#0FH,KEY
                MOV     A,R0
                RR      A
                MOV     R0,A
                DJNZ    R1,SCAN1
                POP     01H
                POP     00H
                RET
KEY:            MOV     KEYBUF,A          ;SAVE AT 48H
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                CJNE    A,48H,KEY
                LCALL   CHECK
                POP     01H
                POP     00H
                RET

        ;---------------- CHECK  KEY ------------------------

CHECK:          MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
ROW1:           CJNE    A,#07H,ROW2       ;CHECK ROW1
                MOV     DPTR,#ASCII
                SJMP    COL1
ROW2:           CJNE    A,#0BH,ROW3       ;CHECK ROW2
                MOV     DPTR,#ASCII+4
                SJMP    COL1
ROW3:           CJNE    A,#0DH,ROW4       ;CHECK ROW3
                MOV     DPTR,#ASCII+8
                SJMP    COL1
ROW4:           CJNE    A,#0EH,BACK       ;CHECK ROW4
                MOV     DPTR,#ASCII+12
                SJMP    COL1
BACK:           RET

        ;------------------ CHECK COLUMN ------------------

COL1:           MOV     A,R0
                ANL     A,#0F0H
                CJNE    A,#70H,COL2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     KEYMEM,A
                RET
COL2:           CJNE    A,#0B0H,COL3
                CLR     A
                INC     DPTR
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     KEYMEM,A
                RET
COL3:           CJNE    A,#0D0H,COL4
                CLR     A
                INC     DPTR
                INC     DPTR
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     KEYMEM,A
                RET
COL4:           CJNE    A,#0E0H,CHECK
                INC     DPTR
                INC     DPTR
                INC     DPTR
                CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     KEYMEM,A
                RET

;------------------ CHECK KEY MENU ------------------
MENU:           MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#4DH,EE_
M_:             MOV     DPTR,#PAGE19
                LCALL   LCDLD
M1:             LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#31H,K2       ;IF NOT 1 GO TO 2
                LJMP    SETMODE
K2:             CJNE    A,#32H,SUM      ;IF NOT 2 GO TO +
                LJMP    MESS
SUM:            CJNE    A,#2DH,M1
                MOV     DPTR,#PAGE20
                LCALL   LCDLD
M2:             LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#2BH,M2_1
                MOV     KEYMEM,#00H
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
                SJMP    M_
M2_1:           CJNE    A,#33H,M2_2
                LJMP    BILL_M
M2_2:           CJNE    A,#34H,M2_5     ;IF 4 CONTROL ELEC.
                LJMP    ELEC
M2_5:           CJNE    A,#35H,M2       ;IF 5  GO TO EXIT
EE_:            MOV     A,#01H
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,#00001110B
                LCALL   LCDWI
                MOV     DPTR,#PAGE17
                LCALL   LCDLD
                LJMP    EEM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ;------------------ SETTING MODE ----------------------

SETMODE:        MOV     DPTR,#PAGE21
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
SET0:           MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#31H,SET1       ;PUSH 1 GOTO SET TIME
                LJMP    TD_INIT
SET1:           CJNE    A,#32H,SET2       ;PUSH 2 GOTO SET PWD
                LJMP    SETPASS
SET2:           CJNE    A,#33H,SET3       ;PUSH 3 GOTO SET RING
                LJMP    SETRING
SET3:           CJNE    A,#4DH,SET0
                LJMP    MENU

        ;------------------- SET PASSWORD --------------------

SETPASS:        MOV     DPTR,#PAGE25
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#00001111B
                LCALL   LCDWI
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#0C4H           ;SET ADDRESS CURSER
                LCALL   LCDWI
                MOV     R1,#0C4H
                MOV     R0,#PASSMEM1
                MOV     R5,#04H
SETPASS1:       MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#4DH,SETPASS2   ; NOT MENU
                SJMP    SETPASS1
SETPASS2:       CJNE    A,#2BH,SETPASS3   ; NOT +
                SJMP    SETPASS1
SETPASS3:       CJNE    A,#2DH,SETPASS4   ; NOT -
                SJMP    SETPASS1
SETPASS4:       CJNE    A,#7FH,SETPASS5   ; NOT ENTER
                SJMP    SETPASS1
SETPASS5:       CJNE    A,#00H,SET_P1
                SJMP    SETPASS1
SET_P1:         ANL     A,#0FH
                MOV     @R0,A
                MOV     R2,#02H
                LCALL   DELAY
                INC     R0                ;SHIFT RAM ADDRESS
                INC     R1
                MOV     A,R1              ;SHIFT CURSER
                LCALL   LCDWI
                DJNZ    R5,SETPASS1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ;---------------- COMPARE PASSWORD ------------------

COMPARE_P:      MOV     DPTR,#PASSWD
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,4BH,COMP_F      ;CHECK PASSWORD
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,4CH,COMP_F
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,4DH,COMP_F
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,4EH,COMP_F
                SJMP    COMP_T
COMP_F:         MOV     DPTR,#PAGE27
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
                LJMP    EE_

        ;---------------- ENTER NEW PASWORD -----------------

COMP_T:         MOV     A,#94H
                LCALL   LCDWI
                MOV     R1,#94H
                MOV     R0,#PASSMEM1
                MOV     R6,#02H
SETPASS11:      MOV     R5,#04H
SETPASS6:       MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#4DH,SETPASS7   ; NOT MENU
                SJMP    SETPASS6
SETPASS7:       CJNE    A,#2BH,SETPASS8   ; NOT +
                SJMP    SETPASS6
SETPASS8:       CJNE    A,#2DH,SETPASS9   ; NOT -
                SJMP    SETPASS6
SETPASS9:       CJNE    A,#7FH,SETPASS10  ; NOT ENTER
                SJMP    SETPASS6
SETPASS10:      CJNE    A,#00H,SET_P2
                SJMP    SETPASS6
SET_P2:         ANL     A,#0FH
                MOV     @R0,A
                MOV     R2,#02H
                LCALL   DELAY
                INC     R0                ;SHIFT RAM ADDRESS
                INC     R1
                MOV     A,R1              ;SHIFT CURSER
                LCALL   LCDWI
                DJNZ    R5,SETPASS6
                MOV     R0,#PASSMEM2
                MOV     A,#0D6H
                LCALL   LCDWI
                MOV     R1,#0D6H
                DJNZ    R6,SETPASS11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ;---------------- COMPARE NEW PASSWORD --------------

COMPARE_P1:     MOV     A,4FH
                CJNE    A,4BH,COMP_F1     ;CHECK PASSWORD
                MOV     A,50H
                CJNE    A,4CH,COMP_F1
                MOV     A,51H
                CJNE    A,4DH,COMP_F1
                MOV     A,52H
                CJNE    A,4EH,COMP_F1
                SJMP    COMP_T1
COMP_F1:        MOV     DPTR,#PAGE27
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
                LJMP    EE_

        ;-------------- SEND NEW PASSWORD TO RAM -------------

COMP_T1:        MOV     DPTR,#PAGE28
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
                MOV     R3,#04H
                MOV     DPTR,#PASSWD
                MOV     R0,#PASSMEM1
SEND_PASS:      MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R3,SEND_PASS
                LJMP    EE_

        ;--------------------- SET RING ----------------------

SETRING:        MOV     DPTR,#PAGE26
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#03H
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#00001100B
                LCALL   LCDWI
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#94H            ;SET ADDRESS CURSER
                LCALL   LCDWI
                MOV     DPTR,#R_COUNT
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#30H
                LCALL   LCDWD
SETRING1:       MOV     A,#0D4H
                LCALL   LCDWI
                MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     A,KEYMEM
                CJNE    A,#4DH,SETRING2   ; NOT MENU
                SJMP    SETRING1
SETRING2:       CJNE    A,#2BH,SETRING3   ; NOT +
                SJMP    SETRING1
SETRING3:       CJNE    A,#2DH,SETRING4   ; NOT -
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    SETRING1
SETRING4:       CJNE    A,#00H,SETRING5  ; NOT PRESS KEY
                SJMP    SETRING1
SETRING5:       CJNE    A,#23H,SETRING6  ; NOT *
                SJMP    SETRING1
SETRING6:       CJNE    A,#2AH,SETRING7  ; NOT #
                SJMP    SETRING1
SETRING7:       CJNE    A,#7FH,SET_R1    ; NOT ENTER
                LJMP    EE_
SET_R1:         ANL     A,#0FH
                MOV     DPTR,#R_COUNT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,KEYMEM
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#02H
                LCALL   DELAY
                SJMP    SETRING1

        ;-------------------- CONTROL ELETRIC ----------------

ELEC:           MOV     DPTR,#PAGE31
                LCALL   LCDLD
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#0DAH
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,#00001111B
                LCALL   LCDWI
ELEC1:          MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     R3,KEYMEM
                CJNE    R3,#2AH,ELEC_E   ;CHECK #
                AJMP    ELECOFF
ELEC_E:         CJNE    R3,#7FH,ELECON   ;CHECK ENTER
                LJMP    EE_
ELECON:         CJNE    R3,#23H,ELEC1    ;CHECK *

        ;-------------------- ON ELECTRIC --------------------

                MOV     A,#6FH           ;DISPLAY ON
                LCALL   LCDWD
                MOV     A,#6EH
                LCALL   LCDWD
ON:             MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     R3,KEYMEM
                MOV     DPTR,#ELECTRIC
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    R3,#31H,ON2      ;CHECK ON1
                SETB    0E0H
                SJMP    ON_E
ON2:            CJNE    R3,#32H,ON3      ;CHECK ON2
                SETB    0E1H
                SJMP    ON_E
ON3:            CJNE    R3,#33H,ON4      ;CHECK ON3
                SETB    0E2H
                SJMP    ON_E
ON4:            CJNE    R3,#34H,ON5      ;CHECK ON4
                SETB    0E3H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    ON_E
ON5:            CJNE    R3,#35H,ON6         ;CHECK ON5
                SETB    0E4H
                SJMP    ON_E
ON6:            CJNE    R3,#36H,ON7         ;CHECK ON6
                SETB    0E5H
                SJMP    ON_E
ON7:            CJNE    R3,#37H,ON8         ;CHECK ON7
                SETB    0E6H
                SJMP    ON_E
ON8:            CJNE    R3,#38H,ON_S
                SETB    0E7H
                SJMP    ON_E
ON_S:           AJMP    ON
ON_E:           MOV     DPTR,#ELECTRIC      ;SEND ON NUMBER
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTA3
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,R3
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                LJMP    ELEC

        ;-------------------- OFF ELECTRIC ------------------

ELECOFF:        MOV     A,#6FH              ;DISPLAY OFF
                LCALL   LCDWD
                MOV     A,#66H
                LCALL   LCDWD
                MOV     A,#66H
                LCALL   LCDWD
OFF:            MOV     KEYMEM,#00H
                LCALL   SCAN
                MOV     R3,KEYMEM
                MOV     DPTR,#ELECTRIC
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    R3,#31H,OFF2        ;CHECK OFF1
                CLR     0E0H
                SJMP    OFF_E
OFF2:           CJNE    R3,#32H,OFF3        ;CHECK OFF2
                CLR     0E1H
                SJMP    OFF_E
OFF3:           CJNE    R3,#33H,OFF4        ;CHECK OFF3
                CLR     0E2H
                SJMP    OFF_E
OFF4:           CJNE    R3,#34H,OFF5        ;CHECK OFF4
                CLR     0E3H
                SJMP    OFF_E
OFF5:           CJNE    R3,#35H,OFF6        ;CHECK OFF5
                CLR     0E4H
                SJMP    OFF_E
OFF6:           CJNE    R3,#36H,OFF7        ;CHECK OFF6
                CLR     0E5H
                SJMP    OFF_E
OFF7:           CJNE    R3,#37H,OFF8        ;CHECK OFF7
                CLR     0E6H
                SJMP    OFF_E
OFF8:           CJNE    R3,#38H,OFF_S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     0E7h
                SJMP    OFF_E
OFF_S:          LJMP    OFF
OFF_E:          MOV     DPTR,#ELECTRIC   ;SEND OFf NUMBER
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTA3
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,R3
                LCALL   LCDWD
                MOV     R2,#01H
                LCALL   DELAY
                LJMP    ELEC

        ;---------------------- LCDDIS -----------------------

LCDLD:          MOV     A,#80H
                LCALL   LCDLDS
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   LCDLDS
                MOV     A,#90H
                LCALL   LCDLDS
                MOV     A,#0D0H
                LCALL   LCDLDS
                RET
LCDLDS:         PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                LCALL   LCDWI            ;WRITE ADDRESS
                POP     DPL
                POP     DPH
                MOV     R2,#16           ;16 CHAR.
LCDLDS1:        CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                LCALL   LCDWD            ;WRITE DATA
                POP     DPL
                POP     DPH
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,LCDLDS1
                RET

        ;---------------------- LCDWI ------------------------

LCDWI:          MOV     DPTR,#PORTA1     ;DATA TO PORTA
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTB1     ;PB READ MODIFY WRITE
                MOVX    A,@DPTR
                CLR     ACC.0            ;RS=0
                CLR     ACC.1            ;R/W=0
                CLR     ACC.2            ;ENABLE=0
                MOVX    @DPTR,A
                SETB    ACC.2            ;ENABLE=1
                MOVX    @DPTR,A
                CLR     ACC.2            ;ENABLE=0
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#0             ;DELAY
LCDWI1:         DEC     A
                JNZ     LCDWI1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ;---------------------- LCDWD -------------------------

LCDWD:          MOV     DPTR,#PORTA1        ;DATA TO PORTA
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTB1        ;PB READ MODIFY WRITE
                MOVX    A,@DPTR
                SETB    ACC.0               ;RS=1
                CLR     ACC.1               ;R/W=0
                CLR     ACC.2               ;ENABLE=0
                MOVX    @DPTR,A
                SETB    ACC.2               ;ENABLE=1
                MOVX    @DPTR,A
                CLR     ACC.2               ;ENABLE=0
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#0                ;DELAY
LCDWD1:         DEC     A
                JNZ     LCDWD1
                RET

        ;------------------ PASSWORD_CHECK ------------------

PWD:            MOV     DPTR,#PAGE12
                LCALL   LCDLD
                MOV     R6,#00H             ;R6 IS NUMBER COUNTER
                MOV     R1,#BUFF_N          ;BUFF_N=30H
PWD1:           LCALL   DTMF_IN
                LCALL   BUFF_PW
                INC     R6
                CJNE    R6,#04H,PWD1
                MOV     R1,#BUFF_N          ;ADD.NUMBER IN BUFFER
                MOV     DPTR,#PASSWD        ;ADDRESS PASSWORD
PWD2:           MOVX    A,@DPTR
                SUBB    A,@R1
                CJNE    A,#00H,PWD_NO
                INC     DPTR
                INC     R1
                DEC     R6
                CJNE    R6,#00H,PWD2
                RET
PWD_NO:         MOV     DPTR,#PAGE13
                LCALL   LCDLD
                MOV     R6,#32H
                MOV     R7,#39H
                LCALL   PLAY1
                LJMP    PWD
BUFF_PW:        MOV     A,R5                ;WRITE NUM TO BUFFER
                MOV     @R1,A
                INC     R1
                RET

        ;---------------------- DELAY TIME --------------------

                ;----------------- 20mS ---------------
TDELAY:         NOP
                RET
KDELAY:         NOP
                NOP
                MOV     R4,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D:              DJNZ    R4,$
                RET

                ;------- 0.143 Sec-36.62 Sec -----------

DELAY:          MOV     R3,#00H         ;DELAY 0.143SEC(#01H)
                                        ;MAX=36.62 SEC (#00H)
LOOP1:          MOV     R4,#00H
                DJNZ    R4,$
                DJNZ    R3,LOOP1
                DJNZ    R2,DELAY
                RET
DELAY1:         MOV     R3,#00H         ;DELAY 5.62 SEC(#01H)
                                        ;MAX=0.143SEC (#00H)
                DJNZ    R3,$
                DJNZ    R2,DELAY1
                RET

        ;-------------- PROGRAM ANSWER_RECORD ---------------

                ;--------- PLAY PROGRAM --------------
                ;ADD ISD #1=39H,#2=35H,#3=2DH,#4=1DH
                ;R6=ADD , R7=ISD

                ;---------- PLAY ISD #1  ------------

PLAY1:          MOV     A,#3FH          ;SET INITIAL PORTB
                LCALL   SET_P
                MOV     A,R6            ;SET ADDRESS #5
                LCALL   SET_ADD
                MOV     A,#3DH
                LCALL   SET_P
                MOV     A,R7
                LCALL   SET_P           ;#3=2D   #4=1D;
                MOV     A,#3DH          ;SET CE=1
                LCALL   SET_P
                LCALL   CK_EOM1
                RET

                ;------------ PLAY 15 MESSAGE --------

PLAY2:          MOV     A,#3FH          ;SET INITIAL FOR
                LCALL   SET_P           ;PLAYBACK
                MOV     A,R6            ;SET ADDRESS
                LCALL   SET_ADD
                MOV     A,#3DH
                LCALL   SET_P
                MOV     A,R7
                LCALL   SET_P
                MOV     A,#3DH
                LCALL   SET_P
                LCALL   CK_EOM2
                RET
SET_ADD:        MOV     DPTR,#PORTA4    ;SET ADD:#1=00
MOVX    @DPTR,A         ;#2=1E   #3=3C
                RET                     ;#4=5A   #5=78
SET_P:          MOV     DPTR,#PORTB4    ;SET  PLAYBACK/RECORD
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,#04H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   DELAY
                RET

                ;----- SUB PLAYBACK FOR CHECK MESSAGE -------

P_TODAY:        LCALL   D_READ
                MOV     A,#01H
                LCALL   LCDWI
                MOV     DPTR,#REC       ;0006H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R6,A            ;R6=ADDRESS
                INC     DPTR            ;0007H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R7,A            ;R7=ISD RECORD NOW
                INC     R7              ;R7+1 FOR PLAY NOW
                INC     DPTR            ;0008H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A            ;R0=DPH
                INC     DPTR            ;0009H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A            ;R1=DPL
                MOV     B,A
TODAY:          MOV     A,B
                ADD     A,#03H
                MOV     DPL,A
                MOV     DPH,#00H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A
                MOV     R0,#DHBUF
                MOV     A,@R0
                SUBB    A,R1
                CJNE    A,#00H,END_MESG
                LCALL   PLAY_R
                LJMP    TODAY
P_ALL:          MOV     R5,#00H
                MOV     A,#01H
                LCALL   LCDWI
                MOV     DPTR,#REC       ;0006H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R6,A            ;R6=ADDRESS
                INC     DPTR            ;0007H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R7,A            ;R7=ISD RECORD NOW
                INC     R7              ;R7+1 FOR PLAY NOW
                INC     DPTR            ;0008H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A            ;R0=DPH
                INC     DPTR            ;0009H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A            ;R1=DPL
                MOV     B,A
P_ALL1:         LCALL   PLAY_R
                INC     R5
                CJNE    R5,#0FH,P_ALL1
END_MESG:       MOV     DPTR,#PAGE16
                LCALL   LCDLD
                MOV     R6,#78H
                MOV     R7,#39H
                LCALL   PLAY1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R2,#0FH
                LCALL   DELAY
                LJMP    MAIN
PLAY_R:         MOV     A,#0CH
                LCALL   LCDWI
                MOV     R2,#02H
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#01H
                LCALL   LCDWI
                MOV     R2,#02H
                LCALL   DELAY
                MOV     R2,#03H         ;R2=3 TIMES TIME
                MOV     DPH,#00H
                MOV     DPL,B
                MOV     R0,#TASCBU
CON11:          MOVX    A,@DPTR         ;START ADD DATA REC
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R2,CON11
                MOV     R2,#03H         ;R2=3 TIMES DATE
                MOV     R0,#DASCBU      ;R0=DATE ASCII BUFF
CON12:          MOVX    A,@DPTR         ;START ADD DATA REC
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R2,CON12
                MOV     A,P_AT
                CJNE    A,#01H,PG_15
PG_14:          MOV     DPTR,#PAGE14
                LCALL   LCDLD
                SJMP    CO_RON
PG_15:          MOV     DPTR,#PAGE15
                LCALL   LCDLD
                SJMP    CO_RON
CO_RON:         MOV     CORON,#3AH
                MOV     R0,#0D4H
                MOV     R1,#TASCBU
                LCALL   DIS_LCD
                MOV     CORON,#2FH
                MOV     R0,#094H
                MOV     R1,#DASCBU
                LCALL   DIS_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   PLAY2           ;START FOR MESSAGE #1
                MOV     A,B
                CJNE    A,#0AH,CHG1
                MOV     A,#5EH
                MOV     R1,A
                MOV     B,A
CON_122:        CJNE    R6,#00H,PLAYER1
                MOV     R6,#78H
                CJNE    R7,#1DH,PLAYER2
                MOV     R7,#2DH
                RET
CHG1:           SUBB    A,#06H
                MOV     R1,A
                MOV     B,A
                LJMP    CON_122
PLAYER1:        MOV     A,R6
                SUBB    A,#1EH
                MOV     R6,A
                RET
PLAYER2:        CJNE    R7,#2DH,PLAYER3
                MOV     R7,#35H
                RET
PLAYER3:        MOV     R7,#1DH
                RET

                ;-----  SUB RECORD FOR PRESENT----------

RECORD:         MOV     DPTR,#REC
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R6,A            ;R6=ADD
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R7,A            ;R7=ISD
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A            ;R0=DPH
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A            ;R1=DPL
                CJNE    R1,#5EH,CHG
                MOV     R1,#0AH
                MOV     B,R1
                LJMP    REC0
CHG:            MOV     A,R1
                ADD     A,#06H
                MOV     R1,A
                MOV     B,A
REC0:           MOV     DPH,R0          ;DPH=R0
                MOV     DPL,R1          ;DPL=R1
                MOV     R2,#00H
                MOV     R0,#THBUF
REC00:          MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                INC     R2
                CJNE    R2,#06H,REC00
                CJNE    R6,#78H,REC1
                MOV     R6,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    R7,#34H,REC01
                MOV     R7,#2CH
                LJMP    REC_R
REC01:          CJNE    R7,#2CH,REC02
                MOV     R7,#1CH
                LJMP    REC_R
REC02:          MOV     R7,#34H
                LJMP    REC_R
REC1:           MOV     A,R6
                ADD     A,#1EH
                MOV     R6,A
REC_R:          MOV     A,#3CH          ;SET MODE RECORD PD=0
                LCALL   SET_P
                MOV     A,R6
                LCALL   SET_ADD
                MOV     A,R7            ;#1=38H,#2=34
                LCALL   SET_P           ;#3=2CH,#4=1CH
                MOV     R2,#76H         ;REC FOR 18 SEC
                LCALL   DELAY
                MOV     A,#3CH          ;STOP  REC
                LCALL   SET_P
REC_NOW:        MOV     DPTR,#REC       ;0006H
                MOV     A,R6
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR            ;0007H
                MOV     A,R7
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR            ;0008H
                MOV     R0,#00H
                MOV     A,R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR            ;0009H
                MOV     A,B
                MOVX    @DPTR,A
                RET
CK_EOM1:        MOV     DPTR,#PORTC4
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#03H
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#01,CK_EOM1  ;02=EOM2    01=EOM1
                MOV     A,#3FH
                LCALL   SET_P
                RET
CK_EOM2:        MOV     DPTR,#PORTC4
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#03H
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#02,CK_EOM2  ;02=EOM2    01=EOM1
                MOV     A,#3FH
                LCALL   SET_P
                RET

;******************** DATA DISPLAY LCD ************************

PAGE1:          DB      "   FACILITIES   "
                DB      " VIA  TELEPHONE "
                DB      "      1998      "
                DB      "TELECOM. PROJECT"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAGE2:          DB      "----------------"
                DB      "   ..SYSTEM..   "
                DB      "      O.K.      "
                DB      "----------------"

PAGE3:          DB      "----------------"
                DB      "  Conversation  "
                DB      "----------------"
                DB      "                "

PAGE4:          DB      "----------------"
                DB      " Incoming Call  "
                DB      "----------------"
                DB      "                "

PAGE5:          DB      "----------------"
                DB      " Auto Answering "
                DB      "----------------"
                DB      "                "

PAGE6:          DB      "----------------"
                DB      "  *** MODE ***  "
                DB      "    Recording   "
                DB      "----------------"

PAGE7:          DB      "----------------"
                DB      "  *** MODE ***  "
                DB      "Control Electric"
                DB      "----------------"

PAGE8:          DB      "----------------"
                DB      "  *** MODE ***  "
                DB      "   Play Back    "
                DB      "----------------"

PAGE9:          DB      "----------------"
                DB      " Outgoing Call  "
                DB      "----------------"
                DB      "                "

PAGE10:         DB      "----------------"
                DB      "    Busy...     "
                DB      "----------------"
                DB      "                "

PAGE11:         DB      "----------------"
                DB      " Connecting...  "
                DB      "----------------"
                DB      "                "

PAGE12:         DB      "----------------"
                DB      " Enter password "
                DB      "----------------"
                DB      "                "
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAGE13:     DB      "----------------"
            DB      "   Incorrect    "
            DB      "  Try again...  "
            DB      "----------------"

PAGE14:     DB      " Messages today "
            DB      "----------------"
            DB      "                "
            DB      "                "

PAGE15:     DB      "  Messages all  "
            DB      "----------------"
            DB      "                "
            DB      "                "

PAGE16:     DB      "----------------"
            DB      " End of Message "
            DB      "----------------"
            DB      "                "

PAGE17:     DB      "    TELECOM.    "
            DB      "----------------"
            DB      "                "
            DB      "                "

PAGE18:     DB      "   Check  Mesg. "
            DB      "  1.Today       "
            DB      "  2.All         "
            DB      "  3.Exit        "

PAGE19:     DB      "  *** MENU ***  "
            DB      "----------------"
            DB      " 1.Set Mode     "
            DB      " 2.Check Mesg.=>"

PAGE20:     DB      "  *** MENU ***  "
            DB      " 3.Bill Mode    "
            DB      " 4.Control Elec."
            DB      " 5.Exit      <="

PAGE21:     DB      "*** Set Mode ***"
            DB      " 1.Time-Date    "
            DB      " 2.Password     "
            DB      " 3.Ringing      "

PAGE22:     DB      " Messages  Mode "
            DB      "----------------"
            DB      " 1.Today        "
            DB      " 2.All          "

PAGE23:     DB      "   Data Mode    "
            DB      "----------------"
            DB      " 1.Total Price  "
            DB      " 2.Detail Price "
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAGE24:     DB    "   Time-Date    "
            DB    "----------------"
            DB    "                "
            DB    "                "

PAGE25:     DB    "*** Password ***"
            DB    "Old:            "
            DB    "New:            "
            DB    "Retry:          "

PAGE26:     DB    "  Ring Counter  "
            DB    "----------------"
            DB    "Old:            "
            DB    "New:            "

PAGE27:     DB    "----------------"
            DB    "    PASSWORD    "
            DB    "     WRONG      "
            DB    "----------------"

PAGE28:     DB    "----------------"
            DB    "  NEW PASSWORD  "
            DB    "      O.K.      "
            DB    "----------------"

PAGE29:     DB    "Phone           "
            DB    "Start           "
            DB    "Stop            "
            DB    "Price       Baht"

PAGE30:     DB    "Phone           "
            DB    "Date            "
            DB    "Time            "
            DB    "Price       Baht"

PAGE31:     DB    "On/Off Electric "
            DB    " Press *  on    "
            DB    " Press #  off   "
            DB    " Number :       "

PAGE32:     DB    "                "
            DB    "Price=      Baht"
            DB    "                "
            DB    "                "

PAGE33:     DB    "    Data Mode   "
            DB    "----------------"
            DB    "1.Total Price   "
            DB    "2.Detail Price  "

PAGE34:     DB    "    CHOOSE      "
            DB    "----------------"
            DB    "1.Messages today"
            DB    "2.Message all   "
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAGE35:         DB      "----------------"
                DB      "Month..         "
                DB      "Price=      Baht"
                DB      "----------------"

PAGE36:         DB      "----------------"
                DB      "  End of data   "
                DB      "----------------"
                DB      "                "

PAGE37:         DB      "----------------"
                DB      "  Over of data  "
                DB      "----------------"
                DB      "                "

ASCII:          DB       31H,32H,33H,4DH
                DB       34H,35H,36H,2BH
                DB       37H,38H,39H,2DH
                DB       23H,30H,2AH,7FH

END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD®

ภาคผนวก ค.

STAND-ALONE/PARALLEL INTERFACE PRODUCTS

Using the Device

CHIP ENABLE INITIATED RECORD AND PLAYBACK CYCLES (ISD1000A, ISD2500)

The ISD data sheets describe a $\overline{CE}$ initiated Record and playback cycle. The designer sets the PD pin LOW to power up the device, sets up the address and P/$\overline{R}$ pins, waits T_{PUD}, and then drops $\overline{CE}$. The device then operates as desired. Once $\overline{CE}$ has fallen, the device ignores further transitions on the address and P/$\overline{R}$ pins. When PD has been LOW more than T_{PUD} before address and P/$\overline{R}$ pins are changed, these pins must be stable T_{SET} time before $\overline{CE}$ falls (T_{SET} is always very much shorter than T_{PUD}).

RECORD

$\overline{CE}$ controls start and stop of a Record cycle. The falling edge of $\overline{CE}$ starts Record and the rising edge stops Record within 12.5 to 37.5 msec. This time is utilized by the chip to complete programming cycles that may be under way.

PLAYBACK

A momentary LOW $\overline{CE}$ (at least T_{CE} long) initiates a playback cycle. After a playback cycle initiated by a momentary $\overline{CE}$ has been started, it will end one of three possible ways:

- The device reads an internal end of message (EOM) bit set HIGH. At this time, a T_{EOM} long $\overline{EOM}$ signal will be output while audio continues to be played out of the device. At the end of the $\overline{EOM}$ pulse, the audio output will cease.
- The device goes into the overflow condition (this assumes that an Operational Mode action is not under way; Operational Mode use of $\overline{EOM}$ will be covered later). $\overline{EOM}$ will go LOW and remain in that state. Audio output will continue for an additional T_{EOM} after $\overline{EOM}$ goes LOW. This means that the $\overline{EOM}$ signal actually goes LOW T_{EOM} before the device finishes playing its memory.
- A long Power-Down cycle is performed. If PD is held HIGH for at least T_{PUD} the playback cycle will be interrupted.

PD INITIATED RECORD AND PLAYBACK CYCLES (ISD1000A, ISD2500)

A Record or Playback cycle may be initiated by a falling PD. Address and P/$\overline{R}$ pins should be set up as desired and $\overline{CE}$ held LOW. When PD is changed to a LOW, the appropriate cycle will begin T_{PUD} after PD falls.

In this case, initially, the device will be powered down. When the PD pin is taken LOW, the device will "wake up" (i.e., come out of the Power-Down condition), read the current address and control pins, then execute the desired operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RECORD AND PLAYBACK CYCLES IN THE ISD1100/1200/1400 SERIES

The ISD1100/1200/1400 have a different interface than the ISD1000A and ISD2500. These devices do not have a PD pin. Power-down is always automatic. They also do not have $\overline{CE}$ or P/$\overline{R}$ pins. All operations start by changing state on a single input pin.

The ISD1100/1200/1400 interface consists of the following input pins: $\overline{REC}$, $\overline{PLAYE}$, $\overline{PLAYL}$. The only digital output is called $\overline{RECLED}$. Record is accomplished by holding the $\overline{REC}$ pin LOW for the duration of the Record. $\overline{RECLED}$ stays LOW during Record. Playback is started with a pulse on the $\overline{PLAYE}$ or "play edge" pin and will end with Automatic Power-Down when a set $\overline{EOM}$ or overflow is reached. $\overline{RECLED}$ pulses LOW momentarily at the end of the message. This pulse is an $\overline{EOM}$ pulse. The $\overline{PLAYL}$ or "play level" pin must be held LOW for the duration of the Playback. If it is taken back HIGH, Playback ceases. A $\overline{PLAYL}$ initiated Playback cycle will stop and Power-Down when a set EOM or overflow is reached even when the input is held LOW. Power-down is always automatic, regardless of how the Record or Playback cycle is ended.

The ISD1100 series has built in pull-up resistors on all three control inputs ($\overline{PLAYL}$, $\overline{PLAYE}$, and $\overline{REC}$). The presence of these on-chip resistors enables simple push buttons to control each input without other external components.

The ISD1100 series also has pull-up resistors on address lines A6 and A7 and pull-down resistors on A0 through A5. A Record or Playback Operation that begins with the address pins set in this manner will proceed exactly as if the device was addressed at address 0 with no Operational Mode set.

Additionally, the XCLK pin of the ISD1100 also has a pull-down resistor.

Care should be taken when using an ISD1100 series device in extremely LOW power applications. The input pins should not be continuously held "opposite" the associated on-chip resistor. Each pin with a pull-up or pull-down resistor has the potential for drawing approximately 50 μAmps of current when held at other than the correct supply voltage. For instance, if A6 and A7 were connected to V_{SS} in a circuit using an ISD1110, approximately 100 μAmps would be continuously dissipated. This current would be dissipated even when the device is powered down. The ISD1200 and ISD1400 devices do not have these pull-up or pull-down resistors.

CASCADING MULTIPLE DEVICES (ISD1000A, ISD2500)

Devices from several of the ISD device families may be cascaded together to enable the designer to achieve longer record and playback times. Both the ISD1000A series and the ISD2500 series have internal logic to enable the designer to easily cascade multiple devices. There is less than two microseconds of dropout when changing from device to device.

CASCADING THE ISD2500 SERIES

A complete cascading application for the ISD2500 series with a detailed explanation of its operation is included in the circuit example section that follows. There is also an explanation in the "Operational Modes" section under Application Information.

NOTE *The ISD2500 series includes additional logic to enable additional cascading features not provided in the ISD1000A series. This is covered in detail in the "Device Operation" under Application Information.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CASCADING THE ISD1000A SERIES

In brief, the operation of $\overline{CE}$ and $\overline{EOM}$ during cascade operation proceeds as follows:

1. Set up the Operational Mode for cascade (A2, A5, A6 and A7 all HIGH).
2. A Record or Playback cycle is started with $\overline{CE}$.
3. When the first device in the cascade goes into overflow to indicate it is at memory end, the $\overline{EOM}$ pin goes LOW to provide a $\overline{CE}$ signal to the next device in the cascade.
4. Following devices are enabled in the same manner down the line.

Audio processing in the cascade mode may be handled several different ways. The easiest application uses the first device's microphone preamplifier and it's ANA OUT output during record to drive the ANA IN pins of each device in the cascade circuit. During playback, the SP+ output is fed back to the preceding device's AUX input. The first device in the series is connected to a speaker and provides the audio output for the system. Other methods will be discussed in the applications section.

ADDRESSING ACROSS A MULTI-DEVICE BOUNDARY (ISD1000A, ISD2500)

Some users of the ISD analog storage devices may need more address space than provided in a single device. The following description discusses methods by which the ISD1000A series may be used to achieve additional storage space. A method of accomplishing this with the ISD2500 series is included in the "Circuit Examples" under Application Information.

ADDRESS ACROSS A MULTIDEVICE BOUNDARY USING THE ISD1000A SERIES

There are two ways to approach this application. The simpler solution occurs when any single message is short and it is possible to contain any given selection of messages within a single ISD1000A. In this case, each device is addressed individually and the short message to be played is selected as needed.

The more complicated application requires a message field that is totally independent of chip boundaries. The ISD1000A device combines two functions in the $\overline{EOM}$ output pin. These two functions are end-of-message indication and overflow. If the system using the ISD1000A can retain a time map of each word or phrase stored, it can arbitrate this signal and determine which condition is occurring. It is necessary to have a system time resolution of less than 25 ms to accomplish this. It may also be necessary to externally drive the ISD1000A device's clock to achieve proper time synchronization.

When the controlling logic or microprocessor determines that an overflow has occurred, it will immediately drop $\overline{CE}$ to the next ISD1000A so that the audio output can continue.

The Operational Mode used in the cascading application described in "Device Operation" cannot be used when addressing across a chip boundary. This is because Operational Mode and the addressing of individual messages do not coexist.

LOOPING CONSIDERATIONS

There are several applications that require continuous, or intermittent, looping of record or playback of audio sound effects, voice, etc. All ISD single-chip voice record/playback devices have the ability to perform this task either self-contained on-chip or with external logic. The circuit example section of this document includes several different applications that fit different requirements.

Two basic methods are used to loop record or playback ISD devices. The first method uses an Operational Mode to carry out the loop. Only a message that begins at address 000 (the beginning of the memory) and does not completely fill the memory may be looped this way with the ISD1000A devices. The memory may be completely full in the ISD1100/1200/1400 or ISD2500 series.

The second method uses external logic to create a looping condition. A signal from $\overline{EOM}$ or $\overline{RECLED}$ is used to pulse $\overline{CE}$ or $\overline{PLAYE}$ to start a new repetitive playback cycle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAKING IT SOUND LOUDER

Many applications for ISD devices use very small speakers, often less than two inches in diameter. The basic sampling system used by all ISD single-chip voice record/playback devices in itself supports a wide frequency response, only limited in low frequency by the value of the coupling capacitors in the microphone and ANA IN to ANA OUT circuits. Small speakers usually do not reproduce low frequencies well. The result is that a "full bandwidth" recording often does not sound very loud when played through such a speaker. Another way to look at this is that the low frequency components consume much of the output power of the ISD speaker driver. This power is not usable by a small speaker.

One method of recording "louder" signals that reproduce well through a small speaker is to limit the ISD device's low-end frequency response. This may easily be done by decreasing the size of the coupling capacitors used in the microphone circuit. The ISD1400 data sheet shows 0.1 μF capacitors connected to MIC and MIC REF. This value results in signals above 160 Hz being recorded without attenuation. A better choice for a small speaker system is to change these capacitors to 0.01 μF. This results in a low end pole of approximately 1500 HZ, sharply rolling off frequency response below this value.

The resulting recording will be made without the low frequencies that distort a small speaker. The relative "loudness" of the playback will be increased.

The circuit designer should try several values of capacitance to determine what is best for a specific application.

REALLY MAKING IT LOUDER

The on-chip speaker drivers present in all current ISD single chip voice record/playback devices have adequate power output for most applications. Some applications, however, need more speaker power than these chips provide. Fortunately, a number of manufacturers make single chip or single module speaker amplifiers that range from a few hundred milliwatts to 50 watts or more into an 8 Ω load.

Most of these speaker amplifier devices are supported by manufacturer's applications information that shows a single ended connection to the audio source. In the case of the ISD products, however, there are advantages to a balanced feed to the amplifier circuit. The potential pop resulting from a Power-Down cycle, for instance, may be avoided by driving the speaker amplifier from both SP+ and SP–. Fortunately, many of the available speaker driver products have an operational amplifier front end that includes a differential input.

The following two circuits demonstrate the general method that may be used to increase the speaker drive from ISD products.

NOTE *ISD customers are strongly encouraged to obtain the appropriate data sheet from the listed manufacturer to determine exact device specifications and the suitability of these devices in their specific application.*

USING THE NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION LM386 LOW VOLTAGE AUDIO POWER AMPLIFIER

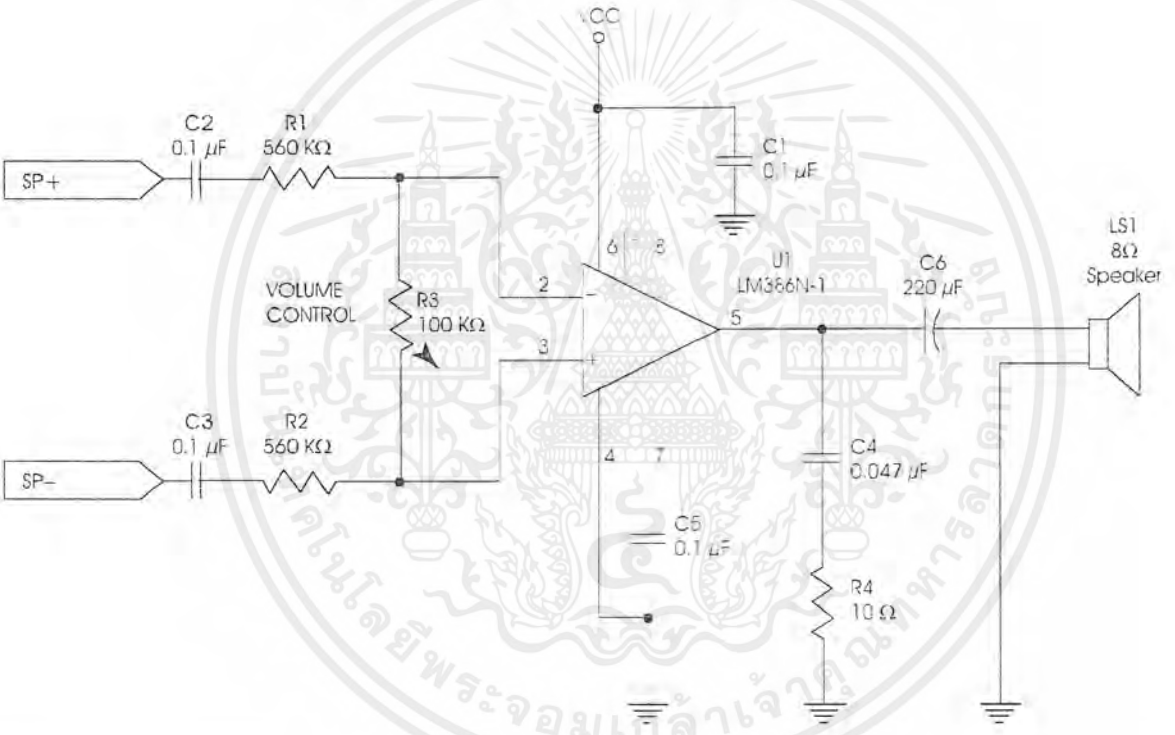
The NSC LM386 amplifier was designed for use in low voltage consumer applications. According to the NSC data sheet, it will operate over a voltage range of 4 to 12 volts or 5 to 18 volts. The voltage gain is adjustable from 20 to 200. At 6 volts the typical power output is 325 mW, at 9 volts it is 700 mW. (These numbers are at 10 percent THD.) In the circuit in Figure 1, the output level of the ISD device must be attenuated by resistors R1 and R2 before it can be applied to the inputs of the LM386. This is because the ISD device output leads are designed to drive a speaker directly to 12.5 mW. The voltage swing drives the LM386 into distortion if not reduced. At 5 volts, the value required is approximately 1 MΩ; at 9 volts the resistors can be at 560 KΩ. This is because the input pins of the LM386 have about a 50 KΩ to ground impedance, forming a voltage divider. Using 560 KΩ resistors and putting the 100 KΩ potentiometer R3 across the input pins creates a volume control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The LM386 data sheet includes various applications circuits, all single ended. To eliminate the "pop" that can occur with the ISD speaker outputs being used single ended, the LM386 is used differentially. This lets the common mode rejection of the LM386 reduce the "pop" considerably. Because the differential connection is DC isolated, the LM386 can be run at any voltage in its allowable range while the ISD device remains at 5 volts. This give the designer some options as far as required power output for the particular application.

In the example circuit in Figure 1, pins 1 and 8 are left open for minimum gain of 20 in the LM386N-1. Then a volume control is provided in the potentiometer (R3) across pins 2 and 3.

Figure 1: LM386 Speaker Driver



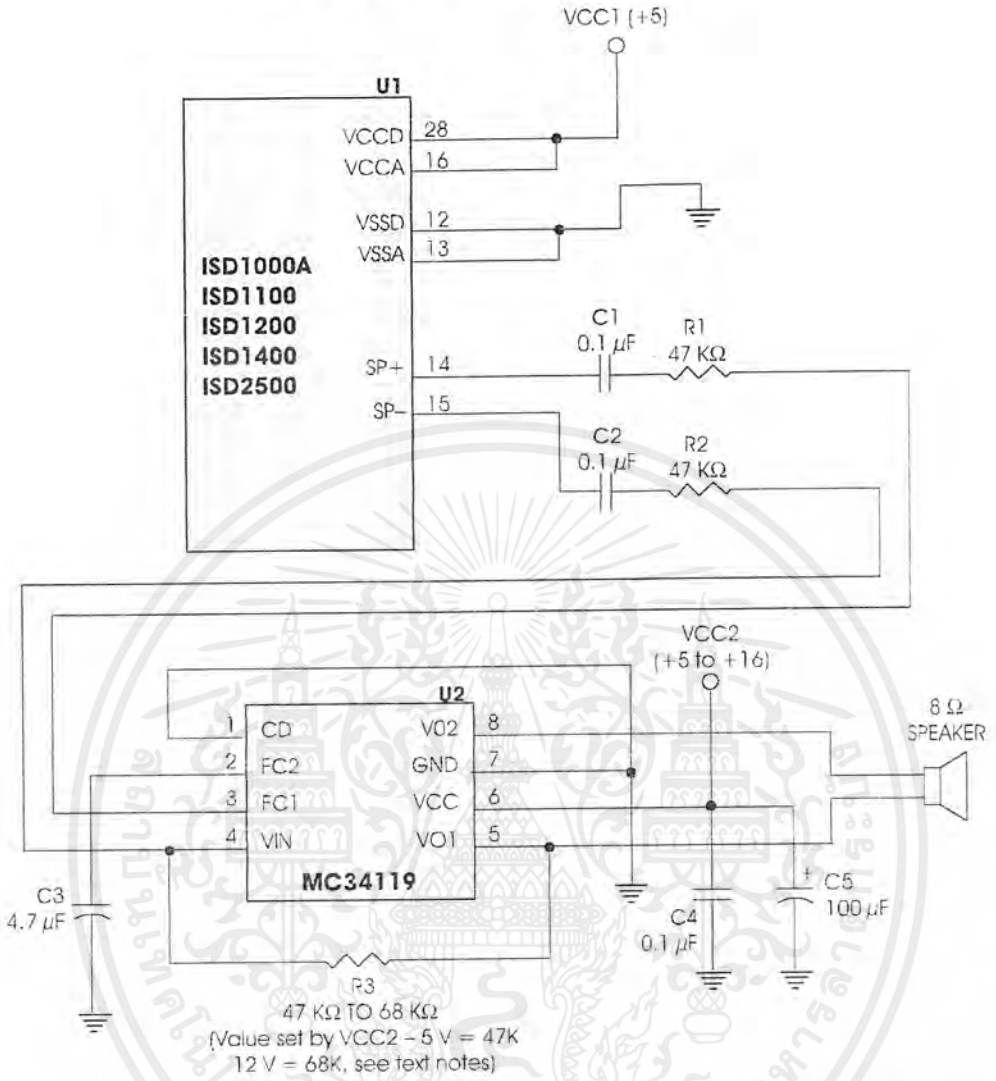
USING THE MOTOROLA MC34119 LOW-POWER AUDIO AMPLIFIER

The MC34119 low power audio amplifier integrated circuit, shown in Figure 2, was intended primarily for telephone applications. According to the Motorola data sheet, it operates over a voltage range from 2 to 16 volts and can supply up to 250 mW into a 32 Ω speaker. It can drive speaker loads down to 8 Ω. The MC34119 does not automatically power down. If the CD pin (pin 1) is taken to V_{CC}, however, the device will power down to typically less than 1/2 mA.

The circuit used with the MC34119 is similar to that used with the NSC device. The FC1 and VIN inputs are driven differentially from the ISD Speaker outputs. Speaker volume is set by adjusting the value of R3 which is a feedback resistor used to set gain in the MC34119. Care should be taken so that the Motorola amplifier's package power dissipation specification is not exceeded. The designer may wish to derive a control signal to drive the CD pin to lower circuit power consumption when not in use.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2: MC34119 Speaker Driver



WRITE ENDURANCE CONSIDERATIONS

Conventional EEPROM technology exhibits a long term failure mechanism defined by the term "Write Endurance." This means that each bit in the memory may be reliably erased and written only a certain number of times. Numbers commonly specified by EEPROM digital memory manufacturers for this phenomenon are 10^5 write cycles.

The ISD devices realistically exhibit a Write Endurance number of one to two orders of magnitude better than conventional EEPROM products for two reasons:

- The writing process used by ISD results in less stress on the memory cell. Digital EEPROMs program the cell with a large in-rush of current. This in effect "blasts" a "1" or "0" into the cell. The ISD devices meter small amounts of charge onto the cell during the closed loop writing sequence.
- A single cell failure during the programming of a digital EEPROM is devastating and renders the memory unusable. A single cell failure in a ISD device results in an imperceptible change in distortion. In fact, many random failures

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1202, DS1202S
Serial Timekeeping Chip

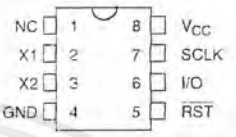
FEATURES

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

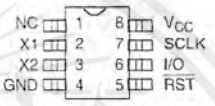
ORDERING INFORMATION

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

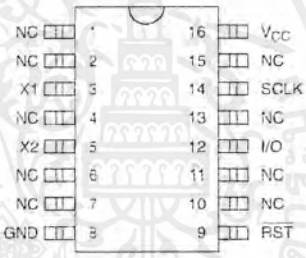
PIN ASSIGNMENT



8–PIN DIP



8–PIN SOIC (208 mil)



*8–PIN SOIC

PIN DESCRIPTION

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

DESCRIPTION

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

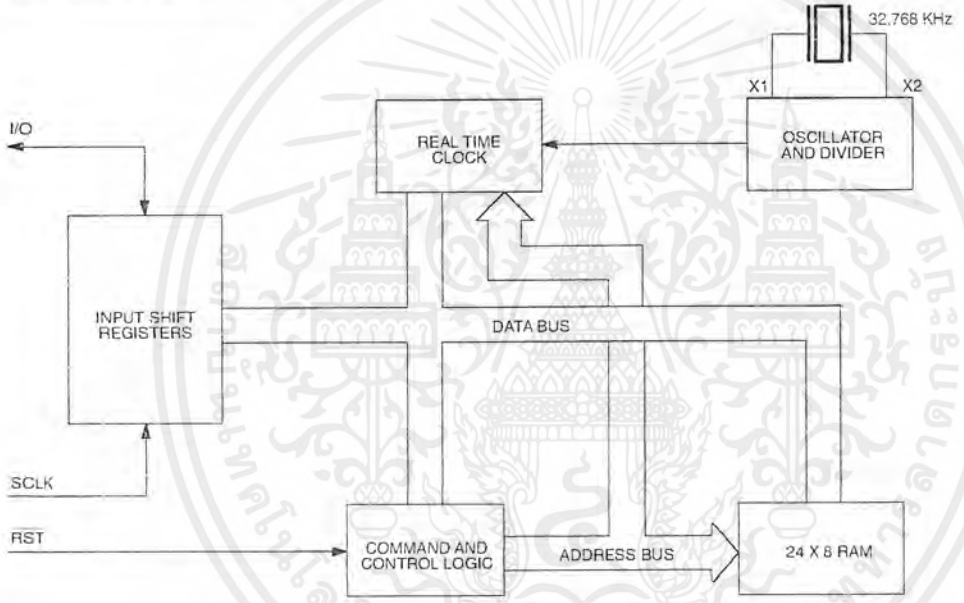
OPERATION

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

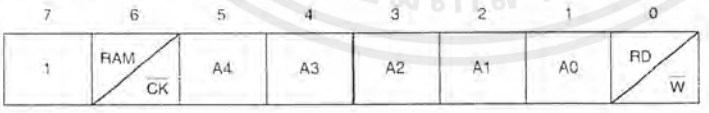
COMMAND BYTE

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

DS1202 BLOCK DIAGRAM Figure 1



ADDRESS/COMMAND BYTE Figure 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESET AND CLOCK CONTROL

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

DATA INPUT

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

DATA OUTPUT

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

BURST MODE

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

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

CLOCK/CALENDAR

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

CLOCK HALT FLAG

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

AM–PM/12–24 MODE

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

WRITE PROTECT BIT

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

CLOCK/CALENDAR BURST MODE

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

RAM

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

RAM BURST MODE

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER SUMMARY

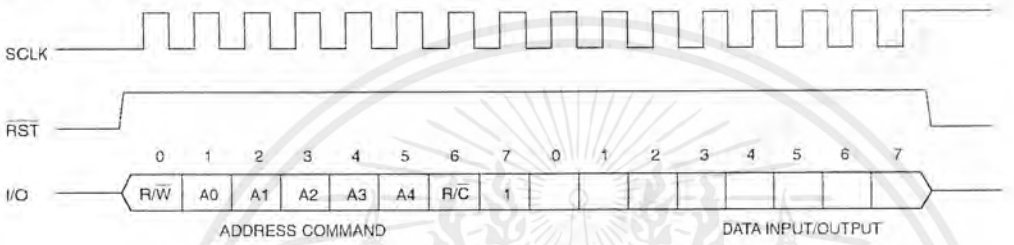
A register data format summary is shown in Figure 4.

CRYSTAL SELECTION

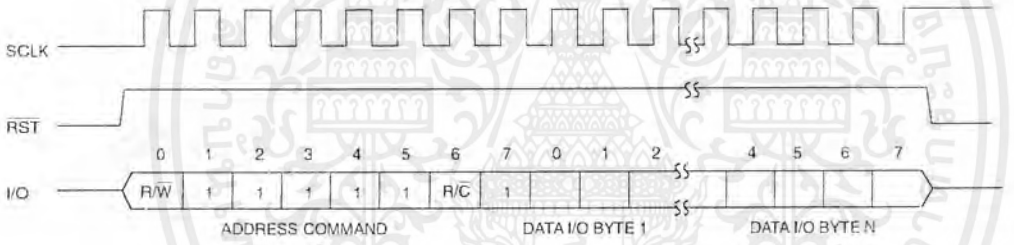
A 32.768 KHz crystal, can be directly connected to the DS1202 via pins 2 and 3 (X1, X2). The crystal selected for use should have a specified load capacitance (CL) of 6 pF. The crystal is connected directly to the X1 and X2 pins. There is no need for external capacitors or resistors. Note: X1 and X2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

DATA TRANSFER SUMMARY Figure 3

SINGLE BYTE TRANSFER



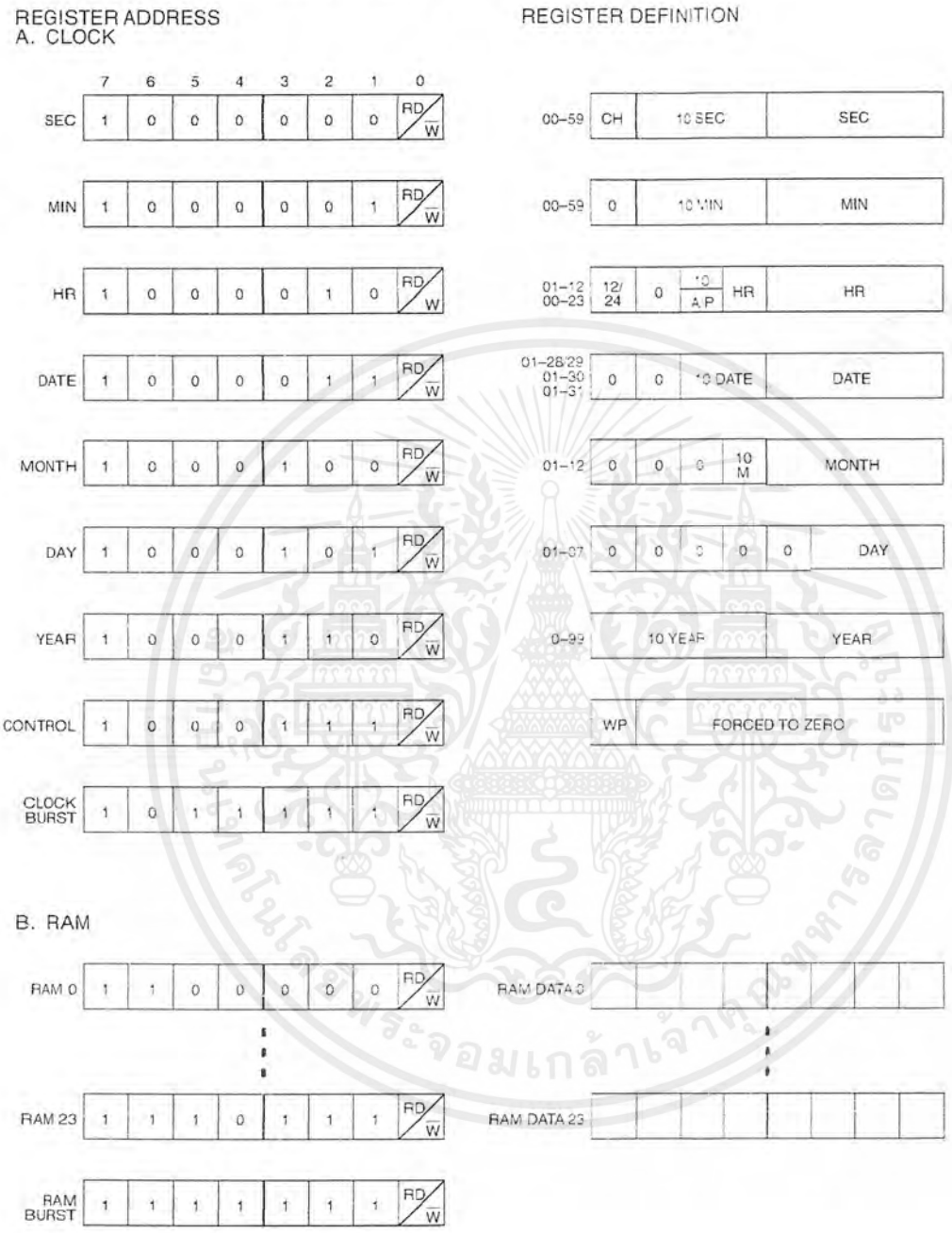
BURST MODE TRANSFER



FUNCTION	BYTE N	SCLK n
CLOCK	8	72
RAM	24	200

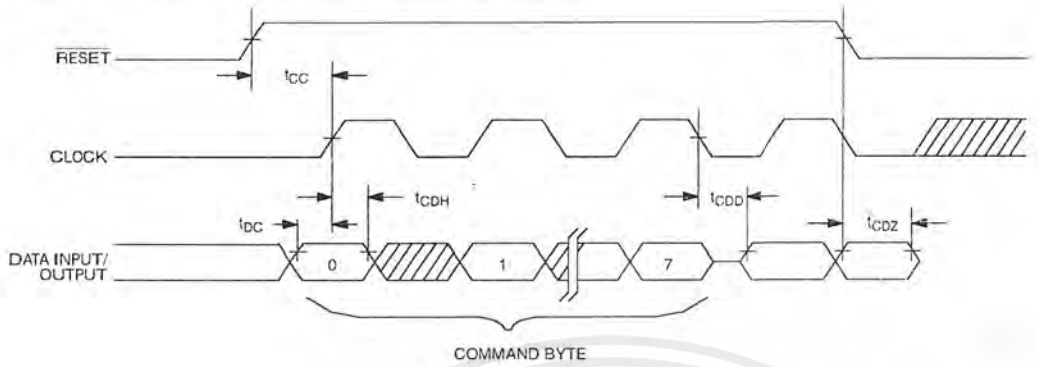
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER ADDRESS/DEFINITION Figure 4

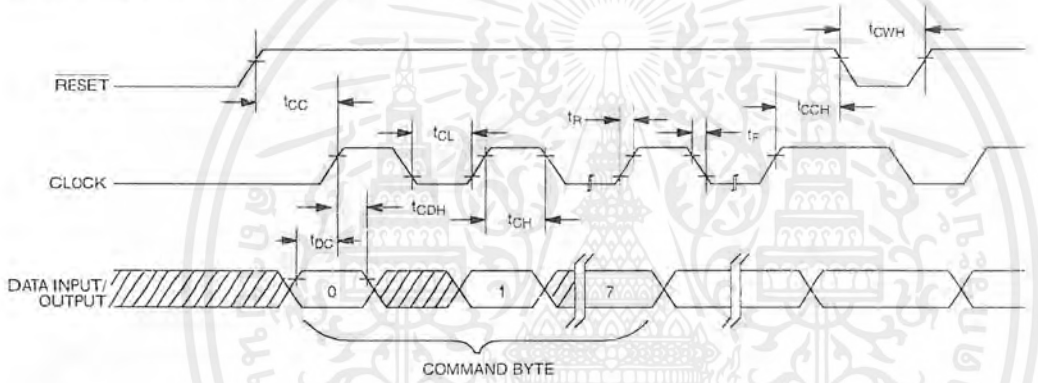


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM: READ DATA TRANSFER Figure 5



TIMING DIAGRAM: WRITE DATA TRANSFER Figure 6



NOTES:

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-0094; Rev 7a; 12/96

Microprocessor Supervisory Circuits

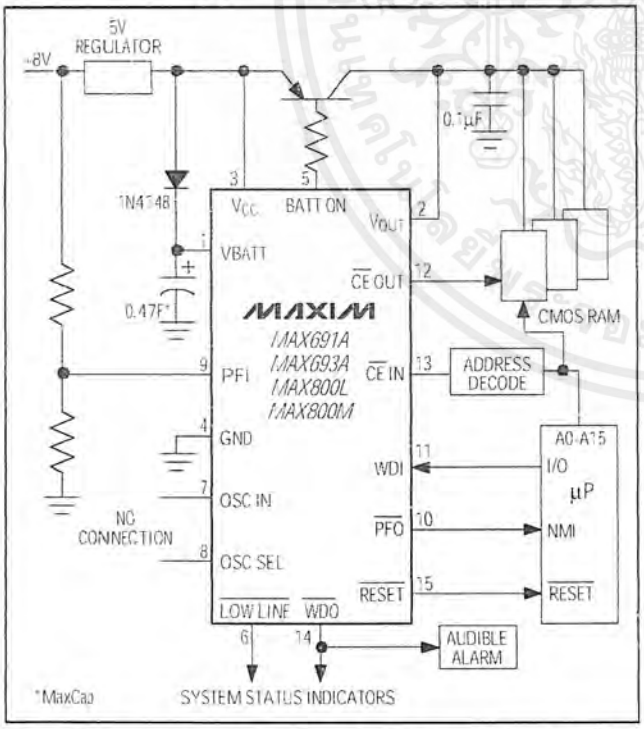
General Description

The MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M microprocessor (µP) supervisory circuits are pin-compatible upgrades to the MAX691, MAX693, and MAX695. They improve performance with 30µA supply current, 200ms typ reset active delay on power-up, and 6ns chip-enable propagation delay. Features include write protection of CMOS RAM or EEPROM, separate watchdog outputs, backup-battery switchover, and a RESET output that is valid with V_{CC} down to 1V. The MAX691A/MAX800L have a 4.65V typical reset-threshold voltage, and the MAX693A/MAX800M's reset threshold is 4.4V typical. The MAX800L/MAX800M guarantee power-fail accuracies to ±2%.

Applications

Computers
Controllers
Intelligent Instruments
Automotive Systems
Critical µP Power Monitoring

Typical Operating Circuit



Features

- ♦ 200ms Power-OK/Reset Timeout Period
- ♦ 1µA Standby Current, 30µA Operating Current
- ♦ On-Board Gating of Chip-Enable Signals, 10ns Max Delay
- ♦ MaxCap™ or SuperCap™ Compatible
- ♦ Guaranteed RESET Assertion to V_{CC} = +1V
- ♦ Voltage Monitor for Power-Fail or Low-Battery Warning
- ♦ Power-Fail Accuracy Guaranteed to ±2% (MAX800L/M)
- ♦ Available in 16-Pin Narrow SO and Plastic DIP Packages

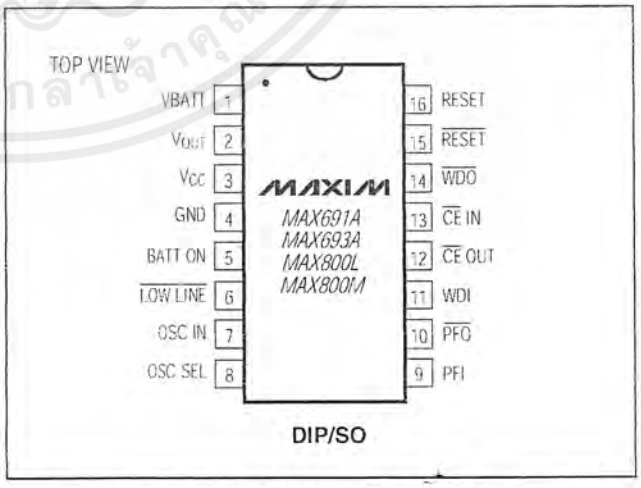
Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX691ACPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX691ACSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX691ACWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX691AC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX691AEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX691AESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX691AEWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX691AEJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX691AMJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering Information continued on last page.

** Dice are specified at T_A = +25 °C, DC parameters only.*

Pin Configuration



SuperCap is a registered trademark of Baknor Industries. MaxCap is a registered trademark of The Carborundum Corp.

For free samples & the latest literature: http://www.maxim-ic.com, or phone 1-800-998-8800.
For small orders, phone 408-737-7600 ext. 3468.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microprocessor Supervisory Circuits

Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	VBATT	Battery-Backup Input. Connect to external battery or capacitor and charging circuit. If backup battery is not used, connect to GND.
2	V_{OUT}	Output Supply Voltage. When V_{CC} is greater than VBATT and above the reset threshold, V_{OUT} connects to V_{CC}. When V_{CC} falls below VBATT and is below the reset threshold, V_{OUT} connects to VBATT. Connect a 0.1µF capacitor from V_{OUT} to GND. Connect V_{OUT} to V_{CC} if no backup battery is used.
3	V_{CC}	Input Supply Voltage, 5V input.
4	GND	Ground. 0V reference for all signals.
5	BATT ON	Battery On Output. When V_{OUT} switches to VBATT, BATT ON goes high. When V_{OUT} switches to V_{CC}, BATT ON goes low. Connect the base of a PNP through a current-limiting resistor to BATT ON for V_{OUT} current requirements greater than 250mA.
6	$\overline{\text{LOW LINE}}$	$\overline{\text{LOW LINE}}$ output goes low when V_{CC} falls below the reset threshold. It returns high as soon as V_{CC} rises above the reset threshold.
7	OSC IN	External Oscillator Input. When OSC SEL is unconnected or driven high, a 10µA pull-up connects from V_{OUT} to OSC IN, the internal oscillator sets the reset and watchdog timeout periods, and OSC IN selects between fast and slow watchdog timeout periods. When OSC SEL is driven low, the reset and watchdog timeout periods may be set either by a capacitor from OSC IN to ground or by an external clock at OSC IN (Figure 3).
8	OSC SEL	Oscillator Select. When OSC SEL is unconnected or driven high, the internal oscillator sets the reset delay and watchdog timeout period. When OSC SEL is low, the external oscillator input (OSC IN) is enabled (Table 1). OSC SEL has a 10µA internal pull-up.
9	PFI	Power-Fail Input. This is the noninverting input to the power-fail comparator. When PFI is less than 1.25V, $\overline{\text{PFO}}$ goes low. When PFI is not used, connect PFI to GND or V_{OUT}.
10	$\overline{\text{PFO}}$	Power-Fail Output. This is the output of the power-fail comparator. $\overline{\text{PFO}}$ goes low when PFI is less than 1.25V. This is an uncommitted comparator, and has no effect on any other internal circuitry.
11	WDI	Watchdog Input. WDI is a three-level input. If WDI remains either high or low for longer than the watchdog timeout period, $\overline{\text{WDO}}$ goes low and reset is asserted for the reset timeout period. $\overline{\text{WDO}}$ remains low until the next transition at WDI. Leaving WDI unconnected disables the watchdog function. WDI connects to an internal voltage divider between V_{OUT} and GND, which sets it to mid-supply when left unconnected.
12	$\overline{\text{CE}}$ OUT	Chip-Enable Output. $\overline{\text{CE}}$ OUT goes low only when $\overline{\text{CE}}$ IN is low and V_{CC} is above the reset threshold. If CE IN is low when reset is asserted, $\overline{\text{CE}}$ OUT will stay low for 15µs or until $\overline{\text{CE}}$ IN goes high, whichever occurs first.
13	$\overline{\text{CE}}$ IN	Chip-Enable Input. The input to chip-enable gating circuit. If $\overline{\text{CE}}$ IN is not used, connect $\overline{\text{CE}}$ IN to GND or V_{OUT}.
14	$\overline{\text{WDO}}$	Watchdog Output. If WDI remains high or low longer than the watchdog timeout period, $\overline{\text{WDO}}$ goes low and reset is asserted for the reset timeout period. $\overline{\text{WDO}}$ returns high on the next transition at WDI. $\overline{\text{WDO}}$ remains high if WDI is unconnected.
15	$\overline{\text{RESET}}$	$\overline{\text{RESET}}$ Output goes low whenever V_{CC} falls below the reset threshold. $\overline{\text{RESET}}$ will remain low typically for 200ms after V_{CC} crosses the reset threshold on power-up.
16	RESET	RESET is an active-high output. It is open drain and the inverse of $\overline{\text{RESET}}$.

Detailed Description

$\overline{\text{RESET}}$ and RESET Outputs

The MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M's $\overline{\text{RESET}}$ and RESET outputs ensure that the µP (with reset inputs asserted either high or low) powers up in a known state, and prevents code-execution errors during power-down or brownout conditions.

The $\overline{\text{RESET}}$ output is active low, and typically sinks 3.2mA at 0.1V saturation voltage in its active state. When deasserted, $\overline{\text{RESET}}$ sources 1.6mA at typically V_{OUT} - 0.5V. RESET output is open drain, active high, and typically sinks 3.2mA with a saturation voltage of 0.1V. When no backup battery is used, $\overline{\text{RESET}}$ output is guaranteed to be valid down to V_{CC} = 1V, and an external 10kΩ pull-down resistor on $\overline{\text{RESET}}$ insures that it will be valid with V_{CC} down to GND (Figure 1). As V_{CC} goes below 1V, the gate drive to the $\overline{\text{RESET}}$ output switch reduces accordingly, increasing the $R_{DS(ON)}$ and the saturation voltage. The 10kΩ pull-down resistor insures the parallel combination of switch plus resistor is around 10kΩ and the output saturation voltage is below 0.4V while sinking 40µA. When using a 10kΩ external pull-down resistor, the high state for $\overline{\text{RESET}}$ output with V_{CC} = 4.75V will be 4.5V typical. For battery voltages ≥ 2V connected to VBATT, RESET and $\overline{\text{RESET}}$ remain valid for V_{CC} from 0V to 5.5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microprocessor Supervisory Circuits

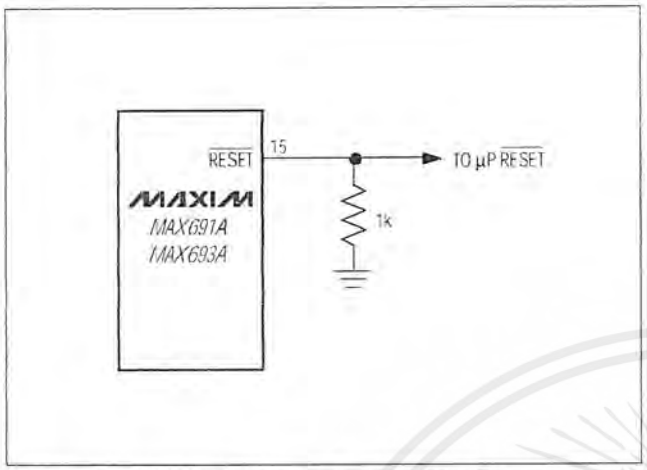


Figure 1. Adding an external pull-down resistor ensures RESET is valid with V_{CC} down to GND.

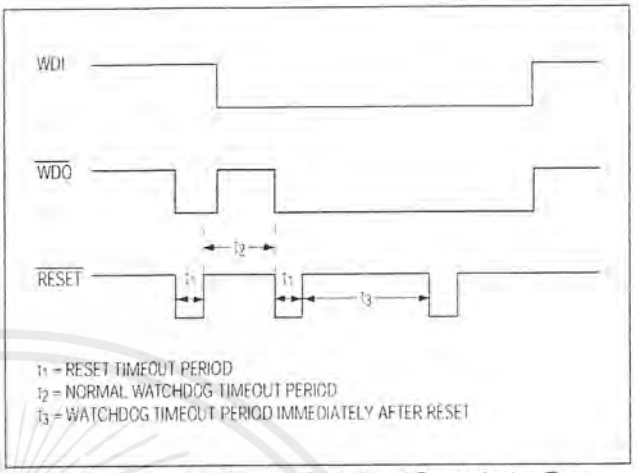


Figure 2. Watchdog Timeout Period and Reset Active Time

RESET and $\overline{\text{RESET}}$ are asserted when V_{CC} falls below the reset threshold (4.65V for the MAX691A/MAX800L, 4.4V for the MAX693A/MAX800M) and remain asserted for 200ms typ after V_{CC} rises above the reset threshold on power-up (Figure 5). The devices' battery-switchover comparator does not affect reset assertion. However, both reset outputs are asserted in battery-backup mode since V_{CC} must be below the reset threshold to enter this mode.

Watchdog Function

The watchdog monitors µP activity via the Watchdog Input (WDI). If the µP becomes inactive, $\overline{\text{RESET}}$ and RESET are asserted. To use the watchdog function, connect WDI to a bus line or µP I/O line. If WDI remains high or low for longer than the watchdog timeout period (1.6sec nominal), $\overline{\text{WDO}}$, RESET, and $\overline{\text{RESET}}$ are asserted (see *RESET and $\overline{\text{RESET}}$ Outputs* section, and the *Watchdog Output* discussion on this page).

Watchdog Input

A change of state (high to low, low to high, or a minimum 100ns pulse) at the WDI during the watchdog period resets the watchdog timer. The watchdog default timeout is 1.6sec.

To disable the watchdog function, leave WDI floating. An internal resistor network (100kΩ equivalent impedance at WDI) biases WDI to approximately 1.6V. Internal comparators detect this level and disable the watchdog timer. When V_{CC} is below the reset threshold, the watchdog function is disabled and WDI is disconnected from its internal resistor network, thus becoming high impedance.

Watchdog Output

The Watchdog Output ($\overline{\text{WDO}}$) remains high if there is a transition or pulse at WDI during the watchdog timeout period. The watchdog function is disabled and $\overline{\text{WDO}}$ is a logic high when V_{CC} is below the reset threshold, battery-backup mode is enabled, or WDI is an open circuit. In watchdog mode, if no transition occurs at WDI during the watchdog timeout period, RESET and $\overline{\text{RESET}}$ are asserted for the reset timeout period (200ms typical). $\overline{\text{WDO}}$ goes low and remains low until the next transition at WDI (Figure 2). If WDI is held high or low indefinitely, RESET and $\overline{\text{RESET}}$ will generate 200ms pulses every 1.6sec. $\overline{\text{WDO}}$ has a 2 x TTL output characteristic.

Selecting an Alternative Watchdog and Reset Timeout Period

The OSC SEL and OSC IN inputs control the watchdog and reset timeout periods. Floating OSC SEL and OSC IN or tying them both to V_{OUT} selects the nominal 1.6sec watchdog timeout period and 200ms reset timeout period. Connecting OSC IN to GND and floating or connecting OSC SEL to V_{OUT} selects the 100ms normal watchdog timeout delay and 1.6sec delay immediately after reset. The reset timeout delay remains 200ms (Figure 2). Select alternative timeout periods by connecting OSC SEL to GND and connecting a capacitor between OSC IN and GND, or by externally driving OSC IN (Table 1 and Figure 3). OSC IN is internally connected to a ±100nA (typ) current source that charges and discharges the timing capacitor to create the oscillator frequency, which sets the reset and watchdog timeout periods (see *Connecting a Timing Capacitor at OSC IN* in the *Applications Information* section).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Reset Pulse Width and Watchdog Timeout Selections

OSC SEL	OSC IN	Watchdog Timeout Period		Reset Timeout Period
		Normal	Immediately After Reset	
Low	External Clock Input	1024 clks	4096 clks	2048 clks
Low	External Capacitor	(600/47pF x C)ms	(2.4/47pF x C)sec	(1200/47pF x C)ms
Floating	Low	100ms	1.6sec	200ms
Floating	Floating	1.6sec	1.6sec	200ms

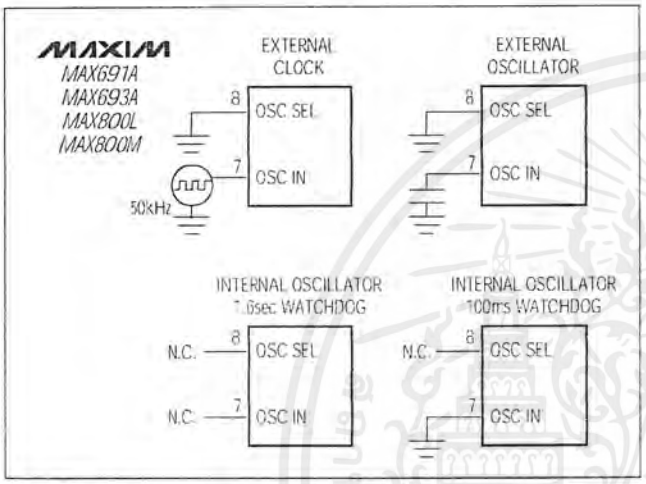


Figure 3. Oscillator Circuits

Chip-Enable Signal Gating

The MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M provide internal gating of chip-enable (CE) signals to prevent erroneous data from being written to CMOS RAM in the event of a power failure. During normal operation, the CE gate is enabled and passes all CE transitions. When reset is asserted, this path becomes disabled, preventing erroneous data from corrupting the CMOS RAM. All these parts use a series transmission gate from $\overline{CE}$ IN to $\overline{CE}$ OUT (Figure 4).

The 10ns max CE propagation delay from $\overline{CE}$ IN to $\overline{CE}$ OUT enables the parts to be used with most µPs.

Chip-Enable Input

The Chip-Enable Input ($\overline{CE}$ IN) is high impedance (disabled mode) while RESET and $\overline{RESET}$ are asserted.

During a power-down sequence where V_{CC} falls below the reset threshold or a watchdog fault, $\overline{CE}$ IN assumes a high-impedance state when the voltage at $\overline{CE}$ IN goes high or 15µs after reset is asserted, whichever occurs first (Figure 5).

During a power-up sequence, $\overline{CE}$ IN remains high impedance, regardless of $\overline{CE}$ IN activity, until reset is deasserted following the reset timeout period.

In the high-impedance mode, the leakage currents into this terminal are ±1µA max over temperature. In the low-impedance mode, the impedance of $\overline{CE}$ IN appears as a 75Ω resistor in series with the load at $\overline{CE}$ OUT.

The propagation delay through the CE transmission gate depends on both the source impedance of the drive to $\overline{CE}$ IN and the capacitive loading on the Chip-Enable Output ($\overline{CE}$ OUT) (see Chip-Enable Propagation Delay vs. $\overline{CE}$ OUT Load Capacitance in the *Typical Operating Characteristics*). The CE propagation delay is production tested from the 50% point of $\overline{CE}$ IN to the 50% point of $\overline{CE}$ OUT using a 50Ω driver and 50pF of load capacitance (Figure 6). For minimum propagation delay, minimize the capacitive load at $\overline{CE}$ OUT, and use a low output-impedance driver.

Chip-Enable Output

In the enabled mode, the impedance of $\overline{CE}$ OUT is equivalent to 75Ω in series with the source driving $\overline{CE}$ IN. In the disabled mode, the 75Ω transmission gate is off and $\overline{CE}$ OUT is actively pulled to V_{OUT}. This source turns off when the transmission gate is enabled.

$\overline{LOW\ LINE}$ Output

$\overline{LOW\ LINE}$ is the buffered output of the reset threshold comparator. $\overline{LOW\ LINE}$ typically sinks 3.2mA at 0.1V. For normal operation (V_{CC} above the $\overline{LOW\ LINE}$ threshold), $\overline{LOW\ LINE}$ is pulled to V_{OUT}.

Power-Fail Comparator

The power-fail comparator is an uncommitted comparator that has no effect on the other functions of the IC. Common uses include low-battery indication (Figure 7), and early power-fail warning (see *Typical Operating Circuit*).

Power-Fail Input

Power Fail Input (PFI) is the input to the power-fail comparator. It has a guaranteed input leakage of ±25nA max over temperature. The typical comparator delay is 25µs from V_{IL} to V_{OL} (power failing), and 60µs from V_{IH} to V_{OH} (power being restored). If PFI is not used, connect it to ground.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

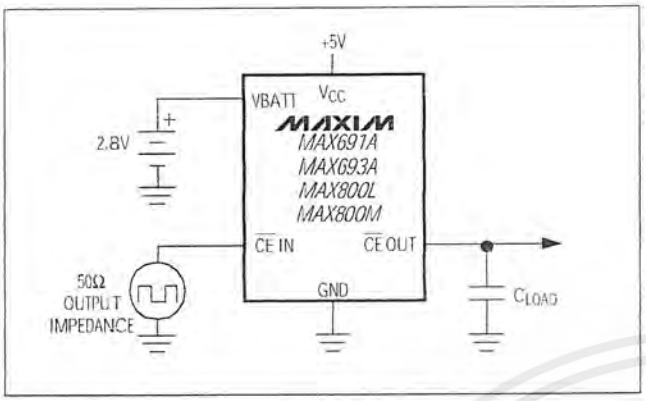


Figure 6. CE Propagation Delay Test Circuit

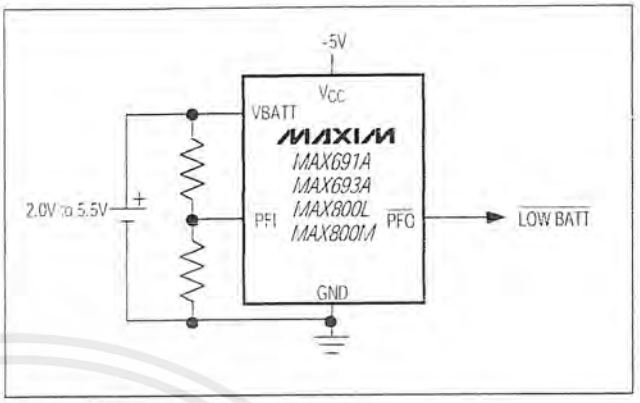


Figure 7. Low-Battery Indicator

Table 2. Input and Output Status in Battery-Backup Mode

PIN	NAME	STATUS
1	VBATT	Supply current is 1µA max.
2	V_{OUT}	V_{OUT} is connected to VBATT through an internal PMOS switch.
3	V_{CC}	Battery switchover comparator monitors V_{CC} for active switchover.
4	GND	GND 0V, 0V reference for all signals.
5	BATT ON	Logic high. The open-circuit output is equal to V_{OUT}.
6	$\overline{LOWLINE}$	Logic low*
7	OSC IN	OSC IN is ignored.
8	OSC SEL	OSC SEL is ignored.
9	PFI	The power-fail comparator remains active in the battery-backup mode for $V_{CC} \geq$ VBATT - 1.2V typ.
10	$\overline{PFO}$	The power-fail comparator remains active in the battery-backup mode for $V_{CC} \geq$ VBATT - 1.2V typ. Below this voltage, PFO is forced low.
11	WDI	Watchdog is ignored.
12	$\overline{CE}$ OUT	Logic high. The open-circuit voltage is equal to V_{OUT}.
13	$\overline{CE}$ IN	High impedance
14	$\overline{WDO}$	Logic high. The open-circuit voltage is equal to V_{OUT}.
15	$\overline{RESET}$	Logic low*
16	RESET	High impedance*

** V_{CC} must be below the reset threshold to enter battery-backup mode.*

Power-Fail Output

The Power-Fail Output ($\overline{PFO}$) goes low when PFI goes below 1.25V. It typically sinks 3.2mA with a saturation voltage of 0.1V. With PFI above 1.25V, $\overline{PFO}$ is actively pulled to V_{OUT}.

Battery-Backup Mode

Two conditions are required to switch to battery-backup mode: 1) V_{CC} must be below the reset threshold, and 2) V_{CC} must be below VBATT. Table 2 lists the status of the inputs and outputs in battery-backup mode.

Battery On Output

The Battery On (BATT ON) output indicates the status of the internal V_{CC}/battery-switchover comparator, which controls the internal V_{CC} and VBATT switches. For V_{CC} greater than VBATT (ignoring the small hysteresis effect), BATT ON typically sinks 3.2mA at 0.1V saturation voltage. In battery-backup mode, this terminal sources approximately 10µA from V_{OUT}. Use BATT ON to indicate battery-switchover status or to supply base drive to an external pass transistor for higher-current applications (see *Typical Operating Circuit*).

Input Supply Voltage

The Input Supply Voltage (V_{CC}) should be a regulated 5V. V_{CC} connects to V_{OUT} via a parallel diode and a large PMOS switch. The switch carries the entire current load for currents less than 250mA. The parallel diode carries any current in excess of 250mA. Both the switch and the diode have impedances less than 1Ω each. The maximum continuous current is 250mA, but power-on transients may reach a maximum of 1A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microprocessor Supervisory Circuits

Battery-Backup Input

The Battery-Backup Input (VBATT) is similar to the V_{CC} input except the PMOS switch and parallel diode are much smaller. Accordingly, the on-resistances of the diode and the switch are each approximately 10Ω. Continuous current should be limited to 25mA and peak currents (only during power-up) limited to 250mA. The reverse leakage of this input is less than 1µA over temperature and supply voltage (Figure 8).

Output Supply Voltage

The Output Supply Voltage (V_{OUT}) pin is internally connected to the substrate of the IC and supplies current to the external system and internal circuitry. All open-circuit outputs will, for example, assume the V_{OUT} voltage in their high states rather than the V_{CC} voltage. At the maximum source current of 250mA, V_{OUT} will typically be 200mV below V_{CC}. Decouple this terminal with a 0.1µF capacitor.

Applications Information

The MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M are not short-circuit protected. Shorting V_{OUT} to ground, other than power-up transients such as charging a decoupling capacitor, destroys the device.

All open-circuit outputs swing between V_{OUT} and GND rather than V_{CC} and GND.

If long leads connect to the chip inputs, insure that these leads are free from ringing and other conditions that would forward bias the chip's protection diodes.

There are three distinct modes of operation:

1) Normal operating mode with all circuitry powered up. Typical supply current from V_{CC} is 35µA while only leakage currents flow from the battery.
2) Battery-backup mode where V_{CC} is typically within 0.7V below VBATT. All circuitry is powered up and the supply current from the battery is typically less than 60µA.
3) Battery-backup mode where V_{CC} is less than VBATT by at least 0.7V. VBATT supply current is 1µA max.

Using SuperCap™ or MaxCap™ with the MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M

VBATT has the same operating voltage range as V_{CC}, and the battery switchover threshold voltages are typically ±30mV centered at VBATT, allowing use of a SuperCap and a simple charging circuit as a backup source (Figure 9).

If V_{CC} is above the reset threshold and VBATT is 0.5V above V_{CC}, current flows to V_{OUT} and V_{CC} from VBATT until the voltage at VBATT is less than 0.5V above V_{CC}. For example, with a SuperCap connected to VBATT and through a diode to V_{CC}, if V_{CC} quickly changes from 5.4V to 4.9V, the capacitor discharges through V_{OUT} and V_{CC} until VBATT reaches 5.1V typ. Leakage current through the SuperCap charging diode and the internal power diode eventually discharges the SuperCap to V_{CC}. Also, if V_{CC} and VBATT start from 0.1V above the reset threshold and power is lost at V_{CC}, the SuperCap on VBATT discharges through V_{CC} until VBATT reaches the reset threshold; then the battery-backup mode is initiated and the current through V_{CC} goes to zero.

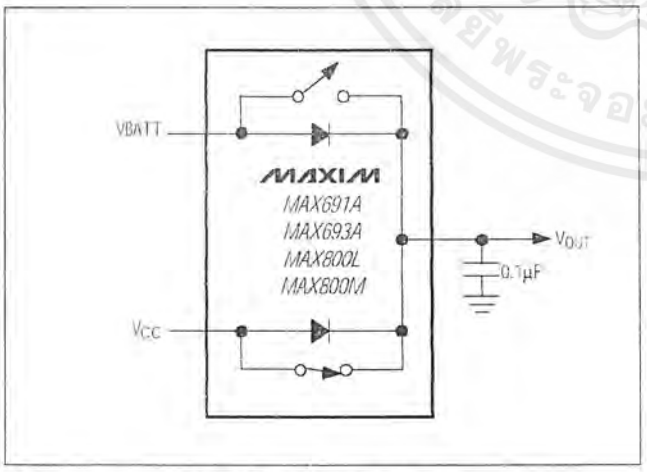


Figure 8. V_{CC} and VBATT to V_{OUT} Switch

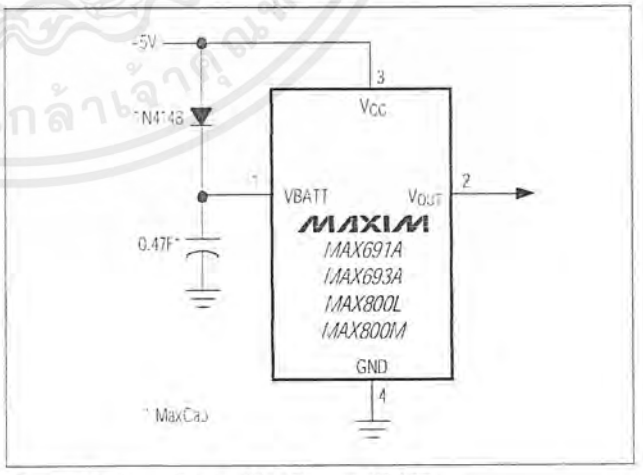


Figure 9. SuperCap or MaxCap on VBATT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

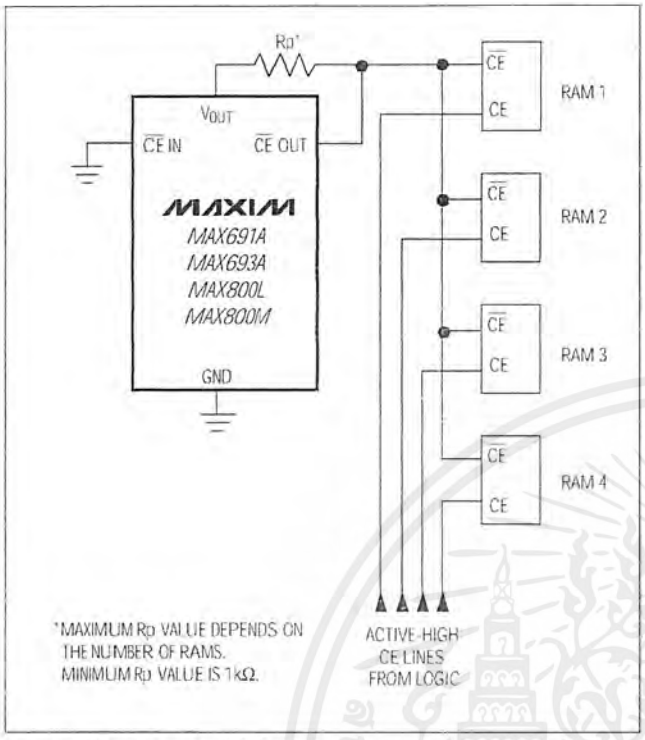


Figure 10. Alternate CE Gating

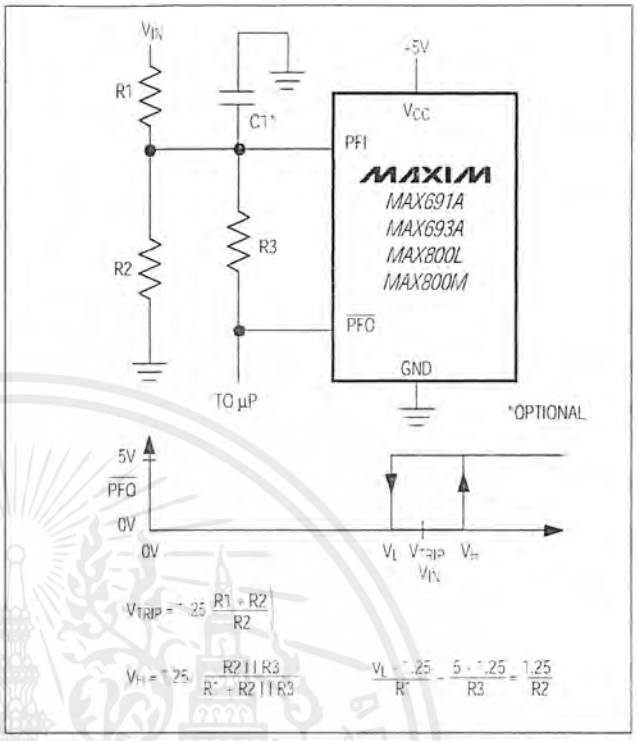


Figure 11. Adding Hysteresis to the Power-Fail Comparator

Using Separate Power Supplies for VBATT and V_{CC}

If using separate power supplies for V_{CC} and VBATT, VBATT must be less than 0.3V above V_{CC} when V_{CC} is above the reset threshold. As described in the previous section, if VBATT exceeds this limit and power is lost at V_{CC}, current flows continuously from VBATT to V_{CC} via the VBATT-to-V_{OUT} diode and the V_{OUT}-to-V_{CC} switch until the circuit is broken (Figure 8).

Alternate Chip-Enable Gating

Using memory devices with both CE and $\overline{CE}$ inputs allows the CE loop to be bypassed. To do this, connect $\overline{CE}$ IN to ground, pull up $\overline{CE}$ OUT to V_{OUT}, and connect $\overline{CE}$ OUT to the $\overline{CE}$ input of each memory device (Figure 10). The CE input of each part then connects directly to the chip-select logic, which does not have to be gated.

Adding Hysteresis to the Power-Fail Comparator

Hysteresis adds a noise margin to the power-fail comparator and prevents repeated triggering of $\overline{PFO}$ when V_{IN} is near the power-fail comparator trip point. Figure 11 shows how to add hysteresis to the power-fail com-

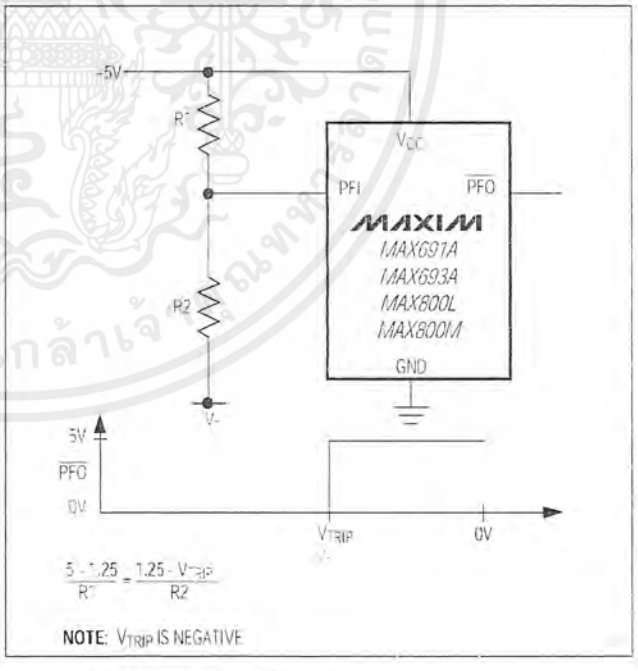
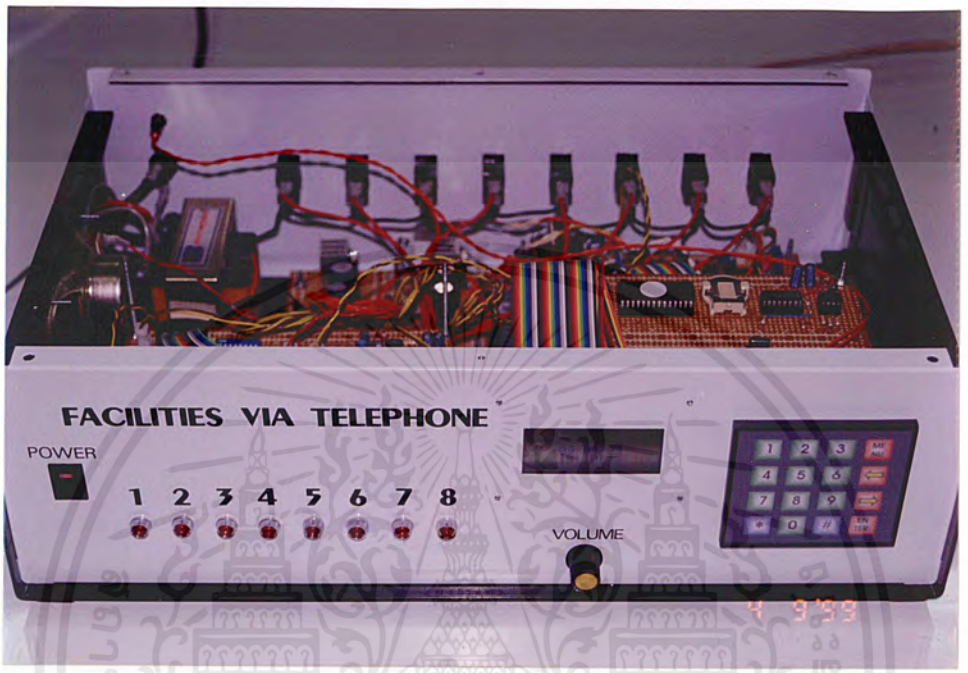


Figure 12. Monitoring a Negative Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

แสดงรูปลักษณะของเครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์



รูปแสดงลักษณะด้านหน้าเครื่อง

รูปแสดงลักษณะด้านหลังเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีถ้าไม่มีผู้เกี่ยวข้องต่อไปนี้

- รศ. ดร. กอบชัย เดชหาญ และอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษาด้านต่างๆ ที่เป็นประโยชน์จนทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี
- พี่ปริญญาโทที่อยู่ในห้องโปรเจ็คทุกๆ คนที่คอยอำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์ต่างๆ
- น.ส. วรางาม ดันกิติยานนท์ ที่ช่วยเหลือในด้านการจัดพิมพ์และจัดรูปเล่มของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ พร้อมทั้งให้ความเอื้อเฟื้อเครื่องพิมพ์
- น.ส. องค์อร รัตนนาถถาวร ที่ช่วยเหลือในด้านการจัดพิมพ์บางส่วน
- น.ส. จารุวรรณ ไม่รู้จบ ที่ช่วยเหลือในด้านการบันทึกเสียงตอบรับของโครงงานนี้

จึงแสดงความขอบคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

จาก คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ร.ศ. สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541.

ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์ และปิยพงษ์ เผ่าวานิช. **คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2521.

แผนกหนังสือพิเศษด้านอิเล็กทรอนิกส์. **รวมโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ โทรศัพท์ และอินเตอร์คอม**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2539.

สุทธินันท์ พรศิริกุล. **"ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์"** เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. ฉ. 121 (ต.ค.2535).

สุทธินันท์ พรศิริกุล. **"ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์"** เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. ฉ. 12 (พ.ย.2535): น.52-60.

องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย. **สมุดรายนามผู้ใช้โทรศัพท์ฉบับรายชื่อธุรกิจ ส่วนราชการและรัฐวิสาหกิจ ปี 2541**. บริษัทแอ็ดวานซ์ คอมมิวนิเคชั่น จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้