สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์

TELEPHONE RECORDER

โดย

นาวสาวกุลฑรี เทพลี

นายวีระชาติ แสงแก้ว

นายสาธิต อรุณประภารัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50119
วัน,เดือน,ปี 21 เม.ย. 2547

.b.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์

TELEPHONE RECORDER

โดย

นาวสาวกุลฑรี เทพลี 43015055

นายวีระชาติ แสงแก้ว 43015087

นายสาธิต อรุณประภารัตน์ 43015093

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **เครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์**

TELEPHONE RECORDER

ผู้จัดทำ

1. **นางสาว กุลฑรี เทพลี** **43015055**
2. **นาย วีระชาติ แสงแก้ว** **43015087**
3. **นาย สาธิต อรุณประภารัตน์** **43015093**

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์

TELEPHONE RECORDER

โดย นางสาวกุลฑรี เทพลี 43015055
นายวีระชาติ แสงแก้ว 43015087
นายสาธิต อรุณประภารัตน์ 43015093

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอการใช้ MCS-51 ควบคุมการทำงานของโทรศัพท์ไร้สาย โดยที่เครื่องโทรศัพท์จะมีหน่วยความจำสำหรับบันทึก การใช้งาน เช่น หมายเลขโทรออก และสามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้, บันทึกข้อความได้ โดยในแต่ละสถานะการทำ งานมีการแสดงผลผ่านจอ LCD

ABSTRACT

This project present useless of MCS-51 to control telephone it will be has memory for record activity such as call out and able to print out, record message. How ever each status will be shown activity by using LCD.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญรูปภาพ	II
สารบัญตาราง	III
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	2
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	2
2.1.1 องค์ประกอบของระบบโทรศัพท์	2
2.1.2 ภาคส่งโทรศัพท์ (Telephone Transmitter)	2
2.1.3 ภาครับโทรศัพท์ (Telephone Receiver)	3
2.1.4 วงจรรับ-ส่งสัญญาณเสียง (Speech Transmission)	4
2.1.5 ภาคไฮบริดของโทรศัพท์ (Telephone Hybrid)	6
2.1.6 สัญญาณ (Signalling)	7
2.1.7 สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่ากับชุมสาย (subscriber signalling)	8
2.1.8 สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกันชุมสาย (Inter exchange signalling)	10
2.1.9 Switch Hook	12
2.1.10 หน้าที่ของเครื่องโทรศัพท์	13
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	13
2.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	14
2.2.2 โครงสร้างภายในของ 8051	15
2.2.3 พอร์ทของ 8051	17
2.2.4 วงจรคล็อกของ MCS-51	20
2.2.5 การแบ่งประเภทของหน่วยความจำ	21
2.3 การติดต่อ 8255 กับซีพียู	25
2.4 รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูล LCD	25
2.4.1 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD	30
2.5 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่ (Dual Tone Multifrequency Type)	30
2.5.1 วงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์	31
2.6 คุณสมบัติของ MT8870	31
2.6.1 โครงสร้างของ MT8870	32
2.6.2 ฟังชั่นการทำงานภายใน MT8870	33
2.7 ISD12xx/14xx SERIES (ไอซีบันทึกเสียง)	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7.1 คุณสมบัติของ ISD 12xx/14xx	33
2.7.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD 12xx/14xx	34
2.7.3 การทำงานเบื้องต้น	35
2.7.4 การทำงานของขาใช้งานแต่ละขา	36
2.7.5 การกำหนดแอดเดรส	37
2.8 DS1307 ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือไทม์คล็อก (RTC)	37
2.8.1 รายละเอียดขาการต่อใช้งานของ DS1307	38
2.8.2 การทำงานของ DS1307	38
2.8.3 การจัดสรรหน่วยความจำใน DS1307	39
2.8.4 รีจิสเตอร์ควบคุม	40
2.8.5 โหมดการทำงานของ DS1307	41
2.8.6 โหมดการเขียนข้อมูล	41
2.8.7 โหมดการอ่านข้อมูล	41
2.9 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับพรินเตอร์	42
2.9.1 ลักษณะของการสื่อสารข้อมูล	42
2.9.2 การอินเตอร์เฟสกับพรินเตอร์แบบขนานและขาการเชื่อมต่อแบบเซ็นโทรนิกส์	44
บทที่ 3 การออกแบบและหลักการทำงาน	51
3.1 หลักการเบื้องต้น	51
3.2 โครงสร้างของเครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์ไร้สาย	51
3.2.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware)	51
3.2.2 โครงสร้างทางซอฟแวร์ (SOFTWARE)	53
3.3 วงจรตรวจจับสัญญาณ (Detector Circuit)	57
3.3.1 วงจรโมโนสเตเบิล	57
3.3.2 วงจรเฟสล็อกลูป	58
3.3.3 วงจรบันทึกเสียง	58
3.3.4 วงจรขยายเสียง	59
3.3.5 วงจรสร้างสัญญาณเริ่มต้นฝากข้อความ	60
3.3.6 วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Hook Status Detector Circuit)	60
3.3.7 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)	62
3.3.8 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing Detector)	62
3.3.9 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone Detector)	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	68
4.1 การทดลองวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Off – hook Status Detector Circuit)	68
4.2 การทดลองวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)	69
4.3 การทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ring back tone Detector Circuit)	69
4.4 การทดลองการทำงานบนเครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์	72
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	73
5.1 คุณสมบัติของโครงงาน	73
5.1.1 ส่วนประกอบทางฮาร์ดแวร์	73
5.1.2 ส่วนประกอบทางซอฟแวร์	73
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	74
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน	74
บรรณานุกรม	
กิตติกรรมประกาศ	
ภาคผนวก **SOURCE CODE**	
DATA SHEET	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์และโลคอลลูป (Local loop) 2

รูปที่ 2.2 แสดงภาคส่งแบบคาร์บอน (Carbon Transmitter) 3

รูปที่ 2.3 แสดงภาครับโทรศัพท์ (Telephone Receiver) 4

รูปที่ 2.4 แสดงวงจรพื้นฐานที่1 4

รูปที่ 2.5 แสดงวงจรแบบพื้นฐานที่ 2 5

รูปที่ 2.6 แสดงวงจรใช้งานแบบ Induction coil 6

รูปที่ 2.7 แสดง Telephone Hybrid 6

รูปที่ 2.8 แสดง Hybrid (Transmit) 7

รูปที่ 2.9 แสดง Hybrid (Receive) 7

รูปที่ 2.10 แสดง Telephone Impedance 8

รูปที่ 2.11 แสดง Subscriber Signalling 8

รูปที่ 2.12 แสดง Loop or Dial Pulse Signalling 9

รูปที่ 2.13 แสดงสัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย (Inter exchange signalling) 11

รูปที่ 2.14 แสดง Ringing Voltage for the Telephone set 11

รูปที่ 2.15 แสดงกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ 12

รูปที่ 2.16 แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของโมโครคอนโทรลเลอร์ 13

รูปที่ 2.17 แสดงเบอร์ของโมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 14

รูปที่ 2.18 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8051 16

รูปที่ 2.19 แสดงตำแหน่งของรีจีสเตอร์ต่าง ๆ และหน่วยความจำภายใน 16

รูปที่ 2.20 แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆ ของ
ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 17

รูปที่ 2.21 แสดงโครงสร้างพอร์ท 0 17

รูปที่ 2.22 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 1 18

รูปที่ 2.23 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 2 18

รูปที่ 2.24 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 3 19

รูปที่ 2.25 การต่อขารีเซ็ทให้กับ 8051 20

รูปที่ 2.26 Using the on-chip Oscilltor 20

รูปที่ 2.27 Using the External Clock 21

รูปที่ 2.28 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมสำหรับเบอร์ 8051 22

รูปที่ 2.29 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมเบอร์ 8052 22

รูปที่ 2.30 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับ Data Memory เบอร์ 8051 22

รูปที่ 2.31 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับ Program Memory ของ 8052 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.32 128 bytes ของ RAM ที่เข้าถึงข้อมูลแบบทางตรงและทางอ้อม	24
รูปที่ 2.33 ไดอะแกรมการทำงานของโมดูลLCD แบบอักขระ	26
รูปที่ 2.34 รูปร่างและการจัดขาใช้งานของโมดูลแอลซีดีแบบอักขระ	27
รูปที่ 2.35 แสดงความสัมพันธ์ในการทำงานของขา RS, R/W และ E ของโมดูลแอลซีดีแบบอักขระ	27
รูปที่ 2.36 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870	31
รูปที่ 2.37 แสดงรายละเอียดขาของ ISD1200/1400 Series	36
รูปที่ 2.38 การจัดขาของไอซี DS1307 ไอซีสร้างฐานเวลาจริง(RTC)	38
รูปที่ 2.39 โครงสร้างภายในของไอซีรีลไทม์คล็อกเบอร์ DS1307	39
รูปที่ 2.40 (ก) การจัดสรรหน่วยความจำแรมภายใน DS1307	40
(ข)รายละเอียดของรีจิสเตอร์เก็บค่าเวลาและรีจิสเตอร์ควบคุมของ	40
รูปที่ 2.41 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล	41
รูปที่ 2.42 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล	41
รูปที่ 2.43 แสดงการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และ พรินเตอร์แบบขนาน	42
รูปที่ 2.44 แสดงการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และ พรินเตอร์แบบอนุกรม	43
รูปที่ 2.45 แสดงขาของคอนเนคเตอร์แบบแอมฟีนอล (Amphenal)	44
รูปที่ 2.46 แสดงช่วงเวลาของรูปคลื่นสัญญาณที่จะส่งข้อมูลอักขระไปยังพริยเตอร์แบบขนาน	47
รูปที่ 2.47 แสดงขาของคอนเนคเตอร์แบบ DB –25	48
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์	52
รูปที่ 3.2 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมหลักของเครื่อง	54
รูปที่ 3.3 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยตรวจสอบการโทรออก	55
รูปที่ 3.4 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยการรับสายของหมายเลขปลายทาง	55
รูปที่ 3.5 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยการใช้งานฟังก์ชั่นของเครื่อง	56
รูปที่ 3.6 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยการบันทึกข้อมูลการโทรออก	56
รูปที่ 3.7 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยการตอบรับอัตโนมัติและฝากข้อความ	57
รูปที่ 3.8 วงจรโมโนสเตเบิล ไอซี 74LS123	57
รูปที่ 3.9 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับและสายไม่ว่าง ไอซี LM567	58
รูปที่ 3.10 วงจรบันทึกเสียง ไอซี ISD1420	59
รูปที่ 3.11 วงจรขยายเสียง ไอซี LM386	59
รูปที่ 3.12 วงจรสร้างสัญญาณเสียง	60
รูปที่ 3.13 วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์	61
รูปที่ 3.14 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์	62
รูปที่ 3.15 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.16 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ	64
รูปที่ 3.17 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์	65
รูปที่ 3.18 วงจรชุดตอบรับและบันทึกเสียง	66
รูปที่ 3.19 วงจรควบคุม	67
รูปที่ 4.1 แสดงแรงดันขา 5 ของ Optoisolator ในส่วนของตรวจจับการยกหู ที่ขณะวางหูโทรศัพท์	68
รูปที่ 4.2 แสดงแรงดันขา 5 ของ Optoisolator ในส่วนของตรวจจับการยกหู ขณะยกหูโทรศัพท์	68
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณที่ขา 8 ของไอซี LM567 และ สัญญาณคู่สายโทรศัพท์ ขณะสายไม่ว่าง	70
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณคู่สายโทรศัพท์ขณะสายว่าง (Dial Tone)	70
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่ 8 ของไอซี LM567 ขณะสายว่าง(Ring Back Tone)	71
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่ขา 15 ของไอซีบันทึกเสียง ISD 1420	71
รูปที่ 4.7 การต่อเครื่องบันทึกโทรศัพท์กับคู่สายโทรศัพท์	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่และระยะเวลาการทำงานของสัญญาณต่างๆ 10

ตารางที่ 2.2 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register (SFR)) 24

ตารางที่ 2.3 แสดงการต่อพอร์ทต่างๆ 25

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ 32

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตระกูล ISD12xx/14xx SERIES 35

ตารางที่ 2.6 แสดงการเชื่อมต่อขาและคำอธิบายสำหรับการเชื่อมต่อแบบเซนโทรนิคส์ขนาน 45

ตารางที่ 2.7 แสดงการเชื่อมโยงขาสำหรับการต่อขาแบบ DB-25 48

ตารางที่2.8 แสดงการปรับต่อขาของ DB-25 และ แอมฟีนอล 49

ตารางที่ 4.1 แสดงตารางแสดงผลการทดลองวัดลอจิกที่ขาของ MT8870 ของวงจรถอดรหัส
หมายเลขโทรศัพท์ 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ในปัจจุบันการสื่อสารได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองความต้องการในการสื่อสารในทุกๆด้าน การสื่อสารพื้นฐานที่มีความสะดวกและรวดเร็วและจำเป็นมากในปัจจุบัน คือ การสื่อสารทางด้านโทรศัพท์ นั้นได้พัฒนาทั้งในส่วนของชุมสาย และตัวเครื่องโทรศัพท์ ให้มีความสะดวกและรวดเร็วเพื่อให้สามารถรองรับความต้องการของผู้ใช้ให้มากยิ่งขึ้น

เครื่องโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ปลายทาง ของระบบการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ ตัวเครื่องได้มีการพัฒนาตั้งแต่รูปแบบของการทำงานรูปร่างของเครื่องรวมทั้งเพิ่มหน้าที่การทำงานเพื่อทำให้การสื่อสารทางด้านโทรศัพท์สะดวกมากยิ่งขึ้น เพราะในชีวิตประจำวันต้องมีความจำเป็นในการติดต่อสื่อสาร ดังนั้นการเพิ่มความสามารถให้กับโทรศัพท์โดยใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงจึงเป็นสิ่งจำเป็น

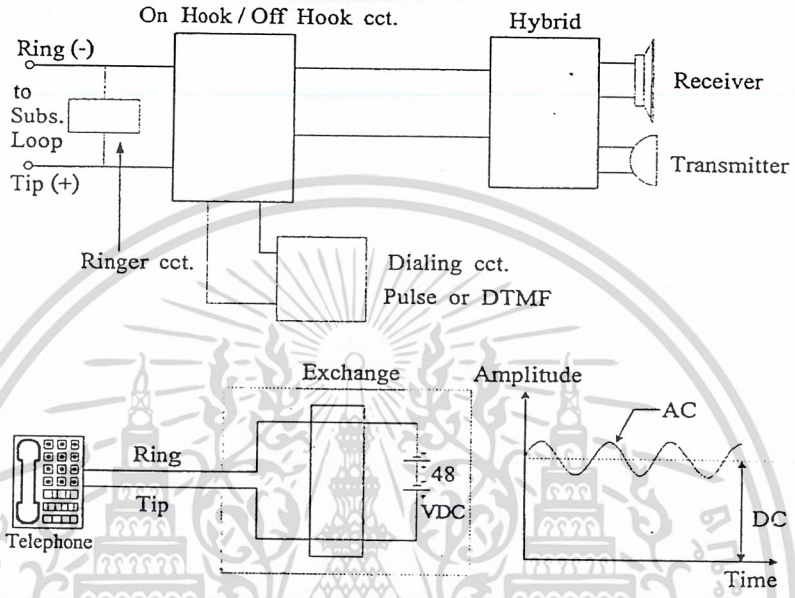
ในโครงงานชิ้นนี้ คำนึงถึงการเพิ่มความสารถของโทรศัพท์โดยใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงเข้าไป ทำให้ใช้งานโทรศัพท์ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โครงงานนี้ได้เพิ่มหน้าที่การทำงานของเครื่องโทรศัพท์ให้มากยิ่งขึ้นเพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์นี้สามารถบันทึกข้อมูลการโทรออก เช่น หมายเลขปลายทาง วันเวลาที่โทรออก รวมทั้งเวลาที่ใช้ในก่รโทรออกในแต่ละครั้ง โดยสามารถพิมพ์รายการใช้งานโทรศัพท์ออกมาได้ซึ่งใช้เครื่องพิมพ์แบบด็อทเมทริกส์ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ด้วย และเมื่อผู้ใช้ไม่สามารถรับสายการโทรเข้าได้ ตัวเครื่องได้มีส่วนส่วนตอบรับและฝากข้อความเป็นสิ่งที่เพิ่มความสามารถให้โทรศัพท์ เมื่อมีผู้โทรเข้าจะมีข้อความตอบรับบอกให้ทราบว่าเป็นระบบตอบรับและฝากข้อความ ทำให้เกิดความสะดวกต่อผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีหรือหรือหลักการ

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

2.1.1. องค์ประกอบของระบบโทรศัพท์



รูปที่ 2.1 แสดงระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์และโลคอลลูป (Local loop)

ความหมายของ Local loop คือ สายส่ง 2 wire จากเครื่องโทรศัพท์ไปชุมสายปลายทางและมีค่าอิมพีแดนซ์ของสายประมาณ 500-1000 โอห์ม แต่ค่าที่ใช้โดยทั่วไปคือ 600 โอห์ม ถ้าในชุมสายปลายทางมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟร่วม DC ขนาด 48 โวลต์ ให้แต่ละลูปของผู้ใช้โทรศัพท์ ลวดตัวนำ 2 เส้นในลูปที่มีชื่อว่า ทิป (Tip) และริง (Ring) โดยริงจะต่อกับสัญญาณไฟ -48 VDC ทิปจะต่อกับกราวด์ดังรูปที่ 2.1 เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์มีผลทำให้ฮูคสวิทช์ปิดลง (Hook off) จากนั้นกระแสไฟตรงขนาด 20 mA ไหลวนอยู่ในลูป ซึ่งสภาวะยกหูโทรศัพท์นี้ ระดับแรงดันไฟระหว่างทิปและริงจะมีค่าลดลงเหลือประมาณ 4 โวลท์ สัญญาณเสียงพูดจากเครื่องโทรศัพท์จะถูกส่งไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งในลูป โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ภายในลูป (20 mA) ซึ่งเกิดจากสัญญาณ AC ทับบนกระแสลูป DC

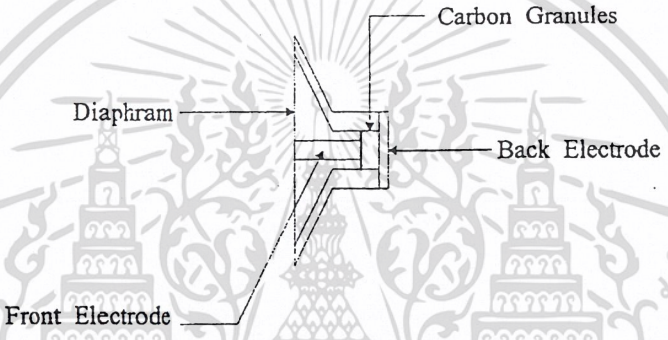
2.1.2 ภาคส่งโทรศัพท์ (Telephone Transmitter)

1.ปากพูดแบบใช้ถ่าน (Carbon Mic.) เป็นแบบที่ใช้กันมานานตั้งแต่เริ่มมีโทรศัพท์ การเปลี่ยนแปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า อาศัยการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของผงถ่านตามการอัดและคลายตัว เนื่องจากแผ่นไดอะเฟรม ที่มากดผงถ่านตามพลังงานเสียง ข้อดีของปากพูดแบบนี้ คือ มีความคงทน และให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูง ทำให้ไม่ต้องใช้วงจรขยายสัญญาณช่วย ข้อเสียคือ คุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ปากพูดแบบ electromagnetic ใช้หลักการของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงในขดลวดทำให้เกิดสนามไฟฟ้าในขดลวดนั้น แบบที่นิยมใช้คือ แบบขดลวดเป็นตัวเคลื่อนที่ที่เรียกว่า Electrodynamic ประกอบด้วยแม่เหล็กถาวร ขดลวดซึ่งเชื่อมต่อกับ Diaphragm สวมอยู่บนแกนแม่เหล็ก เมื่อมีเสียงพูดส่วนของลวดจะเคลื่อนที่ขึ้นลง ตามแรงที่กระทำบน Diaphragm ทำให้สนามแม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเปลี่ยนแปลง จึงเกิดกำลังงานไฟฟ้าขึ้น ข้อดีของปากพูดแบบนี้คือมีคุณสมบัติแบบ Linear ทำให้คุณภาพเสียงดีแต่ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานต่ำ จึงต้องมีวงจรขยายสัญญาณให้แรงขึ้น

เครื่องโทรศัพท์นั้นจำเป็นจะต้องใช้ ภาคส่งที่มีประสิทธิภาพ และความไวสูง เราจึงใช้ภาคส่งแบบคาร์บอน (Carbon Transmitter) ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนลิ่กๆ ของคาร์บอน (เรียกว่า Carbon Granule) แผ่นคาร์บอนอิเล็คโทรด (Carbon Electrode) 2 แผ่นและไดอะเฟรม (Diaphragm) ดังแสดงตามดังรูปที่ 2.2



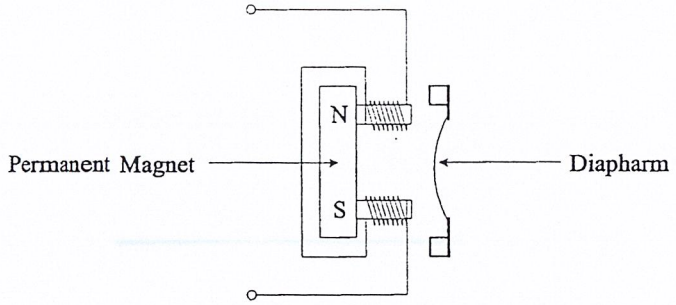
รูปที่ 2.2 แสดงภาคส่งแบบคาร์บอน (Carbon Transmitter)

หลักการทำงานของภาคส่งคาร์บอน คือ เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบแผ่นไดอะเฟรม จะทำให้แผ่นไดอะเฟรมสั่นไปมา พลังงานเสียงก็จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในตำแหน่งที่แผ่นไดอะเฟรมถูกกดจะทำให้อิเล็กโทรดแผ่นหน้าเคลื่อนเข้า เป็นผลทำให้ผงถ่าน (Carbon Granule) ถูกอัดติดกันมากยิ่งขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อแผ่นไดอะเฟรมเคลื่อนที่ออก ก็เป็นผลทำให้อิเล็คโทรดแผ่นหน้าเคลื่อนที่ออกด้วย จึงทำให้ความต้านทานของภาคส่งเพิ่มขึ้น การอัดตัวของผงถ่านนี้จะทำให้ความต้านทานระหว่างแผ่นอิเล็คโทรดทั้งสองมีค่าลดลง

เมื่อนำแบตเตอรี่ต่อเข้าระหว่างแผ่นอิเล็คโทรดทั้งสอง กระแสไฟตรงจะไหลผ่านผลถ่านและเนื่องจากความต้านทานของภาคส่งมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับสัญญาณเสียง ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านภาคส่งจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือพลังงานเสียงสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

2.1.3 ภาครับโทรศัพท์ (Telephone Receiver)1. หูฟัง (Receiver) แบบที่นิยมใช้คือ Electridynamic โครงสร้างอาจเหมือนปากพูด Dynamic และสามารถใช้แทนกันได้ โดยสัญญาณไฟฟ้าจะเข้าที่จุดทางออก (Output) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายในขดลวด เป็นผลให้มีแรงดูด-แรงผลัก กับแท่งแม่เหล็กถาวรทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ นั่นคือแผ่นไดอะเฟรมเคลื่อนที่ทำให้เกิดสัญญาณเสียงออกมา

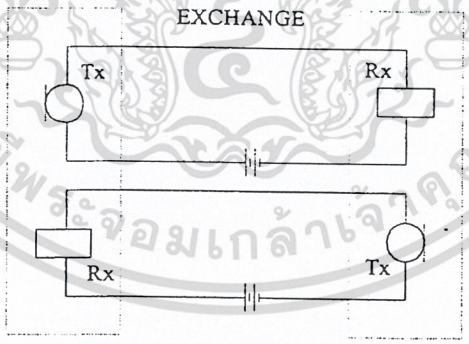
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงภาครับโทรศัพท์ (Telephone Receiver)

หลักการของภาครับแสดงตามรูปที่ 2.3 คือมีขดลวดพันอยู่ที่ขั้วทั้งสองของแม่เหล็กถาวรที่ต่อกันแบบอนุกรม แต่ขดลวดจะพันกลับทิศทางกัน แม่เหล็กถาวรนี้จะมีอำนาจแม่เหล็กดึงดูดแผ่นไดอะเฟรมเข้ามาเมื่อมีกระแสไฟสลับ (Speech current) ไหลผ่านขดลวด ก็จะมีผลทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ซึ่งอาจจะไปเสริมหรือต้านกับเส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร แผ่นไดอะเฟรมก็จะเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามขนาดและความถี่ของ speech current ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีขนาด และความถี่เท่ากับ Speech current ที่ไหลเข้ามาในวงจร คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นนั้นย่อมจะมีการสูญเสียไปบ้าง เนื่องจากมีการเปลี่ยนรูปพลังงาน ดังนั้นเอาท์พุทของคลื่นเสียงจะน้อยกว่า อินพุทของพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับที่ภาครับ

2.1.4 วงจรรับ-ส่งสัญญาณเสียง (Speech Transmission)



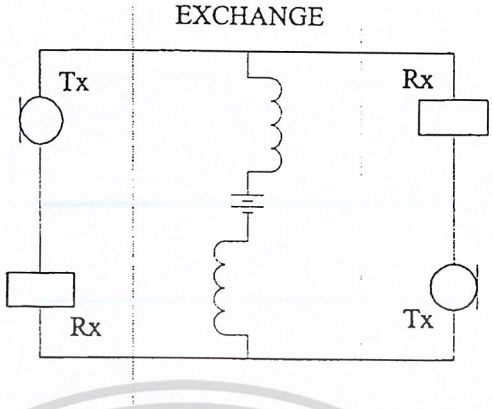
รูปที่ 2.4 แสดงวงจรพื้นฐานที่1

1.แบบพื้นฐานที่ 1 หน้าที่หลักของชุมสายโทรศัพท์คือ การเชื่อมโยงสายระหว่างผู้เช่าฝ่ายเรียก (Asub) และผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก (B-sub) พร้อมทั้งช่วยจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องโทรศัพท์ทั้ง 2 เครื่อง ดังรูปที่ 2.4

จากรูปจะเห็นว่าการทำงานไม่ยุ่งยากเพราะมีการแยกสัญญาณเสียงทางการรับ-ส่ง แต่มีข้อเสียคือต้องใช้สายถึง 4 เส้น คือ 2 คู่ซึ่งเป็น 2 เท่าของจำนวนคู่สายที่ใช้อยู่จริงในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบพื้นฐานที่ 2 ดังรูปที่ 2.5



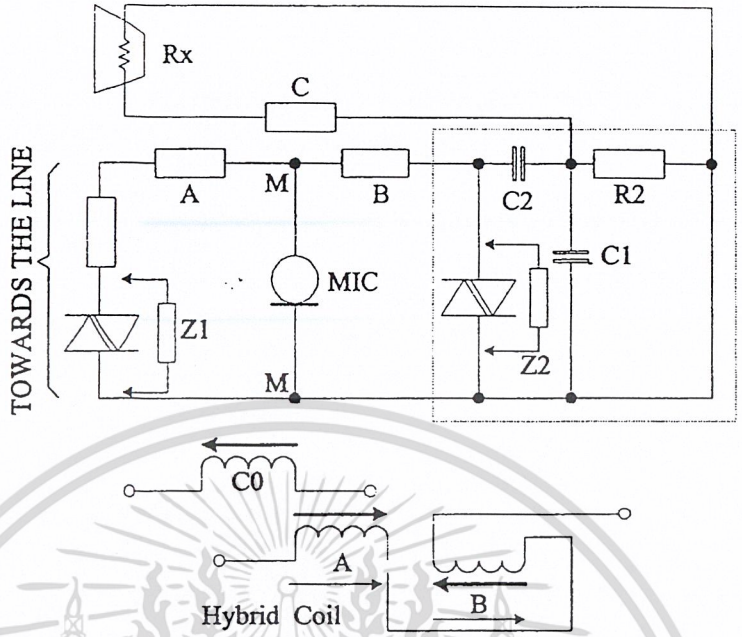
รูปที่ 2.5 แสดงวงจรแบบพื้นฐานที่ 2

แบบนี้ให้ความประหยัดด้านสายแต่มีข้อเสียคือ ประสิทธิภาพของการรับ-ส่ง ไม่ดีเพราะขณะที่พูดไป สัญญาณไฟฟ้าจะผ่านไปที่หูฟังของตัวเองอย่างเต็มที่ ทำให้ได้ยินเสียงของตัวเองดังมาก และยิ่งทำให้พลังงานที่ส่งออกไปลดลงเสียงที่เราได้ยินที่หูฟังขณะพูดไป เรียกว่า Side tone เสียงนี้มีความสำคัญต่อการรับส่งมาก เพราะถ้ามีขนาดแรงเกินไป ผู้พูดจะพูดค่อยลงทำให้สัญญาณที่ส่งไปยังผู้รับค่อยลงทำให้สัญญาณที่ส่งไปยังผู้รับค่อยไปด้วยแต่ถ้า Side tone ต่ำไป ผู้พูดจะพูดดังมาก ซึ่งอาจจะทำให้สัญญาณเพี้ยนผู้รับจะได้ยินเสียงจนน่ารำคาญ

3. วงจรใช้งานแบบ Induction coil ดังรูปที่ 2.6

จากรูป เป็นวงจรที่ใช้งานจริง วงจรใช้สายรับ-ส่ง เพียง 1 คู่ การลดทอน Side tone และการเพิ่มประสิทธิภาพในการรับ-ส่งสัญญาณ อาศัยหลักการการทำงานของ Induction coil ปากพูดที่ใช้เป็นแบบถ่าน ส่วนหูฟังเป็นแบบ Electromagnetic ในขณะที่พูดไป กระแสที่ผ่านไมโครโฟน จะไหลผ่านขดลวด A และ B ถ้า Z1 = Z2 กระแสที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสองจะเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามทำให้เส้นแรงแม่เหล็กผลลัพธ์ในแกนแม่เหล็กเป็นศูนย์ จึงไม่เกิดเส้นแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวด c หูฟังจึงไม่ได้ยินเสียงที่พูดแต่ในทางปฏิบัติเรายอมให้มี Side tone ได้บ้าง เพื่อประโยชน์ในที่กล่าวไว้ข้างต้น ในขณะที่ฝ่ายรับสัญญาณกระแสไหลผ่านขด A,B จะมีทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กเสริมกันทำให้เกิดการเคลื่อนเหนี่ยวนำที่จุด c ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่พูดมา วงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนจากการทำงานเป็น 2 สาย มาเป็นแบบ 4 สาย ที่ชื่อเรียกว่า วงจร Hybrid ดังนั้น Induction Coil อาจจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Hybrid CoilInduction Coil นอกจากจะทำหน้าที่ลดขนาดของ Side tone แล้วยังทำหน้าที่เป็นตัวให้เกิด Implement Matching ระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับสายที่มาจากชุมสาย ทั้งนี้เพื่อกำลังงานที่ส่งออกไปหรือรับเข้ามามีค่าสูงสุด

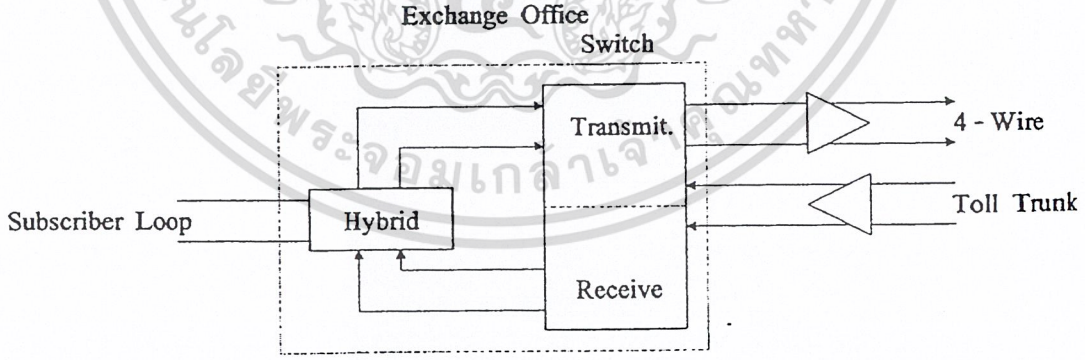
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรใช้งานแบบ Induction coil

2.1.5 ภาคไฮบริดของโทรศัพท์ (Telephone Hybrid)

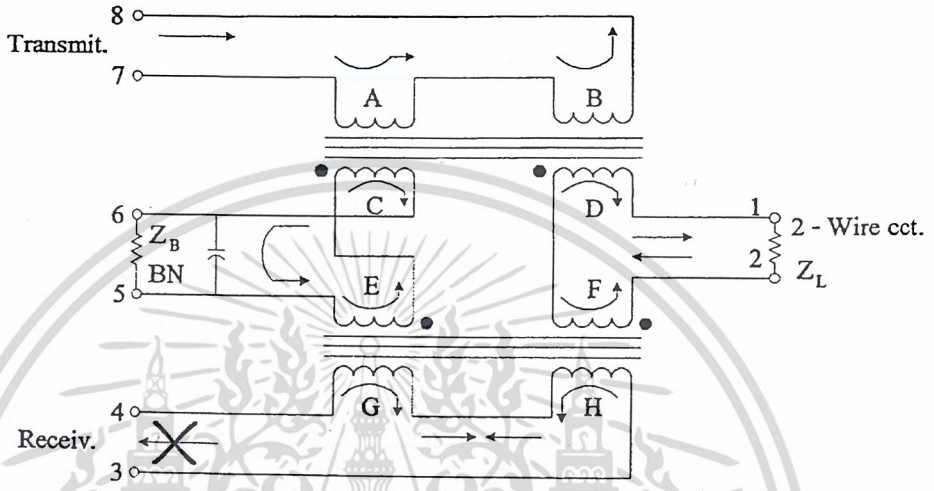
อุปกรณ์ไฮบริดใช้ในการเชื่อมต่อภาคส่ง (Transmitter) กับภาครับ (Receiver)



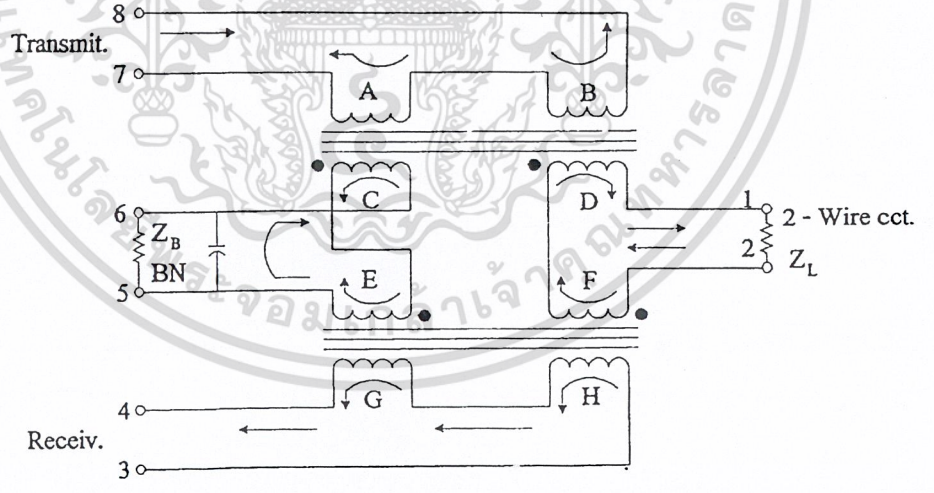
รูปที่ 2.7 แสดง Telephone Hybrid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสื่อสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้โทรศัพท์กับ central office ต้องใช้สาย 1 คู่ แต่เมื่อมีผู้ใช้หลายคนต้องติดต่อผ่าน central office จะติดต่อกับผู้ใช้แต่ละคน และส่งสัญญานออกไปในแต่ละทิศทาง โดยกระบวนการเช่นนี้ central office ต้องใช้สาย 4 เส้นทำหน้าที่แปลง 2 w เป็น 4 w (และในทางกลับกันก็แปลงกลับไปมาระหว่าง 2 w กับ 4 w) ด้วยอุปกรณ์นั้นคือ Hybrid เราอาจเรียกอย่างหนึ่งว่าเป็นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงกลับไปมาระหว่าง 2 w กับ 4 w



รูปที่ 2.8 แสดง Hybrid (Transmit)



รูปที่ 2.9 แสดง Hybrid (Receive)

2.1.6 สัญญาณ (Signalling)

สัญญาณ (Signalling) คือข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

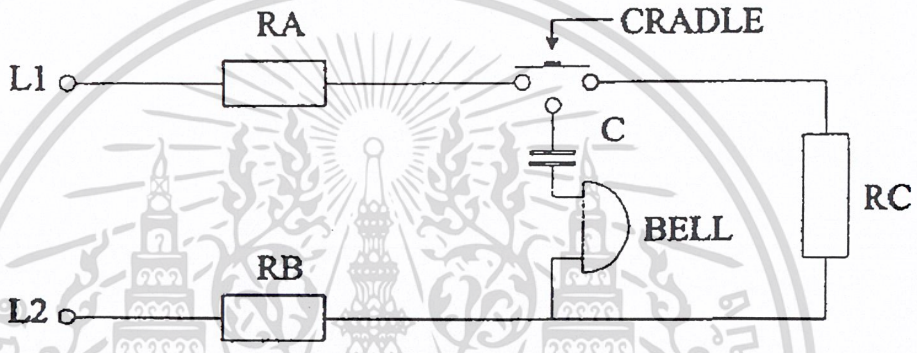
หน้าที่ทั่วๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่คือ

1. การเตรียมพร้อม (Alerting)
2. การส่งที่อยู่ของข่าวสาร (Transmission Address Information)
3. การตรวจตรา (Supervising)
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmission Information Signalling)

2.1.7สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่ากับชุมสาย (subscriber signalling)

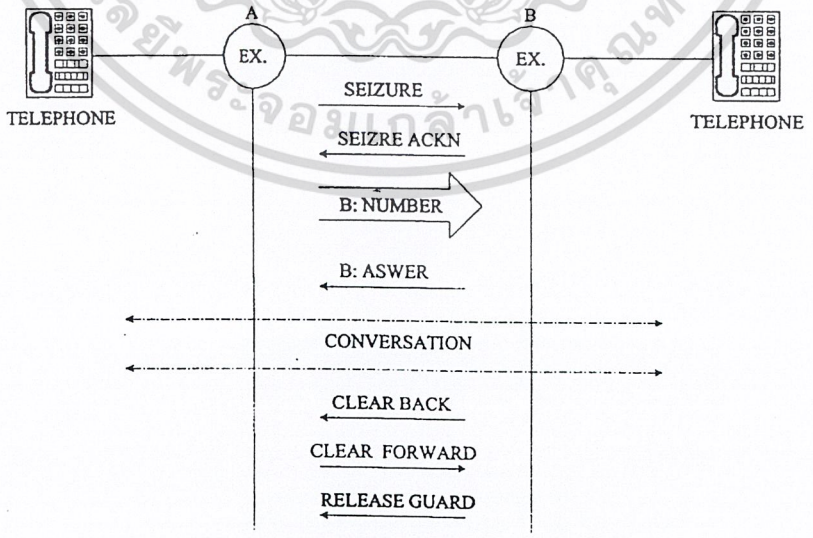
1. off-hook คือ สภาพของผู้เช่ายกหูโทรศัพท์สายจะมีสภาพ Closed loop (Low impledance)

2. on-hook คือสภาพที่ผู้เช่าวางหู สายมีสภาพ opend loop (High impledance) RA,RB = ค่าความต้านทานของสายโทรศัพท์ RC = ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์



รูปที่ 2.10 แสดง Telephone Impedance

3.Dialling คือสภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impledance จะสูง ต่ำสลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่ม Touch-tone สัญญาณออกจะเป็นความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย



รูปที่ 2.11 แสดง Subscriber Signalling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.Dialling Tone คือสัญญาณที่บอกสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสาย และชุมสายพร้อมจะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Tone นี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz Modulated ด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

5.Busy tone คือสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้ายกหูแล้วได้สัญญาณนี้ แสดงว่า อุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนจากเลขหมายไปแล้วแสดงว่า ผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine wave

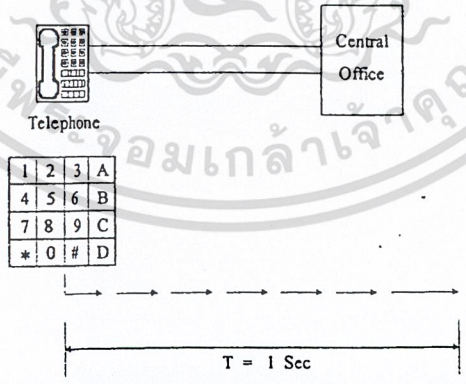
6.Ringing tone เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากหมุนหมายเลขครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่าการต่อกระทำได้สำเร็จ ในขณะนี้ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing signal) ไปยังผู้ถูกเรียกความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine wave โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

7.Ringing Signal เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ของสัญญาณ 25 Hz ค่าแรงดัน 70-90 Vrms โดยส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที

8. สัญญาณโทนอื่นๆ เช่น Nu tone (Number Unobtainble Tone) บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่ เป็นต้น

9.Receiver off-hook เป็นสัญญาณที่เกิดขึ้นแทน Dial tone หลังจากผู้เรียกยกหูเอาไว้เกิน 20 วินาที โดยไม่กดเลขหมายโทรศัพท์ของผู้ที่จะทำการติดต่อปลายทาง

10.Loop or Dial Pulse Signalling คือเมื่อโทรศัพท์ถูกยกหูทำให้ Subcriber Loop ถูกปิดลูปลง ชุมสายจะทำการส่ง Dial tone ออกไปยังเครื่องโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายปลายทางที่ต้องการติดต่อโดยการหมุน



รูปที่ 2.12 แสดง Loop or Dial Pulse Signalling

เมื่อมีการหมุนเลขหมายลูปนี้ก็จะถูกเปิดออกด้วยอัตรา 10 ครั้ง/วินาที เมื่อเลขหมาย 1 ถูกหมุนลูปนี้จะถูกเปิดออก 1 ครั้ง ใน 1 วินาที หมายเลข 0 ถูกหมุน ลูปจะเปิดด้วยอัตรา 10 ครั้งใน 1นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tone	Frequency (Hz)	On time (Sec)	Off time (Sec)
Dial	350+440	Continuous	
Busy	480+620	0.5	0.5
Ring	440+480	2	4
Back,Normal	440+480	1	3
Ring Back,PBX	480+620	0.2	0.3
Congestion (Toll)	480+620	0.3	0.2
Re-order (Local)	1400+2060+	0.1	0.1
Receiver Off-Hook	2450+2600		
	200 to 600	Continuous,Frequency	Continuous,Frequency
No such Number		Modulated at 1 Hz Rate	Modulated at 1 Hz Rate

ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่และระยะเวลาการทำงานของสัญญาณต่างๆ

2.1.8 สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกันชุมสาย (Inter exchange signalling)

สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประเภทคือ

1. Seizure (สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณใช้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ตัวรับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา

2. Address Information เป็นสัญญาณบอกเลขหมายหรือประเภทของผู้เช่า

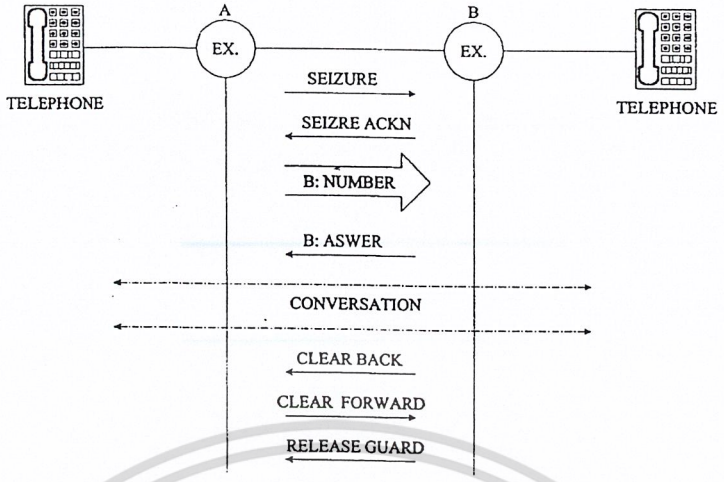
3.Answer Signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B ยกหูรับ หน้าที่หลักของสัญญาณก็คือ

1. เริ่มต้นคิดเงิน
2. ส่งสัญญาณคิดเงิน
3. ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

4. Clear- forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง) จะถูกส่งเมื่อฝ่าย Ac วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่างๆ

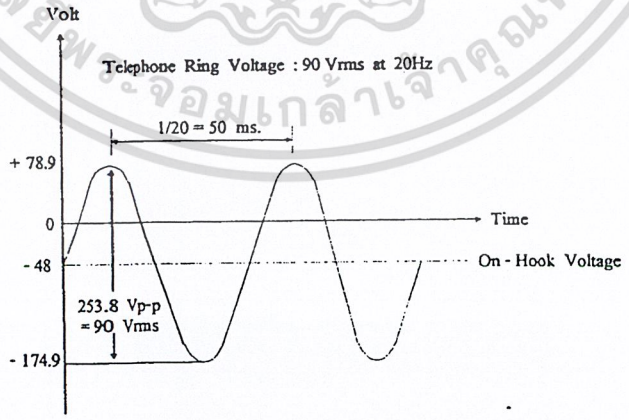
5.Clear-back (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทาง เริ่มต้นการจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear-forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



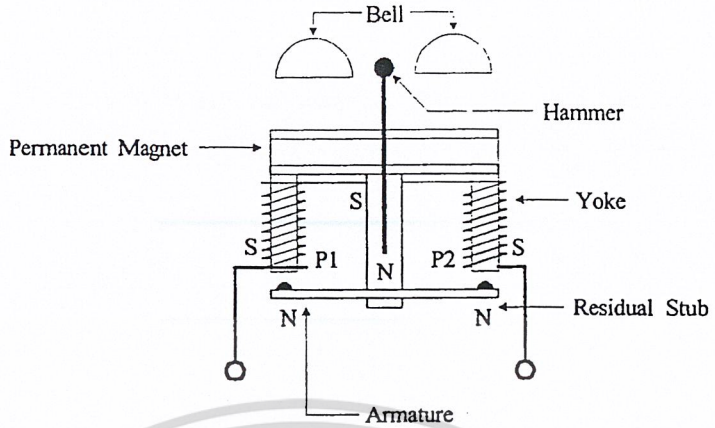
รูปที่ 2.13 แสดงสัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย (Inter exchange signalling)

จากรูปที่ 2.15 เป็นกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ ประกอบด้วยขดลวด 2 ขดต่อกันแบบอนุกรมพันอยู่บนแกนเหล็ก ซึ่งติดอยู่กับ Yoke และมีแท่งแม่เหล็กถาวรติดอยู่ตรงกึ่งกลางของ Yoke ส่วน Armature จะวางอยู่ในลักษณะที่ตรงกึ่งกลางติดอยู่กับแกนของแม่เหล็กถาวร โดยมีสารที่ไม่ใช่เป็นแม่เหล็กยึดอยู่ที่ปลายของ Armature ทั้งสองข้างจะมี Residual Stub ติดอยู่ซึ่งตรงข้ามกับขั้ว P1 และ P2 หลักการทำงานของกระดิ่งโทรศัพท์ อธิบายได้คือ เส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรจะทำให้เกิดขั้ว S ขึ้นที่ขั้ว P1 และ P2 และจะทำให้เกิดขั้ว N ที่ปลายทั้งสองของ Armature ในสภาวะปกติหรือไม่มีการเรียกจะไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวด จึงทำให้ Armature ถูกดูดด้วยแรงที่เท่ากัน หรืออาจจะถูกดูดไปข้างใดข้างหนึ่งคือ ที่ขั้ว P1 หรือ P2 ก็ได้



รูปที่ 2.14 แสดง Ringing Voltage for the Telephone set

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์

เมื่อมีการเรียกจะมีกระแสไฟฟ้าสลับไหลผ่านขดลวดทั้งสอง ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก N และ S ขึ้นที่ขั้ว P1 และ P2 ซึ่งจะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กมากมายที่ปลายขั้ว S (P2) และที่ปลายอีกข้างหนึ่ง (P1) เมื่ออำนาจแม่เหล็กหมดลง Armature ก็จะถูกดูดมาทางขั้วที่มีอำนาจแม่เหล็กแรงกว่า แต่เนื่องจากกระแสที่ป้อนให้กับขดลวดเป็นไฟสลับ ดังนั้น Armature จึงถูกดูดสลับข้างกัน ทำให้กระดิ่งดัง

2.1.9 Switch Hook

1. On-Hook

จากรูป 2.1 เป็นบล็อกไดอะแกรม แสดงการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปแล้ว Ringer จะเชื่อมต่ออยู่กับสายโทรศัพท์คือ TIP(+) และ RING (-) ทำให้สามารถรับสัญญาณ Incoming Call หรือสัญญาณสั่นกระดิ่งซึ่งส่งมาจาก Central Office ส่วนวงจรที่เหลือเช่น Dialing cct., Hybrid, Tx, Rx จะแยกออกจากสายโทรศัพท์ในกรณีโทรศัพท์อยู่ในสภาวะวางหู (On hook) เมื่อ Handset อยู่ในสภาวะวางหู (On hook) จะไม่มีกระแสไหลผ่านเครื่องโทรศัพท์ วงจร Ring จะมี Capacitor ทำให้หน้าที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าตรงไหลผ่านตัวมัน

2.Off-Hook

เมื่อ Handset จะถูกยกจะมีสภาวะเป็น Off-Hook หน้าสัมผัสของ Switch Hook S1, S2 ในรูป 2.12 จะปิดลง ทำให้เกิดกระแสลูป (Loop Current) ไหลจากแบตเตอรี่ของ Central Office ผ่านเครื่องโทรศัพท์และกลับมายัง Central Office เมื่อมีกระแสไหลผ่านที่พอเพียงจะทำให้ Central Office ทราบได้ว่ามีการยกหูเกิดขึ้นที่ฝั่งผู้ใช้โทรศัพท์และหลังจาก “Line Finder” จะค้นหาว่าคู่สายใดได้มีการ Off-Hook หลังจากนั้น Line Finder จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สวิชชิ่งเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าว และพร้อมจะรับสัญญาณจากโทรศัพท์ หลังจากนั้นตัวกำเนิดสัญญาณ Dial Tone ของ Central Office จะส่งสัญญาณทำให้ Dial tone ไปให้แก่ผู้เรียก (Caller) หลังจากที่ผู้เรียกได้รับสัญญาณ Dial Toneที่มาจาก Central office ทำให้ผู้เรียกสามารถที่จะเริ่มต้นส่งหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อไปให้กับ Central Office โดยรูปแบบของการส่งสัญญาณ (Dialing) สามารถแบ่งได้ 2 แบบคือ ใช้วิธี Interrupt Loop Current (Pulse) หรือส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Audio Tone (DTMF) ก็ได้เมื่อผู้พูดเริ่มกดหมายเลขโทรศัพท์ตัวแรกสัญญาณ Dial Tone นี้จะหายไป หลังจากที่ผู้พูดกดหมายเลขโทรศัพท์ครบทุกตัว ทางชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณ Ring Back Tone ไปให้ทางฝั่งผู้รับทำให้ผู้รับทราบว่ามีการเรียกเกิดขึ้น เมื่อผู้รับยกหูฟังขึ้นจึงสามารถเริ่มทำการสนทนาได้

2.1.10 หน้าที่ของเครื่องโทรศัพท์

1.เครื่องโทรศัพท์ทำหน้าที่บอกรับในกรณีที่มีการเรียกเข้ามา โดยใช้สัญญาณ Ringing

2.เครื่องโทรศัพท์ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงของผู้พูดเป็นสัญญาณไฟฟ้าและในทางกลับกันก็จะแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ถูกส่งมาให้เป็นสัญญาณเสียง

3.รูปแบบการส่งเลขของผู้ใช้โทรศัพท์ เพื่อส่งให้กับ Central office สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ Pulse กับ Tone

4.เครื่องโทรศัพท์จะปรับระดับสัญญาณเสียงให้มีความดังที่เหมาะสม โดยชดเชยความสูญเสียอันเกิดจากระยะทางระหว่างเครื่องโทรศัพท์และ Central office ซึ่งมีความใกล้และไกลต่างๆ กัน

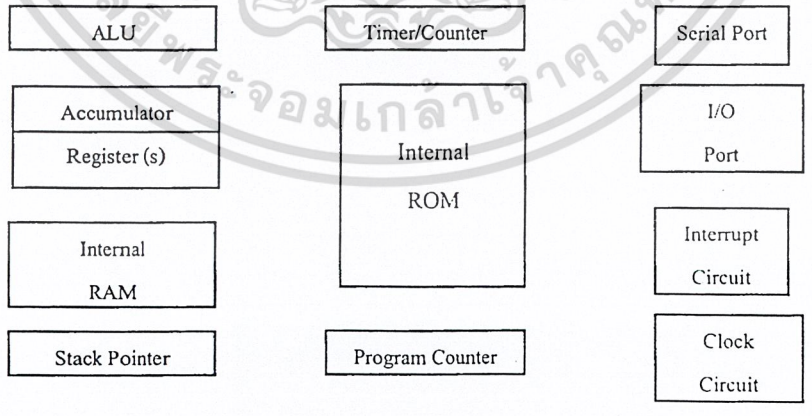
5.เครื่องโทรศัพท์จะติดต่อกับ Central office เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ต้องการใช้บริการโดยทำการยก Handset (Odd Hook)

6.เครื่องโทรศัพท์จะทำให้มี Feedback จากไมโครโฟนไปสู่หูผู้ฟัง ผู้พูดจึงสามารถได้ยินเสียงตนเอง (Side Ton) และสามารถควบคุมระดับความดังของ Side Tone ได้

7.เมื่อเครื่องโทรศัพท์ยังไม่มีการใช้งาน (On Hook) วงจร On-Hook/Off-Hook จะทำการแยกเครื่องโทรศัพท์ออกจาก Central Office โดยการใช้ Switch Hook

8.ในภาครับเครื่องโทรศัพท์สามารถรับสัญญาณต่างๆ เช่น Busy, Ringing, etc. จาก Central office

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.16 แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของโมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์คือไมโครโปรเซสเซอร์ที่รวมเอาส่วนของหน่วยความจำไอโอพอร์ท Timer/Counter มาบรรจุไว้ในชิพเดี่ยวมีชื่อเรียกว่าซิงเกิลชิพโมโครคอนโทรลเลอร์ (Single Chip Microcomtrollers) ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่2.16

จะเห็นว่า โมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบไปด้วย

- ALU
- แอคคิวมูเลเตอร์ (ACC)
- รีจีสเตอร์
- แรมภายใน (Internal RAM)
- สแตคพอยเตอร์ (SP)
- อินเทอนอลรอม (Internal ROM)
- โปรแกรมเคาร์เตอร์ (PC)
- ไอโอพอร์ท (I/O Port)
- วงจรอินเตอร์รัพต์ (Interrupt Circuit)
- วงจรคล็อค (Clock Circuit)
- ไทเมอร์เคาร์เตอร์ (Timer/Counter)
- Serial Port

โมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล MCS-51 นี้ผลิตโดยบริษัทอินเทลมีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง

Device	ROMless Version	EPROM Version	ROM Bytes	RAM Bytes	8-Bit I/O Ports	16-Bit Timer/ Counters	Programmable Counter Array (PCA)	UART	Serial Expansion Port (SEP)	Global Serial Channel (GSC)	DMA Channels	A/D Channels	Interrupt Sources/ Vectors	Power Down and Idle 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		✓					8/8	
80C51BH	80C31BH	87C51	4K	128	4	2		✓					6/5	✓
80C52	80C32	-	8K	256	4	3		✓					8/8	✓
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	✓

รูปที่ 2.17 แสดงเบอร์ของโมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.2.1คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 bit
2. มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรผลิตเวลาภายในตัว
3. มีขาสัญญาณ อินพุท เอาท์พุท จำนวน 32 bit

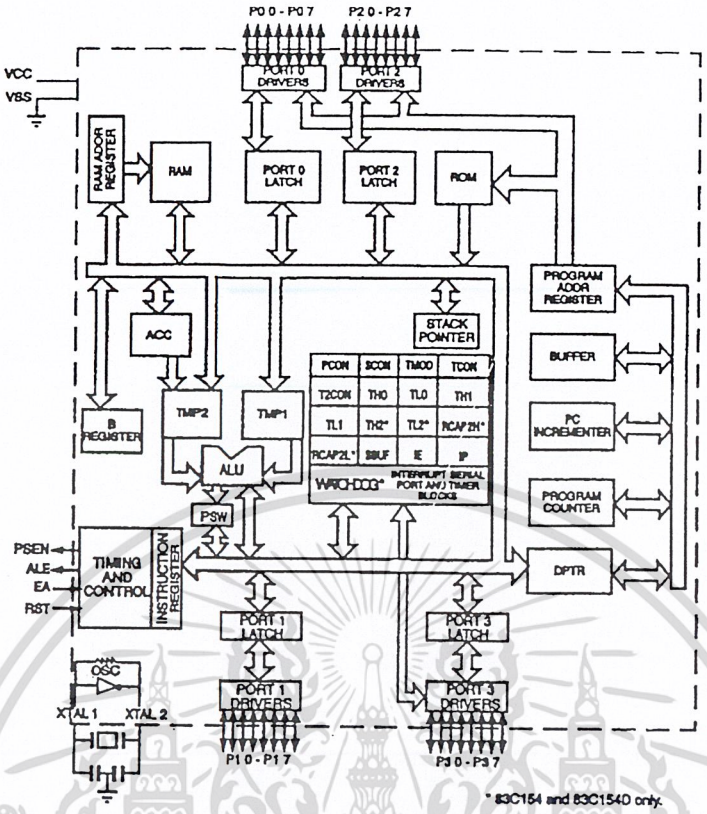
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External data memory) และสามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External program memory)
5. มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (On-chip program memory) ขนาด 4 Kbyte โดยเฉพาะเบอร์ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 8 Kbyte สำหรับเบอร์ 8031 และ 8032 จะไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้
6. มีหน่วยความจำข้อมูลภายใน (On-chip data memory) ขนาด 128 byte โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 256 byte
7. หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วน สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิทได้ด้วย ทำให้การควบคุมหรือการตรวจสอบสถานะบิตได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น
8. มีไทม์เมอร์/เคาท์เตอร์ (timer/counter) ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว โดยเฉพาะเบอร์ 8032 หรือ 8052 จะมีไทม์เมอร์/เคาท์เตอร์จำนวน 3 ตัว
9. การอินเตอร์รัปต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะทำการอินเตอร์รัปต์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยการอินเตอร์รัปต์ยังสามารถจัดลำดับความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ
10. มีพอร์ทสื่อสารอนุกรมได้ภายในตัวเอง ซึ่งทำงานเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) เลือกรูปแบบได้ 4 โหมด
11. มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และทางตรรกศาสตร์
12. คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์

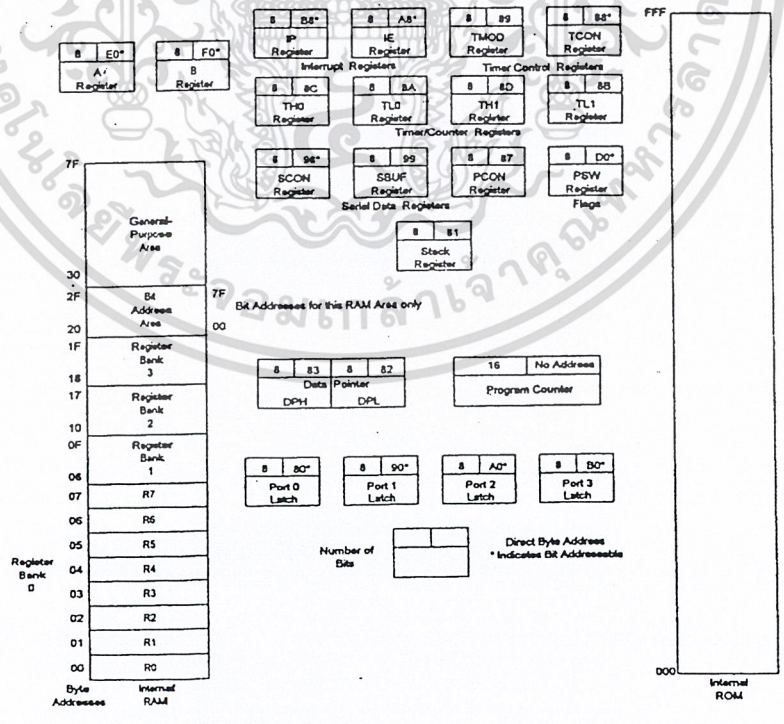
2.2.2 โครงสร้างภายในของ 8051

MCS-51 ใช้เทคโนโลยีในการผลิตเป็นแบบ NMOS และ CMOS เบอร์ 8032 และ 8052 จะมี ROM BASIC อยู่ภายในจึงสะดวกสำหรับโปรแกรมเมอร์ที่จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก โครงสร้างภายในสำหรับเบอร์ 8051 แสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



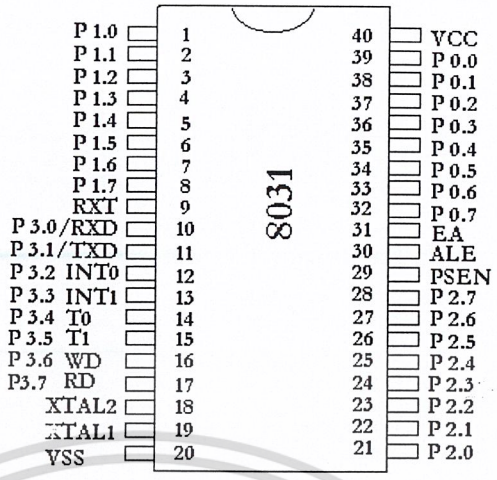
รูปที่ 2.18 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8051



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.19 แสดงตำแหน่งของรีจีสเตอร์ต่าง ๆ และหน่วยความจำภายใน

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



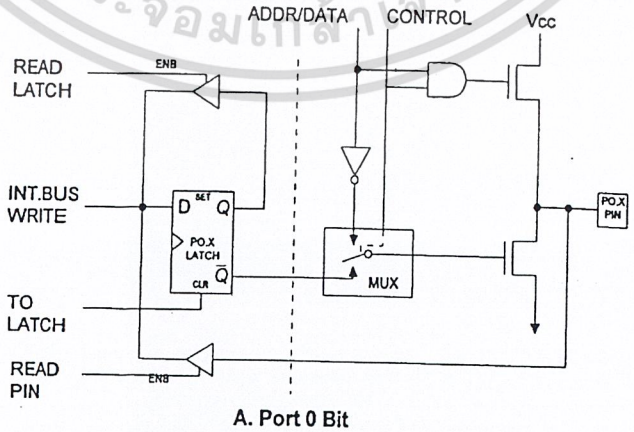
รูปที่ 2.20 แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 2.20 เป็นการแสดงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 จะเห็นว่ามีส่วนประกอบภายในมากมายบรรจุอยู่ภายในวงจรรวมเดียวกันนี้จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพ เพราะจะไม่เกิดการรบกวนจากระบบอื่น เนื่องจากส่วนประกอบต่างๆ ถูกบรรจุไว้ภายในจึงไม่เกิดการรบกวนได้ง่าย

2.2.3 พอร์ทของ 8051

8051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 40 ขา ซึ่งมีขาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- Vcc (ขา 40) ต่อกับ +5V
- Vss (ขา 20) ต่อกับ GND
- พอร์ท 0 (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P0.7-P0.0) มีโครงสร้างแบบ Open-Drain Bi-derectional ดังแสดงในรูปที่ 2.19



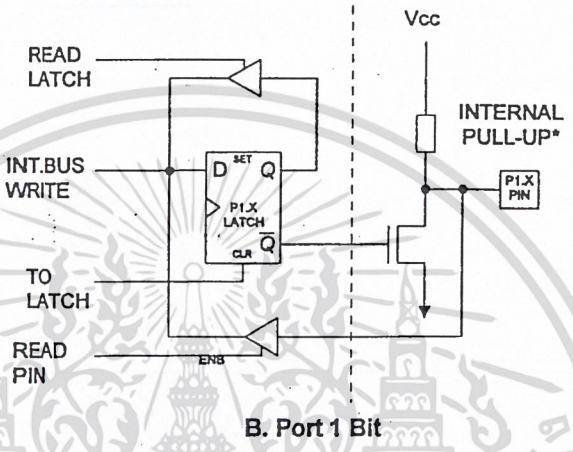
รูปที่ 2.21 แสดงโครงสร้างพอร์ท 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50119

- **ขาพอร์ท 0 (Port 0)**

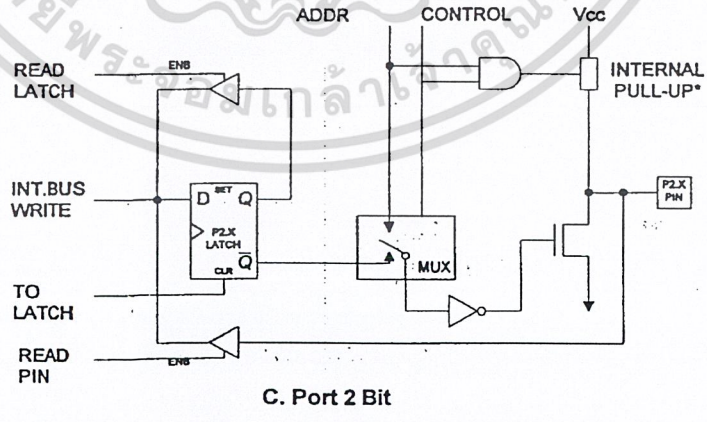
มี 8 ขา ได้แก่ P0.0 – P0.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ทเหล่านั้นอยู่ในสถานะปล่อยลอย ซึ่งในสถานะนี้เองที่สามารถนำมาใช้เป็นพอร์ทอินพุทอิมพิแดนซ์สูงได้ นอกจากพอร์ทจะสามารถใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแล้วยังถูกใช้งานกับหน่วยความจำภายนอกด้วยโดยทำหน้าที่ในการกำหนดแอดเดรส byte ต่ำ (A0-A7) ส่วนตำแหน่งแอดเดรส byte สูงจะอยู่ที่พอร์ท 2



รูปที่ 2.22 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 1

- **ขาพอร์ท 1 (Port 1)**

มี 8 ขา ได้แก่ขา P1.0- P1.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ทเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุท

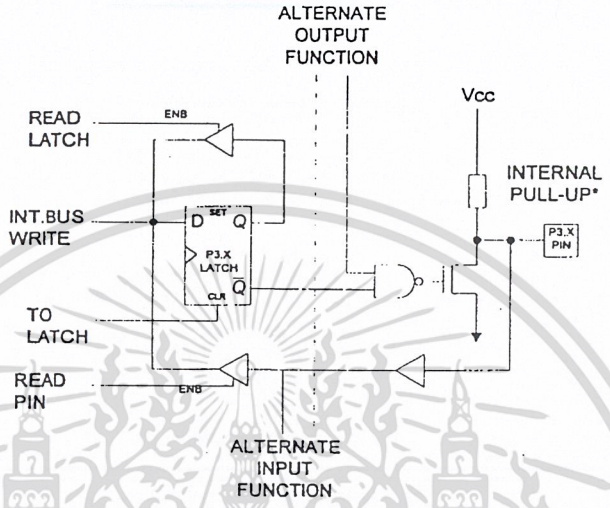


รูปที่ 2.23 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ขาพอร์ท 2 (Port 2)**

มีขา 8 ได่แก่ P2.0-P2.7 เป็นขาอินพุทพอร์ท เอาท์พุทแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุท นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแล้วมันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรส byte สูง (A1-A15)



รูปที่ 2.24 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 3

- **ขาพอร์ท 3 (Port 3)**

มีขา 8 ขาได้แก่ขา P3.0 – P3.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดย ถ้าใช้งานเป็นอินพุทเอาท์พุทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุท นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแล้วมันยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ เพื่อส่งสัญญาณควบคุมออกมาและรับสัญญาณเข้าไป สัญญาณต่าง ๆ มีดังนี้

P3.0/ RXD (Serial Input Port) : เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม (UART)

P3.1/ TXD (Serial Output Port) : เป็นขาที่ให้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม (UART)

P3.2/ $\overline{\text{INT0}}$ (Exinternal Interrupt 0) : ใช้รับสัญญาณการขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 0

P3.3/ $\overline{\text{INT1}}$ (Exinternal Interrupt 1) : ใช้รับสัญญาณการขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 1

P3.4/ T0 (Counter 0 External Input) : ขารับสัญญาณพัลซ์อินพุทเข้าไปยังวงจร Counter 0 (เป็นอินพุทโหมดเคาเตอร์)

P3.5/ T1 (Counter 1 External Input) : ขารับสัญญาณพัลซ์อินพุทเข้าไปยังวงจร Counter 1 (เป็นอินพุทโหมดเคาเตอร์)

P3.6/ $\overline{\text{WR}}$ (External Data Memory Write Strobe) : ขารับสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

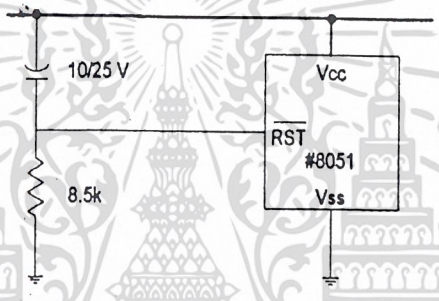
P3.7/ $\overline{\text{RD}}$ WR (External Data Memory Read Strobe) : ขารับสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ALE (ขา 30) เป็นขาส่งสโตรบสำหรับใช้ในการแลตช์แอดเดรสไบต์ต่ำ (A7-A0) ที่ส่งออกมาจากพอร์ท 0 สัญญาณนี้จะแอตทีฟทุก ๆ 2 ครั้งใน 1 แมชชีนไซเคิล
- $\overline{\text{PSEN}}$ (ขา 29) เป็นขาสโตรบที่ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจาก Program Memory ภายนอกสัญญาณนี้จะส่งออกมา 2 ครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิลแต่ถ้าเป็นการอ่าน Internal Program Memory จะไม่มีสัญญาณออกมาที่ขานี้
- $\overline{\text{EA}}$ (ขา 30) ใช้เลือกหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

  ป้อน "0" จะอ่านโปรแกรมจากภายนอกชิพ

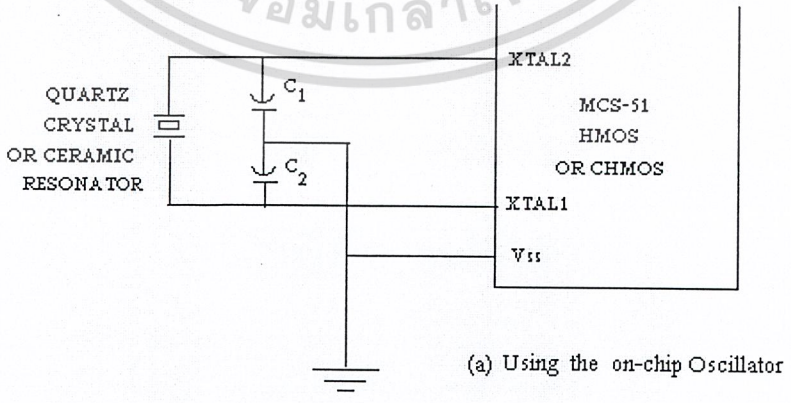
  ป้อน "1" จะอ่านโปรแกรมจากภายในชิพ
- RST (ขา 9) ขารีเซ็ท จะรีเซ็ทได้ก็ต่อเมื่อป้อนลอจิก "1" เข้าที่ขานี้นานอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล
- XTAL1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิสเลเตอร์ภายใน
- XTAL2 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิสเลเตอร์ภายใน



รูปที่ 2.25 การต่อขารีเซ็ทให้กับ 8051

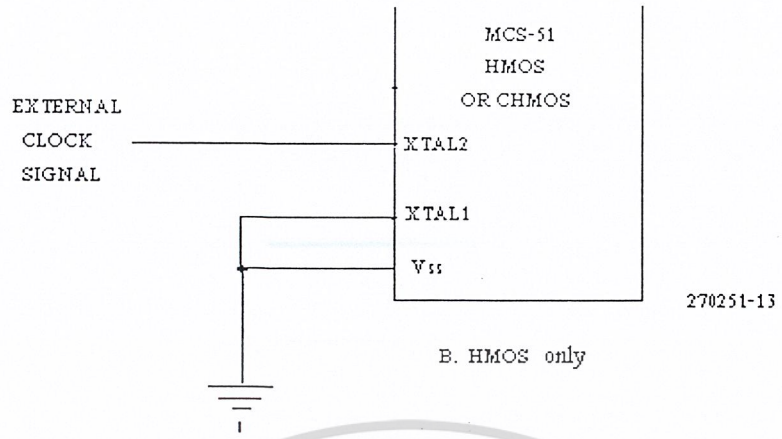
2.2.4 วงจรคล็อกของ MCS-51

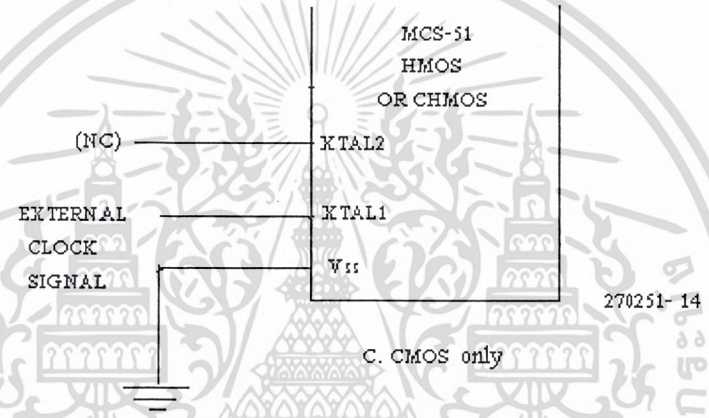
การต่อมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบคือ แบบใช้คล็อกภายในและคล็อกภายนอกมีรูปแบบการต่อดังรูปที่ 2.26 และ 2.27 ตามลำดับ



รูปที่ 2.26 Using the on-chip Oscilltor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.27 Using the External Clock

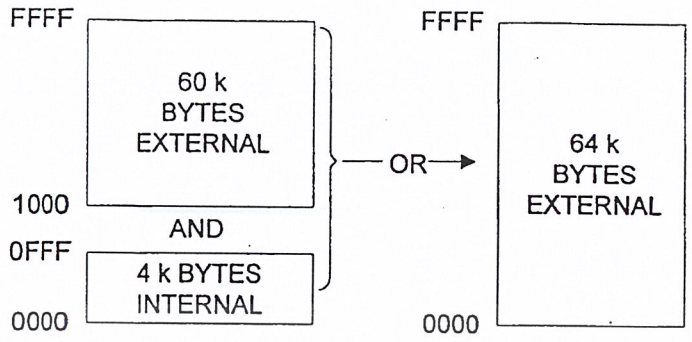
2.2.5 การแบ่งประเภทของหน่วยความจำ

หน่วยความจำที่ใช้กับ MCS-51 มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ

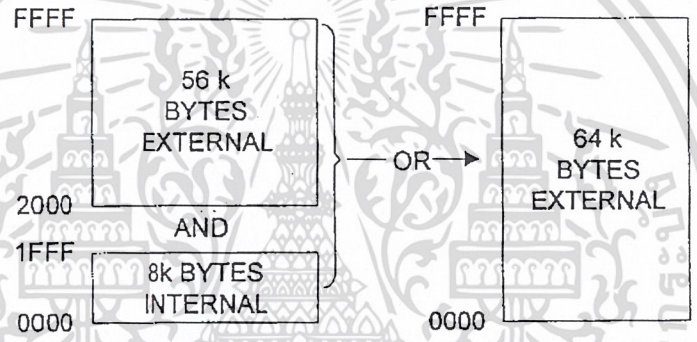
- หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory)
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมสั่งงานบรรจุอยู่ในชิพ 8051 ส่วนที่เป็น Program Memory ก็คือ ROM ขนาด 4 kbytes นั่นเอง แต่ถ้าเป็นเบอร์ 8052 จะมี ROM ขนาด 8 kbytes ดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

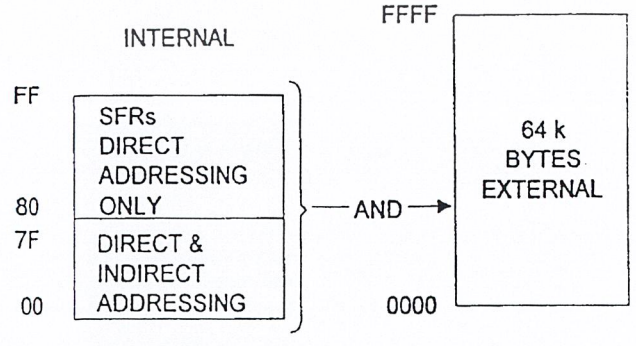


รูปที่ 2.28 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมสำหรับเบอร์ 8051



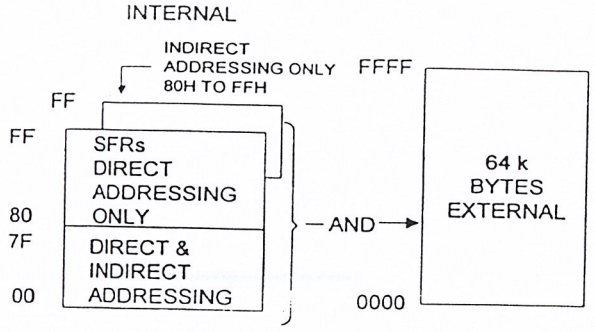
รูปที่ 2.29 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมเบอร์ 8052

Data Memory (RAM) แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูลภายในชิพมีเพียง 128 byers สำหรับเบอร์ 8051 และ 256 byets สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปและหน่วยความจำข้อมูลภายนอกชิพมีความจำ 64 kbytes ดังแสดงในรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.30 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับ Data Memory เบอร์ 8051



รูปที่ 2.31 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับ Program Memory ของ 8052

พื้นที่หน่วยความจำที่เข้าถึงข้อมูลโดยอ้อมเท่านั้น (Indirect Address Area)

พื้นที่หน่วยความจำบริเวณ (80h-FFh) ตามรูป 2.31 เป็นพื้นที่ซ้อนกันอยู่อย่างละ 128 bytes โดยส่วนแรกจะเป็น SFR แอดเดรสและ Indirect Address Area ดังนั้นผู้เขียนโปรแกรมถ้าจะติดต่อกับ SFR จะต้องใช้คำสั่งแบบเข้าถึงข้อมูลโดยตรงเท่านั้น (Direct Address Area) ส่วนพื้นที่อีกส่วนหนึ่งจะเข้าถึงข้อมูลแบบทางอ้อมเท่านั้น (Indirect Address Area) ส่วนตำแหน่ง (00h-7Fh) จะเข้าถึงข้อมูลได้ทั้ง 2 แบบ

พื้นที่หน่วยความจำที่เข้าถึงข้อมูลได้โดยตรงและทางอ้อม (Direct and Indirect Address Area)

พื้นที่ 128 bytes ล่างสุดจะแบ่งเป็น 3 ส่วนดังรูป 2.31

รีจิสเตอร์แบงค์ (Register Banks 0-3)

ตั้งแต่ตำแหน่ง (00-1Fh) จะแบ่งเป็นส่วนของรีจิสเตอร์แบงค์ (0-3) โดยแบ่งเป็นแบงค์ละ 8 bytes รวมแล้วได้ 32 bytes (แต่ละแบงค์จะมีรีจิสเตอร์ R0,R1,R2,R3,R4,R5,R6 และ R7) ถ้าซีพียูทำงานอยู่ที่แบงค์ 3 เมื่อถูกรีเซ็ทก็จะกลับมาทำงานที่แบงค์ 0 เสมอ และ SP จะมาเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 07h ทันที

บริเวณหน่วยความจำที่ใช้คำสั่งอ่านเขียนทีละบิตได้ (Bit Addressable Area)

พื้นที่ตั้งแต่แอดเดรส (20h-7Fh) จำนวน 16 bytes หรือแบ่งเป็นบิตจะได้เท่ากับ 128 bit ซึ่งตำแหน่งบิตมีดังนี้ 00,01,02,03,04,05,06,07 จนถึง 7FH เช่นบิต 00 ก็คือ D0 ของหน่วยความจำตำแแหน่งที่ 20h ดูรูปที่ 2.30 ประกอบ

บริเวณหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไป (Seatch Pad Area)

พื้นที่ตั้งแต่ (03h-7Fh) จะเขียนข้อมูลได้มีละไบต์เท่านั้นไม่สามารถใช้คำสั่งเกี่ยวกับบิตได้ถ้าย้ายเนื้อที่สแตคที่บริเวณนี้โปรดระวังในการเขียนข้อมูลมาทับสแตค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Byte	(MSB)							(LSB)	
7FH 30H	Scratch Pad Area								
2FH	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78	
2EH	77	76	75	74	73	72	71	70	
2DH	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68	
2CH	67	66	65	64	63	62	61	60	
2BH	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58	
2AH	57	56	55	54	53	52	51	50	
29H	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48	
28H	47	46	45	44	43	42	41	40	
27H	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38	
26H	37	36	35	34	33	32	31	30	
25H	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28	
24H	27	26	25	24	23	22	21	20	
23H	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18	
22H	17	16	15	14	13	12	11	10	
21H	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08	
20H	07	06	05	04	03	02	01	00	
1FH 18H	R0-R7								รีจีสเตอร์ แบงค์ 3
17H 10H	R0-R7								รีจีสเตอร์ แบงค์ 2
0FH 08H	R0-R7								รีจีสเตอร์ แบงค์ 1
07H 00H	R0-R7								รีจีสเตอร์ แบงค์ 0

รูปที่ 2.32 128 bytes ของ RAM ที่เข้าถึงข้อมูลแบบทางตรงและทางอ้อม

Special Function Register (SFR) มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.2

Symbol	Name	Address
*ACC	Accumulator	0E0H
*B	B Register	0F0H
*PSW	Program Status Word	0D0H
SP	Stack Pointer	81H
DPTR	Data Pointer 2 Bytes	
DPL	Low Byte	82H
DPH	High Byte	83H
*P0	Port 0	80H
*P1	Port 1	90H
*P2	Port 2	0A0H
*P3	Port 3	0B0H
*IP	Interrupt Priority Control	0B8H
*IE	Interrupt Enable Control	0A8H
TMOD	Timer/Counter Mode	89H
*TCON	Control	88H
*+T2CON	Timer/Counter Control	0C8H
TH0	Timer/Counter 2 Control	8CH
TL0	Timer/Counter 0 High Byte	8AH
TH1	Timer/Counter 0 Low Byte	8DH
	Timer/Counter 1 High Byte	
TL1	Timer/Counter 1 Low Byte	8BH
+TH2	Timer/Counter 2 High Byte	0CDH
+TL2	Timer/Counter 2 Low Byte	0CCH
+RCAP2H	T/C 2 Capture Reg. High	0CBH
+RCAP2L	Byte	0CAH
*SCON	T/C 2 Capture Reg. Low	98H
SBUF	Byte	99H
PCON	Serial Control	87H
	Serial Data Buffer	
	Power Control	

* = Bit addressable

\+ = 8052 only

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การติดต่อ 8255 กับซีพียู

การติดต่อ 8255 กับซีพียูนั้น 8255 เป็นอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท ซึ่งเหมือนกับอุปกรณ์ภายนอกชนิดอื่นๆ ขา A0 และ A1 จะต่อโดยตรงกับขา A0,A1 ของซีพียูขา CS ของ 8255 จะต่ออยู่กับภาคถอดรหัสของแอดเดรส ดังตารางที่ 2.3 จะแสดงการต่อพอร์ทต่างๆ

	A0	A1	RD	WR	CS
Input Operator (READ)					
Port A Data Bus	0	0	0	1	0
Port B Data Bus	0	1	0	1	0
Port C Data Bus	1	0	0	1	0
Output Operator (WRITE)					
Data Bus Port A	0	0	1	0	0
Data Bus Port B	0	1	1	0	0
Data Bus Port C	1	0	1	0	0
Data Bus Port Control	1	1	1	0	0
Disable Function					
Data Bus 3-Strate	X	X	X	X	1
Illegal condition	1	1	0	1	0
Data Bus 3-State	X	X	1	1	0

ตารางที่ 2.3 แสดงการต่อพอร์ทต่างๆ

การทำงานของพอร์ท A,B,C จะกำหนดโดยข้อมูลที่ส่งไปยังพอร์ทควบคุม โดยสามารถทำงานได้ 3 โหมด คือ โหมด 0-3 ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

2.4 รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูล LCD

ในโมดูล LCD จะมีส่วนประกอบหลักๆ3ส่วนดังนี้

ตัวแสดงผล (display) ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมในการมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอ LCD

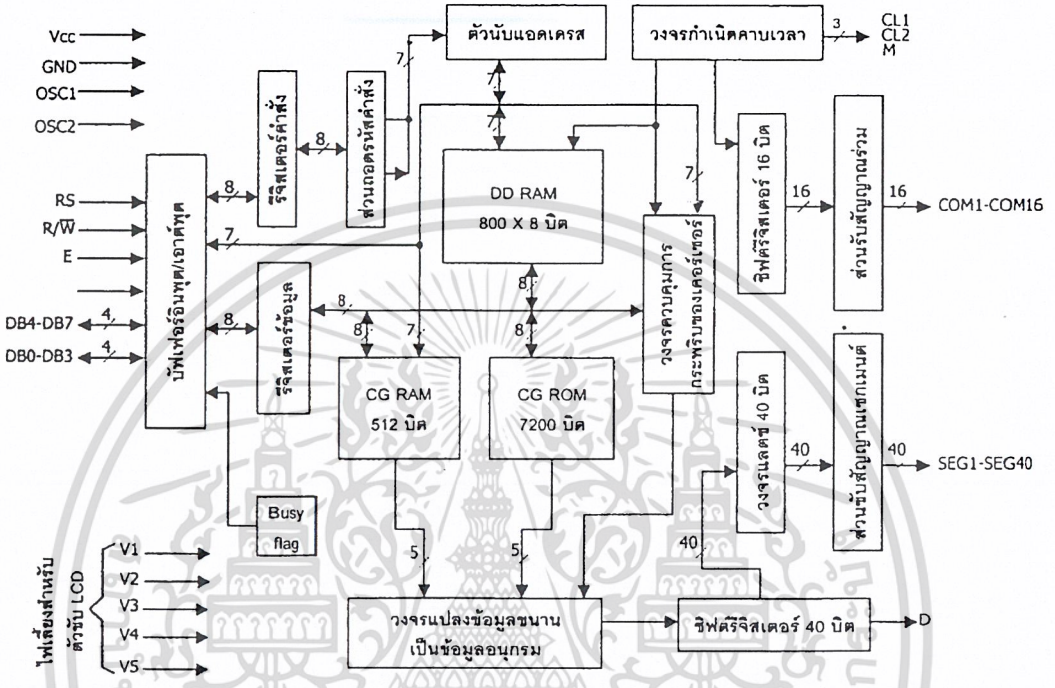
ตัวควบคุม (controllor) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของโมดูล LCD เช่น ลบจอภาพ แสดงตัวอักษรหรือเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนี้ใช้ชิปควบคุมโดยเฉพาะชิปที่นิยมใช้คือ *เบอร์ HD44780 และ HD61830* โดย HD44780 จะใช้ควบคุม LCD แบบอักขระ ส่วน HD61830 ใช้ควบคุม LCD แบบกราฟิก

ตัวขับ (driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนด ชิปที่ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวขับนี้ได้แก่ *เบอร์ HD4100H* และ *MSM5259* เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูล LCD

ในการใช้งานโมดูล LCD จำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมให้ดีเสียก่อน โดยขอยกตัวอย่างโมดูล LCD แบบอักขระเพราะสามารถเข้าใจได้ง่าย โดยให้บล็อกไดอะแกรมภายในของชิบควบคุม LCD เบอร์ HD44780 ซึ่งใช้ในโมดูล LCD แบบอักขระ ประกอบด้วย



รูปที่ 2.33 ไดอะแกรมการทำงานของโมดูลLCD แบบอักขระ

บัฟเฟอร์อินพุตเอาต์พุต เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อที่จะถ่ายทอดข้อมูลเข้าออกภายในตัวควบคุม

รีจีสเตอร์คำสั่ง (Instruction Registor : IR) เป็นรีจีสเตอร์ใช้รับข้อมูลคำสั่งจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อนำไปควบคุมการแสดงผล

รีจีสเตอร์ข้อมูล (Data Registor : DR) เป็นรีจีสเตอร์ใช้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อถ่ายทอดต่อไปยังหน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลแสดงผลหรือนำข้อมูลไปสร้างตัวอักษรเพิ่มเติมในแรมสร้างตัวอักษร

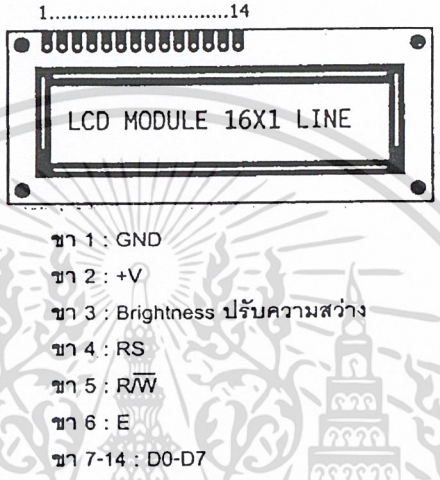
แรมเก็บข้อมูลแสดงผล (Display Data RAM :DDRAM) เป็นหน่วยความจำแรมทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่มาจากรีจีสเตอร์ DR ตัวควบคุมจะนำข้อมูลใน DDRAM นี้ไปเปิดตาราง(Look up-lable) ของตัวอักษรที่เก็บไว้ในหน่วยความจำรอมและแรมเก็บตัวอักษร เพื่อนำไปแสดงที่ตัวแสดงผล

รอมเก็บตัวอักษร (Character Generator ROM : CGROM) เป็นหน่วยความจำรอมที่เก็บข้อมูลตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่สามารถอ่านออกไปแสดงที่ตัวแสดงผลมีขนาด 7,200 บิต โดยจะถูกอ่านด้วยค่าของข้อมูลใน DDRAM

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรมเก็บตัวอักษร (Character Generator RAM :CGRAM) เป็นหน่วยความจำแรมที่ใช้เก็บอักษรที่มีการสร้างเพิ่มเติมขึ้นใหม่ ในกรณีที่ตัวอักษรใน CGROM ไม่เพียงพอ มีขนาด 512 บิต การเขียนและอ่านค่าไปใช้นั้นทำได้เช่นเดียวกับ CGROM คือ เขียนข้อมูลลงใน DDRAM แล้วตัวควบคุมจะมาอ่านค่าจาก CGRAM เอง

แฟลก BUSY เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แจ้งสถานะการทำงานของตัวควบคุมให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่าตัวควบคุมพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งหรือไม่ดังนั้นก่อนการส่งข้อมูลหรือคำสั่งมายังตัวควบคุมต้องตรวจสอบสถานะของแฟลก BUSY นี้เสียก่อน



รูปที่ 2.34 รูปร่างและการจัดขาใช้งานของโมดูลแอลซีดีแบบอักขระ

RS	R/W	E	การทำงาน
0	0	↓	เขียนคำสั่ง
0	1	↑	อ่านสถานะของโมดูล LCD
1	0	↓	เขียนข้อมูล
1	1	↑	อ่านข้อมูล

รูปที่ 2.35 แสดงความสัมพันธ์ในการทำงานของขา RS, R/W และ E ของโมดูลแอลซีดีแบบอักขระ

โมดูล LCD มีการต่อใช้งานทั้งสิ้น 14 ขา สำหรับรายละเอียดการทำงานของแต่ละขามีดังนี้

VSS(ขา1) ต่อกราวด์

VDD(ขา2) ต่อไฟเลี้ยง +5V

VO(ขา3) เป็นขาอินพุตรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล

RS(ขา4) เป็นขาอินพุตใช้ในการแยกข้อมูลที่ทำการประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ IR หรือ รีจิสเตอร์ DRโดยถ้าขานี้เป็น"0"ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นคำสั่งแต่ถ้าขานี้เป็น"1"ข้อมูลสำหรับการแสดงผล

R/W เป็นขาที่ใช้เลือกการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับโมดูล LCDถ้าเป็น"0"เป็นการกำหนดให้เขียนข้อมูล

E(ขา6) เป็นขาสำหรับรับสัญญาณพัลส์เอ็นเอเบิลโมดูลLCDให้ทำงาน

D0-D7(ขา7-ขา14)เป็นขาที่ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลขนาด 8 บิต

1.คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล (Clear display)

มีข้อมูลคำสั่งเป็น 01Hเป็นคำสั่งทีใช้เขียนข้อมูลช่องว่างหรือ space เข้าไปในDD-RAMทั้งหมด เมื่อตัวเอ็กซิคิวต์ทำงานคำสั่งนี้จะทำการกำหนดแอดเดรสของDD-RAMเป็น 0 เคอร์เซอร์จะไปอยู่ตำแหน่งซ้ายมือสุดของจอแสดงผลแล้วเซตบิต I/Dให้เป็น 1

2.คำสั่งรีเทิร์นโฮม (Return home)

ต้องกำหนดบิต 1 ของข้อมูลเป็น 1เป็นคำสั่งให้เคอร์เซอร์เคลื่อนที่กลับไปยังตำแหน่งซ้ายสุดของจอแสดงผลแต่ข้อมูลบนจอแสดงผลไม่เปลี่ยนแปลงนั่นคือข้อมูลคำสั่งของคำสั่งนี้ จะเป็น 02Hหรือ03H

3.คำสั่งเลือกโหมดการป้อนข้อมูล(Entry mode Set)

มีรายละเอียดของข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	0	1	I/D	S

บิต S เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดลักษณะของการแสดงผลเมื่อมีการป้อนข้อมูลถ้าหากบิต S เป็น."1"เมื่อเกิดข้อมูลใหม่บนจอแสดงผลตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่แต่ตัวอักษรข้อมูลเดิมจะถูกดันไปทางซ้ายแต่ถ้าหากบิตนี้เป็น"0"เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ตัวเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ

บิต I/Dเป็นบิตที่ใช้กำหนดว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วแอดเดรสของDD-RAM เพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 แอดเดรสโดยถ้าบิตนี้เป็น "1"แอดเดรสของDD-RAMจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเป็น"0"แอดเดรสจะลดลง

4.คำสั่งควบคุมการแสดงผล

มีรายละเอียดของข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	1	D	C	B

บิต Dใช้ควบคุมการปิดเปิดจอแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น "1"จะเป็นการเปิดจอแสดงผล แต่ถ้าบิตนี้เป็น"0"จะเป็นการปิดจอแสดงผล

บิต C ใช้ควบคุมการแสดงตัวเคอร์เซอร์บนจอแสดงผล ถ้าต้องการให้มีเคอร์เซอร์แสดงผลต้องกำหนดบิตนี้เป็น"1"ถ้ากำหนดให้เป็น"0"จะเป็นการปิดเคอร์เซอร์หรือไม่แสดงเคอร์เซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต Bใช้ควบคุมการกระพริบของเคอร์เซอร์ถ้าบิตนี้เป็น"1"เคอร์เซอร์จะกระพริบ

5.คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษร

มีรายละเอียดของข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

การควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษรบนจอแสดงผลขึ้นอยู่กับการกำหนดบิตS/CและR/L ซึ่งสามารถควบคุมได้ดังนี้

S/C	R/L	ลักษณะการเลื่อน	ข้อมูลคำสั่ง
0	0	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย	10H-13H
0	1	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา	14H-17H
1	0	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางซ้าย	18H-1BH
1	1	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางขวา	1CH-1FH

6.คำสั่งกำหนดฟังก์ชั่นการทำงาน

มีรายละเอียดของข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	1	DL	N	F	*	*

บิตD/Lใช้กำหนดจำนวนบิตที่ใช้ติดต่อส่งผ่านข้อมูล ถ้าบิตนี้เป็น"0"จะเป็นการติดต่อแบบ 4 บิต แต่ถ้าบิตนี้เป็น "1"จะเป็นแบบ 8 บิต

บิต Nใช้กำหนดจำนวนบรรทัดของการแสดงผลถ้าเป็น "0"จะแสดงผล 1 บรรทัด ถ้าเป็น "1"จะแสดง 2 บรรทัดในกรณีที่จอแสดงผลสามารถแสดงผลได้ 2 บรรทัดและต้องการให้แสดงผลมากกว่า 2 บรรทัดก็กำหนดบิต N นี้ให้เป็น "1" เนื่องจากแอดเดรสของDD-RAM แบ่งเป็น 2ช่องคือ 00H และ40H

บิต F ใช้เลือกความละเอียดของตัวอักษรให้การแสดงผลถ้าบิตนี้เป็น"0"จะเป็นการแสดงผลแบบ 5*7จุดและถ้าบิตนี้เป็น"1"จะแสดงผลเป็นแบบ5*10จุด

7.คำสั่งเลือกแอดเดรสของ CG-RAM

เมื่อต้องการกำหนดแอดเดรสของ CG-RAM ต้องกำหนดให้บิต 7 เป็น "0" บิต 6 เป็น"1"ส่วนอีก 6 บิตที่เหลือจะแทนด้วยค่าแอดเดรสของ CG-RAMจะต้องทำการกำหนดแอดเดรสด้วยคำสั่งนี้ก่อนที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลให้ CG-RAMโดยแอดเดรสของ CG-RAM อยู่ระหว่าง 00H-3FH

8.คำสั่งเลือกแอดเดรสของ DD-RAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในการเลือกแอดเดรสของ DD-RAMก่อนที่จะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลโดยบิต 7 จะต้องเป็น"1"และข้อมูลอีก 7บิตที่เหลือจะต้องเป็นค่าแอดเดรสของ DD-RAM ซึ่งแอดเดรสของ DD-RAM จะอยู่ระหว่าง8CH-0FFH ทั้งนี้จำนวนแอดเดรสยังขึ้นอยู่กับการกำหนดสถานะที่บิต N ด้วยหากบิตNเป็น "0" แอดเดรสของDD-RAM จะอยู่ระหว่าง80H-0CFHและถ้าบิต N เป็น"1"แอดเดรสของDD-RAMจะมีอยู่ 2 ช่วงคือ 8CH-87H และ 0C0H-0C7H

9.คำสั่งอ่านแฟลก

มีรายละเอียดของข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
BF	A	A	A	A	A	A	A
	แอดเดรสไบต์สูง			แอดเดรสไบต์ต่ำ			

เป็นคำสั่งที่ใช้อ่านแฟลก BUSY(BF) โดยแฟลกนี้จะเป็นตัวบอกสถานะของตัวควบคุม LCDว่าพร้อมจะรับข้อมูลอยู่หรือเปล่าถ้าหากบิต BF เป็น "0"แสดงว่าตัวควบคุม LCD พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง แต่ถ้าแป็น"1"แสดงว่าขณะนี้ตัวควบคุม LCDยังอยู่ในกระบวนการทำงานภายในหรือกำลังประมวลผลข้อมูลอยู่ยังไม่พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่งเมื่อต้องการอ่านค่าแฟลกต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น"1"ด้วยแต่สัญญาณที่ RS ยังต้องเป็น "0"อยู่เพราะข้อมูลคำสั่งนอกจากนี้ยังใช้เป็นคำสั่งอ่านข้อมูลแอดเดรสของ CG-RAMและDD-RAM ด้วยโดยบิต0-บิต6เป็นค่าของแอดเดรสที่ต้องการอ่าน

2.4.1 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD

การควบคุมการทำงานของLCD โมดูลอาศัยสัญญาณ enable :ซึ่งจะถูกส่งไปยังLCD โมดูลหลังจากที่มีการกำหนดการทำงานว่าอยู่ในโหมดการอ่านหรือการเขียน ซึ่งการกำหนดโหมดการอ่านหรือการเขียนอยู่ในรูปแบบข้อมูลของตัวอักขระหรือข้อมูลคำสั่งการกำหนดรูปแบบของข้อมูลทำได้ที่ขาสัญญาณ RS (Register Select) LCDโมดูล โดยถ้า RS = 1 จะเป็นโหมดการอ่านเขียนข้อมูลอักขระ และถ้า RS=0 จะเป็นโหมดการอ่านเขียน ข้อมูลคำสั่งควบคุมภายใน LCD โมดูล

การส่งผ่านข้อมูลทั้งตัวอักขระและคำสั่งควบคุมถูกป้อนเข้ากับบัสข้อมูล 2 ทิศทางของระบบในการใช้งาน LCD โมดูล สามารถใช้งานได้ทั้งแบบ 4 บิต และ 8 บิต ในการเชื่อมต่อแบบ 8 บิตจึงสามารถรับส่งข้อมูลกับบัสของ MCS-51 ได้พอดีและสามารถเขียนโปรแกรมให้ทำงาน รับ-ส่ง ข้อมูลแบบ 8 บิตได้ แต่ในการใช้งานในรูปแบบ 4 บิต ก็เป็นการประหยัดและสามารถนำพอร์ตที่เหลืออีก 4 พอร์ตไปใช้งานควบคุมอื่นๆได้

2.5 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่ (Dual Tone Multifrequency Type)

เป็นระบบการส่งสัญญาณ ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF วิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ พร้อมกันออกไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 Hz) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะ

เอกสารนี้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นความถี่ในแนวตั้งซึ่งค่าต่างๆ จะแสดงดัง ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz มอดูเลตกันออกมา

2.5.1วงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

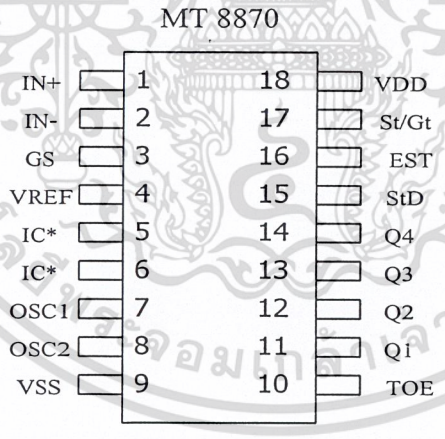
จะใช้ไอซี MT8870 ถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (DTMF) ให้เป็นตัวเลข BCD ขนาด 4 บิท โดยเพียงใช้งานร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz เท่านั้น

การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นตัวเลขฐานสองขนาด 4 บิท

ในยุคก่อน การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ มักใช้ไอซีจำพวกเฟสล็อกลูปซึ่งสร้างปัญหาสารพัด ไม่ว่าเรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจรขนาดของวงจรที่ใหญ่ เพราะต้องใช้ไอซีจำนวนมาก

2.6 คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time)
- เป็นไอซีคุณภาพสูง



รูปที่ 2.36 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870

การนำ MT8870ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อยหรือ PABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

2.6.1 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO^2-MOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุทเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ

F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
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

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

1. ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (Six order switched band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานDTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (early steering) ก็จะแอคทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้น

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปเอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นระยะเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้องส่วนช่วงเวลายาวนานเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น “High” นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา เมื่อขา Est เป็น “High” ทำให้ V_C จะคายประจุทำให้แรงดัน V_C สูงขึ้นจนถึงค่าเทรสโฮลด์ วงจรถอดรหัส ถึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป

5. ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในตัวไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตัลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที

2.7 ISD12xx/14xx SERIES (ไอซีบันทึกเสียง)

ไอซีในตระกูล ISD นี้อาศัยเทคโนโลยีการบันทึกเสียงทางอนาลอกโดยตรงและภายในประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้ภายใน หรือเรียกว่า NV RAM (Nonvolatile RAM) ทำให้สามารถบันทึกได้นานตั้งแต่ 10-20 นาที ตามเบอร์ไอซีในตระกูล ISD 12xx/14xx ซึ่งการใช้งานและการจัดขาของไอซีตระกูลนี้ดีเหมือนกันหมดต่างกันตรงความสามารถในการบันทึกเสียงเท่านั้นเอง คุณลักษณะที่แตกต่างไปจากไอซีเสียงทั่วไปก็คือระยะเวลาบันทึกเสียงด้วยตัวของไอซีเอง (ไม่มีหน่วยความจำมาต่อเพิ่มภายนอก) สามารถบันทึกเสียงได้นาน โดยจะกำหนดมาเป็นเบอร์ซึ่งแต่ละเบอร์ไอซีจะมีระยะเวลาต่างกันในการบันทึกเสียงและก็อยู่ในตระกูล ISD เช่นกัน

2.7.1 คุณสมบัติของ ISD 12xx/14xx

1. เมื่อใช้ในฟังก์ชั่นการบันทึกและเล่นกลับด้วยตัวไอซีเองง่ายมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่มีไอซีเบอร์อื่นๆ ประกอบเพิ่มเติมภายนอก
- ต่ออุปกรณ์พาสซิฟภายนอกน้อยมาก

2. ให้ระดับสัญญาณในการบันทึกที่มีประสิทธิภาพสูง

3. สามารถสวิทช์ควบคุมการบันทึกเล่นกลับ, หยุดชั่วขณะและปรับระดับสัญญาณต่างๆได้

4. ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ไม่สูญหายถึงแม้ว่าจะไม่มีแรงดันจ่ายให้กับไอซี และไม่ต้องการแบตเตอรี่สำรอง

5.เก็บข้อมูลได้นานถึง 100 ปี แม้ไม่มีแรงดันไฟเลี้ยง

6. สามารถบันทึกใหม่ได้ถึง 100,000 ครั้ง

7. มีวงจรฐานเวลาภายใน

8.ไม่มีการโปรแกรมในตัวไอซีและไม่ต้องพัฒนาระบบเพิ่มเติมเพื่อให้ทำงานได้

9.มีระบบสแตนด์บายเพื่อประหยัดพลังงานจากแหล่งจ่ายเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ

10.ใช้แรงดันไฟเลี้ยงเดี่ยวกินกระแสขณะสแตนด์บาย 0.5 ไมโครแอมป์

2.7.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD 12xx/14xx

จากตารางนี้จะทำให้ทราบว่าค่าพารามิเตอร์บางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีแต่ละเบอร์ในตระกูล ISD 12xx/14xx นี้ ซึ่งบอกถึงความสามารถของระยะเวลาในการบันทึกที่แตกต่างกัน รวมทั้งความถี่ของการสุ่มสัญญาณก็ต่างกัน

สัญลักษณ์	คุณสมบัติ	ISD1210	ISD1212	ISD1416	ISD1420	หน่วย
F_S	อัตราความถี่ในการแซมปลิ้งสัญญาณ	6.4	5.3	8	6.4	KHz
BW	ความกว้างของแบนด์	2.7	2.3	3.4	2.7	KHz
T_{RPW}	ความกว้างของพัลส์ขณะบันทึก	10	12	16	20	Sec
T_{PLAY}	ระยะเวลาในการบันทึก(สูงสุด)	10	12	16	20	Sec
T_{LED2}	การหน่วงเวลาที่ขา RECLED ขณะปิด	48.6	58.3	38.9	48.6	msec
T_{RPUD}	การหน่วงเวลาขณะเริ่มบันทึก	32	39	26	32	msec
T_{RPDD}	การหน่วงเวลาขณะหยุดบันทึก	32	39	26	32	msec
T_{PPUD}	การหน่วงเวลาขณะเล่นกลับ	32	39	26	32	msec
T_{PPDD}	การหน่วงเวลาขณะ	32	39	25	32	msec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	เล่นกลับสิ้นสุด					
THD	ความเพี้ยนทางฮาร์โมนิกส์	1	1	1	1	%
T_{LED1}	หน่วงเวลาขณะเริ่มบันทึกของ LED	5	5	5	5	μsec
T_{OUT}	กำลังขับลำโพงทางเอาท์พุท	12.2	12.2	12.2	12.2	Mw
V_{OUT}	แรงดันตกคร่อมขาต่อลำโพง	2..5	2.5	2.5	2.5	V_{P-P}
V_{IN1}	แรงดันอินพุทที่ไมโครโฟน	20	20	20	20	mV
V_{IN2}	แรงดันอินพุทอนาลอก	50	50	50	50	mV

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตระกูล ISD12xx/14xx SERIES

โดยทั่วไปของ ISD 12xx/14xx แล้วก็มีรูปร่างหน้าตาเหมือนกับไอซีทั่วไป แต่ว่าขาใช้งานและบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในทำงานไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะไอซีในตระกูล ISD 12xx/14xx นี้จะถูกผลิตขึ้นมาเป็นไอซีที่ในหน้าที่บันทึกและเล่นกลับ ก็ถือได้ว่าดีมากไม่แตกต่างจากการบันทึกลงตลับเทปคลาสเซต

ภายในตัวไอซีจะประกอบไปด้วยส่วนของการทำงานที่สำคัญทุกส่วน โดยมีอุปกรณ์พาสซีฟต่อภายในก็มีวงจรกำเนิดความถี่ฐานเวลาชนิดซีมอส, วงจรขยายสัญญาณไมโครโฟน, วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ, วงจรกรองความถี่และวงจรขยายสัญญาณออกสู่ลำโพงโดยตรงจากไอซีตัวนี้แต่ไม่ดังมากพอ สามารถเพิ่มวงจรขยายเสียงภายนอกเพื่อขับลำโพงให้ได้ยินเสียงดังมากขึ้น

สัญญาณที่จะทำการบันทึกจะถูกเก็บหรือบันทึกลงบนหน่วยความจำภายในไอซี ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องการแรงดันไฟฟ้าสำรองขณะเก็บข้อมูลไว้ได้นานเป็น 100 ปี ลักษณะการบันทึกหน่วยความจำภายในไอซีตัวนี้จะทำการบันทึกสัญญาณอนาล็อกโดยตรง (Direct Analog Storage Technology : DAST) ซึ่งสัญญาณอนาล็อก นี้อาจจะเป็นสัญญาณย่านความถี่ 20 Hz ถึง 22 kHz การบันทึก 100,000 ครั้งตลอดอายุการใช้งาน

2.7.3 การทำงานเบื้องต้น

การทำงานเบื้องต้นของ ISD12xx/14xx จะเป็นชิพไอซีเพียงตัวเดียวและมีสัญญาณแบบเดี่ยว (Single Signal) เพื่อควบคุมที่ขา REC และสัญญาณควบคุมการเล่นกลับจะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ควบคุมสองสวิทช์คือ ควบคุมที่ขา PLAYE และ PLAYL นอกจากนั้นหากต้องการให้สามารถควบคุมการบันทึกได้หลายๆ ลักษณะก็สามารถใช้ขาแอดเดรสไลน์ มาทำการประยุกต์ใช้งานควบคุมได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประสิทธิภาพของเสียงที่บันทึก (Speech Quality)

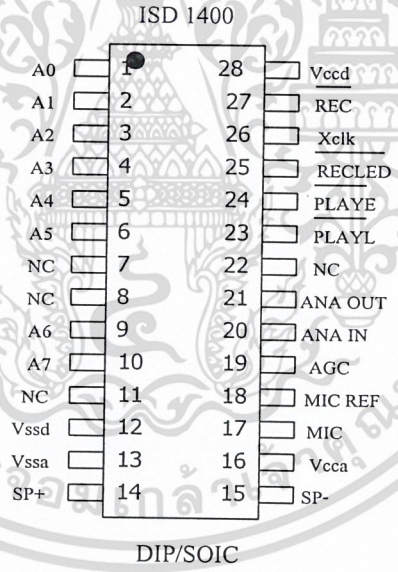
ประสิทธิภาพของสัญญาณเสียงที่ทำการบันทึกและเล่นกลับจะมีคุณภาพของสัญญาณที่ทำการบันทึกและเล่นกลับดีมากเนื่องจากการบันทึกและเล่นกลับจะใช้เทคโนโลยี DAST ดังได้กล่าวมาแล้ว โดยที่สัญญาณที่ทำการบันทึกหรือสัญญาณเสียงพูดที่เข้ามาทางอินพุทจะถูกบันทึกหรือเก็บเข้าไปไว้ใน EEPROM ซึ่งเป็นหน่วยความจำภายในโดยตรงด้วยสัญญาณแบบอนาล็อกและการเล่นกลับออกมาก็จะเหมือนกับสัญญาณที่ก่อนทำการบันทึกแน่นอน

- ปิดตัวเองเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ (Automatic Power-Down Mode)

ในขณะที่วงรอบหรือขั้นตอนการทำงานเล่นกลับหรือบันทึกสิ้นสุดลงไอซีนี้ก็จะมีฟังก์ชันการทำงานให้ตัดเข้ามาสู่โหมดของการสแตนบายด์เพื่อให้ปริมาณการใช้กำลังต่ำ ซึ่งกินกระแสเพียง 0.5 ไมโครแอมป์เท่านั้น ในช่วงที่ทำการเล่นกลับลงวงจรภายในก็จะตัดกลับมาสู่ภาวะสแตนบายด์ในโหมดของการบันทึกเสียงหลังจากที่ทำการบันทึกเสร็จสิ้นลง ก็จะกลับสู่โหมดสแตนบายด์เมื่อขาควบคุม REC มีระดับลอจิกเป็น "1"

2.7.4 การทำงานของขาใช้งานแต่ละขา

สามารถอธิบายถึงหน้าที่และการทำงานของขาที่สำคัญได้ดังนี้



รูปที่ 2.37 แสดงรายละเอียดขาของ ISD1200/1400 Series

- ขาควบคุมการบันทึก ($\overline{REC}$)

ที่ขาควบคุมการบันทึกทางอินพุทนี้ต้องการระดับลอจิก "0" เพื่อทำการบันทึกสัญญาณและจะเริ่มทำการบันทึกเมื่อระดับลอจิกที่ขา REC นี้เป็นลอจิก "0" และสภาวะลอจิกที่ขานี้จะต้องคงสภาวะอยู่ที่ "0" ตลอดขณะทำการบันทึก และการบันทึกที่ขา REC จะต้องได้รับสัญญาณให้ทำการบันทึกก่อนที่จะทำการเล่นกลับหรือก่อนที่จะมีสัญญาณควบคุมที่ขา PLAYE หรือขา PLAYL ถ้าที่ขา REC มีระดับลอจิก "0" ขณะที่มีการเล่นกลับ การเล่นกลับจะหยุดและจะเริ่มทำการบันทึก เมื่อการบันทึกจบลง ขา REC จะเพิ่มขึ้นไปเป็น "1" แล้วจะมีมาร์คเกอร์ (Marker) ของจุดสิ้นสุดของข้อมูล จากนั้นจะเข้าสู่โหมดสแตนบายด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขาควบคุมการเล่นกลับอย่างสมบูรณ์ $\overline{\text{PLAYE}}$

เมื่อขาควบคุมการเล่นกลับนี้ได้รับระดับลอจิกเป็น “0” หรือได้รับการกระตุ้นด้วยลอจิก “0” ที่อินพุทนี้วงจรก็จะเริ่มทำการเล่นกลับเพื่อนำข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่แสดงออกมาทางลำโพง ฟังก์ชันการเล่นกลับนี้ จะเป็นการเล่นกลับอย่างต่อเนื่อง จนกว่าจะถึงข้อมูลสุดท้ายที่ทำการบันทึกตามเวลาที่กำหนดไว้(10-20 วินาที) หรือการเล่นกลับจนกว่าข้อมูลที่บันทึกไว้ใน EEPROM ทุกข้อมูลจะถูกเล่นกลับออกมาทั้งหมด ซึ่งเป็นการเล่นกลับอย่างสมบูรณ์ หลังจากนั้นก็ตัดเข้าสู่โหมดสแตนบายด์ ในระหว่างกำลังอยู่ในสภาวะเล่นกลับนั้นถ้าที่ขา PLAYE มีสภาวะเป็น “1” การเล่นกลับก็จะยังไม่หยุด

- ขาควบคุมการเล่นกลับ $\overline{\text{PLAYL}}$

เมื่อขาอินพุทนี้มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกเป็น”1”ไปถึง “0” จะเป็นการเล่นกลับแบบต่อเนื่องจนกระทั่งที่ขา PLAYL เพิ่มขึ้นเป็น “1” หมายถึง เกิดการตรวจจับการเล่นสิ้นสุดลงแล้วหรือตรวจจับมาร์คเกอร์ ซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดของข้อมูลในหน่วยความจำ และก็จะกลับมาสู่สภาวะสแตนบายด์

- ขาอินพุทของสัญญาณอนาลอก (ANA IN)

ค่า C ภายนอกที่ต่อระหว่างขา ANA IN และขา ANA OUT สามารถกำหนดความถี่ cut off ที่ low-frequency ของความถี่เสียงได้ โดยสามารถที่จะนำสัญญาณอนาล็อกมาใส่เข้าไปที่ขาที่นี้ได้เลย (แทนสัญญาณจากไมโครโฟน) โดยต่อผ่าน C คัปปลิ้งเข้ามา

- ขา Automatic Gain Control (AGC)

จุดประสงค์ของสัญญาณ AGC คือควบคุมค่า gain ของวงจร preamplifier และช่วยขยายช่วงความดังของ input signal จากเสียงกระซิบจนถึงเสียงตระโกน ซึ่งจะควบคุมให้เอาท์พุทไม่ดังเกินไป

2.7.5 การกำหนดแอดเดรส

การกำหนดแอดเดรสของการบันทึกและการเล่นกลับนั้น สามารถกำหนดได้โดยขา A0-A5 เมื่อขา A7 ต้องเป็นลอจิก”0” และจะใช้ขา A6 เป็นตัวกำหนดว่าจะเป็น 10 วินาทีแรกหรือ 10 วินาทีหลัง

- เมื่อขา A6 เป็นลอจิก “0” จะกำหนดเป็น 10 วินาทีแรก
- เมื่อขา A6 เป็นลอจิก “1” จะกำหนดเป็น 10 วินาทีหลัง

ในการบันทึกหรือการเล่นกลับนั้น จะต้องกำหนดตำแหน่งแอดเดรสก่อน แล้วจึงจะสามารถควบคุมให้บันทึกหรือเล่นกลับได้ โดยการควบคุมที่ขา PLAYL และ REC ตามลำดับ

2.8 DS1307 ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือไทม์คล็อก (RTC)

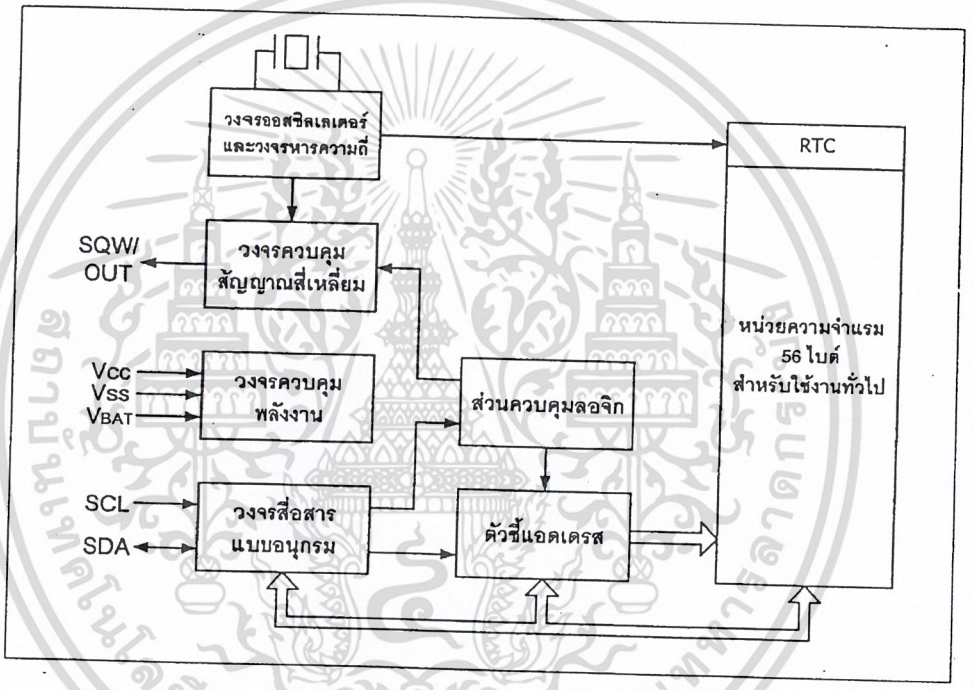
ผู้ผลิตคือ ดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas semiconductor) มีหน้าที่สร้างฐานเวลาจริงให้แก่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดย DS1307 จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นค่าของเวลาที่ละเอียดของหลักวินาที, นาที , ชั่วโมง , วันที่ (date) , วันสัปดาห์ (day) , เดือน และ ปี โดยสามารถปรับวัน เดือนปีให้ตรงตามปฏิทินได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการกำหนดวันในปีอธิกสุรทินด้วย คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญมีดังนี้

- เป็นไอซีไทม์คล็อกให้ข้อมูลตั้งแต่วินาทีจนถึงปีรวมถึงการจัดวันในปี อธิกสุรทินด้วย สามารถให้ข้อมูลเวลาได้อย่างเที่ยงตรงถึงปีคริสตศักราช 2100
- มีหน่วยความจำ Nonvola time แรม 56 ไบต์อยู่ภายในสามารถใช้เก็บข้อมูลทั่วไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะควบคุมให้ DS1307 หยุดการทำงานรีเซตค่าตัวนับแอดเดรสภายใน ทำให้ไม่สามารถติดต่อกับ DS1307 ได้ดังนั้นในการใช้งาน DS1307 ต้องระมัดระวังอย่าให้ไฟเลี้ยงตกต่ำกว่า $1.25xV_{BAT}$ หรือประมาณ 3.75V ในกรณีที่ใช้ V_{BAT} เท่ากับ 3V ถ้าหากไฟเลี้ยงมีค่าต่ำกว่า $1.25xV_{BAT}$ ไอซี DS1307 จะเข้าสู่โหมดสำรองข้อมูลกระแสต่ำทันทีจะไม่มีการส่งสัญญาณพัลส์ออกมาที่ขาSQW / OUT แต่วงจรสร้างฐานเวลายังคงทำงานเพื่อให้ค่าของเวลาเดินไปอย่างไม่ผิดพลาด เมื่อมีไฟเลี้ยงปรากฏขึ้นอีกครั้ง DS1307 ก็จะสามารถให้ค่าของเวลาที่เป็นจริงแก่ผู้ใช้งานได้ต่อไป

วงจรสื่อสารอนุกรมภายใน DS1307 ได้รับการกำหนดให้ทำงานตามรูปแบบของบัส I^2C เป็นช่องทางการสื่อสารระหว่าง DS1307 กับอุปกรณ์มาสเตอร์ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงหน่วยความจำที่ใช้เก็บค่าเวลาและหน่วยความจำใช้งานทั่วไปได้โดยการเขียนข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดในระบบบัส I^2C



รูปที่ 2.39โครงสร้างภายในของไอซีรีลไทม์คล็อกเบอร์ DS1307

2.8.3 การจัดสรรหน่วยความจำใน DS1307

ในรูปที่2.40 (ก)แสดงการจัดสรรพื้นที่ ของหน่วยความจำภายใน DS1307 พื้นที่ 7 ไบต์แรกตั้งแต่แอดเดรส 00H-06H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ค่าเวลาในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ไบต์ต่อมาที่แอดเดรส 07H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของ DS1307 ในรูปที่ 2.40 (ข) แสดงรายละเอียดของรีจิสเตอร์ค่าเวลาและรีจิสเตอร์ควบคุมของ DS1307

ด้วยการจัดสรรพื้นที่แบบนี้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกข้อมูลเวลาออกมาได้ตามที่ต้องการโดยไม่จำเป็นต้องอ่านออกมาได้ทั้งหมดก็ได้ ค่าของเวลาทั้งหมดจะอยู่ในรูปของเลขฐานสิบ สำหรับการแสดงในรูปของชั่วโมงสามารถเลือกได้ว่าต้องการแบบ 12 หรือ 24 ชั่วโมง โดยกำหนดที่บิท 6 ของแอดเดรส 02H และเมื่อเลือกแบบ 12 ชั่วโมงที่ 5 บิทในแอดเดรสเดียวกันจะใช้ในการแสดงค่า AM / PM โดยถ้าบิทนี้

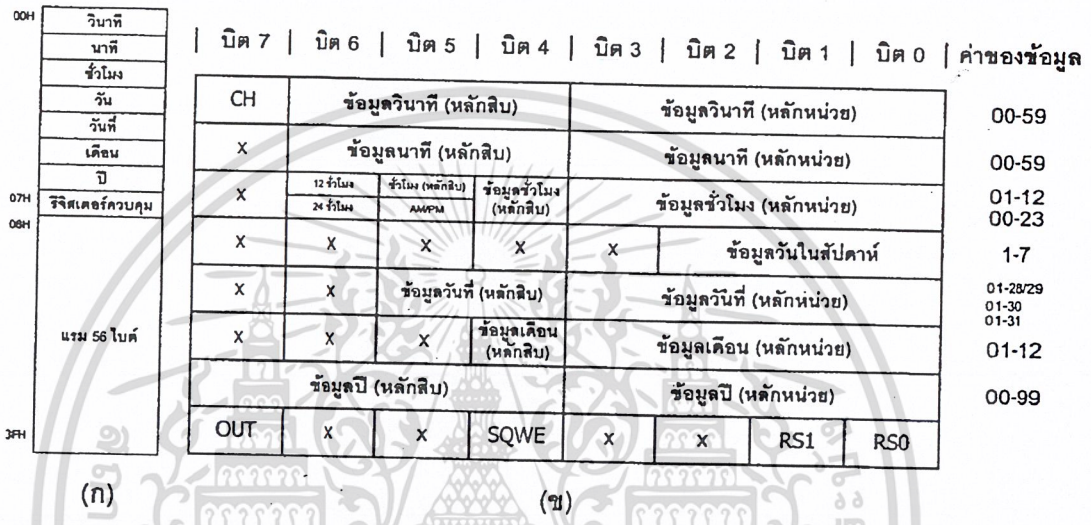
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น “1” หมายถึงค่าชั่วโมงในขณะนี้เป็นช่วงเวลาหลังเที่ยงวัน ในกรณีที่เป็น 24 ชั่วโมง บิตนี้จะใช้ในการแสดงค่า 2 ของหลักสิบในหน่วยชั่วโมง

2.8.4 รีจิสเตอร์ควบคุม

มีแอดเดรสอยู่ที่ 07H มีรายละเอียดของบิทดังนี้

OUT(Output control) : ใช้ในการควบคุมระดับลอจิกที่ขา SQW OUT ในกรณีที่ดิสเอเบิลการกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยม โดยถ้าบิตนี้เป็น “1” ที่ขา SQW OUT ก็จะเป็น “1” ถ้าบิตนี้เป็น “0” ที่ขา SQW OUT ก็จะเป็น “0”



รูปที่ 2.40 (ก) การจัดสรรหน่วยความจำแรมภายใน DS1307

(ข)รายละเอียดของรีจิสเตอร์เก็บค่าเวลาและรีจิสเตอร์ควบคุมของ DS1307SQWE (Square Wave Enable)

: ใช้ในการเอ็นเอเบิลวงจรกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ขาSQW OUT ถ้าต้องการให้มีสัญญาณสี่เหลี่ยมออกให้กำหนดบิท เป็น “1” RS1,RS0 (Rate Select) : ใช้ในการเลือกความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ออกจากขา SQW OUT ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

RS1	RS0	ค่าความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยม
0	0	1Hz
0	1	4.096Hz
1	0	8.192Hz
1	1	32.768Hz

2.8.5 โหมดการทำงานของ DS1307

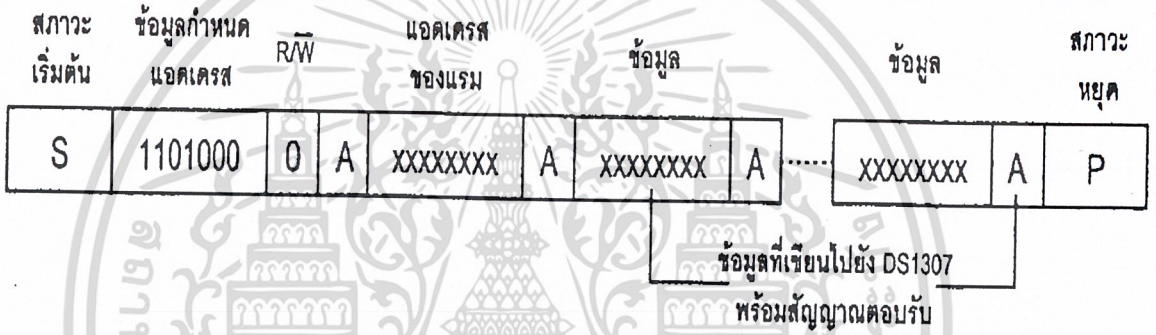
มีด้วยกัน 2 โหมดคือ โหมดเขียนข้อมูลและโหมดอ่านข้อมูล ในการใช้งาน DS1307 ตามปกติจะใช้งานเฉพาะโหมดอ่านข้อมูลเท่านั้น เนื่องจากไมโครคอนโทรเลอร์จะติดต่อกับ DS1307 เพื่ออ่านข้อมูลของเวลาไปใช้งาน โหมดการเขียนข้อมูลจะถูกใช้งานก็ต่อเมื่อต้องการตั้งค่าเวลาใหม่และต้องการเขียนข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

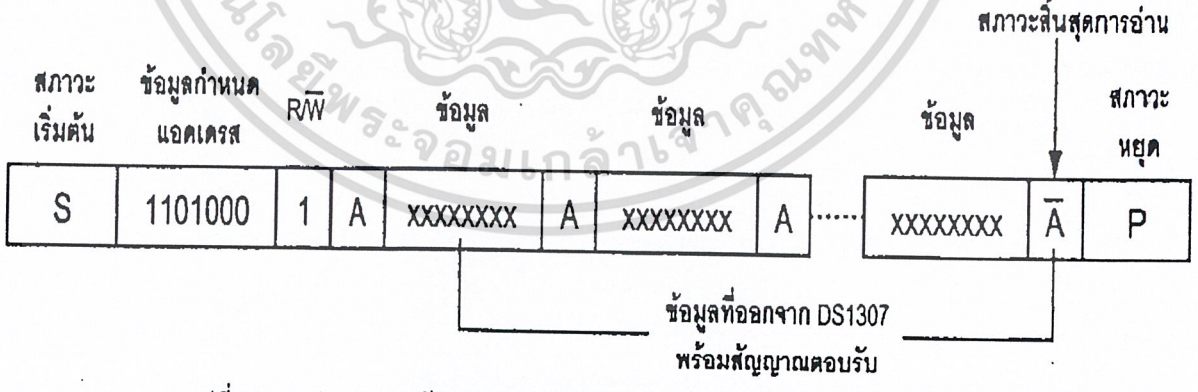
มูลลงในหน่วยความจำใช้งานทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อเริ่มต้นติดต่อกับ DS1307 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อนเพื่อกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูลจากนั้นจึงเปลี่ยนโหมดการทำงานมาเป็นโหมดการอ่านข้อมูล

2.8.6 โหมดการเขียนข้อมูล

มีรูปแบบดังรูปที่ 2.41 เริ่มต้นเมื่อไมโครคอนโทรเลอร์ทำการกำหนดสภาวะเริ่มต้น (START : S) จากนั้นส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรส 1101000 ตามด้วยข้อมูลเลือกการเขียน นั่นคือค่า 0 จากนั้นจะรอการตอบรับจาก DS1307 ขั้นตอนต่อมาคือ ส่งข้อมูลเพื่อเลือกแอดเดรสที่ต้องการเขียนจากนั้นรอการตอบรับจาก DS1307 เมื่อมีการตอบรับมาเรียบร้อยก็เริ่มทยอยเขียนข้อมูลลงไปครั้งละแอดเดรสหลังจากเขียนข้อมูลในแต่ละแอดเดรส จะต้องหยุดรอการตอบรับจาก DS1307 ทุกครั้งจึงจะสามารถเขียนข้อมูลต่อไปได้ เมื่อเขียนเรียบร้อยแล้วให้ส่งสภาวะหยุด (STOP :P) เป็นอันสิ้นสุดกระบวนการเขียนข้อมูล



รูปที่ 2.41 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล



รูปที่ 2.42 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล

2.8.7 โหมดการอ่านข้อมูล

มีรูปแบบแสดงดังรูป 2.42 เริ่มต้นการทำงานเหมือนกับโหมดการเขียนข้อมูลคือไมโครคอนโทรเลอร์กำหนดสภาวะเริ่มต้นแล้วส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสตามด้วยข้อมูลเลือกการอ่านซึ่งเท่ากับ 1 จากนั้น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

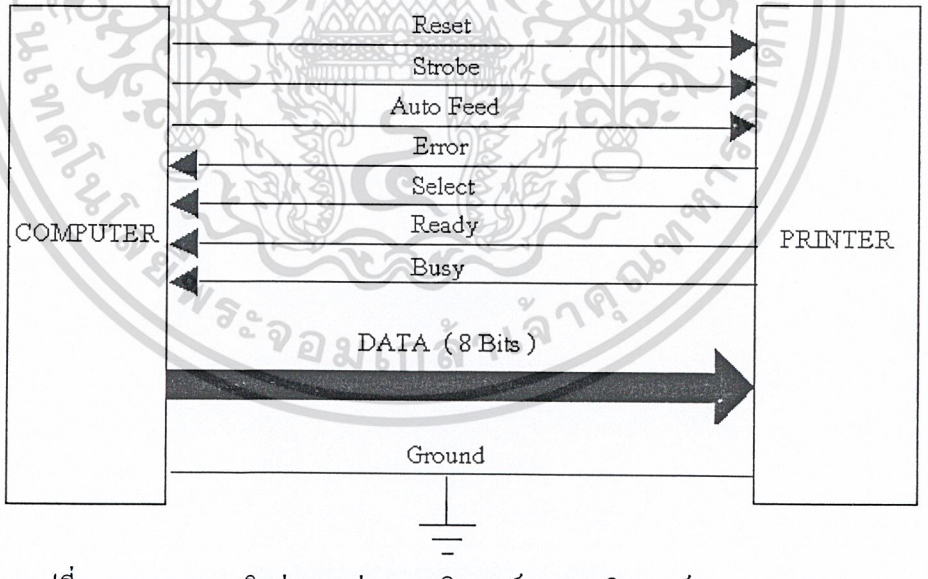
รอการตอบรับจาก DS1307 เมื่อตอบรับเรียบร้อย DS1307 จะทยอยส่งข้อมูลออกมาให้กับไมโครคอนโทรเลอร์คราวละ 1 แอดเดรสหรือ 1 ไบท์โดยแอดเดรสที่เลือกอ่านข้อมูลจะต้องมีการกำหนดมาก่อนล่วงหน้าด้วยโหมดการเขียนข้อมูล วิธีการง่ายๆคือ เข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อน เมื่อถึงจังหวะที่ต้องเขียนข้อมูลให้ทำการสร้างสภาวะเริ่มต้นและส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสใหม่อีกครั้ง ตามด้วยการเลือกโหมดการอ่านข้อมูล ข้อมูลที่ออกมาจาก DS1307 ก็จะเน้นข้อมูลจากแอดเดรสที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้

2.9 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับพรินเตอร์

การสื่อสารข้อมูลกับพรินเตอร์นั้น คอมพิวเตอร์สามารถส่งข้อมูล 3 ชนิดไปที่พรินเตอร์ คือข้อมูลตัวอักขระ รหัสควบคุม และ ข้อมูลกราฟฟิกข้อมูลตัวอักขระแสดงได้ในรูปของตัวอักขระ ตัวเลขเครื่องหมายวรรคตอนสัญลักษณ์ต่างๆ รหัสควบคุมจะถูกใช้เพื่อส่งคำสั่งไปยังพรินเตอร์ รหัสเหล่านี้จะกำหนดโหมดการทำงาน เช่น รูปแบบตัวพิมพ์ (Font Style) ขนาดตัวอักษร หรือ การควบคุมที่สามารถกระทำได้โดยตรง เช่น การเลื่อนกระดาษที่ละบรรทัด หรือ ที่ละหน้า การใช้รหัสควบคุมแยกแยะมีความจำเป็นต่อการทำงานขณะที่พิมพ์เอกสาร ซึ่งรหัสควบคุมอื่นๆ จะทำให้พรินเตอร์ทำงานในโหมดกราฟฟิกต่างๆได้

2.9.1 ลักษณะของการสื่อสารข้อมูล

ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบไบนารี่ (Binary) ที่ใช้ถ่ายเทระหว่างคอมพิวเตอร์ และพรินเตอร์ ต้องใช้ตัวกลางในการสื่อสารคือ สายเคเบิล การผลิตและออกแบบคุณสมบัติของสายเคเบิลจะต้องขึ้นอยู่กับวิธีที่เราใช้ติดต่อ ซึ่งมักนิยมใช้อยู่ 2 แบบ คือ แบบอนุกรม และ แบบขนานการติดต่อแบบขนาน (Parallel) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เนื่องจาก เราส่งข้อมูลตรงๆ เลย ดังแสดงใน รูปที่ 2.43



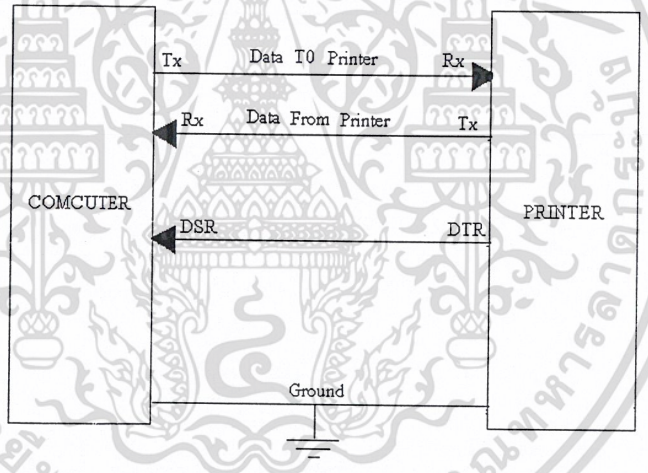
รูปที่ 2.43 แสดงการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และ พรินเตอร์แบบขนาน

สังเกตได้ว่า ข้อมูล 8 บิท ส่งแยก บิท Do กับ บิท D7 พร้อมๆกัน แต่ถ้าจะส่งได้อย่างถูกต้อง คอมพิวเตอร์ และ พรินเตอร์ ต้องซิงโครนัส (Synchronous) กัน คือพรินเตอร์จะรับข้อมูลเมื่อมันขอหรือพรินเตอร์สั่งให้คอมพิวเตอร์รอจนกว่าพรินเตอร์จะพร้อมรับส่งข้อมูล ดังนั้นการซิงโครนัสของการสื่อสารข้อมูลแบบขนานจำเป็นต้องมีสายควบคุมจำนวนมาก สำหรับสัญญาณพรินเตอร์และสัญญาณคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานสัมพันธ์กันดังกล่าวเรียกว่า การ แฮนด์เชค (Handshaking) การส่งแบบขนานมีความเร็วพอใช้ได้ โดยพรินเตอร์จะรับส่งข้อมูลเร็วเท่าๆ กับที่คอมพิวเตอร์ส่งไป ซึ่งมีความเร็วประมาณ 1,000 cps. เมื่อข้อมูลตัวอักขระมี 8 บิท ความเร็วจะมากกว่า 8,000 บิทต่อวินาที บัส (Bus) ข้อมูลภายในพรินเตอร์มี 8บิท จะสามารถรับข้อมูลในบัฟเฟอร์ (Buffer) ได้โดยเพิ่มในวงจรเล็กน้อยการส่งข้อมูลแบบขนานเป็นการติดต่ออย่างง่าย แต่มีข้อเสียจุดใหญ่คือ ใช้สายเคเบิลมากแต่มีความเร็วในการส่ง และมีสัญญาณรบกวนทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของข้อมูลได้

การติดต่อแบบอนุกรมสามารถต่อได้ง่ายเพราะมีจำนวนสายน้อยลงดังรูปที่2.44 แต่การทำงานจะยุ่งยากมาก เราจะพบว่า รูปที่ 2.44 มีสายสองเส้นที่ใช้ในการส่งข่าวสาร หนึ่งเส้นสำหรับส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังพรินเตอร์และอีกหนึ่งเส้นสำหรับส่งข้อมูลจากพรินเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ เพราะว่าข้อมูลสามารถส่งไปมาได้ทั้งสองทิศทาง จึงเรียกการติดต่อสื่อสารแบบนี้ว่า การสื่อสารข้อมูลแบบสองทาง (Bidirectional Data Link) ถ้ามีสายเส้นเดียวจะสามารถส่งหรือรับข้อมูลได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งในเวลาหนึ่งเท่านั้น ข้อมูลแบบอนุกรมต้องซิงโครนัสระหว่างคอมพิวเตอร์ และพรินเตอร์ดั้งนั้นเราต้องเพิ่มซิงโครไนซ์บิท ที่จุดเริ่มต้น และ จุดสิ้นสุด ของแต่ละข้อมูลอักขระที่ส่ง และยังมีพาริตี้บิท (Parity Bit) ที่ต้องรวมอยู่ด้วยสำหรับตรวจสอบบิทผิดพลาด



รูปที่ 2.44 แสดงการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และ พรินเตอร์แบบอนุกรม

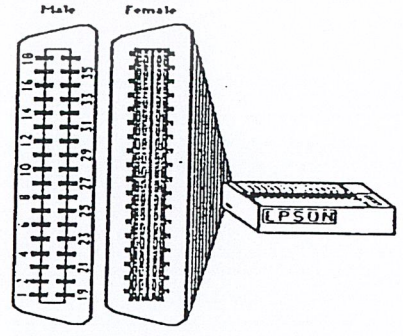
การทำการแฮนเชคแบบอนุกรมนั้น แบ่งเป็นทั้ง ซอฟท์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ โดยซอฟท์แวร์ ใช้ในการติดต่อแบบสองทิศทาง เช่น ใช้สั่งพรินเตอร์ ให้ส่งรหัสควบคุมไปยังคอมพิวเตอร์ เช่น รหัสสำหรับการแฮนด์เชค “XON” และ “XOFF” ในส่วนของฮาร์ดแวร์ของการแฮนด์เชค นั้นไม่ได้ใช้ในการส่งข้อมูลจากพรินเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ สัญญาณแฮนด์เชคที่แจ้งให้คอมพิวเตอร์ที่เพิ่มขึ้นคือ สัญญาณพรินเตอร์ ไม่ว่าง ดังนั้นการติดต่อจึงมีมากกว่าหนึ่งสายแฮนด์เชค โดยทั่วไปเรามักจะให้มีการแฮนด์เชคระหว่างพรินเตอร์ ค่อนข้างมาก แม้ว่าการทำงานของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะยุ่งยากแต่การติดต่อแบบอนุกรมก็เป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากความสามารถในการติดต่อ แบบ สองทิศทาง และสามารถใช้งานในระยะไกล

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 การอินเตอร์เฟสกับพรินเตอร์แบบขนานและขาการเชื่อมต่อแบบเซ็นโทรนิกส์

ข้อมูลที่จะส่ง ไปยังพรินเตอร์จะส่งในลักษณะของรหัสแอสกี (ASCII) ผ่านสายแบบขนาน 8 สาย พรินเตอร์รับตัวอักษรเพื่อจะพิมพ์และเก็บข้อมูลไว้ในบัฟเฟอร์แรมภายในเมื่อพรินเตอร์ตรวจพบอักขระแคริเอจ รีเทิร์น (Carriage Return ; ODH) มันจะพิมพ์อักขระแถวแรกจากบัฟเฟอร์ เมื่อพรินเตอร์ตรวจพบแคริเอจ รีเทิร์น ตัวที่สองมันจะพิมพ์อักขระแถวที่สองออกมา ขบวนการต่างๆจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งตัวอักษรที่ต้องการทั้งหมดถูกพิมพ์

การแปลงรหัสแอสกีจากไมโครคอมพิวเตอร์ส่งไปยังพรินเตอร์ จะต้องทำบนพื้นฐานการแฮนด์เชค เพราะไมโครคอมพิวเตอร์สามารถส่งตัวอักษรเร็วกว่าความสามารถในการพิมพ์ของพรินเตอร์มาก พรินเตอร์จะต้องมีแนวทางเพื่อที่จะบอกให้ไมโครคอมพิวเตอร์รู้ว่า บัฟเฟอร์ของมันเต็มแล้ว และไม่สามารถรับข้อมูลอักขระได้อีกจนกระทั่งมันพิมพ์ออกมาแล้ว มาตรฐานสำหรับการอินเตอร์เฟสกับพอร์ทขนานของพรินเตอร์เป็นมาตรฐานของเซ็นโทรนิกส์(Centronics parallel standard) พรินเตอร์ ชนิดเซ็นโทรนิกส์ โดยปกติแล้วจะมี 36 ขาในการอินเตอร์เฟส (Interface) ตามตารางที่2.6 แสดงการกำหนดขา และคำอธิบายสำหรับขาคอนเนคเตอร์ (Connector) การที่มีขาสำหรับการเชื่อมต่อกับพรินเตอร์มากถึง36 ขานั้นเนื่องจากสายของแต่ละสัญญาณข้อมูลจะมีสายกราวด์ (Ground) ของมันแยกออกจากกัน เช่น จากตารางที่ 2.6 ขา2 คือ บิทข้อมูลที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ของข้อมูลที่จะส่งไปยังพรินเตอร์ และขา 20 จะเป็นกราวนด์สำหรับสายสัญญาณนี้ เหตุผลสำหรับการแยกสัญญาณกราวนด์นี้ เพื่อลดสัญญาณรบกวนในสาย ถ้าจะทำการต่อสายเคเบิลแบบขนานกับพรินเตอร์สายกราวด์ของไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ปลายของสายเคเบิลโดยขา 16 เรียกว่า ลอจิกกราวด์ (Logic Ground) และขา 17 เรียกว่าแชสสิสกราวด์ (Chassis Ground) เพื่อที่จะป้องกันกระแสสัญญาณรบกวนที่มาจากสายของลอจิกกราวนด์ เราจึงต้องเชื่อมต่อสายเหล่านี้เข้าด้วยกันกับไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนขาอื่นๆ ในจำนวน 36 ขา ของคอนเนคเตอร์นั้น แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ สัญญาณที่ส่งไปยังพรินเตอร์ เพื่อที่จะบอกว่าอะไรกำลังทำงาน และสัญญาณจากพรินเตอร์เพื่อที่จะแสดงสถานะของมัน สัญญาณควบคุมหลักไปยังพรินเตอร์ คือ INIT ที่ขา 31 ซึ่งจะบอกพรินเตอร์เพื่อให้ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นภายในลำดับ และ STROBE ที่ขา 1 ซึ่งจะบอกพรินเตอร์ว่าขณะนี้มีข้อมูลส่งมาแล้ว ส่วนอีกสองขาอินพุท (Input) คือ ขา 14 และ ขา 36 โดยปกติจะใช้สำหรับดูแลภายในพรินเตอร์ โดยตัวคอนเนคเตอร์จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.45 แสดงขาของคอนเนคเตอร์แบบแอมฟีนอล (Amphenal)

ตารางที่ 2.6 แสดงการเชื่อมต่อขาและคำอธิบายสำหรับการเชื่อมต่อแบบเซนโทรนิคส์ขนาน

ขาสัญญาณที่	ขาสัญญาณตอบกลับ	สัญญาณ	ทิศทาง	คำอธิบาย
1	19	STROBE	เข้า	พัลส์ (Pulse) STROBE เพื่อจะอ่านข้อมูลเข้ามาความกว้างของพัลส์จะต้องมากกว่า 0.5 us ที่เทอร์มินอลด้านรับ ระดับของสัญญาณปกติจะอยู่ในสภาวะ " สูง " การอ่านข้อมูลเข้ามากระทำที่ระดับสัญญาณ " ต่ำ "
2	20	DATA 1	เข้า	สัญญาณเหล่านี้ จะแสดงข่าวสารข้อมูลที่ 1-8 ของข้อมูลขนานตามลำดับ แต่ละสัญญาณจะมีระดับ " สูง " เมื่อข้อมูลเป็นลอจิก "1" และมีระดับ " ต่ำ "เมื่อมีข้อมูลเป็นลอจิก " 0 "
3	21	DATA 2	เข้า	
4	22	DATA 3	เข้า	
5	23	DATA 4	เข้า	
6	24	DATA 5	เข้า	
7	25	DATA 6	เข้า	
8	26	DATA 7	เข้า	
9	27	DATA 8	เข้า	
10	28	ACKNLG	ออก	พัลส์ประมาณ 5 us สถานะ " ต่ำ " แสดงว่าข้อมูลนั้นถูกรับโดยพรินเตอร์และพร้อมที่จะรับข้อมูลอื่นต่อไป
11	29	BUSY	ออก	สัญญาณ " สูง " แสดงว่าพรินเตอร์ไม่สามารถรับข้อมูลถ้าสัญญาณกลายเป็นสถานะ " สูง " จะมีกรณีต่างๆ ดังนี้ 1.อยู่ในระหว่างข้อมูลเข้า 2.อยู่ในระหว่างกระทำการพิมพ์ 3.อยู่ในสถานะออฟไลน์ (Offline) 4.อยู่ในระหว่างสถานะเหตุผิดพลาดที่พรินเตอร์
12	30	PF	ออก	สัญญาณ " สูง " แสดงว่าอยู่ในสภาวะไม่มีกระดาษ
13	-	SLCT	ออก	สัญญาณนี้แสดงว่าพรินเตอร์อยู่ในสภาวะถูกเลือก
14	-	AUTO FEEDXT	เข้า	ถ้าสัญญาณนี้อยู่ที่ระดับ " ต่ำ " กระดาษจะถูกเลื่อนโดยอัตโนมัติ 1 บรรทัด หลังจากการพิมพ์ (ระดับสัญญาณสามารถกำหนดที่ระดับ " ต่ำ " กับดิฟสวิทช์ขา 2-3 เตรียมไว้สำหรับควบคุมแผงวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15	-	NC		ไม่ใช้
16	-	0V		ระดับลอจิกกราวนด์
17	-	Chassis GND	-	ในพรินเตอร์แซสสิสกราววนด์และลอจิกกราวนด์จะแยกออกจากกันและกัน
18	-	NC	-	ไม่ใช้
19-30	-	GND	-	สัญญาณทวิสท์แพร์รีเทิร์น (Teisted Pair Return) ระดับกราวนด์
31	-	INIT	เข้า	เมื่อระดับสัญญาณนี้กลายเป็นสถานะ " ต่ำ " ส่วนควบคุมพรินเตอร์จะถูกรีเซ็ตเพื่อไปที่ค่าสถานะเริ่มต้นของมัน (Initial State) และพรินท์บัฟเฟอร์ (Print Buffer) จะถูกเคลียร์ สัญญาณปกติจะอยู่ที่ระดับ " สูง " และความกว้างของพัลส์จะต้องมากกว่า 50 us ที่เทอร์มินอลด้านรับ
32	-	ERROR	ออก	ระดับของสัญญาณนี้จะกลายเป็นสถานะ " ต่ำ " เมื่อพรินเตอร์อยู่ในสถานะเปเปอร์เอนด์ (Peper End) ออฟไลน์ หรือ เออเรอร์ (Error)
33	-	GND	-	เหมือนกับขาที่ 19-30
34	-	NC	-	ไม่ใช้
35	-			ต่อกับไฟตรง 5 โวลท์ ผ่านตัวต้านทาน 4.7 กิโลโอห์ม
36	-	SLCTIN	เข้า	ข้อมูลเข้ามาที่พรินเตอร์อาจเป็นไปได้เมื่อระดับของสัญญาณนี้อยู่ในสถานะ " ต่ำ " (การกำหนดภายในสามารถทำได้ที่ดิฟสวิทช์ 1-8 เงื่อนไขที่เวลาของการส่งจะถูกกำหนดให้อยู่ในสถานะ " ต่ำ " สำหรับสัญญาณนี้)

หมายเหตุ

1. ทิศทาง หมายถึง ทิศทางการไหลของสัญญาณที่มองจากพรินเตอร์
2. สัญญาณตอบกลับ หรือ ทวิสท์แพร์รีเทิร์นจะถูกต่อกับสัญญาณที่ระดับกราวนด์เมื่อมีการอินเตอร์เฟส ต้องแน่ใจว่าใช้สายเคเบิลแบบทวิสท์แพร์ สำหรับแต่ละสัญญาณ และ ต้องเชื่อมต่ออย่างสมบูรณ์ที่ด้านตอบกลับ
3. เงื่อนไขทั้งหมดของการอินเตอร์เฟสมีพื้นฐานบนระดับของ TTL ทั้งเวลาขาขึ้นและขาลงของแต่ละสัญญาณต้องน้อยกว่า 0.2 us

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้อมูลที่ส่งต้องมีสัญญาณ ACKNLG หรือ สัญญาณ BUSY ด้วย (ข้อมูลที่จะส่งไปที่พรินเตอร์นี้สามารถส่งเดี่ยวๆ หลังจากมีการยืนยันสัญญาณ ACKNLG หรือ เมื่อระดับของสัญญาณ BUSY เป็นสถานะ " ต่ำ")

สัญญาณแสดงสถานะเอาท์พุท (Output) จากพรินเตอร์มีดังนี้

1. สัญญาณ ACKNLG ที่ขา 10 ซึ่งเมื่อมีสถานะ " ต่ำ " (Low) จะแสดงว่า ข้อมูลอักขระได้ถูกรับโดยพรินเตอร์แล้ว และพร้อมที่จะรับตัวอักขระต่อไป

2 . สัญญาณ BUSY ที่ขา 11 ซึ่งจะมีสถานะ " สูง " (High) ในกรณีที่ไม่มีกระดาษ หรือ พรินเตอร์ยังไม่พร้อมรับข้อมูลอักขระ

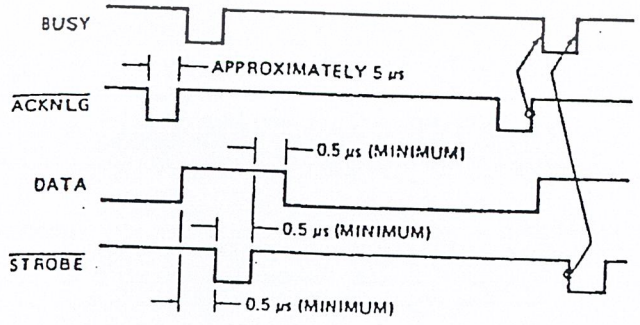
สัญญาณ PE ที่ขา 12 ซึ่งจะมีสถานะ " สูง" ถ้าสวิทช์ของการไม่มีกระดาษในพรินเตอร์ถูกกระตุ้น

สัญญาณ SLCT ที่ขา 13 ซึ่งจะมีสถานะ " สูง " ถ้าพรินเตอร์ถูกเลือกสำหรับการรับข้อมูล

สัญญาณ ERROR ที่ขา 32 ซึ่งมีสถานะ " ต่ำ " เมื่อเกิดปัญหาในเงื่อนไขต่างๆของพรินเตอร์

รูปที่2.46แสดงช่วงเวลาของรูปคลื่นสัญญาณสำหรับการส่งข้อมูลตัวอักขระไปที่พรินเตอร์ โดยใช้พื้นฐานของสัญญาณ แฮนด์เชค (Handshake Signals) สมมติว่าพรินเตอร์ได้ถูกกำหนดค่าเริ่มต้นแล้ว ขั้นแรกต้องทำการตรวจสอบสัญญาณที่ขา BUSY เพื่อที่จะดูว่าพรินเตอร์พร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่ ถ้าสัญญาณอยู่ในสถานะ " ต่ำ " แสดงว่าพรินเตอร์พร้อมที่จะรับข้อมูล เราสามารถส่งรหัสแอสกีบนสายข้อมูลขนานทั้ง 8 สายได้ หลังจากอย่างน้อย 0.5 ไมโครวินาที เราแสดงสัญญาณ STROBE ที่สถานะ" ต่ำ " เพื่อจะบอกพรินเตอร์ว่าข้อมูลตัวอักษรถูกส่งไปแล้วสัญญาณ STROBE จะเป็นสถานะ " ต่ำ "เพราะพรินเตอร์แสดงสัญญาณ BUSY ของมันเป็นสถานะ "สูง"หลังจากเวลาอย่างน้อยที่สุด 0.5 ไมโครวินาที แล้วสัญญาณ STROBE จะเป็นสถานะ " สูง " ได้อีกครั้งหนึ่ง โดยข้อมูลข่าวสารต้องคงสภาพการใช้งานได้บนสายข้อมูลอย่างน้อย 0.5 ไมโครวินาที หลังจากสัญญาณ STROBE สามารถขึ้นอยู่ในสถานะ " สูง "

เมื่อพรินเตอร์พร้อมจะรับข้อมูลอักขระถัดไป มันจะแสดงสัญญาณ ACKNLGใน สถานะ " ต่ำ " เป็นเวลา 5 ไมโครวินาที ขอบขาขึ้นของสัญญาณ ACKNLG จะบอกไมโครคอมพิวเตอร์ว่ามันสามารถส่งข้อมูลอักขระไปได้แล้วขอบขาขึ้นของสัญญาณ ACKNLG จะทำการรีเซ็ท สัญญาณ BUSY จะเป็นสถานะ "ต่ำ" เพื่อแสดงว่าพรินเตอร์พร้อมที่จะรับข้อมูลอักขระถัดไป บางระบบจะใช้สัญญาณ ACKNLG สำหรับการแฮนด์เชค และ ระบบจะใช้สัญญาณ BUSY



รูปที่ 2.46 แสดงช่วงเวลาของรูปคลื่นสัญญาณที่จะส่งข้อมูลอักขระไปยังพรินเตอร์แบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา DB 25	หน้าที่
10	ACKLNG
11	BUSY
12	PAPER END (OUT OF PAPER)
13	SELECT
14	AUTOFEED
15	ERROR

ตารางที่2.8 แสดงการปรับต่อขาของ DB-25 และ แอมฟีนอล

DB 25	Amphenol
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	32
16	31
17	36
18	35
19	33
20	19
21	21
22	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา DB 25	Amphenol
23	27
24	29
25	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและหลักการทำงาน

3.1 หลักการเบื้องต้น

เครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์ที่สร้างขึ้นนี้จะทำหน้าที่บันทึกข้อมูลการใช้งานของโทรศัพท์เช่น หมายเลขโทรออกพร้อมทั้งวันและเวลาการใช้งานโทรศัพท์ โดยเครื่องนี้สามารถที่จะสั่งให้พิมพ์ข้อมูลการใช้งานโทรศัพท์ผ่านทางเครื่องพิมพ์แบบด็อทเมทริกซ์ (Dot Matrix) และยังสามารถที่จะตั้งสถานะการทำงานให้เครื่องนี้รับฝากข้อความของผู้ที่โทรศัพท์เข้ามา โดยมีข้อความตอบรับอัตโนมัติ เพื่อบอกแก่ผู้โทรศัพท์เข้ามาให้ฝากข้อความเอาไว้เนื่องจากไม่สามารถรับสายได้ โดยเครื่องมีการแสดงสถานะการทำงานผ่านทางจอแบบผลึกเหลว ทั้งนี้ตัวเครื่องต้องไม่เกิดการรบกวนต่อระบบหลักของชุมสายโทรศัพท์สำหรับเครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์ที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ

3.2 โครงสร้างของเครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์

3.2.1โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware)

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของตัวเครื่องบันทึกการทำงานโทรศัพท์สามารถแบ่งได้2ส่วนหลักๆ คือ ส่วนโทรศัพท์แม่ข่าย และส่วนลูกข่าย แสดงด้วยบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.1

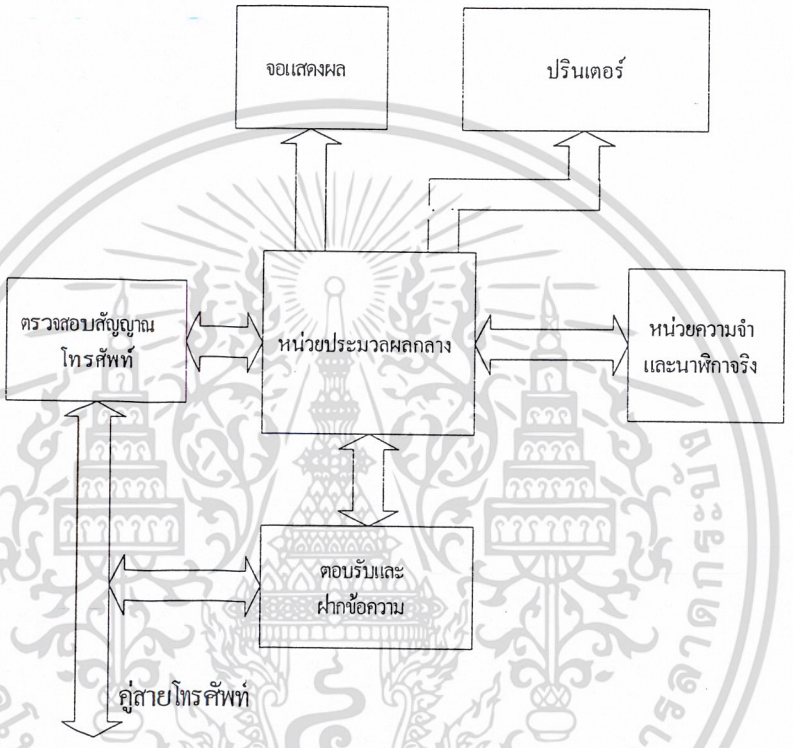
ส่วนโทรศัพท์แม่ข่าย ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

- ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า (Ringing Tone Detector)
- ส่วนตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ (Hook Status Detector)
- ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Decoder)
- ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณไม่ว่าง(Ring Back and Busy Tone Detector)
- ส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องพิมพ์ (Printer Interface)
- ส่วนบันทึกข้อมูลและนาฬิกาจริง (Memory and Real Time Clock)
- ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic Answer)
- ส่วนควบคุมและประมวณผล (Control and Processing)
- ส่วนแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

เมื่อเครื่องโทรศัพท์มีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ส่วนตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์จะส่งสัญญาณมาที่ส่วนควบคุมเพื่อบอกว่ามีการยกหูขึ้น จากนั้นส่วนควบคุมจะทำการต่อสัญญาณจากสายโทรศัพท์ภายนอกเพื่อให้สัญญาณให้หมุนแก่ผู้ใช้งานโทรศัพท์ เมื่อผู้ใช้กดเลขหมายครบและทางด้านปลายทางมีการรับสายเครื่องจึงทำการบันทึกข้อมูลต่างๆในหน่วยความจำ ได้แก่ เลขหมายปลายทาง, วันเวลา, เวลาที่ใช้โทรออก, เวลาเริ่มต้นและเวลาหยุดใช้งาน โดยวันเวลาที่ทำการบันทึกนั้นส่วนควบคุมจะใช้นำเอามาจากส่วนนาฬิกาจริงหรือรีอัลไทม์คล็อก (Real Time Clock) ซึ่งหมายเลขที่ทำการกดจะแปลงจากสัญญาณดีทีเอ็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอฟมาเป็นรหัสบีซีดี (BCD) เพื่อส่งให้ส่วนควบคุมทำการประมวลผลแล้วส่งไปบันทึกต่อไป และเมื่อต้องการที่จะพิมพ์ข้อมูลการโทรออกทั้งหมดก็สามารถทำได้โดยการใช้ฟังก์ชั่นของเครื่องเพื่อให้เครื่องพิมพ์ออกมา ซึ่งสั่งงานด้วยการกดปุ่มที่แป้นโทรศัพท์ ในการควบคุมการใช้งานนั้นจะต้องใช้ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่างด้วยเพื่อตรวจสอบว่าผู้โทรนั้นโทรติดแล้วมีผู้รับสายหรือไม่ ส่วนเวลาของเครื่องที่ทำการบันทึกนั้นสามารถใช้ฟังก์ชั่นของเครื่องเพื่อตั้งเวลาเครื่องได้ ทั้งนี้ในการทำงานที่สถานะต่างๆของเครื่องนั้นจะแสดงผลผ่านทางแอลซีดี



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์

เมื่อผู้ใช้งานได้ทำการตั้งสถานะของเครื่องนี้ให้รับฝากข้อความ เนื่องจากไม่ต้องการหรือไม่สามารถรับสายได้ ดังนั้นเมื่อมีผู้เรียกมาจากภายนอกจะผ่านส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า เมื่อจับสัญญาณเรียกเข้าได้แล้วก็จะส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุม เพื่อให้ส่วนควบคุมส่งสัญญาณมาควบคุมส่วนอินเตอร์เฟสกับคู่สายภายนอกให้ทำการปรับอิมพีแดนซ์ของตัวเอง ซึ่งในตอนแรกมีค่าความต้านทานมากให้เหลือค่าความต้านทาน 600 โอห์ม คือเป็นการรับสายนั้นเองแล้วก็จะส่งสัญญาณเสียงจากส่วนตอบรับอัตโนมัติ ออกเพื่อให้ผู้เรียกเข้ามาทำการเลือกหมายเลขของคู่สายภายในได้จากนั้นเมื่อมีผู้เรียกกดหมายเลข แล้วสัญญาณ DTMF จึงถูกส่งมายังส่วนควบคุมถอดรหัสสัญญาณ DTMF และถอดรหัสไปเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อส่งไปยังส่วนควบคุม เมื่อส่วนควบคุมรับรหัสที่ได้มาแล้วก็จะตรวจดูว่าฝ่ายผู้เรียกต้องการฝากข้อความหรือไม่ ถ้าหากต้องการฝากข้อความ ส่วนควบคุมจะไปสั่งการให้ส่วนบันทึกข้อความเตรียมรับฝากข้อความ โดยเครื่องนี้สามารถรับฝากข้อความได้ 2 ช่อง ช่องละประมาณ 20 วินาที โดยใช้ไอซีบันทึกเสียง

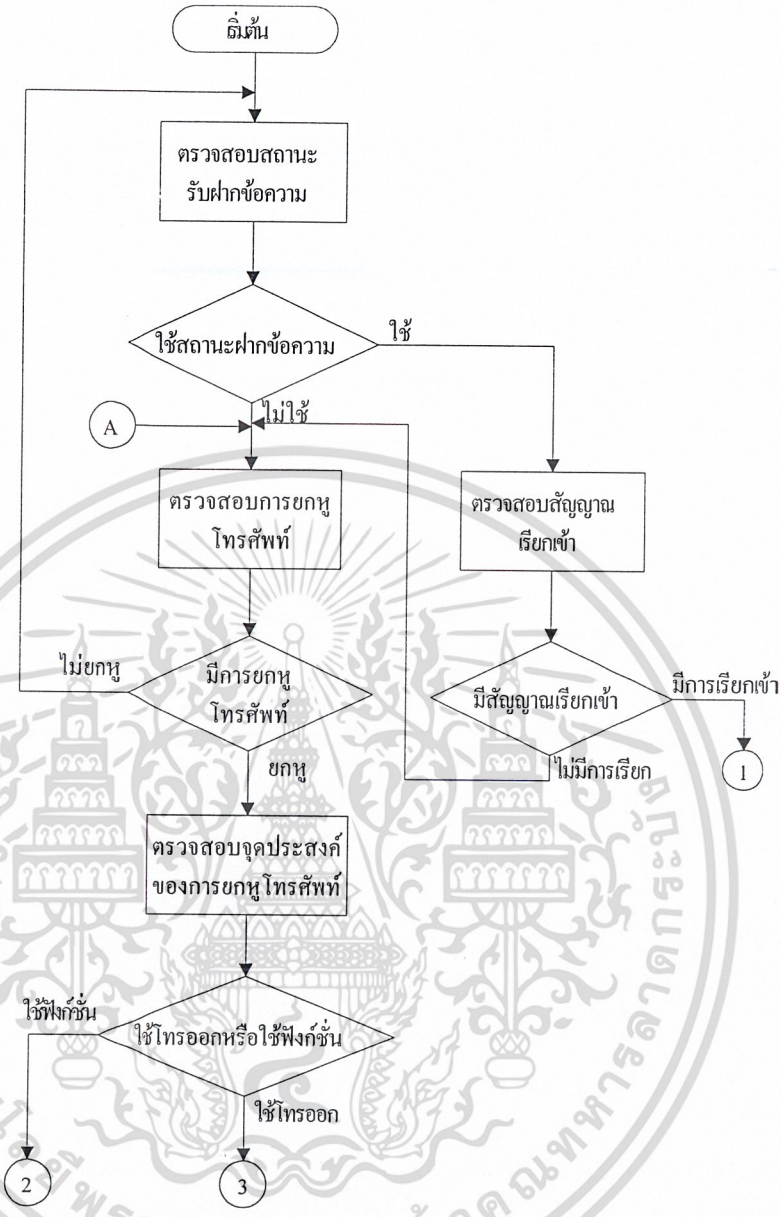
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โครงสร้างทางซอฟแวร์ (SOFTWARE)

โครงสร้างทางซอฟแวร์เป็นส่วนที่เกี่ยวกับโปรแกรมคำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติให้ทำงานตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ โดยมีโฟล์วชาร์ต (Flow Chart) แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนต่างๆ ดังนี้

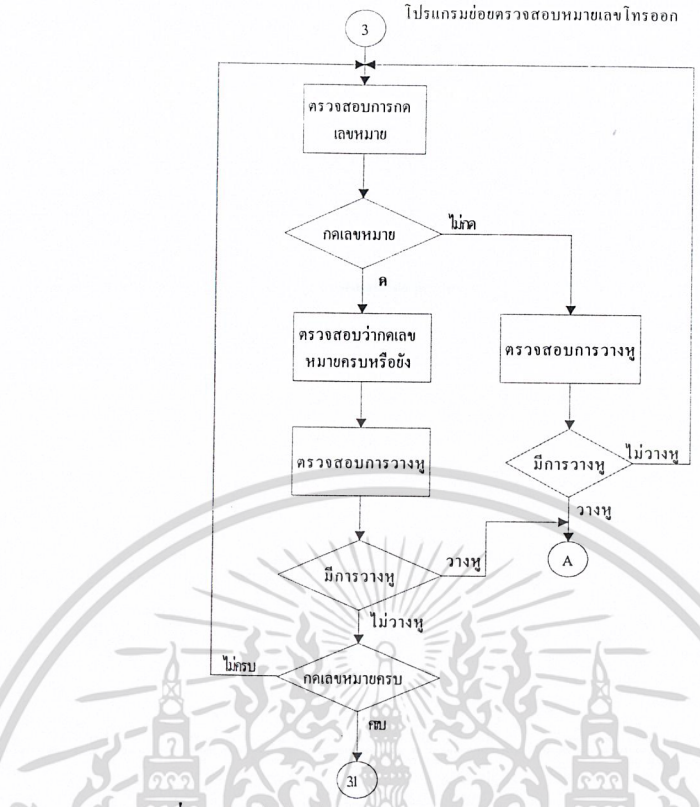
- โปรแกรมหลักของเครื่อง แสดงดังรูปที่ 3 .3
- โปรแกรมย่อยการใช้โทรศัพท์โทรออก แสดงดังรูปที่ 3.4
- โปรแกรมย่อยตรวจสอบการรับสายของหมายเลขปลายทาง แสดงดังรูปที่ 3.5
- โปรแกรมย่อย การใช้งานฟังก์ชั่นของเครื่อง แสดงดังรูปที่ 3.6
- โปรแกรมย่อยบันทึกข้อมูลของการโทรออก แสดงดังรูปที่ 3.7
- โปรแกรมย่อยตอบรับอัตโนมัติและรับฝากข้อความ แสดงดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

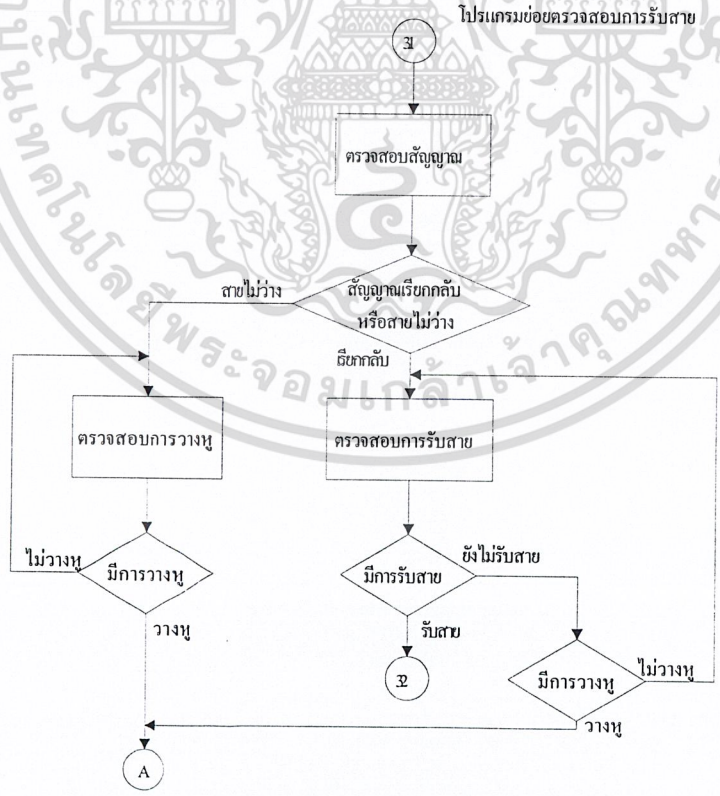


รูปที่ 3.2 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมหลักของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

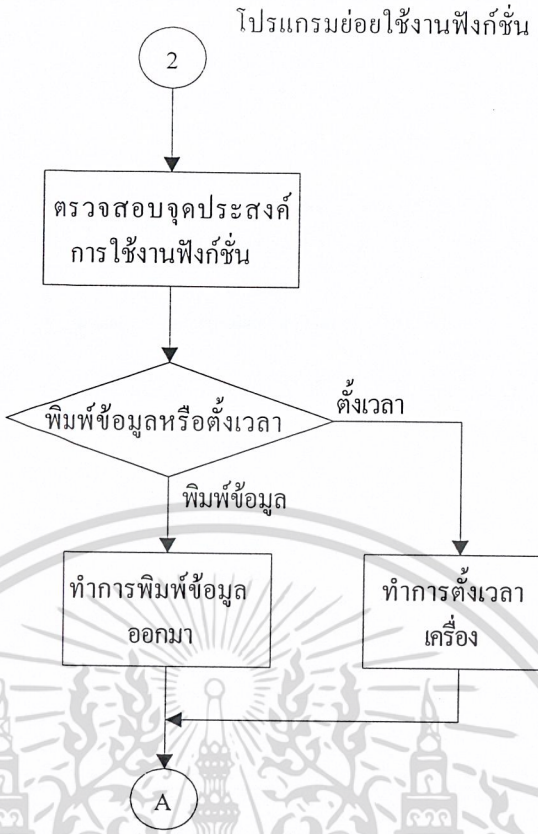


รูปที่ 3.3 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยตรวจสอบการโทรออก

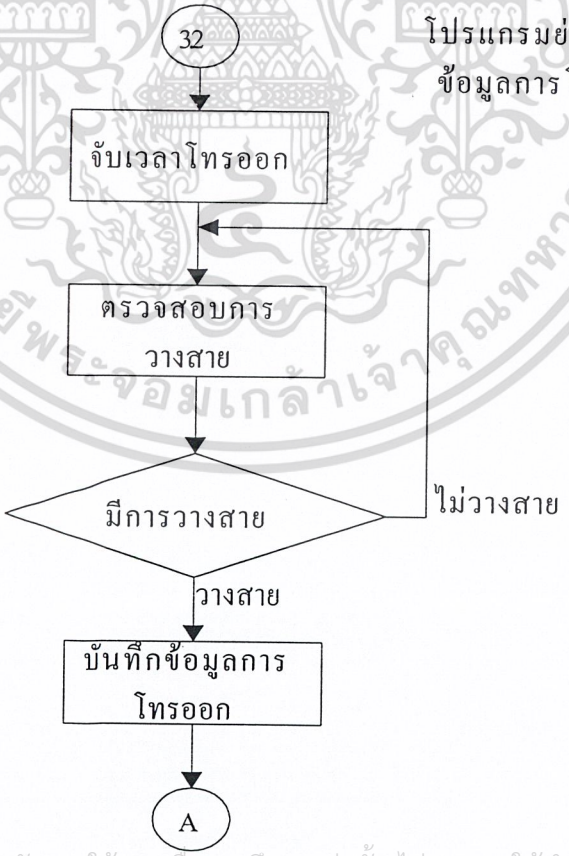


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยการรับสายของหมายเลขปลายทาง

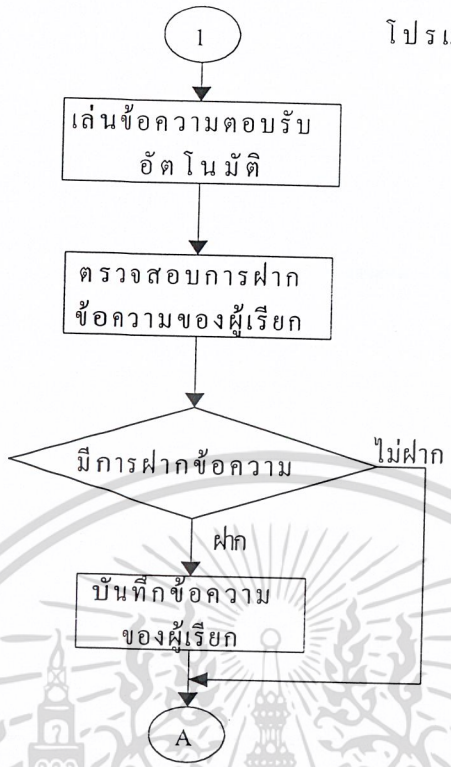


รูปที่ 3.5 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยการใช้งานฟังก์ชั่นของเครื่อง



รูปที่ 3.6 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยการบันทึกข้อมูลการโทรออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



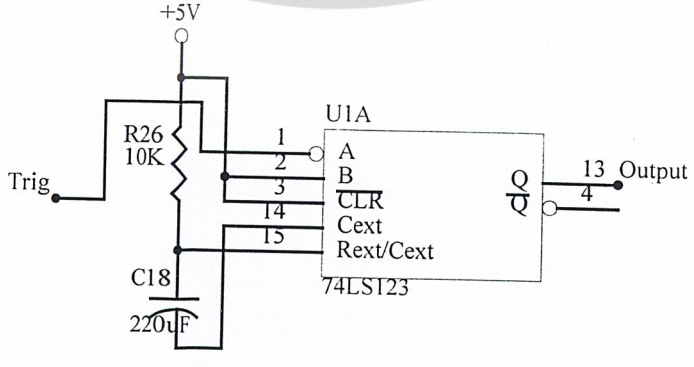
รูปที่ 3.7 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยการตอบรับอัตโนมัติและฝากข้อความ

3.3 วงจรตรวจจับสัญญาณ (Detector Circuit)

ในส่วนของวงจรตรวจจับสัญญาณนี้ประกอบด้วยวงจรย่อย 4 วงจร ได้แก่วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์, วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์, วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและวงจรตรวจจับสัญญาณเรียก

3.3.1 วงจรโมโนสเตเบิล

วงจรโมโนสเตเบิลนี้ใช้ไอซี 74LS123 เป็นไอซีโมโนสเตเบิลแบบทริกซ์ซ้ำต่างจากโมโนสเตเบิลแบบทั่วไปคือโมโนสเตเบิลแบบทริกซ์ซ้ำนั้นเมื่อมีการทริกซ์แล้วทำให้เอาท์พุทเปลี่ยนจาก 0 โวลท์ เป็น 5 โวลท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 วงจรโมโนสเตเบิล ไอซี 74LS123

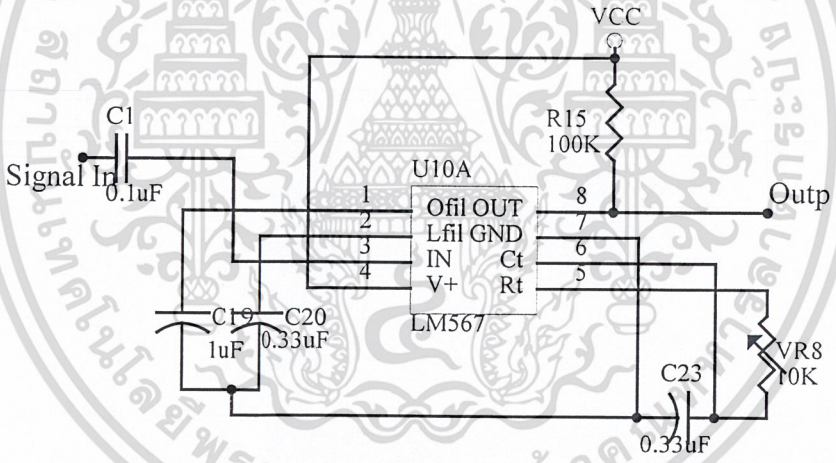
ในช่วงเวลาคงที่ค่าหนึ่ง จากนั้นเมื่อมีการทริกซ์ให้มันอีกในช่วงที่ยังคงแสดงที่ 5 โวลท์ หรือช่วงเวลาคงที่จะทำให้วงจรโมโนสเตเบิล มีเอาท์พุทเป็น 5 โวลท์ต่อไปอีกช่วงเวลาคงที่หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อมีการทริกซ์ในช่วงเวลาคงที่ของมันที่เป็น 5โวลท์ก็จะทำให้เอาท์พุทเป็นสัญญาณ 5 โวลท์ต่อไปอีก โดยช่วงเวลาคงที่สามารถกำหนดให้จากค่าเวลาคงที่

$$T = 0.35 \times R \times C$$

ไอซี 74LS123 มีความไวต่อสัญญาณรบกวนมาก จึงควรต่อตัวเก็บประจุ ค่า 0.1 ไมโครฟารัด ระหว่างขาไฟเลี้ยงและกราวด์ของไอซีเพื่อลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากไฟเลี้ยงลงไป

3.3.2 วงจรเฟสล็อกลูป

วงจรเฟสล็อกลูปใช้ไอซี NE567 วงจรเฟสล็อกลูปนี้ใช้ตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) และสัญญาณสายไม่ว่าง(Busy tone) เพื่อป้อนให้หน่วยประมวลผล ไอซี NE567 เป็นไอซีเฟสล็อกลูปสามารถตั้งความถี่ให้แก่ตัวมัน เพื่อเอาไว้ตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามา หากสัญญาณที่เข้ามามีความถี่เท่ากับตัวมันจะทำให้เอาท์พุทเปลี่ยนจาก 5 โวลท์ เป็น 0 โวลท์ โดยไอซี NE567 นี้สามารถปรับความถี่ตัวมันได้ที่ค่าความต้านทานปรับค่าได้ ที่ขา 5 ซึ่งขา 5 และขา 6จะต่อวงจร RC เพื่อผลิตพัลส์ให้แก่ตัวมันนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณที่เข้ามาโดยมี บล็อกไดอะแกรมดังนี้

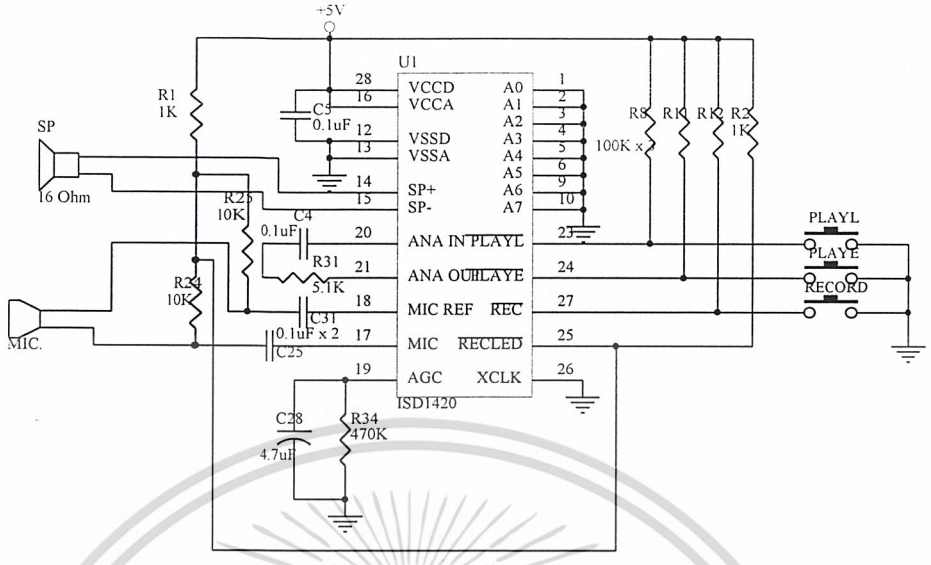


รูปที่ 3.9 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับและสายไม่ว่าง ไอซี LM567

3.3.3 วงจรบันทึกเสียง

วงจรบันทึกเสียงจะใช้ไอซี ISD1420 ที่สามารถบันทึกเสียงได้ 20 วินาทีโดยการบันทึกต้องใช้ขา 27 เป็น 0 โวลท์ จากนั้นเมื่อต้องการเล่นข้อความกลับจึงให้ขา 24 เป็น 0โวลท์โดยใช้แต่ขอบขาลงเท่านั้น เมื่อได้สัญญาณเสียงออกมาจึงนำไปผ่านจุดขยายเสียงต่อไป

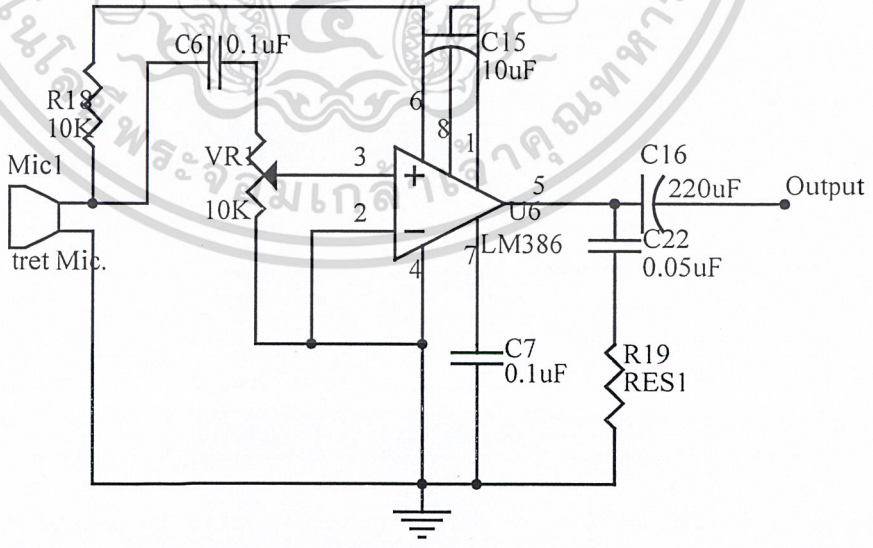
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรบันทึกเสียง ไอซี ISD1420

3.3.4 วงจรขยายเสียง

วงจรขยายเสียงใช้ LM386 ซึ่งเป็นไอซีสำหรับขยายเสียงโดยเฉพาะมีค่าผิดเพี้ยนที่ต่ำมากโดยสามารถปรับสัญญาณที่ขา 3 มีการต่อแบบ Non Inverting Amplifier ที่ขา 1 และขา 8 มีค่าตัวเก็บประจุ 10 ไมโครฟารัดต่อเพื่อเพิ่มอัตราการขยายให้แก่ไอซี LM367 ได้ถึง 200 เท่าแต่หากไม่ต่อตัวเก็บประจุจะได้อัตราการขยาย 20 เท่าโดยที่ขา 7 ต่อตัวเก็บประจุบายพาสเพื่อลดสัญญาณออกไป



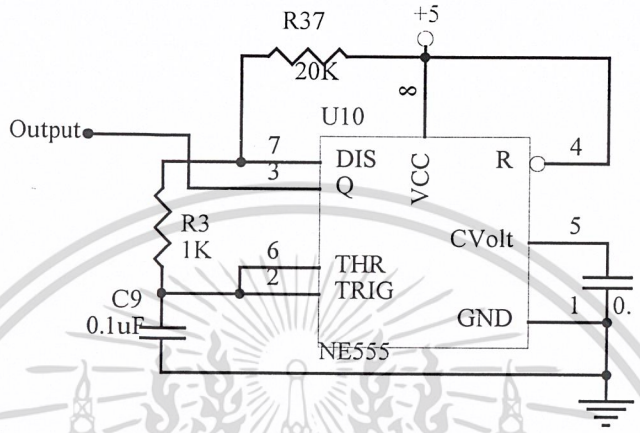
รูปที่ 3.11 วงจรขยายเสียง ไอซี LM386

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 วงจรสร้างสัญญาณเริ่มต้นฝากข้อความ

วงจรสร้างสัญญาณเริ่มต้นฝากข้อความนี้ใช้ไอซี 555 มาทำการผลิตสัญญาณ อะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Astable Multivibrator) ที่ความถี่ 500 Hz เมื่อสร้างสัญญาณเสียง "ปี๊ป" บอกให้ผู้ฝากข้อความเริ่มต้นการฝากข้อความได้โดยใช้สมการดังนี้

$$T = 1.443 / (R_1 + 2R_2)C$$



รูปที่ 3.12 วงจรสร้างสัญญาณเสียง

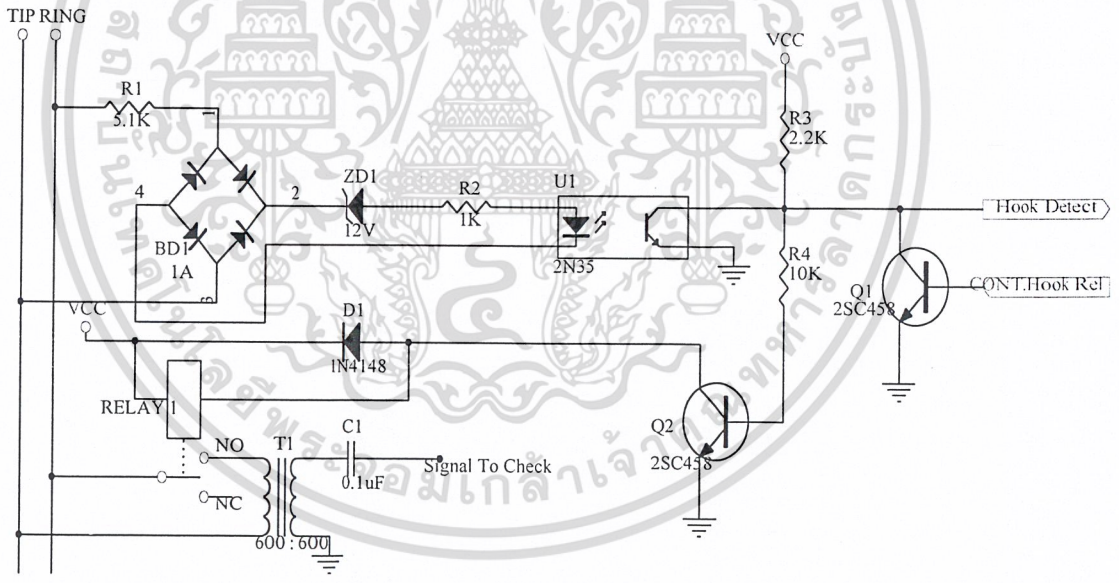
3.3.6 วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Hook Status Detector Circuit)

ในส่วนของวงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์นี้จะนำวงจรบริดจ์ (Bridge Rectifier) มาต่อเพื่อกำหนดทิศทางการไหลของกระแสโดยเมื่อโทรศัพท์อยู่ในสภาวะวางหูจะมีแรงดันตกคร่อมที่คู่สายโทรศัพท์ประมาณ 45–50 โวลท์ทำให้มีกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดเนื่องจากมีแรงดันที่สูงกว่าแรงดันพังของซีเนอร์ไดโอด ในที่นี้เท่ากับ 12 โวลท์ ทำให้ที่ขา 1 ของออปโต้ไอโซเลเตอร์ (Optoisolater) มีกระแสไหลและทำให้แอลอีดี (LED) ที่อยู่ภายในออปโต้ไอโซเลเตอร์สว่างเกิดการไบอัสให้กับโฟโต้ทรานซิสเตอร์ มีผลทำให้โฟโต้ทรานซิสเตอร์นำกระแส แรงดันที่ขา 5 ของออปโต้ไอโซเลเตอร์จึงตกลงมาเหลือประมาณ 0 โวลท์ ทำให้ไม่มีกระแสไฟไปไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ Q2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิทช์ตัดต่อการทำงานของรีเลย์ (Relay) ดังนั้นรีเลย์จึงไม่ทำงานเมื่อโทรศัพท์อยู่ในสภาวะวางหู ในขณะที่มีการยกหูโทรศัพท์จะมีแรงดันตกคร่อมคู่สายประมาณ 10 โวลท์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแรงดันพังของซีเนอร์ไดโอด ทำให้ไม่มีกระแสไหลที่ขา 1 ของออปโต้ไอโซเลเตอร์ แอลอีดีจึงดับ โฟโต้ทรานซิสเตอร์ไม่นำกระแส ดังนั้นที่ขา 5 ของออปโต้ไอโซเลเตอร์จึงมีแรงดันตกคร่อมประมาณ 4.5 โวลท์ ทรานซิสเตอร์ Q1 นำกระแสรีเลย์ทำงาน ทำการต่อในส่วนของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ, วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ เพื่อนำเอาสัญญาณมาตรวจสอบให้ส่วนควบคุม แต่เนื่องจากขณะที่มีสัญญาณเรียก (Ringing Tone) เข้ามา แรงดันซีกลบของสัญญาณเรียกซึ่งเมื่อผ่านวงจรบริดจ์ (Bridge)เข้ามานั้นมีแรงดันที่ต่ำกว่าแรงดันพังทลายของซีเนอร์ไดโอด ZD1 ทำให้เสมือนมีการยกหูโทรศัพท์ถี่ๆ ซึ่งอาจส่งผลให้รีเลย์เสียหายได้ ดังนั้นจึงใช้ทรานซิสเตอร์ Q1 เมื่อมันนำกระแสแล้วมันจะทำการบายพาสกระแสที่จะเข้าสู่ตัวต้านทาน R4 แล้วไปขับทรานซิสเตอร์ Q2 ดังนั้นเมื่อทำการบายพาสกระแสโดยทรานซิสเตอร์ Q1 แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ขาย หรือหาประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเรียกเข้าจึงไม่มีผลต่อส่วนตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ อนึ่งในการที่จะให้ทรานซิสเตอร์ Q1 นำกระแสนั้นทำได้ โดยการให้ลอจิก " 1 " ที่กำหนดได้จากส่วนควบคุม โดยซีเนอร์ไดโอด ZD1 ทำหน้าที่เสมือนตัวเปรียบเทียบแรงดันระหว่างขณะยกหูโทรศัพท์และวางหูโทรศัพท์เพราะว่าขณะที่ทำการวางหูโทรศัพท์ แรงดันที่ออกจากบริดจ์ BD1 มีค่าประมาณ 18 โวลท์ แรงดันที่ได้มีค่ามากกว่าแรงดันพังทลายของซีเนอร์ไดโอด ZD1 ดังนั้นจึงมีแรงดันตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด 12 โวลท์ ส่งผลให้ออปโต U1 2N35 นำกระแส แรงดันที่เอาท์พุทจึงเปลี่ยนจากประมาณ 0 โวลท์ เป็นลอจิก " 0 " ที่ Hook Detect ส่งให้ส่วนควบคุม แต่ถ้ามีการยกหูโทรศัพท์ แรงดันจากคู่สายภายนอกจะมีค่าประมาณ 13 โวลท์ เมื่อผ่านบริดจ์ BD1 มีแรงดันประมาณ 11 โวลท์ ซีเนอร์ไดโอดจึงไม่มีแรงดันมาตกคร่อมเพราะแรงดันที่ผ่านบริดจ์ BD1 มีค่าน้อยกว่าแรงดันพังทลายของซีเนอร์ไดโอด ZD1 ส่งผลให้ไม่มีกระสแไหลให้แก่ออปโตคัปเปลอร์ ดังนั้นที่เอาท์พุทของออปโตคัปเปลอร์จึงมีแรงดันประมาณ 5 โวลท์ เป็นลอจิก " 1 " ส่งให้ส่วนควบคุมต่อไป

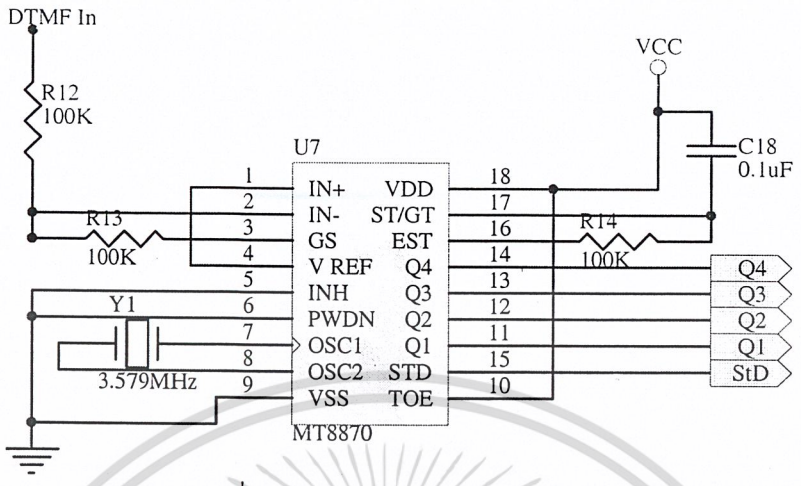
ส่วนไดโอด D1 1N4148 ทำหน้าที่เป็นตัวรับกระแสที่เกิดจากการยุบตัวของสนามแม่เหล็กที่ขดลวดของรีเลย์ เพราะว่าเมื่อทรานซิสเตอร์ Q2 ไม่นำกระแส จึงไม่มีกระไหลผ่านที่ขดลวดของรีเลย์ จึงเกิดปรากฏการณ์แบ็คอีเอ็มเอฟ (Back EMF) ที่ทำให้กระแสจากรีเลย์ไหลย้อนทางจากขดลวด ดังนั้นเมื่อใช้ไดโอด D1 มาต่อ จึงทำให้กระแสไหลมาที่ไดโอดแทน



รูปที่ 3.13 วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)



รูปที่3.14 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์

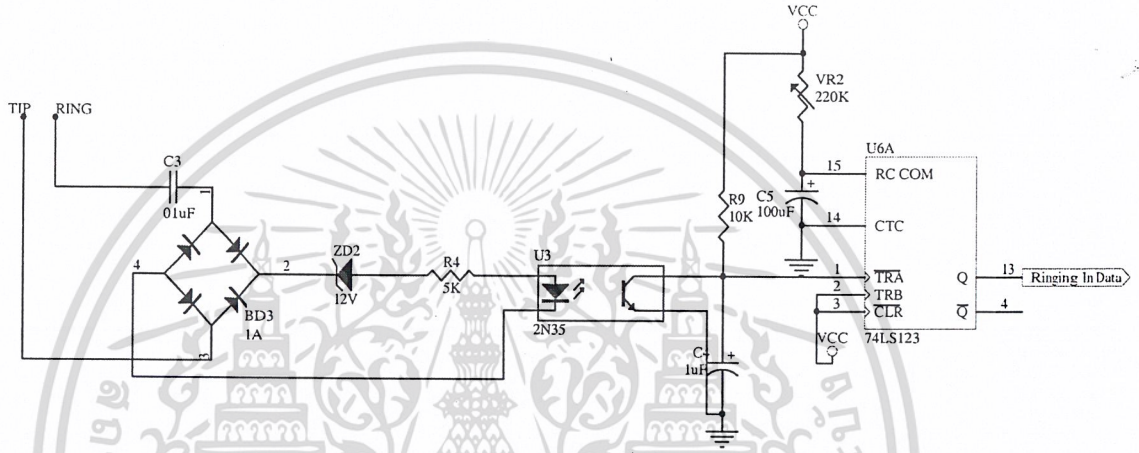
วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์จะใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ MT8870 ซึ่งจะทำหน้าที่ในการถอดรหัสความถี่ดีทีเอ็มเอฟ (DTMF) ออกมาเป็นรหัสไบนารี่ 4 บิท ภายใน MT8870 ประกอบไปด้วยภาคกรองความถี่ ภาคถอดรหัส ภาคตรวจสอบสัญญาณ, ภาคขยายสัญญาณความแตกต่างและภาคกำเหนิดความถี่โดยใช้คริสตอล (Crystal) ความถี่ 3.576 เมกกะเฮิรตซ์เป็นฐานเวลา จากวงจรจะใช้แมชชิ่ง (Matching) 600 โอห์ม มาเป็นตัวคลัปปลิ้ง (Coupling) สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์เข้ามายังวงจรเฉพาะสัญญาณไฟสลับเท่านั้นและยังทำหน้าที่ในการแยกกราวนด์วงจรอีกด้วยเพราะในคู่สายโทรศัพท์จะมีสัญญาณรบกวนต่างๆมากมายซึ่งอาจจะมีผลต่อการถอดรหัสสัญญาณได้หลังจากที่ทำการกดเลขหมายและไอซีทำการถอดรหัสแล้ว ก็จะส่งรหัสไบนารี่มาเป็นเอาท์พุท Q1-Q4 จากนั้น ไอซีจึงทำการแลตช์ค่าสัญญาณนั้นเอาไว้จนกว่าจะได้รับสัญญาณเข้ามาใหม่ แล้วจึงเปลี่ยนเป็นรหัสตัวใหม่โดยในการเขียนโปรแกรมควบคุมนั้นจะใช้สัญญาณจากขา StD ซึ่งเมื่อมีการกดหมายเลขโทรศัพท์ และไอซี MT8870 สามารถทำการแปลงจากสัญญาณดีทีเอ็มเอฟมาเป็นรหัสบีซีดี (BCD) ได้ จากนั้นไอซี MT8870 จึงส่งแรงดันประมาณ 5 โวลท์ ซึ่งเป็นระดับลอจิก " 1 " มาที่ขา StD และ Q1-Q4 เป็นตัวแสดงรหัสบีซีดีที่ได้ว่าเป็นตัวเลขใด จากนั้นจึงนำค่าไปทำการเขียนโปรแกรมควบคุม

3.3.8วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing Detector)

สัญญาณเรียกเป็นสัญญาณที่ชุมสายส่งมายังผู้ถูกเรียกซึ่งเป็นสัญญาณไซน์ความถี่ประมาณ 25 เฮิรตซ์ แรงดันประมาณ 100 Vp-p หรือประมาณ 70-90 Vrms โดยสัญญาณเรียกจะดัง 1 วินาที ดับ 4 วินาที เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจะมีตัวเก็บประจุ 0.1 ไมโครฟารัดเป็นตัวกั้นไฟกระแสตรงไม่ให้เข้ามาในวงจร สัญญาณจะผ่านวงจรบริดจ์ซึ่งทำหน้าที่จัดขั้วของแรงดันให้มีค่าแน่นอนโดยในขณะที่มีสัญญาณเรียกค่าของแรงดันของสัญญาณจะมีค่ามากกว่าแรงดันพังของซีเนอร์ไดโอดทำให้มีโวลท์เตท ตกคร่อมที่ขา 1 ของออปโตไอโซเลเตอร์ แอลอีดีที่อยู่ภายในออปโตไอโซเลเตอร์ติดทำให้มีแสงสว่างไปในไบอัสให้กับโฟโต้ทรานซิสเตอร์นำกระแส ทำให้ที่ขา 5 ของออปโตไอโซเลเตอร์มีโวลท์เตทเท่ากับ 0 ซึ่งจะแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟโต้ทรานซิสเตอร์นำกระแส ทำให้ที่ขา 5 ของออปโตไอโซเลเตอร์มีโวลท์เตทเท่ากับ 0 ซึ่งจะแสดงสภาวะของ 0V ด้วยสภาวะสอจิก “0” และเมื่อไม่มีสัญญาณเรียกแรงดันที่เข้ามาจะต่ำกว่าแรงดันซีเนอร์ไดโอดทำให้ซีเนอร์ไดโอดมีคุณสมบัติเสมือนเป็นไดโอดต่อรีเวิร์สอยู่ทำให้ไม่มีกระแสไหลที่ขา 1 ของออปโตไอโซเลเตอร์แอลอีดีที่อยู่ภายในออปโตไอโซเลเตอร์ดับทำให้ไม่มีแสงสว่างไปในไบอัสให้กับโฟโต้ทรานซิสเตอร์ทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์คัทออฟ ดังนั้นที่ขา 5 ของออปโตไอโซเลเตอร์จึงมีโวลท์เตทตกคร่อมประมาณ 3.5 โวลท์แทนสถานะของ 3.5 โวลท์ ด้วยสภาวะลอจิก “1” เพราะฉะนั้นเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาที่ขา 5 ของออปโตไอโซเลเตอร์จะมีสถานะ “0” 1 วินาทีและ “1” 4 วินาที สลับกันไปแต่



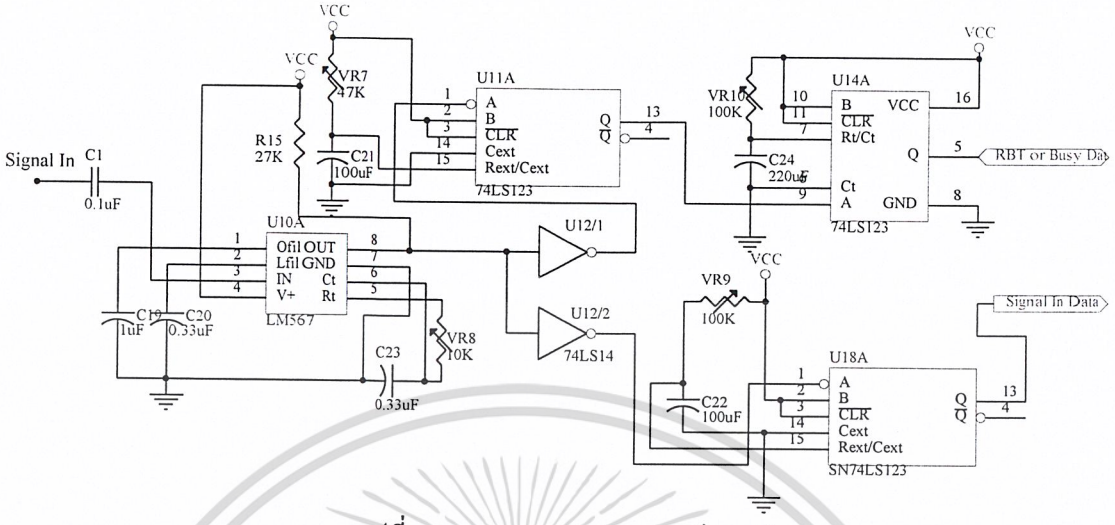
รูปที่3.15 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก

สภาวะลอจิก “0” สภาวะลอจิก “1” ที่สลับกันนี้ยากในการเขียนโปรแกรมควบคุมดังนั้นจึงต้องต่อ 74LS123 ทำหน้าที่เป็นวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable Multivibrator) เพื่อคงสถานะของสภาวะลอจิก “1” ตลอดเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามา และจะเป็นสภาวะลอจิก “0 ”เมื่อไม่มีสัญญาณเรียกเข้ามาซึ่งวงจรโมโนสเตเบิลนี้จะปรับช่วงของเวลาที่ทริกส์โดยการปรับ VR2

3.3.9วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone Detector)

วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับแสดงดังรูปที่ 3.16 เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์แล้วรีเลย์จะทำการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรนี้ และเมื่อกดเลขหมายปลายทางแล้วก็จะได้รับสัญญาณตอบกลับมา ถ้าหากสายปลายทางว่างก็จะได้รับสัญญาณเรียกกลับ ความถี่ประมาณ 425 เฮิร์ต ดัง 1 วินาที ดับ 4 วินาที แต่ถ้าสายปลายทางไม่ว่างก็จะได้รับสัญญาณสายไม่ว่างความถี่ประมาณ 425 เฮิร์ต ดัง 0.5วินาที ดับ 0.5วินาที สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์จะผ่านเข้ามา IC LM567 ที่เป็นไอซีเฟสล็อกลูป ซึ่งถูกต่อเป็นวงจรจับสัญญาณ (Tone Detector) เพื่อตรวจสอบสัญญาณความถี่ประมาณ 425 เอิร์ต โดยการกำหนดค่าจากตัวต้านทานและตัวเก็บประจุซึ่งต่ออยู่ที่ขา 5 และขา 6 ของ ICLM567 จากความสัมพันธ์ f = 1/1.1 RC เมื่อมีสัญญาณอินพุทซึ่งมีความถี่ประมาณ 425 เฮิร์ต มาเข้าวงจรนี้ เอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น “0” และเมื่อไม่มีอินพุทความถี่ดังกล่าว เอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น “1” เมื่อมีอินพุทเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง เอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

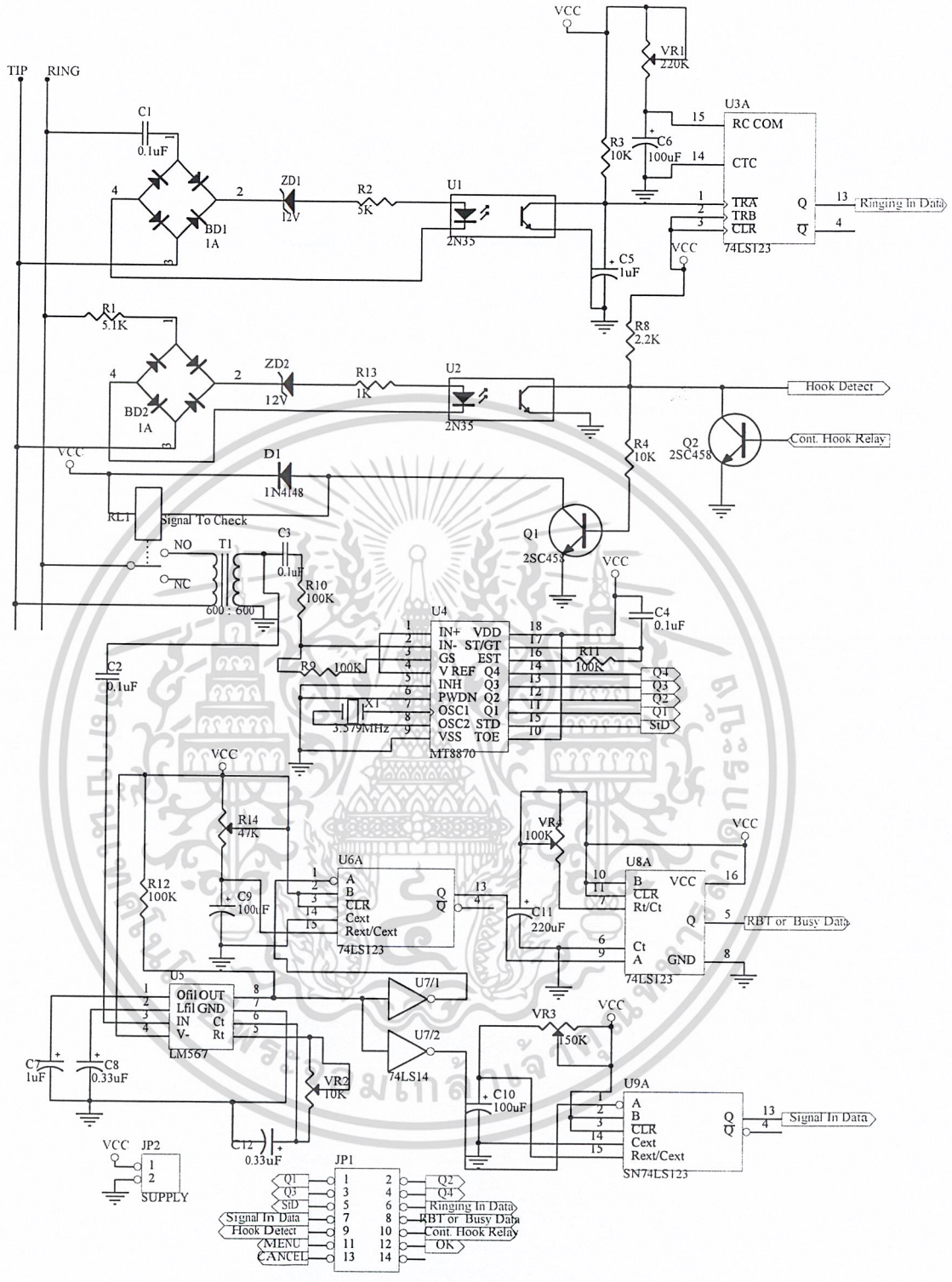


รูปที่3.16วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

แต่เนื่องจากการเปลี่ยนสภาวะลอจิก “0” และ “1” สลับกันไปนี้ ทำให้ยากต่อการเขียนโปรแกรมควบคุม ดังนั้นจึงต่อวงจรโมโนสเตเบิลเพิ่มเข้าไป โดยมีการใช้วงจรโมโนสเตเบิล 2 ชุด ชุดที่หนึ่งใช้ U18 ที่เป็นไอซีโมโนสเตเบิลแบบทริกซ้ำมาทำการแสดงค่าเมื่อมีสัญญาณเข้ามาไม่ว่าจะเป็นสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone)หรือสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) โดยต้องปรับคาบเวลาของสัญญาณที่ได้จาก U18 ให้มีค่ามากกว่า 4 วินาที เล็กน้อย เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับเข้ามา ไอซีโมโนสเตเบิล U18 ที่ทำการตั้งค่าเวลาคงที่เอาไว้ที่มากกว่า 4 วินาทีเล็กน้อยจะได้รับการทริกส์เป็นช่วงๆ ละ 4 วินาที จึงมีการทริกส์ซ้ำส่งผลให้ค่าช่วงเวลาที่มีแรงดันประมาณ 5 โวลท์ เกิดการหน่วงเวลาออกไปอีกเนื่องจากการทริกส์ซ้ำ โดยสัญญาณสายไม่ว่างก็มีผลเช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับเพราะมีการทริกส์ซ้ำเป็นช่วง ช่วงละเวลา 0.5 วินาที ซึ่งจะเห็นได้ว่า หากมีการทริกส์ซ้ำที่ช่างเวลาน้อยกว่าที่ทำการตั้งค่าเวลาคงที่ของวงจรไว้ จะได้ค่าแรงดันที่ประมาณ 5 โวลท์ตลอดดังนั้น เอาท์พุทคงสภาวะ “1” ตลอดที่มีสัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่างเข้ามาโดยการตั้งค่าคาบเวลาคงที่ของวงจรสามารถตั้งได้ที่ VR9 ที่ใช้ความสัมพันธ์ T = 0.35*R*C โดย T คือ ค่าเวลาคงที่โดยใช้ IC 74LS123เป็นตัวสร้างวงจรโมโนสเตเบิล

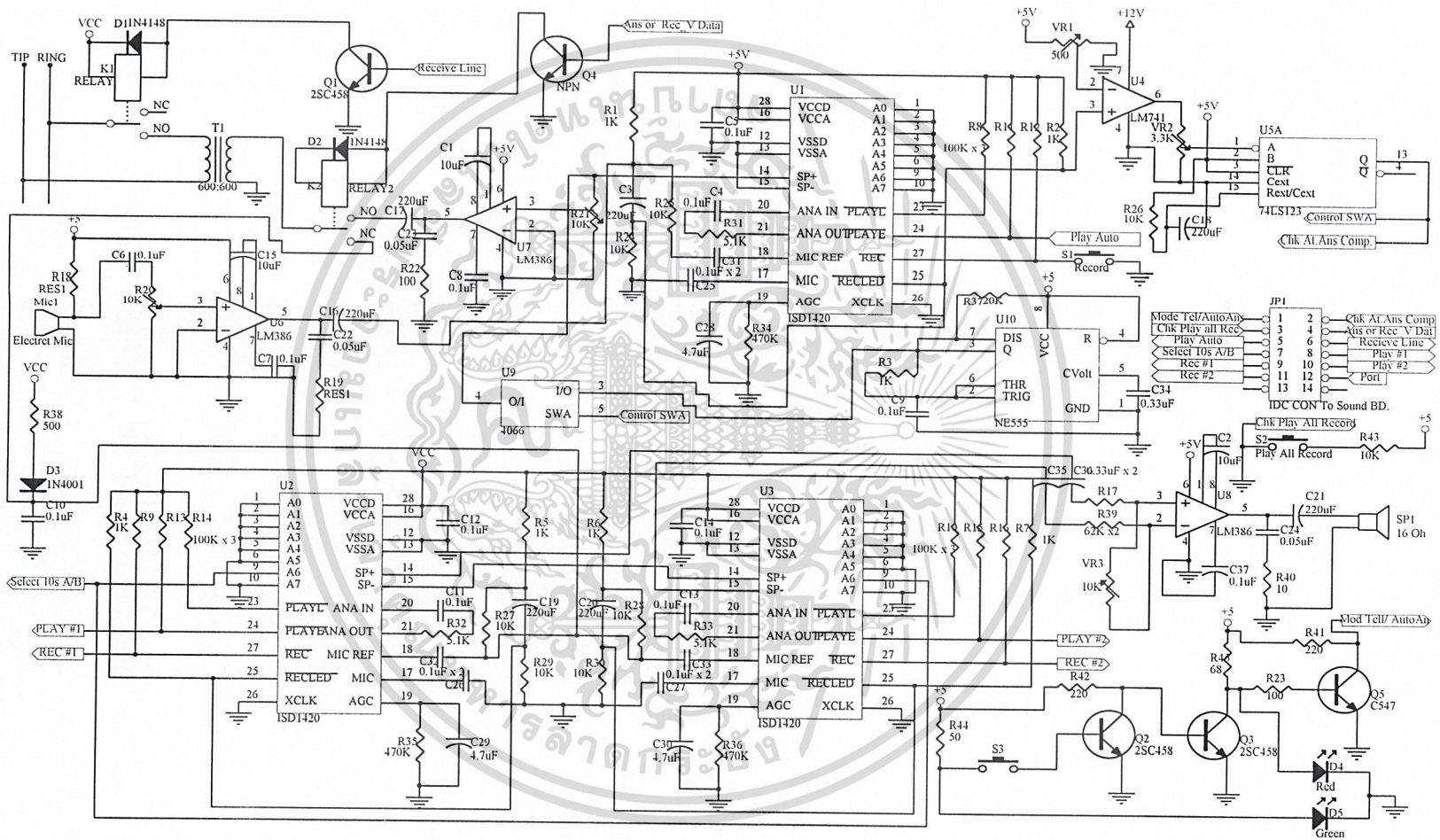
ส่วนวงจรโมโนสเตเบิลชุดที่สองจะใช้ไอซีโมโนสเตเบิลสองชุดในการตรวจสอบ โดย ส่วนแรกใช้ไอซี U11 จะต้องตั้งค่าช่วงเวลาคงที่ให้มากกว่า 1 วินาทีเล็กน้อย เมื่อมีสัญญาณสายไม่ว่างเข้ามาจะทำให้ได้ค่าแรงดันประมาณ 5 โวลท์ตลอด ส่งผลให้วงจรโมโนสเตเบิลส่วนที่สองไม่มีการทริกส์เพราะวงจรต้องใช้การทริกส์ที่ขอบขาลงเท่านั้น ดั้งนั้นวงจรส่วนที่สอง ไอซี U14 เมื่อไม่ได้รับการทริกส์จึงมีแรงดันเอาท์พุทเพียง 0 โวลท์หรือลอจิก “0” แต่เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับเข้ามาที่ ไอซี U11 มันจะไม่เกิดการทริกส์ซ้ำเพราะสัญญาณเรียกกลับมีค่าเวลา 4 วินาที ที่มากกว่าค่าเวลาคงที่ของวงจรโมโนสเตเบิลที่ตั้งไว้ที่มากกว่า 1 วินาทีเล็กน้อยดังนั้นมันจึงให้เอาท์พุทเป็นช่วง ช่วงละ 1 วินาที ดังนั้นจึงเป็นการทริกส์ซ้ำให้กับไอซี U 14 ที่ตั้งค่าเวลาคงที่เอาไว้ที่ ประมาณ 4.2 วินาที ดังนั้นจึงทำให้ได้เอาท์พุทที่ U14 เป็นสภาวะลอจิก“1” ตลอด เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

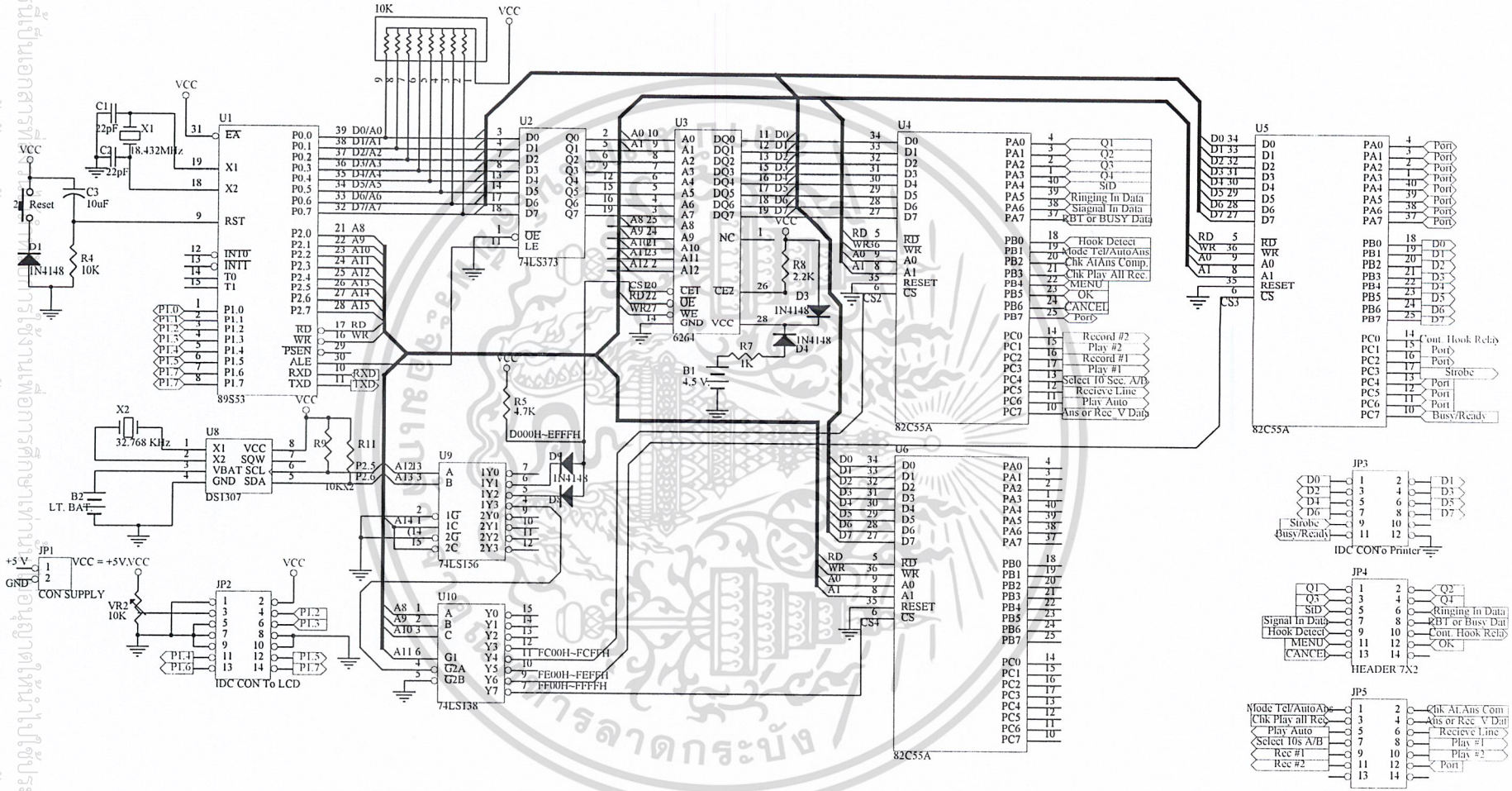


รูปที่ 3.17 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 วงจรชุดตอบรับและบันทึกเสียง



รูปที่ 3.19 วงจรควบคุม

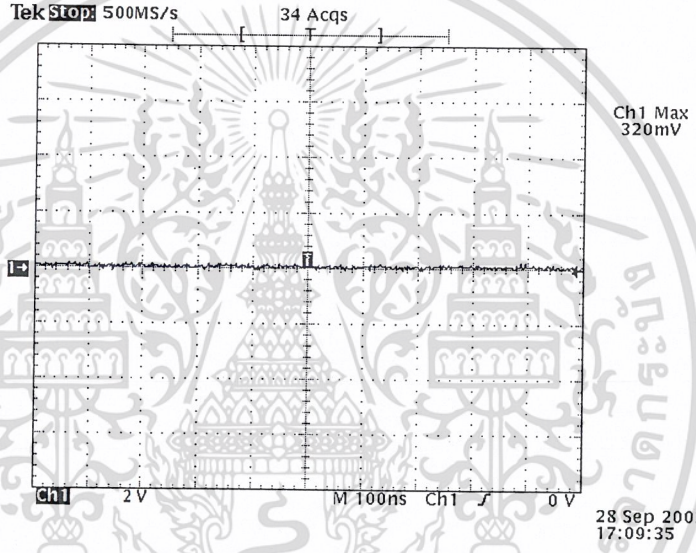
บทที่4
การทดลองและผลการทดลอง

การทดลอง

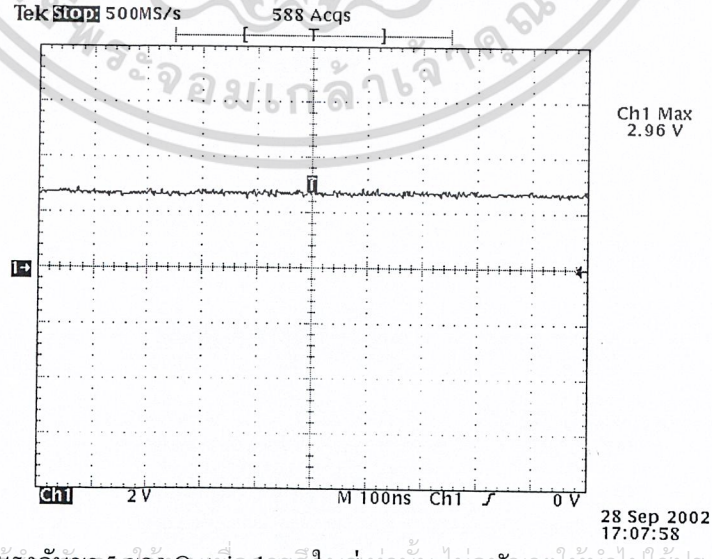
4.1 การทดสองที่ 1 การทดลองวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Off – hook Status Detector Circuit)

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.13 เข้ากับคู่สายโทรศัพท์
2. นำออสซิลโลสโคป CH1 วัดที่ขา 5 ของ Optoisolator ในส่วนของตรวจจับการยกหู ตัวขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์
3. นำออสซิลโลสโคป CH1 วัดที่ขา 5 ของ Optoisolator ในส่วนของตรวจจับการยกหู ขณะที่มีการยกหู



รูปที่ 4.1 แสดงแรงดันขา 5 ของ Optoisolator ในส่วนของตรวจจับการยกหู ที่ขณะวางหูโทรศัพท์



รูปที่ 4.2 แสดงแรงดันขา 5 ของ Optoisolator ในส่วนของตรวจจับการยกหู ขณะยกหูโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 การทดลองวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.13 เข้ากับคู่สายโทรศัพท์
2. ทำการวัดลอจิกที่ขา 11, 12, 13 และ 14 ของไอซี MT8870 ขณะกดปุ่มโทรศัพท์ เลข 0-9
3. ทำการวัดลอจิกที่ขา 15 ของ ไอซี MT8870 ขณะที่กดปุ่มโทรศัพท์ และขณะที่ไม่ได้กดปุ่มโทรศัพท์

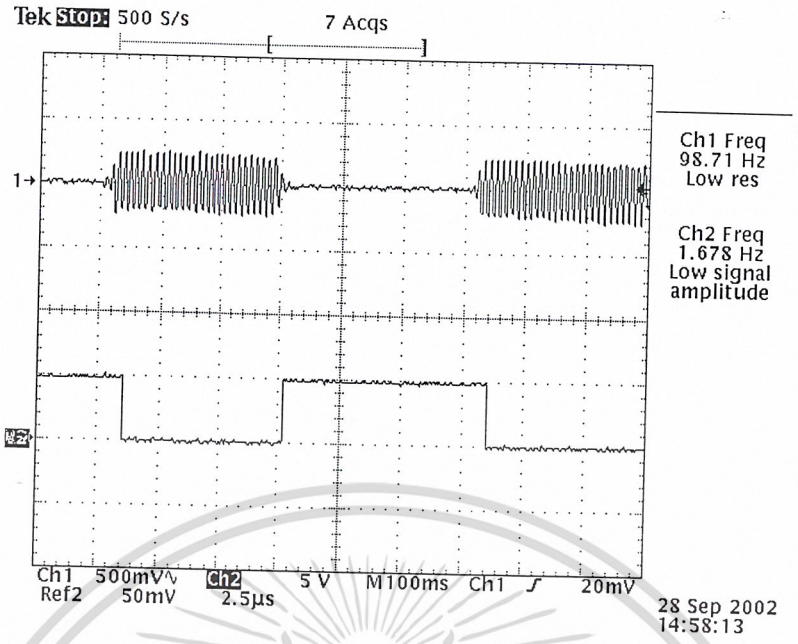
ตารางที่ 4.1 แสดงตารางแสดงผลการทดลองวัดลอจิกที่ขาของ MT8870 ของวงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์

หมายเลข	สัญญาณ STD ขา15		DTMF Decoder			
	ขณะกดปุ่ม	ไม่กดปุ่ม	ขา 14 (Q4)	ขา 13 (Q3)	ขา 12 (Q2)	ขา 11 (Q1)
0	1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1	0
3	1	0	0	0	1	1
4	1	0	0	1	0	0
5	1	0	0	1	0	1
6	1	0	0	1	1	0
7	1	0	0	1	1	1
8	1	0	1	0	0	0
9	1	0	1	0	0	1

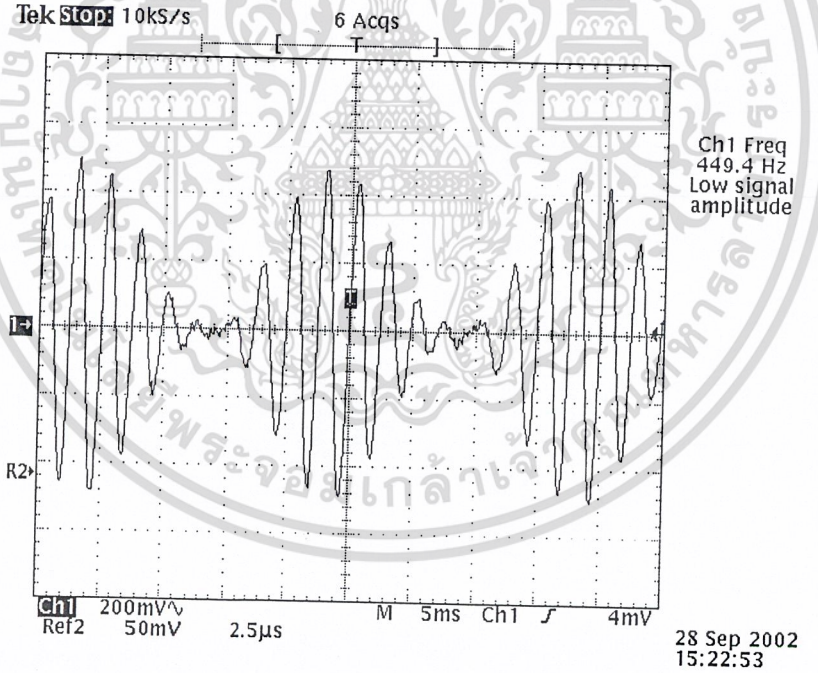
4.3 การทดลองที่ 3 การทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ring back tone Detector Circuit) ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.13 เข้ากับคู่สายโทรศัพท์
2. นำออสซิลโลสโคป CH1 วัดสัญญาณที่ 8 ของไอซี LM567 ขณะสายไม่ว่าง และ CH2 วัดสัญญาณคู่สายโทรศัพท์ ขณะสายไม่ว่าง
3. นำออสซิลโลสโคป CH1 วัดสัญญาณที่ 8 ของไอซี LM567 ขณะสายว่าง และ CH2 วัดสัญญาณคู่สายโทรศัพท์ ขณะสายว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

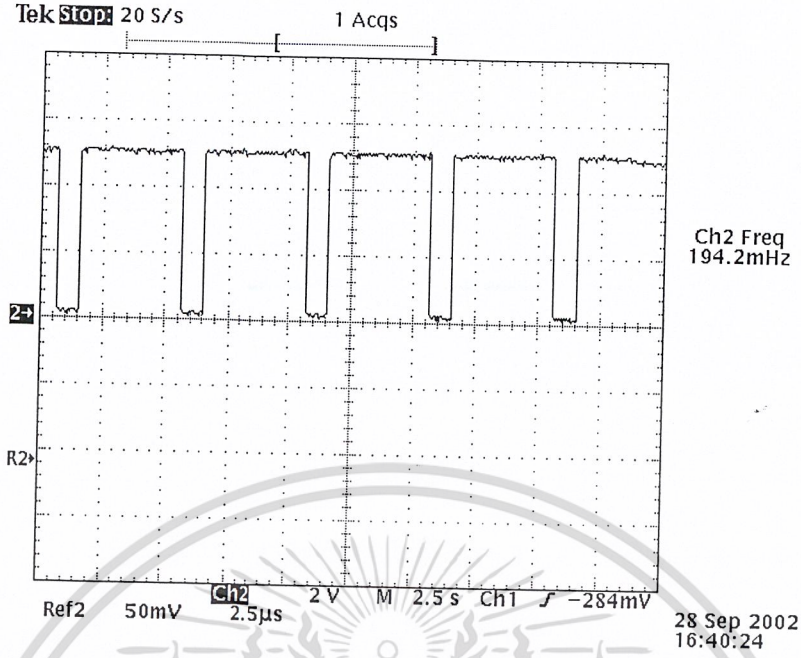


รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณที่ขา 8 ของไอซี LM567 และ สัญญาณคู่สายโทรศัพท์ ขณะสายไม่ว่าง (Busy Tone)

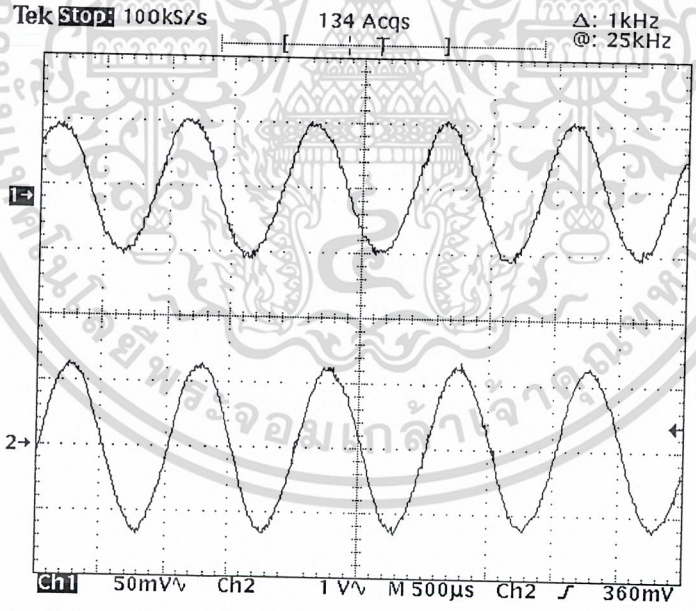


รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณคู่สายโทรศัพท์ขณะสายว่าง (Dial Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



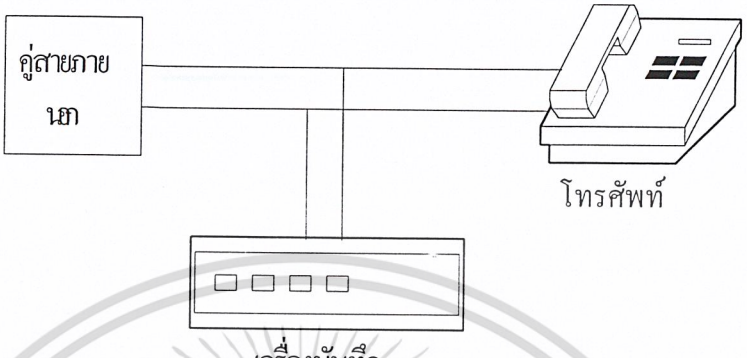
รูปที่ 4.5แสดงสัญญาณที่ 8 ของไอซี LM567 ขณะสายว่าง(Ring Back Tone)



รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่ขา 15 ของไอซีบันทึกเสียง ISD 1420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองที่ 4 การทดลองการทำงานเครื่องบันทึกโทรศัพท์



รูปที่ 4.7 การต่อเครื่องบันทึกโทรศัพท์กับคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

5.1 คุณสมบัติของโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ฮาร์ดแวร์ (Hardware)เป็นบอร์ดวงจรส่วนต่างๆซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน ส่วน ซอฟแวร์ (Sofeware) เป็นภาษาแอสแซมบลี (Assembly) เขียนขึ้นเพื่อควบคุมการทำงานของโครงงานนี้

5.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ประกอบด้วย

ส่วนโทรศัพท์ ประกอบด้วยส่วนต่างๆดั้งต่อไปนี้

- ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า (Ringing Tone Detector)
- ส่วนตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ (Hook Status Detector)
- ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Decoder)
- ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณไม่ว่าง(Ring Back and Busy Tone Detector)
- ส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องพิมพ์ (Printer Interface)
- ส่วนบันทึกข้อมูลและนาฬิกาจริง (Memory and Real Time Clock)
- ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic Answer)
- ส่วนควบคุมและประมวณผล (Control and Processing)
- ส่วนแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

5.1.2 ซอฟแวร์ (Sofeware) ประกอบด้วย

- ส่วนบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ไร้สายนั้นทางส่วนควบคุมจะใช้สัญญาณที่ตรวจสอบจากส่วนตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์มาทำการประมวลผลเพื่อนำค่าต่างๆที่ได้ไปทำการบันทึกในหน่วยความจำได้แก่ วัน เดือน ปี เวลา หมายเลขปลายทาง และ เวลาที่ใช้งานโทรศัพท์
- ส่วนการพิมพ์รายงานการใช้งานโทรศัพท์ เมื่อผู้ใช้ต้องการพิมพ์ ต้องใช้งานฟังก์ชั่นการพิมพ์ จากนั้นส่วนควบคุมจึงทำการส่งสัญญาณติดต่อกับเครื่องพิมพ์ เพื่อพิมพ์รายการออกมา
- ส่วนตอบรับอัตโนมัติและฝากข้อความนั้น เมื่อมีผู้เรียกเข้ามา ทางส่วนควบคุมจะทำการรับสายและเล่นข้อความตอบรับโดยในขณะเดียวกันก็มีการตรวจสอบว่าทางผู้เรียกต้องการที่จะฝากข้อความด้อยหรือไม่ เพื่อทำการควบคุมส่วนบันทึกข้อความที่ทางผู้เรียกฝากต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

ด้านฮาร์ดแวร์

- วงจรตรวจสอบการยกหูได้รับผลกระทบจากสัญญาณเรียกเข้าดังนั้นจึงใช้ส่วนควบคุมทำการตัดส่วนตรวจสอบการยกหูให้เป็นศูนย์โวลท์ตลอดเมื่อมีการเรียกเข้าเพราะรีเลย์อาจจะเสียหายได้
- วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับและสายไม่ว่างในส่วนของการใช้เฟสล็อกลูปมาตรวจสอบนั้น ในขั้นต้นต้องใช้ VR เกือกม้ามาทำการปรับจูนความถี่ของตัวมัน แต่ปรับจูนได้ยากมากเพราะ VR มีความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไปมาก หรือไม่ละเอียดดังนั้นจึงต้องใช้ทริมพ็อท (TrimPot) มาทำการจูน แทน VR เพราะทริมพ็อท (TrimPot) ที่ใช้มี 25 รอบ มีความละเอียดสูงมากจึงได้ความถี่ที่ตรงกับที่ต้องการ
- วงจรโมโนสเตเบิลที่ใช้มีความไวต่อสัญญานรบกวนมากดังนั้นจึงใช้ตัวเก็บประจุค่า 0.1 ไมโครฟารัด ต่อระหว่างขาไฟเลี้ยงกับขากราวด์ ในตำแหน่งที่ใกล้ตัวไอซีโมโนสเตเบิลมากที่สุด

ด้านซอฟแวร์

- ในส่วนของการตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณไม่ว่างมีการหน่วงเวลาที่โมโนสเตเบิลถึงแม้จะวางหูไปแล้วดังนั้นจึงต้องหน่วงเวลาโปรแกรมให้นานกว่าช่วงที่หน่วงของวงจรเพื่อตรวจสอบค่าที่ถูกต้อง

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

- สามารถแสดงหมายเลขปลายทางที่ได้บันทึกในหน่วยความจำผ่านทางจอแอลซีดีได้
- สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกรายการและพิมพ์โดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อให้มีความสวยงาม
- สามารถคิดค่าใช้จ่ายการโทรศัพท์ออกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์ , ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน . **พื้นฐานการสื่อสารข้อมูล** พิมพ์ครั้งที่ 1 : กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2543

สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอลโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51** พิมพ์ครั้งที่ 4 : กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2543

ธนัท ชัยยุทธ , กณพ แก้วพิชัย.**ดิจิตอลพื้นฐาน** : แผนกไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2521

Mitchel E. Schultz. **ELECTRONIC DEVICES A TEXT AND SOFTWARE PROBLEMS MANUAL** : Western Wisconsin Technical College

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์ ที่ให้คำปรึกษาด้วยดีและขอขอบคุณผู้ให้การสนับสนุนและคำปรึกษาในส่วนของเนื้อหาวิชาการในส่วนต่างๆอีกทั้งในส่วนเนื้อหาที่สำคัญในปริญญานิพนธ์ของรุ่นพี่ที่เป็นพื้นฐานในการออกแบบและการประยุกต์ที่เกี่ยวกับผลงานชิ้นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ORG     0000H

CON_PORT        EQU     0FC03H
PORT_A          EQU     0FC00H
PORT_B          EQU     0FC01H
PORT_C          EQU     0FC02H
CON_PORT2       EQU     0FE03H
PORT_C2         EQU     0FE02H
PORT_B2         EQU     0FE01H

SCL             BIT     P2.5
SDA             BIT     P2.6

CS_LCD          BIT     P1.3
RS_LCD          BIT     P1.2

CONT_BYTE_W     EQU     0D0H
CONT_BYTE_R     EQU     0D1H

INDEX_1_CNT     EQU     5CH
INDEX_2_CNT     EQU     5DH
PRINT_1_CNT     EQU     5EH
PRINT_2_CNT     EQU     5FH
RING_COUNT      EQU     60H
CALL_CHECK      EQU     61H
RECEIVE_TEMP    EQU     62H
STOP_TIMER      EQU     63H
USE_COUNT       EQU     64H
STEAD_CALL      EQU     65H
RECIEVE_CNT     EQU     66H
STORE_NUM       EQU     68H
FUNC_CODE       EQU     69H
VOICE_TEMP      EQU     49H
VOICE_CH        EQU     40H
VOICE_OVER      EQU     3FH

DATE_TIME2      EQU     43H
DATE_TIME1      EQU     41H

FIRST_TIME      EQU     4AH
NUM_CHK         EQU     4BH
RING_COND       EQU     4FH
QUAN_CALL1      EQU     50H
QUAN_CALL2      EQU     51H
QUAN_CALL3      EQU     52H

TIME_USE_H1     EQU     53H
TIME_USE_H2     EQU     54H
TIME_USE_M1     EQU     55H
TIME_USE_M2     EQU     56H
TIME_USE_S1     EQU     57H
TIME_USE_S2     EQU     58H

PRT_USE_CNT     EQU     59H

NAM_1           EQU     5AH
NAM_2           EQU     5BH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ORG     25H
ADD_LOW_RTC     DS      1
DATA_RTC:       DS      1

SEC:            DS      1
MIN:            DS      1
HOUR:           DS      1
DAY:            DS      1
DATE:           DS      1
MONTH:          DS      1
YEAR:           DS      1

                MOV     SP,#256-32
                CLR     EA

                MOV     P0,#00H
                MOV     P2,#00H
                MOV     A,#98H
                MOV     DPTR,#CON_PORT2
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   STEAD_DELAY1
                MOV     P0,#00H
                MOV     P2,#00H
                MOV     A,#92H
                MOV     DPTR,#CON_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORT_C
                MOV     A,#5FH
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   STEAD_DELAY1
                LCALL   STEAD_INITIAL_LCD

                MOV     DPTR,#0E200H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     VOICE_CH,A
                MOV     DPTR,#0E300H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     VOICE_OVER,A
                MOV     DPTR,#0E100H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     USE_COUNT,A
                JZ      INIT_TELL
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                SJMP    START

INIT_TELL:      MOV     INDEX_1_CNT,#0D0H
                MOV     INDEX_2_CNT,#00H

START:          LCALL   CLEAR_LCD

SEL_MODE:       MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL     A,#02H
                JNZ     HOOK_CHECK
                LCALL   MODE_AUTO1

HOOK_CHECK:     MOV     DPTR,#PORT_B            ; CHECK HOOK STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H
                JZ      RING_CHECK
                MOV     A,#10H
                LCALL   DELAY_s
                LCALL   CONNECT_LCD
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     CALL_CHECK,#00H
                MOV     R7,#00H
                MOV     RECEIVE_TEMP,#00H
                MOV     STOP_TIMER,#00H
                MOV     STORE_NUM,#6BH
                MOV     FUNC_CODE,#6BH
                MOV     NUM_CHK,#00H
                LCALL   HOOK_OPEN
                MOV     RING_COND,#0BBH
                LJMP    START

RING_CHECK:     MOV     DPTR,#PORT_A
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#20H
                JZ      STOP_RING
                MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H
                MOV     B,A
                MOV     A,#01H
                MOV     DPTR,#PORT_C2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,B
                JZ      RING_CHECK
                MOV     DPTR,#PORT_C2
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                LJMP    START
STOP_RING:      LJMP    START

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

;************************  MODE AUTO ANS ***************************

MODE_AUTO1:     MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_MODE
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#08H
                JNZ     MODE_AUTO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   PLAY_REC_VOICE
MODE_AUTO:      MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#02H
                JNZ     STOP_MODE_AUTO
CHECK_RING:     MOV     DPTR,#PORT_A
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#20H
                JZ      NO_RING
                MOV     R7,#18H
LP_N_RING:      LCALL   DELAY2
                DJNZ    R7,LP_N_RING
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#20H
                JZ      NO_RING
                LCALL   AUTO_ANS
NO_RING:        LJMP    MODE_AUTO1

STOP_MODE_AUTO: RET

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

;********************* AUTO ANS ******************************

AUTO_ANS:       MOV     A,#0FFH
                MOV     DPTR,#PORT_C
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
                LCALL   DELAY2
                MOV     A,#0BFH
                MOVX    @DPTR,A
LP_AUTO_COMP:   MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#04H
                JZ      LP_AUTO_COMP
LP_AUTO_ANS2:   MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#04H
                JNZ     LP_AUTO_ANS2
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_BLANK
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_RECORD
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   RECORD_VOICE
                MOV     DPTR,#PORT_C
                MOV     A,#5FH
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_REC_COMP
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   DELAY2
                LCALL   DELAY2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LCALL   CLEAR_LCD
                    RET

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

;********************** RECORD VOICE  **********************

RECORD_VOICE:   MOV     A,VOICE_OVER
                INC     ACC
                MOV     VOICE_OVER,A
                MOV     A,VOICE_CH
                CJNE    A,#01H,CH_2
                ADD     A,#30H
                LCALL   WR_LCD
                LCALL   DELAY2
                MOV     A,#6BH
                MOV     DPTR,#PORT_C
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY_20s
                MOV     VOICE_CH,#02H
                LJMP    STOP_REC
CH_2:           CJNE    A,#02H,STOP_REC
                ADD     A,#30H
                LCALL   WR_LCD
                LCALL   DELAY2
                MOV     A,#6EH
                MOV     DPTR,#PORT_C
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY_20s
                MOV     VOICE_CH,#01H
STOP_REC:       RET
;*************************************************************

;********************** PLAY RECORD VOICE  **********************

PLAY_REC_VOICE: MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_BLANK
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   DELAY3
                MOV     A,VOICE_OVER
                CJNE    A,#00H,VOICE_1
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_NO_REC_V
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   DELAY2
                LCALL   DELAY2
                LCALL   DELAY2
                LJMP    STOP_PLAY
VOICE_1:        CJNE    A,#01H,VOICE_2
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_PLAY_VOICE
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#01H
                ADD     A,#30H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LCALL   WR_LCD
                    LCALL   DELAY3
                    MOV     A,#47H
                    MOV     DPTR,#PORT_C
                    MOVX    @DPTR,A
                    LCALL   DELAY_20s
                    LJMP    STOP_PLAY
VOICE_2             MOV     A,#80H
                    LCALL   WR_INS
                    MOV     DPTR,#LCD_PLAY_VOICE
                    LCALL   WRITE_MAS
                    MOV     A,#31H
                    LCALL   WR_LCD
                    LCALL   DELAY3
                    MOV     A,#47H
                    MOV     DPTR,#PORT_C
                    MOVX    @DPTR,A
                    LCALL   DELAY_20s
                    LCALL   CLEAR_LCD
                    LCALL   DELAY3
                    MOV     A,#80H
                    LCALL   WR_INS
                    MOV     DPTR,#LCD_PLAY_VOICE
                    LCALL   WRITE_MAS
                    MOV     A,#32H
                    LCALL   WR_LCD
                    LCALL   DELAY3
                    MOV     A,#4DH
                    MOV     DPTR,#PORT_C
                    MOVX    @DPTR,A
                    LCALL   DELAY_20s
STOP_PLAY:          MOV     A,0C0H
                    LCALL   WR_INS
                    MOV     DPTR,#LCD_PLAY_COMP
                    LCALL   WRITE_MAS
                    LCALL   DELAY3
                    LCALL   DELAY3
                    MOV     VOICE_CH,01H
                    MOV     VOICE_OVER,#00H
                    LCALL   CLEAR_LCD
                    RET
;*************************************************************
***
;***************************** HOOK OPEN
**************************
HOOK_OPEN:          MOV     R0,#00H
                    MOV     DPTR,#PORT_B
                    MOVX    A,@DPTR
                    ANL     A,#01H
                    JZ      STEAD_HOOK_CO
NO_RING_IN:         LCALL   SHOW_DTMF
                    MOV     A,R0
                    CJNE    A,#0CCH,RECIEVE_LOOP
                    MOV     A,#0C0H
                    LCALL   WR_INS
                    MOV     DPTR,#LCD_BLANK
                    LCALL   WRITE_MAS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LCALL   SHOW_FUNCTION
                    LJMP    HOOK_OPEN
STEAD_HOOK_CO:      LJMP    HOOK_CO
RECIEVE_LOOP:       MOV     A,NUM_CHK
                    CJNE    A,#09H,HOOK_OPEN
                    LCALL   DELAY_5s
                    LCALL   CHECK_SIGNAL
                    SJMP    CHK_HOOK_OPEN
BUSY_TONE:          LCALL   BUSY_SIG
CHK_HOOK_OPEN:      MOV     A,RECEIVE_TEMP
                    CJNE    A,#0BBH,HOOK_CO
                    LCALL   REC_DATE
                    LCALL   REC_NUM
                    LCALL   REC_TIME
                    MOV     CALL_CHECK,#00H
                    INC     USE_COUNT
                    MOV     A,#0C0H
                    LCALL   WR_INS
                    MOV     DPTR,#LCD_BLANK
                    LCALL   WRITE_MAS
                    MOV     FIRST_TIME,#0BBH
                    MOV     A,#0C0H
                    LCALL   WR_INS
                    LCALL   SHOW_TIMER
                    LCALL   REC_TIME_USE
                    LCALL   QUAN_COUNT
                    LCALL   KEEP_DATA
                    LCALL   CLEAR_LCD
HOOK_CO:            LCALL   CLEAR_LCD
                    MOV     A,#0C0H
                    LCALL   WR_INS
                    MOV     DPTR,#LCD_DISCONNECT
                    LCALL   WRITE_MAS
                    LCALL   DELAY2
                    RET
;*********************************************************************
********
;*******************************  CHECK RBT
*******************************

CHECK_SIGNAL:       MOV     DPTR,#PORT_A
                    MOVX    A,@DPTR
                    ANL     A,#80H
                    JZ      BUSY_SIGNAL
                    LCALL   RBT_SIG
                    SJMP    STOP_CHK_SIGNAL
BUSY_SIGNAL:        LCALL   BUSY_SIG
STOP_CHK_SIGNAL:    RET

RBT_SIG:            MOV     DPTR,#PORT_A
                    MOVX    A,@DPTR
                    ANL     A,#40H
                    JZ      RECV_LINE
                    MOV     A,#0C0H
                    LCALL   WR_INS
                    MOV     DPTR,#LCD_CALLING
                    LCALL   WRITE_MAS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H
                JZ      BBB             ;IT IS HOOK CLOSED
                SJMP    RBT_SIG
RECV_LINE:      MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H
                JZ      BBB
                MOV     RECEIVE_TEMP,#0BBH
                SJMP    STOP_SIGNAL
BBB:            MOV     RECEIVE_TEMP,#055H

STOP_SIGNAL:    NOP
                RET

BUSY_SIG:       NOP
BUSY_SHOW:      MOV     A,#0C0H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_BUSY
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#20
                LCALL   DELAY_s
                LCALL   CLEAR_LCD
                MOV     A,#10
                LCALL   DELAY_s
                MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H
                JNZ     BUSY_SHOW
                MOV     RECEIVE_TEMP,#55H
                RET

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

;********************** KEEP DATA WHILE OFF
***************************

KEEP_DATA:      MOV     DPTR,#0E100H
                MOV     A,USE_COUNT
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,INDEX_1_CNT
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,INDEX_2_CNT
                MOVX    @DPTR,A
                RET

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

;********************** RECORD TIME USED
*****************************

REC_TIME_USE:   MOV     DPH,INDEX_1_CNT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPL,INDEX_2_CNT
                MOV     R0,#53H
                MOV     R1,#06H
REC_TIME_NEW:   MOV     A,@R0                   ;KEEP TELEPHONE NUMBER
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY_10ms
                INC     R0
                INC     DPTR
                DEC     R1
                MOV     A,R1
                JNZ     REC_TIME_NEW
REC_TIM_COMP:   MOV     INDEX_1_CNT,DPH         ;KEEP ADDRESS OF MEMORY
FOR PRINT
                MOV     INDEX_2_CNT,DPL
                RET

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

;************************ RECORD TIME & DATE
**********************************

REC_TIME:       PUSH    00H
                PUSH    01H
                MOV     DPH,INDEX_1_CNT
                MOV     DPL,INDEX_2_CNT

INIT_PORT:      SETB    SCL
                SETB    SDA
                MOV     ADD_LOW_RTC,#02H
                LCALL   READ_BYTE
                LCALL   SHOWASC
                MOV     A,R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     ADD_LOW_RTC,#01H
                LCALL   READ_BYTE
                LCALL   SHOWASC
                MOV     A,R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     ADD_LOW_RTC,#00H
                LCALL   READ_BYTE
                LCALL   SHOWASC
                MOV     A,R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     INDEX_1_CNT,DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     INDEX_2_CNT,DPL
                MOV     A,DPL
                SUBB    A,#06H
                MOV     DPL,A
                POP     00H
                POP     01H
                RET

;************************ RECORD DATE ****************************

REC_DATE:       PUSH    00H
                PUSH    01H
                MOV     DPH,INDEX_1_CNT
                MOV     DPL,INDEX_2_CNT

INIT_PORT2:     SETB    SCL
                SETB    SDA
                MOV     ADD_LOW_RTC,#04H
                LCALL   READ_BYTE
                LCALL   SHOWASC
                MOV     A,R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     ADD_LOW_RTC,#05H
                LCALL   READ_BYTE
                LCALL   SHOWASC
                MOV     A,R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     ADD_LOW_RTC,#06H
                LCALL   READ_BYTE
                LCALL   SHOWASC
                MOV     A,R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     INDEX_1_CNT,DPH
                MOV     INDEX_2_CNT,DPL
                MOV     A,DPL
                SUBB    A,#06H
                MOV     DPL,A
                POP     00H
                POP     01H
                RET

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

SHOWASC:        PUSH    ACC
                SWAP    A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL     A,#0FH
                ADD     A,#30H
                MOV     R0,A
                POP     ACC
                ANL     A,#0FH
                ADD     A,#30H
                MOV     R1,A
                RET


;********************* REAL TIME CLOCK
*******************************

WRITE_BYTE:     CLR     SDA
                CLR     SCL
                MOV     A,#CONT_BYTE_W
                LCALL   LOOP_BYTE
                SETB    SDA
                SETB    SCL
                JB      SDA,WRITE_BYTE
                CLR     SCL
                MOV     A,ADD_LOW_RTC
                LCALL   LOOP_BYTE
                SETB    SDA
                SETB    SCL
                JB      SDA,WRITE_BYTE
                CLR     SCL
                MOV     A,DATA_RTC
                LCALL   LOOP_BYTE
                SETB    SDA
                SETB    SCL
                JB      SDA,WRITE_BYTE
                CLR     SDA
                CLR     SCL
                SETB    SCL
                SETB    SDA
                RET

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

READ_BYTE:      CLR     SDA
                CLR     SCL
                MOV     A,#CONT_BYTE_W
                LCALL   LOOP_BYTE
                SETB    SDA
                SETB    SCL
                JB      SDA,READ_BYTE
                CLR     SCL
                MOV     A,ADD_LOW_RTC
                LCALL   LOOP_BYTE
                SETB    SDA
                SETB    SCL
                JB      SDA,READ_BYTE
                CLR     SCL
                SETB    SCL
                SETB    SDA
                CLR     SDA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     SCL
                MOV     A,#CONT_BYTE_R
                LCALL   LOOP_BYTE
                SETB    SDA
                SETB    SCL
                JB      SDA,READ_BYTE
                CLR     SCL
                LCALL   LOOP_READ
                SETB    SDA
                SETB    SCL
                CLR     SCL
                SETB    SCL
                SETB    SDA
                RET

;*****************************************************
LOOP_BYTE:      PUSH    02H
                MOV     R2,#08H
LOOP_SEND:      RLC     A
                MOV     SDA,C
                SETB    SCL
                CLR     SCL
                DJNZ    R2,LOOP_SEND
                POP     02H
                RET

;*****************************************************
LOOP_READ:      PUSH    02H
                MOV     R2,#08H
LOOP_READ1:     SETB    SCL
                MOV     C,SDA
                CLR     SCL
                RLC     A
                DJNZ    R2,LOOP_READ1
                MOV     DATA_RTC,A
                POP     02H
                RET

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

STEAD_DELAY1:   LCALL   DELAY1
                RET

STEAD_INITIAL_LCD:  LCALL   INITIAL_LCD
                    RET


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

;************************ RECORD NUMBER
TELEPHONE************************

REC_NUM:        MOV     DPH,INDEX_1_CNT
                MOV     DPL,INDEX_2_CNT
                MOV     A,#89H
                LCALL   WR_INS
                MOV     A,CALL_CHECK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY_10ms

                INC     DPTR
                MOV     R0,#6BH
                MOV     A,#089H
                LCALL   WR_INS

REC_NEW:        MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY_10ms
                INC     R0
                INC     DPTR
                DEC     CALL_CHECK
                MOV     A,CALL_CHECK
                JNZ     REC_NEW

COMPLETE:       MOV     INDEX_1_CNT,DPH
                MOV     INDEX_2_CNT,DPL
                RET

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

;********************** PRINT NUMBER TELEPHONE *********************

PRINT_NUM:      MOV     A,#0DH
                MOV     B,A
                LCALL   PRT_BUSY
                MOV     A,B
                LCALL   PRT_SEND
                MOV     DPTR,#PRT_ORDER
                LCALL   PRINTER
                LCALL   END_MAS
                MOV     DPTR,#PRT_TITLE
                LCALL   PRINTER
                LCALL   END_MAS
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_PRINT
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     DPTR,#0D000H
START_DATE:     PUSH    05H
                PUSH    03H
                MOV     R5,#03H
PRINT_DATE:     MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY_10ms
                LCALL   SEND_DATA
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY_10ms
                LCALL   SEND_DATA
                INC     DPTR
                DJNZ    R5,PRT_SLAD1
                SJMP    END_DATE
PRT_SLAD1:      LCALL   PRT_SLAD
                LJMP    PRINT_DATE
END_DATE:       PUSH    DPH
```

เอกสารนี้เป็นการที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                PUSH    DPL
                MOV     R3,#03H
SPACE_DATE:     LCALL   PRINT_SPACE
                DJNZ    R3,SPACE_DATE
                POP     DPL
                POP     DPH
                POP     03H
                POP     05H
KEEP_INDEX:     MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY_10ms
                MOV     CALL_CHECK,A
                MOV     R3,A
                INC     DPTR
RINT_NEW:       MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY_10ms
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                LCALL   SEND_DATA2
                POP     DPL
                POP     DPH
                INC     DPTR
                DEC     CALL_CHECK
                MOV     A,CALL_CHECK
                JNZ     PRINT_NEW
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                CJNE    R3,#09H,SPACE1
                SJMP    NINE
SPACE1:         LCALL   PRINT_SPACE
                INC     R3
                CJNE    R3,#09H,SPACE1
NINE:           MOV     R3,#03H
SPACE2:         LCALL   PRINT_SPACE
                DJNZ    R3,SPACE2
                POP     DPL
                POP     DPH
                PUSH    05H
                PUSH    03H
                MOV     R5,#03H
PRINT_TIME:     MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY_10ms
                LCALL   SEND_DATA
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY_10ms
                LCALL   SEND_DATA
                INC     DPTR
                DJNZ    R5,PRT_COLON
                SJMP    END_TIME
PRT_COLON:      PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#3AH
                LCALL   SEND_DATA2
                POP     DPL
                POP     DPH
                LJMP    PRINT_TIME
END_TIME:       PUSH    DPH
```

เอกสารนี้เป็นการที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                PUSH    DPL
                MOV     R3,#03H
SPACE3:         LCALL   PRINT_SPACE
                DJNZ    R3,SPACE3
                POP     DPL
                POP     DPH
                POP     03H
                POP     05H

;********************** TIME USED ******************************

                PUSH    03H
                PUSH    05H
                MOV     R5,#03H
PRT_TIM_USE:    MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY_10ms
                LCALL   SEND_DATA
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY_10ms
                LCALL   SEND_DATA
                INC     DPTR
                DJNZ    R5,PRT_COLON2
                SJMP    END_TIM_USE

PRT_COLON2:     PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#3AH
                LCALL   SEND_DATA2
                POP     DPL
                POP     DPH
                LJMP    PRT_TIM_USE

END_TIM_USE:    POP     03H
                POP     05H

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


                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_BLANK
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WR_INS
                POP     DPL
                POP     DPH
                DEC     USE_COUNT               ; INDEX OF USABLE
TELEPHONE
                MOV     A,USE_COUNT
                JNZ     FEED_LINE
                LJMP    PRINT_COMP


FEED_LINE:      PUSH    DPH
```

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                PUSH    DPL
                LCALL   END_MAS
                POP     DPL
                POP     DPH
                LJMP    START_DATE

PRINT_COMP:     PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                LCALL   END_MAS

                LCALL   PRT_QUAN_USE
                LCALL   END_MAS

                LCALL   PRT_DT_PRT
                LCALL   END_MAS

                MOV     DPTR,#END_PRINT_NUM
                LCALL   PRINTER
                POP     DPL
                POP     DPH

                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_PRINT
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     DPTR,#LCD_COMPLETE
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   DELAY3
                MOV     INDEX_1_CNT,#0D0H
                MOV     INDEX_2_CNT,#00H
                MOV     USE_COUNT,#00H
                MOV     A,USE_COUNT
                MOV     DPTR,#0E100H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   FORM_FEED

                MOV     R0,#6AH
                MOV     @R0,#00H
                INC     R0
                MOV     @R0,#00H
                INC     R0
                MOV     @R0,#00H

                RET

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

;************************** PRINT QUANTITY USE
************************

PRT_QUAN_USE:   PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                LCALL   END_MAS

                MOV     DPTR,#PRT_QUANTITY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   PRINTER2

                MOV     DPTR,#0DFFAH
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL   SEND_DATA2
                MOV     DPTR,#0DFFBH
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL   SEND_DATA2
                MOV     DPTR,#0DFFCH
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL   SEND_DATA2

                POP     DPH
                POP     DPL
                RET

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

;*************************  Date Of Print
*********************************

PRT_DT_PRT:     PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                MOV     DPTR,#PRT_DATE_PRINT
                LCALL   PRINTER2

READ_DATE:      PUSH    00H
                PUSH    01H
                PUSH    06H
                PUSH    07H

INIT_PORT_DATE:   SETB    SCL
                  SETB    SDA
                  MOV     R7,#04H
                  MOV     R6,#03H

PRT_DATE_NEW:   MOV     A,R7
                MOV     ADD_LOW_RTC,A
                LCALL   READ_BYTE
                LCALL   SHOWASC
                MOV     A,R0
                LCALL   SEND_DATA
                MOV     A,R1
                LCALL   SEND_DATA
                INC     R7
                DJNZ    R6,PRINT_SLAD
                SJMP    END_PRT_DT

PRINT_SLAD:     LCALL   PRT_SLAD
                SJMP    PRT_DATE_NEW

END_PRT_DT:     POP     00H
                POP     01H
                POP     06H
                POP     07H
                POP     DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP     DPL
                RET

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

;************************ SEND DATA & SLAD
************************

SEND_DATA:      MOV     R3,A
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                LCALL   PRT_BUSY
                MOV     A,R3
                LCALL   PRT_SEND
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET

PRT_SLAD:       PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     A,#'/'
                MOV     B,A
                LCALL   PRT_BUSY
                MOV     A,B
                LCALL   PRT_SEND
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET

SEND_DATA2:     MOV     B,A
                LCALL   PRT_BUSY
                MOV     A,B
                LCALL   PRT_SEND
                RET
;*************************************************************
;****************** PRINT MASSAGE  ******************************

PRINT_MAS:      MOV     A,#00H

PRINT:          MOV     DPH,NAM_1
                MOV     DPL,NAM_2
                PUSH    ACC
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00H,PR_SND
                POP     ACC
                SJMP    END_MAS

PR_SND:         MOV     B,A
                LCALL   PRT_BUSY
                MOV     A,B
                LCALL   PRT_SEND
                POP     ACC
                INC     ACC
                SJMP    PRINT

END_MAS:        LCALL   PRT_BUSY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#0AH
                LCALL   PRT_SEND
                LCALL   PRT_BUSY
                MOV     A,#0DH
                LCALL   PRT_SEND
                RET
;*********************************************;

PRINT_MAS2:     MOV     A,#00H

PRINT2:         MOV     DPH,NAM_1
                MOV     DPL,NAM_2
                PUSH    ACC
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00H,PR_SND2
                POP     ACC
                SJMP    END_MAS2

PR_SND2:        LCALL   SEND_DATA2
                POP     ACC
                INC     ACC
                SJMP    PRINT2

END_MAS2:       NOP
                RET

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

PRINTER:        MOV     NAM_1,DPH
                MOV     NAM_2,DPL
                LCALL   PRINT_MAS
                RET

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

PRINTER2:       MOV     NAM_1,DPH
                MOV     NAM_2,DPL
                LCALL   PRINT_MAS2
                RET

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

PRT_BUSY:       MOV     DPTR,#PORT_C2
                MOV     A,#08H
                MOVX    @DPTR,A
PRT_BUSY2:      MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#80H
                JNZ     PRT_BUSY2
                RET

PRT_SEND:       MOV     DPTR,#PORT_B2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#PORT_C2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#08H
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

PRINT_TAB:      LCALL   PRT_BUSY
                MOV     A,#09H
                LCALL   PRT_SEND
                RET
PRINT_SPACE:    LCALL   PRT_BUSY
                MOV     A,#20H
                LCALL   PRT_SEND
                RET
FORM_FEED:      LCALL   PRT_BUSY
                MOV     A,#0CH
                LCALL   PRT_SEND
                RET

;*************************************************************************
;************************  SHOW_FUNCTION  ************************

SHOW_FUNCTION:      MOV     A,#80H
                    LCALL   WR_INS
                    MOV     DPTR,#LCD_FUNCTION
                    LCALL   WRITE_MAS
                    MOV     DPTR,#PORT_A
                    MOVX    A,@DPTR
                    MOV     B,A
                    ANL     A,#10H
                    JNZ     PRESS_CODE

                    MOV     DPTR,#PORT_B
                    MOVX    A,@DPTR
                    ANL     A,#01H
                    JNZ     SHOW_FUNCTION
                    LJMP    STOP_FUNCTION
PRESS_CODE:         LCALL   CHECK_DTMF
                    MOV     R0,A
                    LCALL   WR_LCD
                    LCALL   STD_CHECK
                    LCALL   DELAY3
                    MOV     A,R0
                    CJNE    A,#31H,NOT_PRINT
                    LCALL   PRINT_ORDER
                    LJMP    STOP_FUNCTION
NOT_PRINT:          CJNE    A,#32H,NOT_SET_DATE
                    LCALL   SET_DATE
                    LJMP    STOP_FUNCTION

NOT_SET_DATE        CJNE    A,#33H,NO_FUNCTION
                    LCALL   SET_TIME
                    LJMP    STOP_FUNCTION

NO_FUNCTION:        MOV     A,#0C0H
                    LCALL   WR_INS
                    MOV     DPTR,#LCD_NON_FUNCTION
                    LCALL   WRITE_MAS
                    LCALL   DELAY3
                    LJMP    SHOW_FUNCTION
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STOP_FUNCTION:    LCALL   CLEAR_LCD
                  MOV     A,#0C0H
                  LCALL   WR_INS
                  MOV     DPTR,#LCD_CONNECT
                  LCALL   WRITE_MAS
                  MOV     A,#80H
                  LCALL   WR_INS

                  MOV     6BH,#00H
                  MOV     6CH,#00H
                  MOV     6DH,#00H
                  MOV     R7,#00H
                  MOV     RECEIVE_TEMP,#00H
                  MOV     STOP_TIMER,#00H
                  MOV     STORE_NUM,#6AH
                  MOV     FUNC_CODE,#6AH
                  RET

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

;********************** SET TIME  ********************************

SET_TIME:         MOV     A,#80H
                  LCALL   WR_INS
                  MOV     DPTR,#LCD_BLANK
                  LCALL   WRITE_MAS
                  MOV     A,#80H
                  LCALL   WR_INS
                  MOV     DPTR,#LCD_SET_TIME
                  LCALL   WRITE_MAS
                  MOV     A,#0C0H
                  LCALL   WR_INS
                  MOV     DPTR,#LCD_CONFIRM
                  LCALL   WRITE_MAS
                  LCALL   CHECK_CONFIRM
                  CJNE    A,#31H,TIME_CANCEL1
                  SJMP    CROSS_TIME1
TIME_CANCEL1:     LJMP    TIME_CANCEL
CROSS_TIME1:      MOV     A,#0C0H
                  LCALL   WR_INS
                  MOV     DPTR,#LCD_S_TIME
                  LCALL   WRITE_MAS
                  MOV     A,#0C2H
                  LCALL   WR_INS
                  LCALL   CHECK_CONFIRM
                  MOV     43H,A
                  LCALL   WR_LCD
                  CALL    CHECK_CONFIRM
                  MOV     44H,A
                  LCALL   WR_LCD
                  MOV     A,#0C5H
                  LCALL   WR_INS
                  LCALL   CHECK_CONFIRM
                  MOV     41H,A
                  LCALL   WR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                MOV     42H,A
                LCALL   WR_LCD
                MOV     A,#0C8H
                LCALL   WR_INS
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                MOV     47H,A
                LCALL   WR_LCD
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                MOV     48H,A
                LCALL   WR_LCD
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_CONFIRM
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                CJNE    A,#31H,TIME_CANCEL
                SETB    SCL
                SETB    SDA
                MOV     A,43H
                MOV     R3,A
                MOV     A,44H
                MOV     R2,A
                MOV     ADD_LOW_RTC,#02H
                LCALL   CONV_ASC_BCD
                MOV     DATA_RTC,A
                LCALL   WRITE_BYTE
                MOV     A,41H
                MOV     R3,A
                MOV     A,42H
                MOV     R2,A
                MOV     ADD_LOW_RTC,#01H
                LCALL   CONV_ASC_BCD
                ADD     A,#10H
                MOV     DATA_RTC,A
                LCALL   WRITE_BYTE
                MOV     A,47H
                MOV     R3,A
                MOV     A,48H
                MOV     R2,A
                MOV     ADD_LOW_RTC,#00H
                LCALL   CONV_ASC_BCD
                MOV     DATA_RTC,A
                LCALL   WRITE_BYTE

TIME_CANCEL:    RET

;*********************************************************************
;********************** SET DATE *********************************

SET_DATE:       MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_BLANK
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_SET_DATE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_CONFIRM
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                CJNE    A,#31H,DATE_CANCEL1
                SJMP    CROSS_DATE1
DATE_CANCEL1:   LJMP    DATE_CANCEL
CROSS_DATE1:    MOV     A,#0C0H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_DATE
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#0C2H
                LCALL   WR_INS
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                MOV     43H,A
                LCALL   WR_LCD
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                MOV     44H,A
                LCALL   WR_LCD
                MOV     A,#0C5H
                LCALL   WR_INS
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                MOV     41H,A
                LCALL   WR_LCD
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                MOV     42H,A
                LCALL   WR_LCD
                MOV     A,#0C8H
                LCALL   WR_INS
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                MOV     47H,A
                LCALL   WR_LCD
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                MOV     48H,A
                LCALL   WR_LCD
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_CONFIRM
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                CJNE    A,#31H,DATE_CANCEL
                SETB    SCL
                SETB    SDA
                MOV     A,43H
                MOV     R3,A
                MOV     A,44H
                MOV     R2,A
                MOV     ADD_LOW_RTC,#04H
                LCALL   CONV_ASC_BCD
                MOV     DATA_RTC,A
                LCALL   WRITE_BYTE
                MOV     A,41H
                MOV     R3,A
                MOV     A,42H
                MOV     R2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     ADD_LOW_RTC,#05H
                LCALL   CONV_ASC_BCD
                ADD     A,#02H
                MOV     DATA_RTC,A
                LCALL   WRITE_BYTE
                MOV     A,47H
                MOV     R3,A
                MOV     A,48H
                MOV     R2,A
                MOV     ADD_LOW_RTC,#06H
                LCALL   CONV_ASC_BCD
                MOV     DATA_RTC,A
                LCALL   WRITE_BYTE
DATE_CANCEL:    RET
CONV_ASC_BCD:   MOV     A,R3
                SUBB    A,#30H
                MOV     R1,A
                MOV     A,R2
                SUBB    A,#30H
                MOV     R0,A
                MOV     A,#00H
                MOV     A,R1
                SWAP    A
                ADD     A,R0
                RET

;*************************************************************
;********************** PRINT ORDER  ***************************

PRINT_ORDER:    MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_BLANK
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_PRINT
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_CONFIRM
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   CHECK_CONFIRM
                CJNE    A,#31H,PRINT_CANCEL
                LCALL   CLEAR_LCD
                MOV     A,USE_COUNT
                JNZ     CAN_PRINT
                MOV     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_NO_PRINT
                LCALL   WRITE_MAS
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WR_INS
                MOV     DPTR,#LCD_NO_HAVE_USE
                LCALL   WRITE_MAS
                LCALL   DELAY3
                LCALL   DELAY2
                LJMP    STOP_FUNC_PRINT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CAN_PRINT:        MOV     A,#80H
                  LCALL   WR_INS
                  MOV     DPTR,#LCD_PRINT
                  LCALL   WRITE_MAS
                  LCALL   DELAY3
                  LCALL   PRINT_NUM
                  MOV     USE_COUNT,#00H
                  SJMP    STOP_FUNC_PRINT
PRINT_CANCEL:     CJNE    A,#32H,STOP_FUNC_PRINT
                  LCALL   CLEAR_LCD
                  MOV     A,#80H
                  LCALL   WR_INS
                  MOV     DPTR,#LCD_CANCEL
                  LCALL   WRITE_MAS
                  LCALL   DELAY3
STOP_FUNC_PRINT:  NOP
                  RET

;*****************************************************************
;********************** CHECK CONFIRM ****************************

CHECK_CONFIRM:    MOV     DPTR,#PORT_A
                  MOVX    A,@DPTR
                  MOV     B,A
                  ANL     A,#10H
                  JNZ     PRESS_CONFIRM
                  MOV     DPTR,#PORT_B
                  MOVX    A,@DPTR
                  ANL     A,#01H
                  JNZ     CHECK_CONFIRM
                  SJMP    STOP_CONFIRM
PRESS_CONFIRM:    LCALL   CHECK_DTMF
                  MOV     R0,A
                  LCALL   STD_CHECK
                  LCALL   DELAY3
                  MOV     A,R0
STOP_CONFIRM:     RET

;*****************************************************************
;*********************  CHECK RECEIVE & CHECK_CLOSE***************

CHECK_REV:      MOV     A,#20
                LCALL   DELAY_s
                MOV     DPTR,#PORT_A
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#10H
                RET

CHECK_CLOSE:    MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H
                RET

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************  CONNECT     ***************************

CONNECT_LCD:  MOV     A,#0C0H
              LCALL   WR_INS
              MOV     DPTR,#LCD_CONNECT
              LCALL   WRITE_MAS
              RET

;*********************************************************************
;******************************** SHOW  DTMF ************************

SHOW_DTMF:    MOV     DPTR,#PORT_A
              MOVX    A,@DPTR
              MOV     B,A           ;
              ANL     A,#10H
              JZ      STOP_SHOW
              INC     NUM_CHK
              LCALL   CHECK_DTMF
              MOV     R0,STORE_NUM
              MOV     @R0,A
              INC     R0
              MOV     STORE_NUM,R0
              LCALL   WR_LCD
              LCALL   STD_CHECK
              INC     CALL_CHECK
              LCALL   CHECK_CODE
STOP_SHOW:    NOP
              RET

;*********************************************************************
;***************************** CHECK CODE ****************************

CHECK_CODE:   MOV     R0,FUNC_CODE
              MOV     A,@R0
              INC     R0
              CJNE    A,#2AH,NON_CODE
              MOV     A,@R0
              INC     R0
              CJNE    A,#2AH,NON_CODE
              MOV     A,@R0
              INC     R0
              CJNE    A,#2AH,NON_CODE
              MOV     R0,#0CCH
NON_CODE:     NOP
              RET

;*********************************************************************
;***************************** CHECK DTMF ****************************

CHECK_DTMF:   MOV     A,B
              ANL     A,#0FH
              CJNE    A,#0AH,CHG_DTMF1
              MOV     A,#30H
              SJMP    STOP_DTMF
CHG_DTMF1:    CJNE    A,#0BH,CHG_DTMF2
              MOV     A,#2AH
              SJMP    STOP_DTMF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHG_DTMF2:    CJNE    A,#0CH,CHG_DTMF3
              MOV     A,#23H
              SJMP    STOP_DTMF
CHG_DTMF3:    ADD     A,#30H
STOP_DTMF:    NOP
              RET

;*********************************************************************
;***************************** STD CHECK ****************************

STD_CHECK:    MOV     DPTR,#PORT_A
              MOVX    A,@DPTR
              ANL     A,#10H
              JZ      NOT_STD
              SJMP    STD_CHECK
NOT_STD:      NOP
              RET

;*********************************************************************
;********************** QUANTITY UESD ***************************

QUAN_COUNT:   MOV       QUAN_CALL1,#00H
              MOV       QUAN_CALL2,#00H
              MOV       QUAN_CALL3,#00H
              PUSH      05H
              PUSH      06H
              MOV       A,USE_COUNT
              MOV       R5,A
              LCALL     HUND
              MOV       DPTR,#0DFFAH
              MOV       A,QUAN_CALL3
              MOVX      @DPTR,A
              MOV       DPTR,#0DFFBH
              MOV       A,QUAN_CALL2
              MOVX      @DPTR,A
              MOV       DPTR,#0DFFCH
              MOV       A,QUAN_CALL1
              MOVX      @DPTR,A
              POP       05H
              POP       06H
              RET
HUND:         MOV       A,#0H
HUND1:        MOV       DPTR,#QUAN_USE3
              PUSH      ACC
              MOVC      A,@A+DPTR
              CJNE      A,#00H,WRT_HUND
              POP       ACC
              LJMP      MINS2
WRT_HUND:     MOV       QUAN_CALL3,A
              LCALL     TEN
              MOV       A,R6
              MOV       R0,A
              CJNE      R0,#0DDH,HUND1_2
              POP       ACC
              SJMP      HUND2
HUND1_2:      POP       ACC
              INC       ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LJMP    HUND1
HUND2:          NOP
                RET
TEN:            MOV     A,#0H
TEN1:           MOV     DPTR,#QUAN_USE2
                PUSH    ACC
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00H,WRT_TEN
                POP     ACC
                LJMP    TEN2
WRT_TEN:        MOV     QUAN_CALL2,A
                LCALL   ONE
                MOV     A,R6
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#0DDH,TEN1_2
                POP     ACC
                SJMP    TEN2
TEN1_2:         POP     ACC
                INC     ACC
                LJMP    TEN1
TEN2:           NOP
                RET
ONE:            MOV     A,#0H
ONE1:           MOV     DPTR,#QUAN_USE1
                PUSH    ACC
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00H,WRT_ONE
                POP     ACC
                LJMP    ONE2
WRT_ONE:        MOV     QUAN_CALL1,A
                MOV     A,R5
                JZ      STOP_QUAN
                DEC     R5
                POP     ACC
                INC     ACC
                LJMP    ONE1
STOP_QUAN:      POP     ACC
                MOV     R6,#0DDH
ONE2:           NOP
                RET
;*************************************************************
;***********************  SHOW  TIMER  ***********************

SHOW_TIMER:     CLR     RS_LCD
                MOV     A,#0C2H
                LCALL   WR_INS
                MOV     A,#3AH
                LCALL   WR_LCD
                MOV     A,#0C5H
                LCALL   WR_INS
                MOV     A,#3AH
                LCALL   WR_LCD
FIRST:          MOV     R0,CALL_CHECK
                MOV     A,R0
                ADD     A,#80H
                LCALL   WR_INS
                LCALL   HOUR1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

;******************** HOUR    ************************

HOUR1:      MOV       A,#0H
HOU1_1:     MOV       DPTR,#LCD_TAB5
            PUSH      ACC
            MOVC      A,@A+DPTR
            CJNE      A,#00H,WRITE5
            POP       ACC
            LJMP      HOUS1
WRITE5:     PUSH      ACC
            MOV       A,#0C0H
            LCALL     WR_INS
            POP       ACC
            MOV       TIME_USE_H1,A
            LCALL     WR_LCD
            LCALL     HOUR2
            MOV       R0,STOP_TIMER
            CJNE      R0,#0DDH,HOU1_2
            POP       ACC
            SJMP      HOUS1
HOU1_2:     POP       ACC
            INC       ACC
            LJMP      HOU1_1
HOUS1:      NOP
            RET

HOUR2:      MOV       A,#0H
HOU2_1:     MOV       DPTR,#LCD_TAB6
            PUSH      ACC
            MOVC      A,@A+DPTR
            CJNE      A,#00H,WRITE6
            POP       ACC
            LJMP      HOUS2
WRITE6:     PUSH      ACC
            MOV       A,#0C1H
            LCALL     WR_INS
            POP       ACC
            LCALL     BUSY
            MOV       TIME_USE_H2,A
            LCALL     WR_LCD
            LCALL     MINUTE1
            MOV       R0,STOP_TIMER
            CJNE      R0,#0DDH,HOU2_2
            POP       ACC
            SJMP      HOUS2
HOU2_2:     POP       ACC
            INC       ACC
            LJMP      HOU2_1
HOUS2:      NOP
            RET


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

;******************** MINUTE ************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MINUTE1:    MOV     A,#0H
MIN1_1:     MOV     DPTR,#LCD_TAB3
            PUSH    ACC
            MOVC    A,@A+DPTR
            CJNE    A,#00H,WRITE3
            POP     ACC
            LJMP    MINS1
WRITE3:     PUSH    ACC
            MOV     A,#0C3H
            LCALL   WR_INS
            POP     ACC
            MOV     TIME_USE_M1,A
            LCALL   WR_LCD
            LCALL   MINUTE2
            MOV     R0,STOP_TIMER
            CJNE    R0,#0DDH,MIN1_2
            POP     ACC
            SJMP    MINS1
MIN1_2:     POP     ACC
            INC     ACC
            LJMP    MIN1_1
MINS1:      NOP
            RET

MINUTE2:    MOV     A,#0H
MIN2_1:     MOV     DPTR,#LCD_TAB4
            PUSH    ACC
            MOVC    A,@A+DPTR
            CJNE    A,#00H,WRITE4
            POP     ACC
            LJMP    MINS2
WRITE4:     PUSH    ACC
            MOV     A,#0C4H
            LCALL   WR_INS
            POP     ACC
            LCALL   BUSY
            MOV     TIME_USE_M2,A
            LCALL   WR_LCD
            LCALL   SECOND1
            MOV     R0,STOP_TIMER
            CJNE    R0,#0DDH,MIN2_2
            POP     ACC
            SJMP    MINS2
MIN2_2:     POP     ACC
            INC     ACC
            LJMP    MIN2_1
MINS2:      NOP
            RET

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

;********************SECOND*******************

SECOND1:    MOV     A,#0H
SEC1_1:     MOV     DPTR,#LCD_TAB1
            PUSH    ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00H,WRITE_SEC
                POP     ACC
                LJMP    SECS1
WRITE_SEC:      PUSH    ACC
                MOV     A,#0C6H
                LCALL   WR_INS
                POP     ACC
                LCALL   BUSY
                MOV     TIME_USE_S1,A
                LCALL   WR_LCD
                LCALL   SECOND2
                MOV     R0,STOP_TIMER
                CJNE    R0,#0DDH,SEC1_2
                POP     ACC
                SJMP    SECS1
SEC1_2:         POP     ACC
                INC     ACC
                LJMP    SEC1_1
SECS1:          NOP
                RET


SECOND2:        PUSH    07H
                MOV     R7,FIRST_TIME
                CJNE    R7,#0BBH,SEC2_1_2
                MOV     A,#06H
                POP     07H
                SJMP    SEC2_1
SEC2_1_2:       POP     07H
                MOV     A,#0H
SEC2_1:         MOV     DPTR,#LCD_TAB2
                PUSH    ACC
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00H,WRITE2
                POP     ACC
                LJMP    SECS2
WRITE2:         PUSH    ACC
                MOV     A,#0C7H
                LCALL   WR_INS
                POP     ACC
                LCALL   BUSY
                MOV     TIME_USE_S2,A
                LCALL   WR_LCD
                LCALL   DELAY3
                MOV     DPTR,#PORT_B
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H
                JZ      STOP_TIME
                POP     ACC
                INC     ACC
                LJMP    SEC2_1
STOP_TIME:      POP     ACC
                MOV     STOP_TIMER,#0DDH
SECS2:          MOV     FIRST_TIME,#00H
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

;***************** CLEAR LCD ******************************

CLEAR_LCD:      SETB    CS_LCD
                LCALL   DELAY
                LCALL   INIT_LCD
                MOV     A,#01H
                LCALL   WR_INS
                RET

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

;***************** INITIAL LCD ****************************

INITIAL_LCD:    SETB    CS_LCD
                LCALL   DELAY
                LCALL   INIT_LCD
                RET

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

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

WRITE_MAS:      MOV     A,#0

WRITE1:         PUSH    ACC
                MOVC    A,@A+DPTR
                JNZ     WRITE
                POP     ACC
                LJMP    WR_COMPLETE
WRITE:          LCALL   WR_LCD
                POP     ACC
                INC     ACC
                SJMP    WRITE1
WR_COMPLETE:    NOP
                RET
;************************************************************
WR_LCD:         MOV     B,A
                ANL     A,#0F0H
                ORL     A,#00001100B
                MOV     R2,A
                MOV     A,P1
                ANL     A,#00000011B
                ORL     A,R2
                MOV     P1,A
                LCALL   EN_LCD
                MOV     A,B
                SWAP    A
                ANL     A,#0F0H
                ORL     A,#00001100B
                MOV     R2,A
                MOV     A,P1
                ANL     A,#00000011B
                ORL     A,R2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     P1,A
                LCALL   EN_LCD
                RET

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

WR_INS:         MOV     B,A
                ANL     A,#0F0H
                SETB    ACC.3
                MOV     R2,A
                MOV     A,P1
                ANL     A,#00000011B
                ORL     A,R2
                MOV     P1,A
                LCALL   EN_LCD
                MOV     A,B
                SWAP    A
                ANL     A,#0F0H
                SETB    ACC.3
                MOV     R2,A
                MOV     A,P1
                ANL     A,#00000011B
                ORL     A,R2
                MOV     P1,A
                LCALL   EN_LCD
                RET

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

GOTO_LCD:       SETB    ACC.7
                LCALL   WR_INS
                RET

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

INIT_LCD:       CLR     RS_LCD
                MOV     A,#33H
                LCALL   WR_INS
                MOV     A,#32H
                LCALL   WR_INS
                MOV     A,#28H
                LCALL   WR_INS
                MOV     A,#0CH
                LCALL   WR_INS
                MOV     A,#06H
                LCALL   WR_INS
                MOV     A,#01H
                LCALL   WR_INS
                RET

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


EN_LCD:         CLR     CS_LCD
                ACALL   BUSY
                SETB    CS_LCD
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

BUSY:       PUSH    00H
            PUSH    01H
            MOV     R0,#07H
BUSY1:      MOV     R1,#0FFH
            DJNZ    R1,$
            DJNZ    R0,BUSY1
            POP     00H
            POP     01H
            RET

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

DELAY:      PUSH    00H
            PUSH    01H
DEL1:       MOV     R1,#0FFH
DEL2:       MOV     R0,#0FFH
            DJNZ    R0,$
            DJNZ    R1,DEL2
            POP     00H
            POP     01H
            RET

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

;********************* DELAY 1 ***************************

DELAY1:     PUSH    00H
            PUSH    01H
            PUSH    02H
            MOV     R2,#07H
DEL1_1:     MOV     R1,#0AH
DEL1_2:     MOV     R0,#08H
            DJNZ    R0,$
            DJNZ    R1,DEL1_2
            DJNZ    R2,DEL1_1
            POP     02H
            POP     01H
            POP     00H
            RET

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

;******************** DELAY 2****************************

DELAY2:     PUSH    00H
            PUSH    01H
            PUSH    02H
            MOV     R2,#84H
DEL2_1:     MOV     R1,#45H
DEL2_2:     MOV     R0,#30H
            DJNZ    R0,$
            DJNZ    R1,DEL2_2
            DJNZ    R2,DEL2_1
            POP     02H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            POP     01H
            POP     00H
            RET

;*************************************************
;*******************DELAY 3 ****************************
DELAY3:     PUSH    07H
            PUSH    06H
            PUSH    05H
            MOV     R5,#65H
LOOP3_1:    MOV     R6,#4AH
LOOP3_2:    MOV     R7,#60H
            DJNZ    R7,$
            DJNZ    R6,LOOP3_2
            DJNZ    R5,LOOP3_1
            POP     05H
            POP     06H
            POP     07H
            RET
;*********************************************************
;******************** DELAY 10ms ************************

DELAY_10ms:     PUSH    07H
                PUSH    06H
                MOV     R7,#16
DELAY_10ms_1:   MOV     R6,#0EFH
DELAY_10ms_2:   NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DELAY_10ms_2
                DJNZ    R7,DELAY_10ms_1
                POP     07H
                POP     06H
                RET

;*************************************************************
;******************** DELAY_s ************************************

DELAY_s:        PUSH    05H
                MOV     R5,A
DELAY_s_1:      ACALL   DELAY_10ms
                DJNZ    R5,DELAY_s_1
                POP     05H
                RET

;*************************************************************
;************************  DELAY_5s ****************************

DELAY_5s:       PUSH    03H
                PUSH    02H
                PUSH    01H
                MOV     R3,#4BH
LP_DELAY5s_1:   MOV     R2,#0FFH
LP_DELAY5s_2:   MOV     R1,#0FFH
                DJNZ    R1,$
                DJNZ    R2,LP_DELAY5s_2
                DJNZ    R3,LP_DELAY5s_1
                POP     01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP     02H
                POP     03H
                RET

;*****************************************************************
;************************ DELAY_20s ******************************

DELAY_20s:      PUSH    03H
                PUSH    02H
                PUSH    01H
                MOV     R3,#0B8H
LP_DELAY20s_1:  MOV     R2,#0FFH
LP_DELAY20s_2:  MOV     R1,#0FFH
                DJNZ    R1,$
                DJNZ    R2,LP_DELAY20s_2
                DJNZ    R3,LP_DELAY20s_1
                POP     01H
                POP     02H
                POP     03H
                RET

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

LCD_RING:           DB  'RINGING_IN',00H
LCD_RING2:          DB  '  OK!!!  ',00H
LCD_CONNECT:        DB  'CONNECT CO.LINE',00H
LCD_CALLING:        DB  'CALLING....',00H
LCD_BUSY:           DB  'LINE BUSY  !!!   ',00H
LCD_DISCONNECT:     DB  'DISCONNECT',00H
LCD_TIME:           DB  'SHOW TIME',00H
LCD_FUNCTION:       DB  'FUNCTION  ',00H
LCD_NON_FUNCTION:   DB  'NON FUNCTION',00H
LCD_PRINT:          DB  'PRINT>>',00H
LCD_NO_PRINT:       DB  'Can not Print..',00H
LCD_NO_HAVE_USE:    DB  'No print order.',00H
LCD_CONFIRM:        DB  '1.OK  2.CANCEL ',00H
LCD_SET_TIME:       DB  '  SET TIME  ',00H
LCD_SET_DATE:       DB  '  SET DATE  ',00H
LCD_DATE:           DB  '  00/00/00    ',00H
LCD_S_TIME:         DB  '  00:00:00    ',00H
LCD_COMPLETE:       DB  ' COMPLETE',00H
LCD_CANCEL:         DB  'CANCEL',00H
LCD_OK:             DB  'OK',00H
LCD_RECORD          DB  'RECORD CH.',00H
LCD_REC_COMP:       DB  'RECORD COMPLETE',00H
LCD_PLAY_VOICE:     DB  'PLAY VOICE CH.',00H
LCD_PLAY_COMP:      DB  'PLAY COMPLETE  ',00H
LCD_CH_REC          DB  'CH.'
LCD_NO_SIG1:        DB  'No RBT,Unrecord!',00H
LCD_NO_SIG2:        DB  'Please,HookClose',00H
LCD_BLANK:          DB  '               ',00H
LCD_MODE:           DB  'MODE AUTO ANS.',00H
LCD_NO_REC_V        DB  'NO VOICE RECORD',00H
QUAN_USE1:          DB  '0123456789',00H
QUAN_USE2:          DB  '0123456789',00H
QUAN_USE3:          DB  '0123456789',00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_TAB1:          DB    '012345',00H
LCD_TAB2:          DB    '0123456789',00H
LCD_TAB3:          DB    '012345',00H
LCD_TAB4:          DB    '0123456789',00H
LCD_TAB5:          DB    '012345',00H
LCD_TAB6:          DB    '0123456789',00H
PRT_ORDER:         DB    '                TELEPHONE NUMBER',00H
PRT_TITLE:         DB    '  DATE      NUMBER       TIME     TIME
USED',00H
PRT_QUANTITY:      DB    ' Call Used Quantity >>>>  ',00H
PRT_DATE_PRINT:    DB    ' Date of Printed    >>>>  ',00H
END_PRINT_NUM:     DB
'_____________________________________________',00H
;*****************************************************

                   END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

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

Ordering Information
MT8870DE/DE-1 18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1 18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1 20 Pin SSOP
-40 °C to +85 °C

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

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

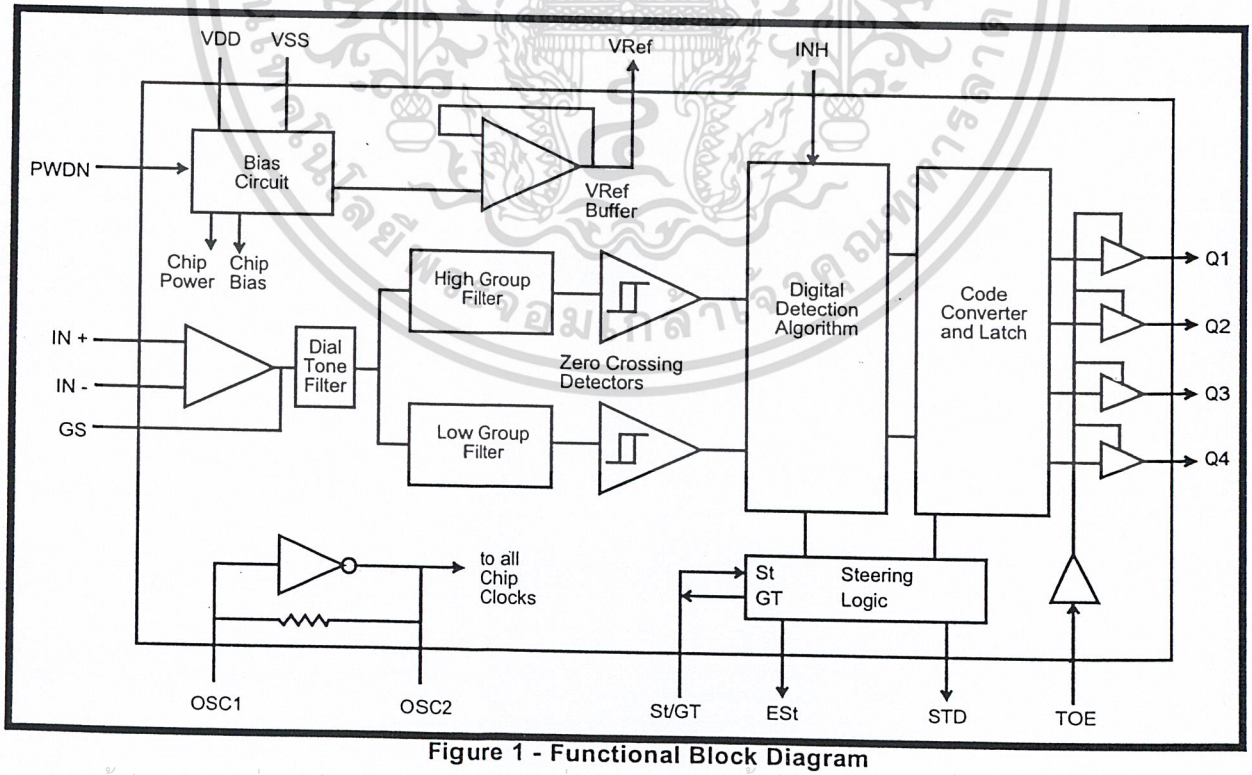


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

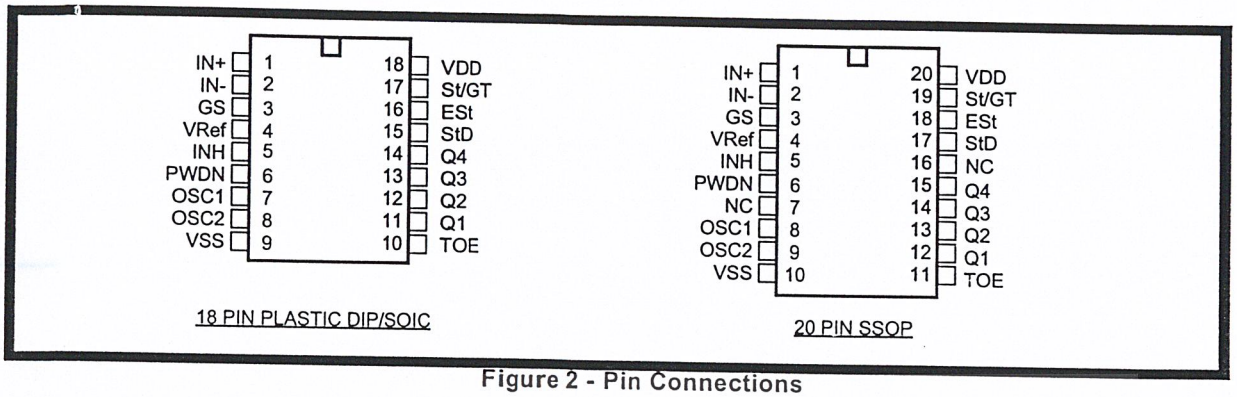


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

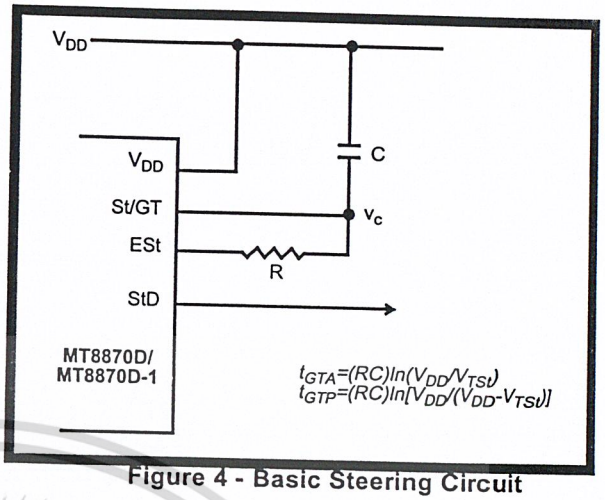


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

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

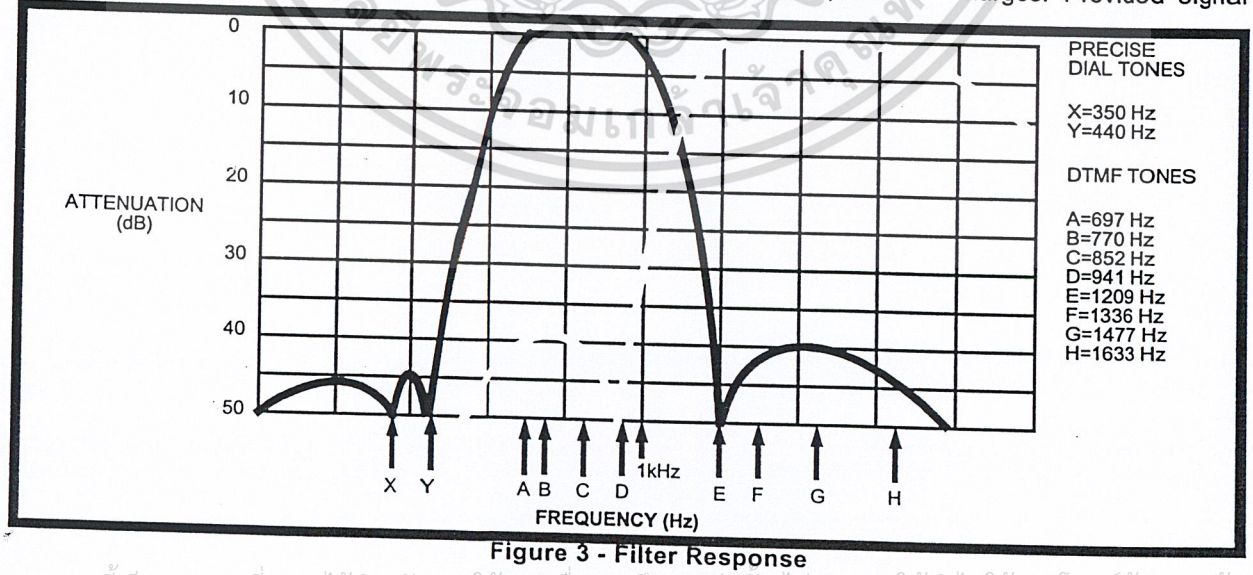


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Table 1. Functional Decode Table

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

Guard Time Adjustment

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

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

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

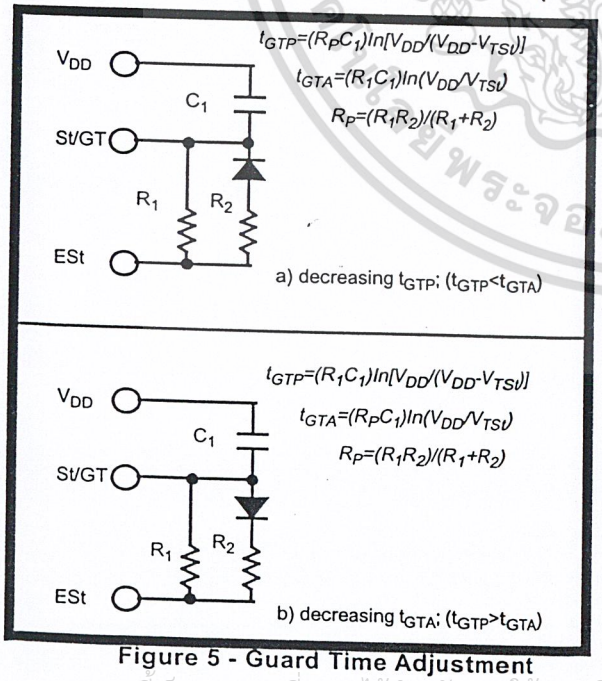


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $^1/_2V_{DD}$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5.

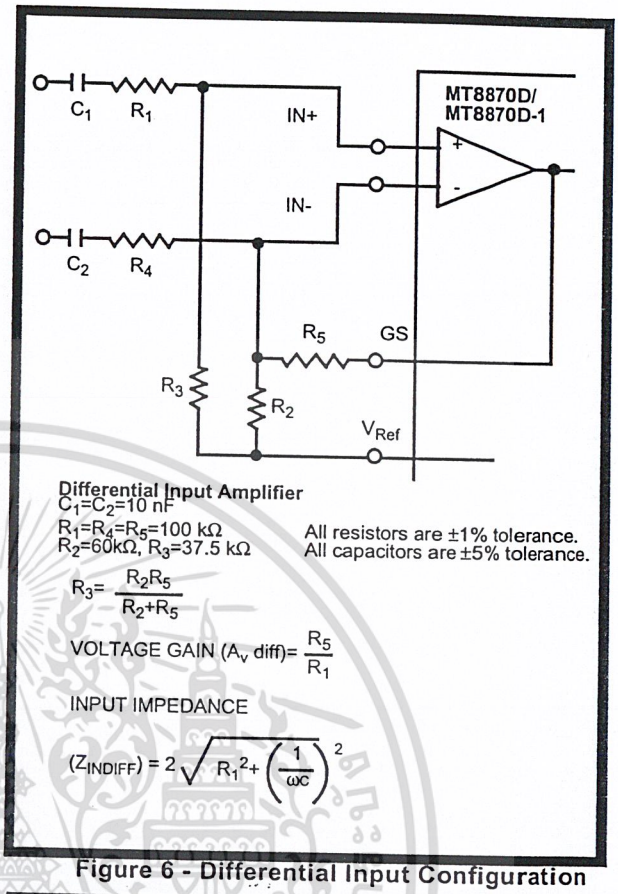


Figure 6 - Differential Input Configuration

Crystal Oscillator

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

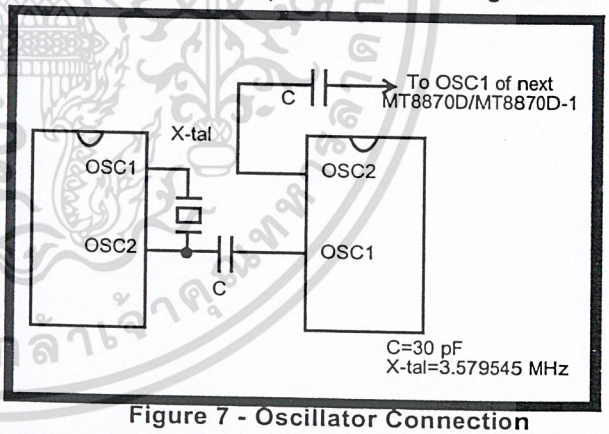


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2\Pi fR1C1$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

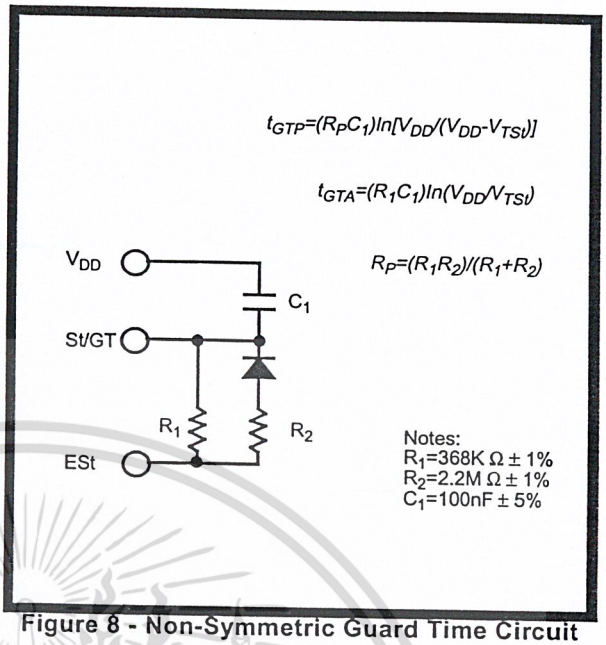


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

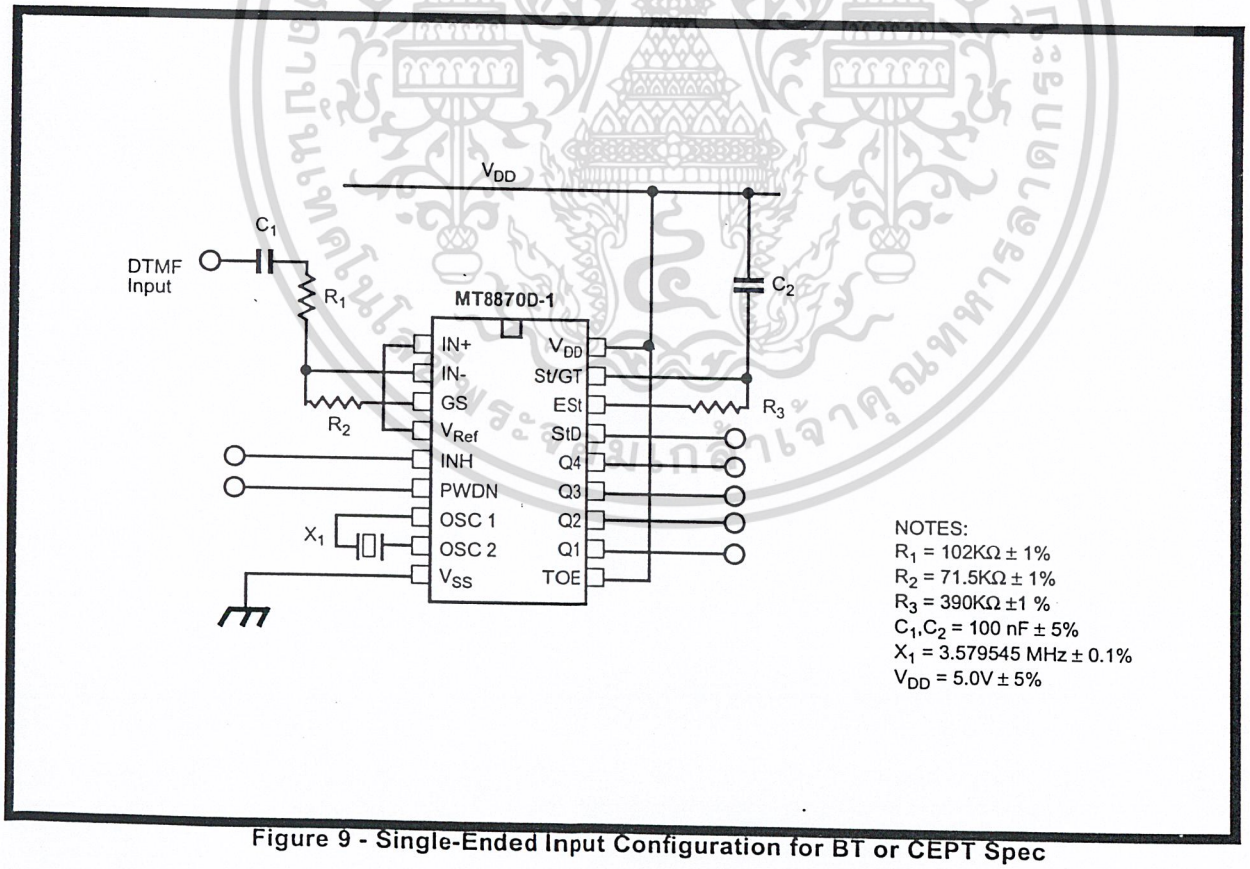


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Gain Setting Amplifier

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

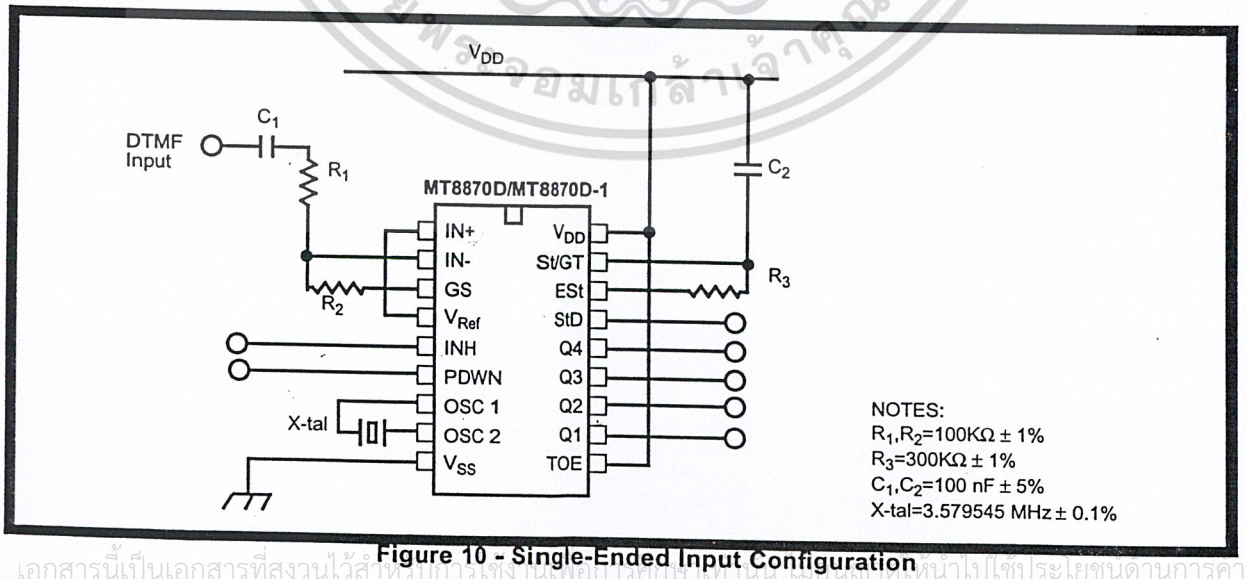
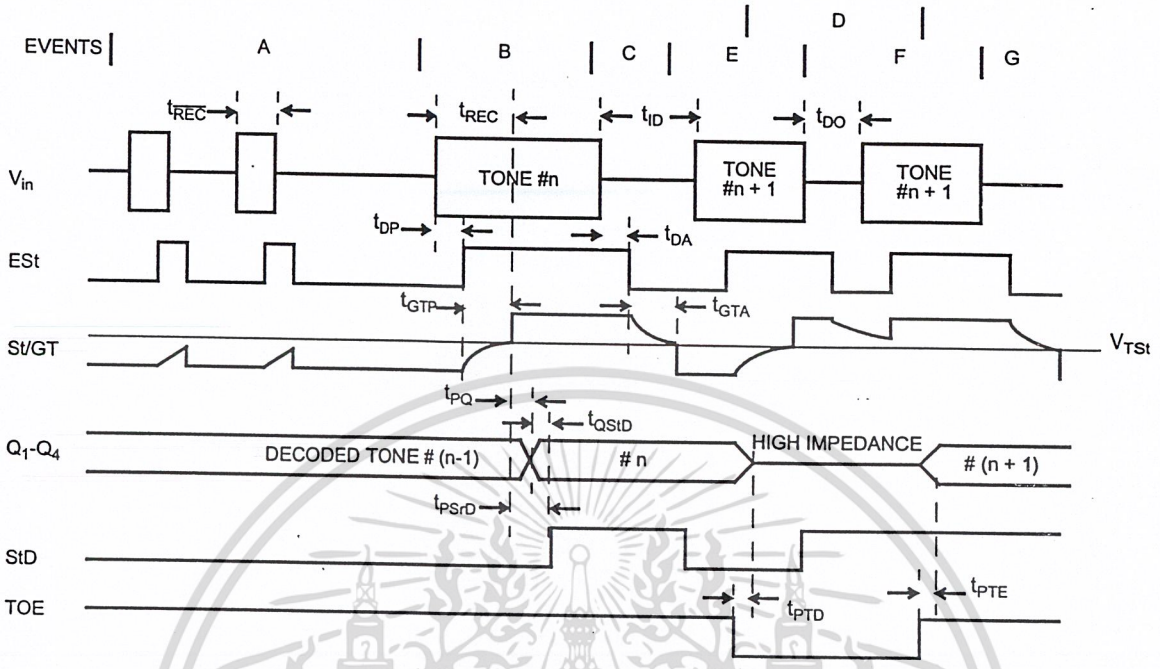


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

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

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

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

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

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

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

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

EXPLANATION OF SYMBOLS

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

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้