

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์

Telephone Line Finder

ชื่อนักศึกษา	1. นายบัณฑิต	อิงสังข์	รหัสประจำตัว	39031118
	2. นายประพจน์	เอี่ยมจินดา	รหัสประจำตัว	39031119
	3. นายพีรพัฒน์	สิงห์ชู	รหัสประจำตัว	39031122
	4. นายสมบูรณ์	ขอเสริมศรี	รหัสประจำตัว	39031136

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์

- | | |
|--------------------|-----------|
| 1. อาจารย์สุชิน | อาจหาญ |
| 2. อาจารย์โกศล | ตราชู |
| 3. อาจารย์ประเสริฐ | เคนพันค้อ |



คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
2. อาจารย์โกศล ตราชู	
3. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ	
4. ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	
5. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันที่ 10 เมษายน 2541 เวลา 17.30 น. ถึง 19.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 30151
วัน, เดือน, ปี..... 8 ส.ย. 2541



ภาควิชารับรองแล้ว

เทพหัสดิน ณ อยุธยา

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เดือน..... พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาบัตร

เครื่องตรวจหาสายโทรศัพท์

Telephone Line Finder



นายบัณฑิต อึ้งสังข์
นายประพนธ์ เอี่ยมจินดา
นายพีรพัฒน์ สิงห์ชู
นายสมบูรณ์ ขอเสริมศรี

ปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์

Telephone Line Finder

ผู้จัดทำ

- | | |
|----------------|-------------|
| 1. นายบัณฑิต | อึ้งสังข์ |
| 2. นายประพจน์ | เอี่ยมจินดา |
| 3. นายพีรพัฒน์ | สิงห์ชู |
| 4. นายสมบุรณ์ | ขอเสริมศรี |

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....*ศ.ช. อาณา*.....
(อาจารย์สุชิน อาจารย์)

ลงนาม.....*Trakorn*.....
(อาจารย์โกศล ตราชู)

ลงนาม.....*ประเสริฐ*.....
(อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท

เรื่อง เครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์

Telephone Line Finder

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเดินสายระบบโทรศัพท์ต่อนอก, ไมโครคอนโทรลเลอร์ และสัญญาณความถี่คู่
2. เพื่อออกแบบเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์
3. เพื่อสร้างเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์
4. เพื่อทดสอบเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์
5. เพื่อนำเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์ไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วงจรต้นแบบเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์
2. ได้เครื่องต้นแบบเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์
3. ได้ประเมินผลการทำงานของเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์
4. ได้เครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์ไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์

นายบัณฑิต	อึ้งสังข์
นายประพจน์	เอี่ยมจินดา
นายพีรพัฒน์	สิงห์ชู
นายสมบูรณ์	ขอเสริมศรี

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สุชิน	อาจหาญ
อาจารย์โกศล	ตราชู
อาจารย์ประเสริฐ	เคนพันท้อ

ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์ ซึ่งนำหลักการตรวจสอบการยกหูของระบบโทรศัพท์ การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF) ทำงานร่วมกับไอซีมัลติเพล็กซ์ มาประยุกต์ใช้งาน โดยควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์นี้สามารถตรวจสอบหาตู้สายโทรศัพท์ได้ 25 ตู้สาย แสดงผลของตู้สายกับหมายเลขโทรศัพท์ที่ตรวจสอบบนจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD) พร้อมทั้งปุ่มควบคุมเลื่อนดูตู้สายที่ตรวจสอบแล้ว และมีความสะดวกในการปฏิบัติงานโดยผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียว

TELEPHONE LINE FINDER

MR.BUNDHIT UNGSANG
MR.PRAPHOT IAMJINDA
MR.PERAPAT SINGCHOO
MR.SOMBOON KORSERMSRI

ADVISORS

MR.SUCHIN ADHAN
MR.KOSON TRACHU
MR.PRASERT KENPANKHO

1997

ABSTRACT

This thesis presents the telephone line finder. It uses the principle of OFF-HOOK checking, DTMF signals decoding with multiplexing IC and controlled by microcontroller MCS-51. The telephone line finder has capability to check up to 25 telephone lines. The results of telephone lines and telephone numbers are displayed on LCD. The results of inspection can be scroll up and down by controlling push button. It is very useful and user friendly for one operator.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น ทางกลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 3 ท่าน รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็น อย่างมาก นอกจากนี้กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือ ทางด้านเครื่องมือ และอุปกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IV

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญาานิพนธ์	1
1.2 ชี้ความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	3
2.2.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์	8
2.2.2 สัญญาณต่างๆในระบบชุมสายโทรศัพท์	9
2.2.3 กลไกการเชื่อมต่อวงจร	13
2.2.4 การสนทนา	14
2.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่	15
2.3.1 ข้อควรคำนึงในการเชื่อมต่อระบบสัญญาณความถี่คู่กับสายส่งสัญญาณ	17
2.3.2 ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบความถี่คู่	18
2.3.3 การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์	18
2.4 ไอซีมัลติเพล็กซ์	23
2.5 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	27
2.6 ชุดนาฬิกา	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบการสร้าง และการทำงาน	42
3.1 กล่าวนำ	42
3.2 หลักการทำงาน	42
3.3 การออกแบบวงจร	43
3.3.1 วงจรตรวจสอบการยกหู	43
3.3.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	44
3.3.3 วงจรตรวจสอบหมายเลขคู่สาย	45
3.3.4 วงจรควบคุม	47
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	61
4.1 กล่าวนำ	61
4.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์พร้อมทดสอบการใช้งาน	61
4.3 การทดลองหาระยะทางการใช้งาน	70
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	73
5.1 บทสรุป	73
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน และแนวทางการแก้ไข	73
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน	74
ภาคผนวก ก รูปเครื่องต้นแบบ	75
ภาคผนวก ข ผังการทำงาน และโปรแกรมการทำงาน	79
ภาคผนวก ค วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	115
ภาคผนวก ง รายละเอียดอุปกรณ์	126
ประวัติผู้แต่ง	151
บรรณานุกรม	155

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความถี่ที่มอดูเลตกัน	13
ตารางที่ 2.2 ตารางความจริงของมัลติเพล็กซ์แบบ 2 Line to 1 Line	24
ตารางที่ 2.3 ตารางความจริงของมัลติเพล็กซ์แบบ 4 Line to 1 Line	25
ตารางที่ 2.4 การทำงานของสัญญาณอีนาบิล	31
ตารางที่ 2.5 ตำแหน่งขาต่างๆ ที่ใช้เชื่อมต่อกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	33
ตารางที่ 3.1 สภาวะของหมายเลขคู่สายโทรศัพท์ที่ตรวจหาได้	46
ตารางที่ 4.1 การตรวจหาความยาวของสายที่เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ยังทำงานได้อย่างสมบูรณ์	70

สารบัญญภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของเครื่องส่ง (Transmitter) และ เครื่องรับ (Receiver)	3
รูปที่ 2.2 ปากพูดแบบผงถ่าน (Carbon Transmitter)	4
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของกระแสไฟสลับ และกระแสไฟตรง	5
รูปที่ 2.4 การแยกส่วนประกอบของกระแสไฟสลับกับกระแสไฟตรง	5
รูปที่ 2.5 เครื่องรับ (Receiver)	6
รูปที่ 2.6 กระดิ่งของเครื่อง โทรศัพท์	7
รูปที่ 2.7 สัญญาณให้หมุน	9
รูปที่ 2.8 สัญญาณเรียกกลับ	9
รูปที่ 2.9 สัญญาณไม่ว่าง	10
รูปที่ 2.10 สัญญาณกริ่งเรียก	10
รูปที่ 2.11 แถบความถี่ (พลังงานของเสียงพูด)	11
รูปที่ 2.12 สัญญาณต่างๆ ทั้งใน และนอกย่านความถี่เสียง	11
รูปที่ 2.13 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ	12
รูปที่ 2.14 วงจรภายในเครื่อง โทรศัพท์ และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น	14
รูปที่ 2.15 เป็นกคหมายเลข และค่าความถี่แนวนอน และแนวตั้งของหมายเลข	15
รูปที่ 2.16 วงจรพื้นฐานของ โทรศัพท์ที่ใช้อุปกรณ์แยกขึ้นในระบบสัญญาณ ความถี่คู่ (DTMF)	16
รูปที่ 2.17 แผนผังการทำงานของระบบสัญญาณความถี่คู่	19
รูปที่ 2.18 ชนิดของปุ่มกด และรูปสัญญาณ	20
รูปที่ 2.19 รายละเอียดไอซี MT 8870	21
รูปที่ 2.20 โครงสร้างภายในของ MT 8870	22
รูปที่ 2.21 แผนภูมิเวลาของ MT 8870	22
รูปที่ 2.22 วงจรมัลติเพล็กซ์อย่างง่าย	24
รูปที่ 2.23 วงจร Logic ของ 2 Line to 1 Line Multiplexer	25

VIII

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.24 วงจร 4 Line to 1 Line Multiplexer	26
รูปที่ 2.25 ตัวมัลติเพล็กซ์ไอซีเบอร์ 74150	27
รูปที่ 2.26 โครงสร้างทั่วไปของแอลซีดีโมดูล	28
รูปที่ 2.27 ตัวอย่างการอินเตอร์เฟส MCS-51 กับ LCM	29
รูปที่ 2.28 แผนผังเวลาในการติดต่อกับ LCM	30
รูปที่ 2.29 ผังเวลา	36
(ก) การเขียนข้อมูลลงบน โมดูล จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	
(ข) การอ่านข้อมูลจาก โมดูล จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	
รูปที่ 2.30 ลักษณะรูปร่างทั้งสองแบบของ ไอซีเบอร์ DS1202	39
รูปที่ 2.31 โครงสร้างภายในของ RTC DS1202	40
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของเครื่องตรวจหาตู้สาย โทรศัพท์	42
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบการยกหู	43
รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	44
รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบหมายเลขตู้สาย	45
รูปที่ 3.5 วงจรถอดรหัสตำแหน่งของ 8255 ทั้งสองตัว	48
รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อจอแสดงผลแบบผลึกเหลวกับบอร์ด	49
รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อกับ ไอซีถอดรหัสความถี่คู่	50
รูปที่ 3.8 การเชื่อมต่อ 8255 กับมัลติเพล็กซ์	50
รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อ ไอซี 8255 กับเครื่องพิมพ์	51
รูปที่ 3.10 ผังการทำงานของโปรแกรม	52
รูปที่ 3.11 ผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบหมายเลขตู้สาย	56
รูปที่ 3.12 ผังการทำงานของโปรแกรมรับสัญญาณความถี่คู่	57
รูปที่ 3.13 ผังการทำงานของโปรแกรมแสดงผล	58
รูปที่ 3.14 ผังการทำงานของโปรแกรมแสดงเวลา	59

สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.15 ผังการทำงานของโปรแกรมพิมพ์	60
รูปที่ 4.1 เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์	61
รูปที่ 4.2 การต่อสายโทรศัพท์กับเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์	62
รูปที่ 4.3 การตั้งเวลา ชั่วโมง นาที และวินาที	63
รูปที่ 4.4 การตั้งวันที่ เดือน และปี	63
รูปที่ 4.5 การเกิดลัดวงจรที่ปลายสาย	64
รูปที่ 4.6 การแสดงหมายเลขคู่สายเมื่อยกหูโทรศัพท์	65
รูปที่ 4.7 หมายเลขโทรศัพท์ในคู่สายที่มีการยกหู	65
รูปที่ 4.8 ข้อความที่ปรากฏเมื่อกดเลขหมายโทรศัพท์เกิน 7 ตัว	66
รูปที่ 4.9 ข้อความที่ปรากฏเมื่อกดสวิตช์ Up และ Down	66
รูปที่ 4.10 การเคลียร์เลขหมายโทรศัพท์	67
รูปที่ 4.11 การต่อเครื่องพิมพ์เพื่อใช้ในการแสดงผล	69

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

การสื่อสารโทรคมนาคม นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตของคนเรา ปัจจุบัน เพราะการสื่อสารโทรคมนาคมให้ทั้งความบันเทิงข่าวสาร และยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญชิ้นหนึ่งสำหรับการประกอบธุรกิจทั้งหลาย ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าความต้องการด้านสื่อสารโทรคมนาคมจะมีสูงขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

โทรศัพท์ก็เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันอย่างมาก ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินชีวิตในยุคโลกาภิวัตน์ไปแล้ว เพราะไม่ว่าจะไปทางไหนก็จะพบว่าการใช้โทรศัพท์กันอย่างแพร่หลายประกอบกับองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยก็ได้มีการขยายเลขหมายเพื่อรองรับกับความต้องการของผู้ใช้บริการ แน่นอนที่เดียวว่าจะต้องมีคู่สายโทรศัพท์เพิ่มขึ้นอีกอย่างมากมาย ที่จะให้บริการไปยังสถานที่ต่างๆ เช่น โรงเรียน โรงแรม แมนชั่น แฟลต หอพัก เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้จำเป็นต้องใช้คู่สายโทรศัพท์เพิ่มขึ้นอีกมาก ดังนั้นในการตรวจหาคู่สายโทรศัพท์จึงมีปัญหาตามมาหลายๆ อย่าง เช่น สิ้นเปลืองงบประมาณ เนื่องจากต้องใช้บุคลากรในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น และใช้เวลาในการตรวจหาคู่สายนานเพราะมีคู่สายมากนั่นเอง เป็นต้น

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

จากที่กล่าวมาทำให้เกิดความคิดที่จะสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาชิ้นหนึ่ง เพื่อใช้ตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ และช่วยแก้ปัญหาในการซ่อมบำรุง เพราะการวัดด้วยมิเตอร์จะทำให้เสียเวลา และยุ่งยากในการตรวจหาว่าคู่สายโทรศัพท์คู่นี้เป็นคู่สายของห้องใด อีกทั้งยังต้องใช้บุคลากรในการปฏิบัติงานอย่างน้อย 2 คนขึ้นไป ดังนั้นเพื่อทำให้การตรวจหาคู่สายโทรศัพท์มีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้นจึงได้ทำการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อเสริมประสิทธิภาพการทำงาน เรียกอุปกรณ์นี้ว่า “เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์”

เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่าคู่สายที่นำมาตรวจสอบเป็นคู่สายของห้องใด และเลขหมายอะไร โดยมีขีดความสามารถดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตรวจสอบกลุ่มสายโทรศัพท์ที่ได้สูงสุดครั้งละ 25 กลุ่มสาย
2. แสดงวัน เดือน ปี และเวลาที่ทำการตรวจสอบ
3. แสดงผลด้วยจอแสดงผลแบบผลึกเหลว 1 แถว 16 ตัวอักษร
4. เลื่อนกลุ่มสายที่ตรวจสอบแล้วได้ทั้งขึ้นและลง
5. แสดงผลของกลุ่มสายโทรศัพท์ วัน เดือน ปี และเวลาที่ทำการตรวจสอบออกทางเครื่องพิมพ์

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญญาพันธบัตรฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิญญาพันธบัตรซึ่งจะทำให้ผู้อ่านได้มีความรู้ความเข้าใจที่เป็นพื้นฐานเสียก่อน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจกับวงจรที่ใช้งานจริงต่อไป

บทที่ 3 การออกแบบการสร้าง และการทำงานภายในเครื่องตรวจสอบกลุ่มสายโทรศัพท์ โดยกล่าวถึงโครงสร้าง และการออกแบบฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมทั้งหลักการทำงานในส่วนต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านมีความเข้าใจการทำงานโดยรวมของโครงการนี้

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการทดลอง และการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของโครงการนี้เพื่อตรวจสอบว่าโครงการนี้สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่

บทที่ 5 บทสรุปปัญหาแนวทางแก้ไข และพัฒนาเป็นการสรุปผลการทำงาน และได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ไข และแนวทางในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ และการใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

ในภาคผนวกแสดงรายละเอียดของโปรแกรม และรายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้จัดทำโครงการดังนี้

ภาคผนวก ก รูปของเครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข ผังการทำงาน และโปรแกรมการทำงาน

ภาคผนวก ค วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ง รายละเอียดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ปัจจุบันนี้การสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวันเรียกได้ว่าจะมีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลาที่ทำได้ และระบบโทรศัพท์ก็จัดว่าเป็นระบบสื่อสารที่ใกล้ตัวเรามากทีเดียวเชื่อว่าทุกคนต้องเคยใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารกันมาแล้ว คราวนี้จะมาคุยกันว่าโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ต้องมีขั้นตอนอย่างไรกันบ้าง ถึงทำให้เราสามารถพูดคุยกันได้

โทรศัพท์ที่เคยเห็นกันทั่วๆ ไปก็มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบกดปุ่ม และแบบหมุน แต่หน้าที่ของทั้ง 2 ระบบ ก็จะเหมือนๆ กันจะต่างกันก็ตรงที่แบบกดปุ่มนั้นจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์

2.2 หลักการเบื้องต้นของโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ ประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ที่สำคัญ คือ เครื่องส่ง (Transmitter), เครื่องรับ (Receiver), กระดิ่ง (Ringer), ฮุกสวิตช์ (Hook Switch) และหน้าปัดสำหรับหมุนกดเลขหมาย (Dial) สำหรับเครื่องส่ง และเครื่องรับรวมกันเรียกว่าปากพูดหูฟัง (Handset) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานเสียงที่เกิดจากการพูดให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับให้กลับเป็นพลังงานเสียงอีกครั้งหนึ่ง โดยเราจะใช้เครื่องส่งเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานเสียงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และเครื่องรับเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียง สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับเครื่องส่งและเครื่องรับดังแสดงตามรูปที่ 2.1



(ก) สัญลักษณ์ของเครื่องส่ง

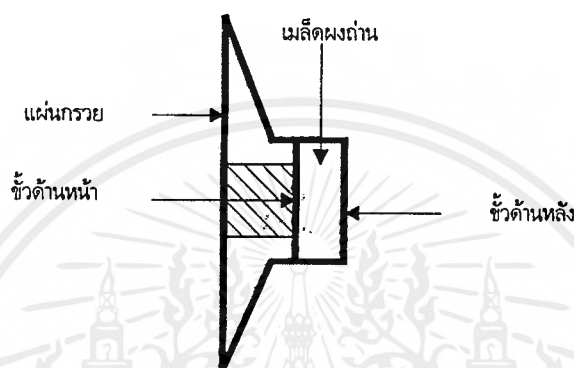


(ข) สัญลักษณ์ของเครื่องรับ

รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของเครื่องส่ง และเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

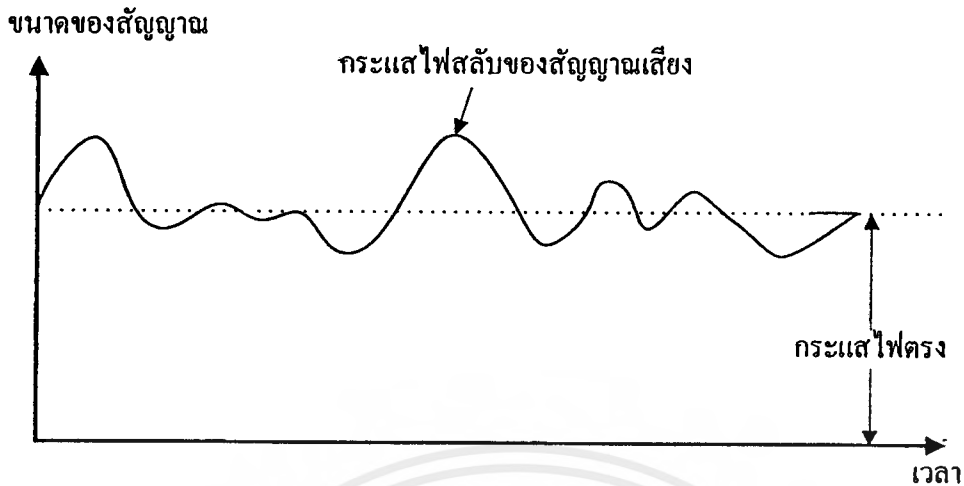
เครื่องโทรศัพทน์ั้นจำเป็นต้องใช้เครื่องส่งที่มีประสิทธิภาพ และความไวสูง เราจึงใช้เครื่องส่งแบบปากพูดแบบผงถ่าน (Carbon Transmitter) ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็กๆของผงถ่าน (Carbon Granule) แผ่นขั้วผงถ่าน (Carbon Electrode) 2 แผ่น และแผ่นกรวย (Diaphragm) ดังแสดงตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ปากพูดแบบผงถ่าน

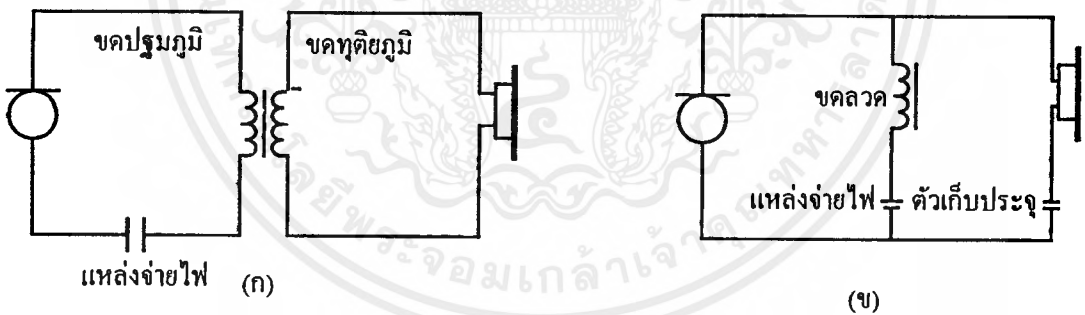
หลักการทำงานของปากพูดแบบผงถ่านอธิบายได้คือ เมื่อคลื่นเสียงกระทบกับแผ่นกรวยจะทำให้แผ่นกรวยสั่นไปมา พลังงานเสียงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในตำแหน่งที่แผ่นกรวยถูกกดจะทำให้ขั้วแผ่นหน้าเคลื่อนที่เข้า เป็นผลทำให้เม็ดผงถ่านถูกอัดติดกันมากยิ่งขึ้น การอัดตัวของผงถ่านนี้จะทำให้ความต้านทานระหว่างแผ่นขั้วทั้งสองมีค่าลดลง ในทางตรงกันข้ามเมื่อแผ่นกรวยเคลื่อนที่ออก จะเป็นผลทำให้ขั้วแผ่นหน้าเคลื่อนที่ออกด้วย จึงทำให้ความต้านทานของเครื่องส่งเพิ่มขึ้น

เมื่อเอาแบตเตอรี่ต่อเข้าระหว่างแผ่นขั้วทั้งสอง กระแสไฟตรงจะไหลผ่านผงถ่าน และเนื่องจากความต้านทานของเครื่องส่งมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับสัญญาณเสียง ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านเครื่องส่งจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือพลังงานเสียงสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของกระแสไฟสลับ และกระแสไฟตรง

จากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่ากระแสไฟสลับที่เกิดจากสัญญาณเสียง จะเกิดการซ้อนทับกับกระแสไฟตรง ส่วนประกอบของกระแสไฟสลับนี้จะถูกแยกออกจากกระแสไฟตรงโดยใช้เครื่องส่งหรือตัวเก็บประจุเป็นตัวแยก และถูกส่งไปยังเครื่องรับดังแสดงดังรูปที่ 2.4

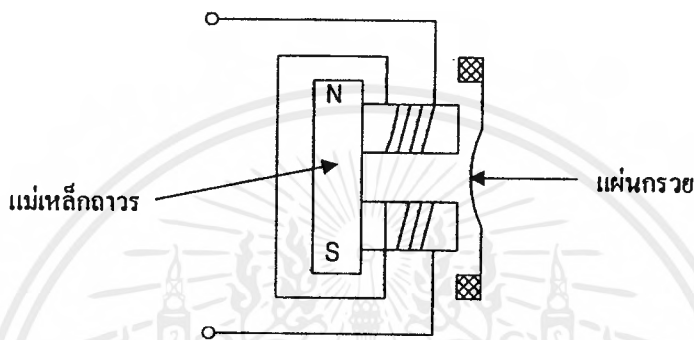


รูปที่ 2.4 การแยกส่วนประกอบของกระแสไฟสลับกับกระแสไฟตรง

รูปที่ 2.4 (ก) กระแสไฟสลับในขดแรก (Primary) ของหม้อแปลงไฟ (Transformer) จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดมีกระแสไหลในขดที่สอง (Secondary) จึงทำให้มีกระแสไฟสลับไหลผ่านเครื่องรับส่วนกระแสไฟตรงจะไหลอยู่เฉพาะในขดแรกเท่านั้น

รูปที่ 2.4 (ข) กระแสไฟตรงจะไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ (Inductor) ซึ่งมีค่าความต้านทานต่ำ และไหลผ่านเครื่องส่งได้แต่จะไม่ไหลผ่านเครื่องรับเนื่องจากมีตัวเก็บประจุ

(Capacitor) กันไว้ ส่วนกระแสไฟสลบจะไหลผ่านเครื่องรับโดยผ่านเครื่องส่ง และตัวเก็บประจุได้ แต่จะไม่ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำเนื่องจากมันมีความต้านทานสูง ในขณะที่สัญญาณเสียงที่รับได้จากสายโทรศัพท์มีค่าน้อยมาก ดังนั้นเครื่องรับที่ใช้จึงควรออกแบบให้มีประสิทธิภาพที่จะ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียงให้มากที่สุด



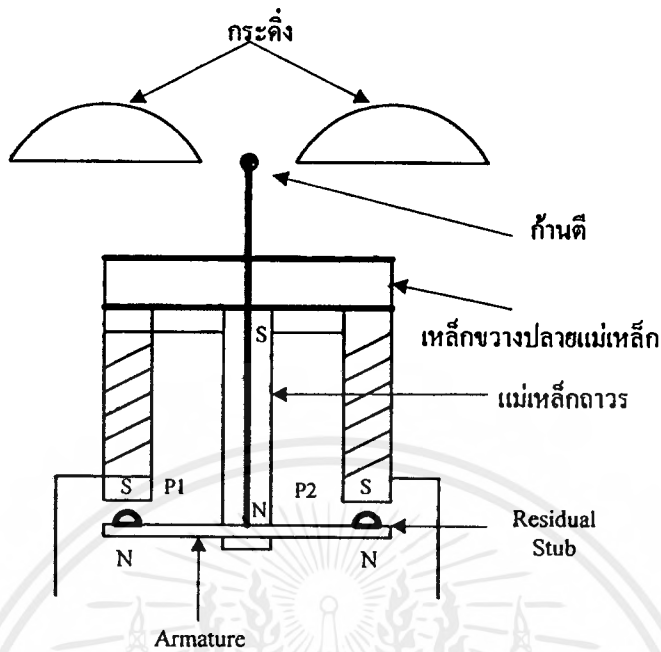
รูปที่ 2.5 เครื่องรับ

หลักการของเครื่องรับดังแสดงตามรูปที่ 2.5 อธิบายได้คือมีขดลวดพันอยู่ที่ขั้วทั้งสองของแม่เหล็กถาวรที่ต่อกันแบบอนุกรม แต่ขดลวดจะพันกลับทิศทางกัน แม่เหล็กถาวรนี้จะมีอำนาจแม่เหล็กดึงดูดแผ่นกรวยเข้ามา เมื่อมีสัญญาณเสียงพูดไหลผ่านขดลวด ก็จะมีผลทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งอาจจะไปเสริมหรือต้านเส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร แผ่นกรวยก็จะเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามขนาด และความถี่ของสัญญาณเสียงพูดซึ่งจะมีผลทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีขนาด และความถี่เท่ากับสัญญาณเสียงพูดที่ไหลเข้ามาในวงจร คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นนั้น ย่อมจะมีการสูญเสียไปบ้างเนื่องจากมีการเปลี่ยนรูปพลังงาน ดังนั้น ของคลื่นเสียงจะน้อยกว่าอินพุต (Input) ของพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับที่เครื่องรับ (Receiver)

กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ (Ringer)

เมื่อมีการเรียก กระดิ่งที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกจะดังขึ้น ซึ่งจะหมายถึงชุมสายโทรศัพท์ได้ทำการส่งกระแสการเรียก (Ringing Current) มาป้อนที่กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปแล้วกระแสการเรียกจะมีค่าประมาณ 75-90 โวลท์ 18 25 เฮิรตซ์ ลักษณะของกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์ แสดงตามรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์

รูปที่ 2.6 เป็นกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ ประกอบด้วยขดลวด 2 ขด ต่อกันแบบอนุกรมพันอยู่บนแกนเหล็ก ซึ่งติดอยู่กับเหล็กขวางปลายแม่เหล็ก (Yoke) และมีแท่งแม่เหล็กถาวรติดอยู่ตรงกึ่งกลางของเหล็กขวางปลายแม่เหล็ก ส่วนอาร์เมเจอร์ (Armature) จะวางอยู่ในลักษณะที่ตรงจุดกึ่งกลางของมันติดอยู่กับส่วนแกนของแม่เหล็กถาวร โดยมีสารที่ไม่ใช่เป็นแม่เหล็กยึดอยู่ปลายของอาร์เมเจอร์ทั้งสองข้างจะมี เเรขีเดี่ยลสตัป (Residual Stub) ติดอยู่ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับขั้ว P1 และ P2

หลักการการทำงานของกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์อธิบายได้คือเส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรจะทำให้เกิดขั้วได้ (S) ขึ้นที่ขั้ว P1 และ P2 และจะทำให้เกิดขั้วเหนือ (N) ที่ปลายทั้งสองของอาร์เมเจอร์ในสภาวะปกติหรือไม่มีการเรียกจะไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวด จึงทำให้อาร์เมเจอร์ถูกดูดด้วยแรงเท่ากัน หรือมันอาจจะถูกดูดไปที่ข้างใดข้างหนึ่ง คือที่ขั้ว P1 หรือ P2 ก็ได้

เมื่อมีการเรียกจะมีกระแสไหลผ่านขดลวดทั้งสอง ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กขั้วเหนือ และขั้วได้ ขึ้นที่ขั้ว P1 และ P2 ซึ่งจะทำให้เกิดมีอำนาจแม่เหล็กมากที่ปลายขั้วได้ (P2) และที่ปลายขั้วอีกข้างหนึ่ง (P1) หมดอำนาจแม่เหล็กลง อาร์เมเจอร์ก็ถูกดูดมาทาง

ขั้วที่มีอำนาจแม่เหล็กแรงกว่า แต่เนื่องจากกระแสที่ป้อนให้กับขดลวดเป็นกระแสไฟสลับ ดังนั้นอาร์เมเจอร์จึงถูกดูดสลับข้างกันไปตามอำนาจของแม่เหล็ก ก้านตี (Hammer) ก็จะไปตีกระดิ่งทั้งสองสลับกันไปทำให้กระดิ่งดัง

2.2.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์

โทรศัพท์ที่เคยเห็นกันต่างๆ ไปมียู่ด้วยกัน 2 แบบคือ แบบกดปุ่ม และแบบหมุนแต่หน้าที่ของทั้ง 2 ระบบก็จะเหมือนๆ กันจะต่างกันก็ตรงที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ หน้าที่หลักๆ ของทั้ง 2 แบบที่เหมือนกันสามารถสรุปได้ดังนี้

เครื่องรับโทรศัพท์จะรู้ว่าผู้ต้องการใช้โทรศัพท์เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น

เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณหมุน (Dial Tone) บอกว่าพร้อมที่จะให้ทำการกด หรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อได้ ซึ่งก็คือเสียงที่ได้ยินเวลากยกหูเป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิร์ตซ์ กับ 440 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตรวมกัน

เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการติดต่อดูด้วยไปยังชุมสายควบคุม

เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่าหมายเลขที่ต้องการติดต่อดูด้วยว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) ซึ่งสัญญาณเรียกกลับนี้มีความถี่ 440 เฮิร์ตซ์ กับ 480 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตกันมา โดยจะดัง 2 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไป แต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะเรียกไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณความถี่ 480 เฮิร์ตซ์ กับ 620 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตกันมา

เครื่องโทรศัพท์สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง

เครื่องโทรศัพท์จะปรับระดับแรงดันอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขึ้น

เครื่องโทรศัพท์ส่งสัญญาณไปยังชุมสาย เพื่อแจ้งให้ทราบว่สิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้

2.2.2 สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์

สัญญาณต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ที่ส่งมายังสมาชิกผู้ใช้ (Subscriber) เป็นการบอกสถานะการติดต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ และแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าควรทำอย่างไรเมื่อได้รับสัญญาณแต่ละชนิด ต่อไปนี้จะกล่าวถึงสัญญาณต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมการทำงานของโครงงานชิ้นนี้

สัญญาณสมาชิก

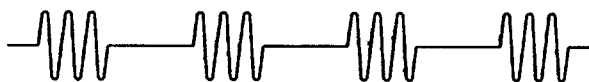
สัญญาณสมาชิก คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายแจ้งสภาวะต่างๆ ในการติดต่อให้ผู้เรียกทราบว่าควรทำอย่างไรเมื่อได้รับสัญญาณ สัญญาณสมาชิกประกอบด้วย

- สัญญาณให้หมุน (DT : Dial Tone) เป็นสัญญาณแจ้งให้สมาชิกทราบว่าสามารถทำการส่งเลขหมายของผู้ที่ต้องการจะเรียกได้ สัญญาณให้หมุนนี้เป็นสัญญาณแบบชายน์มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งมาอย่างต่อเนื่องและมีระดับขนาด 400 มิลลิโวลต์พีคทูพีค แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 สัญญาณให้หมุน

- สัญญาณเรียกกลับ (RBT : Ring Back Tone) เป็นสัญญาณที่แสดงการต่อทุกชั้นตอนตามความต้องการของผู้เรียก เมื่อเครื่องชุมสายสามารถดำเนินการติดต่อสำเร็จ และแจ้งให้ผู้เรียกทราบ สัญญาณเรียกกลับเป็นสัญญาณชายน์ มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งออกมาเป็นช่วงๆ เป็นจังหวะดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที สลับกันไป และมีระดับขนาด 400 มิลลิโวลต์พีคทูพีค แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 สัญญาณเรียกกลับ

- สัญญาณไม่ว่าง (BT : Busy Tone) เป็นสัญญาณที่แสดงให้สมาชิกทราบว่า ผู้รับสายไม่ว่าง หรือการต่อระหว่างชุมสาย (Trunk) ไม่ว่าง ผู้เรียกจึงควรวางหูโทรศัพท์สักระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงทำการเรียกกลับไปใหม่ สัญญาณไม่ว่างมีลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณรูปซายน์ที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งมาในคู่สายเป็นช่วงๆ โดยเป็นจังหวะดัง 0.5 วินาที และเงียบ 0.5 วินาที สลับกัน และมีขนาด 250-300 มิลลิโวลท์พีคทูพีค แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 สัญญาณไม่ว่าง

- สัญญาณกริ่งเรียก (RGT : Ringing Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่าการต่อทุกขั้นตอนตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับเครื่องชุมสายสามารถดำเนินการติดต่อสำเร็จ และส่งสัญญาณกริ่งไปให้ผู้รับมาทำการตอบรับสัญญาณเรียก สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณรูปซายน์ที่มีความถี่ 20 เฮิรตซ์ ส่งมาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที มีระดับขนาดประมาณ 100 โวลท์พีคทูพีค แสดงดังรูปที่ 2.10

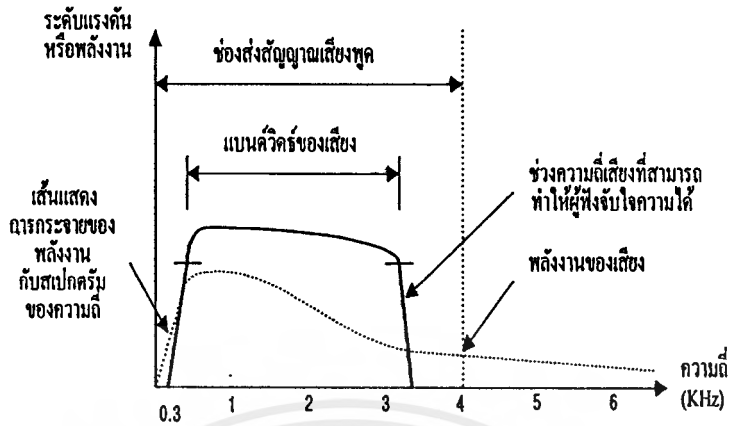


รูปที่ 2.10 สัญญาณกริ่งเรียก

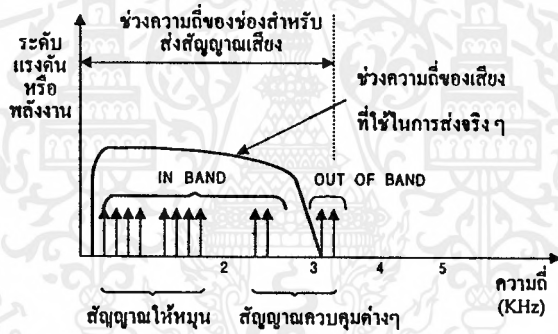
สัญญาณเสียงพูด

สัญญาณเสียงพูดจัดเป็นสัญญาณแบบแอนะล็อก จากรูปที่ 2.11 จะเห็นว่าเสียงพูดมีแบนด์วิดท์ตั้งแต่ 100 เฮิรตซ์ไปจนถึง 6 กิโลเฮิรตซ์ แต่เสียงพูดที่ทำให้คนสามารถฟัง และจับใจความได้ จะอยู่ในช่วง 200 ถึง 4,000 เฮิรตซ์ เท่านั้น วงจรกรองความถี่จึงถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันสัญญาณที่ไม่ต้องการ โดยจะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 ถึง 4,000 เฮิรตซ์ สามารถผ่านเข้าระบบได้ ความถี่ในย่านนี้มีชื่อเรียกว่า ช่องสัญญาณเสียงพูด (Voice Channel) แต่แบนด์วิดท์ของเสียงพูดในการส่งจริงอยู่ในช่วง 300 ถึง 3,000 เฮิรตซ์ เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด

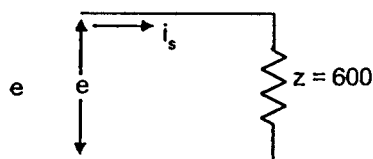


รูปที่ 2.12 สัญญาณต่างๆ ที่อยู่ทั้งใน และนอกย่านความถี่เสียง

จากรูปที่ 2.12 จะเห็นว่าที่ในช่วงความถี่ 300 ถึง 3,000 เฮิรตซ์ ประกอบไปด้วย สัญญาณต่างๆ หลายสัญญาณเช่น สัญญาณหมุนหรือสัญญาณควบคุมต่างๆ จะถูกส่งไปในช่วงความถี่นี้ทั้งสิ้น

เมื่อกล่าวถึงระดับความดังของเสียงที่ได้ยินคือ ขนาดแอมพลิจูดของสัญญาณสามารถอธิบายให้เห็น โดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอธิบายในรูปของพลังงานที่ปรากฏที่โหลด ดังรูปที่ 2.13 เช่นสายโทรศัพท์คู่หนึ่งมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม พลังงานที่ปรากฏที่โหลดคือ

$$P_{load} = \frac{S}{600} e^2 \tag{2.1}$$



รูปที่ 2.13 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ

ในระบบโทรศัพท์ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงแล้ว มักใช้เปรียบเทียบกับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์อยู่เสมอโดยอยู่ในรูปของ เดซิเบล (dB) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$dB = 10 \log \left[\frac{P1}{P2} \right] \quad (2.2)$$

แต่เนื่องจากมักจะใช้ค่า 1 มิลลิวัตต์เป็นค่าเปรียบเทียบ (ค่า $P2 = 1$ มิลลิวัตต์) ก็จะใช้สัญลักษณ์เป็น dBm แทน ซึ่งความหมายจริงๆ ก็คือ การเปรียบเทียบกำลังที่จุดนั้นกับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์นั่นเอง

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันจริงๆ จะมีการกำหนดจุดๆ หนึ่งในสายส่งให้มีค่า dBm = 0 ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า Zero Line Transmission Point (Zero LTP) ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับจากการกำหนดจุดๆ นี้ขึ้นมาก็คือ สามารถทำให้ทราบว่าที่ระยะต่างๆ ที่ห่างจากจุด Zero LTP มีค่ากำลังของสัญญาณกี่ dBm เมื่อทราบเพียงค่าแรงดันจากการวัดที่ระยะนั้น

สัญญาณรบกวน

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์มักจะมีสัญญาณรบกวนเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเพี้ยนของสัญญาณเสียงพูดได้ สิ่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นก็เป็นสิ่งแวดล้อมรอบๆ ข้าง เช่น ความร้อน การสวิตซ์ของอุปกรณ์ไทรสเตอร์ สายไฟฟ้าแรงสูงที่อยู่ใกล้ๆ กับสายส่ง สัญญาณข้อต่อสายที่บกพร่องโดยที่สิ่งเหล่านี้ล้วนจะทำให้ประสิทธิภาพของสัญญาณโทรศัพท์ด้อยลงทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังมีสัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่ง คือ เสียงสะท้อน (Echo) ในสายโทรศัพท์ สาเหตุการเกิดเสียงสะท้อนคือ เกิดการไม่สมดุลกันระหว่างค่าอิมพีแดนซ์ของสายส่งกับอุปกรณ์ทางด้านเอาต์พุต ซึ่งโดยส่วนมากแล้วจะพบที่การเชื่อมต่อกันระหว่างระบบโทรศัพท์ที่มี 2 สายกับระบบที่มี 4 สาย และปัญหาของเสียงสะท้อนจะยิ่งมากขึ้นถ้า

หากว่าระยะทางระหว่างจุดที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนอยู่ใกล้กันมากๆ แต่โดยปกติแล้วมักจะไม่มีรู้สึกถึงเสียงสะท้อนกลับของเสียงจนถึงขั้นที่ทำให้รู้สึกรำคาญ

2.2.3 กลไกการเชื่อมต่อวงจร

จากรูปที่ 2.14 จะเห็นว่าโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย 2 เส้นคือ ทิป และ รिंग เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์ขึ้นแหล่งจ่ายไฟตรงของชุมสาย (48 โวลต์) ก็จะถูกต่อเข้ากับวงจรของเครื่องโทรศัพท์โดยใช้สวิตช์ (Hook Switch) ในส่วนที่เชื่อมต่อกันระหว่างหูฟัง (รวมทั้งไมโครโฟนด้วย) กับสายโทรศัพท์ก็จะต้องมีหม้อแปลงอัตโนมัติ (Auto Transformer) ทำหน้าที่ในการปรับให้อิมพีแดนซ์ของหูฟัง และสายโทรศัพท์นั้นสมดุลกันเพื่อให้การรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพสูงสุดรวมไปถึงการทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงที่ตัวเองพูดไป (Side Tone) ในระดับที่เหมาะสมด้วย

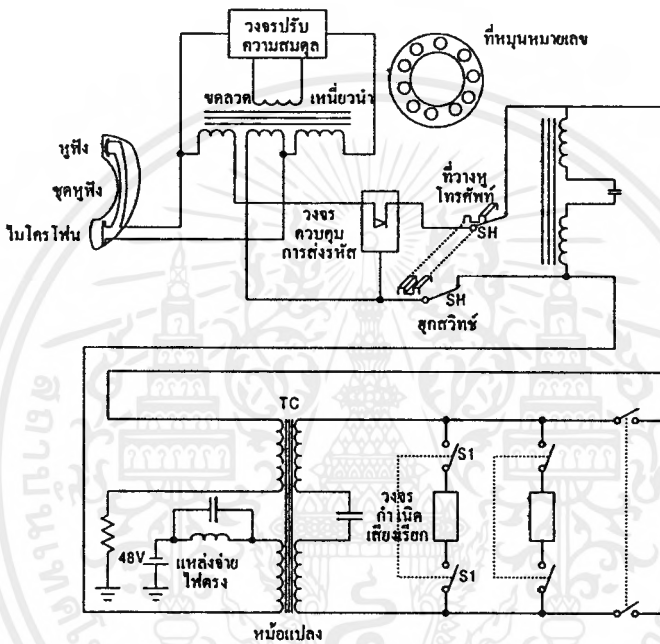
สำหรับการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ก็คือ การส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse Train) ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ เช่น ถ้ามีการส่งพัลส์ 1 พัลส์ หมายถึงการหมุนหมายเลข หนึ่ง ส่ง 2 พัลส์ หมายถึงเลขสอง ดังนั้นถ้าหมุนเลข 9 ก็จะมีการส่งพัลส์จำนวน 9 พัลส์นั่นเอง และความเร็วในการส่งก็คือ 10 พัลส์ต่อวินาที

สำหรับโทรศัพท์ที่ใช้การกดปุ่มนั้น ก็จะเป็นการส่งสัญญาณที่มีความถี่ที่แตกต่างกันออกไป สำหรับแต่ละหมายเลขที่มีอยู่ 10 ตัว ความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียงเพียงแต่ว่าในการกดครั้งหนึ่งจะมีสัญญาณเสียงที่มอดูเลตแล้วถูกส่งออกไป 2 ความถี่ตามตารางที่ 2.1 แต่ในปัจจุบันนี้โทรศัพท์แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณได้ทั้งสัญญาณแบบพัลส์ และแบบโทน

ตารางที่ 2.1 ความถี่ที่มอดูเลตกัน

ความถี่(Hz)	รหัสหมายเลข			
697	1	2	3	
770	4	5	6	
852	7	8	9	
941	*	0	#	
	1209	1336	1477	ความถี่ (Hz)

เมื่อชุมสายได้รับข้อมูลจากผู้เรียกก็จะแปลงสัญญาณที่ได้รับมาแล้วส่งให้อุปกรณ์สวิทซ์ทำงานเพื่อทำการต่อสายให้กับผู้เรียกถ้าปลายสายที่ต้องการจะติดต่อกับไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถต่อวงจรให้ได้ แต่ถ้าหากว่าปลายสายว่างชุมสายก็จะส่งสัญญาณเรียกไปยังปลายสาย และส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถต่อวงจรให้ได้ตามต้องการแล้ว



รูปที่ 2.14 วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์ และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น

2.2.4 การสนทนา

เมื่อปลายทางหรือผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น การทำงานในส่วนการควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุดเพื่อที่จะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่เรียกเข้ามา แต่หน้าที่อีกของชุมสายในตอนนี้คือ การทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการในภายหลัง

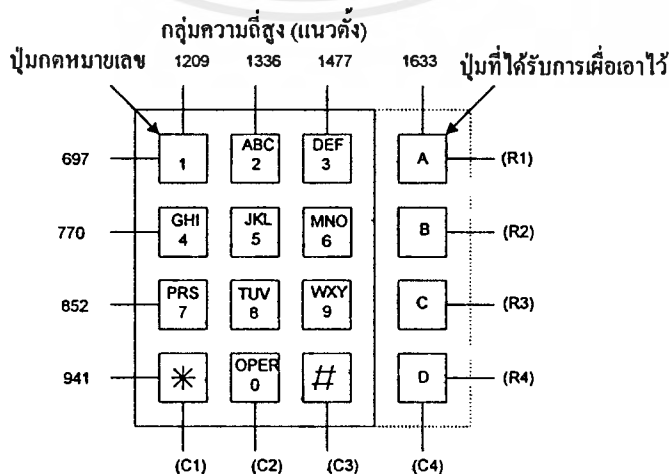
ในระหว่างที่ทำการสนทนาอยู่เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำงานทั้ง 2 โหมดไปพร้อมๆ กัน คือ แปลงจากสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง (Acoustic Energy) ซึ่งจะเรียกว่า โหมดรับสัญญาณ (Receiver Mode) และในทางกลับกันโหมดที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะเรียกว่า โหมดส่งสัญญาณ (Transmitter Mode) ในโหมดนี้เองที่มีเรื่องของการป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้อง นั่นก็คือ การที่ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงของตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหูฟังด้วย เรียกเสียงนี้ว่า “ไซด์โทน” (Side Tone) ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้อนกลับมา จะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าควรพูดให้มีเสียงดังระดับใดจึงจะพอเหมาะที่คู่สนทนาได้ยินเสียงพูดของผู้เรียกอย่างชัดเจน เมื่อสิ้นสุดการสนทนาทั้ง 2 ฝ่ายวางหูโทรศัพท์ลง จากนั้นสัญญาณจากชุดสวิทช์ก็จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่ออยู่ ออก อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะว่าง และพร้อมสำหรับการติดต่อครั้งต่อไป ระบบการส่งสัญญาณในสายส่งสัญญาณที่จะปรากฏในสายส่งสามารถแยกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ได้คือ สัญญาณเสียงที่พูดคุยกัน และสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมระบบสวิทช์ ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกรวมทั้งสัญญาณเรียกกลับ สัญญาณบอกไม่ว่าง สัญญาณควบคุมนี้อาจเป็นสัญญาณแอนาล็อกหรือสัญญาณดิจิทัลก็ได้ เพราะว่าเครื่องรับโทรศัพท์แบบหมุนกับแบบกดปุ่มมีการส่งหมายเลขโทรศัพท์คนละแบบกัน ดังนั้นในการส่งสัญญาณออกไปในสายส่งบางครั้งอาจมีการส่งทั้งสัญญาณดิจิทัล และสัญญาณแอนาล็อกไปพร้อมๆ กันก็ได้

2.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่

ระบบ โทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่เป็นการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ระบบนี้เรียกชื่อย่อว่า DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ต้องการติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ มอดูเลตกันไปซึ่งเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงพูด (0-4 กิโลเฮิร์ตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าจะเป็นความถี่ในแนวตั้งซึ่งค่าต่างๆ แสดงไว้ในรูปที่ 2.15 เช่น เมื่อกดหมายเลข 5 จะมีความถี่ 770 เฮิร์ตซ์ และ 1,336 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตกันออกมา

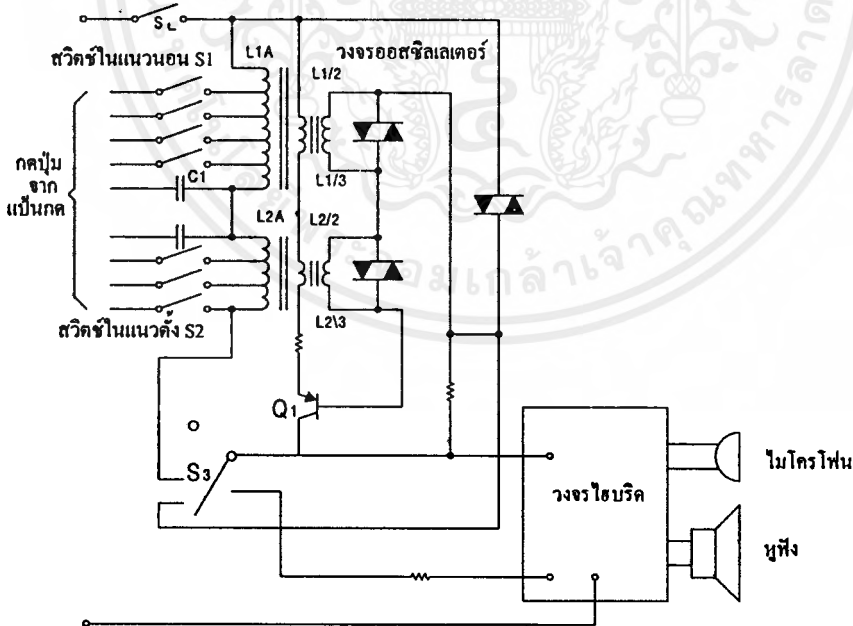


รูปที่ 2.15 เป็นกดหมายเลข และค่าความถี่ในแนวนอน และแนวตั้งของหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้มาใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ที่สร้างความถี่ขึ้นมาคือ วงจรในรูปที่ 2.15 เป็นวงจรที่ยังใช้อุปกรณ์แยกชิ้นต่างๆ มาต่อร่วมกันอยู่

การทำงานของวงจรนี้เริ่มจากสวิตช์ S1 (สวิตช์ในแนวอน) S2 (สวิตช์ในแนวตั้ง) และ S3 ถูกเปิดวงจรอยู่เมื่อยกหูโทรศัพท์ขึ้น กระแสที่ไหลจากชุมสายจะผ่าน RV1, L1A และ L2A ทรานซิสเตอร์ Q1 จะไม่นำกระแส เมื่อมีการกดหมายเลข สวิตช์ S1, S2 จะถูกปิดลงตามตำแหน่งหมายเลขที่กด C1, C2 จะต่อเข้ากับ L1A และ L2A เกิดเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ขึ้น โดย L1A และ C1 เป็นออสซิลเลเตอร์ที่ผลิตความถี่ต่ำกว่าความถี่ที่เกิดจาก L2A และ C2 และขณะที่สวิตช์ S3 จะถูกปิดลงเช่นกัน ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่ มอดูเลตสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์ทั้ง 2 ตัว เข้าด้วยกันแล้วทำการส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ ขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่นั้นส่วนของหูฟัง และไมโครโฟนจะถูกนำมาต่อขนานกัน เป็นผลทำให้ได้ยินสัญญาณที่เกิดขึ้นจากวงจรออสซิลเลเตอร์ทางชุมสายก็จะมีวงจรตรวจจับเอาสัญญาณไปประมวลผลต่อไปและยังจะต้องมีวงจรรองความถี่ป้องกันไม่ให้ความถี่แปลกปลอมอื่นๆ เข้าไปในชุมสายด้วย



รูปที่ 2.16 วงจรพื้นฐานของโทรศัพท์ที่ใช้อุปกรณ์แยกชิ้นในระบบสัญญาณความถี่คู่

2.3.1 ข้อควรคำนึงในการเชื่อมต่อระบบ สัญญาณความถี่คู่ กับสายส่งสัญญาณ

- ระดับแรงดัน และกระแสจะต้องรักษาให้คงที่ตลอดระยะทางของสายส่งสัญญาณ
- ความถี่ที่ถูกผลิตขึ้นจะต้องไม่มีความผิดเพี้ยนทั้งคาบ และขนาดของสัญญาณ และจะต้องเหมาะสมกับสภาพของคู่สาย

- วงจรออสซิลเลเตอร์จะต้องมีอิมพีแดนซ์ที่สมดุล (Matching) กับสายส่งสัญญาณจากที่สรุปข้างบนจะมีพารามิเตอร์ที่ต้องคำนึงถึง ดังต่อไปนี้

ความผิดเพี้ยนของสัญญาณ

สำหรับข้อกำหนดของตัวผิดเพี้ยนของสัญญาณมีดังต่อไปนี้

- สัญญาณอื่นที่แทรกสอดเข้ามาในสายส่งสัญญาณรวมกันแล้ว จะต้องน้อยกว่าระดับของสัญญาณที่ส่งออกไปจริงอย่างน้อย 20 เดซิเบล

สำหรับสัญญาณที่แทรกสอดเข้ามาจะต้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1. ต้องมีค่าไม่มากกว่า -33 dBm ในช่วง 300 ถึง 3,400 เฮิรตซ์
2. ที่มีความถี่สูงกว่า 3,400 เฮิรตซ์ สัญญาณแทรกสอดจะต้องลดลง 12 เดซิเบลต่อออกเตฟ ไปจนถึงความถี่ 50 กิโลเฮิรตซ์
3. ต้องมีระดับสัญญาณไม่มากกว่า -80 เดซิเบล ที่ความถี่สูงกว่า 50 กิโลเฮิรตซ์

ไดนามิกอิมพีแดนซ์

วงจรถ้าเน็คความถี่สำหรับระบบสัญญาณความถี่คู่ จะต้องมียอิมพีแดนซ์อย่างน้อย 900 โอห์ม ขณะที่ทำการผลิตความถี่ออกมา และต้องมีอิมพีแดนซ์ให้ต่ำที่สุดขณะที่ไม่ทำการผลิตสัญญาณ

ความสูญเสียที่เกิดจากการสะท้อนกลับของสัญญาณ (Return Loss)

เป็นพารามิเตอร์อีกตัวหนึ่งที่ต้องควบคุม โดยกำหนดค่าความสูญเสียในการสะท้อนกลับของสัญญาณหรือ RL ด้วยสมการ

$$RL = 20 \log \left[\frac{Z_l + Z_g}{Z_l - Z_g} \right] \quad (2.3)$$

โดยที่ Z_l คือ อิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณ

Z_g คือ อิมพีแดนซ์ของเครื่องโทรศัพท์

ค่ามาตรฐานสำหรับ RL ต้องมากกว่า 14 เดซิเบล ในช่วงความถี่ระหว่าง 300 ถึง 3,400 เฮิรตซ์ และมากกว่า 10 เดซิเบล ในช่วงความถี่ 50 ถึง 300 เฮิรตซ์ และ 3,400 ถึง 20,000 เฮิรตซ์

2.3.2 ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบสัญญาณความถี่คู่

เราสามารถสรุปข้อดีของระบบสัญญาณความถี่คู่ได้คือ

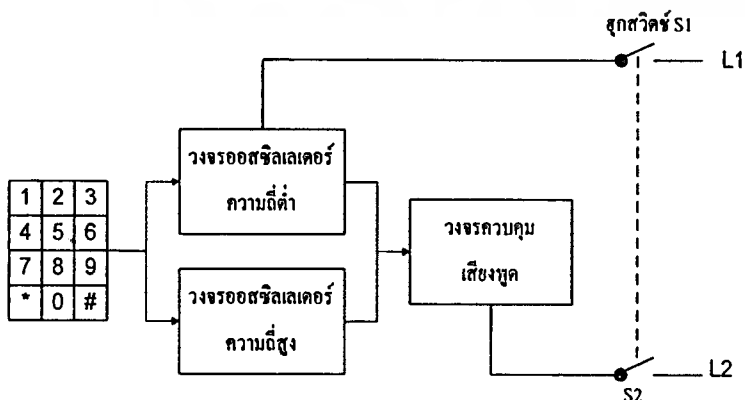
- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิตสเตรนในรูปแบบของไอซี ทำให้เกิดความสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ในชุมสาย ทำให้ชุมสายมีขนาดเล็กลง
- สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายอย่างมีประสิทธิภาพ
- ใช้กับระบบต่างๆ ได้กว้างมากขึ้น และใช้กับระบบอัตโนมัติต่างๆ ทำให้สามารถใช้

อุปกรณ์แทนกันได้

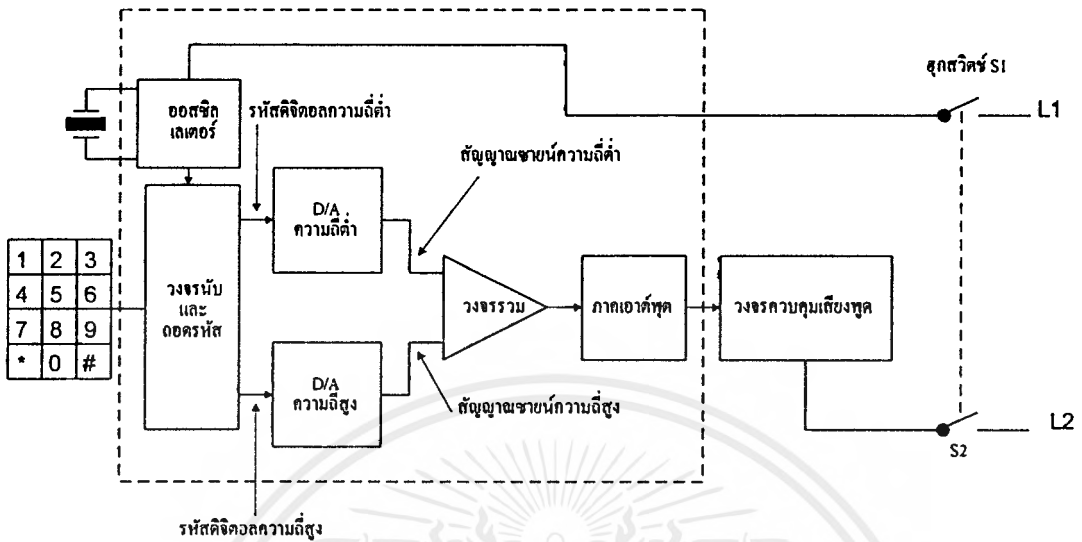
2.3.3 การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

ในการส่งสัญญาณแบบสัญญาณความถี่คู่ด้วยการใช้ไอซีสำเร็จรูปในปัจจุบันจะมีความเหมาะสมมากกว่าการนำอุปกรณ์มาต่อกันเพื่อผลิตสัญญาณที่มีความถี่ต่างๆ กัน เพื่อแทนรหัสหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย หลักการทำงานของไอซี คือ การนำความถี่ซึ่งมีค่าแตกต่างกัน 2 ความถี่ ซึ่งจะเกิดจากการตีโค้ดของปุ่มกดหมายเลขให้เป็นสัญญาณความถี่ ที่เกิดจากการถอดรหัสได้ในแนวแถว และแนวตั้ง จากนั้นนำสัญญาณทั้ง 2 มามอดูเลตกันแล้วจึงจะส่งไปยังชุมสายต่อไป

การส่งรหัสหมายเลขโดยการใช้ไอซีสำเร็จรูป



รูปที่ 2.17 (ก) วงจรพื้นฐานแบบแรกๆ



รูปที่ 2.17 (ข) วงจรที่ได้พัฒนาในรูปแบบของไอซีสำเร็จรูป

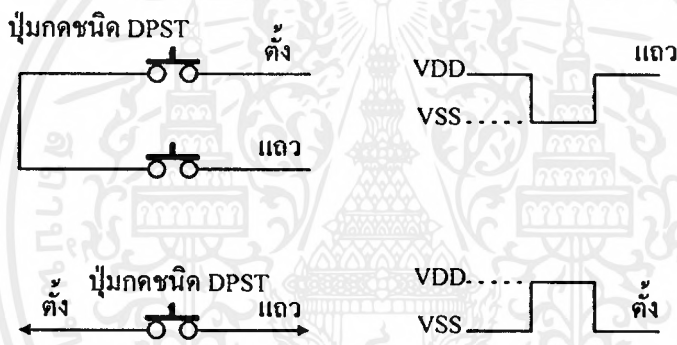
รูปที่ 2.17 แผนผังการทำงานของระบบสัญญาณความถี่คู่

ในรูปที่ 2.17 (ก) เป็นแผนผังการทำงานของ การส่งสัญญาณแบบความถี่คู่ ซึ่งในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์จำพวกพาสซีฟ (passive element) ในการนำมาสร้างวงจรออสซิลเลเตอร์ และปัญหาที่มักจะพบสำหรับวงจรที่ใช้อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากสถานะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป และอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ซึ่งผลที่ตามมาคือ ความถี่ที่ผลิตออกมาข้อมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วยผลสุดท้ายจะทำให้ชุมชนเกิดการดำเนินงานผิดพลาด ในขั้นตอนการติดต่อกับผู้ที่ถูกเรียก ดังนั้นในการสร้างไอซีสำเร็จรูปนำมาใช้งานแทนอุปกรณ์จำพวกพาสซีฟควรที่จะแก้ไขปัญหาล่าช้าได้ในระดับหนึ่ง ในรูปที่ 2.17 (ข) เป็นแผนผังการทำงานของ ไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบสัญญาณความถี่คู่ วงจรภายในประกอบด้วย วงจรรับ และถอดรหัส (Counter And Decoder) ซึ่งในตัววงจรถอดรหัสเองจะถูกแยกแยะว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวแถว และแนวตั้ง เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวแถว และแนวตั้งไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกมาจากวงจรรับ และถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิทัล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นนำ 2 สัญญาณ ไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิทัลไปเป็น แอนาล็อก (D/A Converter) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำ 2 สัญญาณ ไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิทัลไปเป็น แอนาล็อก (D/A Converter) และนำมารวมกัน โดยการนำไปผ่านวงจรรวม และขยายสัญญาณ (Summing Amp.) หลังจากนั้นจึงส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (Speech Network) และผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ในที่สุด

ไอซีอาจถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกันภายในปุ่มหมายเลข (Key Pad) ชนิด DPST (Dual Pole Single Throw) ซึ่งจะมีหน้าสัมผัส 2 หน้า หรืออาจเป็นชนิด SPST (Single Pole Single Throw) ก็ได้ ส่วนในรูปที่ 2.18 เป็นการแสดงถึงแผนภาพ และรูปแบบของสัญญาณเมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ จะสังเกตเห็นว่าในการดีโค้ดของแนวแถวจะแยกที่ฟลลจิก “0” แต่ในแนวตั้งนี้จะแยกที่ฟลลจิก “1”



รูปที่ 2.18 ชนิดของปุ่มกด และรูปสัญญาณ

MT 8870

การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่งไอซี MT 8870 ทำหน้าที่แปลงความถี่คู่ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

คุณสมบัติของ MT 8870

- เป็นตัวรับ และถอดรหัสความถี่คู่ (DTMF Receiver)
- ใช้กระแสน้อย และระดับไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

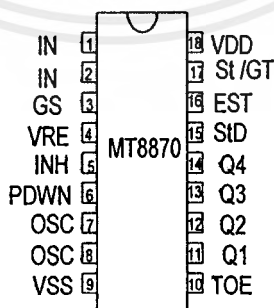
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำ MT 8870 ไปใช้งาน

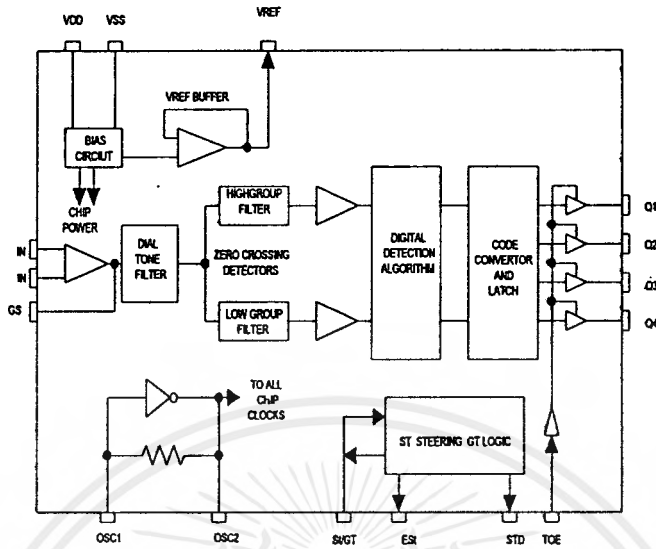
- นำไปใช้งานด้านการควบคุมระยะไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายโทรศัพท์ขนาดเล็กย่อย หรือ PABX
- ใช้ในโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบตามทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์

โครงสร้างของ MT 8870

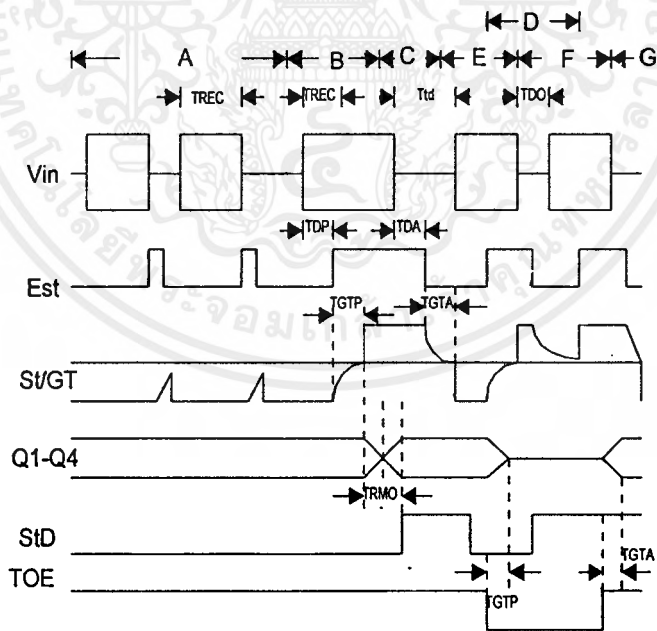
โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรรองความถี่ และวงจรถอดรหัส ฟังก์ชันทางดิจิทัลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO²-CMOS ในส่วนของวงจร รองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูง และความถี่ต่ำ ส่วน วงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับ และถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็น เลขฐานสองขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาที่มีสัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตนั้นเป็น ออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุตเป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะ



รูปที่ 2.19 ชื่อและตำแหน่งขา MT 8870



รูปที่ 2.20 โครงสร้างภายในของ MT 8870



รูปที่ 2.21 แผนภูมิเวลาของ MT 8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายขั้นตอนการทำงาน

- A - ตรวจพบความถี่เข้ามาแต่คาบเวลาที่ถูกต้อง เอาต์พุตไม่เปลี่ยน
- B - ความถี่ $\#n$ ถูกตรวจพบ และมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และแลตซ์ไว้ที่เอาต์พุต
- C - จบความถี่ $\#n$ ช่วงห่างถูกต้องเอาต์พุตยังคงแลตซ์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่
- D - เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์
- E - ความถี่ $\#n+1$ ถูกตรวจพบคาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และแลตซ์ไว้
- F - ความถี่ $\#n+1$ หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลตซ์อยู่
- G - จบความถี่ $\#n+1$ ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลตซ์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

อธิบายคำศัพท์

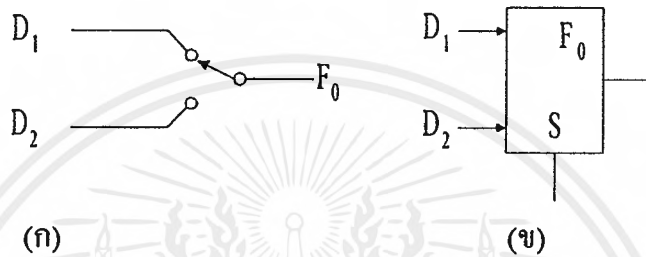
- V_{in} คือ สัญญาณความถี่ที่เข้ามา
- Est คือ Early Steering Output ใช้ความถี่ที่ถูกต้อง
- St/GT คือ Steering input / Guard time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก
- Q_1-Q_4 คือ เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต
- StD คือ Delayed Steering Output ใช้ว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไปมีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อความถูกต้องของสัญญาณ
- t_{id} คือ Tone output enable (Input) ใช้ควบคุม Q_1-Q_4 ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ์
- t_{REC} คือ คาบเวลาที่นานที่สุดที่ตรวจพบความถี่ สัญญาณความถี่ที่ แล้วยังไม่ถูกต้อง
- t_{rec} คือ คาบเวลาที่สั้นที่สุดที่ต้องการเพื่อว่าสัญญาณถูกต้อง
- t_{id} คือ เวลาสั้นที่สุดระหว่างสัญญาณความถี่ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
- t_{do} คือ เวลานานที่ได้ที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

2.4 ไอซีมัลติเพล็กซ์

ในการส่งข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งของข้อมูล 4 ชุด แต่ละชุดก็จะมีเครื่องรับส่งของตัวเอง วิธีการหนึ่งในการส่งสัญญาณก็คือ การใช้สาย 4 เส้นแต่ละเส้นสำหรับแต่ละชุดอันเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด แต่ก็ยังมีวิธีการอื่นที่ประหยัดกว่า โดยใช้สายเพียงเส้นเดียวสำหรับการที่ส่ง แต่ต้องมีการใช้เวลาร่วมกัน โดยการนำสัญญาณทุกตัวมารวมกัน ณ จุดที่จะ

ส่งข้อมูลทั้ง 4 ชุด จะถูกนำมารวมกันโดยวิธีแบบเวลาร่วม (Time - shared) หรือที่เรียกว่า มัลติเพล็กซ์ (Multiplex: MUX) และที่จู่ครบ เมื่อรับสัญญาณมาจะต้องนำมาแยกออกให้เป็น 4 ชุดดังเช่น ที่ด้านส่งมาเราเรียกว่า คีมัลติเพลกซ์ (Demultiplex : DMUX)

ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลทางดิจิทัล (Digital) หลายข้อมูลไปในสายส่งเดียวกัน ก็อาจทำได้โดยใช้วิธีการมัลติเพล็กซ์ ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 วงจรมัลติเพล็กซ์อย่างง่าย

จากรูปที่ 2.22 (ก) เราสามารถที่จะเลือกข้อมูลจาก D_1 ได้โดยเลื่อนสวิทช์ไปด้านบน ข้อมูลจาก D_1 จะผ่านสวิทช์ออกไปทาง F_0 ในทำนองเดียวกัน ถ้าจะให้ข้อมูลจาก D_2 ออกไปทางเอาต์พุต ก็เลื่อนสวิทช์มาด้านล่าง การทำงานของสวิทช์ดังกล่าวเรียกว่า 2 Line to 1 Line Multiplexer ซึ่งเราสามารถเลียนแบบการทำงานของสวิทช์ได้ด้วยวงจรลอจิก (Logic) ตามรูปที่ 2.22 (ข) การเลือกข้อมูลนั้นใช้สัญญาณลอจิกที่ S เป็นตัวเลือก เช่น เมื่อ $S = 0$ D_1 จะถูกเลือกออกไปที่เอาต์พุต F_0 และถ้า $S = 1$ D_2 จะเป็นตัวถูกเลือกจากความต้องการดังกล่าว เราจึงเขียนตารางความจริง (Truth table) ของวงจรได้ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ตารางความจริงของมัลติเพล็กซ์แบบ 2 Line to 1 Line

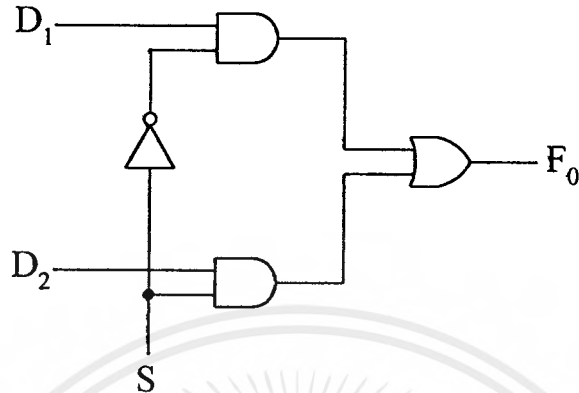
S	F_0
0	D_1
1	D_2

จากตารางที่ 2.2 เราเขียนฟังก์ชัน (Function) ของ เอาต์พุต ได้คือ

$$f_0 = D_1\bar{S} + D_2S \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ ฟังก์ชัน ของ เอาต์พุต แล้วก็เขียนวงจรถลอจิกได้ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 วงจรถลอจิกของมัลติเพล็กซ์แบบ 2 Line to 1 Line

ในกรณีที่มีตัวเลือกเพียงตัวเดียว ก็สามารถเลือกข้อมูลได้ 2 ข้อมูล ถ้าต้องการให้มี 4 ข้อมูล จะใช้ตัวเลือก 2 ตัว ซึ่งเขียนตารางความจริง และฟังก์ชัน ได้ดังนี้

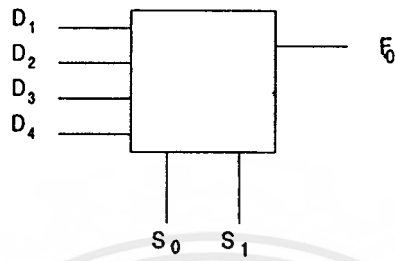
ตารางที่ 2.3 ตารางความจริงของมัลติเพล็กซ์แบบ 4 Line to 1 Line

S_1	S_0	F_0
0	0	D_1
0	1	D_2
1	0	D_3
1	1	D_4

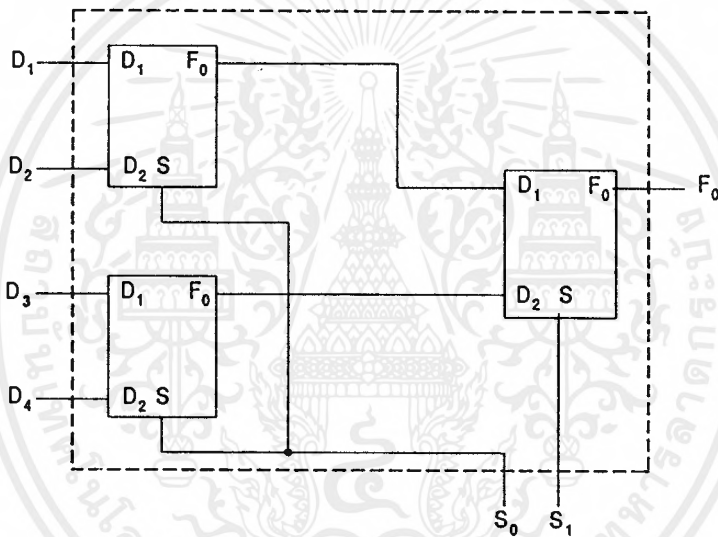
จากตารางที่ 2.3 เขียน ฟังก์ชัน ของ เอาต์พุต ได้ คือ

$$\begin{aligned}
 F_0 &= D_1 \bar{S}_0 \bar{S}_1 + D_2 S_0 \bar{S}_1 + D_3 \bar{S}_0 S_1 + D_4 S_0 S_1 \\
 &= (D_1 \bar{S}_1 + D_3 S_1) \bar{S}_0 + (D_2 \bar{S}_1 + D_4 S_1) S_0
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

จาก Function F_0 เราจะเห็นความคล้ายคลึงกันระหว่างเทอมที่อยู่ในวงเล็บ และความคล้ายคลึงกันของ ฟังก์ชัน ทั้งหมดเมื่อเทียบกับ 2 Line to 1 Line Multiplexer นั่นคือเราสามารถนำ 2 Line to 1 Line มาทำเป็น 4 Line to 1 Line Multiplexer ได้ ดังรูปที่ 2.24



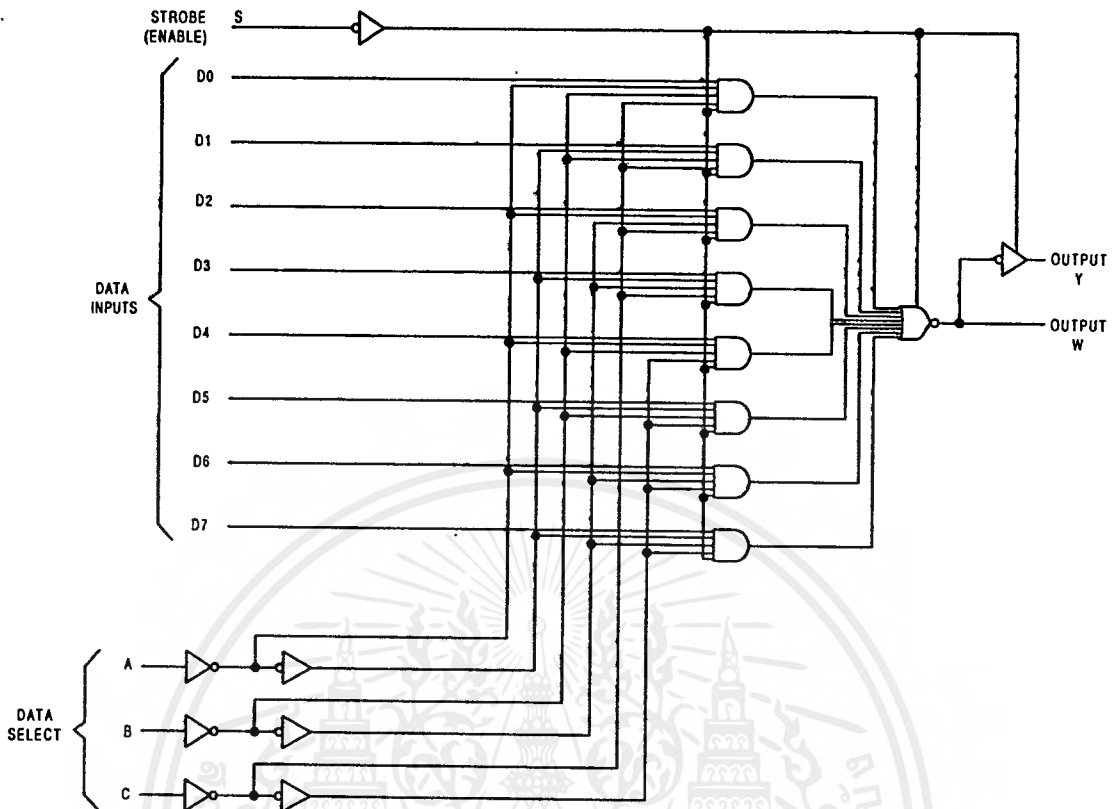
(ก)



(ข)

รูปที่ 2.24 วงจร 4 Line to 1 Line Multiplexer

ในทางปฏิบัติเราก็มีไอซีที่เป็นมัลติเพล็กซ์สำเร็จรูป เช่น ไอซี TTL เบอร์ 54251/74251 ซึ่งเป็นมัลติเพล็กซ์แบบ 8 อินพุต ไอซีนี้มีเอาต์พุตแบบ 3 สถานะ เมื่ออินพุต strobe เป็น High เอาต์พุตจะเป็นแบบอิมพีแดนซ์สูงทำให้สามารถต่อเอาต์พุตของมัลติเพล็กซ์ตัวอื่นๆ มาเพื่อใช้บัส (Bus) ที่เอาต์พุตร่วมกันได้ ดังรูป 2.25



รูปที่ 2.25 ไอซีมัลติเพล็กซ์ เบอร์ 251 (Type 251 multiplexer)

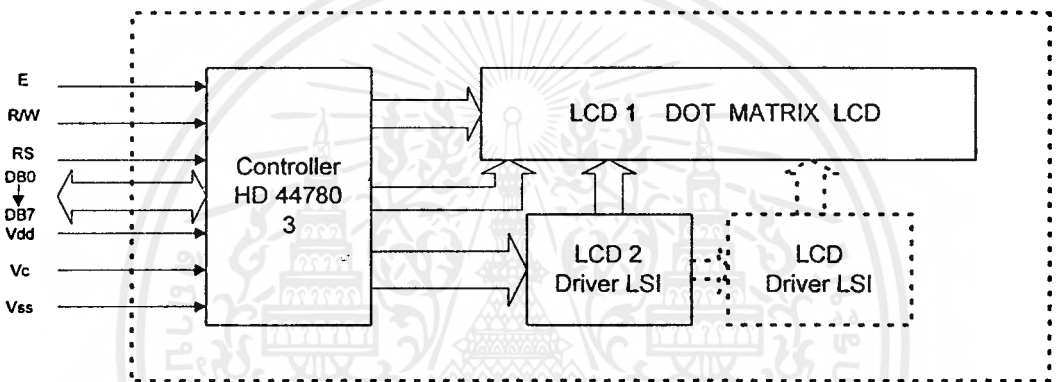
2.5 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD)

อุปกรณ์ในปัจจุบันมักมีส่วนแสดงผลเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถควบคุม และใช้งาน ได้สะดวกขึ้น เช่น ใช้บอกสถานะการทำงาน บอกข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ส่วนแสดงผลอาจจะเป็นไฟบอกสถานะอย่างง่าย ๆ หรืออาจ เป็นจอแสดงผลแสดงข้อความเป็นตัวอักษรได้ จอแสดงผลแบบหลังมีด้วยกันหลายประเภทขึ้นกับเทคโนโลยีที่ใช้ เช่นใช้ ไดโอด เปล่งแสง (Light Emitting Diode) หรือ จอแสดงผลแบบผลึกเหลว (Liquid Crystal Display) จอแสดงผลประเภทที่กำลังเป็นที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบันได้แก่แบบที่ใช้ผลึกเหลว เนื่องจาก ใช้พลังงานน้อย และมีความละเอียดสูง สามารถแสดงตัวอักษร และรูปภาพได้หลายแบบ บริษัทผู้ผลิตสินค้าส่วนใหญ่จึงนิยมใช้จอแสดงผลแบบนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์เพื่อสร้าง ภาพพจน์ของสินค้า เช่น เครื่องเล่นคอมแพคดิสก์ วิทยุขาวคอเบาท์ เครื่องเล่นวีดีโอ หรือ เลเซอร์ดิสก์ เป็นต้น

ในที่นี้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้งานจอแสดงผลสองแบบ แบบแรกจะเป็นแบบง่ายๆคือ ใช้ ไลโคดเปล่งแสงขนาด 7 หลัก (Seven Segment) เป็นตัวแสดงผล แบบที่สองจะใช้แอลซีดีโมดูล (LCD module) สามารถแสดงรายละเอียดได้สูงกว่าแบบแรกมาก แต่จะมีความซับซ้อนและใช้งานยากกว่าพอสมควร

การประยุกต์ใช้ส่วนแสดงผลชนิดแอลซีดีโมดูล (LCD module กับ MCS - 51)

ปัจจุบันจอแสดงผลแบบผลึกเหลวที่มีขายในท้องตลาดส่วนใหญ่จะประกอบเป็น โมดูล เพื่อให้สะดวกในการใช้งาน โดยมีส่วนประกอบทั่วไปดังในรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 โครงสร้างทั่วไปของ แอลซีดีโมดูล

แอลซีดีโมดูล ที่จะกล่าวต่อไปนี้จะกล่าวถึงเฉพาะ character LCD module จะเรียกย่อๆ ว่า แอลซีเอ็ม (LCM) โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

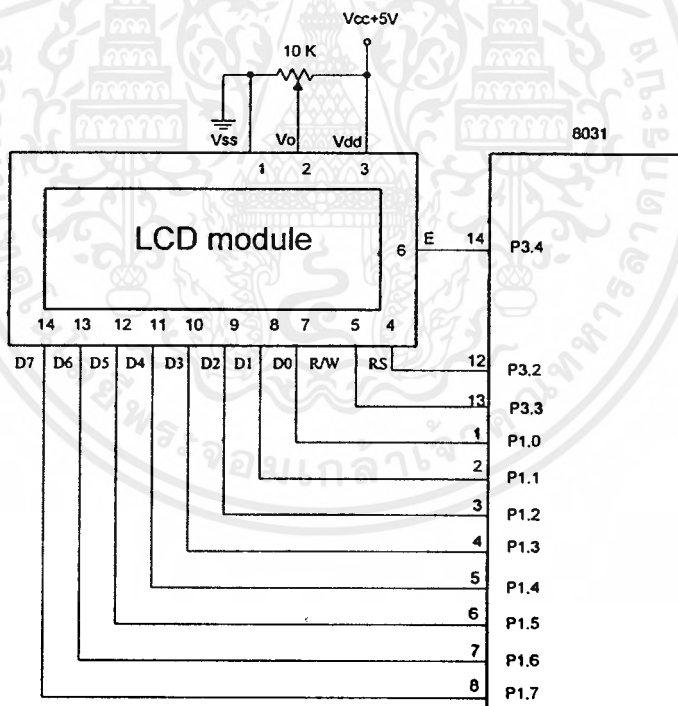
1. Dot Matrix LCD : เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผล ซึ่งใช้หลักการหักเหของแสงผ่านผลึกโดยจะประกอบไปด้วยจุด (pixel) จำนวนมากที่สามารถบังคับให้ติดหรือดับได้ทุกจุด
2. Driver : เป็นวงจรที่ใช้ขับ จอแสดงผลแบบผลึกเหลว ส่วนใหญ่จะใช้ชิปเบอร์ HD44110H
3. Controller : เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ แอลซีดีโมดูล โดยจะรับข้อมูลจากภายนอกมาจัดการให้ จอแสดงผลแบบผลึกเหลวนั้น แสดงผลในรูปแบบต่างๆ ส่วนใหญ่จะใช้ชิปเบอร์ HD44780 ซึ่งมีใช้งานในแบบ Character LCD module

การใช้งานตัวแอลซีดีโมดูล ผู้ใช้เพียงแค่ศึกษา และทำความเข้าใจส่วนคอนโทรลเลอร์ แอลซีเอ็ม เท่านั้น เพราะส่วนนี้เป็นส่วนที่รับข้อมูลที่ต้องการแสดงผลจากวงจรภายนอก และ

ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ แอลซีเอ็ม โดยจะกล่าวถึงเฉพาะชิปที่เป็นคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เท่านั้น ส่วนชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นส่วนใหญ่จะมีการใช้งานที่คล้ายกับเบอร์นี้มาก

ชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เป็นชิปของบริษัทฮิตาชิ (HITACHI) สามารถต่อใช้งานเพื่อควบคุมแอลซีเอ็มกับไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ได้ทั้งแบบ 4 bit 2 operation หรือแบบ 8 bit 1 operation ดังนั้นไอซีชิปเบอร์นี้สามารถอินเตอร์เฟสกับไมโครโปรเซสเซอร์ได้ทั้งแบบ 4 บิต และ 8 บิต

เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51 มีควา้บัสขนาด 8 บิต ดังนั้นเราจะกล่าวถึงเฉพาะการติดต่อในแบบ 8 bit 1 operation เท่านั้น ตัวอย่างวงจรการอินเตอร์เฟส MCS - 51 กับ แอลซีเอ็ม มีดังแสดงในรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 ตัวอย่างการอินเตอร์เฟส MCS - 51 กับ LCM

จากในรูปจะเห็นว่า LCM ติดต่อกับ MCS - 51 โดย

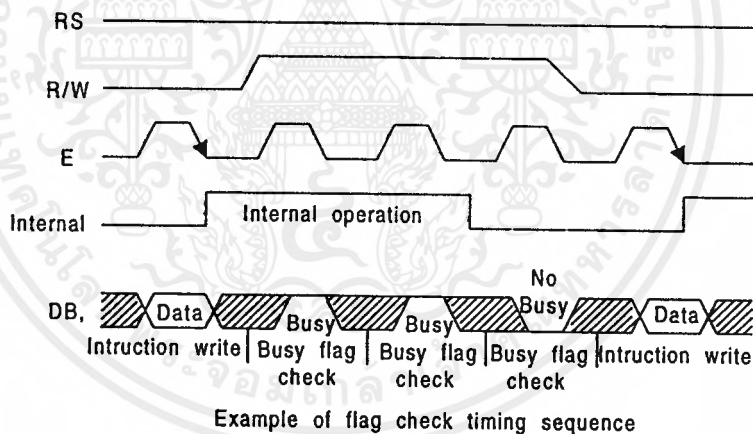
- ใช้ขา P1.0 - P1.7 เป็นควา้บัส (DB0 - DB7) ในการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้งาน P3.2 เป็นสัญญาณ RS
- ใช้งาน P3.3 เป็นสัญญาณ R/W
- ใช้งาน P3.4 เป็นสัญญาณ EN (E)

การทำความเข้าใจใช้งาน แอลซีเอ็ม จำเป็นต้องทราบรายละเอียดดังต่อไปนี้เสียก่อน
คือ

1. แอลซีเอ็ม มีหลายขนาด แต่ทุกขนาด (ที่เป็นเฉพาะ Character LCD module) จะมีคำสั่งในการควบคุมเหมือนกัน ต่างกันเพียงขนาดของหน่วยความจำในการแสดงผล หรือ DDRAM (Data Display RAM) เท่านั้น
2. แผนผังเวลา (Timing diagram) ในการติดต่อกับ แอลซีเอ็ม
3. คำสั่งในการควบคุม แอลซีเอ็ม
แผนผังเวลาในการติดต่อกับ แอลซีเอ็ม ดังแสดงในรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 แผนผังเวลาในการติดต่อกับ LCM

ในช่วงที่สัญญาณ RS เป็น 1 จะมีแผนผังเวลาเหมือนกัน รายละเอียดของแต่ละสัญญาณมีดังนี้

1. RS : เนื่องจากในชิปคอนโทรลเลอร์มีรีจิสเตอร์อยู่ 2 ประเภท คือ Command register หรือ Instruction register และ Data register โดยรีจิสเตอร์ทั้งสองจะถูกเลือกโดยสัญญาณ RS ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ RS = 0 หมายถึงเลือกใช้ Data register

สัญญาณ RS = 1 หมายถึงเลือกใช้ Instruction register





2. R/W (Read / Write) เป็นสัญญาณที่ใช้เลือกว่าจะทำการเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก แอลซีเอ็ม โดย

สัญญาณ R/W = 0 หมายถึงต้องการอ่านข้อมูลจาก แอลซีเอ็ม

สัญญาณ R/W = 1 หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยัง แอลซีเอ็ม

3. E(Enable) มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การทำงานของสัญญาณอีน่าเบิล

RS	R/W	E	OPERATION
0	0		Write instruction code
0	1		Read busy flag and address counter
1	0		Write data
1	1		Read data

จากแผนผังเวลาในการตรวจสอบ busy flag และจากตารางจะเห็นได้ว่าการเขียนรหัสคำสั่ง (Instruction Code) ทุกครั้ง

- RS และ RW ต้องมีค่าเป็น 0 และส่งข้อมูลไปในขณะที่สัญญาณ E เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ในการเขียนข้อมูลทุกครั้ง

- RS = 1 และ RW = 0 และส่งข้อมูลไปขณะที่สัญญาณ E เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ในการอ่าน Busy flag และ Address counter ทุกครั้ง

- RS = 0, RW = 1 และรับข้อมูลเข้ามาในขณะที่สัญญาณ E เป็น 1 ในการอ่านข้อมูลทุกครั้ง

- RS = 1, RW = 1 และรับข้อมูลเข้ามาในขณะที่สัญญาณ E เป็น 1

เทคโนโลยีของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

แผงของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว จะประกอบด้วยเซกเมนต์แสดงผลขนาดเล็กจำนวนมาก ในเซกเมนต์จะบรรจุชั้นของเหลวเป็นแผ่นบางๆ อยู่ระหว่างชั้นของแก้ว ของเหลวนี้เป็นสารประกอบ ทำงานโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้ามาควบคุมการทำงานหรือการแสดงผลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว เกิดขึ้นเนื่องจากการควบคุมแรงดันที่ตกคร่อมตัวมัน เช่น ถ้าให้แรงดันตกคร่อมเซกเมนต์ก็จะเกิดสีดำหรือทึบแสง แต่ถ้าเอาแรงดันนั้นออกเซกเมนต์นั้นก็จะสว่างหรือโปร่งแสงด้วยวิธีการจ่ายแรงดัน และงคจ่ายแรงดันนี้ก็จะเพียงพอที่จะควบคุมการแสดงผล ตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ต่างๆ ได้ และจากสาเหตุที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลวใช้แรงดันควบคุม ดังนั้นจึงกินกำลังงานต่ำ และขนาดเล็กแบนราบ

โมดูลของ จอแสดงผลแบบผลึกเหลว บางรุ่นอาจจะมี 1 แถว หรือมากกว่า การแสดงผลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะอยู่ในรูปเมตริกซ์ เช่นบางรุ่นแสดงเมตริกซ์ที่มีขนาดกว้าง 5 เซกเมนต์ สูง 8 เซกเมนต์ และสำหรับรุ่น HD44780 สามารถควบคุมการแสดงผลได้สูงถึง 11 เซกเมนต์ ซึ่งเป็นผลดีกับการแสดงตัวอักษรบางตัวเช่น g,p และ q

ตัวอักษรจะถูกสร้างโดยการปรับตำแหน่งของแต่ละเซกเมนต์ให้มีความเหมาะสม เช่น ตัวอักษร "L" จะสร้างจากแนวตั้ง 1 แถว และแนวนอน 1 แถว

ตารางที่ 2.5 แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากการควบคุม จอแสดงผลแบบผลึกเหลว ต้องการเวลาเพื่อรอทำงานตามคำสั่งหรือรับสัญญาณ ดังนั้นถ้าใช้คอมพิวเตอร์จะต้องพิจารณาเรื่องเวลาด้วย แต่การเชื่อมต่อกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์สามารถต่อโดยตรงได้ไม่ต้องมีอุปกรณ์อื่นมาต่อเพิ่ม หรือถ้ามีก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จอแสดงผลแบบผลึกเหลว นั้นมีให้เลือกใช้หลายขนาดแต่ที่นิยมใช้กันมากก็เป็นแบบ 1x16 (1 แถว 16 ตัวอักษร) , 2x16 (2 แถว 16 ตัวอักษร) และ 2x20 (2 แถว 20 ตัวอักษร) ส่วนถ้าเป็นจอแสดงผลขนาดใหญ่สามารถแสดงตัวอักษรได้ถึง 80 ตัวอักษร อาจต้องมีวงจรขับหรือชิปคอนโทรลเลอร์เพิ่มขึ้น เพื่อใช้ร่วมกัน HD44780 ที่ต่อสายสัญญาณ 14 เส้น ได้

ไฟเลี้ยงสำหรับ จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

จอแสดงผลแบบผลึกเหลว จะใช้ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ ป้อนให้ที่ขา 2 ซึ่งตัวมันกินกระแสเพียงไม่กี่มิลลิแอมป์ ส่วนขา 3 ค่อเพื่อปรับมุมมองการแสดงผลให้เหมาะสม ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับ

ผลของแสงในขณะนั้นด้วยรวมไปถึงตำแหน่งการติดตั้ง และอุณหภูมิ

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างไดโอดเปล่งแสงกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะพบว่าในที่ที่มีแสงสว่างค่อนข้างสูงไดโอดเปล่งแสงเกือบจะมองไม่เห็นส่วนจอแสดงผลแบบผลึกเหลวสามารถอ่านในที่ที่มีแสงสว่างได้ เนื่องจากว่าการทำงานของไดโอดเปล่งแสงนั้นจะปล่อยพลังงานแสงออกมาส่วนจอแสดงผลแบบผลึกเหลวนั้นจะใช้การหักเหแสง โดยใช้แสงส่งผ่านตัวมัน ซึ่งบางสถานะในที่ที่มีแสงสว่างน้อยก็ไม่สามารถอ่านค่าจอแสดงผลแบบผลึกเหลวได้ วิธีการแก้ก็คือ การใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวที่มีแบ็กไลท์ (Backlight) จึงเป็นการใช้จากอิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์ (Electroluminescence หรือ EL) ซึ่งมีความสามารถในการเรืองแสงได้นำไปติดตั้งไว้ด้านหลัง ทำให้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวมีความสว่าง และทำให้เรามองเห็นได้

ตารางที่ 2.5 ตำแหน่งขาต่าง ๆ ที่ใช้เชื่อมต่อกับ จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

ขา	สัญลักษณ์	หน้าที่
1	Vss	กราวด์
2	Vdd	+5 โวลต์
3	Vo	ปรับความสว่างด้วยแรงดัน (0-5 โวลต์)
4	RS	เลือกรีจิสเตอร์ (0 = รีจิสเตอร์คำสั่งหรือเฟล็กแสดงสถานะการทำงานและตัวนับแอดเดรส; 1 = รีจิสเตอร์ค่าค่า
5	R/W	เลือกการอ่านหรือเขียน (0= เขียน ; 1= อ่าน)
6	E	อีนาเบิลการอ่านหรือเขียน จอแสดงผลแบบผลึกเหลว
7	D0	ค่าอินพุต/เอาต์พุตบิตต่ำสุด
8	D1	ค่าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 2
9	D2	ค่าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 3
10	D3	ค่าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 4
11	D4	ค่าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 5
12	D5	ค่าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 6
13	D6	ค่าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 7
14	D7	ค่าอินพุต/เอาต์พุตบิตสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่จะนำสารเรืองแสงอิเล็กทรอนิกส์โครลูมานีน มาใช้งานนั้นที่ชุดโมดูลจอแสดงผลแบบผลึกเหลวต้องมีแผงอิเล็กทรอนิกส์โครลูมานีน และชุดแปลงแรงดันเป็นสัญญาณไฟสลัปลำแสงแรงดันสูง ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์แรงดันไฟดีซี 5 โวลต์ 100 โวลต์ ที่ความถี่ 400 เฮิร์ตซ์ อุปกรณ์แปลงแรงดันที่ต้องใช้กระแสหลายมิลลิแอมป์ ในการทำงานจึงทำให้เป็นข้อเสียเปรียบของอุปกรณ์ตัวนี้

โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว แบ่งออกเป็นแบบสะท้อนกลับ (Reflective) แบบนี้จะไม่ใช้แหล่งกำเนิดแสงทางด้านหลัง ส่วนอีกแบบหนึ่งคือแบบส่งผ่าน (Transmissive) แบบนี้จะใช้แหล่งกำเนิดแสงด้านหลังหรือไม่ใช้ก็ได้ โดยสามารถต่อสวิทช์เข้ากับแหล่งกำเนิดแสง เวลาจะใช้แหล่งกำเนิดแสงเปิดหรือถ้าไม่ต้องการใช้ก็ปิดตามต้องการ

คอนโทรลเลอร์และการควบคุม

การที่จะใช้โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวในงานหนึ่งงานใดนั้น จะต้องทำความเข้าใจกับตัวควบคุมก่อน HD44780 เป็นตัวควบคุมขนาดเล็กที่คล้ายกับคอมพิวเตอร์โดยจะทำงานทั้งหมด 11 เพื่อควบคุมการทำงานต่าง ๆ เช่น เคลียร์หน้าจอแสดงผล, เขียนตัวอักษร, เลือกตำแหน่ง และอ่านข้อมูลจากจอแสดงผล

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

CGROM ใช้สำหรับเก็บตัวอักษรเกือบ 200 รูปแบบ เช่น ตัวอักษรภาษาอังกฤษ, ตัวเลข เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์, สัญลักษณ์พิเศษ และอักษรญี่ปุ่น ซึ่งจะกำหนดลงในรอมไว้แล้ว ไม่สามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงได้

CGRAM ใช้เก็บตัวอักษรที่ผู้ใช้สามารถออกแบบขึ้นเองได้ เช่น โลโก้, สัญลักษณ์พิเศษ อักษรกราฟฟิกง่าย ๆ ที่สามารถออกแบบบนเมตริกซ์ขนาด 5x8 ได้ อักษรที่เขียนขึ้นนี้จะเขียนขึ้นนี้จะเขียนครั้งละ 5 บิต หลาย ๆ คำ แต่ละคำจะแทนรูปแบบเซกเมนซ์ 1 แลว แล้วเก็บไว้ใน CGRAM รูปแบบอักษรนี้จะหายไปเมื่อปิดเครื่อง และเมื่อจะใช้งานต้องเรียกข้อมูลมาใหม่ หลังจากเปิดเครื่อง

อักษรใน CGROM และ CGRAM เป็นอักษรขนาด 8 บิต (0 ถึง FFH) ซึ่งบางตำแหน่งก็ไม่ได้ใช้ ตำแหน่งแอดเดรสที่ใช้กันมากจากช่วง 21H ถึง 7DH ซึ่งจะตรงกับตำแหน่งรหัสแอสกีบนคอมพิวเตอร์ เช่น "A" จะถูกเก็บไว้ที่ตำแหน่ง 41H และ "B" จะเก็บไว้ที่ตำแหน่ง 42H เป็นต้น โดยตำแหน่งแอดเดรสจะถูกเก็บอยู่ในเลขฐาน 16

ไอซี HD44780 มีรีจิสเตอร์ 2 ตัวคือ Instruction Register (IR) ใช้สำหรับเก็บรหัสของคำสั่ง และ Data Register (DR) ซึ่งใช้สำหรับเก็บรหัสตัวอักษรเมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลจากไอซีจะต้องเลือกรีจิสเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อนำไปต่อกับขา 4 ของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ตามหน้าที่การทำงานที่เราต้องการ

หน่วยความจำแรมเก็บข้อมูลแสดงผล Display Data (DD) RAM จะเก็บรหัสตัวอักษรขนาด 8 บิตได้มากกว่า 8 ตัวอักษร ไว้ในแอดเดรสแต่ละตำแหน่ง โดยรหัสของตัวอักษรที่เก็บไว้ใน DDRAM จะกำหนดว่าให้แสดงอักษรที่ตำแหน่งไหน

ในกรณีที่ จอแสดงผลแบบผลึกเหลว มี 2 แถว (ถ้าต้องการลบแถวแรก) การทำงานของมันจะทำการเลื่อนตำแหน่งซ้ายสุดของแถวบนซึ่งเป็นตำแหน่งแอดเดรสสูงก่อน และตำแหน่งต่อไปก็จะเลื่อนตามมา ตามลำดับจนกว่าจะหมดแถวที่ 1 แล้วแถวที่ 2 จะตามมา เช่น สมมุติว่าแถวที่ 1 มีตำแหน่งแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0-39H พอหมดแถวที่ 1 แล้วแถวที่ 2 จะถูกลบต่อไปเป็น 40H, 41H, 42H, 43H และต่อ ๆ ไปจนครบ

แต่ครั้งที่ทำการเขียนอักษรลงในแอดเดรสของ DDRAM แต่ละตำแหน่งแอดเดรสจะเพิ่มตำแหน่งขึ้นโดยอัตโนมัติตามลำดับของการเขียนตัวอักษร ยกเว้นกรณีที่ผู้ใช้กำหนดตำแหน่งของแอดเดรสที่จะเขียนข้อมูลเองในบางครั้ง

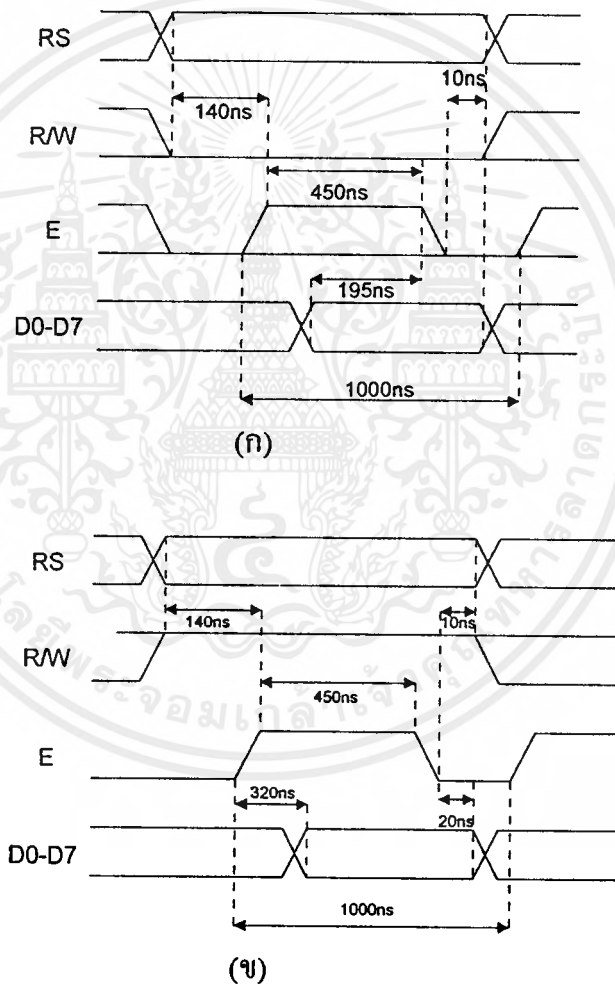
อย่างไรก็ตามเนื่องจากว่าแถวที่สอง เริ่มที่ตำแหน่งแอดเดรส 40H ดังนั้นถ้าหากผู้ใช้ต้องการให้แสดงที่แถวที่สอง จะต้องอ้างตำแหน่งแอดเดรส ให้ถูกต้องด้วย เช่น ถ้าจอแสดงผลมี 16 ตำแหน่ง แถวที่ 1 จะสิ้นสุดที่ตำแหน่ง 0F H และแถวที่ 2 จะเริ่มต้นที่ 40 H ดังนั้นถ้าต้องการย้ายอักษรจากตำแหน่งขวาสุดของแถวที่ 1 ไปยังตำแหน่งซ้ายสุดของแถวที่ 2 ผู้ใช้จะต้องอ้างตำแหน่ง ไปที่ 40 H

นอกจากนี้จอแสดงผลบางรุ่นจะมีแถวแสดงอักษรเป็นแบบ ฟิสิกอล 1 แถว และแบบ ลอจิคอลอีก 2 แถว ในกรณีที่ เป็นจอแสดงผลแบบ 2 แถว ในกรณีที่ เป็น 16 ตัวอักษร 8 ตัวอักษรแรกจะเริ่มที่แอดเดรส 0 ถึง 7 และ 8 ตัวอักษรหลังจะเริ่มที่แอดเดรส 40H ถึง 47H ดังนั้นถ้าจะเขียนข้อมูลไปที่ตำแหน่ง 8 ตัวหลังต้องกำหนดตำแหน่งไปที่ 40H

อย่างไรก็ตาม ในจอแสดงผลขนาดเล็กจะไม่มี DDRAM เนื่องจากว่า DDRAM เป็น RAM ที่ใช้สำรองไว้ให้ผู้เลือกใช้ตามวัตถุประสงค์

การอ่านและการเขียน

รูปที่ 2.29 จะแสดงผังเวลาของการประมวลผลคำสั่งในการอ่าน และเขียนข้อมูลกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ขั้นตอนของการเขียนเริ่มจากมีสัญญาณ RS เข้ามา และให้สัญญาณ R/W มีสถานะเป็น “LOW” หลังจากนั้นประมาณ 140 นาโนวินาที สัญญาณอีนาเบิลจะมีสถานะเป็น “HIGH” สถานะอยู่อย่างน้อย 450 นาโนวินาที เพื่อที่จะให้ขาที่ค่า D0-D7 ส่งข้อมูลอย่างน้อย 195 นาโนวินาที ก่อนที่สัญญาณอีนาเบิลจะเป็น “LOW” อีกครั้ง



รูปที่ 2.29 ผังเวลา

(ก) การเขียนข้อมูลลงบน โมดูลจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

(ข) การอ่านข้อมูลจาก โมดูลจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนขั้นตอนในการอ่านข้อมูลจะคล้ายกับการเขียนแต่สัญญาณ R/W จะเป็น “HIGH” ส่วนสัญญาณข้อมูล D0-D7 จะทำงานหลังจากสัญญาณอินาเบิลเป็น “HIGH” แล้วประมาณ 320 นาโนวินาที

ไอซี HD44780 จะไม่ทำคำสั่งใหม่ที่เข้ามาจนกว่าจะทำคำสั่งที่ทำงานอยู่ขณะนั้นเสร็จก่อน ซึ่งในกรอบแยกที่ 1 จะแสดงเวลาที่มากที่สุดของแต่ละคำสั่งใช้ในการประมวลผล แต่ถ้าใช้ภาษาเบสิกหรือภาษาระดับสูงในการโปรแกรมค่าเวลาเหล่านี้อาจไม่ต้องใส่ใจกับมันมากนัก เพราะว่าตัวโปรแกรมจะเข้าถึงคำสั่งโดยอัตโนมัติอยู่แล้ว ถ้าหากต้องการใช้ชุดโมดูล จอแสดงผลแบบผลึกเหลว รับคำสั่งต่อมาอาจทำได้โดยเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาหลังจากทำคำสั่งเหล่านั้นหรืออาจจะอ่านแฟลชกว้าง (บิต 7 ก็ ได้)

คำสั่งในตารางที่ 2.6 แสดงการเชื่อมต่อของข้อมูลขนาด 8 บิต (D0-D7) แต่ถ้าเป็นคอนโทรลเลอร์ HD44780 จะใช้ข้อมูลขนาดเท่ากับ 4 บิตเท่านั้นบางครั้งถ้าเรามีไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต เราสามารถที่จะต่อใช้ข้อมูลเพียง 4 บิต ก็ได้เพื่อเป็นการประหยัดฮาร์ดแวร์ การใช้ข้อมูลเพียง 4 บิต ก็ได้ จะใช้สัญญาณในการส่งข้อมูลทั้งหมดเพียง 7 เส้น เท่านั้น (D4-D7, RS, R/W และอินาเบิล) หรืออาจจะใช้เพียง 6 เส้น ถ้าให้สัญญาณ R/W เป็น “LOW” ตลอด ก็จะสามารถอ่านข้อมูล D0-D7 แสดงบนจอแสดงผลได้

อย่างไรก็ตามการที่จะส่งคำสั่งเพื่อใช้กับข้อมูลขนาด 8 บิตนั้น คุณจะต้องส่งข้อมูลบิต D4-D7 ไปพร้อมกับสัญญาณ RS และ R/W โดยไม่ต้องใช้บิต D0-D3

ตัวอย่างการเขียนตัวอักษร “Z” (SAH) ให้ออกจอแสดงผลกรณีที่ใช้บิตข้อมูลขนาด 8 บิตจะใช้คำสั่งดังนี้ คือ

RA	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	1	0	1	1	0	1	0

ส่วนกรณีที่ใช้แบบ 4 บิต จะใช้คำสั่งเหมือนกันแต่จะต้องป้อนออกไป 2 ครั้งดังนี้ คือ

RS	R/W	D7	D6	D5	D4
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0

การใช้งานแบบ 4 บิต จะทำงานช้า และโปรแกรมยาวกว่าแบบ 8 บิต แต่ข้อดีก็คือการใช้การต่อวงจร หรือขาสัญญานน้อยกว่าแบบ 8 บิต

2.6 วิธีสร้างฐานเวลาจริงให้แก่ MCS-51 (ใช้ชิป อาร์ทีซี : Real Time Clock)

วิธีแรกนี้จะใช้ชิปที่ทำหน้าที่เป็นนาฬิกาที่สามารถส่งข้อมูลเวลาในขณะใดๆ (ชิปอาร์ทีซี : RTC) ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เวลาที่ได้จกวิธีนี้จะเป็นเวลาจริงๆที่เดินอยู่ตลอดเวลาอย่างเที่ยงตรงชิปที่ทำหน้าที่ดังกล่าวนี้ปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ แต่เบอร์ที่ใช้งานได้ง่ายและสะดวกที่สุดคือชิป อาร์ทีซี ของบริษัท Dallas Semiconductor เบอร์ DS1202 “Serial Timekeeper Chip” ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

ชิปอาร์ทีซีจริงๆ มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด บางเบอร์สามารถอินเตอร์รัปต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในช่วงเวลามีกำหนดได้ชิปอาร์ทีซี เบอร์ที่เราจะศึกษาต่อไปนี้ทำได้เพียงแค่ให้ข้อมูลที่เป็นเวลาในขณะใดๆ แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์เท่านั้น ไม่สามารถอินเตอร์รัปต์ชิปยูได้ การเลือกใช้งานชิปอาร์ทีซีประเภทใดขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบว่าต้องการความสามารถมากน้อยขนาดไหน

ชิปอาร์ทีซี เบอร์ DS1202 ที่จะได้กล่าวถึงนี้มีความเที่ยงตรงในการทำงานสูงมากสามารถนำมาต่อร่วมกับระบบเพื่อบอกเวลาให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้สะดวก เพราะใช้จำนวนสายในการติดต่อระหว่างตัวชิปเองกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 3 เส้นเท่านั้น เนื่องจากชิปอาร์ทีซีเบอร์นี้ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม คุณสมบัติคร่าวๆของชิปอาร์ทีซีเบอร์นี้มีดังนี้

ทำหน้าที่นับวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ของเดือน เดือน ปี รวมทั้งคำนวณปีอธิกสุรทินให้เองโดยอัตโนมัติ

- มีหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆไป ส่วนใหญ่ไว้เก็บข้อมูลที่ต้องการสำรองในกรณีที่ไม่มีพลังงานจ่ายให้แก่ระบบ เช่น รหัสผ่านที่เปลี่ยนค่าได้ เวลาที่ต้องการให้เครื่องจักรทำงาน ทำให้ไม่จำเป็นต้องสำรองหน่วยความจำทั้งระบบนั่นเอง

- ใช้การติดต่อแบบอนุกรม จึงใช้จำนวนสายในการเชื่อมต่อกับระบบเพียง 3 เส้นเท่านั้น

- ใช้แรงดันไฟฟ้าเพียง 2.0 ถึง 5.5 โวลต์ และใช้กระแสเพียง 300 นาโนแอมแปร์ที่ระดับแรงดัน 2.0 โวลต์

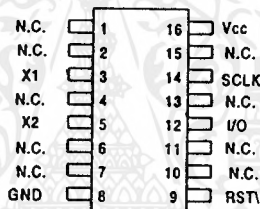
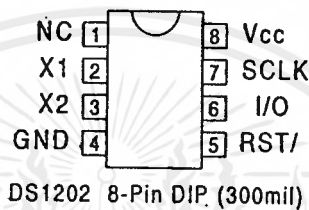
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การโอนย้ายข้อมูลสามารถกระทำได้ทั้งในแบบครั้งละ 1 ไบต์ (single byte) หรือ ครั้งละหลายๆไบต์ (multiple byte หรือ burst mode) ไม่ว่าจะเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูล

- ตัวชิปเองมีให้เลือกทั้งแบบ 8 PIN DIP หรือ 16 PIN SOIC เพื่อใช้สำหรับแผ่นวงจรชนิด surface mount

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

- ช่วงอุณหภูมิในการใช้งานกว้างมากระหว่าง -40 องศา ± 88 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.30 ลักษณะรูปร่างทั้งสองแบบของไอซีเบอร์ DS1202

รายละเอียด

ชิปอาร์ทีซี เบอร์ DS1202 “Serial Time Keeper Chip” มี Real Time Clock/Calender และ Static RAM ขนาด 24 ไบต์ ใช้สายเพียง 3 เส้นในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับส่งข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ข้อมูลที่ชิปอาร์ทีซี DS1202 มีให้ประกอบด้วย

- วินาที
- นาที
- ชั่วโมง
- วันที่
- เดือน
- ปี

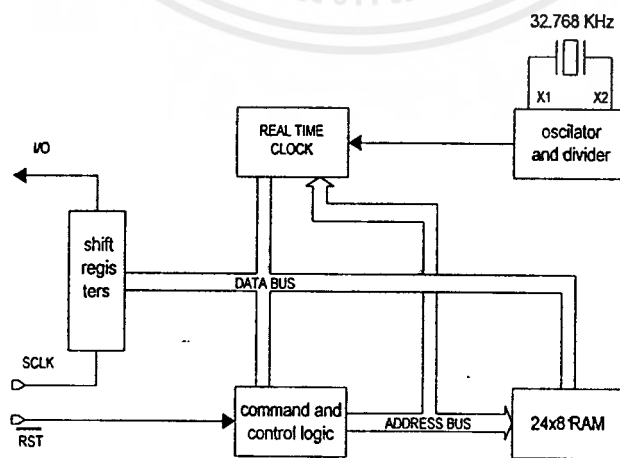
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ในวันสุดท้ายของเดือนจะถูกปรับโดยอัตโนมัติสำหรับเดือนที่มีจำนวนวันน้อยกว่า 31 วัน และมีการคำนวณจำนวนวันของเดือนกุมภาพันธ์ในปีก่อนคริสตศักราชให้เอง ข้อมูลที่ส่งให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเลือกรูปแบบได้ทั้งแบบ 24 ชั่วโมง (0.00-23.59 นาฬิกา) หรือแบบ 12 ชั่วโมง (0.00-12.00 นาฬิกาโดยมีข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อบอกให้ทราบว่าเป็นเวลาในช่วงกลางวันหรือกลางคืน)

การเชื่อมต่อชิปอาร์ทีซี DS1202 เข้ากับระบบมีความสะดวกมากเนื่องจากใช้จำนวนสายเพียง 3 เส้นเท่านั้น เพราะใช้การติดต่อแบบอนุกรมชนิด Synchronous Serial Communication ขาที่ต้องการใช้ในการรับส่งข้อมูลทั้งสาม คือ

- RTC (Reset)
- I/O (Data line)
- SCLK (Serial clock)

เนื่องจากในชิปอาร์ทีซี DS1202 มีนาฬิกาหรือเวลาที่เดินอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งมีหน่วยความจำจำนวนหนึ่ง ดังนั้นในการติดต่อกับ ชิปอาร์ทีซี DS1202 ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการข้อมูลจากนาฬิกาหรือจากหน่วยความจำภายในชิป (Clock/RAM) การรับส่งข้อมูลสามารถกระทำได้ทั้งแบบทีละไบต์ หรือรับส่งกันคราวละหลายไบต์คงจะได้กล่าวต่อไป นอกจากนี้ อาร์ทีซี DS1202 ยังถูกออกแบบให้ใช้พลังงานน้อยมาก และสิ้นเปลืองพลังงานจากแบตเตอรี่น้อยที่สุดเพื่อความสะดวกในการสำรองพลังงาน โดยชิปตัวนี้สามารถเก็บรักษาข้อมูลในหน่วยความจำ และเวลาที่เดินอยู่ตลอดเวลาได้ที่ก่่าลังไฟฟ้าน้อยกว่า 1 ไมโครวัตต์



รูปที่ 2.31 โครงสร้างภายในของ อาร์ทีซี DS1202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในของ อาร์ทีซี DS 1202 ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.35 จะเห็นว่าชิปอาร์ทีซีเบอร์นี้ ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้ คือ

- Shift register
- Control logic
- Oscillator
- Real time clock
- RAM

ในการรับหรือส่งข้อมูลใดๆ ให้แก่ อาร์ทีซี DS 1202 ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ที่ต้องการติดต่อดังกล่าวจะต้องส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งควบคุมการติดต่อซึ่งมีขนาด 8 บิต เสียก่อน โดยเริ่มต้นด้วยการให้ขา RST มีสถานะเป็น 1 (อยู่ในช่วงการติดต่อ) จากนั้นส่งข้อมูลจำนวน 8 บิต เข้าไปในชิปรีจิสเตอร์ (Shift register) ของ อาร์ทีซี ข้อมูลขนาด 8 บิต จะประกอบด้วยคำสั่งในการควบคุมชิปอาร์ทีซี และตำแหน่งของหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ (Address / Command byte) ในแต่ละครั้ง การรับข้อมูลจากไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละบิตจะกระทำที่ช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณที่ขา SCLK (Serial clock)

ภายในชิปอาร์ทีซี เบอร์ DS 1202 ประกอบด้วยหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์ และรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บเวลาของชิปในขณะปัจจุบันจำนวน 8 ตัว รีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัวนี้สามารถเข้าถึงได้เสมือนเป็นหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่ง ดังนั้นต่อไปเราจะมองว่าชิปอาร์ทีซี เบอร์นี้มีหน่วยความจำรวมทั้งสิ้น 32 ตำแหน่ง โดยประกอบขึ้นจากรีจิสเตอร์ 8 ตำแหน่ง และหน่วยความจำ 24 ตำแหน่ง

ข้อมูลขนาด 8 บิตแรก (Address/Command byte) จะระบุตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ (ทั้งตำแหน่งของหน่วยความจำทั่วไป และตำแหน่งของรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลา) และบอกว่าเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำตำแหน่งนั้นๆ รวมทั้งระบุว่าการรับส่งข้อมูลเป็นแบบครั้งละ 1 ไบต์ หรือครั้งละหลายๆ ไบต์

หลังจากมีสัญญาณนาฬิกาเกิดขึ้น 8 ครั้ง (สัญญาณ SCLK) ในระหว่างการเขียนข้อมูล 8 บิตแรกเข้าไปในชิปรีจิสเตอร์ สัญญาณนาฬิกาต่อไปที่จะเกิดขึ้นจะเป็นการนำข้อมูลออกจากชิปอาร์ทีซี สำหรับการอ่านข้อมูลหรือนำข้อมูลเข้าไปยังชิปอาร์ทีซี สำหรับการเขียนข้อมูลจำนวนของสัญญาณนาฬิกาทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการติดต่อบ้างหนึ่งๆ จึงเท่ากับ 8+8 ในการส่งข้อมูลครั้งละ 1 ไบต์ Single byte mode หรือ 8 บวกมากที่สุด 192 (8x24) สำหรับการส่งข้อมูลครั้งละหลายๆ ไบต์

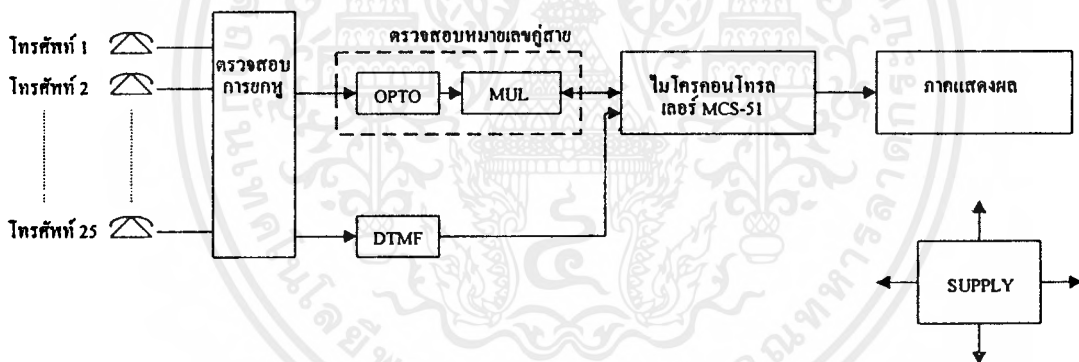
บทที่ 3

การออกแบบการสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบโครงงานนี้ จะแยกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์ ซึ่งส่วนของฮาร์ดแวร์ได้แก่ภาคตรวจสอบการยกหู ภาครับสัญญาณความถี่คู่ และภาคแสดงผล ในส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นภาคประมวลผลซึ่งจะประกอบด้วยวงจร ต่างๆ เพื่อให้การทำงานได้สมบูรณ์โดยการทำงานของวงจรในแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

3.2 หลักการทำงาน



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์

จากรูปที่ 3.1 เป็นผังการทำงานของเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

วงจรตรวจสอบการยกหูจะแสดงสถานะของการยกหูเมื่อมีการยกหูเกิดขึ้น สัญญาณจากการยกหูนี้จะถูกส่งไปยังวงจรตรวจสอบหมายเลขคู่สายโดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ตรวจสอบแบบวนจนพบจึงนำค่าไปแสดงผลเป็นหมายเลขคู่สาย ส่วนวงจรรับสัญญาณความถี่คู่จะทำหน้าที่รับเลขหมายโทรศัพท์ถ้ามีสัญญาณความถี่คู่เข้ามา สัญญาณดังกล่าวจะถูกนำมาถอดรหัสออกเป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งมีเพียงสองสถานะ คือ 0 และ 1 เป็นรหัสเลขฐานสอง (Binary) 4 บิต (bit) ต่อตัวเลขฐานสิบ (Decimal) 1 ตัว จากนั้นจะส่งสัญญาณไปยังชุด

ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำค่าที่รับได้ไปโดยจะแสดงค่าที่รับได้ต่อจากค่าหมายเลขคู่สายที่ตรวจสอบได้ในตอนแรก และจะแสดง และเก็บค่าเช่นนี้ทุกคู่สายที่ทำการตรวจสอบ

3.3 การออกแบบวงจร

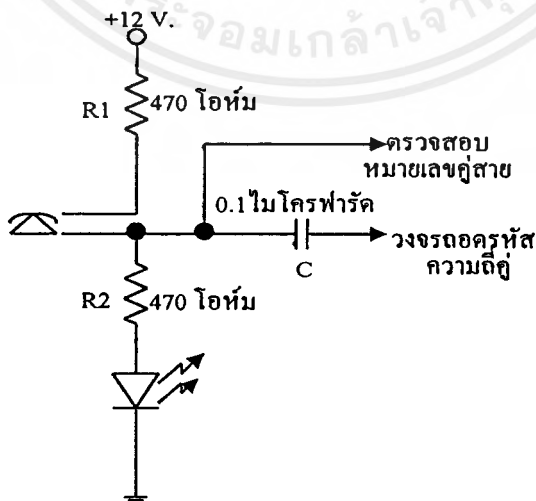
เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ทุกวงจร ได้ออกแบบแบบแผ่นวงจรพิมพ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Protel และวงจรที่ออกแบบทั้งหมดจะถูกติดตั้งลงในกล่องเอนกประสงค์ซึ่งมีขนาดกระทัดรัด ทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้าย

ระบบการทำงานของเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์จะประกอบด้วยวงจรที่สำคัญ 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1. วงจรตรวจสอบการยกหู
2. วงจรถอดรหัสความถี่คู่
3. วงจรตรวจสอบหมายเลขคู่สาย
4. วงจรควบคุม

3.3.1 วงจรตรวจสอบการยกหู

วงจรในส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบการยกหู และส่งสัญญาณไปยังวงจรตรวจสอบหมายเลขคู่สาย และเชื่อมต่อกับชุด วงจรสัญญาณความถี่คู่

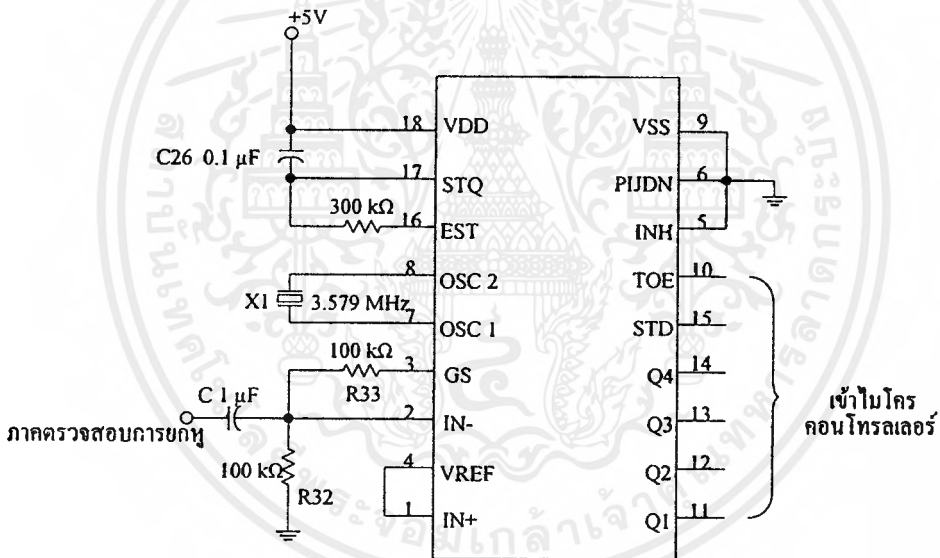


รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบการยกหู

จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรตรวจสอบการยกหูจากโทรศัพท์ทั้งหมด 25 คู่สาย ซึ่งจากวงจรเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์จะเหมือนสวิตช์ต่อวงจรจากแหล่งจ่าย +12 โวลต์ ผ่าน R1 และ R2 ที่ทำหน้าที่เป็นวงจรแบ่งแรงดันทำให้แรงดันที่ส่งไปยังวงจรตรวจสอบหมายเลขคู่สายประมาณ 6 V ส่วนวงจร DTMF จะไม่มีแรงดัน DC ผ่านไป ในขณะที่ยกหูโทรศัพท์วงจรต่อครบวงจรจะทำให้ไดโอดเปล่งแสงสว่างขึ้นด้วยเป็นการแจ้งสถานะการยกหู

3.3.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)

วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่รับเข้ามาเป็นรหัสไบนารี 4 บิต เพื่อส่งเป็นสัญญาณอินพุตให้กับส่วนประมวลผล

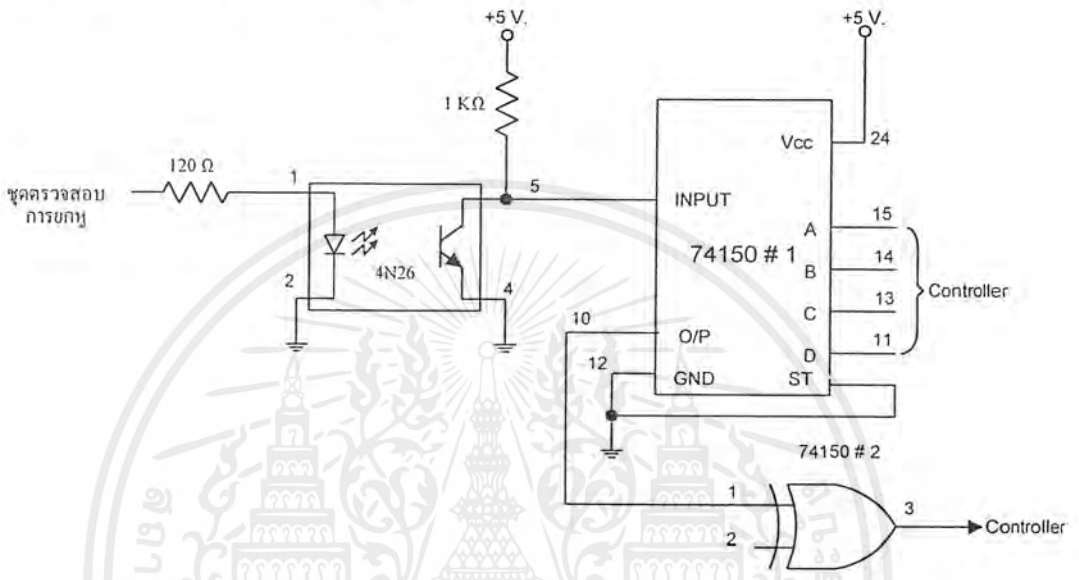


รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

จากรูปที่ 3.3 C26 จะเป็นตัวคัปปลิงสัญญาณความถี่คู่ ผ่าน R32 และ R23 ซึ่งอัตราการขยายของวงจรสามารถกำหนดได้โดยความต้านทานทั้งสองตัวนี้ ในโครงการนี้ใช้อัตราการขยายเท่ากับหนึ่งโดยอุปกรณ์ที่สำคัญของส่วนนี้คือ ไอซี 8870 โดยเอาต์พุตที่ได้ออกมาทางขา 11, 12, 13, 14 และที่ขา 15 ซึ่งเป็นขา STD โดยต่อเข้ากับขา TOE ซึ่งขา STD จะมีลอจิก 1 เมื่อมีสัญญาณความถี่คู่ เข้ามาทำให้ขา TOE เป็น 1 ไปด้วย ทำให้ขาเอาต์พุตมี

ข้อมูลออกพร้อมๆ กัน ถ้าขา STD เป็นลอจิก 0 ขา TOE จะเป็น 0 ด้วยทำให้ขาเอาต์พุตเกิดสถานะไฮอิมพีแดนซ์ ขณะไม่มีสัญญาณความถี่เข้ามา

3.3.3 วงจรตรวจสอบหมายเลขคู่สาย



รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบหมายเลขคู่สาย

จากรูปที่ 3.4 สัญญาณจากวงจรตรวจสอบการยกหูจะส่งผ่านความต้านทาน 120 โอห์ม จำกัดกระแสให้กับ ไอซี 4N26 จะทำให้ ไอซี 4N26 ทำงาน ทรานซิสเตอร์ภายในไอซีจะนำกระแสเอาต์พุตที่ออกที่ขาคอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์ภายใน ไอซี 4N26 (หรือขา 5 ของออปโตทรานซิสเตอร์) เป็น “ 0 ” ในทางตรงกันข้ามถ้าหากไม่มีสัญญาณจากวงจรตรวจสอบการยกหู เอาต์พุตของ ไอซี 4N26 จะเป็น “ 1 ” จะส่งไปยัง ไอซี 74150 ซึ่งเป็นไอซีมัลติเพล็กซ์ จะรับเข้ามาหลายคู่สายมีเอาต์พุตออกเพียง 1 ช่องสัญญาณ โดยซอฟต์แวร์จะส่งสัญญาณตรวจสอบแบบวนผ่านขา Select ของไอซี 74150 (ที่ขา 11, 13, 14 และ 15 และกำหนดให้ ST เป็น “ 0 ” จะได้ดังตารางที่ 3.1) จนพบจะได้เอาต์พุตออกจาก ไอซี 74150 ผ่านเอ็กคูล์ฟอเกต ถ้าสถานะอินพุตของเอ็กคูล์ฟอเกตต่างกันจะได้เอาต์พุตเป็น “ 1 ” ทันที ไปเข้าพอร์ต เพื่อหยุดการตรวจสอบแบบวน แล้วนำค่าจากขาของ Select ในขณะที่เอาต์พุตเป็น “ 1 ” ไปเก็บค่า และแสดงผลเป็นหมายเลขคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 สภาวะของหมายเลขคู่สายโทรศัพท์ที่ตรวจสอบได้

SELECT				STOBE	O/P	หมายเลขคู่สายที่ได้
D	C	B	A		Y	
X	X	X	X	H	Z	--
L	L	L	L	L	D ₀	Line 1
L	L	L	H	L	D ₁	Line 2
L	L	H	L	L	D ₂	Line 3
L	L	H	H	L	D ₃	Line 4
L	H	L	L	L	D ₄	Line 5
L	H	L	H	L	D ₅	Line 6
L	H	H	L	L	D ₆	Line 7
L	H	H	H	L	D ₇	Line 8
H	L	L	L	L	D ₈	Line 9
H	L	L	H	L	D ₉	Line 10
H	L	H	L	L	D ₁₀	Line 11
H	L	H	H	L	D ₁₁	Line 12
H	H	L	L	L	D ₁₂	Line 13
H	H	L	H	L	D ₁₃	Line 14
H	H	H	L	L	D ₁₄	Line 15
H	H	H	H	L	D ₁₅	Line 16
L	L	L	L	L	D ₀	Line 17
L	L	L	H	L	D ₁	Line 18
L	L	H	L	L	D ₂	Line 19
L	L	H	H	L	D ₃	Line 20
L	H	L	L	L	D ₄	Line 21
L	H	L	H	L	D ₅	Line 22
L	H	H	L	L	D ₆	Line 23
L	H	H	H	L	D ₇	Line 24
H	L	L	L	L	D ₈	Line 25

หมายเหตุ หมายเลขคู่สายที่ได้ Line 1 - Line 16 เป็นส่วนของ ไอซี 74150 ตัวที่ 1 และ
หมายเลขคู่สายที่ได้ Line 17 - Line 25 เป็นส่วนของ ไอซี 74150 ตัวที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 วงจรควบคุม

ก. การออกแบบวงจรควบคุม

1. คุณสมบัติของตัวควบคุม

ไมโครคอนโทรลเลอร์	: 8031
หน่วยความจำโปรแกรม	: ใช้ภายนอก (EPROM 27256 32 กิโลไบต์)
หน่วยความจำข้อมูล	: ใช้ภายนอก (RAM 62256 32 กิโลไบต์)
จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	: ใช้แบบ Dot Matrix LCD ขนาด 1 แถว 16 ตัวอักษร
สวิตช์	: 4 ตัว
	Up 1 ตัว
	Down 1 ตัว
	Print 1 ตัว
	Time set 1 ตัว
สัญญาณนาฬิกา	: ใช้คริสตัลความถี่ 11.0592 เมกกะเฮิร์ต
พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต	: 8255 2 ตัว

2. การจัดการหน่วยความจำ

ไอซี 8031 ต่อหน่วยความจำได้ 2 อย่าง คือ โปรแกรมเมโมรี่ และดาต้าเมโมรี่อย่างละ 64 กิโลไบต์ สำหรับโครงการนี้จะใช้หน่วยความจำภายนอกทั้งหมดโดยใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกขนาด 32 กิโลไบต์ และหน่วยความจำข้อมูลภายนอกขนาด 32 กิโลไบต์

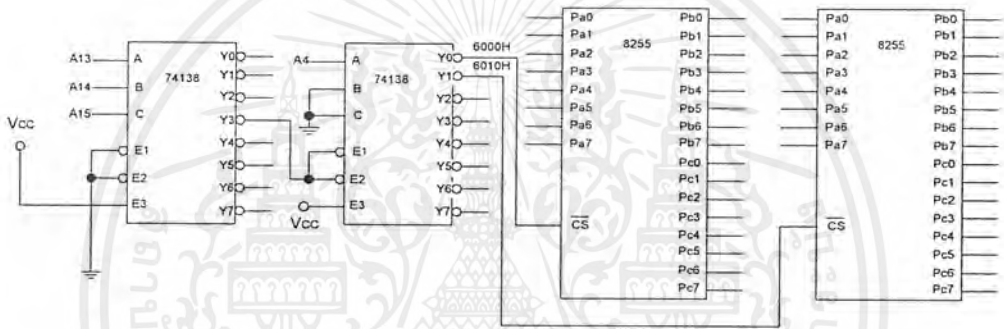
3. พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต

ใช้ไอซี 8255 2 ตัว อยู่ที่ตำแหน่ง 6000H และ 6010H ในการเลือกให้ไอซี 8255 แต่ละตัวทำงานนั้นทำได้โดยการส่งสัญญาณลอจิก “0” ไปที่ขา cs ของไอซี 8255 ตัวที่ต้องการจะให้ทำงาน โดยจะใช้ไอซี 74138 จำนวน 2 ตัว เป็นตัวถอดรหัสตำแหน่งแล้วส่งลอจิก “0” ไปควบคุมไอซี 8255

ไอซี 8255 ตัวที่ 1 ใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง 6000H ได้มาจากเมื่อส่งข้อมูลไปที่ตำแหน่ง 6000H จะทำให้ A15, A14 และ A13 ของไอซี 74138 ตัวที่ 1 เป็นลอจิก “0”, “1”, “1” ตามลำดับ และให้ขา E1 และ E2 เป็นลอจิก “0” ให้ขา E3 เป็นลอจิก “1” ทำให้มีลอจิก “0”

ออกทางขา Y3 ของไอซี 74138 ตัวที่ 1 ไปป้อนที่ขา E1 และ E2 ของไอซี 74138 ตัวที่ 2 ส่วนขา B และ C ของไอซี 74138 ตัวที่ 2 เป็นลอจิก “0” และต่อแอดเดรส A4 เข้ากับขา A ของไอซี 74138 ตัวที่ 2 เป็นลอจิก “0” ทำให้มีลอจิก “0” ออกทางขา Y0 ของไอซี 74138 ตัวที่ 2 ไปป้อนเข้าที่ขา cs ของไอซี 8255 ตัวที่ 1 ให้ทำงาน

ไอซี 8255 ตัวที่ 2 ใช้งานที่ตำแหน่ง 6010H หลักการทำงานเช่นเดียวกับไอซี 8255 ตัวที่ 1 แต่ต่างกันที่ขา A ของไอซี 74138 ตัวที่ 2 โดยเมื่อป้อนแอดเดรส 6010H เข้าไปทำให้ขา A4 เป็นลอจิก “1” ไปป้อนเข้าที่ขา A ของไอซี 74138 ตัวที่ 2 ทำให้มีลอจิก “0” ออกทางขา Y1 ของไอซี 74138 ตัวที่ 2 ไปป้อนเข้าที่ขา cs ของไอซี 8255 ตัวที่ 2 ให้ทำงาน



รูปที่ 3.5 วงจรถอดรหัสตำแหน่งของ 8255 ทั้ง 2 ตัว

4. การเชื่อมต่อกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (Liquid Crystal Display หรือ LCD)

ใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวแบบคอตเมตริกซ์ (Dot Matrix) ขนาด 1 บรรทัด 16 ตัวอักษร โดยต่อเข้ากับ ไอซี 8255 ตัวที่ 2 และมีตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 10 กิโลโอห์ม เพื่อใช้ในการปรับความเข้มของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

พอร์ต A ของ 8255 ทั้ง 8 บิต คือขา Pa0 , Pa1 , Pa2 , ..., Pa7 จะต่อเข้ากับขา DB0 , DB1 , DB2 , ..., DB7 ของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว เพื่อใช้รับส่งข้อมูล

พอร์ต Pb0 ของ 8255 ต่อเข้ากับขา RS ของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว เพื่อทำการเลือกรีจิสเตอร์ภายในของจอแสดงผล ซึ่งมีอยู่ 2 ตัว คือ Instruction Register (IR) และ Data Register (DR)

พอร์ต Pb1 ของ 8255 ต่อเข้ากับขา R/W ของจอแสดงผลเพื่อควบคุมการอ่าน และการเขียนข้อมูลไปยังจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

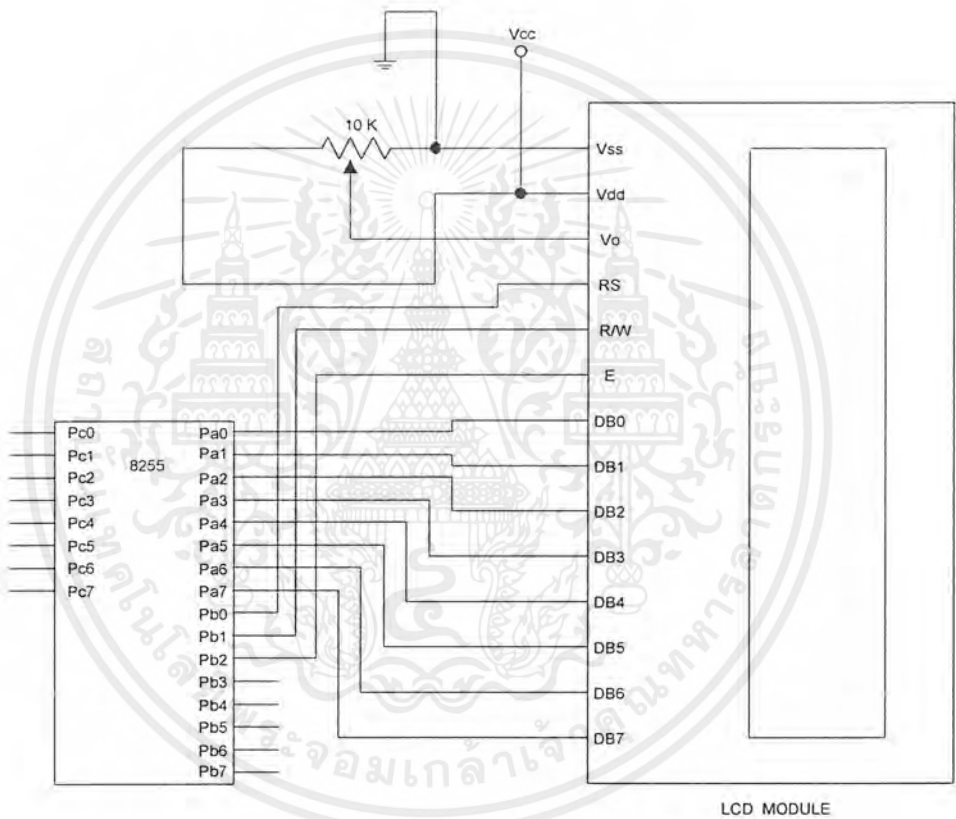
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ต์ Pb2 ของ 8255 ต่อเข้ากับขา E ของจอแสดงผลเพื่อควบคุมจังหวะการทำงานของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

ขา Vss ของจอแสดงผลต่อลงกราวด์

ขา Vdd ของจอแสดงผลต่อกับ Vcc +5 โวลต์

และใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 10 กิโลโอห์ม ต่อคร่อม Vcc กับกราวด์ ขากลางของตัวต้านทานต่อกับขา Vo ของจอแสดงผลเพื่อปรับความเข้มของจอ

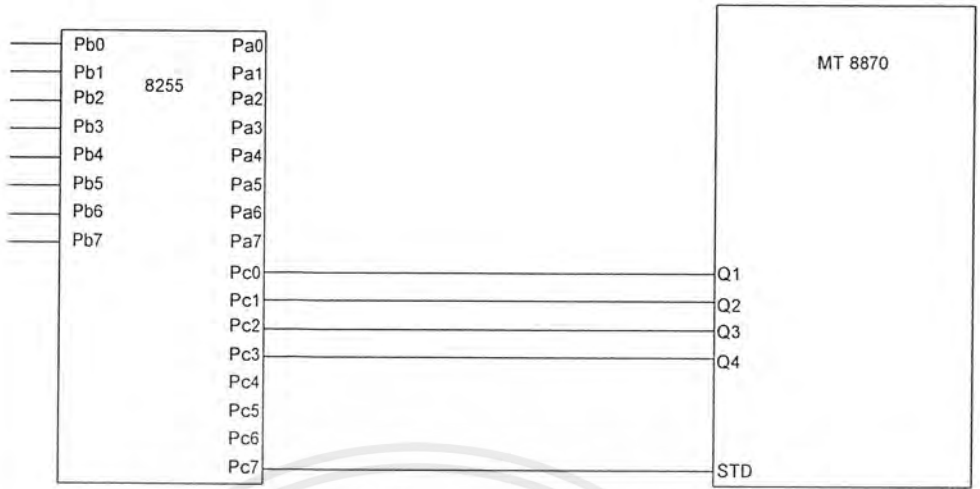


รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อจอแสดงผลแบบผลึกเหลวเข้ากับบอร์ด

5. การเชื่อมต่อกับไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่

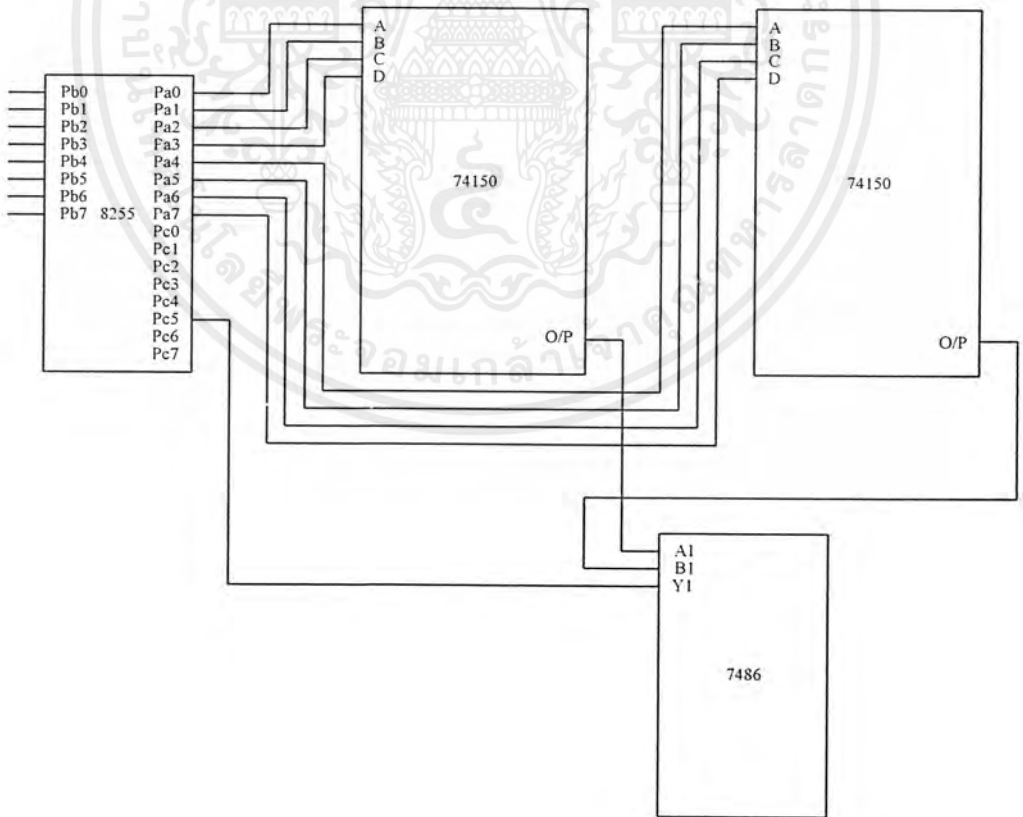
ใช้พอร์ต์ C ของไอซี 8255 ต่อเข้ากับ ไอซี MT 8870 ซึ่งจะส่งข้อมูลแบบไบนารีออกทางขา Q1 , Q2 , Q3 และ Q4 มาเข้าที่ Pc0 , Pc1 , Pc2 และ Pc3 ของไอซี 8255 เพื่อนำไปประมวลผล และตอนที่มีการกดสัญญาณความถี่ที่โทรศัพท์แต่ละครั้ง ไอซี MT 8870 จะส่งลอจิก “1” ออกทางขา STD มาเข้าที่ Pc7 ของไอซี 8255 เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อกับไอซีลอครหัสสัญญาความถี่

6. การเชื่อมต่อกับ Multiplex



รูปที่ 3.8 การเชื่อมต่อ ไอซี 8255 กับ ไอซีมัลติเพล็กซ์

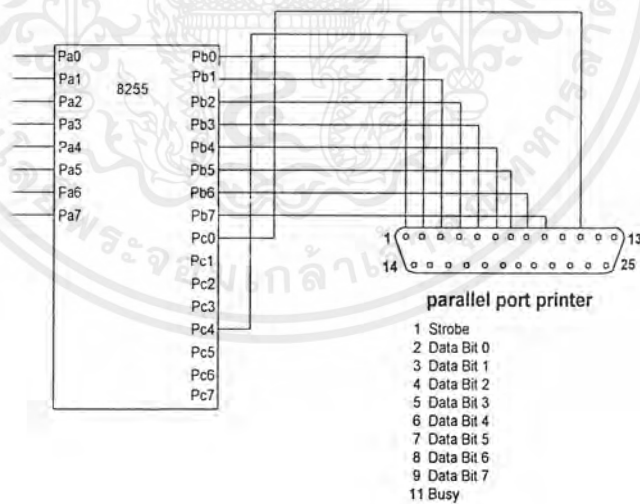
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้พอร์ต A ของ ไอซี 8255 ต่อเข้ากับไอซี 74150 โดยที่ต่อ Pa0 , Pa1 , Pa2 และ Pa3 เข้ากับขา A , B , C และ D ของไอซี 74150 ตัวที่ 1 เพื่อส่งข้อมูลควบคุมการสแกนคู่สายโทรสัพท์ตั้งแต่คู่สายที่ 1 ถึงคู่สายที่ 16 และใช้ขา Pa4 , Pa5 , Pa6 และ Pa7 ของไอซี 8255 ต่อเข้ากับขา A , B , C และ D ของไอซี 74150 ตัวที่ 2 เพื่อส่งข้อมูลควบคุมการสแกนคู่สายโทรสัพท์ตั้งแต่คู่สายที่ 17 ถึงคู่สายที่ 25

ขาเอาต์พุตของไอซี 74150 ทั้ง 2 ตัว นำมาต่อกับไอซี 7486 เพื่อให้มีสัญญาณไปเข้าที่ขา Pc5 ของไอซี 8255 ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่ามีการยกหูแล้ว

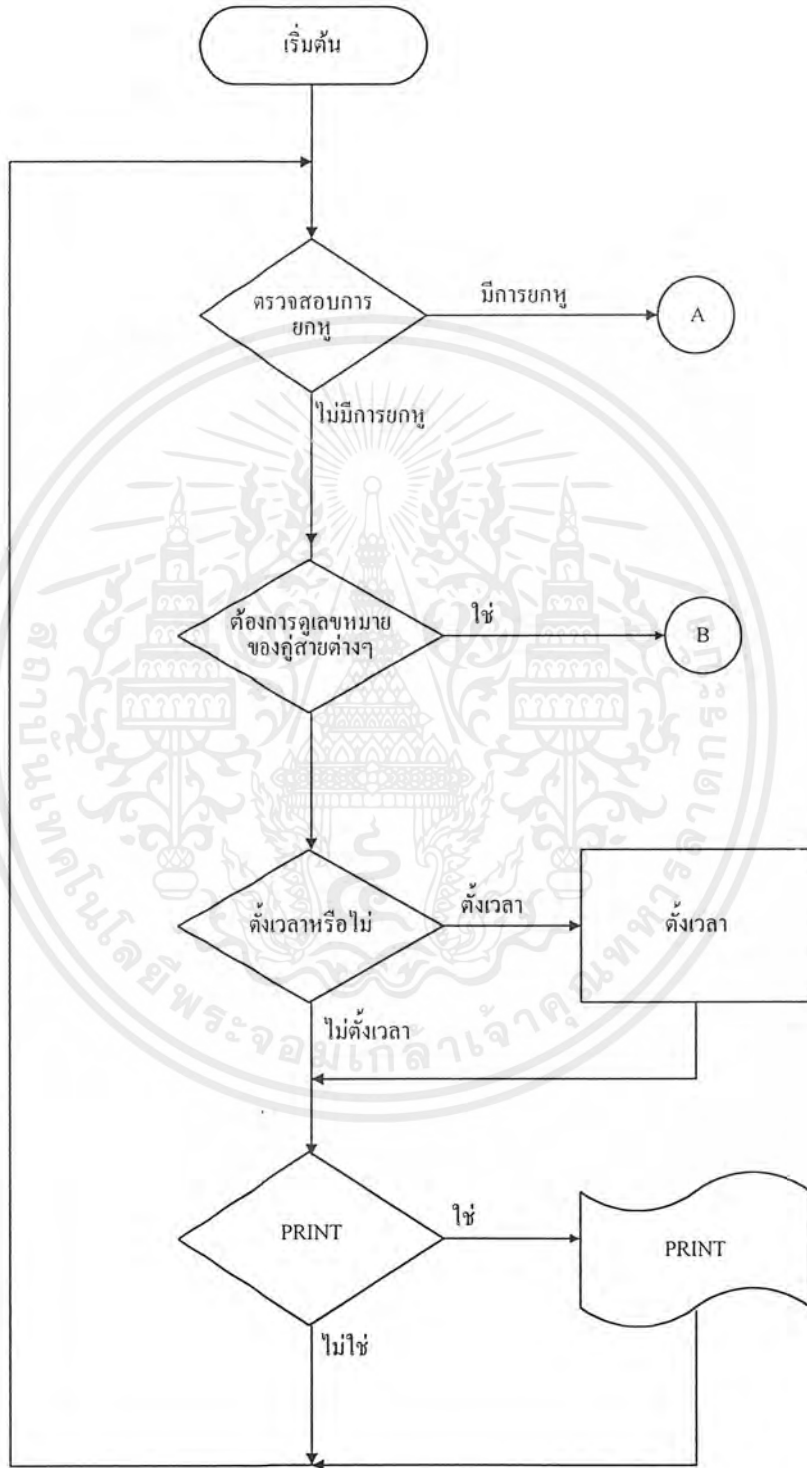
7. การเชื่อมต่อ ไอซี 8255 กับเครื่องพิมพ์

ใช้พอร์ตเครื่องพิมพ์แบบขนาน โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลขนาด 8 บิต ออกทางพอร์ต B ของไอซี 8255 ไปเข้าที่ขา Data Bit 0 ถึง Data Bit 7 ของเครื่องพิมพ์ โดยจะมีการตรวจสอบ Busy และ Strobe ด้วย โดยจะต่อขา Busy ของเครื่องพิมพ์เข้ากับพอร์ต Pc0 ของไอซี 8255 เพื่อเป็นตัวตรวจสอบ Busy ของเครื่องพิมพ์ และจะต่อขา Strobe ของเครื่องพิมพ์เข้ากับพอร์ต Pc4 ของไอซี 8255 เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณไปบอกเครื่องพิมพ์ว่าจะทำการพิมพ์ข้อมูล



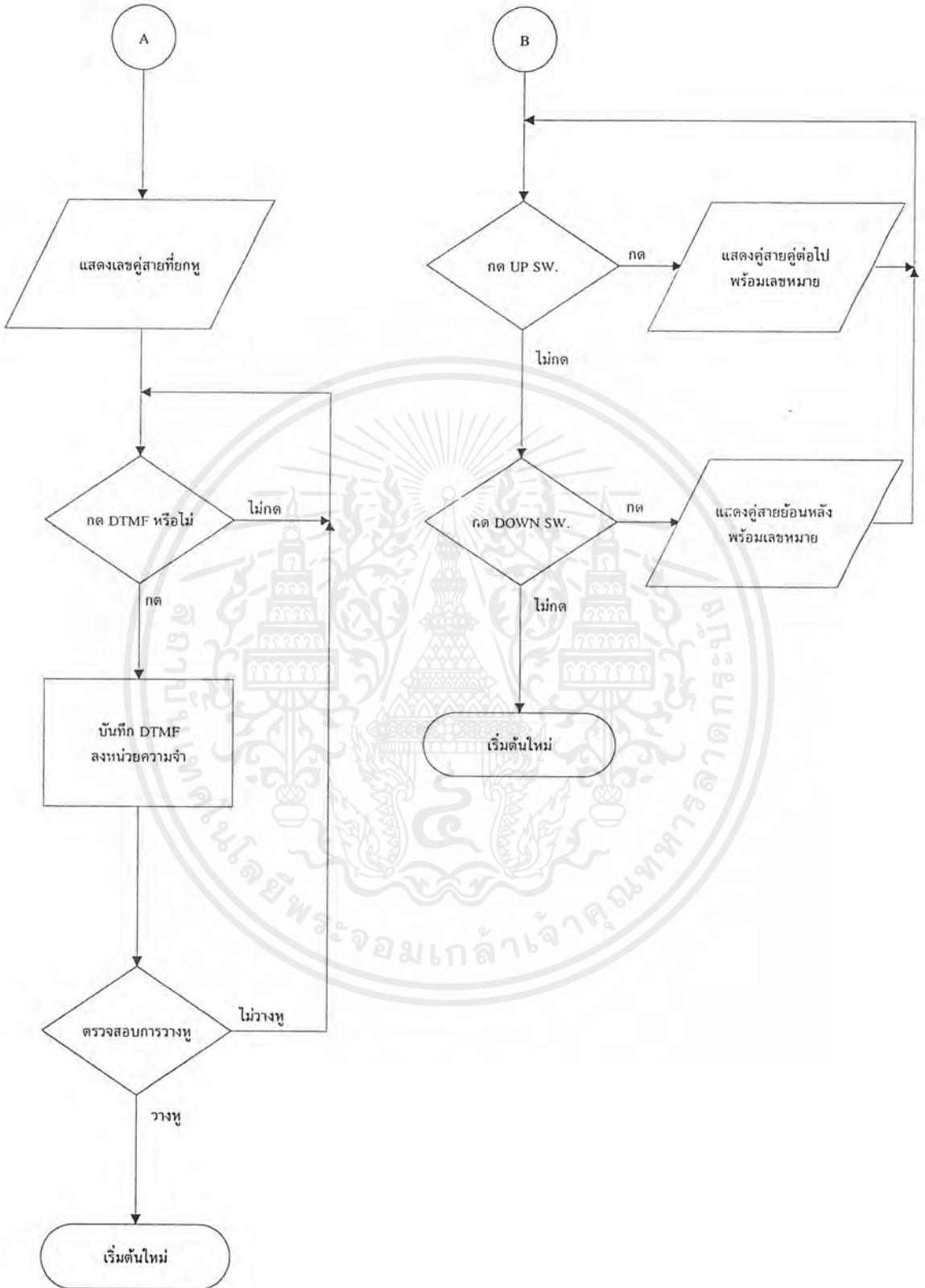
รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อ ไอซี 8255 กับเครื่องพิมพ์

8. ผังการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.10 ผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. โปรแกรมการทำงาน

วงจรถวควบคุม จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51 จะควบคุมขั้นตอนการทำงานของวงจร ซึ่งมีโปรแกรมที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมตรวจสอบหมายเลขคู่สาย

เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ตรวจสอบหมายเลขคู่สายที่ทำการยกหู ซึ่งทำการตรวจสอบวนผ่านไอซีเบอร์ 74150 ถ้าตรวจสอบแบบวนจนพบก็จะนำค่าที่ได้ไปเก็บไว้เพื่อนำไปแสดงผลในขั้นตอนต่อไป ดังรูปที่ 3.11 โดยมีหลักการทำงานของโปรแกรม คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปควบคุมขา Select ของไอซีเบอร์ 74150 ซึ่งเป็นไอซีมัลติเพล็กซ์แบบ 16 Line to 1 Line เพื่อทำการเลือกอินพุตขา 1 ถึงขา 16 ของไอซีให้ต่อกับเอาต์พุตของไอซี โดยที่ขาอินพุตทั้ง 16 ขาของไอซีจะต่ออยู่กับเครื่องโทรศัพท์ ถ้าเครื่องโทรศัพท์มีการยกหูเกิดขึ้น ก็จะส่งสัญญาณเข้ามาทางขาอินพุตของไอซี และในขณะเดียวกัน ไอซี 74150 จะทำการสแกนเพื่อส่งสัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์ไปออกที่ขาเอาต์พุตของไอซี สัญญาณนี้จะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้รู้ว่ามีการยกหูโทรศัพท์เกิดขึ้นแล้ว ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงรู้ว่าเครื่องโทรศัพท์เครื่องใดยกหู โดยตรวจสอบจากรหัสที่ส่งไปยังขา Select ของไอซี 74150 ในการออกแบบนี้เราจะใช้ไอซี 74150 2 ตัว คือ ไอซีตัวแรกจะใช้กับโทรศัพท์ Line 1 ถึง Line 16 ส่วนไอซีตัวที่ 2 จะใช้กับโทรศัพท์ Line 17 ถึง Line 25

2. โปรแกรมรับสัญญาณความถี่คู่

เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้ออกจากการส่งงานโดยกดปุ่มสัญญาณความถี่คู่ เป็นรหัสไบนารี 4 บิต ต่อตัวเลขฐานสิบ 1 ตัว โปรแกรมจะนำรหัสที่ป้อนเข้ามาไปเก็บค่าไว้เพื่อนำไปแสดงผลเป็นเลขฐานสิบในขั้นตอนต่อไป ดังรูปที่ 3.12 โดยมีหลักการออกแบบ คือ เมื่อมีการกดเลขหมาย 1 ตัว จากเครื่องโทรศัพท์ สัญญาณความถี่คู่นี้จะถูกส่งเข้ามายังไอซี 8870 เพื่อแปลงสัญญาณความถี่คู่ให้เป็นรหัสไบนารี 4 บิต จากนั้นรหัสไบนารีนี้จะถูกส่งเข้ามายังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการตรวจสอบว่าเป็นรหัสตัวแรกหรือไม่ หากเป็นรหัสตัวแรก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเคลียร์ข้อมูลในหน่วยความจำของคู่สายนั้น และทำการบันทึกเลขหมายตัวนั้นไว้ โดยจะบันทึกเลขหมายได้ไม่เกิน 7 ตัว ถ้ากดเกิน 7 ตัว ก็จะบันทึกคำว่า "Error" ลงในหน่วยความจำของคู่สายนั้น

(ตำแหน่งของหน่วยความจำที่ทำการบันทึกเลขหมายของกลุ่มสายต่างๆจะถูกกำหนดด้วยโปรแกรม โดยทราบจากการยกหูของเครื่องโทรศัพท์)

3. โปรแกรมแสดงผล

ในการแสดงผล จะแสดงหมายเลขกลุ่มสายเป็น Line1 ถึง Line25 และเลขหมายโทรศัพท์ของกลุ่มสายนั้น และสามารถดูการแสดงผลโดยการกดสวิตช์ Up และ Down ดังรูปที่ 3.13 ซึ่งมีหลักการออกแบบ คือ เมื่อมีการกดสวิตช์ Up โปรแกรมจะทำการแสดงกลุ่มสายโทรศัพท์โดยเลื่อนไปข้างหน้าหนึ่งกลุ่มสาย และทำการเปรียบเทียบตำแหน่งหน่วยความจำของกลุ่มสายนั้นเพื่อนำเลขหมายของกลุ่มสายนั้นมาแสดงผล จากนั้นเมื่อมีการกดสวิตช์ Down โปรแกรมจะทำการแสดงกลุ่มสายโทรศัพท์ย้อนหลังหนึ่งกลุ่มสาย และทำการเปรียบเทียบตำแหน่งหน่วยความจำของกลุ่มสายนั้นเพื่อนำเลขหมายของกลุ่มสายนั้นมาแสดงผล ซึ่งการทำงานนี้จะทำไปเรื่อยๆ เมื่อมีการกดสวิตช์ Up และ Down ถ้าไม่มีการกดสวิตช์นี้โปรแกรมก็จะรอรับคำสั่งอื่นต่อไป

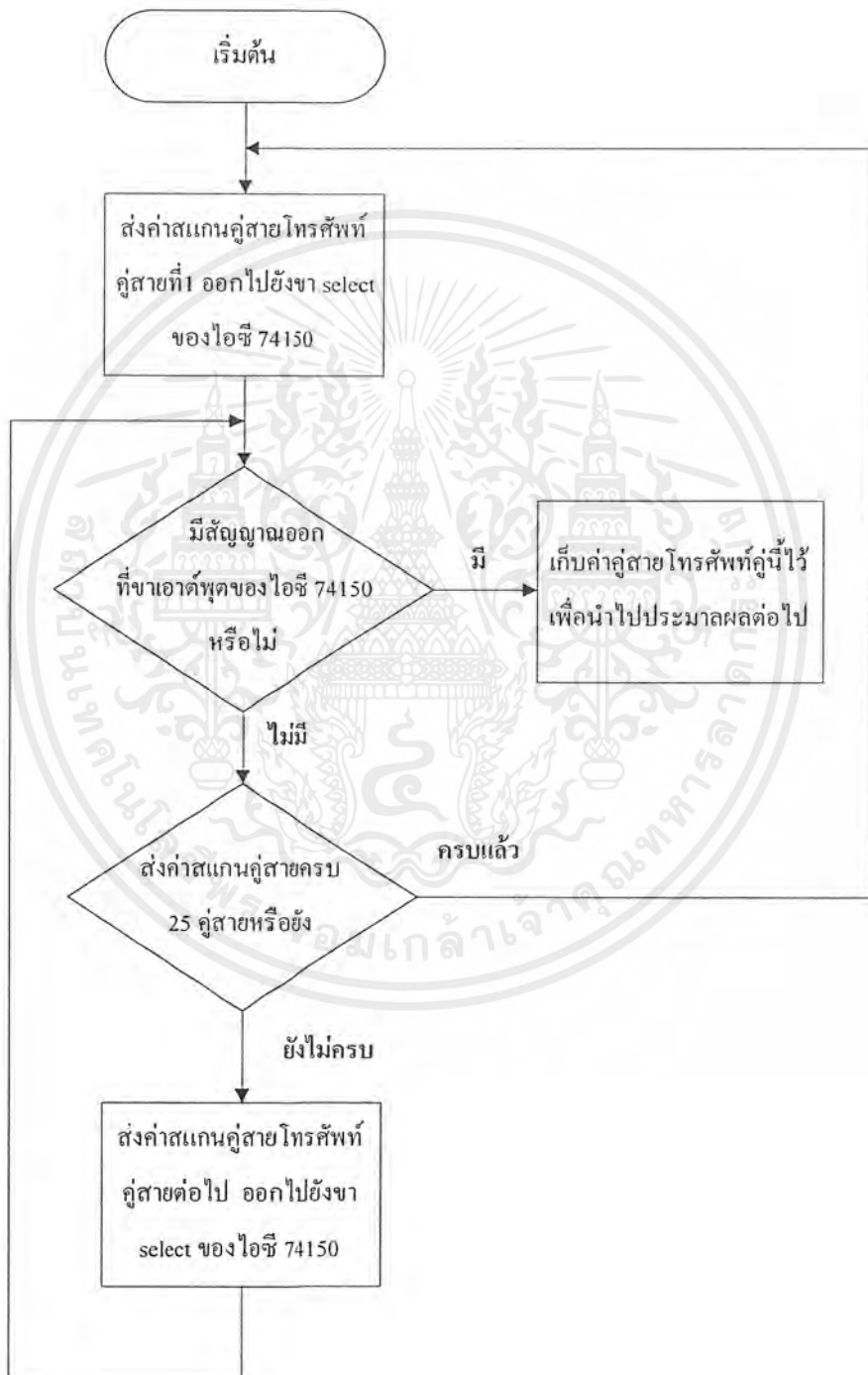
4. โปรแกรมแสดงเวลา

แสดง วัน เดือน ปี ตลอดจนเวลาโดยใช้ฐานเวลาจริงจาก ไอซี DS 1202 มาแสดงที่หน้าจอตลอดเวลาจนกว่าจะมีการเรียกดูการแสดงผลของหมายเลขกลุ่มสาย และเลขหมายโทรศัพท์ และจะกลับไปแสดงเวลาอีกเมื่อหยุดดูการแสดงผลหมายเลขกลุ่มสาย และเลขหมายโทรศัพท์ ดังรูปที่ 3.14 หลักการทำงานของโปรแกรม คือ เมื่อโปรแกรมทำการเรียกให้แสดงเวลา ไอซี DS 1202 ก็จะส่งค่าเวลาปัจจุบัน คือ ชั่วโมง นาที และวินาที มาเก็บไว้ในตัวแปร Hour , Min และ Sec ตามลำดับ โดยค่าเวลาที่เก็บนี้จะถูกจัดเก็บไว้ในรูปเลขฐานสิบหก โปรแกรมจะนำเลขฐานสิบหกนี้มาเปรียบเทียบเป็นรหัสแอสกีเพื่อนำไปแสดงผลที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลว ในการเรียกให้แสดงเวลานี้ จะถูกจัดให้อยู่ในส่วนของโปรแกรมหลักเพื่อให้มีการแสดงเวลาอย่างต่อเนื่องเสมอ ส่วนหลักการตั้งเวลานั้นจะส่งค่าเวลาที่ต้องการตั้งไปไว้ในตัวแปร Hour , Min และ Sec ซึ่งจะถูกส่งไปบันทึกไว้ในไอซี DS 1202

5. โปรแกรมพิมพ์

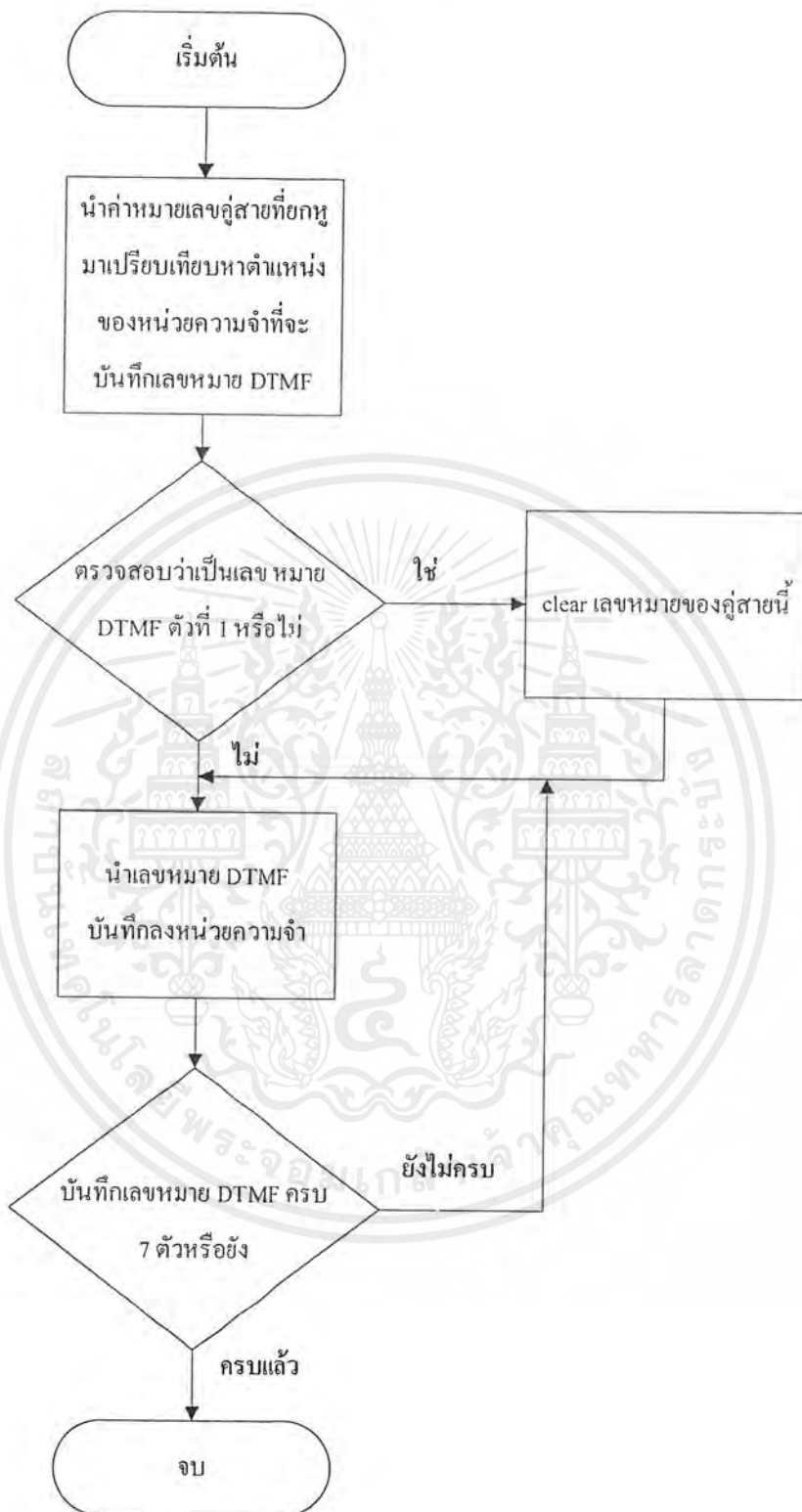
เมื่อกดสวิตช์ Print จอแสดงผลจะแสดงข้อความว่า “Print ?” ถ้าไม่ต้องการพิมพ์ให้กดสวิตช์ปุ่มอื่นที่ไม่ใช่สวิตช์ Print และถ้าต้องการพิมพ์ให้กดสวิตช์ Print อีกครั้งหนึ่ง ข้อมูลของหมายเลขกลุ่มสาย และเลขหมายโทรศัพท์ทุกคู่ที่ทำการตรวจสอบก็จะถูกส่งไปยังเครื่องพิมพ์ที่ต่อไว้ ดังรูปที่ 3.15 โดยมีหลักการทำงานของโปรแกรม คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการตรวจสอบสัญญาณ Busy ของเครื่องพิมพ์ว่าขณะนี้เครื่องพิมพ์พร้อมที่จะทำการรับข้อมูลหรือ

ไม่ โดยตรวจสอบจากขา Busy ของเครื่องพิมพ์ ถ้าเครื่องพิมพ์ว่างก็จะส่งสัญญาณมาบอก ไมโครคอนโทรลเลอร์ว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้ว ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งข้อมูลแบบขนานซึ่งอยู่ในรูปของรหัสแอสกีไปยังเครื่องพิมพ์



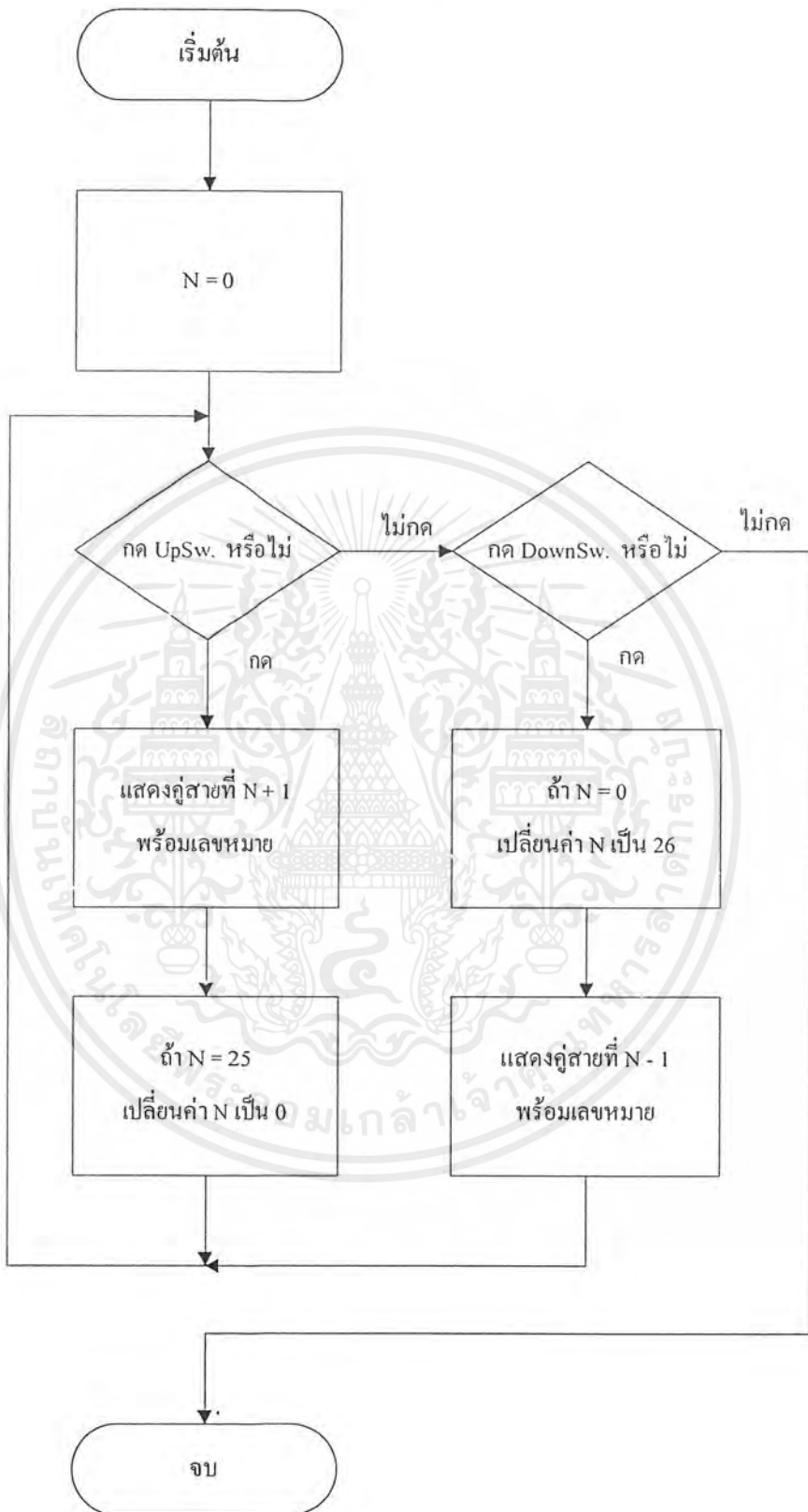
รูปที่ 3.11 ฟังก์การทำงานของโปรแกรมตรวจสอบหมายเลขคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



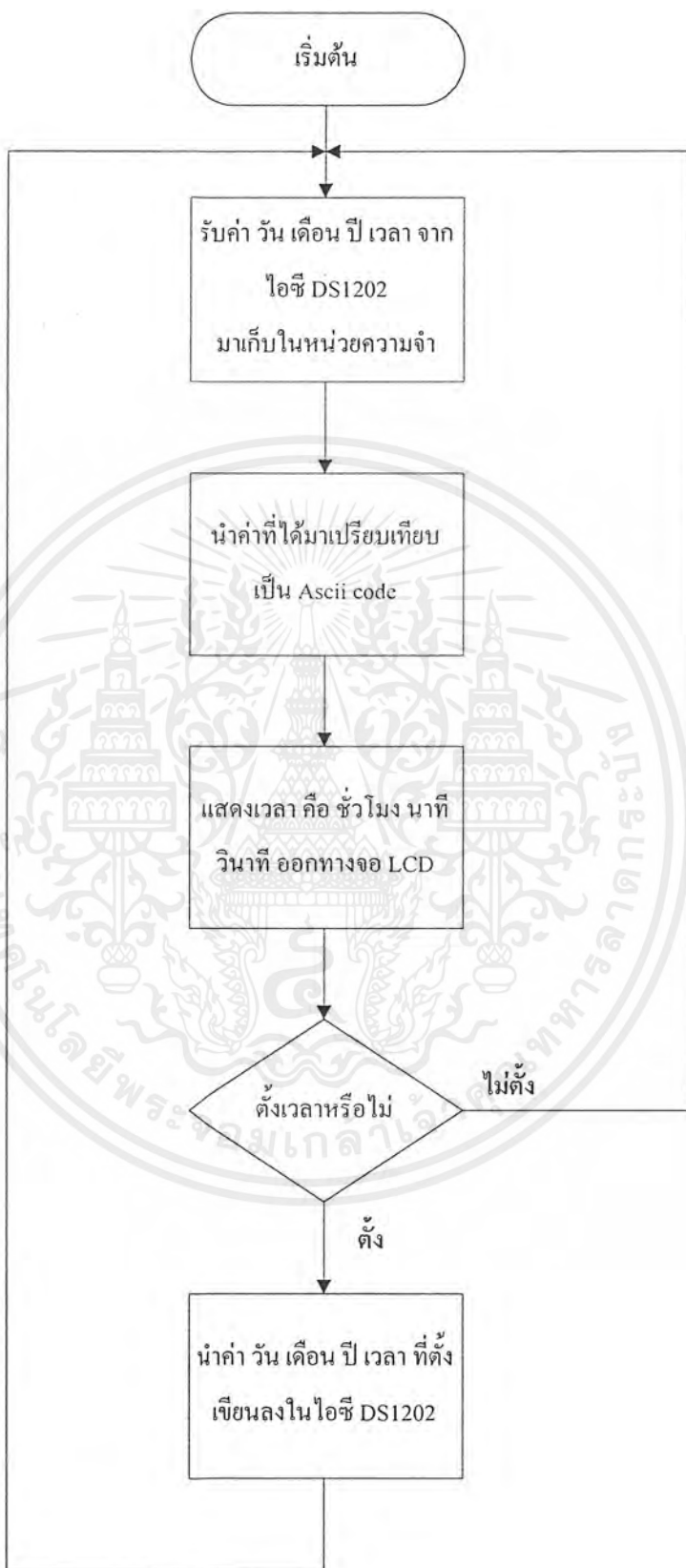
รูปที่ 3.12 ผังการทำงานของ โปรแกรมรับสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



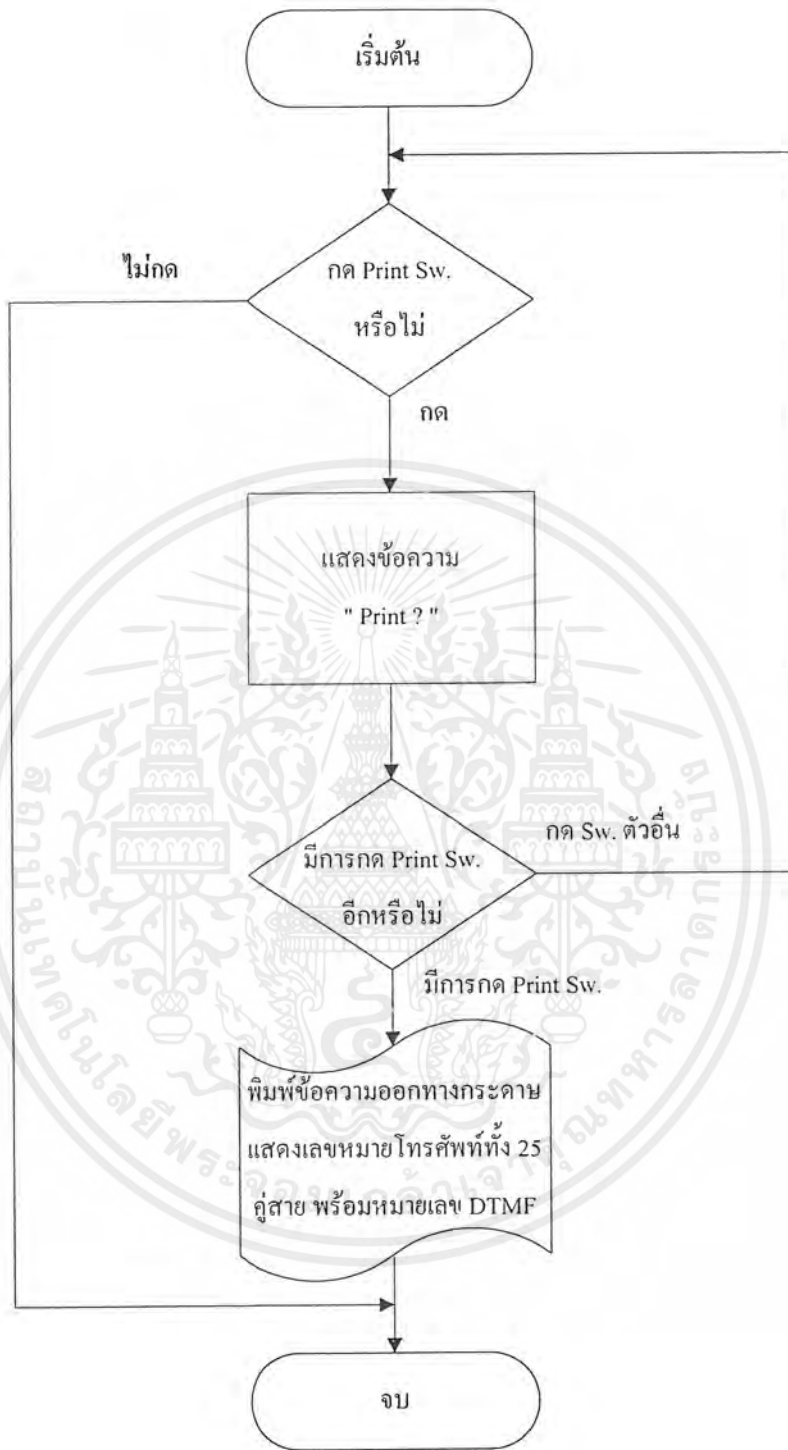
รูปที่ 3.13 ผังการทำงานของโปรแกรมแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ผังการทำงานของโปรแกรมแสดงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ผังการทำงานของโปรแกรมพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในการทดลองของเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ได้นำเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ไปใช้งานจริงโดยได้ทำการตรวจหาหมายเลขคู่สาย เลขหมายโทรศัพท์ ชุดแสดงผล และชุดส่งพิมพ์

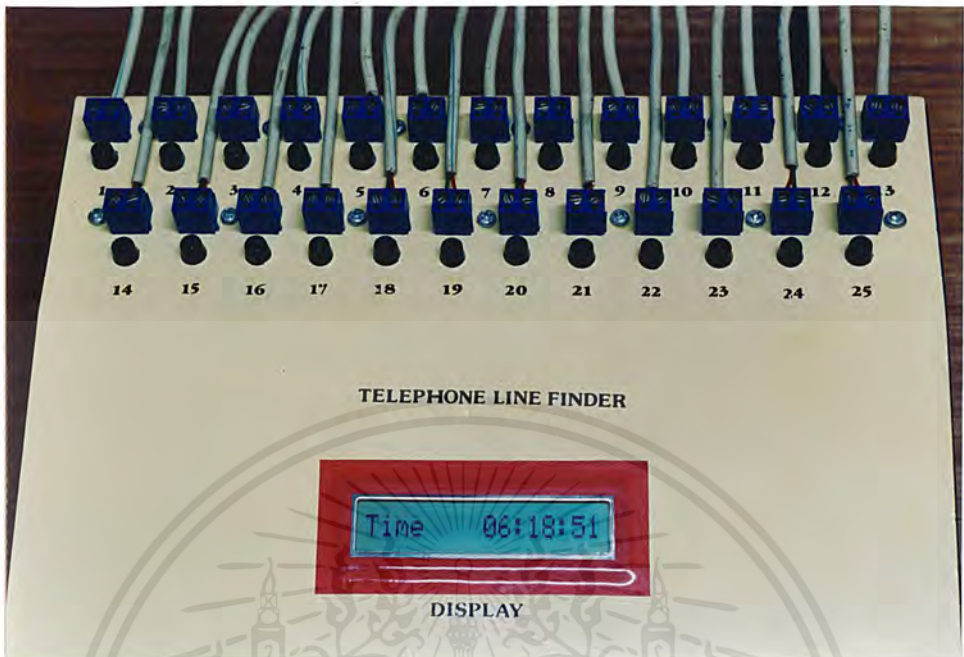
4.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์พร้อมทดสอบการใช้งาน

1. ทำการต่อสายโทรศัพท์ที่จะทำการตรวจสอบเข้ากับเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ก่อนจนครบทั้ง 25 คู่สาย หรือจะน้อยกว่าก็ได้



รูปที่ 4.1 เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การต่อสายโทรศัพท์กับเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์

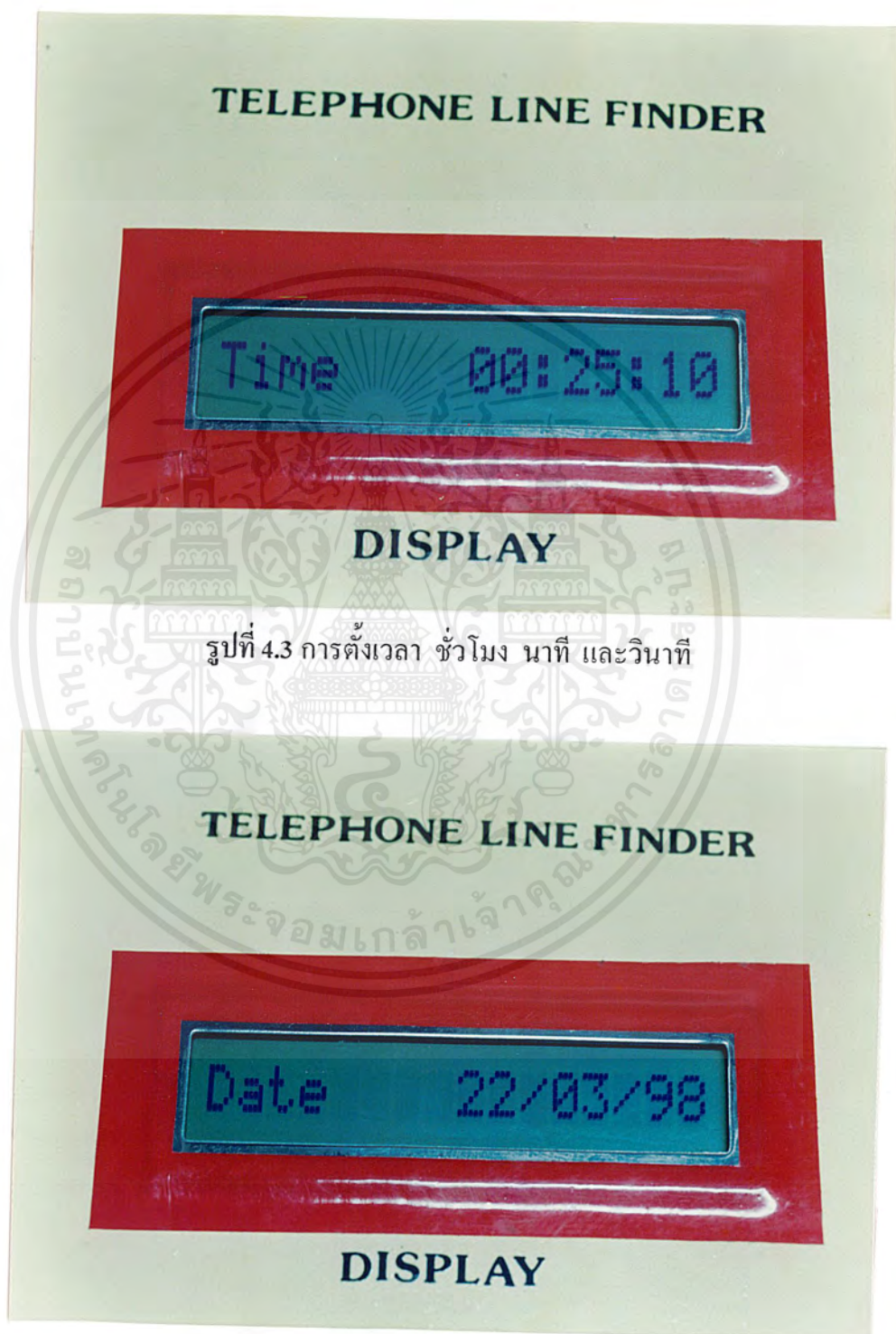
2. ทำการเปิดเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์จอแสดงผลจะเริ่มทำงาน และแสดง วัน เวลา ให้ตรวจวันเวลาให้ถูกต้องถ้าไม่ถูกต้องให้ทำการตั้งเวลาใหม่ โดยใช้สวิทช์ตั้งเวลา

การตั้งเวลา

1. กดสวิทช์ Time set ค้างไว้ประมาณ 1 วินาที จะสังเกตว่าที่จอแสดงผลที่แสดงเป็น เวลาจะดับไปครู่หนึ่งแล้วติดขึ้นมาใหม่ โดยตัวเลขที่แสดงชั่วโมงกับตัวเลขที่แสดงนาทีจะ กระพริบ ให้ใช้สวิทช์ Up ตั้งเวลาส่วนที่แสดงชั่วโมง และสวิทช์ Down ตั้งเวลาส่วนที่เป็น นาที ส่วนตัวเลขที่แสดงวินาทีนั้นจะเปลี่ยนเป็น “00 ” เอง เมื่อตั้งเวลาที่เป็นชั่วโมง และนาที ดังรูปที่ 4.3

2. เมื่อกดสวิทช์ Time set ค้างไว้ประมาณ 1 วินาทีจอแสดงผลจะไปแสดงเวลา (Date) เมื่อกดค้างไว้ 1 วินาที วันที่จะกระพริบ ถ้าต้องการตั้งวันที่ให้ใช้สวิทช์ up เปลี่ยนวันที่ จาก นั้นเมื่อกดสวิทช์ Time set อีกครั้ง ส่วนที่แสดงเดือนจะกระพริบใช้สวิทช์ up เปลี่ยนตัวเลข เดือนได้ และเมื่อต้องการปรับเปลี่ยนตัวเลขปีให้กดสวิทช์ Time set จนตัวเลขปีกระพริบใช้ สวิทช์ up เปลี่ยนตัวเลข เมื่อตั้งเวลาเรียบร้อยแล้ว ให้กดสวิทช์ Time set อีกครั้งจะกลับไป

แสดงเวลาดังเดิม ดังรูปที่ 4.4 ในกรณีตั้งเวลา และวันถ้าไม่ต้องการจะเปลี่ยนให้กดสวิทช์ Time set ผ่านไปเลย



รูปที่ 4.3 การตั้งเวลา ชั่วโมง นาที และวินาที

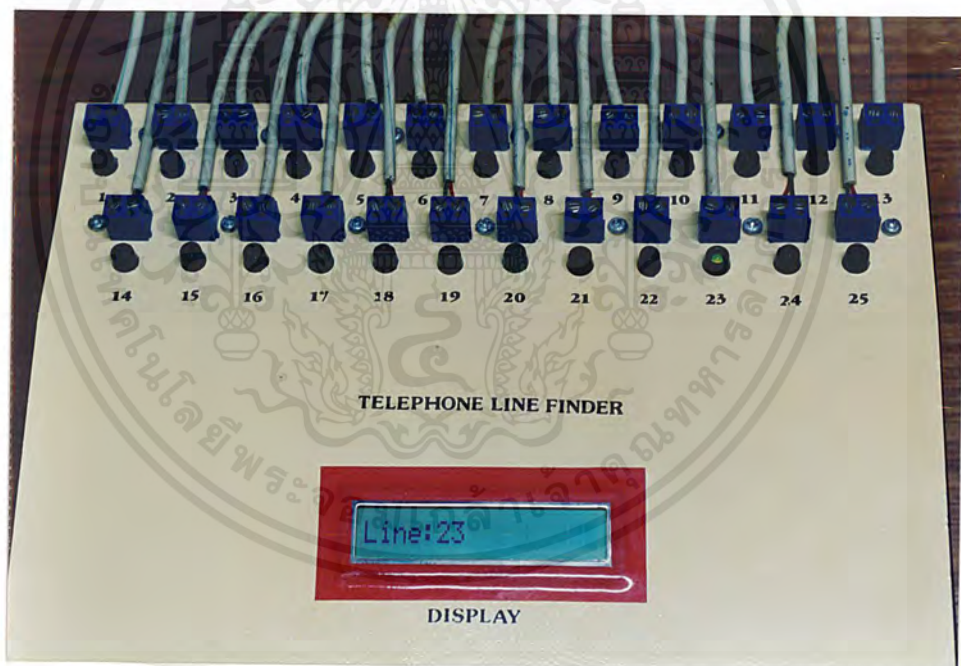
รูปที่ 4.4 การตั้งวันที่ เดือน และปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลังจากทำการตรวจวันเวลาแล้วให้ดูที่แอลอีดีที่แสดงอยู่ใ้คู่สายแต่ละคู่ ถ้ามีแอลอีดีของคู่สายดวงใดสว่าง แสดงว่าปลายสายอีกข้างเกิดลัดวงจรขึ้นให้ถอดคู่สายนั้นออกก่อน ดังรูปที่ 4.5

4. เมื่อตรวจสอบแอลอีดีเรียบร้อยแล้วจากนั้นจะวางเครื่องตรวจหาคู่สายไว้ ต่อไปจะทำการเช็ค ที่ปลายสายอีกข้างหนึ่งต่อกับโทรศัพท์ อยู่โดยทำการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ทางเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์จะแสดงหมายเลขคู่สายออกมา ดังรูปที่ 4.6

จากนั้นให้จดเลขหมายโทรศัพท์ของเครื่องโทรศัพท์นั้น ส่วนทางด้านเครื่องตรวจหาคู่สายจะแสดงหมายเลขโทรศัพท์ออกมาทีละตัวโดยสามารถแสดงได้สูงสุด 7 ตัวอักษร ต่อจากหมายเลขคู่สาย ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.5 การเกิดการลัดวงจรที่ปลายสาย



รูปที่ 4.6 การแสดงหมายเลขคู่สายเมื่อยกหูโทรศัพท์



รูปที่ 4.7 หมายเลขโทรศัพท์ในคู่สายที่มีการยกหู

ถ้ากดเลขหมายโทรศัพท์เกิน 7 ตัว ทางด้านเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์จะแสดงข้อความ “Enter again” ชั่วขณะหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ข้อความที่ปรากฏเมื่อกดเลขหมายโทรศัพท์เกิน 7 ตัว

แต่ในกรณีที่กดสวิตช์ Up และ Down เพื่อดูหมายเลขคู่สาย และเลขหมายโทรศัพท์ จะปรากฏคำว่า “Error” ต่อจากหมายเลขคู่สายนั้น ให้ทำการตรวจหาคู่สายนั้นใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 4.9 ข้อความที่ปรากฏเมื่อกดสวิตช์ Up และ Down

ถ้ากดเลขหมายโทรศัพท์ผิดให้วางหูโทรศัพท์ ทางเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์จะเคลียร์เลขหมายโทรศัพท์ให้พร้อมรับเลขหมายโทรศัพท์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 การเคลียร์เลขหมายโทรศัพท์

เมื่อได้กดเลขหมายที่ต้องเรียกเรียบร้อยแล้วให้วางหูโทรศัพท์ ทางเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ จะแสดงเวลาดังเดิม

5. ถ้าต้องการตรวจหาคู่สายอื่นอีกให้ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 4

6. เมื่อปฏิบัติได้ทุกคู่สายแล้ว ทางด้านเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์จะเก็บค่าเหล่านี้ไว้ เมื่อกดสวิทช์ Up หรือ Down จะแสดงผลที่แสดงเวลาอยู่จะแสดงเลขหมายคู่สาย และเลขหมายโทรศัพท์ที่ละคู่ ออกแสดงทางจอแสดงผล ซึ่งทำให้สามารถถอดแต่ละคู่สายออกไปต่อกับเลขหมายที่เข้ามาที่จุดพักสายได้

7. ในการทำงานถ้าต้องการพิมพ์หมายเลขคู่สาย และเลขหมายโทรศัพท์ที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบให้ต่อเครื่องพิมพ์ที่พอร์ตเครื่องพิมพ์ ดังรูปที่ 4.11 และกดสวิทช์ Print จอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะแสดงข้อความว่า “Print?” ถ้ายืนยันว่าต้องการพิมพ์ให้กดสวิทช์ Print อีกครั้งหนึ่ง จากนั้นเครื่องก็จะทำการพิมพ์ข้อมูลออกมาให้ดังผลการทดลองข้างล่างนี้ หากไม่ต้องการที่จะพิมพ์ ขณะที่ข้อความ “Print?” ปรากฏขึ้น ให้ทำการกดสวิทช์ใดก็ได้ที่ไม่ใช่สวิทช์ Print ที่หน้าจอแสดงผลก็จะแสดงวันเวลาดังเดิม

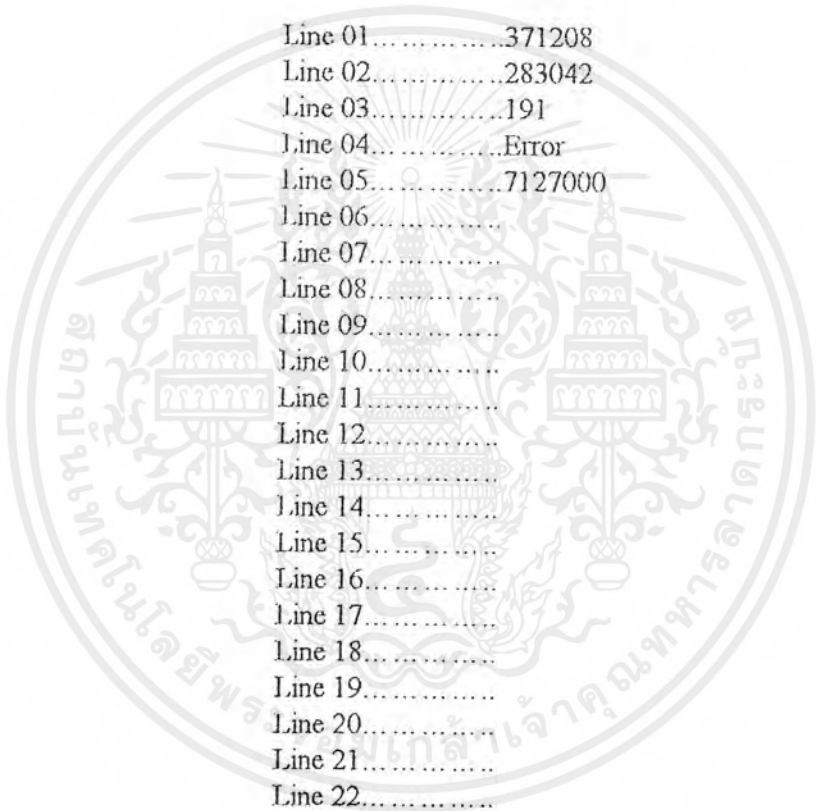
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEPHONE LINE FINDER

Telecommunication Engineering
Industrial Education
KMITL

Time 00 : 05 : 28

Date 24 / 04 / 98

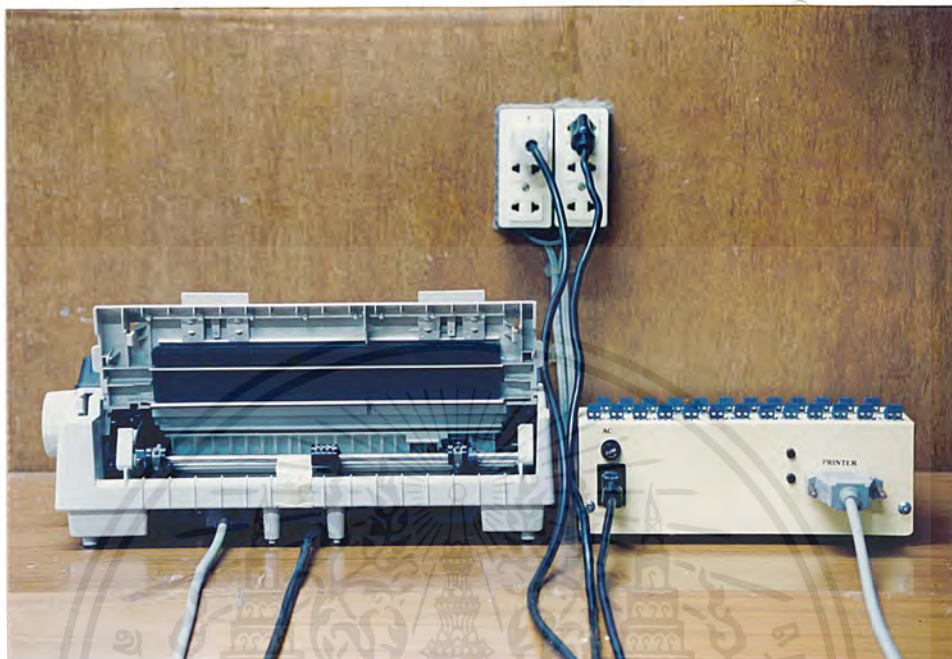


Line 01.....371208
Line 02.....283042
Line 03.....191
Line 04.....Error
Line 05.....7127000
Line 06.....
Line 07.....
Line 08.....
Line 09.....
Line 10.....
Line 11.....
Line 12.....
Line 13.....
Line 14.....
Line 15.....
Line 16.....
Line 17.....
Line 18.....
Line 19.....
Line 20.....
Line 21.....
Line 22.....
Line 23.....
Line 24.....
Line 25.....

PRODUCER

Mr.Bundhit	Ungsang
Mr.Praphot	Iamjinda
Mr.Perapat	Singchoo
Mr.Somboon	Khosemsri

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การต่อเครื่องพิมพ์เพื่อใช้ในการแสดงผล

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาคู่สายโทรศัพท์โดยใช้เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ตามลำดับชั้นการทดลองนั้น ผลการทดลองจะได้หมายเลขคู่สาย และเลขหมายโทรศัพท์ในแต่ละคู่สายได้อย่างถูกต้อง ถ้าหากมีการกดเลขหมายโทรศัพท์เกิน 7 ตัว ข้อความ “ERROR” ก็จะแสดงขึ้น ดังนั้นจึงต้องทำการวางหูโทรศัพท์ลง และยกหูโทรศัพท์ขึ้นอีกครั้งเพื่อกดเลขหมายใหม่เข้าไป ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่ทำการตรวจสอบจะนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำข้อมูลภายนอก และผลที่ได้จะแสดงออกมาทางจอแสดงผลแบบผลึกเหลว และเครื่องพิมพ์

4.3 การทดลองหาระยะทางการใช้งาน

ในการทดลองได้ทำการทดลองความยาวของสายที่มีผลกระทบต่อการทำงานของสายโทรศัพท์ และเลขหมายโทรศัพท์ ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดลองหาความยาวของสายสูงสุดที่เครื่องตรวจหาสายโทรศัพท์สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสาย	ระยะความยาวสาย (เมตร)	ความต้านทานสายที่คำนวณได้ (โอห์ม)	ผลที่ได้ของเครื่องตรวจหาสายโทรศัพท์	
			ตรวจหาหมายเลขคู่สาย	ตรวจหาเลขหมายโทรศัพท์
0.32 มิลลิเมตร (470 โอห์ม/ กิโลเมตร)	100	47	ได้	ได้
	200	94	ได้	ได้
	300	141	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	400	188	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	500	235	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	600	282	ได้	กดได้เฉพาะเลขหมาย 7, 8, 9, 0, #, * เท่านั้น
	700	329	ได้	กดได้เฉพาะเลขหมาย 7, 8, 9, 0, #, * เท่านั้น
	800	376	ได้	กดได้เฉพาะเลขหมาย 7, 8, 9, 0, #, * เท่านั้น
	900	423	ได้	กดได้เฉพาะเลขหมาย 7, 8, 9, 0, #, * เท่านั้น
	1000	470	ได้	กดได้เฉพาะเลขหมาย 7, 8, 9, 0, #, * เท่านั้น
0.4 มิลลิเมตร (295 โอห์ม/ กิโลเมตร)	100	29.5	ได้	ได้
	200	59	ได้	ได้
	300	88.5	ได้	ได้
	400	118	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	500	147.5	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	600	177	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	700	206.5	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	800	236	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	900	265.5	ได้	กดได้เฉพาะเลขหมาย 7, 8, 9, 0, #, * เท่านั้น
	1000	295	ได้	กดได้เฉพาะเลขหมาย 7, 8, 9, 0, #, * เท่านั้น

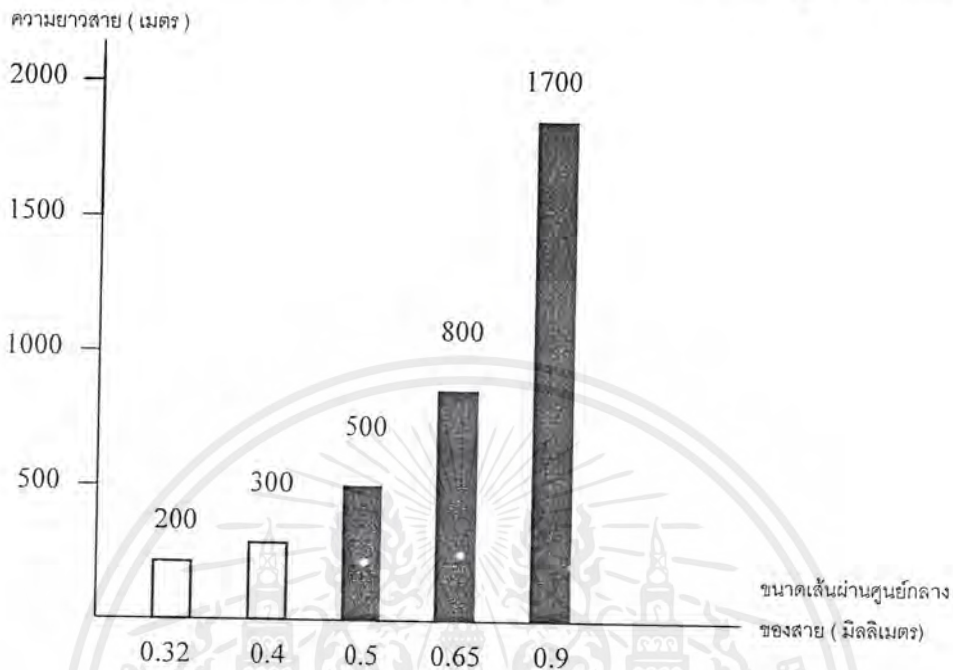
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การทดลองหาความยาวของสายสูงสุดที่เครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสาย	ระยะความยาวสาย (เมตร)	ความต้านทานสายที่คำนวณได้ (โอห์ม)	ผลที่ได้ของเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์	
			ตรวจหาหมายเลขตู้สาย	ตรวจหาหมายเลขโทรศัพท์
0.5 มิลลิเมตร (187 โอห์ม/ กิโลเมตร)	100	18.7	ได้	ได้
	200	37.4	ได้	ได้
	300	56.1	ได้	ได้
	400	74.8	ได้	ได้
	500	93.5	ได้	ได้
	600	112.2	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	700	130.9	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	800	149.6	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	900	168.3	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	1000	187	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
0.65 มิลลิเมตร (113 โอห์ม/ กิโลเมตร)	100	11.3	ได้	ได้
	200	22.6	ได้	ได้
	300	33.9	ได้	ได้
	400	45.2	ได้	ได้
	500	56.5	ได้	ได้
	600	67.8	ได้	ได้
	700	79.1	ได้	ได้
	800	90.4	ได้	ได้
	900	101.7	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
	1000	113	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ
0.9 มิลลิเมตร (58 โอห์ม/ กิโลเมตร)	100	5.8	ได้	ได้
	200	11.6	ได้	ได้
	300	17.4	ได้	ได้
	400	23.2	ได้	ได้
	500	29	ได้	ได้
	600	34.8	ได้	ได้
	700	40.6	ได้	ได้
	800	46.4	ได้	ได้
	900	52.2	ได้	ได้
	1000	58	ได้	ได้
	1100	63.8	ได้	ได้
	1200	69.6	ได้	ได้
	1300	75.4	ได้	ได้
	1400	81.2	ได้	ได้
	1500	87	ได้	ได้
	1600	92.8	ได้	ได้
1700	98.6	ได้	ได้	
1800	104.4	ได้	ต้องกดเลขหมายค้างนานกว่าปกติ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวสายกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสาย



หมายเหตุ เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์นี้ จะทำการตรวจหาหมายเลขคู่สายไม่ได้ที่ค่าของความต้านทาน 1.8 กิโลโอห์ม คือได้ระยะทาง 3.8 กิโลเมตร

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาความยาวสายที่มีผลกระทบต่อเครื่องตรวจหาคู่สายของเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์นั้นเป็นการทดลองแบบ Simulate ซึ่งความยาวของสายจะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสาย ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางสายมากขึ้นจะได้ระยะความยาวของสายเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางสายมีขนาดเล็กระยะความยาวของสายก็จะลดลงตามไปด้วย ซึ่งความยาวของสายที่เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ ยังสามารถตรวจหาหมายเลขคู่สายและตรวจหาเลขหมายโทรศัพท์ที่มีดังนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสาย	ความยาวสาย
0.32 มิลลิเมตร	200 เมตร
0.4 มิลลิเมตร	300 เมตร
0.5 มิลลิเมตร	500 เมตร
0.65 มิลลิเมตร	800 เมตร
0.9 มิลลิเมตร	1700 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

เครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์เป็นการนำเอาหลักการของโทรศัพท์พื้นฐานมาใช้งาน โดยจะตรวจสอบสัญญาณการยกหู และรับสัญญาณความถี่คู่เป็นหลัก ส่วนสัญญาณอื่นๆ จะไม่ได้ทำการส่ง และรับ จากนั้นนำมาตรวจสอบค่า และตำแหน่งของตู้สาย และเลขหมาย โทรศัพท์ด้วยชุดคอนโทรลเลอร์ แสดงออกทางจอแสดงผลแบบพลิกเหลว เปรียบเสมือนการวัดตู้สายโทรศัพท์โดยคนสองคนด้วยมิเตอร์ทั้งสองปลาย แต่วิธีนี้จะใช้คนเพียงคนเดียวซึ่งสะดวกกว่ามาก

ส่วนที่สำคัญของเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์ คือ วงจรมัลติเพล็กซ์ และชุดคอนโทรลเลอร์ในวงจร ชุดมัลติเพล็กซ์จะทำหน้าที่นำสัญญาณจากการยกหู ไปให้ชุดคอนโทรลเลอร์ไปตรวจหาตำแหน่งตู้สายนั้น ส่วนชุดคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับสัญญาณการยกหู และตรวจหาตำแหน่ง รับสัญญาณความถี่คู่ พร้อมแสดงค่าทั้งสองควบคู่กันไป

ส่วนวงจรอื่นๆ จะทำหน้าที่ ตรวจสอบการยกหู และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ เพื่อให้ชุดคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประมวลผลได้ถูกต้อง

จากการทำงานของวงจรต่างๆ เหล่านี้ จะทำให้เราสามารถใช่เครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์แทนการวัดด้วยมิเตอร์ได้

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ และแนวทางแก้ไข

จากผลการทดลองการทำงานของเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์ ทำให้ได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ในการออกแบบวงจรเพื่อจะทำโครงการนี้ ในช่วงการออกแบบช่วงแรกได้ใช้ไอซี MT 8816 เป็นไอซีเมตริกซ์สวิทช์ ทำหน้าที่สร้างสัญญาณเพื่อตรวจหาหมายเลขตู้สาย แต่ประสบปัญหาที่สัญญาณที่ได้ เมื่อนำไปใช้กับชุดคอนโทรลเลอร์ปรากฏว่าไม่สัมพันธ์กันเนื่องจากช่วงที่ได้สัญญาณออกจากไอซี MT 8816 มีช่วงสั้น และมีการหน่วงของสัญญาณเมื่อทำการตรวจสอบแบบวน โดยชุดคอนโทรลเลอร์จึงได้ค่าหมายเลขตู้สายผิดไป จึงได้ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวงจรใหม่โดยใช้ไอซี 74150 เป็นไอซีมัลติเพล็กซ์ ซึ่งทำให้ได้ค่าที่แน่นอน และมีความสัมพันธ์กับชุดคอนโทรลเลอร์

2. ชุดจ่ายไฟในการทดลองไม่มีเสถียรภาพพอทำให้สัญญาณที่นำไปควบคุมไม่แน่นอน จึงเปลี่ยนมาใช้แหล่งจ่ายไฟของคอมพิวเตอร์แทน ซึ่งทำให้การทำงานของเครื่องมีประสิทธิภาพดีมาก

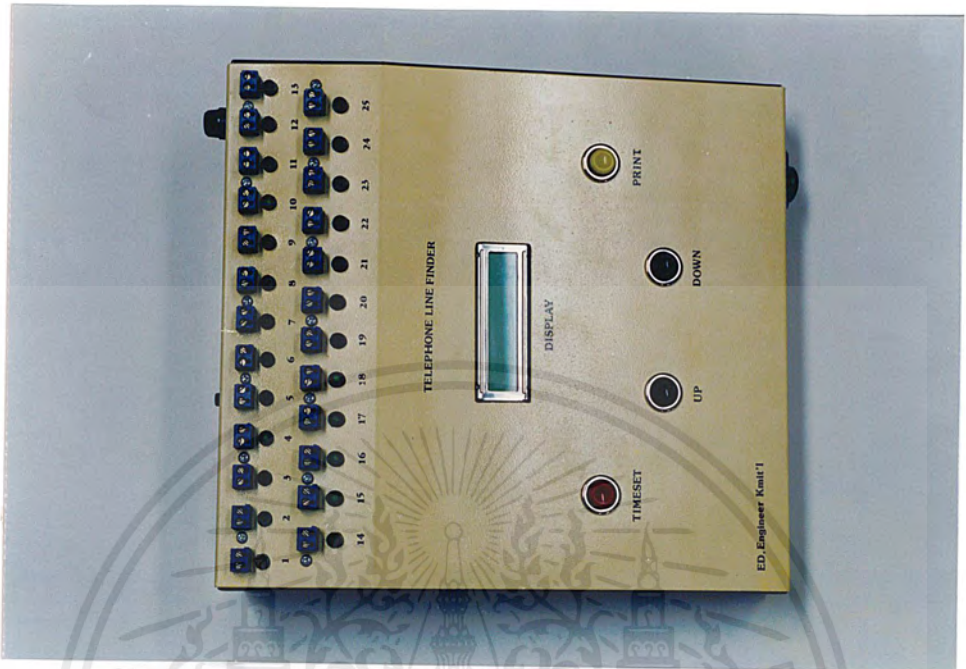
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ

1. ลดขนาดของเครื่องให้เล็กลง เพื่อพกพาได้ง่ายขึ้น
2. เปลี่ยนอุปกรณ์ต่อคู่สายให้มีความสะดวกขึ้น

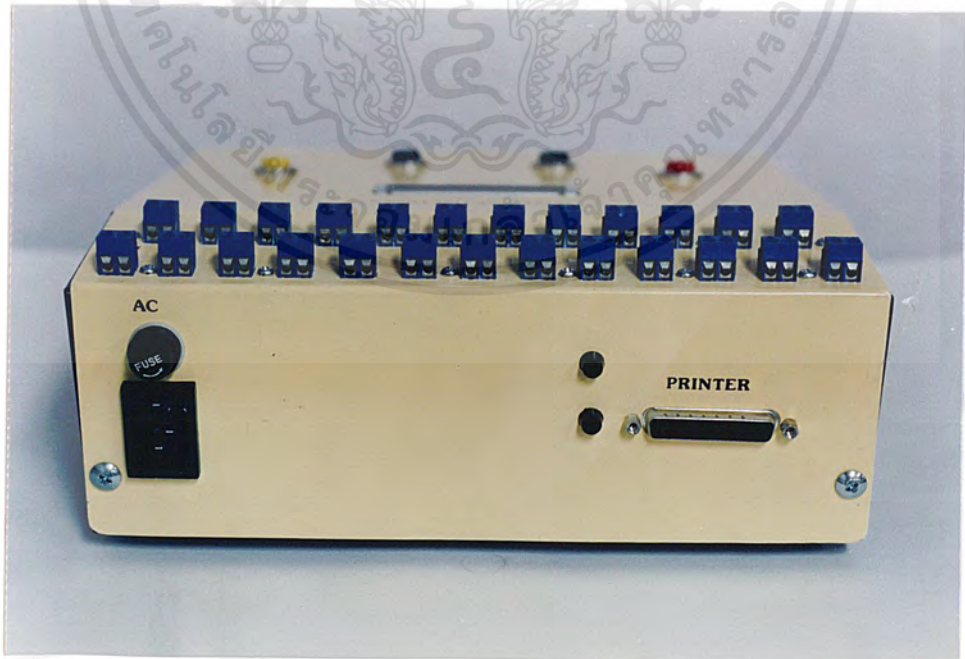




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

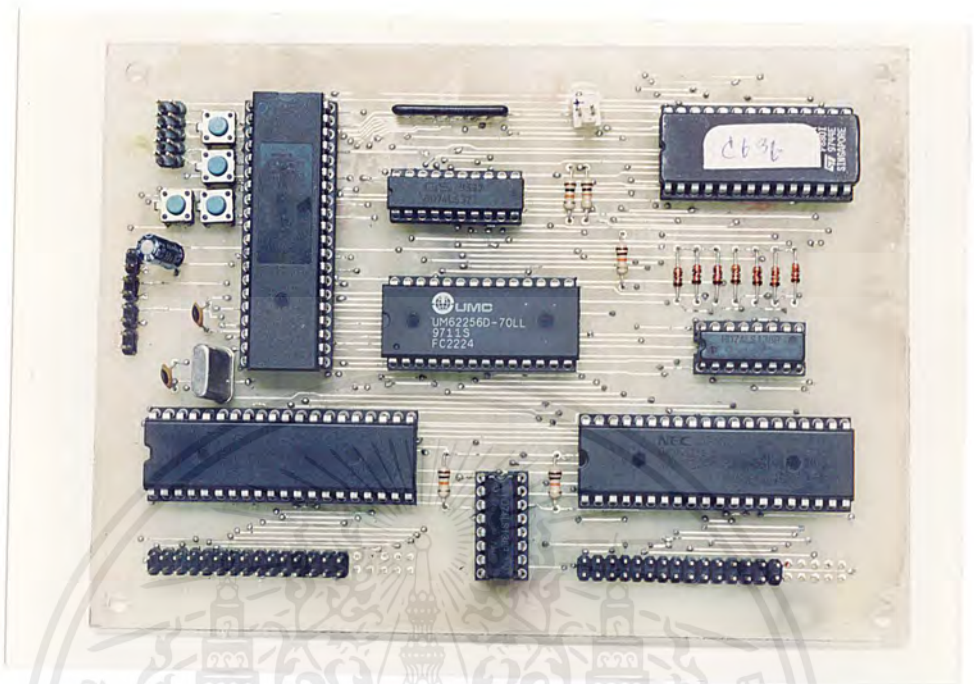


รูปที่ ก.1 เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ที่ต้นแบบ (ด้านหน้า)

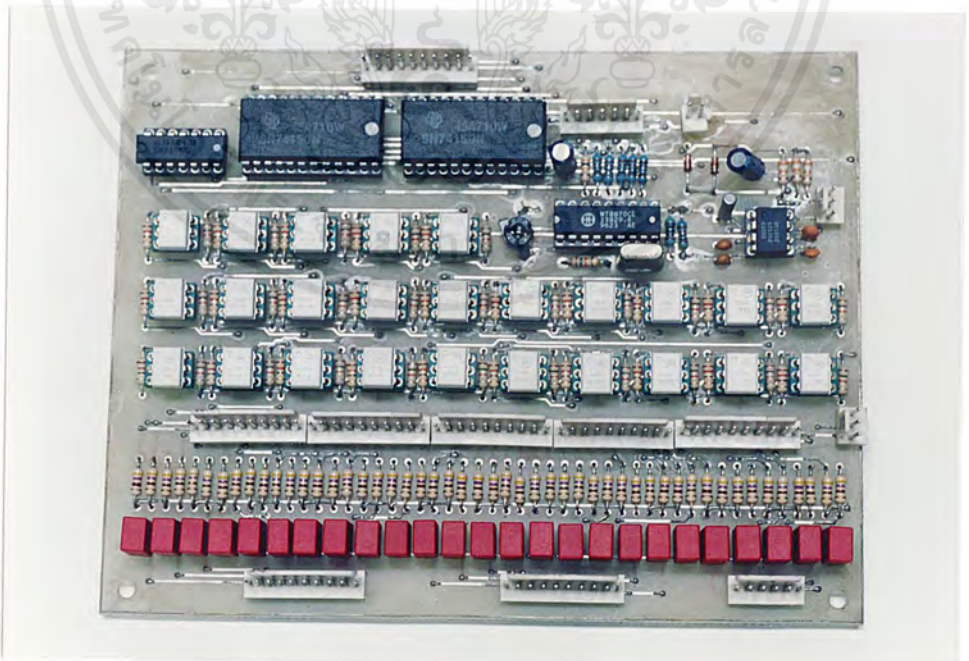


รูปที่ ก.2 เครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ที่ต้นแบบ (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

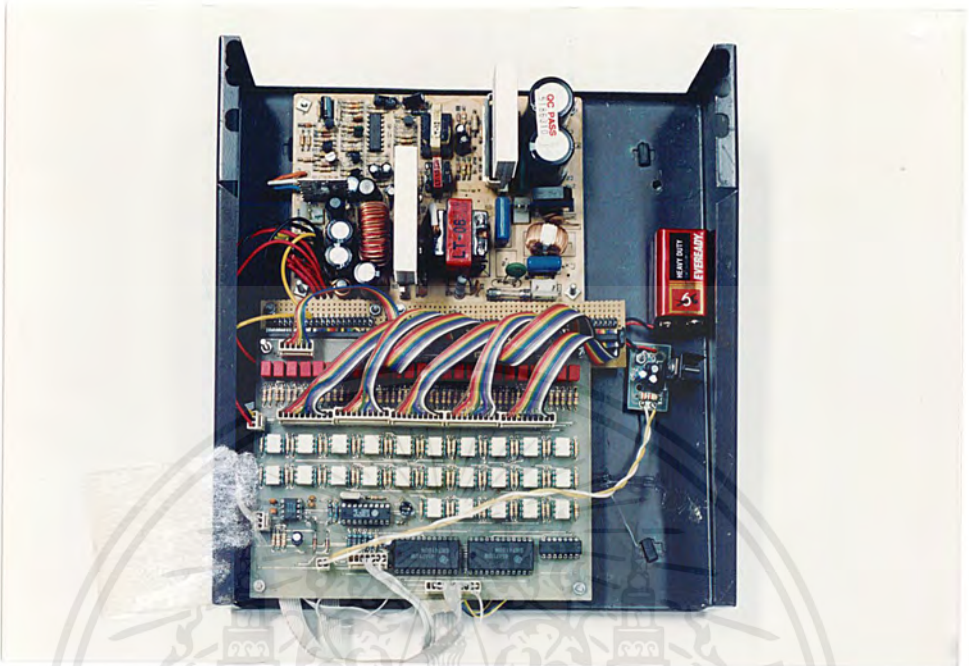


รูปที่ ก.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ ก.4 วงจรรวมเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 การติดตั้งวงจรภายในเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์



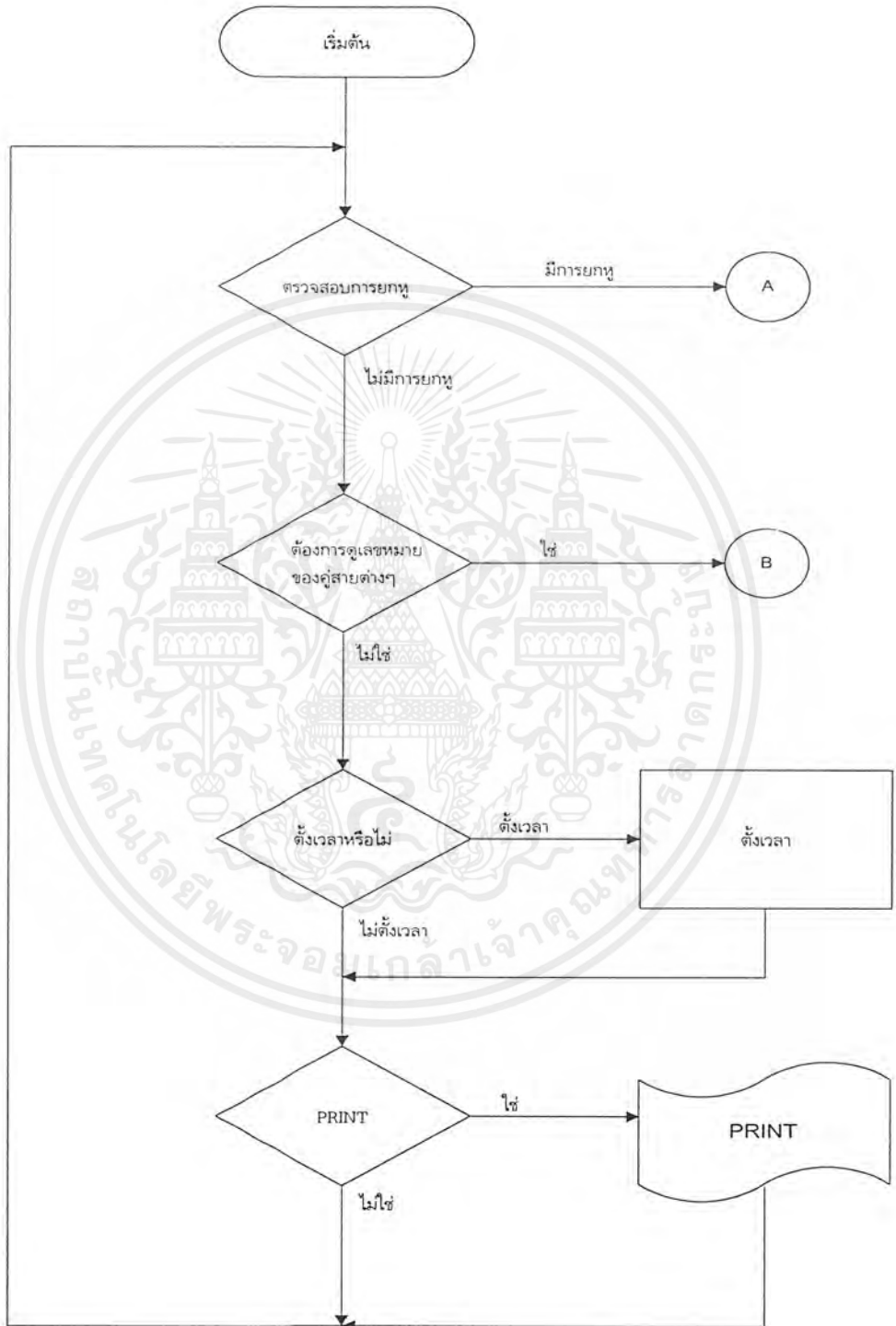
รูปที่ ก.6 เครื่องมือที่ใช้ร่วมกับเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



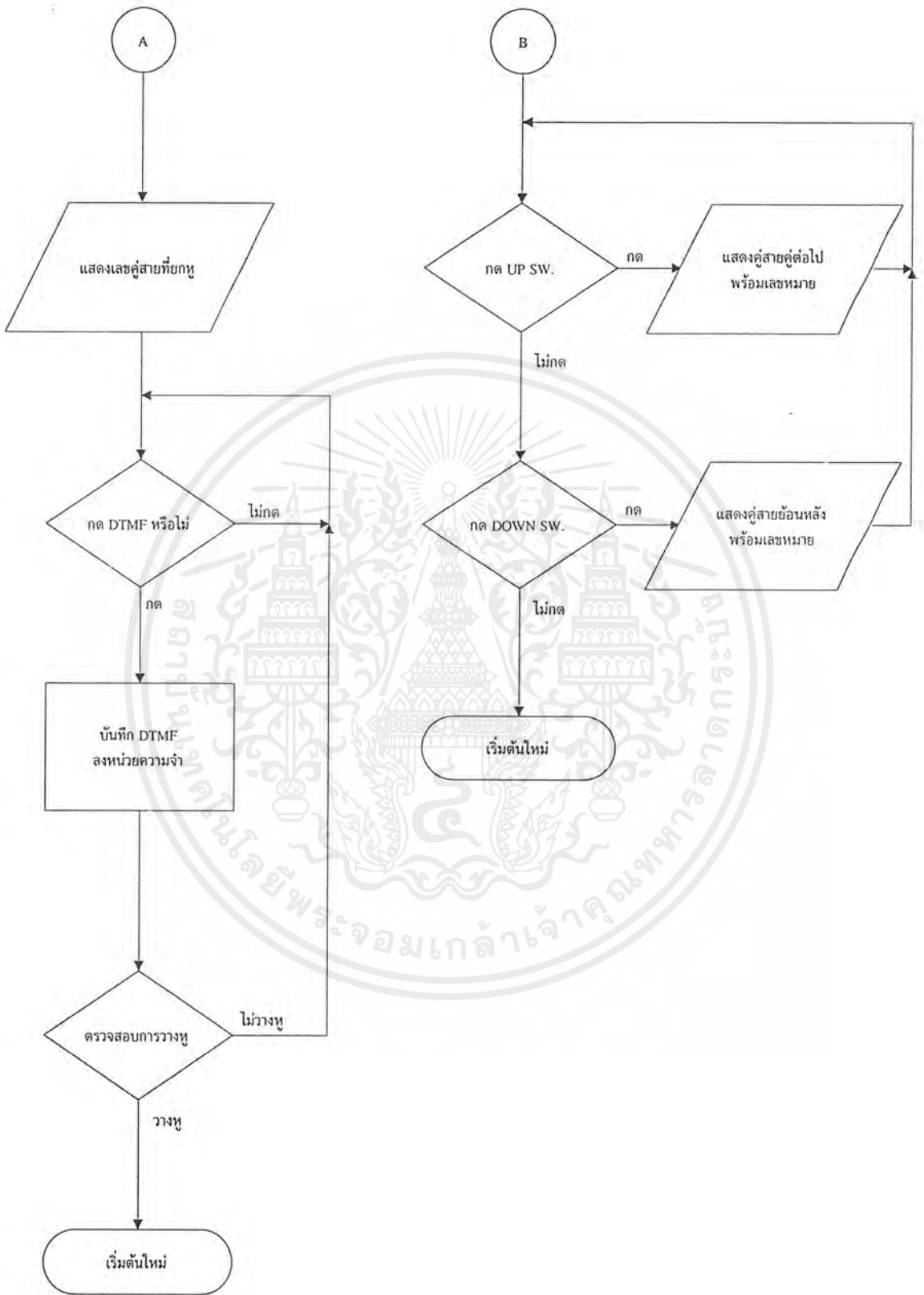
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ ข.1 ผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

*****Telephone Line Finder*****
high_ram      equ    40h
low_ram       equ    41h
high_add      equ    42h
low_add       equ    43h
dtmf          equ    44h
start_show   equ    45h
line_scan     equ    46h
sec          equ    47h
min          equ    48h
hour         equ    49h
day          equ    50h
month        equ    51h
year         equ    52h
intrp        equ    53h
max          equ    54h
first_ram    equ    55h
rst          equ    p1.6
sclk         equ    p1.5
io           equ    p1.4
up_sw        equ    p3.2
down_sw      equ    p3.3
huck_sw      equ    0e5h
press_dtmf   equ    0e7h

*****Start*****
;
org 0h
jmp main

org 0003h
jmp setint

org 0013h
jmp setmin

main:      call    delay      ; system delay
          call    init_8255 ; initial 8255
          call    init_lcd  ; initial LCD
          call    clrRam    ; clear ram that save dtmf

*****lines scan*****
start:    call    clrLcd   ; clear LCD display
          mov     high_add,#80h ; used for upSW
          mov     low_add,#0f9h ; used for upSW
          mov     start_show,#0c1h ; show dtmf
          mov     max,#8      ; DTMF = 7

scan:     call    time     ; show time
          jnb    p3.5,printl ; press print sw.
          jnb    p3.4,settime1 ; press timeset sw.
          jnb    up_sw,upsw ; if press upsw goto upsw
          jnb    down_sw,dwnsw ; if press dwsd goto down

          mov     r5,#16     ; counter for 74150#1
          mov     a,#0f0h    ; first lines (#IC1)
scan1:    mov     dptr,#6000h ; port a 8255#1
          movx    @dptr,a    ; send scan code to 74150
          mov     line_scan,a ; get line scan now
          mov     dptr,#6002h ; port c 8255#1
          movx    a,@dptr    ; get 8255 to a
          jb     huck_sw,getline ; if onhuck goto getline
          mov     a,line_scan ; a <--- line scan now
          inc     a          ; next lines
          djnz   r5,scan1    ; goto scan next lines
          mov     r5,#9      ; counter for 74150#2
          mov     a,#0fh     ; first lines (#IC2)
scan2:    mov     dptr,#6000h ; port a 8255#1
          movx    @dptr,a    ; send scan code to 74150
          mov     line_scan,a ; get line scan now
          mov     dptr,#6002h ; port c 8255#1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

movx    a,@dptr                ; get 8255 to a
jb      huck_sw,getline        ; if onhuck goto getline
mov     a,line_scan            ; a <--- line scan now
swap   a                       ; change high bit and low bit
inc    a                       ; next lines
swap   a                       ; change high bit and low bit
djnz   r5,scan2               ; goto scan next lines
jmp    scan                    ; scan again

print1: jmp    print            ; goto print
getline: jmp    getline1        ; goto getline1
downsw: jmp    downsw1         ; goto downsw1
settime1: mov   r5,#7          ; counter for this loop
settime2: call   delay          ; delay
        jb     p3.4,scan       ; if not press timeset sw. goto scan
        djnz  r5,settime2      ;
        jb     p3.4,scan       ; if not press timeset sw. goto scan
        call  clrld            ; clear LCD
        jmp   settime          ; goto settime

;*****up SW.*****
upsw:   mov    r5,#7            ; 7 address ram
loop9:  inc    low_add          ; low ram +1
        djnz  r5,loop9         ;
        mov   a,low_add        ; a = low address
        cjne a,#0afh,next      ; for 25 ---> 1
next:   mov   low_add,#00h      ; clear low address ram
        cjne a,#0f9h,next2     ; number 25 to number 1
next2:  mov   low_add,#07h      ; high ram number 1
        call  clrld            ; clear LCD
        call  linedemo         ; show "Line:"
        call  linesw           ; process to show Line:"xx"
        mov   r5,#7            ; 7 ram address
        mov   r3,#0c1h         ; first digit LCD
        call  setfc            ; goto setfc
loop5:  mov   dph,high_add      ;*****
        mov   dpl,low_add      ; select add. and
        movx  a,@dptr          ; r3 <--- DTMF
        mov   r3,a             ;*****
        call  show             ; show 1 DTMF to lcd
        mov   dph,high_add     ;*****
        mov   dpl,low_add      ; next ram and
        inc   dpl              ; (42h-43h) <--
        mov   high_add,dph     ; next address
        mov   low_add,dpl      ;*****
        djnz  r5,loop5         ; counter for 7 DTMF
        jnb   up_sw,$          ; if press SW. , again
        call  delay            ; delay
        mov   r5,#7            ; 7 ram address
loop8:  dec   low_add          ; low address -1
        djnz  r5,loop8        ;
        call  clrld            ; clear LCD
        jmp   scan            ; goto scan

;*****down SW.*****
downsw1: mov   r5,#7           ; 7 ram address
loop11:  dec   low_add         ; low ram address -1
        djnz  r5,loop11       ;
        mov   a,low_add        ; a = low address
        cjne a,#0f9h,next3     ; check error at 1<-->25
next3:   mov   low_add,#0a8h    ; low address = #0a8h
        cjne a,#0f2h,next1     ; check number 1<-->25
next1:  mov   low_add,#0a8h    ; low address = #0a8h
        call  clrld            ; clear LCD
        call  linedemo         ; show "Line ::"
        call  linesw           ; show line that on-huck
        mov   r5,#7            ; 7 address
        mov   r3,#0c1h         ; set pointer of LCD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

loop6:      call    setfc                ; goto setfc
            mov     dph,high_add        ; dph ←high address
            mov     dpl,low_add         ; dpl ← low address
            movx   a,@dptr              ; get ram to a
            mov     r3,a                ; r3 = a
            call   show                 ; show dtmf
            mov     dph,high_add        ; get high address to dph
            mov     dpl,low_add         ; get low address to dpl
            inc    dpl                  ; dptr +1
            mov     high_add,dph        ; get dph to high address
            mov     low_add,dpl         ; get dpl to low address
            djnz   r5,loop6             ; check 7 dtmf
            jnb    down_sw,$            ; if press down sw. jmp here again
            call   delay                ; delay
            mov     r5,#7               ; 7 address
loop7:      dec     low_add              ; low address -1
            djnz   r5,loop7
            call   clrlcd               ; clear LCD
            jmp    scan                 ; goto scan

;*****getDTMF*****
getdtmf:    mov     dptr,#6002h          ; dptr = port c 8255#1
loop:      movx   a,@dptr                ; get dptr to a
            mov     dtmf,a               ; get a to dtmf
            jnb    huck_sw,off_hk        ; goto off_huck
            jnb    p3.4,init_rtc1        ; if press timeset goto init_rtc1
            jnb    press_dtmf,loop       ; wait for press dtmf
            mov     r3,max                ; 8 dtmf = clear
            dec    r3                    ; r3 - 1
            mov     max,r3               ; get r3 to max
            cjne   r3,#7,get1            ; if r3 =7 clear line
            call   clrline               ; clear line
loop1:     cjne   r3,#0,get               ; if press dtmf more than 8 show error
            call   error                 ; goto error
            jmp    start                 ; start again
get:       jmp    write                  ; goto write
off_hk:    jmp    start                  ; goto start
init_rtc1: call   init_rtc                 ; goto initial rtc
            jnb    p3.4,$                ; jmp here again
            call   clrlcd                ; clear LCD
            mov     dptr,#6002h          ; dptr = port c 8255#1
loop17:    movx   a,@dptr                ; get dptr to a
            jnb    huck_sw,loop17        ; if on_huck goto loop17 again
            jmp    start                 ; goto start

;*****get line and show line to LCD****
getline1:  call   clrlcd                  ; clear LCD
            call   linedemo              ; show "line : "
            mov     r3,line_scan          ; line that on_huck
            cjne   r3,#0f0h,no2          ; check code line for show
            call   digit0                 ; 0
            mov     r3,#31h              ; 1
            mov     dptr,#8000h          ; address ram to save dtmf
no2:       cjne   r3,#0f1h,no3
            call   digit0                 ; 0
            mov     r3,#32h              ; 2
            mov     dptr,#8007h
no3:       cjne   r3,#0f2h,no4
            call   digit0                 ; 0
            mov     r3,#33h              ; 3
            mov     dptr,#800eh
no4:       cjne   r3,#0f3h,no5
            call   digit0                 ; 0
            mov     r3,#34h              ; 4
            mov     dptr,#8015h
no5:       cjne   r3,#0f4h,no6
            call   digit0                 ; 0
            mov     r3,#35h              ; 5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

no6:	mov	dptr,#801ch	
	cjne	r3,#0f5h,no7	
	call	digit0	:0
	mov	r3,#36h	:6
no7:	mov	dptr,#8023h	
	cjne	r3,#0f6h,no8	
	call	digit0	:0
	mov	r3,#37h	:7
no8:	mov	dptr,#802ah	
	cjne	r3,#0f7h,no9	
	call	digit0	:0
	mov	r3,#38h	:8
	mov	dptr,#8031h	
no9:	cjne	r3,#0f8h,no10	
	call	digit0	:0
	mov	r3,#39h	:9
	mov	dptr,#8038h	
no10:	cjne	r3,#0f9h,no11	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#30h	:0
	mov	dptr,#803fh	
no11:	cjne	r3,#0fah,no12	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#31h	:1
	mov	dptr,#8046h	
no12:	cjne	r3,#0fbh,no13	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#32h	:2
	mov	dptr,#804dh	
no13:	cjne	r3,#0fch,no14	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#33h	:3
	mov	dptr,#8054h	
no14:	cjne	r3,#0fdh,no15	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#34h	:4
	mov	dptr,#805bh	
no15:	cjne	r3,#0feh,no16	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#35h	:5
	mov	dptr,#8062h	
no16:	cjne	r3,#0ffh,no17	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#36h	:6
	mov	dptr,#8069h	
no17:	cjne	r3,#0fh,no18	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#37h	:7
	mov	dptr,#8070h	
no18:	cjne	r3,#1fh,no19	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#38h	:8
	mov	dptr,#8077h	
no19:	cjne	r3,#2fh,no20	
	call	digit1	:1
	mov	r3,#39h	:9
	mov	dptr,#807eh	
no20:	cjne	r3,#3fh,no21	
	call	digit2	:2
	mov	r3,#30h	:0
	mov	dptr,#8085h	
no21:	cjne	r3,#4fh,no22	
	call	digit2	:2
	mov	r3,#31h	:1
	mov	dptr,#808ch	
no22:	cjne	r3,#5fh,no23	
	call	digit2	:2
	mov	r3,#32h	:2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

no23:    mov     dptr,#8093h
        cjne   r3,#6fh,no24
        call  digit2           ; 2
        mov   r3,#33h         ; 3
no24:    mov     dptr,#809ah
        cjne   r3,#7fh,no25
        call  digit2           ; 2
        mov   r3,#34h         ; 4
no25:    mov     dptr,#80a1h
        cjne   r3,#8fh,finish
        call  digit2           ; 2
        mov   r3,#35h         ; 5
finish:  mov     dptr,#80a8h
        mov   high_ram,dph    ; get dph to high ram
        mov   low_ram,dpl     ; get dpl to low ram
        mov   first_ram,dpl   ; get dpl to first ram
        jmp   getdtmf         ; goto getdtmf
clrline: mov     r5,#7
        mov   a,#20h          ; clear dtmf ram
        mov   dph,high_ram
        mov   dpl,first_ram
loop19:  movx    @dptr,a           ; before press dtmf
        inc   dptr
        djnz  r5,loop19
        call  show           ; show Line:"xx"
        ret

;*****show error*****
error:  call  clrld             ; clear lcd
        mov   r3,#82h        ; set pointer LCD to show
        call  setfc         ; show "E"
        mov   r3,#'E'
        call  show         ; show "n"
        mov   r3,#'n'
        call  show         ; show "i"
        mov   r3,#'i'
        call  show         ; show "e"
        mov   r3,#'e'
        call  show         ; show "r"
        mov   r3,#'r'
        call  show         ; set pointer LCD to show
        mov   r3,#0clh
        call  setfc         ; show "a"
        mov   r3,#'a'
        call  show         ; show "g"
        mov   r3,#'g'
        call  show         ; show "a"
        mov   r3,#'a'
        call  show         ; show "i"
        mov   r3,#'i'
        call  show         ; show "n"
        mov   r3,#'n'
        call  show         ; get high ram to dph
        mov   dph,high_ram
        call  show         ; get first ram to dpl
        mov   dpl,first_ram
        mov   a,#'E'
        call  show         ; show "E"
        movx  @dptr,a
        inc   dptr
        mov   a,#'r'
        call  show         ; show "r"
        movx  @dptr,a
        inc   dptr
        mov   a,#'r'
        call  show         ; show "r"
        movx  @dptr,a
        inc   dptr
        mov   a,#'o'
        call  show         ; show "o"
        movx  @dptr,a
        inc   dptr
        mov   a,#'r'
        call  show         ; show "r"
        movx  @dptr,a

```

```

inc     dptr
mov     a,#20h
movx   @dptr,a           ; show space
inc     dptr
movx   @dptr,a           ; show space
mov     dptr,#6002h      ; dptr = port c 8255#1
again:  movx   a,@dptr    ; get dptr to a
        jnb   huck_sw.again ; if on-huck jmp here again
        ret

```

```

*****show line*****
linedemo:  mov     r3,#80h           ; Display at first segment
           call    setfc
           mov     r3,#'L'         ; show "Line :"
           call    show
           mov     r3,#'l'
           call    show
           mov     r3,#'n'
           call    show
           mov     r3,#'e'
           call    show
           mov     r3,#':'
           call    show
           ret

```

```

*****show line SW*****
linesw:    mov     r3,#85h           ; set pointer LCD to show
           call    setfc
           mov     r3,low_add      ; get low address to r3
           cjne   r3,#00h,s1       ; code for line 1
           call    digit0          ; show "0"
           mov     r3,#31h
           call    show            ; show "1"
           mov     r3,#20h
           call    show            ; show space
s1:        cjne   r3,#07h,s2       ; code for line 2
           call    digit0          ; show "0"
           mov     r3,#32h
           call    show            ; show "2"
s2:        cjne   r3,#0eh,s3       ; code for line 3
           call    digit0          ; show "0"
           mov     r3,#33h
           call    show            ; show "3"
s3:        cjne   r3,#15h,s4       ; code for line 4
           call    digit0          ; show "0"
           mov     r3,#34h
           call    show            ; show "4"
s4:        cjne   r3,#1ch,s5       ; code for line 5
           call    digit0          ; show "0"
           mov     r3,#35h
           call    show            ; show "5"
s5:        cjne   r3,#23h,s6       ; code for line 6
           call    digit0          ; show "0"
           mov     r3,#36h
           call    show            ; show "6"
s6:        cjne   r3,#2ah,s7       ; code for line 7
           call    digit0          ; show "0"
           mov     r3,#37h
           call    show            ; show "7"
s7:        cjne   r3,#31h,s8       ; code for line 8
           call    digit0          ; show "0"
           mov     r3,#38h
           call    show            ; show "8"
           mov     r3,#20h
           call    show
s8:        cjne   r3,#38h,s9       ; code for line 9
           call    digit0          ; show "0"
           mov     r3,#39h
           call    show            ; show "9"
s9:        cjne   r3,#3fh,s10      ; code for line 10
           call    digit1          ; show "1"
           mov     r3,#30h
           call    show            ; show "0"
s10:       cjne   r3,#46h,s11      ; code for line 11
           call    digit1          ; show "1"
           mov     r3,#31h
           call    show            ; show "1"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

s11:    cjne    r3,#4dh,s12    ; code for line 12
        call   digit1      ; show "1"
        mov    r3,#32h     ; show "2"
s12:    cjne    r3,#54h,s13  ; code for line 13
        call   digit1      ; show "1"
        mov    r3,#33h     ; show "3"
s13:    cjne    r3,#5bh,s14  ; code for line 14
        call   digit1      ; show "1"
        mov    r3,#34h     ; show "4"
s14:    cjne    r3,#62h,s15  ; code for line 15
        call   digit1      ; show "1"
        mov    r3,#35h     ; show "5"
s15:    cjne    r3,#69h,s16  ; code for line 16
        call   digit1      ; show "1"
        mov    r3,#36h     ; show "6"
s16:    cjne    r3,#70h,s17  ; code for line 17
        call   digit1      ; show "1"
        mov    r3,#37h     ; show "7"
s17:    cjne    r3,#77h,s18  ; code for line 18
        call   digit1      ; show "1"
        mov    r3,#38h     ; show "8"
s18:    cjne    r3,#7eh,s19  ; code for line 19
        call   digit1      ; show "1"
        mov    r3,#39h     ; show "9"
s19:    cjne    r3,#85h,s20  ; code for line 20
        call   digit2      ; show "2"
        mov    r3,#30h     ; show "0"
s20:    cjne    r3,#8ch,s21  ; code for line 21
        call   digit2      ; show "2"
        mov    r3,#31h     ; show "1"
s21:    cjne    r3,#93h,s22  ; code for line 22
        call   digit2      ; show "2"
        mov    r3,#32h     ; show "2"
s22:    cjne    r3,#9ah,s23  ; code for line 23
        call   digit2      ; show "2"
        mov    r3,#33h     ; show "3"
s23:    cjne    r3,#0a1h,s24 ; code for line 24
        call   digit2      ; show "2"
        mov    r3,#34h     ; show "4"
s24:    cjne    r3,#0a8h,ss  ; code for line 25
        call   digit2      ; show "2"
        mov    r3,#35h     ; show "5"
ss:     show
        ret

;*****show digit*****
digit0: mov    r3,#30h
        call   show        ; show "0"
        ret
digit1: mov    r3,#31h
        call   show        ; show "1"
        ret
digit2: mov    r3,#32h
        call   show        ; show "2"
        ret

;*****show lines of telephone*****
show:   mov    dptr,#6010h   ; dptr = port a 8255#2
        mov    a,r3        ; code to show save to a
        movx  @dptr,a      ; get a to port a
        mov    dptr,#6011h ; dptr = port b 8255#2
        mov    a,#05h     ; function set of LCD
        movx  @dptr,a      ; get a to port b 8255#2
        call  lcddelay    ; call delay lcd
        mov    dptr,#6011h ; dptr = port b 8255#2
        mov    a,#01h     ; function set of LCD
        movx  @dptr,a      ; get a to port b 8255#2
        ret

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

*****write dtmf to ram*****
write:      mov     a,dtmf
            clr     0c7h                ;*****
            clr     0e6h                ; set for LCD ascii
            setb    0e5h                ; "30h" - "39h"
            setb    0e4h                ;*****
            cjne    a,#3bh,check        ; check "*"
            mov     a,#2ah
check:      cjne    a,#3ch,check1      ; check "#"
            mov     a,#23h
check1:    cjne    a,#3ah,write1      ; check "0"
            mov     a,#30h
write1:    mov     dph,high_ram         ; dph = high ram
            mov     dpl,low_ram        ; dpl = low ram
            movx   @dptr,a             ; send a to dptr
            inc    dptr                ; dptr + 1
            mov    high_ram,dph       ; high ram = dph
            mov    low_ram,dpl        ; low ram = dpl
            cjne    a,#30h,dt1
dt1:       mov     r0,#30h             ; press 0
            cjne    a,#31h,dt2
dt2:       mov     r0,#31h             ; press 1
            cjne    a,#32h,dt3
dt3:       mov     r0,#32h             ; press 2
            cjne    a,#33h,dt4
dt4:       mov     r0,#33h             ; press 3
            cjne    a,#34h,dt5
dt5:       mov     r0,#34h             ; press 4
            cjne    a,#35h,dt6
dt6:       mov     r0,#35h             ; press 5
            cjne    a,#36h,dt7
dt7:       mov     r0,#36h             ; press 6
            cjne    a,#37h,dt8
dt8:       mov     r0,#37h             ; press 7
            cjne    a,#38h,dt9
dt9:       mov     r0,#38h             ; press 8
            cjne    a,#39h,dt10
dt10:      mov     r0,#39h             ; press 9
            cjne    a,#2ah,dt11
dt11:      mov     r0,#2ah             ; press *
            cjne    a,#23h,finish1
finish1:   mov     r0,#23h             ; press #
            mov     r3,#87h
            call    setfc
            mov     r3,#20h
            call    show
            mov     r3,start_show      ; set pointer LCD to show
            call    setfc
            mov     a,r0               ; code dtmf to a
            mov     r3,a               ; a to r3
            call    show               ; show dtmf
            mov     dptr,#6002h        ; dptr = port c 8255#1
loop2:    movx   a,@dptr              ; get dptr to a
            jnb    0e7h,loop2          ; wait for press dtmf
            inc    start_show          ; pointer LCD to show + 1
            jmp    getdtmf            ; goto getdtmf

*****
settime:   mov     intrp,#1            ; intrp = 1
            setb   ea                 ; start interrupt
            setb   ex0
blink:     mov     r3,#0c0h            ; set pointer LCD to show
            call    setfc
            mov     r3,#20h           ; space ascii
            call    show
            call    show

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov     r3,#0c3h           ; set pointer LCD
call    setfc
mov     r3,#20h           ; space ascii
call    show
call    show
call    delay              ; delay
call    delay
call    delay
call    time               ; show time
call    delay              ; delay
call    delay
call    delay
jnb     p3.4,set           ; if press timeset goto set
jmp     settime            ; goto settime
set:    clr                ex1          ; non interrupt
loop12: mov     r5,#7        ; r5 for delay loop
call    delay              ; delay
djnz   r5,loop12
jnb     p3.4,S             ; if not press sw. jmp here again
call    clrled             ; clear LCD
call    setdate            ; goto set date

;*****
setint: mov     a,intrp      ; get intrp to a
cjne   a,#1,intday        ; if a = 1 goto sethour
call   sethour
intday: cjne   a,#2,intmonth ; if a = 2 goto setday
call   setday
intmonth: cjne  a,#3,intyear  ; if a = 3 goto setmonth
call   setmonth
intyear: cjne  a,#4,time      ; if a = 4 goto setyear
call   setyear
ftime:  cjne  a,#5,intx      ; if a = 4 goto initial rtc
call   init_rtc
intx:   reti

;*****
sethour: inc    hour        ; hour + 1
mov     r3,hour           ; hour to r3
cjne   r3,#0ah,h10       ; if r3 = #0ah change to #10h
mov     hour,#10h
h10:   cjne   r3,#1ah,h20   ; if r3 = #1ah change to #20h
mov     hour,#20h
h20:   cjne   r3,#24h,again1 ; if r3 = #24h change to #00h
mov     hour,#00h
again1: call    sethour1     ; goto sethour1
call    time               ; show time
call    delay              ; delay
call    delay
ret

;*****
setmin: inc    min         ; min + 1
mov     r3,min           ; min to r3
cjne   r3,#0ah,m10       ; if r3 = #0ah change to #10h
mov     min,#10h
m10:   cjne   r3,#1ah,m20   ; if r3 = #1ah change to #20h
mov     min,#20h
m20:   cjne   r3,#2ah,m30   ; if r3 = #2ah change to #30h
mov     min,#30h
m30:   cjne   r3,#3ah,m40   ; if r3 = #3ah change to #40h
mov     min,#40h
m40:   cjne   r3,#4ah,m50   ; if r3 = #4ah change to #50h
mov     min,#50h
m50:   cjne   r3,#5ah,again2 ; if r3 = #5ah change to #00h
mov     min,#00h
again2: call    setmin1     ; goto setmin1
call    time               ; show time

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    delay                ; delay
call    delay
reti

;*****
setday:  inc    day            ; day + 1
        mov    r3,day         ; day to r3
        cjne   r3,#0ah,d10    ; if r3 = #0ah change to #10h
        mov    day,#10h
d10:    cjne   r3,#1ah,d20    ; if r3 = #1ah change to #20h
        mov    day,#20h
d20:    cjne   r3,#2ah,d30    ; if r3 = #2ah change to #30h
        mov    day,#30h
d30:    cjne   r3,#32h,again3  ; if r3 = #32h change to #01h
        mov    day,#01h
again3: call    setday1        ; goto setday1
        call    date          ; show date
        call    delay         ; delay
        call    delay
        ret

;*****
setmonth: inc    month        ; month + 1
        mov    r3,month       ; month to r3
        cjne   r3,#0ah,mo10   ; if r3 = #0ah change to #10h
        mov    month,#10h
mo10:   cjne   r3,#13h,again4  ; if r3 = #13h change to #01h
        mov    month,#01h
again4: call    setmonth1      ; goto setmonth1
        call    date          ; show date
        call    delay         ; delay
        call    delay
        ret

;*****
setyear: inc    year          ; year + 1
        mov    r3,year        ; year to r3
        cjne   r3,#0ah,y10    ; if r3 = #0ah change to #10h
        mov    year,#10h
y10:    cjne   r3,#1ah,y20    ; if r3 = #1ah change to #20h
        mov    year,#20h
y20:    cjne   r3,#2ah,y30    ; if r3 = #2ah change to #30h
        mov    year,#30h
y30:    cjne   r3,#3ah,y40    ; if r3 = #3ah change to #40h
        mov    year,#40h
y40:    cjne   r3,#4ah,y50    ; if r3 = #4ah change to #50h
        mov    year,#50h
y50:    cjne   r3,#5ah,y60    ; if r3 = #5ah change to #60h
        mov    year,#60h
y60:    cjne   r3,#6ah,y70    ; if r3 = #6ah change to #70h
        mov    year,#70h
y70:    cjne   r3,#7ah,y80    ; if r3 = #7ah change to #80h
        mov    year,#80h
y80:    cjne   r3,#8ah,y90    ; if r3 = #8ah change to #90h
        mov    year,#90h
y90:    cjne   r3,#9ah,again5  ; if r3 = #9ah change to #00h
        mov    year,#00h
again5: call    setyear1       ; goto setyear1
        call    date          ; show date
        call    delay         ; delay
        call    delay
        ret

;*****show time*****
time:   call    rtc_display    ; goto rtc_display
        mov    r3,#80h        ; set pointer LCD to show
        call    setfc
        mov    r3,#'T'        ; show "T"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    show
mov     r3,#'i'           ; show "i"
call    show
mov     r3,#'m'           ; show "m"
call    show
mov     r3,#'e'           ; show "e"
call    show
mov     r3,#0c0h         ; set pointer LCD to show
call    setfc
mov     r3,hour           ; show hour
call    ch_font           ; goto check font to show
mov     a,r0              ; r0 to a
mov     r3,a              ; a to r3
call    show
mov     r3,#0c1h         ; set pointer LCD to show
call    setfc
mov     a,r1              ; r1 to a
mov     r3,a              ; a to r3
call    show
mov     r3,#':'           ; show ":"
call    show
mov     r3,#0c3h         ; set pointer LCD to show
call    setfc
mov     r3,min            ; show minute
call    ch_font           ; goto check font to show
mov     a,r0              ; r0 to a
mov     r3,a              ; a to r3
call    show
mov     r3,#0c4h         ; set pointer LCD to show
call    setfc
mov     a,r1              ; r1 to a
mov     r3,a              ; a to r3
call    show
mov     r3,#':'           ; show ":"
call    show
mov     r3,#0c6h         ; set pointer LCD to show
call    setfc
mov     r3,sec            ; show second
call    ch_font           ; goto check font to show
mov     a,r0              ; r0 to a
mov     r3,a              ; a to r3
call    show
mov     r3,#0c7h         ; set pointer LCD to show
call    setfc
mov     a,r1              ; r1 to a
mov     r3,a              ; a to r3
call    show
ret

```

*****show date*****

```

date:   call    rtc_display ; goto rtc_display
mov     r3,#80h           ; set pointer LCD to show
call    setfc
mov     r3,#'D'           ; show "D"
call    show
mov     r3,#'a'           ; show "a"
call    show
mov     r3,#'t'           ; show "t"
call    show
mov     r3,#'e'           ; show "e"
call    show
mov     r3,#0c0h         ; set pointer LCD to show
call    setfc
mov     r3,day            ; show day
call    ch_font           ; goto check font to show
mov     a,r0              ; r0 to a
mov     r3,a              ; a to r3
call    show

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    r3,#0c1h                ; set pointer LCD to show
call   setfc
mov    a,r1                     ; r1 to a
mov    r3,a                     ; a to r3
call   show
mov    r3,#"/"                 ; show "/"
call   show
mov    r3,#0c3h                ; set pointer LCD to show
call   setfc
mov    r3,month                 ; show month
call   ch_font                 ; goto check font to show
mov    a,r0                     ; r0 to a
mov    r3,a                     ; a to r3
call   show
mov    r3,#0c4h                ; set pointer LCD to show
call   setfc
mov    a,r1                     ; r1 to a
mov    r3,a                     ; a to r3
call   show
mov    r3,#"/"                 ; show "/"
call   show
mov    r3,#0c6h                ; set pointer LCD to show
call   setfc
mov    r3,year                 ; show year
call   ch_font                 ; goto check font ot show
mov    a,r0                     ; r0 to a
mov    r3,a                     ; a to r3
call   show
mov    r3,#0c7h                ; set pointer LCD to show
call   setfc
mov    a,r1                     ; r1 to a
mov    r3,a                     ; a to r3
call   show
ret

;*****set date*****
setdate:  mov    intrp,#2        ; intrp = 2
          setb  ea              ; start interrupt
          setb  ex0            ; start interrupt ex0
          clr   ex1            ; start interrupt ex1
          mov   r3,#0c0h       ; set pointer LCD to show
          call  setfc
          mov   r3,#20h        ; show space
          call  show
          call  show
          call  delay          ; delay
          call  delay
          call  delay
          call  date           ; show date
          call  delay          ; delay
          call  delay
          call  delay
          jnb   p3.4,set1      ; if press timeset go to set1
          jmp   setdate       ; goto setdate
set1:    clr   ea              ; non interrupt
          mov   r5,#7          ; r5 for delay loop
loop14:  call  delay          ; delay
          djnz r5,loop14
          jb   p3.4,S          ; if not press sw. jmp here
          call clrlcd         ; clear lcd
          call delay          ; delay
          call delay
          jmp  setdate1       ; goto setdate1

;*****set month*****
setdate1:  mov    intrp.#3      ; intrp = 3
          setb  ea              ; start interrupt
          setb  ex0            ; start interrupt ex0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clr      ex1                ; start interrupt ex1
mov     r3,#0c3h           ; set pointer LCD to show
call   setfc
mov     r3,#20h           ; show space
call   show
call   show
call   delay                ; delay
call   delay
call   delay
call   date                ; show date
call   delay                ; delay
call   delay
call   delay
jnb    p3.4,set2           ; if press timeset goto set2
jmp     setdate1          ; goto setdate1
set2:   clr                ; non interrupt
mov     r5,#7              ; r5 for delay loop
loop15: call   delay        ; delay
        djnz   r5,loop15
        jb     p3.4,$       ; if not press sw. jmp here again
        call  clrld        ; clear lcd
        call  delay        ; delay
        call  delay
        jmp   setdate2     ; goto setdate2
;*****set year*****
setdate2: mov   intrp,#4      ; intrp = 4
        setb  ea            ; start interrupt
        setb  ex0          ; start interrupt ex0
        clr   ex1          ; start interrupt ex1
        mov   r3,#0c6h     ; set pointer LCD to show
        call  setfc
        mov   r3,#20h     ; show space
        call  show
        call  show
        call  delay        ; delay
        call  delay
        call  delay
        call  date        ; show date
        call  delay        ; delay
        call  delay
        call  delay
        jnb   p3.4,set3    ; if press sw. goto set3
        jmp   setdate2    ; goto setdate2
set3:   clr                ; non interrupt
mov     r5,#7              ; r5 for delay loop
loop16: call   delay        ; delay
        djnz  r5,loop16
        jb   p3.4,$       ; jmp here again if not press sw.
        call  clrld        ; clear lcd
        call  delay        ; delay
        call  delay
        call  delay
        clr   ea            ; non interrupt
        jmp   scan        ; goto scan
;*****check font*****
ch_font: cjne   r3,#00h,ch1 ;*****
        mov   r0,#30h      ; change number to ascii
        mov   r1,#30h      ; to show to LCD and printer
ch1:   cjne   r3,#01h,ch2
        mov   r0,#30h
        mov   r1,#31h
ch2:   cjne   r3,#02h,ch3
        mov   r0,#30h
        mov   r1,#32h
ch3:   cjne   r3,#03h,ch4
        mov   r0,#30h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	mov	r1,#33h
ch4:	cjne	r3,#04h,ch5
	mov	r0,#30h
	mov	r1,#34h
ch5:	cjne	r3,#05h,ch6
	mov	r0,#30h
	mov	r1,#35h
ch6:	cjne	r3,#06h,ch7
	mov	r0,#30h
	mov	r1,#36h
ch7:	cjne	r3,#07h,ch8
	mov	r0,#30h
	mov	r1,#37h
ch8:	cjne	r3,#08h,ch9
	mov	r0,#30h
	mov	r1,#38h
ch9:	cjne	r3,#09h,ch10
	mov	r0,#30h
	mov	r1,#39h
ch10:	cjne	r3,#10h,ch11
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#30h
ch11:	cjne	r3,#11h,ch12
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#31h
ch12:	cjne	r3,#12h,ch13
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#32h
ch13:	cjne	r3,#13h,ch14
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#33h
ch14:	cjne	r3,#14h,ch15
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#34h
ch15:	cjne	r3,#15h,ch16
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#35h
ch16:	cjne	r3,#16h,ch17
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#36h
ch17:	cjne	r3,#17h,ch18
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#37h
ch18:	cjne	r3,#18h,ch19
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#38h
ch19:	cjne	r3,#19h,ch20
	mov	r0,#31h
	mov	r1,#39h
ch20:	cjne	r3,#20h,ch21
	mov	r0,#32h
	mov	r1,#30h
ch21:	cjne	r3,#21h,ch22
	mov	r0,#32h
	mov	r1,#31h
ch22:	cjne	r3,#22h,ch23
	mov	r0,#32h
	mov	r1,#32h
ch23:	cjne	r3,#23h,ch24
	mov	r0,#32h
	mov	r1,#33h
ch24:	cjne	r3,#24h,ch25
	mov	r0,#32h
	mov	r1,#34h
ch25:	cjne	r3,#25h,ch26
	mov	r0,#32h
	mov	r1,#35h
ch26:	cjne	r3,#26h,ch27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	mov	r0,#32h
	mov	r1,#36h
ch27:	cjne	r3,#27h,ch28
	mov	r0,#32h
	mov	r1,#37h
ch28:	cjne	r3,#28h,ch29
	mov	r0,#32h
	mov	r1,#38h
ch29:	cjne	r3,#29h,ch30
	mov	r0,#32h
	mov	r1,#39h
ch30:	cjne	r3,#30h,ch31
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#30h
ch31:	cjne	r3,#31h,ch32
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#31h
ch32:	cjne	r3,#32h,ch33
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#32h
ch33:	cjne	r3,#33h,ch34
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#33h
ch34:	cjne	r3,#34h,ch35
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#34h
ch35:	cjne	r3,#35h,ch36
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#35h
ch36:	cjne	r3,#36h,ch37
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#36h
ch37:	cjne	r3,#37h,ch38
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#37h
ch38:	cjne	r3,#38h,ch39
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#38h
ch39:	cjne	r3,#39h,ch40
	mov	r0,#33h
	mov	r1,#39h
ch40:	cjne	r3,#40h,ch41
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#30h
ch41:	cjne	r3,#41h,ch42
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#31h
ch42:	cjne	r3,#42h,ch43
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#32h
ch43:	cjne	r3,#43h,ch44
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#33h
ch44:	cjne	r3,#44h,ch45
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#34h
ch45:	cjne	r3,#45h,ch46
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#35h
ch46:	cjne	r3,#46h,ch47
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#36h
ch47:	cjne	r3,#47h,ch48
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#37h
ch48:	cjne	r3,#48h,ch49
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#38h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ch49:	cjne	r3,#49h,ch50
	mov	r0,#34h
	mov	r1,#39h
ch50:	cjne	r3,#50h,ch51
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#30h
ch51:	cjne	r3,#51h,ch52
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#31h
ch52:	cjne	r3,#52h,ch53
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#32h
ch53:	cjne	r3,#53h,ch54
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#33h
ch54:	cjne	r3,#54h,ch55
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#34h
ch55:	cjne	r3,#55h,ch56
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#35h
ch56:	cjne	r3,#56h,ch57
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#36h
ch57:	cjne	r3,#57h,ch58
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#37h
ch58:	cjne	r3,#58h,ch59
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#38h
ch59:	cjne	r3,#59h,ch60
	mov	r0,#35h
	mov	r1,#39h
ch60:	cjne	r3,#60h,ch61
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#30h
ch61:	cjne	r3,#61h,ch62
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#31h
ch62:	cjne	r3,#62h,ch63
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#32h
ch63:	cjne	r3,#63h,ch64
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#33h
ch64:	cjne	r3,#64h,ch65
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#34h
ch65:	cjne	r3,#65h,ch66
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#35h
ch66:	cjne	r3,#66h,ch67
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#36h
ch67:	cjne	r3,#67h,ch68
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#37h
ch68:	cjne	r3,#68h,ch69
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#38h
ch69:	cjne	r3,#69h,ch70
	mov	r0,#36h
	mov	r1,#39h
ch70:	cjne	r3,#70h,ch71
	mov	r0,#37h
	mov	r1,#30h
ch71:	cjne	r3,#71h,ch72
	mov	r0,#37h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	mov	r1,#31h
ch72:	cjne	r3,#72h,ch73
	mov	r0,#37h
	mov	r1,#32h
ch73:	cjne	r3,#73h,ch74
	mov	r0,#37h
	mov	r1,#33h
ch74:	cjne	r3,#74h,ch75
	mov	r0,#37h
	mov	r1,#34h
ch75:	cjne	r3,#75h,ch76
	mov	r0,#37h
	mov	r1,#35h
ch76:	cjne	r3,#76h,ch77
	mov	r0,#37h
	mov	r1,#36h
ch77:	cjne	r3,#77h,ch78
	mov	r0,#37h
	mov	r1,#37h
ch78:	cjne	r3,#78h,ch79
	mov	r0,#37h
	mov	r1,#38h
ch79:	cjne	r3,#79h,ch80
	mov	r0,#37h
	mov	r1,#39h
ch80:	cjne	r3,#80h,ch81
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#30h
ch81:	cjne	r3,#81h,ch82
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#31h
ch82:	cjne	r3,#82h,ch83
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#32h
ch83:	cjne	r3,#83h,ch84
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#33h
ch84:	cjne	r3,#84h,ch85
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#34h
ch85:	cjne	r3,#85h,ch86
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#35h
ch86:	cjne	r3,#86h,ch87
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#36h
ch87:	cjne	r3,#87h,ch88
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#37h
ch88:	cjne	r3,#88h,ch89
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#38h
ch89:	cjne	r3,#89h,ch90
	mov	r0,#38h
	mov	r1,#39h
ch90:	cjne	r3,#90h,ch91
	mov	r0,#39h
	mov	r1,#30h
ch91:	cjne	r3,#91h,ch92
	mov	r0,#39h
	mov	r1,#31h
ch92:	cjne	r3,#92h,ch93
	mov	r0,#39h
	mov	r1,#32h
ch93:	cjne	r3,#93h,ch94
	mov	r0,#39h
	mov	r1,#33h
ch94:	cjne	r3,#94h,ch95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov r0,#39h
mov r1,#34h
ch95:  cjne r3,#95h,ch96
mov r0,#39h
mov r1,#35h
ch96:  cjne r3,#96h,ch97
mov r0,#39h
mov r1,#36h
ch97:  cjne r3,#97h,ch98
mov r0,#39h
mov r1,#37h
ch98:  cjne r3,#98h,ch99
mov r0,#39h
mov r1,#38h
ch99:  cjne r3,#99h,ch
mov r0,#39h
mov r1,#39h
ch:    ret

;*****clear LCD*****
clrld:  mov r3,#80h ; set_pointer_line1
call setfc
call show2 ; call to clear
mov r3,#0c0h ; set_poiter_line2
call setfc
call show2 ; call to clear
ret
show2:  mov r3,#20h ; space_Ascii
mov r5,#8 ; r5 for counter this loop
loop10: call show
djnz r5,loop10
ret

;*****clear RAM*****
clrtram: mov r5,#0b0h ; #b0h Address
mov dptr,#8000h ; first ram
mov a,#20h ; space_Ascii
loop3:  movx @dptr,a ; get space to ram
inc dptr ; dptr + 1
djnz r5,loop3
ret

;*****LCD function set*****
setfc:  mov dptr,#6010h ; dptr = port a 8255#2
mov a,r3 ; r3 to a
movx @dptr,a ; get a to dptr
mov dptr,#6011h ; dptr = port b 8255#2
mov a,#04h ; function set to LCD
movx @dptr,a ; get a to dptr
call lcddelay ; delayLCD
mov dptr,#6011h ; dptr = port b 8255#2
mov a,#00h ; function set to LCD
movx @dptr,a ; get a to dptr
ret

;*****system delay*****
delay:  mov r6,#0ffh ; r6 for delay loop
delay1: mov r7,#0ffh ; r7 for delay1 loop
djnz r7,$
djnz r6,delay1
ret

;*****LCD delay*****
lcddelay: mov r6,#01h ; r6 for lcddelay loop
dly:    mov r7,#40h ; r7 for dly loop
djnz r7,$
djnz r6,dly
ret

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;*****initial 8255*****
init_8255:    mov     dptr,#6003h        ; 8255 #1
             mov     a,#89h          ; a,b=out ; c=in
             movx    @dptr,a         ; a to dptr
             mov     dptr,#6013h     ; 8255 #2
             mov     a,#81h          ; a,b,cHIGH=out ; cLOW=in
             movx    @dptr,a         ; a to dptr
             ret

;*****initial LCD*****
init_lcd:    mov     r5,#3           r5 for counter this loop
loop_lcd:    mov     r3,#30h         ; see LCD_book
             call    setfc
             djnz   r5,loop_lcd
             mov     r3,#38h        ; 8 bit , 2 line , 5x7
             call    setfc
             mov     r3,#0ch        ; disp_on , no_cursor ;#0ch
             call    setfc
             mov     r3,#06h        ; DDram+1 , cursor_shift_Right
             call    setfc
             mov     r3,#01h        ; clear disp , cursor_home
             call    setfc
             ret

;*****
sethour1:    mov     r2,#84h         ; code for hourRTC
             mov     r3,hour        ; hour to r3
             call    write_rtc      ; set hour now
             mov     r2,#80h        ; code for secRTC
             mov     r3,#00h
             call    write_rtc      ; clear second
             ret

setmin1:     mov     r2,#82h         ; code for minRTC
             mov     r3,min         ; set minute now
             call    write_rtc      ; set minute now
             mov     r2,#80h        ; code for secRTC
             mov     r3,#00h
             call    write_rtc      ; clear second
             ret

setday1:     mov     r2,#86h         ; code for dayRTC
             mov     r3,day         ; set day now
             call    write_rtc      ; set day now
             ret

setmonth1:   mov     r2,#88h        ; code for monthRTC
             mov     r3,month       ; set month now
             call    write_rtc      ; set month now
             ret

setyear1:    mov     r2,#8ch        ; code for yearRTC
             mov     r3,year        ; set year now
             call    write_rtc      ; set year now
             ret

;*****initial RTC*****
init_rtc:    mov     r2,#8eh         ; write protect
             mov     r3,#80h
             call    write_rtc
             mov     r2,#80h        ; write second
             mov     r3,#00h;sec
             call    write_rtc
             mov     r2,#82h        ; write minute
             mov     r3,#00h;min
             call    write_rtc
             mov     r2,#84h        ; write hour
             mov     r3,#00h;hour
             call    write_rtc
             mov     r2,#86h        ; write day
             mov     r3,#01h;day

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    write_rtc
mov     r2,#88h                ; write month
mov     r3,#01h;month
call    write_rtc
mov     r2,#8ch                ; write year
mov     r3,#98h;year
call    write_rtc
mov     r2,#8eh                ;write protect
mov     r3,#00h
write_rtc:
clr     sclk                   ; sclk = 0
call    delayr                 ; delay
setb    rst                    ; rst = 1
call    delayr                 ; delay
mov     a,r2                   ; r2 to a
call    write_8bit              ; goto write_8bit
mov     a,r3                   ; r3 to a
call    write_8bit              ; goto write_8bit
clr     rst                    ; rst = 0
call    delayr                 ; delay
ret

write_8bit:
mov     r5,#8                  ; r5 for counter this loop
clr     c                      ; c = 0
wr8bit:
rrc     a                      ; right rotate a
mov     io,c                   ; c to io
setb    pl.5                   ; pl.5 = 1
call    delayr                 ; delay
clr     sclk                   ; sclk = 0
call    delayr                 ; delay
djnz   r5,wr8bit
ret

;*****
read_rtc:
clr     sclk                   ; sclk = 0
call    delayr                 ; delay
setb    rst                    ; rst = 1
call    delayr                 ; delay
mov     a,r2                   ; r2 to a
call    write_8bit              ; goto write_8bit
mov     r5,#08h                ; r5 for counter this loop
clr     a                      ; a = 0
rd_ch:
clr     sclk                   ; sclk = 0
call    delayr                 ; delay
mov     c,io                   ; io to c
rrc     a                      ; right rotate a
setb    sclk                   ; sclk = 1
call    delayr                 ; delay
djnz   r5,rd_ch
mov     r3,a                   ; a to r3
clr     rst                    ; rst = 0
call    delayr                 ; delay
ret

;*****rtc_display loop*****
rtc_display:
mov     r2,#81h                ; code for secRTC
call    read_rtc                ; goto read_rtc
mov     sec,r3                  ; sec
mov     r2,#83h                ; code for minRTC
call    read_rtc                ; goto read_rtc
mov     min,r3                  ; min
mov     r2,#85h                ; code for hourRTC
call    read_rtc                ; goto read_rtc
mov     hour,r3                 ; hour
mov     r2,#87h                ; code for dayRTC
call    read_rtc                ; goto read_rtc
mov     day,r3                  ; day
mov     r2,#89h                ; code for monthRTC
call    read_rtc                ; goto read_rtc
mov     month,r3                ; month

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov     r2,#8dh                ; code for yearRTC
call    read_rtc               ; goto read_rtc
mov     year,r3                ; year
ret

;*****RTC delay*****
delayr:  mov     r6,#01h         ; r6 for delayr loop
delayr1: mov     r7,#0ffh        ; r7 for delayr1 loop
        djnz   r7,$
        djnz   r6,delayr1
        ret

;*****PRINT*****
print:   call    clrLcd         ; clear lcd
        clr    ea              ; non interrupt
        mov   r3,#80h         ; set pointer LCD
        call  setfc
        mov   r3,#'P'
        call  show             ; show "P"
        mov   r3,#'r'
        call  show             ; show "r"
        mov   r3,#'i'
        call  show             ; show "i"
        mov   r3,#'n'
        call  show             ; show "n"
        mov   r3,#'t'
        call  show             ; show "t"
        mov   r3,#' '
        call  show             ; show space
        mov   r3,#'?'
        call  show             ; show "?"

loopp:   jnb    p3.2,start1     ; if press upSW. goto start1
        jnb    p3.3,start1     ; if press downSW. goto start1
        jnb    p3.4,start1     ; if press timesetSW. goto start1
        jnb    p3.5,print2     ; if press printSW. Goto print2
        jmp   loopp           ; goto loopp

start1:  jnb    p3.2,$
        jnb    p3.3,$
        jnb    p3.4,$
        call  delay
        jmp   start           ; goto start

print2:  call    clrLcd         ; clear LCD
        mov   r3,#0c0h        ; set pointer LCD
        call  setfc
        mov   r3,#'S'
        call  show             ; show "S"
        mov   r3,#'e'
        call  show             ; show "e"
        mov   r3,#'n'
        call  show             ; show "n"
        call  show
        mov   r3,#'d'
        call  show             ; show "d"
        call  show
        mov   r3,#'i'
        call  show             ; show "i"
        call  show
        mov   r3,#'n'
        call  show             ; show "n"
        mov   r3,#'g'
        call  show             ; show "g"
        call  show
        call  init_pm         ; goto initial print
        call  head            ; goto head
        call  head2           ; goto head2
        call  head3           ; goto head3
        call  head4           ; goto head4
        call  paper_time      ; goto paper_time
        call  paper_date      ; goto paper_date
        call  paper_line      ; goto paper_line

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    produce                ; goto produce
call    head5                  ; goto head5
call    delay                  ; delay
mov     b,#0ch                 ; send out paper
call    print_byte
jmp     start                   ; goto start

;*****
head:   mov     r5,#3            ; r5 for counter this loop
he00:   mov     b,#0ah          ; new line
        call    print_byte
        djnz   r5,he00
        mov     r5,#4            ; r5 for counter this loop
he01:   mov     b,#9            ; Tab
        call    print_byte
        djnz   r5,he01
        mov     b,#'T'          ; show "T"
        call    print_byte
        mov     b,#'E'          ; show "E"
        call    print_byte
        mov     b,#'L'          ; show "L"
        call    print_byte
        mov     b,#'E'          ; show "E"
        call    print_byte
        mov     b,#'P'          ; show "P"
        call    print_byte
        mov     b,#'H'          ; show "H"
        call    print_byte
        mov     b,#'O'          ; show "O"
        call    print_byte
        mov     b,#'N'          ; show "N"
        call    print_byte
        mov     b,#'E'          ; show "E"
        call    print_byte
        mov     b,#20h          ; space
        call    print_byte
        mov     b,#'L'          ; show "L"
        call    print_byte
        mov     b,#'I'          ; show "I"
        call    print_byte
        mov     b,#'N'          ; show "N"
        call    print_byte
        mov     b,#'E'          ; show "E"
        call    print_byte
        mov     b,#20h          ; space
        call    print_byte
        mov     b,#'F'          ; show "F"
        call    print_byte
        mov     b,#'I'          ; show "I"
        call    print_byte
        mov     b,#'N'          ; show "N"
        call    print_byte
        mov     b,#'D'          ; show "D"
        call    print_byte
        mov     b,#'E'          ; show "E"
        call    print_byte
        mov     b,#'R'          ; show "R"
        call    print_byte
        ret

head2:  mov     r5,#2            ; r5 for counter this loop
he20:   mov     b,#0ah          ; new line
        call    print_byte
        djnz   r5,he20
        mov     r5,#3            ; r5 for counter this loop
he21:   mov     b,#9            ; space
        call    print_byte
        djnz   r5,he21

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

he22:      mov     r5,#3                ; r5 for counter this loop
           mov     b,#20h          ; space
           call    print_byte
           djnz   r5,he22
           mov     b,#'T'          ; show "T"
           call    print_byte
           mov     b,#'e'          ; show "e"
           call    print_byte
           mov     b,#'l'          ; show "l"
           call    print_byte
           mov     b,#'e'          ; show "e"
           call    print_byte
           mov     b,#'c'          ; show "c"
           call    print_byte
           mov     b,#'o'          ; show "o"
           call    print_byte
           mov     b,#'m'          ; show "m"
           call    print_byte
           mov     b,#'m'          ; show "m"
           call    print_byte
           mov     b,#'u'          ; show "u"
           call    print_byte
           mov     b,#'n'          ; show "n"
           call    print_byte
           mov     b,#'i'          ; show "i"
           call    print_byte
           mov     b,#'c'          ; show "c"
           call    print_byte
           mov     b,#'a'          ; show "a"
           call    print_byte
           mov     b,#'t'          ; show "t"
           call    print_byte
           mov     b,#'i'          ; show "i"
           call    print_byte
           mov     b,#'o'          ; show "o"
           call    print_byte
           mov     b,#'n'          ; show "n"
           call    print_byte
h23:      mov     r5,#3                ; r5 for counter this loop
           mov     b,#20h          ; space
           call    print_byte
           djnz   r5,h23
           mov     b,#'E'          ; show "E"
           call    print_byte
           mov     b,#'n'          ; show "n"
           call    print_byte
           mov     b,#'g'          ; show "g"
           call    print_byte
           mov     b,#'i'          ; show "i"
           call    print_byte
           mov     b,#'n'          ; show "n"
           call    print_byte
           mov     b,#'e'          ; show "e"
           call    print_byte
           mov     b,#'e'          ; show "e"
           call    print_byte
           mov     b,#'r'          ; show "r"
           call    print_byte
           mov     b,#'i'          ; show "i"
           call    print_byte
           mov     b,#'n'          ; show "n"
           call    print_byte
           mov     b,#'g'          ; show "g"
           call    print_byte
           ret

head3:    mov     b,#0ah           ; new line
           call    print_byte

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

he30:    mov     r5,#3           ; r5 for counter this loop
         mov     b,#9           ; Tab
         call    print_byte
         djnz   r5,he30
         mov     r5,#8h         ; r5 for counter this loop
he31:    mov     b,#20h          ; space
         call    print_byte
         djnz   r5,he31
         mov     b,#'I'         ; show "I"
         call    print_byte
         mov     b,#'n'         ; show "n"
         call    print_byte
         mov     b,#'d'         ; show "d"
         call    print_byte
         mov     b,#'u'         ; show "u"
         call    print_byte
         mov     b,#'s'         ; show "s"
         call    print_byte
         mov     b,#'t'         ; show "t"
         call    print_byte
         mov     b,#'r'         ; show "r"
         call    print_byte
         mov     b,#'i'         ; show "i"
         call    print_byte
         mov     b,#'a'         ; show "a"
         call    print_byte
         mov     b,#'l'         ; show "l"
         call    print_byte
         mov     b,#20h          ; space
         call    print_byte
         mov     b,#20h          ; space
         call    print_byte
         mov     b,#'E'         ; show "E"
         call    print_byte
         mov     b,#'d'         ; show "d"
         call    print_byte
         mov     b,#'u'         ; show "u"
         call    print_byte
         mov     b,#'c'         ; show "c"
         call    print_byte
         mov     b,#'a'         ; show "a"
         call    print_byte
         mov     b,#'t'         ; show "t"
         call    print_byte
         mov     b,#'i'         ; show "i"
         call    print_byte
         mov     b,#'o'         ; show "o"
         call    print_byte
         mov     b,#'n'         ; show "n"
         call    print_byte
         ret

head4:   mov     b,#0ah          ; new line
         call    print_byte

he40:    mov     r5,#3           ; r5 for counter this loop
         mov     b,#9           ; Tab
         call    print_byte
         djnz   r5,he40
         mov     r5,#16         ; r5 for counter this loop
he41:    mov     b,#20h          ; space
         call    print_byte
         djnz   r5,he41
         mov     b,#'K'         ; show "K"
         call    print_byte
         mov     b,#'M'         ; show "M"
         call    print_byte
         mov     b,#'I'         ; show "I"
         call    print_byte

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov     b,#'T'                ; show "T"
call   print_byte
mov     b,#'"'                ; show ""
call   print_byte
mov     b,#'L'                ; show "L"
call   print_byte
ret

head5:  mov     r5,#8
he50:   mov     b,#0ah         ; new line
call   print_byte
djnz   r5,he50
mov     b,#9
call   print_byte
mov     b,#'E'                ; show "E"
call   print_byte
mov     b,#'D'                ; show "D"
call   print_byte
mov     b,#','                ; show "."
call   print_byte
mov     b,#'E'                ; show "E"
call   print_byte
mov     b,#'n'                ; show "n"
call   print_byte
mov     b,#'g'                ; show "g"
call   print_byte
mov     b,#'i'                ; show "i"
call   print_byte
mov     b,#'n'                ; show "n"
call   print_byte
mov     b,#'e'                ; show "e"
call   print_byte
mov     b,#'e'                ; show "e"
call   print_byte
mov     b,#'r'                ; show "r"
call   print_byte
mov     b,#20h                ; space
call   print_byte
mov     b,#'l'                ; show "l"
call   print_byte
mov     b,#'8'                ; show "8"
call   print_byte
ret

;*****
paper_time:  mov     b,#0ah         ; new line
call   print_byte
mov     b,#0ah
call   print_byte
mov     b,#9                    ; Tab
call   print_byte
mov     b,#'T'                ; show "T"
call   print_byte
mov     b,#'i'                ; show "i"
call   print_byte
mov     b,#'n'                ; show "n"
call   print_byte
mov     b,#'e'                ; show "e"
call   print_byte
mov     b,#9
call   print_byte
mov     r3,hour                ; hour to r3
call   ch_font                ; goto check font
mov     b,r0                    ; r0 to b
call   print_byte
mov     b,r1                    ; r1 to b
call   print_byte
mov     b,#3ah                ; show ":"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    print_byte
mov     r3,min                ; min to r3
call    ch_font               ; goto check font
mov     b,r0                  ; r0 to b
call    print_byte
mov     b,r1                  ; r1 to b
call    print_byte
mov     b,#3ah                ; show ":"
call    print_byte
mov     r3,sec                ; sec to r3
call    ch_font               ; goto check font
mov     b,r0                  ; r0 to b
call    print_byte
mov     b,r1                  ; r1 to b
call    print_byte
ret

;*****
paper_date:  mov     b,#0ah                ; new line
call    print_byte
mov     b,#9                   ; Tab
call    print_byte
mov     b,'D'                  ; show "D"
call    print_byte
mov     b,'a'                  ; show "a"
call    print_byte
mov     b,'t'                  ; show "t"
call    print_byte
mov     b,'e'                  ; show "e"
call    print_byte
mov     b,#9                   ;
call    print_byte
mov     r3,day                 ; day to r3
call    ch_font               ; goto check font
mov     b,r0                  ; r0 to b
call    print_byte
mov     b,r1                  ; r1 to b
call    print_byte
mov     b,#2fh                 ; show "/"
call    print_byte
mov     r3,month              ; month to r3
call    ch_font               ; goto check font
mov     b,r0                  ; r0 to b
call    print_byte
mov     b,r1                  ; r1 to b
call    print_byte
mov     b,#2fh                 ; show "/"
call    print_byte
mov     r3,year               ; year to r3
call    ch_font               ; goto check font
mov     b,r0                  ; r0 to b
call    print_byte
mov     b,r1                  ; r1 to b
call    print_byte
ret

;*****show DTMF*****
paper_line:  mov     r6,#25                ; r6 for 25 line
mov     r5,#3
mov     r1,#00h                ; clear r1
mov     high_ram,#80h          ; high_ram = #80h
mov     low_ram,#00h          ; low_ram = #00h
aga2:       mov     b,#0ah                ; new line
call    print_byte
djjnz    r5,aga2
pa_line:    mov     b,#0ah                ; new line
call    print_byte
mov     r5,#3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pa1:      mov     b,#9                ; Tab
          call    print_byte
          djnz   r5,pa1
          mov    r5,#7
pa2:      mov     b,#20h           ; space
          call    print_byte
          djnz   r5,pa2
          mov    b,'L'           ; show "L"
          call    print_byte
          mov    b,'i'           ; show "i"
          call    print_byte
          mov    b,'n'           ; show "n"
          call    print_byte
          mov    b,'e'           ; show "e"
          call    print_byte
          mov    b,' '           ; space
          call    print_byte
          call    ch_line        ; goto ch_line
          mov    r5,#9
pa3:      mov     b,'.'           ; show "."
          call    print_byte
          djnz   r5,pa3
          mov    r5,#7
aga1:     mov     dph,high_ram    ; high_ram to dph
          mov     dpl,low_ram     ; low_ram to dpl
          movx    a,@dptr        ; dptr to a
          mov     b,a            ; b = a
          inc    dptr            ; dptr + 1
          mov     high_ram,dph   ; dph to high_ram
          mov     low_ram,dpl    ; dpl to low_ram
          call    print_byte
          djnz   r5,aga1
          djnz   r6,pa_line
          ret

;*****
ch_line:  inc     r1                ; r1 + 1
          cjne   r1,#01h,102     ; line 01
          mov    b,#30h
          call    print_byte
          mov    b,#31h
          call    print_byte
          cjne   r1,#02h,103     ; line 02
          mov    b,#30h
          call    print_byte
          mov    b,#32h
          call    print_byte
          cjne   r1,#03h,104     ; line 03
          mov    b,#30h
          call    print_byte
          mov    b,#33h
          call    print_byte
          cjne   r1,#04h,105     ; line 04
          mov    b,#30h
          call    print_byte
          mov    b,#34h
          call    print_byte
          cjne   r1,#05h,106     ; line 05
          mov    b,#30h
          call    print_byte
          mov    b,#35h
          call    print_byte
          cjne   r1,#06h,107     ; line 06
          mov    b,#30h
          call    print_byte
          mov    b,#36h
          call    print_byte
          cjne   r1,#07h,108     ; line 07

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov     b,#30h
call   print_byte
mov     b,#37h
call   print_byte
108:   cjne  r1,#08h,109           ; line 08
mov     b,#30h
call   print_byte
mov     b,#38h
call   print_byte
109:   cjne  r1,#09h,110         ; line 09
mov     b,#30h
call   print_byte
mov     b,#39h
call   print_byte
110:   cjne  r1,#0ah,111        ; line 10
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#30h
call   print_byte
111:   cjne  r1,#0bh,112        ; line 11
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#31h
call   print_byte
112:   cjne  r1,#0ch,113        ; line 12
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#32h
call   print_byte
113:   cjne  r1,#0dh,114        ; line 13
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#33h
call   print_byte
114:   cjne  r1,#0eh,115        ; line 14
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#34h
call   print_byte
115:   cjne  r1,#0fh,116        ; line 15
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#35h
call   print_byte
116:   cjne  r1,#10h,117        ; line 16
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#36h
call   print_byte
117:   cjne  r1,#11h,118        ; line 17
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#37h
call   print_byte
118:   cjne  r1,#12h,119        ; line 18
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#38h
call   print_byte
119:   cjne  r1,#13h,120        ; line 19
mov     b,#31h
call   print_byte
mov     b,#39h
call   print_byte
120:   cjne  r1,#14h,121        ; line 20
mov     b,#32h
call   print_byte
mov     b,#30h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

121:      call    print_byte
      cjne   r1,#15h,122      ; line 21
      mov   b,#32h
      call  print_byte
      mov   b,#31h
122:      call  print_byte
      cjne   r1,#16h,123      ; line 22
      mov   b,#32h
      call  print_byte
      mov   b,#32h
      call  print_byte
123:      cjne   r1,#17h,124      ; line 23
      mov   b,#32h
      call  print_byte
      mov   b,#33h
      call  print_byte
124:      cjne   r1,#18h,125      ; line 24
      mov   b,#32h
      call  print_byte
      mov   b,#34h
      call  print_byte
125:      cjne   r1,#19h,1s      ; line 25
      mov   b,#32h
      call  print_byte
      mov   b,#35h
      call  print_byte
1s:      ret

;*****show Producer*****
produce:   call    produce1      ; goto produce1
         call    man1         ; goto man1
         call    man2         ; goto man2
         call    man3         ; goto man3
         call    man4         ; goto man4
         ret

;*****
produce1:  mov    r5,#10          ; show "Producer"
pro1:    mov    b,#0ah
         call  print_byte
         djnz  r5,pro1
         mov   b,#0ah
         call  print_byte
         mov   b,#9
         call  print_byte
         mov   b,#'P'         ; show "P"
         call  print_byte
         mov   b,#'R'         ; show "R"
         call  print_byte
         mov   b,#'O'         ; show "O"
         call  print_byte
         mov   b,#'D'         ; show "D"
         call  print_byte
         mov   b,#'U'         ; show "U"
         call  print_byte
         mov   b,#'C'         ; show "C"
         call  print_byte
         mov   b,#'E'         ; show "E"
         call  print_byte
         mov   b,#'R'         ; show "R"
         call  print_byte
         ret

man1:    mov    r5,#2          ; show man1
man11:   mov    b,#0ah
         call  print_byte
         djnz  r5,man11
         mov   b,#9

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    print_byte
mov     b,#9
call    print_byte
mov     b,#'M'           ; show "M"
call    print_byte
mov     b,#'r'          ; show "r"
call    print_byte
mov     b,#'.'          ; show "."
call    print_byte
mov     b,#'B'          ; show "B"
call    print_byte
mov     b,#'u'          ; show "u"
call    print_byte
mov     b,#'n'          ; show "n"
call    print_byte
mov     b,#'d'          ; show "d"
call    print_byte
mov     b,#'h'          ; show "h"
call    print_byte
mov     b,#'i'          ; show "i"
call    print_byte
mov     b,#'t'          ; show "t"
call    print_byte
mov     b,#9
call    print_byte
mov     b,#'U'          ; show "U"
call    print_byte
mov     b,#'n'          ; show "n"
call    print_byte
mov     b,#'g'          ; show "g"
call    print_byte
mov     b,#'s'          ; show "s"
call    print_byte
mov     b,#'a'          ; show "a"
call    print_byte
mov     b,#'n'          ; show "n"
call    print_byte
mov     b,#'g'          ; show "g"
call    print_byte
ret

```

```

man2:   mov     b,#0ah           ; show man2
call    print_byte
mov     b,#9
call    print_byte
mov     b,#9
call    print_byte
mov     b,#'M'          ; show "M"
call    print_byte
mov     b,#'r'          ; show "r"
call    print_byte
mov     b,#'.'          ; show "."
call    print_byte
mov     b,#'P'          ; show "P"
call    print_byte
mov     b,#'r'          ; show "r"
call    print_byte
mov     b,#'a'          ; show "a"
call    print_byte
mov     b,#'p'          ; show "p"
call    print_byte
mov     b,#'h'          ; show "h"
call    print_byte
mov     b,#'o'          ; show "o"
call    print_byte
mov     b,#'t'          ; show "t"
call    print_byte
mov     b,#9

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    print_byte
mov     b,#'I'                               ; show "I"
call    print_byte
mov     b,#'a'                               ; show "a"
call    print_byte
mov     b,#'m'                               ; show "m"
call    print_byte
mov     b,#'j'                               ; show "j"
call    print_byte
mov     b,#'i'                               ; show "i"
call    print_byte
mov     b,#'n'                               ; show "n"
call    print_byte
mov     b,#'d'                               ; show "d"
call    print_byte
mov     b,#'a'                               ; show "a"
call    print_byte
ret

```

```

man3:   mov     b,#0ah                          ; show man3
call    print_byte
mov     b,#9
call    print_byte
mov     b,#9
call    print_byte
mov     b,#'M'                              ; show "M"
call    print_byte
mov     b,#'r'                              ; show "r"
call    print_byte
mov     b,#'.'                              ; show "."
call    print_byte
mov     b,#'P'                              ; show "P"
call    print_byte
mov     b,#'e'                              ; show "e"
call    print_byte
mov     b,#'r'                              ; show "r"
call    print_byte
mov     b,#'a'                              ; show "a"
call    print_byte
mov     b,#'p'                              ; show "p"
call    print_byte
mov     b,#'a'                              ; show "a"
call    print_byte
mov     b,#'t'                              ; show "t"
call    print_byte
mov     b,#9
call    print_byte
mov     b,#'S'                              ; show "S"
call    print_byte
mov     b,#'i'                              ; show "i"
call    print_byte
mov     b,#'n'                              ; show "n"
call    print_byte
mov     b,#'g'                              ; show "g"
call    print_byte
mov     b,#'c'                              ; show "c"
call    print_byte
mov     b,#'h'                              ; show "h"
call    print_byte
mov     b,#'o'                              ; show "o"
call    print_byte
mov     b,#'o'                              ; show "o"
call    print_byte
ret

```

```

man4:   mov     b,#0ah                          ; show man4
call    print_byte
mov     b,#9

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    print_byte
mov     b,#9
call    print_byte
mov     b,#'M'                ; show "M"
call    print_byte
mov     b,#'r'                ; show "r"
call    print_byte
mov     b,#','                ; show ","
call    print_byte
mov     b,#'S'                ; show "S"
call    print_byte
mov     b,#'o'                ; show "o"
call    print_byte
mov     b,#'m'                ; show "m"
call    print_byte
mov     b,#'b'                ; show "b"
call    print_byte
mov     b,#'o'                ; show "o"
call    print_byte
mov     b,#'o'                ; show "o"
call    print_byte
mov     b,#'n'                ; show "n"
call    print_byte
mov     b,#9
call    print_byte
mov     b,#'K'                ; show "K"
call    print_byte
mov     b,#'h'                ; show "h"
call    print_byte
mov     b,#'o'                ; show "o"
call    print_byte
mov     b,#'s'                ; show "s"
call    print_byte
mov     b,#'e'                ; show "e"
call    print_byte
mov     b,#'a'                ; show "a"
call    print_byte
mov     b,#'m'                ; show "m"
call    print_byte
mov     b,#'s'                ; show "s"
call    print_byte
mov     b,#'r'                ; show "r"
call    print_byte
mov     b,#'i'                ; show "i"
call    print_byte
ret

```

*****initial printer*****

```

init_pm:    mov     a,#89h                ; control word 8255#1
            mov     dptr,#6003h          ; 8255#1
            movx    @dptr,a              ; a to dptr
            mov     a,#81h                ; control word 8255#2
            mov     dptr,#6013h          ; 8255#2
            movx    @dptr,a              ; a to dptr
            mov     dptr,#6012h          ; port c 8255#2
            movx    @dptr,a              ; a to dptr
            mov     b,#27                 ; Esc
            call    print_byte
            ret

```

```

print_byte: call    pm_busy                ; goto pm_busy
            mov     p2,#60h                ; dptr =
            mov     r0,#01h                ; 6001h
            mov     a,b                    ; a = b
            movx    @r0,a                  ; a to dptr
            mov     r0,#12h                ; r0 = #12h
            mov     a,#0efh                ; Strobe low
            movx    @r0,a                  ; a to dptr

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pmb1:      mov     b,#20
           nop
           djnz   b,prnb1
           mov     a,#0ffh           ; Strobe hi
           movx   @r0,a             ; a to dptr
           ret

prn_busy:  mov     p2,#60h           ; p2 = #60h
           mov     r0,#12h         ; r0 = #12h
pbsy1:     movx   a,@r0             ; dptr to a
           jb     acc.0,pbsy1       ; check acc.0
           mov     a,#50           ; a = 50
pbsy2:     dec     a                ; a - 1
           jnz   pbsy2             ; check a and goto pbsy2
           movx   a,@r0             ; dptr to a
           jb     acc.0,pbsy1       ; check acc.0
           ret
;*****
end

```



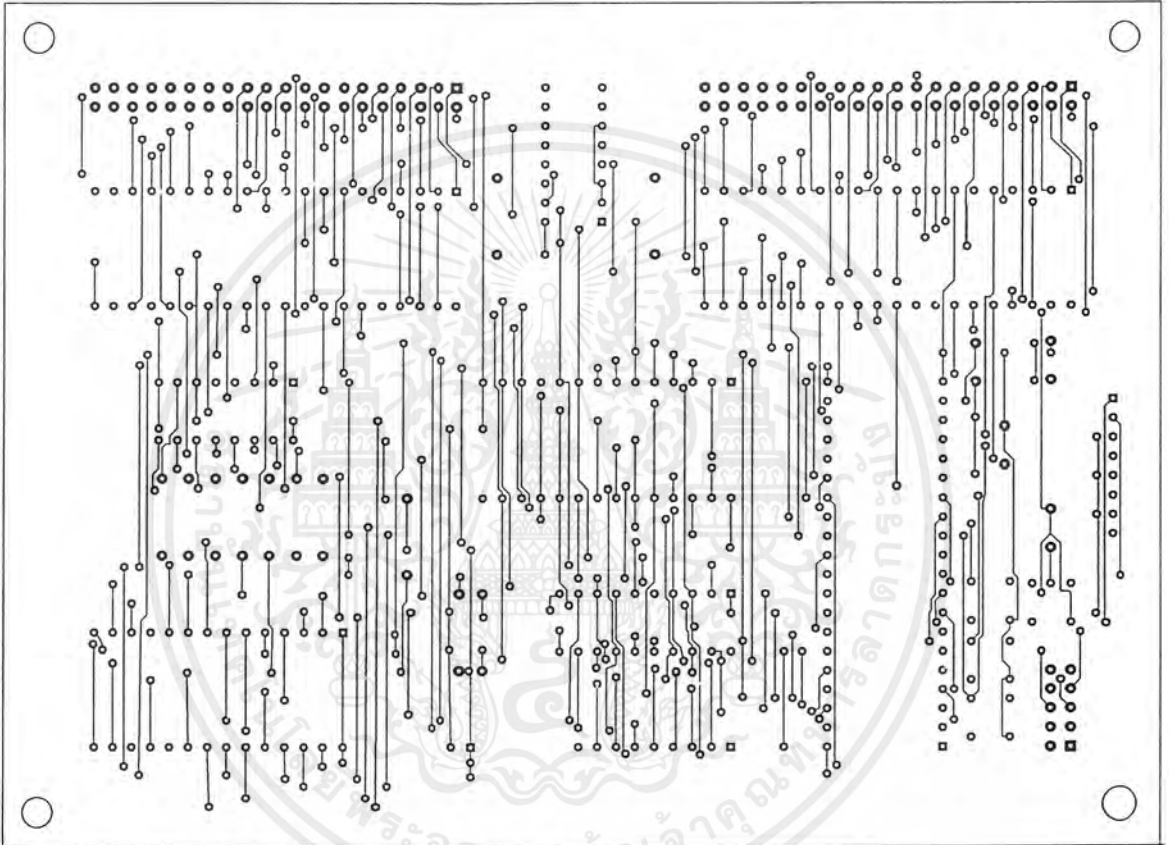
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

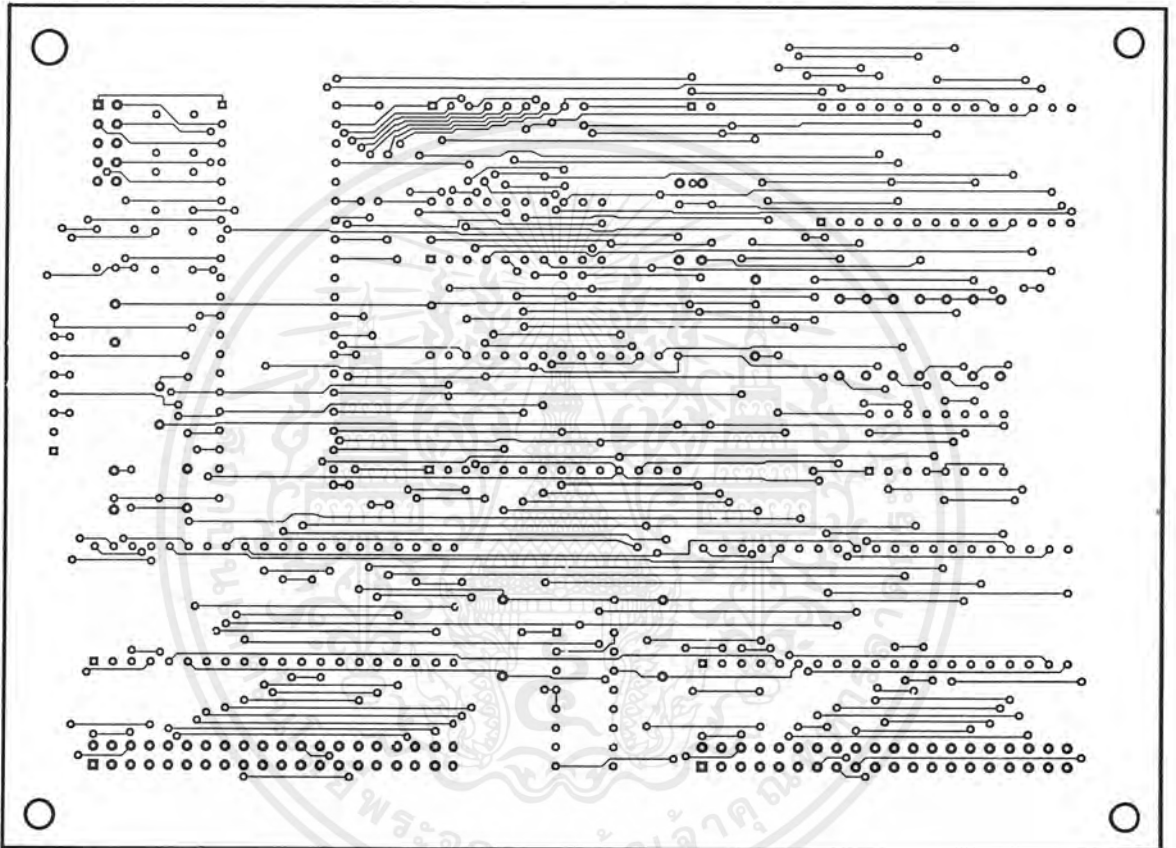
วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



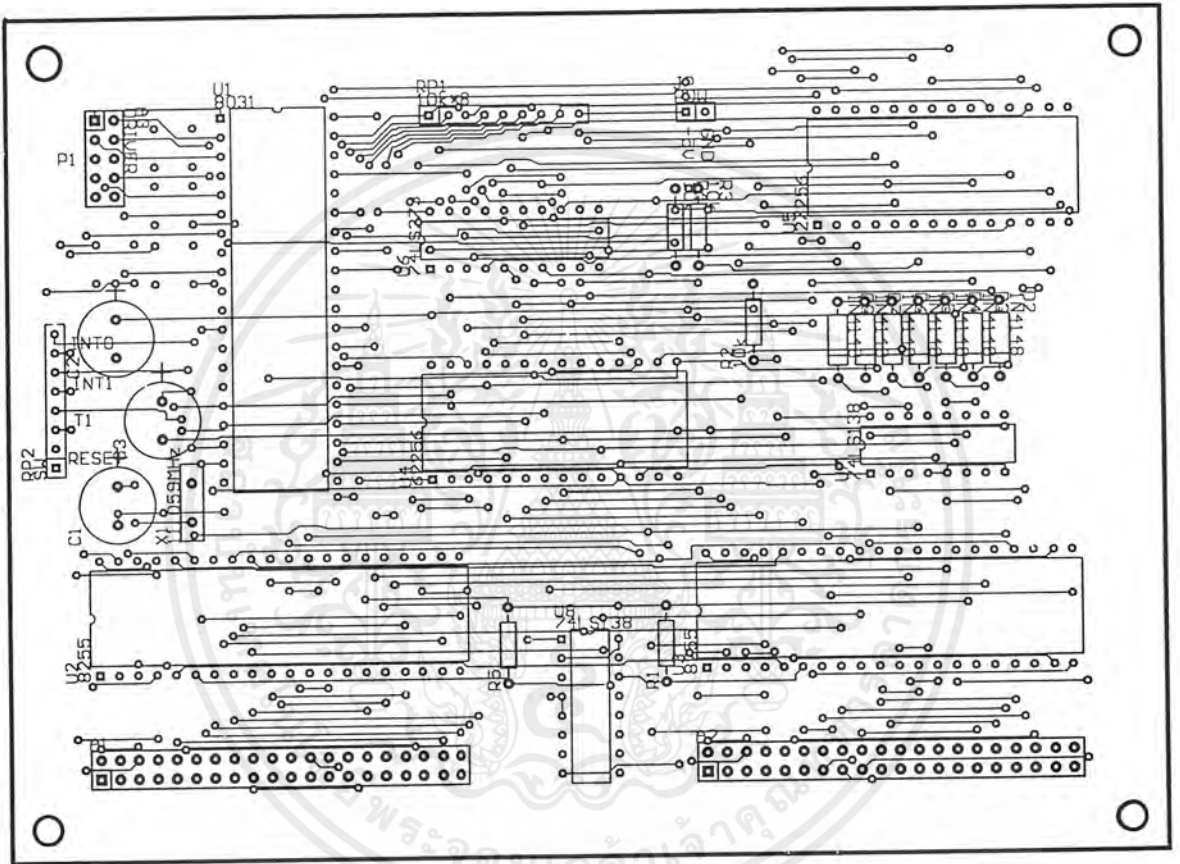
รูปที่ ค.1 วงจรพิมพ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



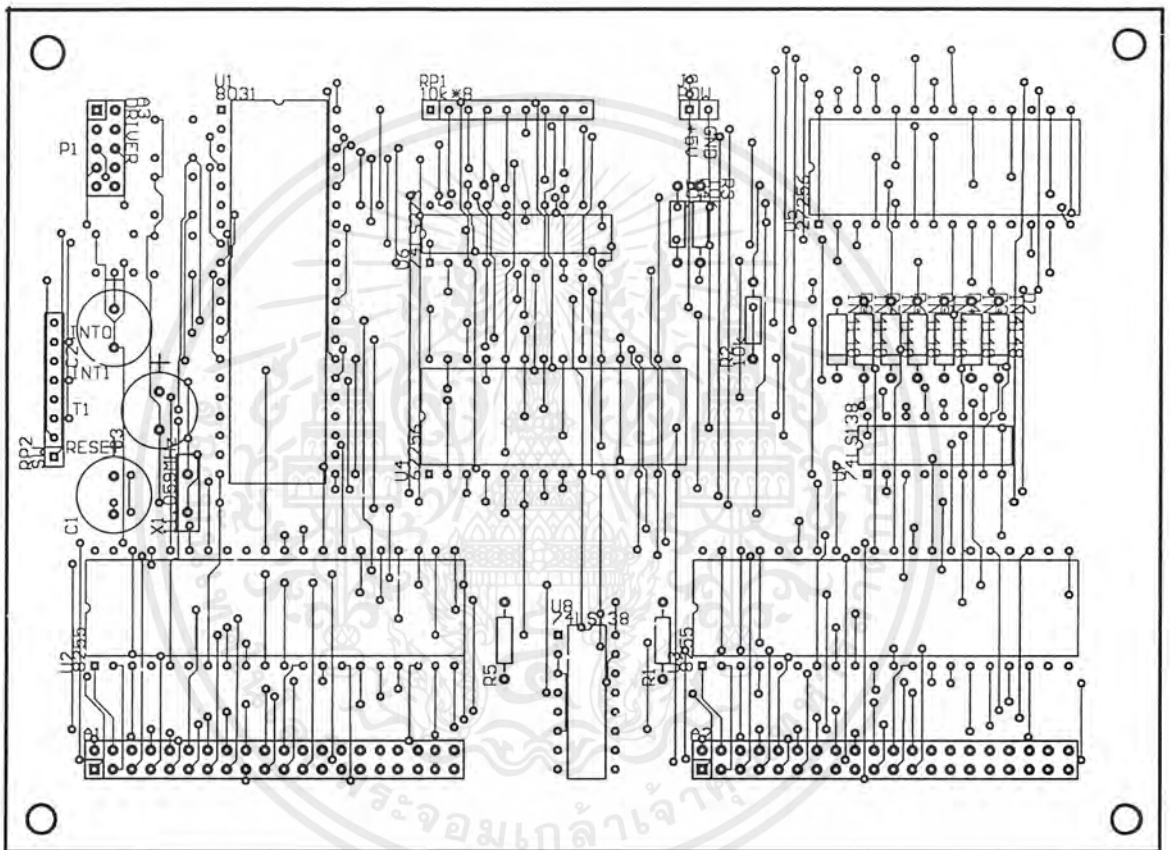
รูปที่ ค.2 วงจรพิมพ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



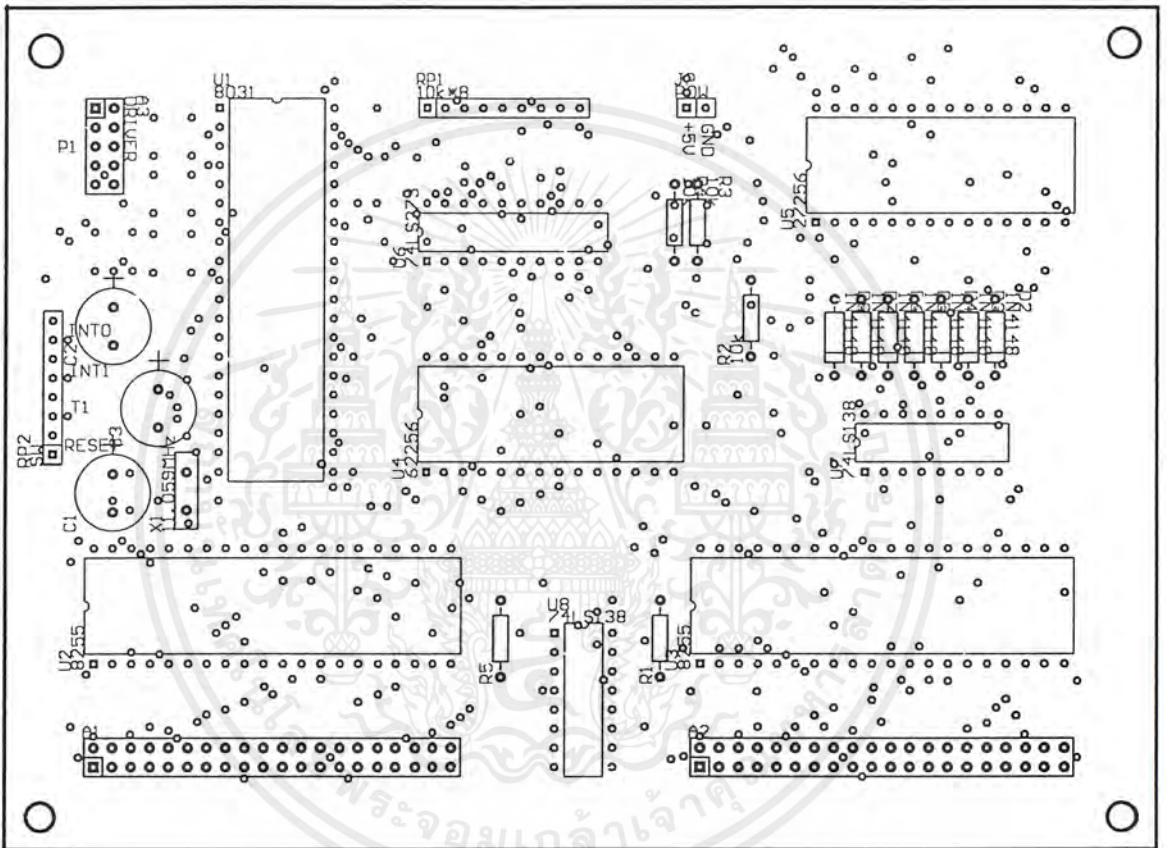
รูปที่ ค.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



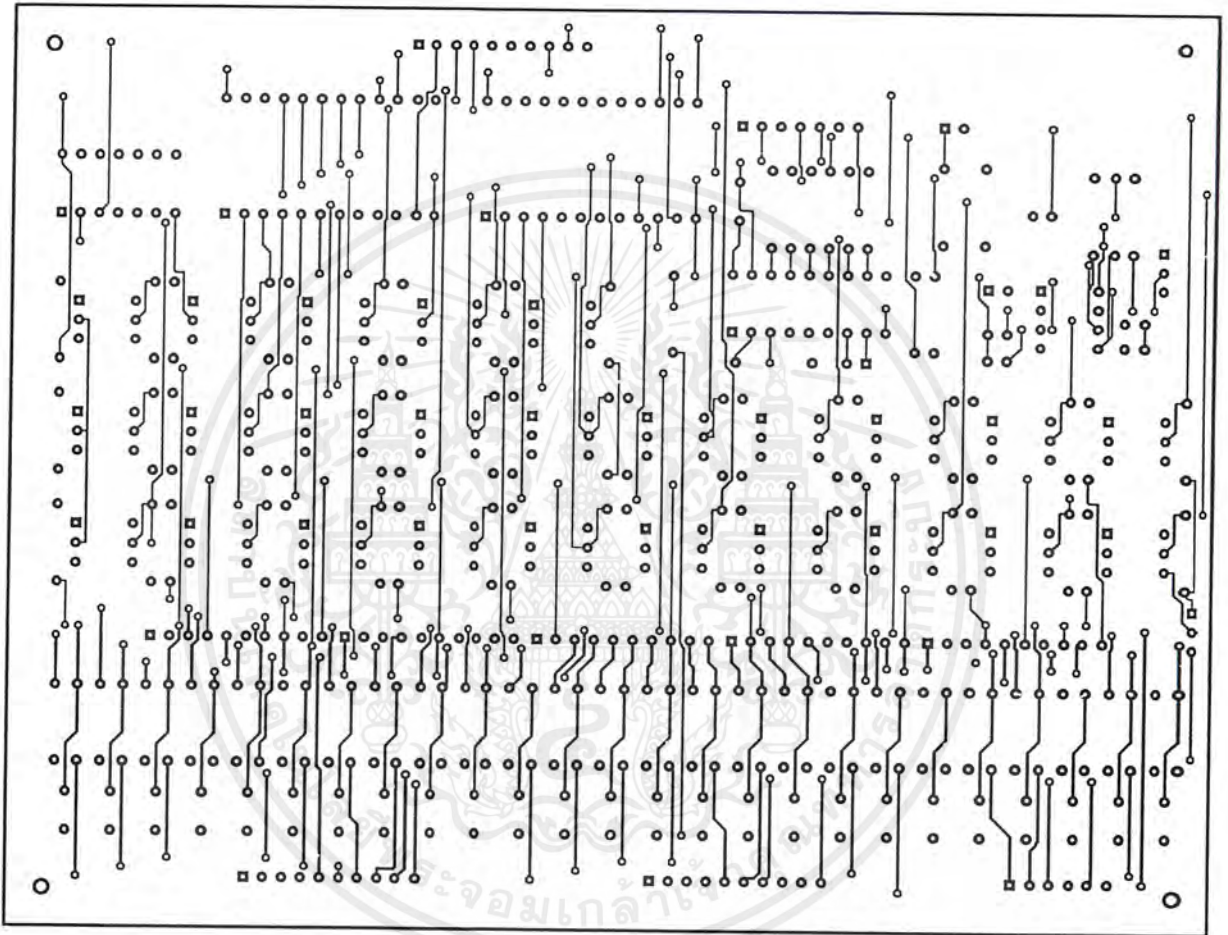
รูปที่ ค.4 การวางอุปกรณ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



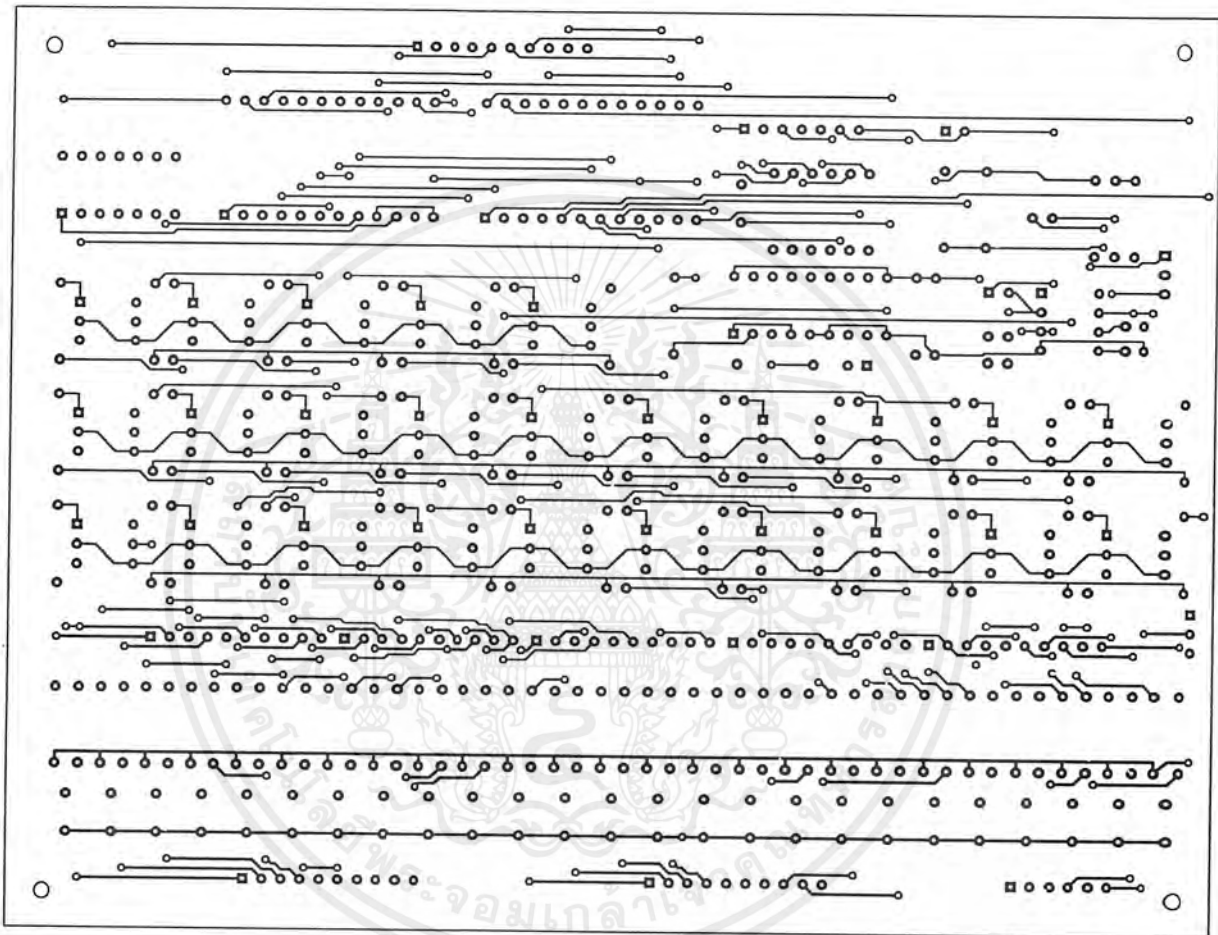
รูปที่ ค.5 ตำแหน่งอุปกรณ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



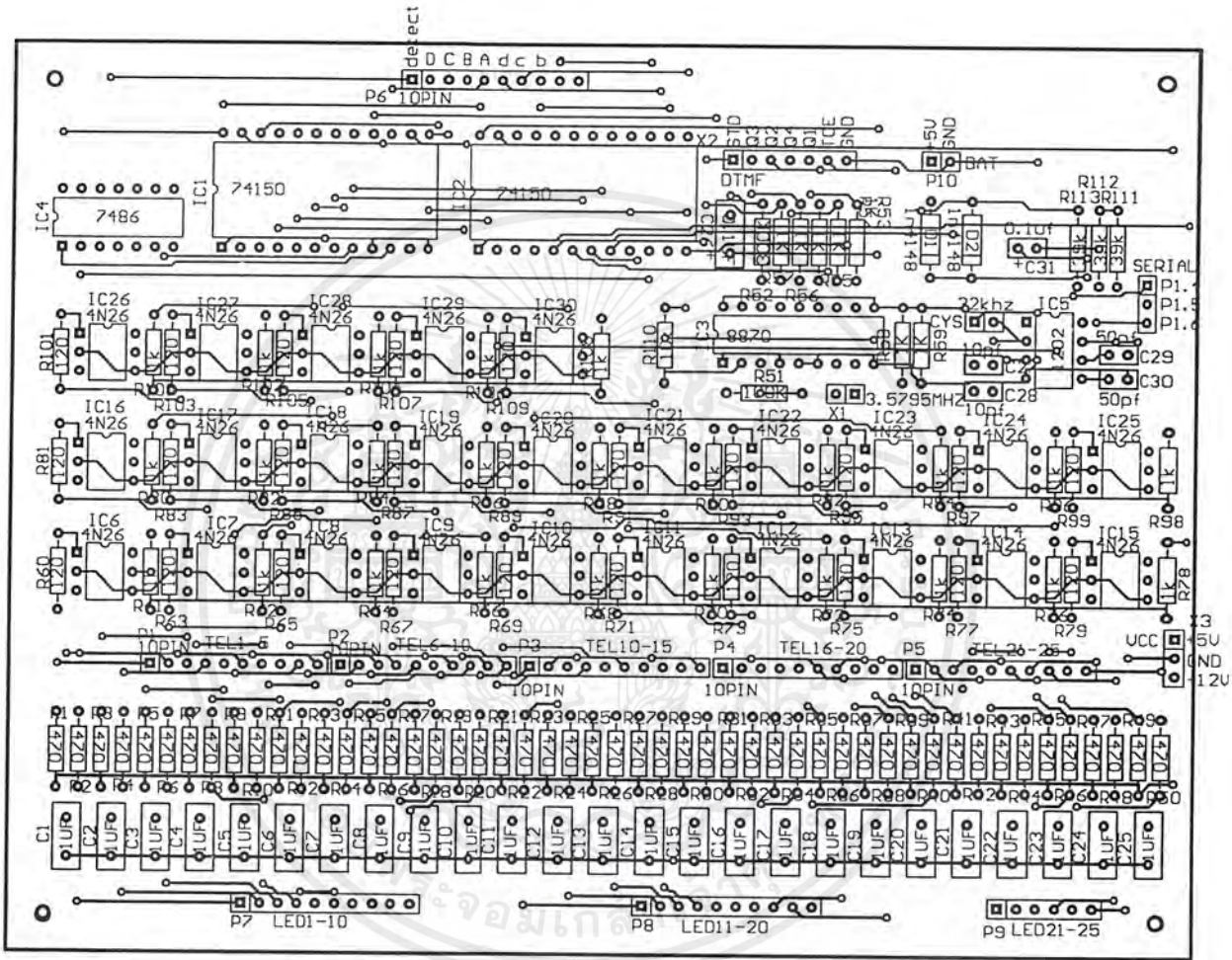
รูปที่ ค.6 วงจรพิมพ์ของวงจรรวมของเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์ (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



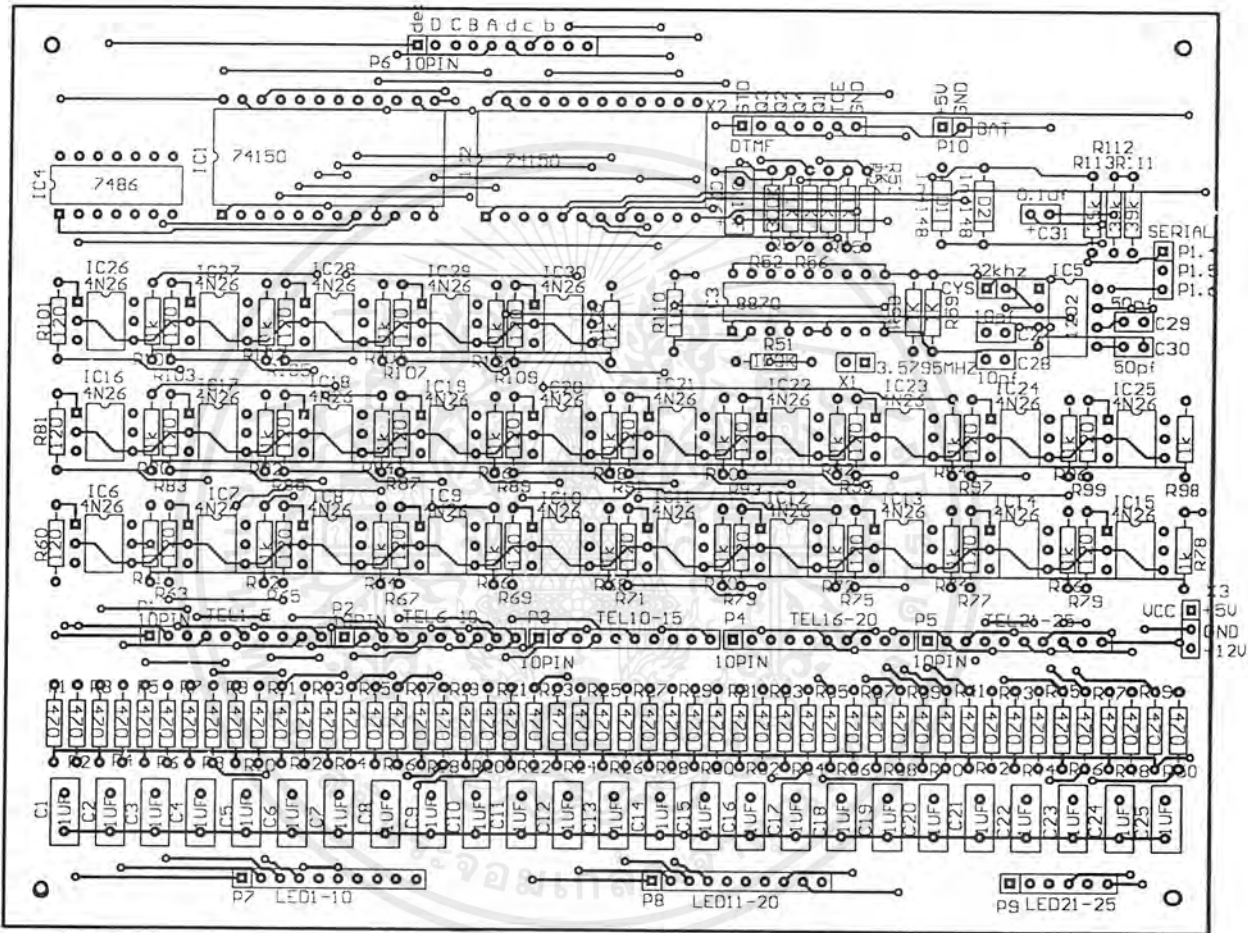
รูปที่ ค.7 วงจรพิมพ์ของวงจรรวมของเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์ (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



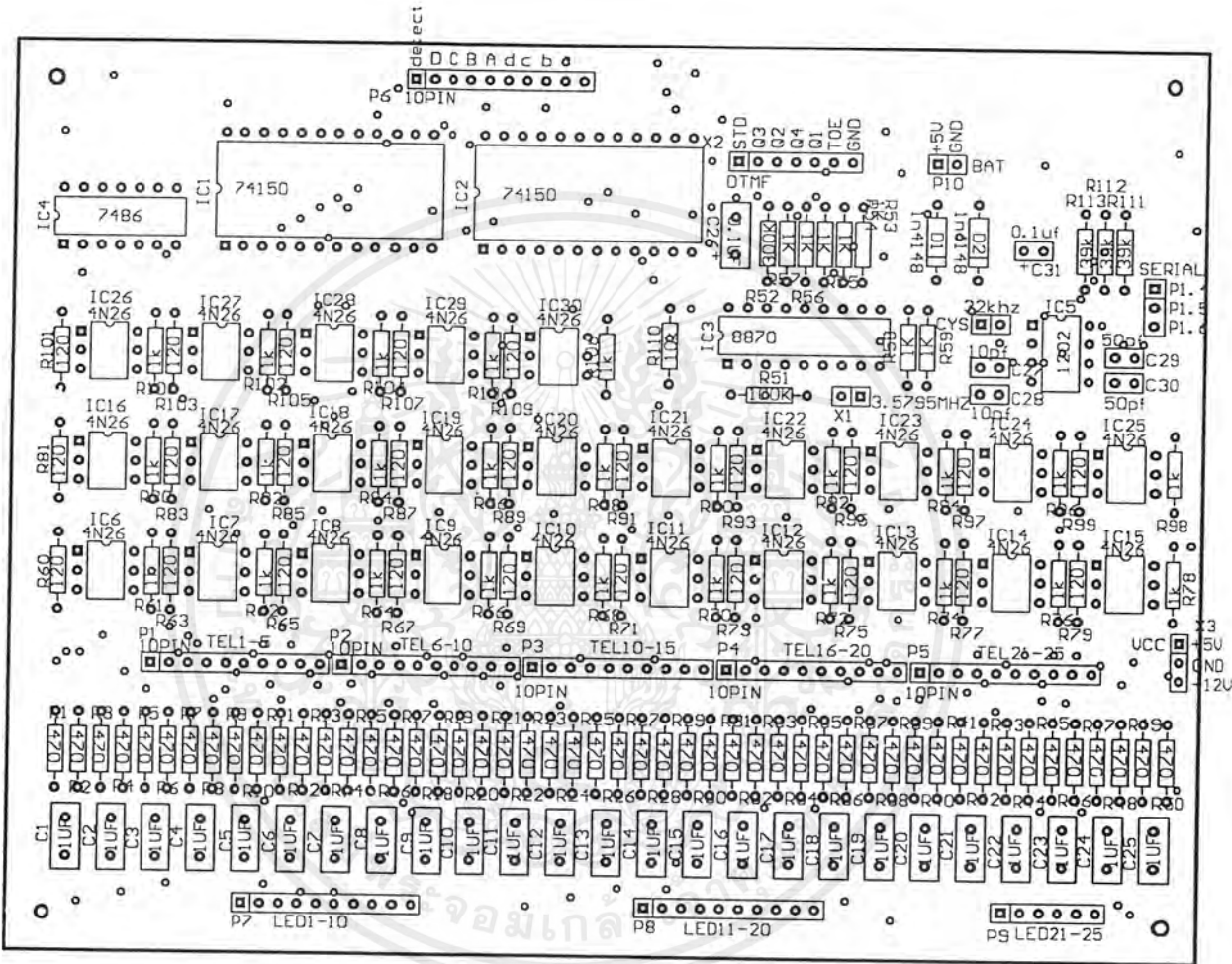
รูปที่ ค.8 การวางอุปกรณ์ของวงจรรวมของเครื่องตรวจหาคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.9 การวางอุปกรณ์ของวงจรรวมของเครื่องตรวจหาตู้สายโทรศัพท์ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.10 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรรวมของเครื่องตรวจหาบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

รายการ	จำนวน
1. R 470 K	50 ตัว
2. C 0.1 μ F	25 ตัว
3. LED	25 ตัว
วงจรตรวจหาเลขหมายโทรศัพท์	
1. R 10 K	1 ตัว
2. R 100 K	1 ตัว
3. R 300 K	1 ตัว
4. R 1 K	7 ตัว
5. C 0.1 μ F	1 ตัว
6. X-TAL 3.5795 MHz	1 ตัว
7. IC 8870	1 ตัว
วงจรตรวจหาหมายเลขตู้สาย	
1. R 120 Ω	25 ตัว
2. R 1 K	25 ตัว
3. OPTO - TRANSISTOR	25 ตัว
4. IC 74150	2 ตัว
5. IC 7486	1 ตัว
วงจรคอนโทรลเลอร์	
1. R 10 K	10 ตัว
2. C 22 pF	2 ตัว
3. C 10 μ F	1 ตัว
4. ZENER DIODE 1N 4148	7 ตัว
5. IC 8032	1 ตัว
6. IC 74LS373	1 ตัว
7. IC 74LS138	2 ตัว
8. IC 62256	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ (ต่อ)

รายการ	จำนวน
9. IC 8255	1 ตัว
10. VR 10 K	1 ตัว
11. LCD 1x16 ตัวอักษร	1 ตัว
12. X-TAL 11.456 MHz	1 ตัว
วงจรฐานเวลาจริง	
1. IC DS 1202	1 ตัว
2. C 10 pF	4 ตัว
3. R 1 K	2 ตัว
4. BATTERY 9 V	1 ก้อน
5. X-TAL 32.768 KHz	1 ตัว
ส่วนประกอบอื่นๆ	
1. กล่อง	1 กล่อง
2. พอร์ต Printer	1 พอร์ต
3. สวิตช์ Power และสวิตช์ ต่างๆ	5 ตัว
4. ขั้วต่อสายโทรศัพท์	25 คู่สาย
5. ขั้วต่อสาย AC	1 คู่สาย
6. connector 10 ขา	8 ตัว
connector 6 ขา	1 ตัว
connector 7 ขา	1 ตัว
connector 3 ขา	2 ตัว
7. สายแพร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA



**6-Pin DIP Optoisolators
Transistor Output**

The 4N25/A, 4N26, 4N27 and 4N28 devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Most Economical Optoisolator
- Meets or Exceeds all JEDEC Registered Specifications

Applications

- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different potentials and impedances
- I/O Interfacing
- Solid State Relays

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V _R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I _F	60	mA
LED Power Dissipation @ T _A = 25°C with Negligible Power in Output Detector Derate above 25°C	P _D	120	mW
		1.41	mW/°C
OUTPUT TRANSISTOR			
Collector-Emitter Voltage	V _{CEO}	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	V _{ECO}	7	Volts
Collector-Base Voltage	V _{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I _C	150	mA
Detector Power Dissipation @ T _A = 25°C with Negligible Power in Input LED Derate above 25°C	P _D	150	mW
		1.76	mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V _{ISO}	7500	V _{ac}
Total Device Power Dissipation @ T _A = 25°C Derate above 25°C	P _D	250	mW
		2.94	mW/°C
Ambient Operating Temperature Range (2)	T _A	-55 to +100	°C
Storage Temperature Range	T _{sig}	-55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	T _L	260	°C

¹⁾ Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating.

²⁾ For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

³⁾ Refer to Quality and Reliability Section for test information.

4N25*
4N25A*
4N26*
(CTR = 20% Min)
4N27
4N28
(CTR = 10% Min)
*Motorola Preferred Devices
STYLE 1 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04



"T" LEADFORM
WIDE SPACED 0.4"
CASE 730D-05

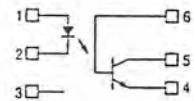


"S"/"F" LEADFORM
SURFACE MOUNT
CASE 730C-04
(STANDARD PROFILE)



CASE 730F-04
(LOW PROFILE)

SCHEMATIC



- PIN 1. LED ANODE
- 2. LED CATHODE
- 3. N.C.
- 4. EMITTER
- 5. COLLECTOR
- 6. BASE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED					
Forward Voltage (I _F = 10 mA)	V _F	—	1.15 1.3 1.05	1.5	Volts
Reverse Leakage Current (V _R = 3 V)	I _R	—	—	100	μA
Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)	C _J	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR					
Collector-Emitter Dark Current (V _{CE} = 10 V, T _A = 25°C)	I _{CEO}	—	1	50	nA
(V _{CE} = 10 V, T _A = 100°C)	I _{CEO}	—	1	100	nA
Collector-Base Dark Current (V _{CB} = 10 V)	I _{CBO}	—	0.2	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I _C = 1 mA)	V _{(BR)CEO}	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage (I _C = 100 μA)	V _{(BR)CBO}	70	100	—	Volts
Emitter-Collector Breakdown Voltage (I _E = 100 μA)	V _{(BR)ECO}	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain (I _C = 2 mA, V _{CE} = 5 V)	h _{FE}	—	500	—	—
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V _{CE} = 0)	C _{CE}	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V _{CB} = 0)	C _{CB}	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V _{EB} = 0)	C _{EB}	—	9	—	pF
COUPLED					
Output Collector Current (I _F = 10 mA, V _{CE} = 10 V)	I _C	2 1	7 5	—	mA
Collector-Emitter Saturation Voltage (I _C = 2 mA, I _F = 50 mA)	V _{CE(sat)}	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω)	t _{on}	—	2.8	—	μs
Turn-Off Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω)	t _{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω)	t _r	—	1.2	—	μs
Fall Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω)	t _f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec)	V _{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance (V = 500 V)	R _{ISO}	10 ¹¹	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)	C _{ISO}	—	0.2	—	pF

TYPICAL CHARACTERISTICS

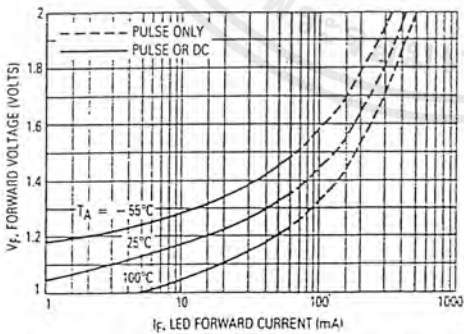


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

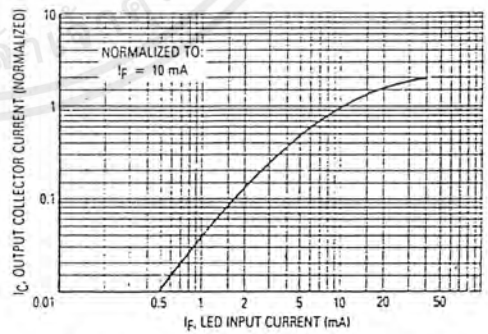


Figure 2. Output Current versus Input Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

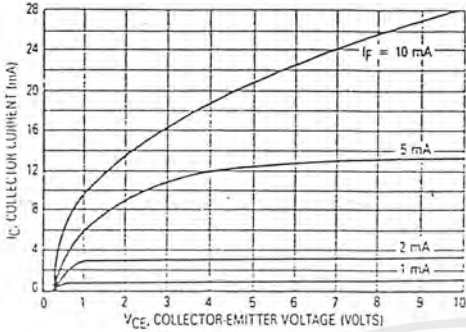


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

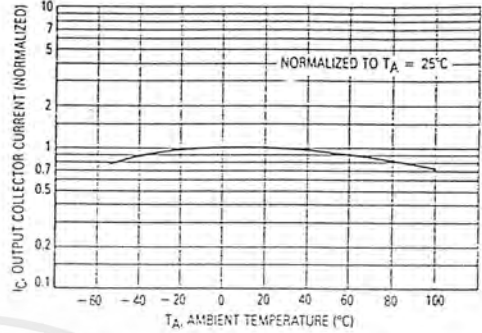


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

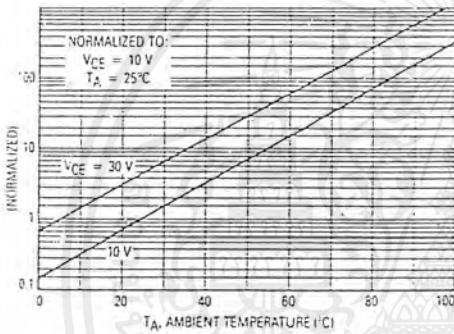


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

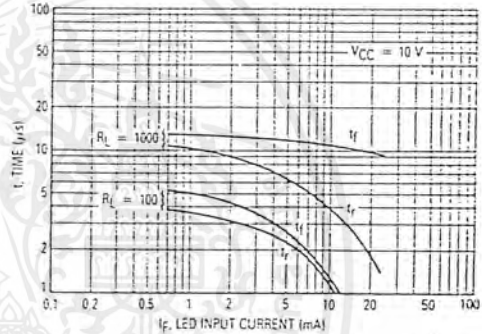


Figure 6. Rise and Fall Times

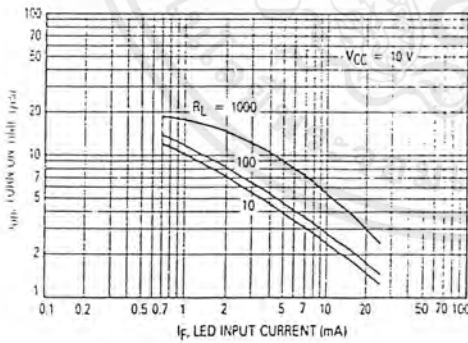


Figure 7. Turn-On Switching Times

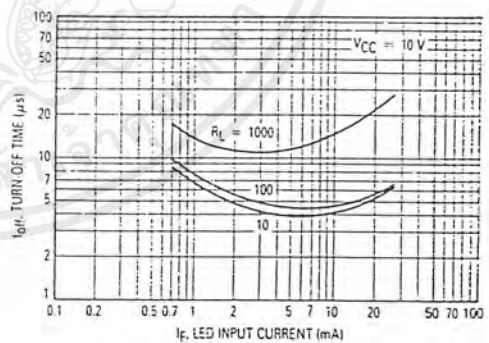


Figure 8. Turn-Off Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

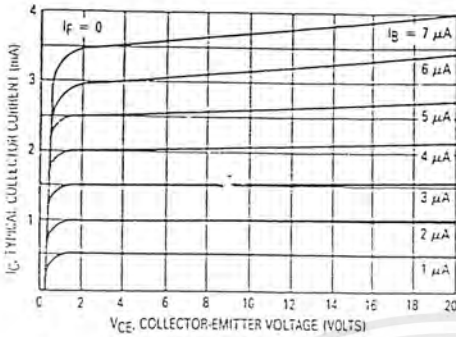


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

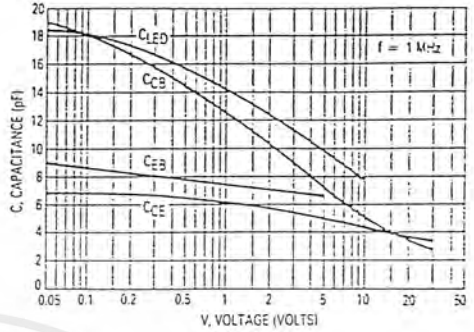


Figure 10. Capacitances versus Voltage

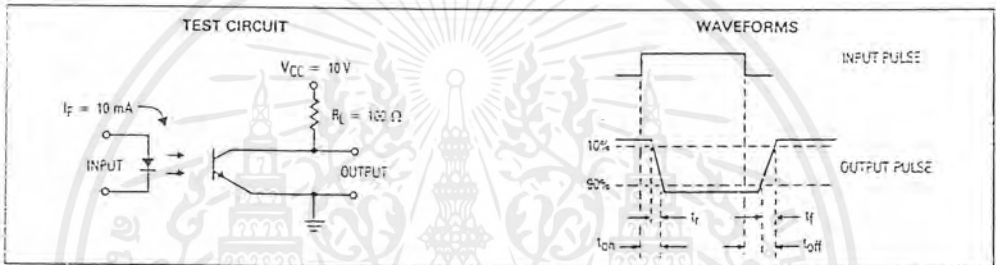


Figure 11. Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54S151, SN74S151
DATA SELECTORS/MULTIPLEXERS
recommended operating conditions

	SN54S151			SN74S151			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			-1			-1	mA
Low-level output current, I_{OL}			20			20	mA
Operating free-air temperature, T_A	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT	
V_{IH} High-level input voltage			2		V	
V_{IL} Low-level input voltage				0.8	V	
V_{IK} Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.2	V	
V_{OH} High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}, V_{IH} = 2 \text{ V.}$ $V_{IL} = 0.8 \text{ V.}, I_{OH} = -1 \text{ mA}$	SN54S151	2.5	3.4	V	
V_{OL} Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}, V_{IH} = 2 \text{ V.}$ $V_{IL} = 0.8 \text{ V.}, I_{OL} = 20 \text{ mA}$	SN74S151	2.7	3.4	V	
I_I Input current at maximum input voltage	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_I = 5.5 \text{ V}$			1	mA	
I_{IH} High-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_I = 2.7 \text{ V}$			50	µA	
I_{IL} Low-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_I = 0.5 \text{ V}$			-2	mA	
I_{OS} Short-circuit output current‡	$V_{CC} = \text{MAX.}$			-40	-100	mA
I_{CC} Supply current	$V_{CC} = \text{MAX.}$, All inputs at 4.5 V, All outputs open		45	70	mA	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V.}, T_A = 25^\circ\text{C.}$

§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short circuit should not exceed one second.

switching characteristics, $V_{CC} = 5 \text{ V.}, T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER†	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	A, B, or C (4 levels)	Y	$C_L = 15 \text{ pF.}$ $R_L = 280 \text{ k}\Omega.$ See Note 4	12	18		ns
t_{PHL}				12	18		
t_{PLH}	A, B, or C (3 levels)	W		10	15		ns
t_{PHL}				9	13.5		
t_{PLH}	Any D	Y		8	12		ns
t_{PHL}				8	12		
t_{PLH}	Any D	W		4.5	7		ns
t_{PHL}				4.5	7		
t_{PLH}	Strobe \bar{G}	Y		11	16.5		ns
t_{PHL}				12	18		
t_{PLH}	Strobe \bar{G}	W	9	13		ns	
t_{PHL}			8.5	12			

† t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output

t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

NOTE 4: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54LS151, SN74LS151
DATA SELECTORS/MULTIPLEXERS
recommended operating conditions

	SN54LS151			SN74LS151			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			-400			-400	μ A
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	-55		125	0		70	C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	SN54LS151			SN74LS151			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V_{IH} High-level input voltage		2			2			V
V_{IL} Low-level input voltage				0.7			0.8	V
V_{IK} Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$ $I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5			-1.5	V
V_{OH} High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$ $V_{IH} = 2 \text{ V.}$ $V_{IL} = V_{IL \text{ max.}}$ $I_{OH} = -400 \mu\text{A}$	2.5	3.4		2.7	3.4		V
V_{OL} Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$ $V_{IH} = 2 \text{ V.}$ $V_{IL} = V_{IL \text{ max.}}$ $I_{OL} = 4 \text{ mA}$ $I_{OL} = 8 \text{ mA}$		0.25	0.4		0.25	0.4	V
I_I Input current at maximum input voltage	$V_{CC} = \text{MAX.}$ $V_I = 7 \text{ V}$		0.1			0.1		mA
I_{IH} High-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}$ $V_I = 2.7 \text{ V}$		20			20		μ A
I_{IL} Low-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}$ $V_I = 0.4 \text{ V}$		-0.4			-0.4		mA
I_{OS} Short-circuit output current‡	$V_{CC} = \text{MAX.}$	-20		-100	-20		-100	mA
I_{CC} Supply current	$V_{CC} = \text{MAX.}$ Outputs open, All inputs at 4.5 V		6.0	10		6.0	10	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V.}$ $T_A = 25^\circ\text{C.}$

§ Not more than one output should be shorted at a time and duration of short-circuit should not exceed one second.

switching characteristics, $V_{CC} = 5 \text{ V.}$ $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER†	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	A, B, or C	Y	$C_L = 15 \text{ pF.}$ $R_L = 2 \text{ k}\Omega.$ See Note 4		27	43	ns
t_{PHL}	(4 levels)	Y			18	30	
t_{PLH}	A, B, or C	W			14	23	ns
t_{PHL}	(3 levels)	W			20	32	
t_{PLH}	Strobe \bar{G}	Y			26	42	ns
t_{PHL}	Strobe \bar{G}	Y			20	32	
t_{PLH}	Strobe \bar{G}	W			15	24	ns
t_{PHL}	Strobe \bar{G}	W			18	30	
t_{PLH}	Any D	Y			20	32	ns
t_{PHL}	Any D	Y			16	26	
t_{PLH}	Any D	W			13	21	ns
t_{PHL}	Any D	W			12	20	

† t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output

t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

NOTE 4: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 555012 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54150, SN54151A, SN74150, SN74151A DATA SELECTORS/MULTIPLEXERS

recommended operating conditions

	SN54 ¹			SN74 ¹			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			-800			-800	μ A
Low-level output current, I_{OL}			16			16	mA
Operating free-air temperature, T_A	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS [†]	'150			'151A			UNIT
		MIN	TYP [‡]	MAX	MIN	TYP [‡]	MAX	
V_{IH} High-level input voltage		2			2			V
V_{IL} Low-level input voltage				0.8			0.8	V
V_{IK} Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}, I_I = -8 \text{ mA}$			-1.5			-1.5	V
V_{OH} High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}, V_{IH} = 2 \text{ V},$ $V_{IL} = 0.8 \text{ V}, I_{OH} = -800 \mu\text{A}$	2.4	3.4		2.4	3.4		V
V_{OL} Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}, V_{IH} = 2 \text{ V},$ $V_{IL} = 0.8 \text{ V}, I_{OL} = 16 \text{ mA}$		0.2	0.4		0.2	0.4	V
I_I Input current at maximum input voltage	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_I = 5.5 \text{ V}$			1			1	mA
I_{IH} High-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_I = 2.4 \text{ V}$			40			40	μ A
I_{IL} Low-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}, V_I = 0.4 \text{ V}$			-1.6			-1.6	mA
I_{OS} Short-circuit output current [§]	$V_{CC} = \text{MAX.}$							mA
				SN54 ¹	-20	-55	-20	-55
				SN74 ¹	-18	-55	-18	-55
I_{CC} Supply current	$V_{CC} = \text{MAX.}$ See Note 3		40	68		29	48	mA

[†] For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.

[‡] All typical values at $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$.

[§] Not more than one output of the '151A should be shorted at a time.

NOTE 3: I_{CC} is measured with the strobe and data select inputs at 4.5 V, all other inputs and outputs open.

switching characteristics, $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER [¶]	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	'150			'151A			UNIT
				MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
t_{PLH}	A, B, or C (4 levels)	Y	$C_L = 15 \text{ pF},$ $R_L = 400 \Omega,$ See Note 4.					25	38	ns
t_{PHL}								25	38	
t_{PLH}	A, B, C, or D (3 levels)	W			23	35		17	26	ns
t_{PHL}					22	33		19	30	
t_{PLH}	Strobe \bar{G}	Y						21	33	ns
t_{PHL}								22	33	
t_{PLH}	Strobe \bar{G}	W			15.5	24		14	21	ns
t_{PHL}					21	30		15	23	
t_{PLH}	D0 thru D7	Y						13	20	ns
t_{PHL}								18	27	
t_{PLH}	E0 thru E15, or D0 thru D7	W		8.5	14		8	14	ns	
t_{PHL}				13	20		8	14		

[¶] t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output

t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

NOTE 4: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

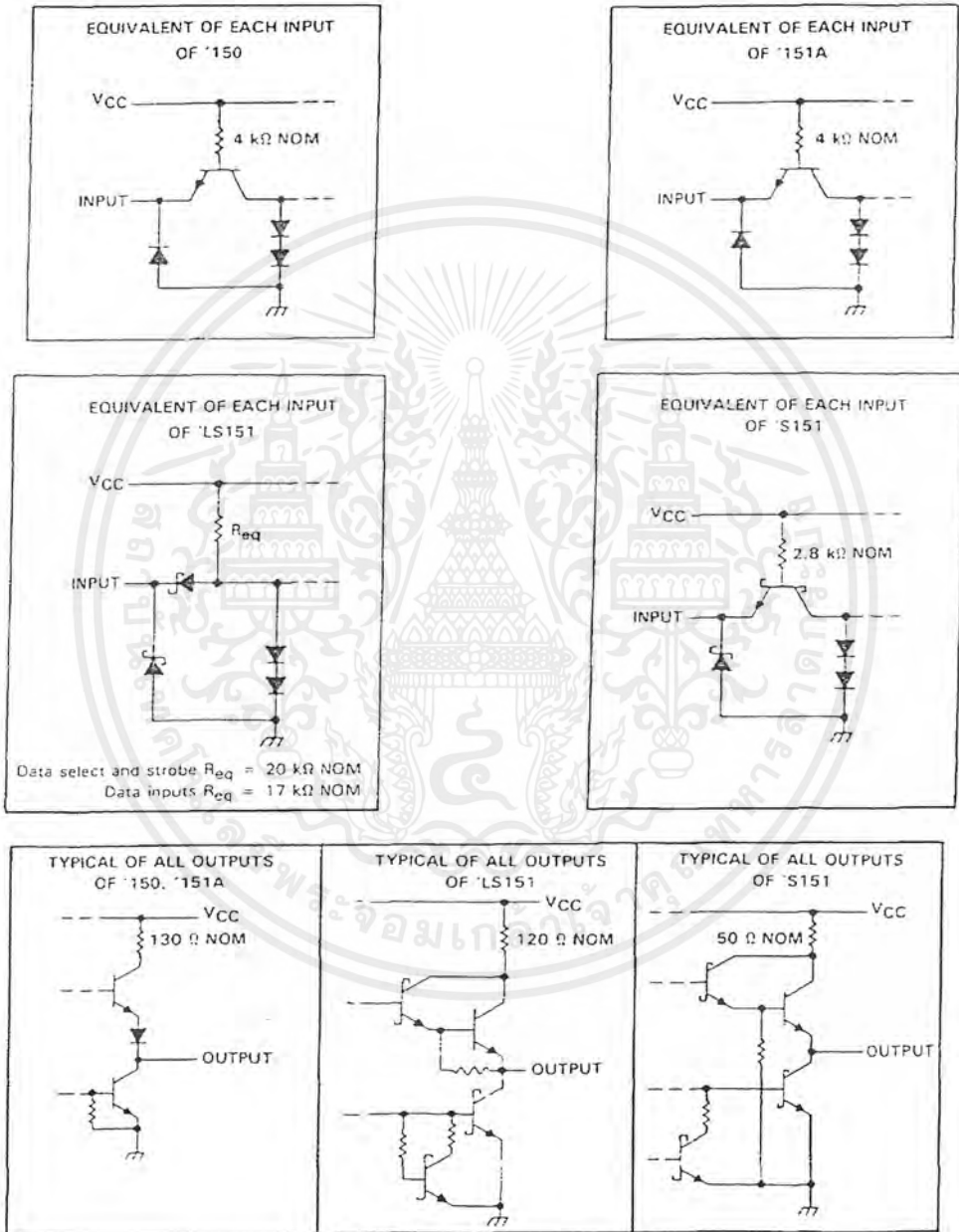
TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54150, SN54151A, SN54LS151, SN54S151
 SN74150, SN74151A, SN74LS151, SN74S151
 DATA SELECTORS/MULTIPLEXERS

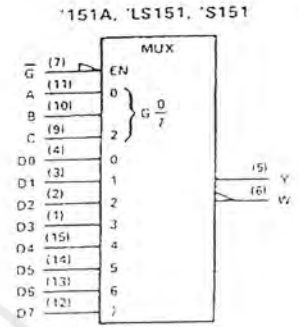
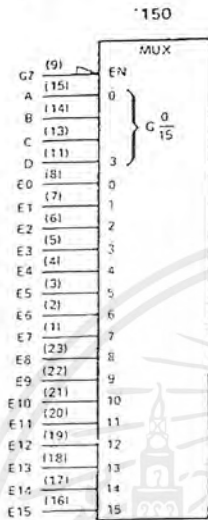
schematics of inputs and outputs



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**SN54150, SN54151A, SN54LS151, SN54S151,
SN74150, SN74151A, SN74LS151, SN74S151
DATA SELECTORS/MULTIPLEXERS**

logic symbols†



†These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12. Pin numbers shown are D, J, N, and W packages.

FUNCTION TABLE

INPUTS				STROBE \overline{G}	OUTPUT
D	C	B	A		W
X	X	X	X	H	\overline{H}
L	L	L	L	L	$\overline{E0}$
L	L	L	H	L	$\overline{E1}$
L	L	H	L	L	$\overline{E2}$
L	L	H	H	L	$\overline{E3}$
L	H	L	L	L	$\overline{E4}$
L	H	L	H	L	$\overline{E5}$
L	H	H	L	L	$\overline{E6}$
L	H	H	H	L	$\overline{E7}$
H	L	L	L	L	$\overline{E8}$
H	L	L	H	L	$\overline{E9}$
H	L	H	L	L	$\overline{E10}$
H	L	H	H	L	$\overline{E11}$
H	H	L	L	L	$\overline{E12}$
H	H	L	H	L	$\overline{E13}$
H	H	H	L	L	$\overline{E14}$
H	H	H	H	L	$\overline{E15}$

FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS	
SELECT			STROBE \overline{G}	Y	W
C	B	A			
X	X	X	H	L	H
L	L	L	L	$\overline{D0}$	$\overline{D0}$
L	L	H	L	$\overline{D1}$	$\overline{D1}$
L	H	L	L	$\overline{D2}$	$\overline{D2}$
L	H	H	L	$\overline{D3}$	$\overline{D3}$
H	L	L	L	$\overline{D4}$	$\overline{D4}$
H	L	H	L	$\overline{D5}$	$\overline{D5}$
H	H	L	L	$\overline{D6}$	$\overline{D6}$
H	H	H	L	$\overline{D7}$	$\overline{D7}$

H = high level, L = low level, X = irrelevant
 $\overline{E0}, \overline{E1}, \dots, \overline{E15}$ = the complement of the level of the respective E input
 $\overline{D0}, \overline{D1}, \dots, \overline{D7}$ = the level of the D respective input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SDLS054

**SN54150, SN54151A, SN54LS151, SN54S151,
SN74150, SN74151A, SN74LS151, SN74S151**
DATA SELECTORS/MULTIPLEXERS

DECEMBER 1972—REVISED MARCH 1988

- '150 Selects One-of-Sixteen Data Sources
- Others Select One-of-Eight Data Sources
- All Perform Parallel-to-Serial Conversion
- All Permit Multiplexing from N Lines to One Line
- Also For Use as Boolean Function Generator
- Input-Clamping Diodes Simplify System Design
- Fully Compatible with Most TTL Circuits

TYPE	TYPICAL AVERAGE		TYPICAL POWER DISSIPATION
	PROPAGATION DELAY TIME DATA INPUT TO W OUTPUT		
'150	13 ns		200 mW
'151A	8 ns		145 mW
'LS151	13 ns		30 mW
'S151	4.5 ns		225 mW

description

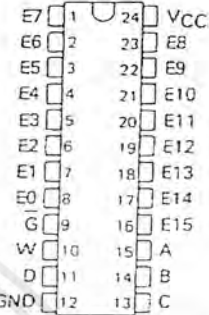
These monolithic data selectors/multiplexers contain full on-chip binary decoding to select the desired data source. The '150 selects one-of-sixteen data sources; the '151A, 'LS151, and 'S151 select one-of-eight data sources. The '150, '151A, 'LS151, and 'S151 have a strobe input which must be at a low logic level to enable these devices. A high level at the strobe forces the W output high, and the Y output (as applicable) low.

The '150 has only an inverted W output; the '151A, 'LS151, and 'S151 feature complementary W and Y outputs.

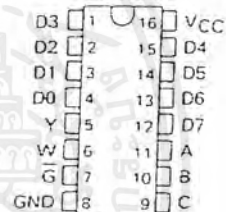
The '151A and '152A incorporate address buffers that have symmetrical propagation delay times through the complementary paths. This reduces the possibility of transients occurring at the output(s) due to changes made at the select inputs, even when the '151A outputs are enabled (i.e., strobe low).

**SN54150 . . . J OR W PACKAGE
SN74150 . . . N PACKAGE**

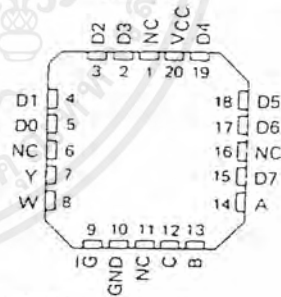
(TOP VIEW)


**SN54151A, SN54LS151, SN54S151 . . . J OR W PACKAGE
SN74151A . . . N PACKAGE
SN74LS151, SN74S151 . . . D OR N PACKAGE**

(TOP VIEW)


SN54LS151, SN54S151 . . . FK PACKAGE

(TOP VIEW)



NC - No internal connection

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments (TI) reserves the right to make changes to its products or to discontinue any semiconductor product or service without notice, and advises its customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that the information being relied on is current.

TI warrants performance of its semiconductor products and related software to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

Certain applications using semiconductor products may involve potential risks of death, personal injury, or severe property or environmental damage ("Critical Applications").

TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, INTENDED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT APPLICATIONS, DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS.

Inclusion of TI products in such applications is understood to be fully at the risk of the customer. Use of TI products in such applications requires the written approval of an appropriate TI officer. Questions concerning potential risk applications should be directed to TI through a local SC sales office.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards should be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance, customer product design, software performance, or infringement of patents or services described herein. Nor does TI warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used.

Copyright © 1996, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1 Integrated DTMF Receiver

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

ISSUE 3

May1995

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
MT8870DT/DT-1	20 Pin TSSOP
-40 °C to +85 °C	

Description

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

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

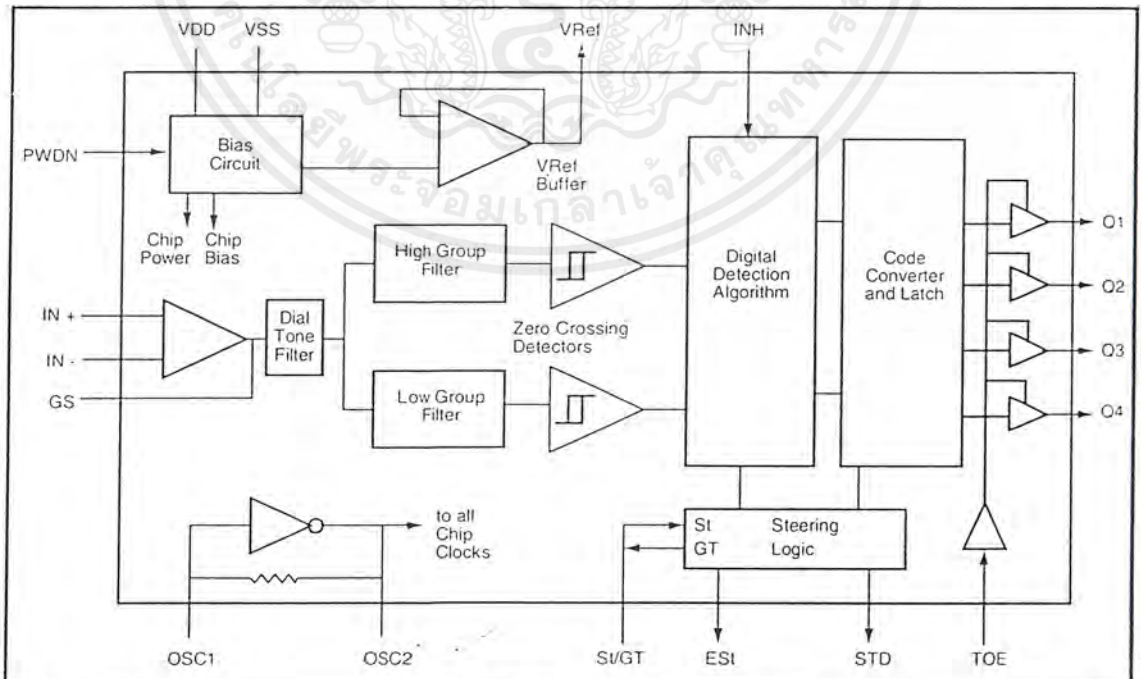


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

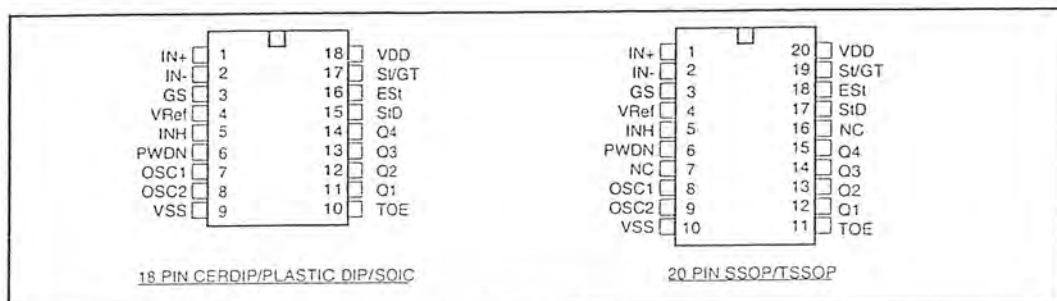
MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	IN-	Inverting Op-Amp (Input).
3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
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	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	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	OSC1	Clock (Input).
8	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	V _{SS}	Ground (Input). 0V typical.
10	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	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	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 _{TSI} .
16	ESi	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 ESi to return to a logic low.
17	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V _{TSI} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V _{TSI} 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 ESi and the voltage on St.
18	V _{DD}	Positive power supply (Input). +5V typical.
7, 16	NC	No Connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

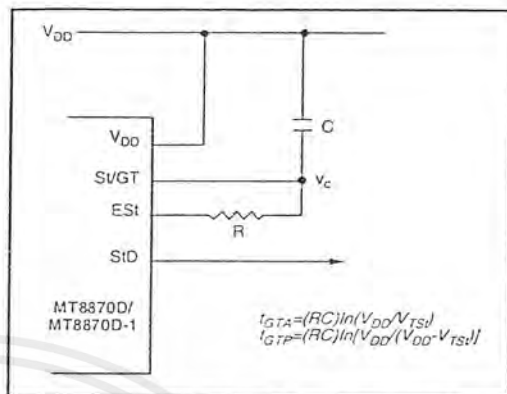


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

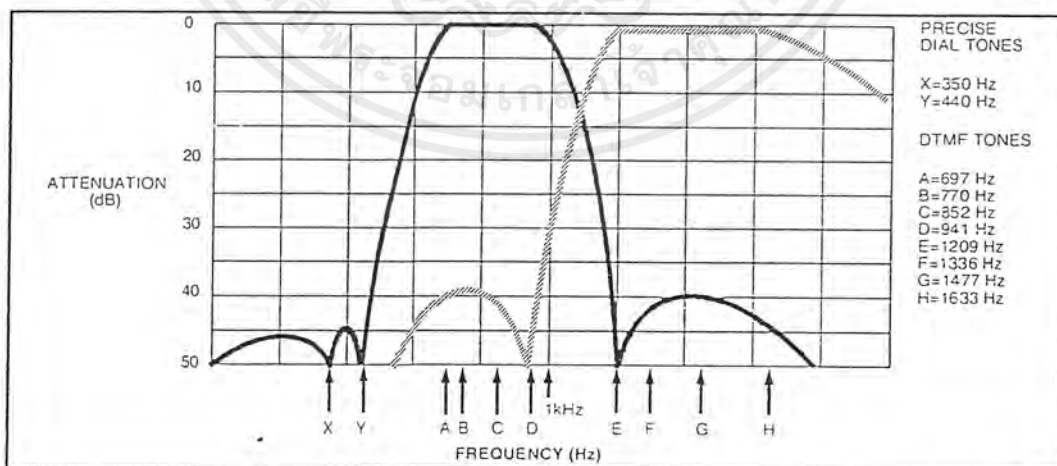


Figure 3 - Filter Response

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

condition is maintained (ES_t remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TS1}) 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 ES_t 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 to time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

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

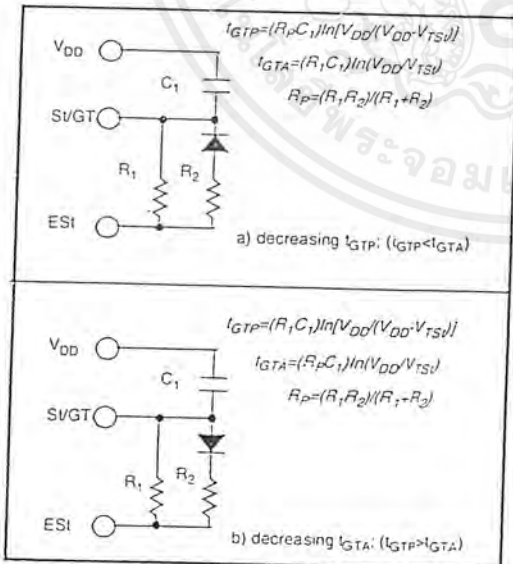


Figure 5 - Guard Time Adjustment

Digit	TOE	INH	ES _t	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 = DONT CARE

recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. 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_{DD} 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.

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

Crystal Oscillator

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

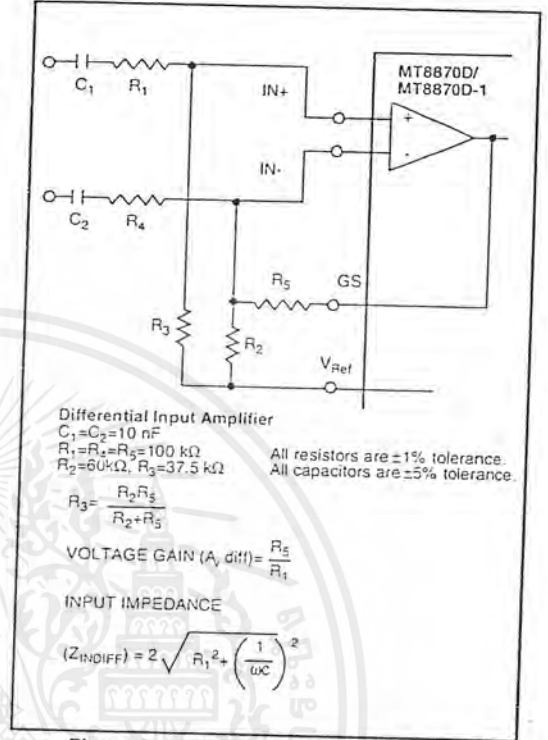


Figure 6 - Differential Input Configuration

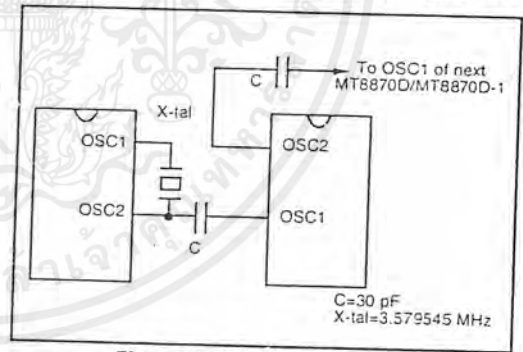


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications
 Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2I/R1C1$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

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.

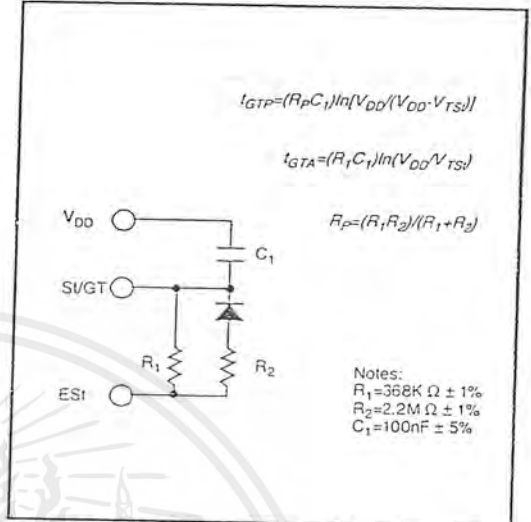


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

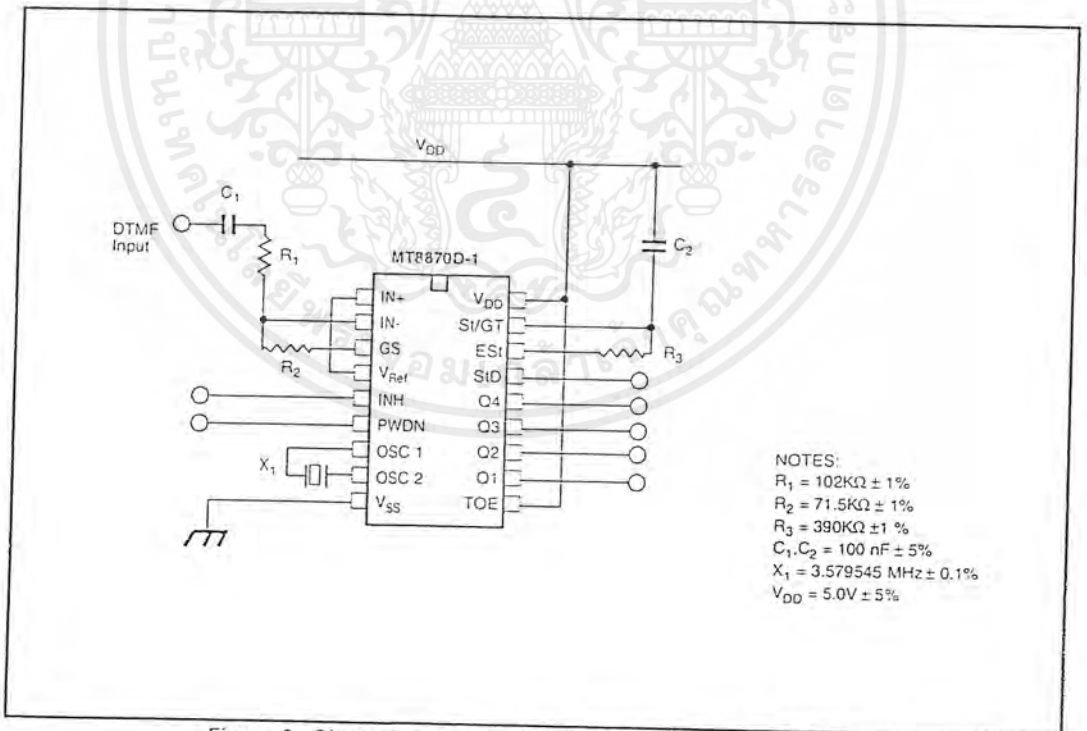


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ 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	f_c		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq. Tolerance	Δf_c		±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 - $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^\circ C \leq T_O \leq +85^\circ C$, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions	
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DD0}	10	25	μA	$PWDN=V_{DD}$	
2		Operating supply current	I_{DD}	3.0	9.0	mA		
3		Power consumption	P_O		15		mW	$f_c=3.579545$ 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		M Ω	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V_{TS1}	2.2	2.4	2.5	V	$V_{DD} = 5.0V$
11		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	OUTPUTS	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		k Ω	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

Operating Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, unless otherwise stated.
Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ †	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			M Ω	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	$0.75 V \leq V_{IN} \leq 4.25 V$ 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 $\geq 100 k\Omega$ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Resistive load (GS)	R_L			50	k Ω	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870D AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, 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		$\pm 1.5\% \pm 2 Hz$				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				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 $\pm 1.5\% \pm 2 Hz$.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) $\pm 2\%$.
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

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, 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		$\pm 1.5\% \pm 2$ Hz				2, 3,5,9
6	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				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 $\pm 1.5\% \pm 2$ Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) $\pm 2\%$.
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 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

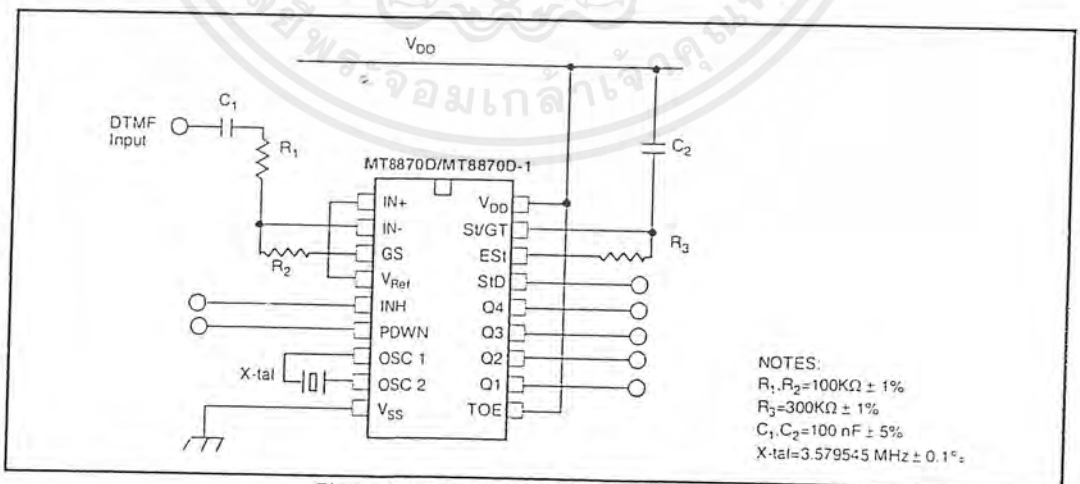
AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_o \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 10.

		Characteristics	Sym	Min	Typ †	Max	Units	Conditions
T I M I N G	1	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
O U T P U T S	7	Propagation delay (St to Q)	t_{PO}		8	11	μs	$TOE=V_{DD}$
	8	Propagation delay (St to StD)	t_{PSID}		12	16	μs	$TOE=V_{DD}$
	9	Output data set up (Q to StD)	t_{OSID}		3.4		μs	$TOE=V_{DD}$
	10	Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t_{PTE}		50		ns	load of 10 k Ω 50 pF
	11	Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 k Ω 50 pF
P D W N	12	Power-up time	t_{PU}		30		ms	Note 3
	13	Power-down time	t_{PD}		20		ms	
C L O C K	14	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:

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



NOTES:
 $R_1, R_2=100K\Omega \pm 1\%$
 $R_3=300K\Omega \pm 1\%$
 $C_1, C_2=100\text{ nF} \pm 5\%$
 $X\text{-tal}=3.579545\text{ MHz} \pm 0.1\%$

Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

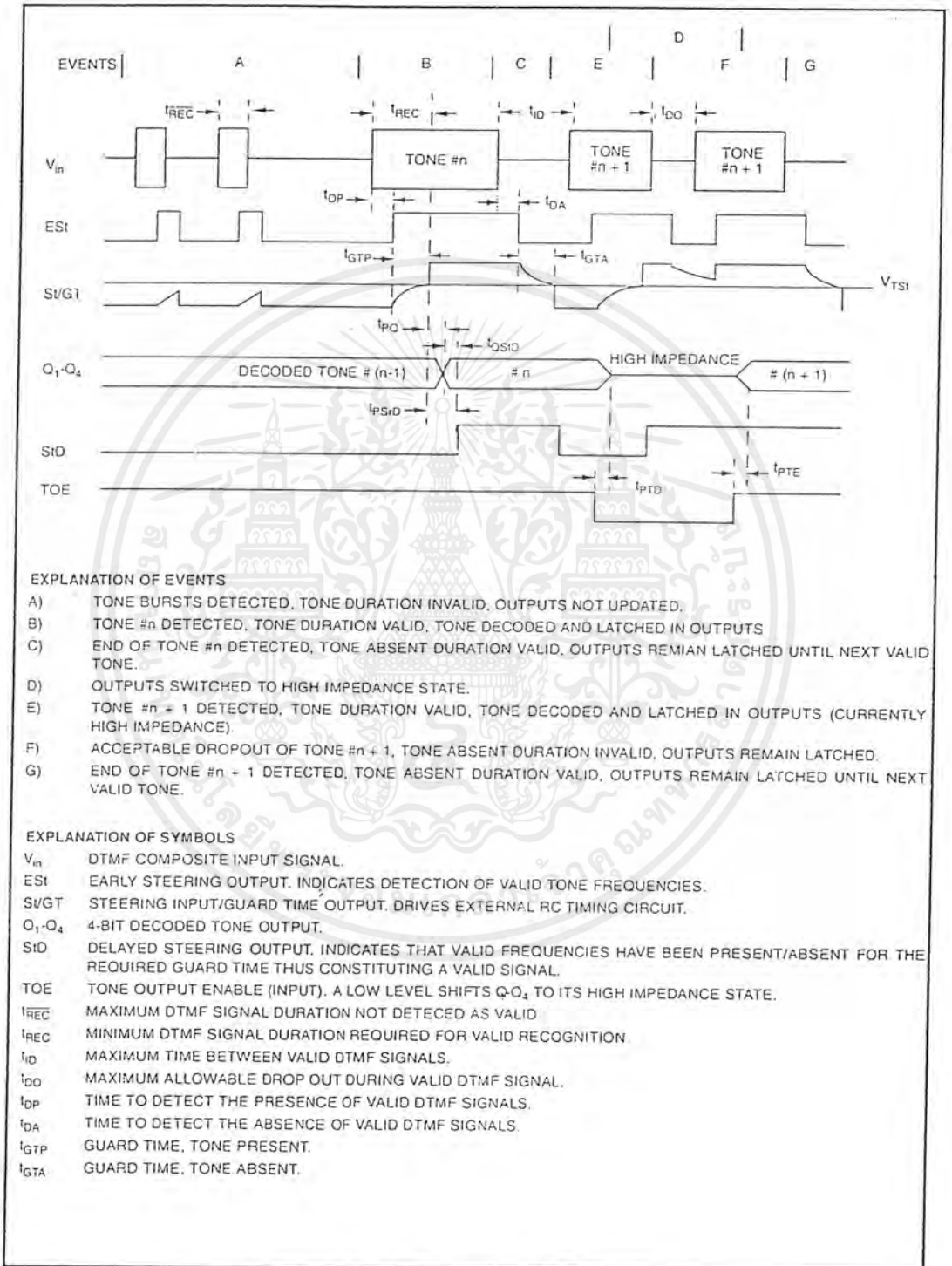


Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายบัณฑิต อึ้งสังข์
วันเดือนปีเกิด	18 กุมภาพันธ์ 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดกาญจนบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	13 ม.2 ต.ยางม่วง อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี 71120
ที่อยู่ปัจจุบัน	13 ม.2 ต.ยางม่วง อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี 71120
โทรศัพท์	034-649737
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนธีรศาสตร์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	คิดก่อนทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานិพนธ์	นายประพจน์ เอี่ยมจินดา
วันเดือนปีเกิด	17 เมษายน 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม
ภูมิลำเนาเดิม	21 ม.12 ต.คลองจินดา อ.สามพราน จ.นครปฐม
ที่อยู่ปัจจุบัน	21 ม.12 ต.คลองจินดา อ.สามพราน จ.นครปฐม
โทรศัพท์	034-283042, เฟซ 142-8098752

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดวังน้ำขาว (จินดาประธานุกูล)
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปริคารามวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ผลงานที่ได้รับรางวัล

-

ทุนการศึกษา

-

คติพจน์

หัดทำสิ่งดีๆ ให้กับคนอื่นจนเป็นนิสัยโดยไม่จำเป็นต้องให้เขารับรู้ และจงรักษาคำมั่นสัญญาของตน

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญยานิพนธ์	นายพีรพัฒน์ สิงห์ชู
วันเดือนปีเกิด	24 กันยายน 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดตรัง
ภูมิลำเนาเดิม	39/10 ถ.วัดนิโครธ ต.ทับเที่ยง อ.เมือง จ.ตรัง 92000
ที่อยู่ปัจจุบัน	39/10 ถ.วัดนิโครธ ต.ทับเที่ยง อ.เมือง จ.ตรัง 92000
โทรศัพท์	-
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดควนวิเศษ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวิเชียรมาตุ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคตรัง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ปล่อยวางชีวิตเสียบ้าง แล้วจะมีความสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายสมบูรณ์ ขอเสริมศรี
วันเดือนปีเกิด	3 กุมภาพันธ์ 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดภูเก็ต
ภูมิลำเนาเดิม	16/3 ซอยสุขนิรันดร์ ม.1 ถ.เจ้าฟ้า ต.วิชิต อ.เมือง จ.ภูเก็ต 83000
ที่อยู่ปัจจุบัน	16/3 ซอยสุขนิรันดร์ ม.1 ถ.เจ้าฟ้า ต.วิชิต อ.เมือง จ.ภูเก็ต 83000
โทรศัพท์	076-244089
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดเทพนิมิตร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	ทุนยกเว้นหน่วยกิต
คติพจน์	คิด และทำในทางสายกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. จักรกฤษณ์ พิมละออ, นิธิพงศ์ แดงสวัสดิ์ และ สมเกียรติ จิมพิทักษ์ “เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ”, ปรินญาณิพนธ์ปีการศึกษา 2537, ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ชาญชัย ศักดิ์ฤทธิธรม, ประเสริฐ เกนพันคือ และ สุรศักดิ์ บุญช่วยรอด “เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ”, ปรินญาณิพนธ์ปีการศึกษา 2537, ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. น.ต.ธวัชชัย เลื่อนฉวี “เทคโนโลยีโทรศัพท์” : บรรเทิงการพิมพ์
4. น.ต.ธวัชชัย เลื่อนฉวี และ พ.ต.อนุรักษ์ เลื่อนศิริ “ดิจิทัลเทคนิค” : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์
5. ร.ศ.ประทีป บัญญัตินพรัตน์ “ทฤษฎีและการใช้งานวงจรดิจิทัล” : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. ประเมษฐ์ ประนายนันท์ และปิยพงศ์ เผ่าฉนิช “คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
7. ไพบูลย์ บุปผา “เทคนิคการใช้งานแอลซีดีโมดูล” : เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 166 ธันวาคม 2539, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
8. เข้มทอง นิมศิริ, “วิศวกรรมวงสายโทรศัพท์ตอนนอก”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง