

ปริญญานิพนธ์

เครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
MORSE CODE MESSAGE TRANSCIEVER AND RECODER USING
MICROCONTROLLER



นายธนากร พันธุ์พรหม
นายบัณฑิต นุสโส
นายปัญญา มัชชะสร
นายสุรศักดิ์ อินทร์จันทร์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตรบัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ปีการศึกษา 2540 นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MORSE CODE MESSAGE TRANSCEIVER AND RECORDER USING MICROCONTROLLER

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎี และหลักการของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อออกแบบวงจร และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
3. เพื่อนำวงจรที่ออกแบบ ประกอบเป็นเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
4. เพื่อทดลองการทำงาน และปรับปรุงแก้ไขเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
5. เพื่อนำเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไปใช้งานได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ ความเข้าใจทฤษฎี และหลักการการทำงานของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. มีความรู้ และเข้าใจการออกแบบวงจร และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน
3. สามารถออกแบบวงจร และเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
4. ทดลองการทำงาน และจัดทำคู่มือประกอบการใช้งานของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
5. นำเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้งานได้

เครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

นายชนากร	พันธ์พรหม
นายบัณฑิต	นุสโส
นายปัญญา	มันะสร
นายสุรศักดิ์	อินทร์จันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษา	
ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม
อาจารย์โกศล	ตราชู
อาจารย์ประเสริฐ	เคนพั่นก่อ
ปีการศึกษา 2540	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอเครื่องรับ-ส่งและบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถใช้ในการแปลรหัสสมอร์สเป็นตัวอักษร และบันทึกข้อความได้ 5 ช่อง โครงการนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ภาครับ และภาคส่ง โดยภาครับรับสัญญาณมาจากเครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือ และแปลเป็นตัวอักษร โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำมาแสดงผลที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD) และเมื่อต้องการส่งใช้การกดตัวอักษรจากแป้นพิมพ์ เพื่อสร้างสัญญาณขึ้นมา แล้วนำไปเปรียบเทียบกับรหัสสมอร์สโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วส่งออกไปเป็นรหัสสมอร์ส โดยใช้เครื่องวิทยุแบบมือถือเช่นเดียวกัน

MORSE CODE MESSAGE TRANSCIEVER AND RECORDER USING MICROCONTROLLER

MR.THANAKORN	PHANPORM
MR.BUNDHIT	NUSSO
MR.PANYA	MAKASORN
MR.SURASAK	INCHAN

ADVISORS

Assist. Prof.WISUIT	ATIPORNTUM
MR.KOSON	TRACHU
MR.PRASERT	KENPANKHO

1997

ABSTRACT

This thesis presents the project of morse code message transceiver and recorder using microcontroller. This project can transform the morse code into alphabets and record the messages up to 5 channels. This project consists of 2 parts, which are the receiver and transmitter. The receiver receives the radio signals from a handheld radio transceiver, compares and transform then into alphabets using microcontroller to show the result on LCD monitor. For transmitting, press the alphabets keyboard to create the signals. Then, compare them with the morse code using microcontroller and send them to be the morse code using a handle radio transceiver.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาอย่างดียิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ทุกท่าน รวมทั้งอาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือทั้งทางด้านเทคนิคตลอดจนเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่ได้ช่วยเหลือทางด้านทุนทรัพย์ และกำลังใจในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกคน ในน้ำใจ อำนวยความสะดวกที่มีให้แก่กันเสมอมา



IV

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญาโท	1
1.2 ชี้ความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขปของปริญญาโท	1
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 ระบบสื่อสาร	3
2.2 หลักการสื่อสาร โดยอาศัยความคลื่นวิทยุ	4
2.3 เครื่องส่งวิทยุ	5
2.3.1 วงจรออสซิลเลเตอร์	5
2.3.2 การเปลี่ยนขนาดความถี่วิทยุ	5
2.3.3 ขนาดความถี่วิทยุที่ควบคุม	6
2.3.4 คลื่นพาหะ	6
2.3.5 การแปรรูปคลื่นวิทยุ	6
2.3.6 ความกว้างของแถบคลื่นวิทยุ	7
2.3.7 คลื่นวิทยุที่คลื่นอื่นปะปนออกมา	8
2.3.8 เครื่องส่งวิทยุสมัครเล่น	8
2.4 เครื่องรับวิทยุ	9
2.4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องรับวิทยุ	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.2 ดีเทคเตอร์	10
2.4.3 ระบบการรับคลื่นวิทยุ	10
2.4.4 เลี้ยวรบกวน	12
2.4.5 การกวาดหาคลื่นวิทยุ	12
2.4.6 สเตลซ์คอนโทรล	13
2.4.7 อาร์ไอทีคอนโทรล	13
2.5 เครื่องวิทยุคมนาคม	14
2.5.1 ประเภทของวิทยุคมนาคม	14
2.5.2 ส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องวิทยุคมนาคม	15
2.5.3 การแบ่งประเภทการติดต่อสื่อสารที่ใช้ในกิจการวิทยุสมัครเล่น	16
2.5.4 สมุดบันทึกการติดต่อสื่อสาร	16
2.6 รหัสมอร์ส	17
2.6.1 รหัสมอร์สสากล	17
2.6.2 รหัสมอร์สภาษาไทย	18
2.6.3 หลักการจำรหัสมอร์ส	20
2.6.4 การฝึกฟังรหัสมอร์ส	22
2.6.5 การฝึกส่งรหัสมอร์ส	22
2.7 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	23
2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล 8051	25
2.8.1 โครงสร้างของ 8051	25
2.8.2 การจัดการหน่วยความจำของ 8051	26
2.8.3 สถาปัตยกรรมของ 8051	28
2.8.4 การทำงานของ 8051	30
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	32
3.1 การออกแบบวงจรควบคุม	33
3.1.1 คุณสมบัติของตัวควบคุมลำดับ	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VI

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.1.2 การจัดหน่วยความจำ	33
3.1.3 การเลือกหน่วยความจำอีพროม	33
3.1.4 การทำงานของชุดควบคุม	34
3.1.5 การเลือกตำแหน่งของตำแหน่งเริ่มต้น	35
3.1.6 การเชื่อมต่อคีย์บอร์ด	35
3.1.7 การเชื่อมต่อเข้ากับจอแสดงผล	36
3.2 วงจรภาคส่ง	37
3.2.1 วงจรเข้ารหัสความถี่คู่	37
3.2.2 วงจรควบคุมการส่งรหัสมอร์ส	40
3.3 วงจรภาครับ	41
3.4 วงจรภาคจ่ายกำลังไฟฟ้า	43
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	45
4.1 การทดสอบตัวเครื่องเบื้องต้น	45
4.2 การทดลองส่งข้อความรหัสมอร์ส	47
4.3 การทดลองรับข้อความรหัสมอร์ส	47
4.4 การทดลองฝากข้อความรหัสมอร์ส	48
4.5 ผลการทดลอง	49
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	53
5.1 บทสรุป	53
5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข	53
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ	54
ภาคผนวก ก รูปเครื่องต้นแบบ	56
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน	60
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และ โปรแกรมการทำงาน	65
ภาคผนวก ง วงจร ลายวงจรพิมพ์ และการวางอุปกรณ์บนแผ่นพิมพ์	126
ภาคผนวก จ รายการอุปกรณ์	133

VII

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดข้อมูล และคุณสมบัติของอุปกรณ์	137
บรรณานุกรม	152
ประวัติผู้แต่ง	153



VIII

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองส่ง และรับข้อความรหัสมอร์ส	49
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส	50



สารบัญภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนผังการทำงานของการสื่อสาร	3
รูปที่ 2.2 ระบบสื่อสารพื้นฐาน	4
รูปที่ 2.3 การวางตำแหน่งนิ้วมือลงบนคันทะเคาะ	22
รูปที่ 2.4 นิแมตทิกวิดคริสตอล ขณะที่ยังไม่มีไบอัส	23
รูปที่ 2.5 นิแมตทิกวิดคริสตอล เมื่อจ่ายไบอัสเข้าไป	24
รูปที่ 2.6 แผนผังโครงสร้างของ 8051	25
รูปที่ 2.7 การจัดพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรมของ 8051	27
รูปที่ 2.8 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลของ 8051	27
รูปที่ 2.9 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051	29
รูปที่ 2.10 แผนผังการจับวางขาของ 8051	29
รูปที่ 2.11 ลำดับสถานะการทำงานใน MCS 51	31
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของวงจรถอดส่ง	32
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของวงจรถอดรับ	32
รูปที่ 3.3 การเลือกหน่วยความจำอีพรอม	34
รูปที่ 3.4 การต่อหน่วยความจำภายนอก โดยการใช้อิซี 74LS373	34
รูปที่ 3.5 การเลือกตำแหน่งของตำแหน่งเริ่มต้น	35
รูปที่ 3.6 คีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์	36
รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อจอแสดงผลเข้ากับบอร์ด PC - SB31	36
รูปที่ 3.8 โครงสร้างภายในของไอซี MC145412	37
รูปที่ 3.9 รายละเอียดขาของไอซี MC145412	38
รูปที่ 3.10 วงจรเข้ารหัสความถี่คู่	39
รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมการส่งรหัสสมอร์ส	40
รูปที่ 3.12 โครงสร้างภายในของไอซี MT8870	42
รูปที่ 3.13 รายละเอียดขาของไอซี MT8870	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.14 วงจรถอดรหัสความถี่คู่	43
รูปที่ 3.15 วงจรภาคจ่ายกำลังไฟฟ้า	43
รูปที่ 4.1 รายการเลือกสภาวะการทำงาน 3 สถานะ	45
รูปที่ 4.2 การเลือกเข้าสู่สภาวะการเล่นกลับ	46
รูปที่ 4.3 การเลือกช่องสัญญาณต่างๆ เพื่อดูข้อความ	46
รูปที่ 4.4 สภาวะการรับข้อความรหัสสมอร์ส	47
รูปที่ 4.5 สภาวะการฝากข้อความรหัสสมอร์ส	48
รูปที่ ก.1 หน้าปัทม์ของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	57
รูปที่ ก.2 ด้านหลังของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	57
รูปที่ ก.3 แผงวงจรภาครับ และภาคส่ง	58
รูปที่ ก.4 แผงวงจรภาคจ่ายกำลังไฟฟ้า	58
รูปที่ ก.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น PCB V31	59
รูปที่ ก.6 การลงอุปกรณ์ภายในเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	59
รูปที่ ข.1 ด้านหน้าของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	61
รูปที่ ข.2 รายการเลือกสภาวะการทำงาน 3 สถานะ	62
รูปที่ ค.1 แผนผังการทำงานของรายการเลือกหลัก	66
รูปที่ ค.2 แผนผังการทำงานของสภาวะการรับ	67
รูปที่ ค.3 แผนผังการทำงานของสภาวะการส่ง	68
รูปที่ ค.4 แผนผังการทำงานของสภาวะอัตโนมัติ	69
รูปที่ ค.5 แผนผังการทำงานของสภาวะการเล่นกลับ	70

สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ ค.6 แผนผังการทำงานของการบันทึกข้อความ	71
รูปที่ ง.1 วงจรเข้ารหัสความถี่คู่	127
รูปที่ ง.2 วงจรควบคุมการส่งรหัสสมอ์ส	128
รูปที่ ง.3 วงจรถอดรหัสความถี่คู่	129
รูปที่ ง.4 วงจรภาคจ่ายไฟฟ้ากำลัง	129
รูปที่ ง.5 ลายวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายไฟฟ้ากำลัง	129
รูปที่ ง.6 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายไฟฟ้ากำลัง	130
รูปที่ ง.7 ลายวงจรพิมพ์วงจรคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์ (ด้านบน)	130
รูปที่ ง.8 ลายวงจรพิมพ์วงจรคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์ (ด้านล่าง)	131
รูปที่ ง.9 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์	131
รูปที่ ง.10 ลายวงจรพิมพ์วงจรถรับ และภาคส่ง	132
รูปที่ ง.11 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรถรับ และภาคส่ง	132

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญญาประดิษฐ์

เนื่องจากในปัจจุบันวิทยุสมัครเล่นได้มีการนำมาใช้ติดต่อสื่อสารกันอย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านราชการ หรือเอกชนก็ตาม คณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นประโยชน์ทางด้านนี้ จึงได้ทำการออกแบบ และสร้างเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมขึ้นมา เพื่อความสะดวกในการใช้งานติดต่อสื่อสาร เพราะว่าเครื่องนี้สามารถช่วยให้คนที่ไม่รู้รหัสมอร์สทำการส่งรหัสมอร์สติดต่อสื่อสารกันได้

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังต่อไปนี้

1. ส่งรหัสมอร์สโดยไม่ต้องเคาะเอง เพียงแต่กดเป็นตัวอักษรเท่านั้น
2. รับรหัสมอร์สเข้ามาแล้วแปลออกมาเป็นตัวอักษร หรือตัวเลขแล้วแสดงบนจอแสดงผลแบบผลึกเหลว(LCD) โดยไม่ต้องฟัง (คนหูหนวกสามารถใช้เครื่องนี้ได้)
3. สามารถกำหนดกลุ่มการใช้งานได้ โดยมีรหัสผ่าน (Password) ก่อนการเรียกเข้า
4. สามารถตอบรับได้ในกรณีไม่มีผู้ควบคุมอยู่
5. สามารถบันทึกข้อความได้ 5 ช่อง

1.3 เนื้อหาโดยสังเขปของปัญญาประดิษฐ์

เนื้อหาในปัญญาประดิษฐ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ โดยประกอบไปด้วยเนื้อหาในเรื่องระบบสื่อสาร การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นวิทยุ การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ เครื่องส่งวิทยุ เครื่องวิทยุคมนาคม รหัสมอร์ส จอแสดงผลแบบผลึกเหลว และไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล 8051

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน โดยกล่าวถึงการสร้าง และการ

ออกแบบฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมทั้งหลักการการทำงานในส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโครงการฯ หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อโครงการฯ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลอง ผลการทดลอง และการทดสอบ โดยกล่าวถึงขั้นตอนการทดลอง และการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของโครงการนี้ เพื่อตรวจสอบว่าโครงการนี้สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ปัญหา และพัฒนา เป็นการสรุปผลการทำงาน และได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหา ให้มีประสิทธิภาพ และการนำมาใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

ในภาคผนวกแสดงรายละเอียดของโปรแกรม และรายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้จัดทำโครงการดังนี้

- ภาคผนวก ก รูปเครื่องต้นแบบ
- ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน
- ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และ โปรแกรมการทำงาน
- ภาคผนวก ง วงจร ลายวงจรพิมพ์ และการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์
- ภาคผนวก จ รายการอุปกรณ์
- ภาคผนวก ฉ รายละเอียดข้อมูล และคุณสมบัติของอุปกรณ์

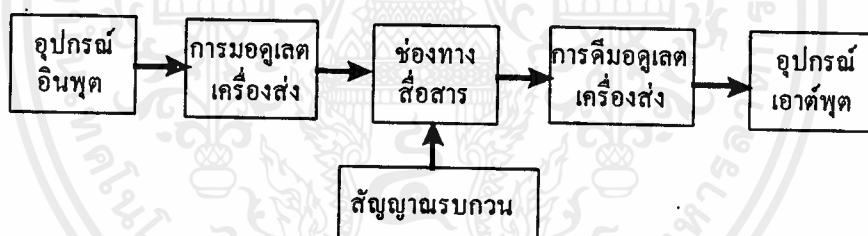
บทที่ 2

ทฤษฎี และหลักการ

2.1 ระบบสื่อสาร

การสื่อสาร คือ การติดต่อเพื่อแลกเปลี่ยนเรื่องราวต่างๆ ซึ่งกันและกันของมนุษย์ การสื่อสารนับได้ว่าเป็นกิจกรรมพื้นฐานอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่มีมาแต่กำเนิด

การสื่อสารจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อผู้รับสามารถเข้าใจตรงกับที่ผู้ส่งสารต้องการ ในการสื่อสารนั้นสิ่งที่สำคัญที่จะละเว้นการกล่าวถึงไม่ได้เลย คือ ตัวกลาง ที่ใช้เพื่อเป็นทางนำข้อมูล จากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ ตัวกลางที่ใช้นำข้อมูลนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า ช่องสัญญาณ (Channel) หรือ ทรานสมิชชันลิงค์ (Transmission Line) สามารถเขียนผังการสื่อสารดังแสดง ในรูปที่ 2.1



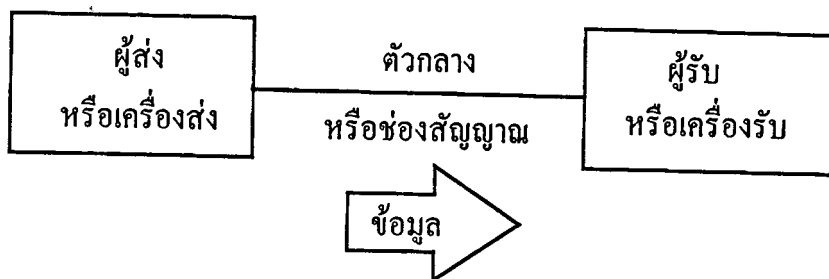
รูปที่ 2.1 แผนผังการทำงานของ การสื่อสาร

การสื่อสารอาจแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ การสื่อสารตามสาย และ การสื่อสารวิทยุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าช่องสัญญาณ หรือตัวกลางที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณอยู่นั้นเป็น สายส่งสัญญาณ (Transmission Line) หรือเป็นบรรยากาศ

ในระบบสื่อสารนั้นไม่ว่าจะเป็นแบบใดก็ตาม แผนผังพื้นฐานมักเป็นเหมือนกันแสดง ในรูปที่ 2.2

ระบบสื่อสารโดยพื้นฐานส่วนมากประกอบด้วย อุปกรณ์อินพุต (Input Device) เครื่องส่ง ช่องทางสื่อสาร (Communication Channel) หรือแชนแนล ซึ่งมักจะมีสัญญาณรบกวน (Noise) มารบกวนเครื่องรับ และอุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ระบบสื่อสารพื้นฐาน

ข่าวสารที่รับหรือส่งระหว่างกัน แบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ๆ คือ

1. เสียง หรือออดิโอ (Audio) ได้แก่ เสียงพูดในระบบโทรศัพท์ เสียงพูด เสียงเพลง หรือเสียงดนตรี ซึ่งต้องการคุณภาพเสียงดีในระบบวิทยุกระจายเสียง
2. ภาพ (Picture) ได้แก่ ภาพนิ่งในระบบโทรสาร (Facsimile) และระบบส่งภาพระยะไกล (Telephoto) ภาพยนต์ในระบบโทรทัศน์
3. ข้อมูล (Data) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะส่งมาเป็นรหัสให้แก่เครื่องยนต์ เครื่องจักร เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ได้แก่ ข้อมูล และคำสั่งในระบบโทรมาตร ตัวอักษรในระบบโทรพิมพ์ หรือโทรเลข ข้อมูลคอมพิวเตอร์ในระบบสื่อสารคอมพิวเตอร์

2.2 หลักการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นวิทยุ

จากการศึกษาระบบการสื่อสาร จะเห็นได้ว่าพาหะของสื่อสาร หรือช่องทางของการสื่อสาร (Media or Channels) ที่ได้รับการพัฒนาจนถึงปัจจุบันนี้ และมีความเจริญก้าวหน้าไปเป็นอันมาก นั่นคือ การสื่อสารทางด้านวิทยุ ซึ่งช่วยให้มนุษย์สามารถติดต่อสื่อสารกันได้เป็นระยะทางไกลมากขึ้น โดยเปลี่ยนเสียงพูดไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าขยายให้เป็นคลื่นเสียง (Audio) แล้วทำการผสมกับคลื่นพาหะ (คลื่นวิทยุ) แล้วส่งไปยังเครื่องรับที่อยู่ห่างออกไป ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกันโดยสะดวก

ประเภทของการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นวิทยุ โดยแบ่งตามย่านความถี่ที่ใช้งานได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เครื่องรับ-ส่งวิทยุย่านความถี่เอชเอฟ (HF : High Frequency) คือ ย่านความถี่สูง เริ่มตั้งแต่ความถี่ 3 ถึง 30 เมกะเฮิร์ตซ์ เครื่องรับ-ส่งย่านเอชเอฟ ส่วนใหญ่ออกแบบให้ใช้รับ-ส่งสัญญาณในระบบซิงเกิลไซด์แบนด์ (SSB : Single Side Band) และซีบี (CB : Citizen Band)

การสื่อสารในย่านความถี่เอชเอฟ เป็นการสื่อสารระยะไกล เพราะคลื่นวิทยุสามารถสะท้อนบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ได้ดี ทำให้สถานีรับ และส่งสามารถติดต่อข้ามประเทศกันได้ ซึ่งเป็นการสื่อสารเชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุด (Point To Point)

2. เครื่องรับ-ส่งวิทยุย่านความถี่วีเอชเอฟ (VHF : Very High Frequency) คือ ย่านความถี่สูงมาก เริ่มตั้งแต่ความถี่ 30 ถึง 300 เมกะเฮิร์ตซ์ ส่วนใหญ่จะใช้รับ-ส่งสัญญาณเอฟเอ็ม การสื่อสารในย่านวีเอชเอฟ มีทั้งแบบเชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุด และการสื่อสารแบบเคลื่อนที่ ระยะทางที่ติดต่อสื่อสารมักไม่เกิน 50 กิโลเมตร

3. เครื่องรับ-ส่งวิทยุย่านความถี่ยูเอชเอฟ (UHF : Ultra High Frequency) คือ ย่านความถี่สูงยิ่ง เริ่มตั้งแต่ความถี่ 300 ถึง 3000 เมกะเฮิร์ตซ์ ส่วนใหญ่จะใช้รับ-ส่งสัญญาณเอฟเอ็ม การสื่อสารในย่านความถี่ยูเอชเอฟ มีทั้งแบบที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุด และแบบเคลื่อนที่ ระยะทางที่ติดต่อสื่อสารมักไม่เกิน 50 กิโลเมตร

2.3 เครื่องส่งวิทยุ

2.3.1 วงจรออสซิลเลเตอร์

วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) คือ วงจรที่ทำให้เกิดกระแสสลับความถี่วิทยุ หรือเรียกว่า วงจรก่อกำเนิดความถี่วิทยุ วงจรออสซิลเลเตอร์ มีหลายชนิด เช่น

1. ชนิดใช้ผลึก (Quartz Crystal) ควบคุมความถี่วิทยุได้ความถี่คงที่แน่นอนดีมาก
2. ชนิดวีเอฟโอ (VFO : Variable Frequency Oscillator) ความถี่ที่ได้นั้นจะไม่คงที่แน่นอน
3. ชนิดความถี่สังเคราะห์ (Frequency Synthesizer) ได้ความถี่คงที่แน่นอน มักต้องใช้วงจรกรองกระแส ป้องกันมิให้ความถี่ฮาร์โมนิก (Harmonic) ที่ไม่ต้องการออกไป

2.3.2 การเปลี่ยนขนาดความถี่วิทยุ

ขนาดความถี่วิทยุของออสซิลเลเตอร์ จะเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้

1. ถ้าเป็นวงจรใช้ผลึก จะต้องเปลี่ยนผลึกใหม่ (หนา หรือบางกว่าเก่า)
2. ถ้าเป็นวงจรวีเอฟโอ ต้องเปลี่ยนค่าอินดักแตนซ์ของขดลวด หรือเปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุในวงจรรีโซแนนซ์

3. ถ้าเป็นชนิดใช้เครื่องทำความถี่สังเคราะห์ มักทำให้หมุนเปลี่ยนค่าความถี่วิทยุได้เป็นขั้นๆ เช่น ขั้นละ 5 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือขั้นละ 25 กิโลเฮิร์ตซ์ วงจรชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาก โดยเฉพาะในเครื่องรับ-ส่งวิทยุสมัครเล่น เพราะใช้ได้สะดวก และได้ความถี่วิทยุที่แน่นอน และดีกว่าชนิดที่ใช้วงจรวีเอฟโอ

2.3.3 ขนาดความถี่วิทยุที่ควบคุม

(ก) ข้อบังคับวิทยุสากลของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) กำหนดให้ความถี่ตั้งแต่ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ ขึ้นไปจนถึง 275 กิกะเฮิร์ตซ์ เป็นความถี่สำหรับใช้ในกิจการวิทยุระหว่างประเทศที่จะต้องจัดสรรตามประเภทของกิจการวิทยุ

(ข) พรบ.วิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498 มาตรา 4 กำหนดความถี่ของคลื่นเฮิร์ตซ์เชียน หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตั้งแต่ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ จนถึง 300,000 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นความถี่ที่ต้องควบคุม ผู้ขอใช้จะต้องขออนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลขก่อน

2.3.4 คลื่นพาหะ

คลื่นพาหะ (Carrier Wave) หมายถึง คลื่นวิทยุที่ยังไม่มีการแปรรูปคลื่น หรือคลื่นวิทยุที่ส่งออกจากสายอากาศเครื่องส่ง เพื่อใช้เป็นพาหะนำสัญญาณเสียงไปสู่เครื่องรับ แต่ยังไม่มียสัญญาณเสียง ความถี่ของคลื่นพาหะ คือ ความถี่ที่สถานีเครื่องส่งนั้นกำหนดใช้ตามข้อบังคับวิทยุสากล

2.3.5 การแปรรูปคลื่นวิทยุ

การแปรรูปคลื่นวิทยุ (Modulation) หมายถึง การเอาความถี่เสียง (AF) กับความถี่วิทยุ (RF) ผสมกัน หรือเอาความถี่เสียงไปบีบบังคับความถี่วิทยุ ให้เป็นรูปคลื่นวิทยุแปรเปลี่ยนไป วิธีการแปรรูปคลื่นวิทยุที่ใช้กันมากมี 2 วิธี คือ

1. การแปรรูปคลื่นวิทยุทางแอมพลิจูด คือ การทำให้แอมพลิจูดของคลื่นวิทยุเปลี่ยนรูปไป เรียกว่า แอมพลิจูดมอดูเลชัน (AM : Amplitude Modulation) มีสัญลักษณ์ต่างๆ กันดังนี้

A_0 หมายถึง ไม่มีการแปรรูปคลื่น (มีแต่คลื่นพาหะเพียงอย่างเดียว)

A_1 หมายถึง วิทยุโทรเลขรหัสมอร์สชนิดไม่มีเสียง

A_2 หมายถึง วิทยุโทรเลขรหัสมอร์สชนิดมีเสียง

A₃ หมายถึง วิทยุโทรศัพท์

A₄ หมายถึง วิทยุโทรภาพ (Facsimile)

A₅ หมายถึง วิทยุโทรทัศน์ (Television)

2. การแปรรูปคลื่นวิทยุทางความถี่ (FM : Frequency Modulation) คือ การทำให้ความถี่ของคลื่นวิทยุแปรเปลี่ยนไปเป็นความถี่สูงขึ้น และเป็นความถี่ต่ำลง มีสัญลักษณ์ต่างๆ กันดังนี้

F₁ หมายถึง วิทยุโทรเลขระบบเอฟเอสเค (FSK : Frequency Shift Keying)

F₂ หมายถึง วิทยุโทรเลขระบบเอฟเอสเคที่มีเสียง

F₃ หมายถึง วิทยุโทรศัพท์

F₄ หมายถึง วิทยุโทรภาพ

F₅ หมายถึง วิทยุโทรทัศน์

การแปรรูปคลื่นวิทยุทางความถี่ มีข้อกำหนดไว้ว่าความถี่ที่ใช้ นั้นจะต้องไม่ต่ำกว่าย่าน 30 เมกะเฮิร์ตซ์ (ต้องเป็นความถี่วิทยุในย่าน วีเอชเอฟ, ยูเอชเอฟ, เอสเอชเอฟ) ส่วนการแปรรูปคลื่นวิทยุทางแอมพลิจูดไม่มีข้อห้าม จะใช้ความถี่วิทยุขนาดใดๆ ก็ได้ เครื่องส่งวิทยุสมัครเล่นขนาดเล็ก ชนิดคิดรถยนต์หรือชนิดมือถือ ซึ่งใช้ความถี่ในย่าน 144-148 เมกะเฮิร์ตซ์ นิยมใช้การแปรรูปคลื่นวิทยุของความถี่สำหรับทำวิทยุโทรศัพท์ (เอฟเอ็ม) ส่วนเครื่องส่งวิทยุโทรศัพท์ขนาดเล็ก แบบที่เรียกว่า วิทยุประชาชน หรือเรียกย่อว่า ซีบี (CB : Citizen Radio) มักใช้การแปรรูปคลื่นทางแอมพลิจูด และใช้ความถี่วิทยุระหว่าง 26,957 - 27,283 กิโลเฮิร์ตซ์

2.3.6 ความกว้างของแถบคลื่นวิทยุ

การส่งคลื่นวิทยุที่เป็นพาหะอย่างเดียว จะไม่เกิดแถบคลื่นวิทยุ (Side Band) ต่อเมื่อมีการแปรรูปคลื่นวิทยุ จึงเกิดแถบคลื่นวิทยุแผ่กว้างออกไปจากความถี่วิทยุ ที่เป็นคลื่นพาหะตามแต่ประเภทของการแปรรูป คลื่นวิทยุ เช่น

(ก) การแปรรูปคลื่นวิทยุทางแอมพลิจูด หรือเอเอ็ม สำหรับวิทยุโทรทัศน์ชนิดที่มีแถบข้างเป็น 2 ข้าง (Double Side Band DSB) ใช้ความถี่เสียงไม่เกิน 3,000 เฮิร์ตซ์ จะมีแถบคลื่นวิทยุกว้าง $3,000+3,000$ เท่ากับ 6,000 เฮิร์ตซ์ ถ้าเป็นวิทยุโทรศัพท์ชนิดที่มีแถบข้างเพียงข้างเดียว หรือที่เรียกว่า ซิงเกิ้ลไซด์แบนด์ ใช้ความถี่เสียงไม่เกิน 3,000 เฮิร์ตซ์ จะมีแถบคลื่นวิทยุกว้าง 3000 เฮิร์ตซ์ หรือเท่ากับ 3 กิโลเฮิร์ตซ์

(ข) การแปรรูปคลื่นทางความถี่ หรือเอฟเอ็ม. สำหรับระบบวิทยุโทรศัพท์เพื่อการพาณิชย์ (Commercial Telephone) ใช้ความถี่เสียงไม่เกิน 3 กิโลเฮิร์ตซ์ จะมีแถบคลื่นกว้าง 36 กิโลเฮิร์ตซ์ แต่สำหรับวิทยุโทรศัพท์ในกิจการวิทยุสมัครเล่นนั้น ถูกบีบให้มีแถบคลื่นวิทยุลดลงเหลือกว้างเพียง 16 กิโลเฮิร์ตซ์ เท่านั้น

2.3.7 คลื่นวิทยุที่คลื่นอื่นปะปนออกไป

เครื่องส่งวิทยุที่ดีจะส่งคลื่นที่บริสุทธิ์ออกไปเป็นคลื่นพาหะ แต่เครื่องส่งวิทยุบางเครื่องจะส่งคลื่นอย่างอื่นปะปนออกไปด้วยเป็นคลื่นที่เกิดขึ้นเอง เนื่องจากความบกพร่องของวงจรเครื่องส่งเหล่านี้ ได้แก่

1. คลื่นฮาร์โมนิก ซึ่งมีขนาดความถี่เป็น 2 ถึง 3 เท่า ของความถี่คลื่นพาหะ ทำให้กำลังคลื่นพาหะลดน้อยลง เพราะต้องแบ่งกำลังไปอยู่ที่คลื่นฮาร์โมนิก และไม่ให้ประโยชน์อันใดในการรับฟัง คลื่นฮาร์โมนิกยังไปรบกวนเครื่องรับอื่นๆ ที่กำลังรับฟังคลื่นพาหะของสถานีอื่น ซึ่งมีความถี่ตรงกับคลื่นฮาร์โมนิกนี้ด้วย

2. คลื่นพาราซิติค (Parasitic Oscillation) มักเกิดขึ้นในวงจรขยายแรงไฟ ความถี่วิทยุ ย่าน วีเอชเอฟ, เอชเอฟ มีความถี่ไม่แน่นอน ปะปนแพร่ออกไปพร้อมกับคลื่นพาหะ ทำให้คลื่นมีกำลังลดน้อยลง เพราะกำลังส่วนหนึ่งต้องเสียไปในการส่งคลื่นพาราซิติคนี้ ทั้งๆ ที่เป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ คลื่นที่ปะปนออกไปกับคลื่นพาหะนี้เป็นคลื่นเทียม (Spurious Transmission) เป็นตัวการที่จะไปรบกวนเครื่องรับอื่นที่อยู่ใกล้เคียง

ดังนั้น เครื่องส่งวิทยุคุณภาพที่ดี จะต้องมิวงจรทำลายคลื่นฮาร์โมนิก และคลื่นเทียม หรือลดความแรงของคลื่นที่ไม่พึงประสงค์เหล่านี้ให้เหลือน้อยที่สุด อนึ่งความบกพร่องของเครื่องส่ง สายส่งกำลังและสายอากาศ อันเนื่องจากสายหลวมต่อกันไม่แน่น หรือสายหลุด อาจทำให้เกิดประกายไฟ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปรบกวนเครื่องรับวิทยุในบริเวณใกล้เคียง จึงต้องคอยตรวจตราอยู่เสมอๆ เพื่อให้การติดต่อสื่อสารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ปราศจากการรบกวนซึ่งกันและกัน และเกิดความปลอดภัยในการใช้งาน

2.3.8 เครื่องส่งวิทยุสมัครเล่น

กรมไปรษณีย์โทรเลขอนุญาตให้จดทะเบียนใช้เครื่องวิทยุสมัครเล่น ได้เฉพาะในกรณีต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ความถี่วิทยุใช้ย่านความถี่ 144-146 เมกะเฮิรตซ์ (ความยาวคลื่นในย่าน 2 เมตร) หรือเรียกกันว่า ทูมิเตอร์

(ข) กำลังส่งไม่เกิน 10 วัตต์

(ค) ระบบสื่อสาร ใช้เฉพาะวิทยุโทรศัพท์ระบบเอฟเอ็ม คือ F₃

2.4 เครื่องรับวิทยุ

2.4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องรับวิทยุ

สิ่งที่แสดงประสิทธิภาพของเครื่องรับวิทยุทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นเครื่องรับวิทยุกระจายเสียง หรือเครื่องรับวิทยุคมนาคม ที่นักวิทยุสมัครเล่นใช้ในการติดต่อสื่อสารทางวิทยุได้แก่

1. ความไวในการรับ (Sensitivity) หมายถึง ความสามารถในการรับวิทยุเบาๆ มีความแรงน้อยๆ ได้เครื่องรับที่มีความไวน้อย ต้องการสัญญาณวิทยุที่แรงมากๆ จึงจะทำให้ได้ยินเสียงได้

2. ความสามารถเลือกเฟ้นสัญญาณ (Selectivity) หมายถึง ความสามารถแยกสถานีวิทยุที่ต้องการรับฟังให้ออกมาจากกลุ่มสัญญาณของสถานีวิทยุที่อยู่ข้างเคียงได้ ทำให้เสียงรบกวนจากสถานีที่ไม่ต้องการรับฟังเบาบางลงไปมากๆ ถ้าเครื่องรับมีซีเล็คติวิตี ทำให้การเลือกรับสัญญาณที่ต้องการได้ง่าย และถูกต้องแม่นยำ

3. ความชัดเจนของสัญญาณเสียง (Fidelity) หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เสียงที่รับฟังได้จากเครื่องรับวิทยุชัดเจนคล้ายคลึงกับเสียงที่มาจากต้นทางมากที่สุด ในการรับฟังวิทยุโทรทัศน์นั้นความชัดเจนของเสียงอาจมีความสำคัญน้อยกว่าการรับฟังวิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์มีทั้งเสียงพูด และเสียงดนตรี มีย่านความถี่เสียงกว้างกว่าที่ใช้ในงานวิทยุโทรศัพท์มาก

4. ความมีเสถียรภาพดี (Stability) หมายถึง ความสามารถทำให้สัญญาณวิทยุปรับนิ่งอยู่ตรงความถี่วิทยุที่รับฟังได้ตลอดเวลา เครื่องรับวิทยุบางแบบ หรือบางเครื่อง โดยเฉพาะเครื่องรับวิทยุชนิดใช้หลอด เมื่อปรับให้รับคลื่นของสถานีวิทยุแห่งหนึ่งได้แล้ว จะได้ยินเสียงดังที่สุดอยู่พักหนึ่งแล้วเสียงจะเบาลงไป เพราะความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเครื่องรับ ทำให้ค่าของอุปกรณ์วิทยุต่างๆ เช่น ค่าคาปาซิเตอร์ หรือค่าอินดักเตอร์เปลี่ยนไป ทำให้ความถี่รีโซแนนซ์ที่เกิดขึ้นเคลื่อนไป หรือเลื่อนไปจากความถี่วิทยุที่ส่งมา ต่อเมื่อปรับแต่ง

เครื่องรับเสียงใหม่ให้ได้ความถี่ตรงกับความถี่ที่ส่งมาอีกครั้ง เสียงจึงจะดังขึ้นเท่าเดิม เครื่องรับชนิดใช้ทรานซิสเตอร์มีเสถียรภาพดีกว่าเครื่องรับชนิดหลอด

2.4.2 ดีเทคเตอร์

วงจรสำคัญที่เครื่องรับวิทยุจะขาดเสียไม่ได้คือ วงจรดีเทคเตอร์ (Detector) เพราะดีเทคเตอร์ เป็นตัวแยกสัญญาณเสียงออกจากสัญญาณวิทยุ

ในระบบการแปรรูปคลื่นวิทยุทางแอมพลิฟูด หรือเอเอ็ม ใช้หลอดไดโอด หรือสิ่งที่ทำงานได้อย่างหลอดไดโอด เช่น แร่เยอรมันเนียม หรือแร่ซิลิคอน ในสมัยเริ่มแรกที่มีวิทยุกระจายเสียง เครื่องรับวิทยุกระจายเสียง มีดีเทคแบบง่าย ๆ เป็นกาลินา หรือแร่ซิลิคอน เรียกว่า เครื่องรับชนิดแร่ ต่อมาดีเทคเตอร์จึงเป็นหลอดไดโอด และเป็นทรานซิสเตอร์ ส่วนการแปรรูปคลื่นวิทยุทางความถี่ หรือเอฟเอ็มดีเทคเตอร์ เรียกว่า ดิสคริมีเนเตอร์ (Frequency Discriminator) ต่อมาก็มีเรโซดีเทคเตอร์ (Ratio Detector) บางทีเรียกดีเทคเตอร์ว่า ดิมอดูเลเตอร์ (Demodulator) เพื่อให้หมายถึงสิ่งที่ทำหน้าที่กลับกันกับมอดูเลเตอร์

2.4.3 ระบบการรับคลื่นวิทยุ

เครื่องรับวิทยุที่ง่ายที่สุด คือ เครื่องแร่มีดีเทคเตอร์เป็นก้อนแร่กับเข็มจิ้มแร่ และใช้หูฟังเป็นเครื่องเปลี่ยนความถี่เสียง (คลื่นไฟฟ้า) เป็นคลื่นเสียง (คลื่นอากาศ) เครื่องแร่ใช้รับวิทยุกระจายเสียง และเครื่องรับวิทยุโทรศัพท์ระบบเอเอ็ม กับวิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดมีเสียงได้ แต่ใช้รับเครื่องรับวิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดไม่มีเสียงไม่ได้

เครื่องรับวิทยุชนิดหลอดที่มีใช้ทั่วไป คือ แบบที่มีดีเทคแบบรีเจนเนอเรทีฟ (Regenerative Detector) เพียงหลอดเดียวใช้รับวิทยุกระจายเสียง, วิทยุโทรศัพท์, วิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดมีเสียง และวิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดไม่มีเสียงได้ การรับสัญญาณวิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดไม่มีเสียง ใช้วิธีปรับแต่งวงจรป้อนกำลังกลับ (Feedback) ให้ดีเทคเตอร์เกิดการออสซิลเลชัน (เกิดการสั่นสลับกับความถี่) เป็นความถี่เกือบเท่าความถี่วิทยุที่รับฟัง ให้ผลต่างของความถี่ทั้งสองที่มากกระทบกัน (Beat) เป็นความถี่เสียงประมาณ 500 - 1000 เฮิรตซ์

แต่ถ้าลดการป้อนกำลังกลับให้น้อยลงจนไม่เกิดอาการออสซิลเลชันดีเทคเตอร์ จะตกอยู่ในสภาวะรีเจนเนอเรต (Regenerate) คือ เป็นรีเจนเนอเรทีฟดีเทคเตอร์ มีความไวใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับฟังเพิ่มมากขึ้น รับสัญญาณวิทยุ โทรเลขชนิดมีเสียง วิทยุ โทรศัพท์ และวิทยุกระจายเสียง ได้ความแรงสูงมาก เครื่องรับวิทยุแบบปรับเปลี่ยนความถี่วิทยุ (TRF หรือ Tuned Radio Frequency) มีหลอดขยายแรงไฟความถี่วิทยุเป็นหลอดต้น ซึ่งทำหน้าที่ปรับความถี่วิทยุ ของวงจรทางเข้า ให้ได้เท่ากับความถี่วิทยุที่รับฟังแล้ว จึงส่งแรงไฟที่ขยายแล้วไปเข้าหลอด รีเจนเนอร์เรทีฟดีเทคเตอร์ เมื่อได้แรงไฟความถี่เสียงออกจากหลอดดีเทคเตอร์แล้ว จึงทำ การส่งเข้าหลอดขยายแรงไฟความถี่เสียง และส่งกระแสสลับความถี่เสียงเข้าหูฟัง หรือลำโพง เป็นอันดับสุดท้าย เครื่องรับวิทยุแบบทีอาร์เอฟนี้ แม้จะมีความไวสูง และสามารถเลือกเฟ้น สัญญาณได้ดีกว่าเครื่องรับวิทยุแบบเครื่องแร้ และแบบรีเจนเนอร์เรทีฟดีเทคเตอร์ แต่ยังไม่เป็นที่นิยม และใช้งานได้ไม่ดีเหมือนกับเครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดน์

เครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ (Superheterodyne) มีหลักการทำงานที่สำคัญคือ ใช้วิธีเปลี่ยนความถี่วิทยุที่รับเข้ามาให้เป็นความถี่กลาง (IF) เสียก่อน เพื่อขยายความแรงให้มากขึ้นแล้ว จึงส่งเข้าวงจรดีเทคเตอร์เพื่อแยกเอาความถี่เสียงออกมา ภาคแรกของเครื่องรับวิทยุเป็นภาคขยายแรงไฟความถี่วิทยุที่รับมาจากสายอากาศ แล้วจึงส่งเข้าภาคผสมความถี่ (Mixer) หรือภาคเปลี่ยนความถี่ (Frequency Converter) โดยมีวงจรทำให้เกิดความถี่วิทยุภายในเครื่องรับ แล้วส่งความถี่วิทยุที่เกิดขึ้นนี้ เข้าไปผสมกับความถี่วิทยุที่รับเข้ามาทำให้เกิดผลต่างเป็นจำนวนเท่ากับ 455 หรือ 465 กิโลเฮิร์ตซ์ ต่อจากนั้นจึงส่งความถี่เข้าภาคขยายแรงไฟ แล้วส่งผลที่ได้ไปเข้าวงจรไดโอดดีเทคเตอร์ เพื่อแยกความถี่เสียงออกจากความถี่ไอเอฟ และส่งความถี่เข้าภาคขยายแรงไฟความถี่เสียงต่อไป

การที่มีภาคขยายแรงไฟความถี่วิทยุ จะทำให้เครื่องรับมีความไวสูงขึ้น การเปลี่ยนความถี่วิทยุเป็นความถี่ไอเอฟ ซึ่งเป็นความถี่ขนาดต่ำลงมา ทำให้เครื่องรับสามารถเลือกเฟ้นสัญญาณได้ดี ลดการรบกวนจากสถานีข้างเคียงลงได้มากขึ้น และยังช่วยขยายแรงไฟความถี่ไอเอฟได้แรงกว่าที่จะขยายความถี่วิทยุ ดังนั้น เครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ จึงมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องรับแบบอื่นๆ ทั้งหมด

แม้เครื่องรับวิทยุซูเปอร์เฮเทอโรไดน์จะมีมา 50 ปีแล้ว แต่ยังเป็นเครื่องรับที่ทันสมัย ยังไม่มีเครื่องรับแบบใดเหนือกว่า แม้มีการคิดแปลงวงจรแต่ละภาคบ้าง แต่ก็ทำเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเท่านั้น ดังเช่น ใช้วิธีการแปลงความถี่ 2 ครั้ง ครั้งแรก เปลี่ยนความถี่ จากความถี่วิทยุที่รับเข้ามา ให้เป็นความถี่ไอเอฟขนาดความถี่ 10.7 เมกะเฮิร์ตซ์ ก่อน เมื่อผ่านภาคขยายแรงไฟแล้วจึงเปลี่ยนความถี่ 10.7 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นไอเอฟ 456 หรือ 465 กิโลเฮิร์ตซ์ อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้เรียกว่า ดับเบิ้ล หรือมัลติคอนเวอร์ชันซูเปอร์เฮเทอโรไดน์

(Multiconversion Superheterodyne) ใช้ทรานซิสเตอร์แทนหลอดวิทยุ เพื่อให้เครื่องรับสามารถใช้งานได้นานกว่าการใช้หลอด เพราะหลอดไส้ขาดได้ มีประสิทธิภาพในการขยายสูงยิ่งขึ้น มีเสถียรภาพดียิ่งขึ้น เพราะเครื่องไม่ร้อนเหมือนกับใช้หลอด และย่อส่วนรูปร่างของเครื่องรับให้เล็กกระทัดรัดได้ โดยใช้เฟสล็อกคูลูป หรือแบบซินทิไซเซอร์ (Phase Lock Loop หรือ Synthesizer) แทนวงจรกำเนิดความถี่วิทยุธรรมดาในเครื่องรับ

2.4.4 เสียงรบกวน

เสียงรบกวน หรือนอยส์ (Noise) หมายถึง

1. เสียงรบกวนที่เกิดขึ้นภายในเครื่องรับนั่นเอง
2. เสียงรบกวนที่เข้ามาทางสายอากาศ ได้แก่ เสียงอากาศ (Atmospherics) รบกวน และ เสียงรบกวนอันเกิดจากประกายไฟฟ้าที่มนุษย์ก่อขึ้น (Man Made Statics)

เครื่องรับวิทยุที่ดีจะมีเสียงรบกวนน้อย (Low Noise Receiver) คือ มีประสิทธิภาพสูงในการรับสัญญาณวิทยุ จึงมีการเทียบอัตราส่วนระหว่างความแรงของสัญญาณวิทยุ กับความแรงของเสียงรบกวนเรียกว่า ชิกแนลทูนอยส์เรโซ (Signal to noise ratio ย่อเป็น S/N)

นอกจากการใช้เครื่องรับวิทยุที่มีค่าชิกแนลทูนอยส์เรโซสูงแล้ว เราสามารถจะเพิ่มประสิทธิภาพในการรับสัญญาณวิทยุได้ด้วยอัตราขยาย (Gain) ของสายอากาศที่ใช้กับเครื่องรับนั้น เช่น ถ้าใช้สายอากาศตั้งฉากขนาดความยาว $5/8$ ของความยาวคลื่น จะได้รับความแรงของสัญญาณวิทยุสูงกว่าที่จะได้จากสายอากาศขนาด $1/4$ ของความยาวคลื่น หรือถ้าใช้สายอากาศยอกชนิด 4 อิลเมนต์ จะได้รับความแรงของสัญญาณวิทยุสูงกว่าใช้สายอากาศไดโพล ขนาด $1/2$ ของความยาวคลื่นที่หันไปทิศทางเดียวกัน เป็นต้น

2.4.5 การกวาดหาคคลื่นวิทยุ

การกวาดหาคคลื่นวิทยุ เป็นลักษณะการทำงานอย่างหนึ่งของเครื่องรับวิทยุสมัยปัจจุบัน แต่เดิมนั้นการเปลี่ยนหาคคลื่นวิทยุต้องใช้วิธีหมุนคาปาซิเตอร์ด้วยมือ เปลี่ยนค่าความถี่รีโซแนนซ์ ในปัจจุบันนี้มีวิธีเปลี่ยนค่าความถี่รีโซแนนซ์ได้เอง โดยอัตโนมัติเพื่อหาคคลื่นวิทยุที่มีส่งอยู่ในขณะนั้น วิธีการกวาดหาคคลื่นวิทยุได้เองโดยอัตโนมัติ เรียกว่า สแกนนิ่ง (Scanning)

เมื่อกดปุ่มให้เครื่องรับกวาดหาคคลื่นด้วยวิธีสแกนนิ่ง เครื่องรับจะทำการกวาดหาสถานีวิทยุที่กำลังส่งคลื่นอยู่ในขณะนั้น พร้อมกับแสดงตัวเลขความถี่วิทยุที่เครื่องรับทำงาน ถ้ามีเสียงสัญญาณวิทยุเครื่องรับจะหยุดการกวาดหา ถ้าไม่มีเสียงสัญญาณวิทยุจะกวาดหาต่อไปจนสุดทาง หรือสุดขนาดความถี่ที่เครื่องนั้นจะรับได้สูงที่สุด แล้วจะกลับมาตั้งต้นกวาดหาคคลื่นตั้งแต่ความถี่ต่ำที่สุดอีกครั้งหนึ่ง

หากเครื่องรับหยุดการกวาดหา เพราะไปพบสัญญาณของสถานีวิทยุแห่งหนึ่งเข้า เครื่องรับจะทำให้เราได้ยินเสียงสัญญาณวิทยุนั้นอยู่นานสัก 4 ถึง 5 วินาที ถ้าไม่กดสวิทช์ให้เครื่องหยุดกวาดหา เครื่องรับจะเริ่มกวาดหาสถานีอื่นต่อไป

2.4.6 สquelch คอนโทรล

สquelch คอนโทรล (Squelch Control ย่อเป็น SQL) คือ ปุ่มบังคับในเครื่องรับวิทยุคมนาคมระบบเอฟเอ็ม ที่ทำหน้าที่ปรับให้เสียงรบกวนลดลง หรือเงียบหายไปในขณะที่ไม่มีเสียงสัญญาณวิทยุเข้ามา ในกรณีที่เมื่อเปิดเครื่องรับแล้วได้ยินแต่เสียงรบกวน ไม่มีเสียงพูด ต้องหมุนปุ่มบังคับสquelch คอนโทรล (ทางเดียวกับเข็มนาฬิกาเดิน) จนเสียงรบกวนลดลง และให้ตั้งปุ่มบังคับนี้ไว้ตรงที่จะเริ่มมีเสียงรบกวน

หากได้ยินเสียงสัญญาณวิทยุ (เสียงพูด) เข้ามาบ้าง ต้องหมุนปุ่มบังคับไปทางขวาหรือซ้าย จนพอจะเริ่มได้ยินเสียงรบกวน และเสียงพูดวิทยุโทรศัพท์จะดังกลบเสียงนั้นได้

2.4.7 อาร์ไอทีคอนโทรล (RIT Control)

อาร์ไอทีคอนโทรล (RIT : Reciever Lncremental Tuning) หมายถึง การปรับความถี่ของเครื่องรับให้เพิ่มขึ้น หรือลดลงอีกเล็กน้อย ในบางโอกาสความถี่ของเครื่องส่งมาเข้าเครื่องรับ ไม่ค่อยตรงกับความถี่ที่เครื่องรับตั้งรับอยู่นัก แม้ความถี่วิทยุจะต่างกันเพียง 1 หรือ 2 กิโลเฮิร์ตซ์ ก็อาจทำให้ได้ยินเสียงไม่ถนัดชัดเจน จึงจำเป็นต้องมีวงจรช่วยปรับความถี่ของเครื่องรับอีกเล็กน้อย เพื่อให้ความถี่วิทยุตรงกันจริงๆ และเสียงจะดังชัดเจนยิ่งขึ้น การปรับความถี่นี้กระทำได้ด้วยการปรับปุ่มอาร์ไอทีไปทางบวก (ความถี่เพิ่มขึ้น) หรือไปทางลบ (ความถี่ลดลง) ให้ได้ความถี่สูงขึ้น หรือลดลงประมาณ 3 กิโลเฮิร์ตซ์ เป็นอย่างมาก ดังนั้น เมื่อรู้สึกว่าเสียงที่รับฟังไม่ชัดเจน ให้ทดลองปรับปุ่มอาร์ไอทีไปทางบวก หรือลบทีละน้อย แต่ถ้า

ทำแล้วเสียงไม่ดีขึ้น ก็แสดงว่าไม่เกี่ยวกับความถี่วิทยุเคลื่อน หรือเหลื่อมกัน หากไม่ต้องการที่จะใช้วงจรอาร์ไอที ก็หมุนปุ่มปรับอาร์ไอทีไปทางซ้ายจนสุดจะถึงจุดปิด (Off)

2.5 เครื่องวิทยุคมนาคม

2.5.1 ประเภทของวิทยุคมนาคม

เครื่องวิทยุคมนาคมที่สามารถใช้ในกิจการวิทยุสมัครเล่น แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. แบบมือถือปฏิบัติการ

เครื่องวิทยุรับ-ส่ง แบบมือถือปฏิบัติการ (Hand-Held Radio หรือ Hand Talkie Radio) เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากมีความคล่องตัว และสะดวกในการใช้งานติดต่อสื่อสาร รวมทั้งราคาที่ถูกกว่าแบบอื่นๆ ด้วย แต่มีกำลังออกที่ค่อนข้างต่ำไม่เกิน 5 วัตต์ (ตามระเบียบ กบถ. พ.ศ. 2530 ข้อ 34) โดยทั่วไปมีไมโครโฟน และลำโพงรวมอยู่ด้วยกันที่ด้านหน้าเครื่อง ด้านล่างเป็นแบตเตอรี่แพ็ค (battery pack) สำหรับใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับเครื่อง ซึ่งหลังจากการเลิกใช้แล้ว มักจะเสียบเครื่องวิทยุพร้อมแบตเตอรี่แพ็คเข้ากับแท่นชาร์จ หรือเครื่องประจุไฟแบตเตอรี่เสมอเพื่อประจุไฟให้เต็มพร้อมใช้งาน และอุปกรณ์ที่ติดมากับเครื่องที่สำคัญอีกชิ้นหนึ่งคือ สายอากาศ (Antenna) สายอากาศที่ใช้มักเป็นสายอากาศแบบเสาชัก (Telescopic Antenna) ซึ่งเป็นโลหะเคลือบนิเกิล ปกติจะมีความยาวเต็มที่ เมื่อชักออกมาเท่ากับ $\lambda/4$ โดยใช้ตัวเครื่องวิทยุทำหน้าที่เป็นกราวด์ (Ground Plane) ไปในตัว ถ้าชักเสาอากาศออกมาไม่เต็มที่แล้ว จะทำให้ความยาวของสายอากาศสั้นกว่า $\lambda/4$ จึงเกิดการมismatch (Mismatch) ระหว่างเครื่องวิทยุกับสายอากาศ ทำให้เปลืองแบตเตอรี่ และเครื่องชำรุดเร็วกว่าที่ควร แต่ปัจจุบันที่นิยมใช้มักเป็นแบบเสาขาง เป็นลวดขดแบบสปริงแล้วหุ้มยาง (Helical Antenna) ซึ่งมีความอ่อนตัวได้เหมือนลวดสปริงทั้งมีความยาวไม่มาก (สั้นกว่า $\lambda/4$) และหุ้มยางมีให้เลือกใช้มากมายหลายรุ่น หลายยี่ห้อ ซึ่งสามารถสอบถามรายละเอียดได้จากบริษัทตัวแทนจำหน่ายในประเทศ

2. แบบหิ้วถือ (Portable)

เครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบหิ้วถือ มีลักษณะคล้ายกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ โทรศัพท์เซลลูลาร์ มีกล่องใส่แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ สามารถเปิดเครื่องใช้งานได้เป็นเวลานาน

มีความคล่องตัวในการใช้งานพอสมควร ด้วยการส่ายไหล่ หรือหิ้วถือเครื่องด้วยมือหนึ่ง และซุกไมโครโฟน และลำโพงอีกมือหนึ่ง

3. แบบติดตั้งประจำ

เครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบติดตั้งประจำที่มีสมรรถนะและฟังก์ชันต่างๆ เพิ่มมากขึ้นกว่า เครื่องแบบมือถือปฏิบัติการ และแบบหิ้วถือ มีขนาดเครื่องใหญ่ มีตัวแสดงผลต่างๆ ที่ช่วยในการทำงานคล่องตัวขึ้น และไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ที่แพ้ แต่ส่วนประกอบที่มีความสำคัญกับเครื่องแบบติดตั้งประจำที่ คือ สายอากาศ ซึ่งอาจเป็นแบบเสาค้นเคียวก็ได้ แล้วแต่ความต้องการ และสมรรถนะของเครื่อง

4. แบบเคลื่อนที่หรือแบบติครยนต์

เครื่องรับ-ส่งวิทยุเอฟเอ็ม สำหรับกิจการวิทยุสมัครเล่นเป็นอีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้ มีราคาไม่แพงนัก และสามารถหาซื้อได้ทันที เนื่องจากบริษัทตัวแทนจำหน่ายมีการสำรองเครื่องไว้จำหน่ายด้วย

2.5.2 ส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องวิทยุคมนาคม

นอกเหนือจากตัวเครื่องที่มีภาครับ-ส่งวิทยุแล้ว ส่วนประกอบเพิ่มเติมที่สำคัญๆ ได้แก่ เซลล์ย่อยแบตเตอรี่ที่แพ้ เครื่องประจุไฟฟ้า เสาอากาศ และเร็คกูเลเตอร์ เป็นต้น เครื่องประจุแบตเตอรี่ เครื่องประจุแบตเตอรี่ หรือแท่นชาร์จ (Charger) ใช้ทำหน้าที่ประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ที่แพ้ เพื่อให้มีกำลังพร้อมใช้งานกับวิทยุแบบมือถือปฏิบัติการตลอดเวลา เมื่อเลิกใช้เครื่องวิทยุจึงควรนำกลับเข้าแท่นชาร์จนี้เสมอ เนื่องจากแบตเตอรี่ หรือเซลล์ย่อยที่บรรจุอยู่ในแบตเตอรี่ที่แพ้ เป็นแบบประจุไฟฟ้าใหม่ได้ (Rechargeable Batteries) โดยทั่วไปเป็นนิเกิลแคดเมียม แบตเตอรี่ที่แพ้ (Battery Pack) เป็นกล่องใส่แบตเตอรี่ หรือ เซลล์ย่อย เพื่อใช้ควบคู่กับเครื่องรับส่งวิทยุมีหลายขนาดแรงดัน ตั้งแต่ 8.4, 10.8, 12 และ 13.2 โวลต์ กระแส 500 ถึง 800 มิลลิแอมป์

สายอากาศ (Antenna) สายอากาศเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นสำหรับเครื่องรับ-ส่งวิทยุ รวมทั้งกิจการวิทยุสมัครเล่น สายอากาศมีทั้งชนิดเป็นเสาชัก (Telescopic Antenna) หรือเสายาง (Rubber Duck) และแบบเสาสูงค้นเคียว

2.5.3 การแบ่งประเภทของการสื่อสารที่ใช้ในกิจการวิทยุสมัครเล่น

การสื่อสารที่ใช้ในกิจการวิทยุสมัครเล่น แบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้ คือ

1. การติดต่อเรียกขานเพื่อการแจ้งเหตุการณ์ต่างๆ ไป

เมื่อพบเห็นเหตุการณ์ที่จะเป็นประโยชน์ เมื่อแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องได้ทราบ เพื่อทำการแก้ไข หรือบรรเทาเหตุการณ์ต่างๆ อย่างไรก็ตามการเรียกขานควรใช้ดุลยพินิจว่าเหตุนั้นควรแจ้งหรือไม่ ถ้าเห็นว่าสมควรก็เตรียมเรียบเรียงคำพูดรวมทั้งข้อมูลต่างๆ (เช่น เกิดเหตุอะไร ที่ไหน และผลเป็นอย่างไร เป็นต้น)

2. การติดต่อเรียกขานเพื่อการทดลองด้านวิชาการ

ผู้ที่ก้าวเข้ามาสู่วงการวิทยุสมัครเล่น ต้องเป็นผู้ใฝ่หาความรู้ และเป็นนักทดลองเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการทดสอบสัญญาณนับเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ การทดสอบอาจเป็นไปในระยะทางไม่ไกลนัก ไปจนถึงระยะทางไกลๆ หลายร้อยกิโลเมตร การเรียกขานอาจเป็นการเจาะจงสถานีที่รู้จักคุ้นเคยกันมาก่อน โดยระบุสัญญาณเรียกขาน หรือการเรียกไม่ระบุสัญญาณเรียกขาน แต่อาจระบุสมาชิกที่อยู่ในพื้นที่ที่ต้องการติดต่อด้วย

3. การเรียกเวลานัดหมาย

การเรียกเวลานัดหมาย เป็นเวลาที่นัดหมายให้สมาชิกได้มาพร้อมกัน เพื่อฟังข่าว หรือประกาศที่สมาชิกควรทราบ โดยถ้ามีข่าว หรือประกาศสำคัญก็จะประกาศในช่วงเรียกเวลานัดหมาย การเรียกเวลานัดหมายนั้น เป็นเวลาที่สมาชิกนัดหมายกันมารอเพื่อนสมาชิกที่ต้องการติดต่อดูด้วย แต่ไม่สามารถเรียกขานกันได้ในเวลาอื่น

4. การเรียกขานเพื่อการติดต่อสื่อสารในเรื่องส่วนตัวเท่าที่จำเป็น

โดยที่กิจการวิทยุสมัครเล่นมี วัตถุประสงค์ที่ไม่สามารถจะใช้ติดต่อกันในเชิงธุรกิจได้ แต่ยอมให้ใช้ติดต่อส่วนตัวเท่าที่เห็นว่ามีจำเป็นได้ ดังนั้นสมาชิกนักวิทยุสมัครเล่นจึงจำเป็นต้องรักษาระเบียบโดยเคร่งครัด

2.5.4 สมุดบันทึกการติดต่อสื่อสาร

ตามระเบียบคณะกรรมการประสานงานการจัดและบริหารความถี่วิทยุแห่งชาติ ว่าด้วยกิจการวิทยุสมัครเล่น พ.ศ. 2530 กำหนดให้ นักวิทยุสมัครเล่นทุกคนต้องมี สมุดบันทึกการติดต่อสื่อสาร (LOG BOOK) ไว้ประจำสถานีวิทยุสมัครเล่น และจะต้องบันทึกรายละเอียดการติดต่อสื่อสาร เพื่อให้เจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตตรวจสอบ หรือเพื่อประโยชน์อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมุดบันทึกการติดต่อสื่อสารนี้ ภายในมีรายละเอียดการติดต่อสื่อสารที่ต้องบันทึกไว้ และต้องเก็บรักษาไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากครั้งสุดท้ายที่บันทึกไว้ ได้แก่

1. วัน เดือน ปี และเวลา ตั้งแต่เริ่มและสิ้นสุดการติดต่อครั้งสุดท้าย
2. สัญญาณเรียกขานของกลุ่มสถานีที่ติดต่อด้วย
3. ขนาดความถี่ที่ใช้ และ/หรือ สรุปลักษณะที่ติดต่อแต่ละครั้ง
4. กำลังส่งที่ใช้
5. ประเภทของการส่ง

2.6 รหัสมอร์ส

รหัสมอร์ส (Morse Code) เป็นรหัสสากลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งประเทศภาคีสมาชิกของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ตกลงยอมรับและกำหนดให้ใช้

ส่วนสำคัญของรหัสมอร์สประกอบด้วย จุด (dit) ชีด (dash) หรือจุด และชีดผสมกัน ทั้งนี้ชีดจะต้องมีความยาวเท่ากับ 3 จุด ระยะระหว่างสัญญาณในตัวอักษรเดียวกันเท่ากับ 1 จุด ระยะระหว่างตัวอักษร 2 ตัวห่างกันเท่ากับ 3 จุด และระหว่างคำสองคำห่างกันเท่ากับ 7 จุด

2.6.1 รหัสมอร์สสากล (International Morse Code)

รหัสมอร์สสากล เป็นรหัสที่นักนักวิทยุทั่วโลกรู้จักและเข้าใจดี ซึ่งในการสื่อความหมายถึงกันนั้น จะใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษทั้ง 26 ตัวอักษร และตัวเลขอารบิก ในหลักหน่วย ดังแสดงต่อไปนี้

พยัญชนะ	รหัสมอร์ส	พยัญชนะ	รหัสมอร์ส
A	-. -	N	---
B	--- -	O	--- ---
C	--- - -	P	- - - -
D	--- -	Q	--- - - -
E	-	R	- - -
F	- - - -	S	- - -
G	--- -	T	---
H	- - - -	U	- - - -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยัญชนะ	รหัสมอร์ส	พยัญชนะ	รหัสมอร์ส
I	--	V	-----
J	-----	W	-----
K	-----	X	-----
L	-----	Y	-----
M	-----	Z	-----

ตัวเลข	รหัสมอร์ส	ตัวเลข	รหัสมอร์ส
1	-----	6	-----
2	-----	7	-----
3	-----	8	-----
4	-----	9	-----
5	-----	0	-----

2.6.2 รหัสมอร์สภาษาไทย

รหัสมอร์สภาษาไทยจะใช้พยัญชนะ 44 ตัว สระและวรรณยุกต์จำนวน 22 ตัว ส่วนตัวเลขใช้เป็นตัวเลขไทยในหลักหน่วย จำนวน 10 ตัวเลข ดังต่อไปนี้

พยัญชนะ	รหัสมอร์ส	พยัญชนะ	รหัสมอร์ส
ก	-----	ป	-----
ข, จ	-----	ผ	-----
ค, ก, ฅ	-----	ฝ	-----
ง	-----	พ, ภ	-----
จ	-----	ฟ	-----
ฉ	-----	ม	-----
ช, ฌ	-----	ย	-----
ซ	-----	ร	-----
ญ	-----	ล, พ	-----
ฎ, ฏ	-----	ว	-----

พยัญชนะ	รหัสมอร์ส	พยัญชนะ	รหัสมอร์ส
ฎ, ต	—	ห	---
ฐ, ถ	— — — — —	อ	— — — — —
ฑ, ฒ, ท, ฐ	— — — — —	ฮ	— — — — —
น, ณ	— -	ฤ, ฦ, ฎ, ฏ	— — — — —
บ	— — — —		

สระและวรรณยุกต์	รหัสมอร์ส	สระและวรรณยุกต์	รหัสมอร์ส
สระ อะ	— — — — —	สระ โอ	— — — — —
สระ อา	— — — — —	สระ อ้า	— — — — —
สระ อิ	— — — — —	ไม้เอก (')	— — — — —
สระ อี	— — — — —	ไม้โท (˘)	— — — — —
สระ อึ	— — — — —	ไม้ตรี (˙)	— — — — —
สระ อือ	— — — — —	ไม้จัตวา (˘˘)	— — — — —
สระ อุ	— — — — —	ไม้หันอากาศ (˘˘˘)	— — — — —
สระ อู	— — — — —	ไม้หันอากาศโทซ้อน (เช่น ๓๓)	— — — — —
สระ เอ	— — — — —	ไม้ไตคู่ (˘˘˘˘)	— — — — —
สระ แอ	— — — — —	ทัณฑฆาต (˘)	— — — — —
สระ ไอ , ไอ	— — — — —		

เครื่องหมาย	รหัสมอร์ส	เครื่องหมาย	รหัสมอร์ส
มหัพภาค (.)	— — — — —	ทวิัพภาค (:)	— — — — —
ยัติภังค์ (-)	— — — — —	เลขนอกเลขใน (“..”)	— — — — —
ขีดเศษส่วน (/)	— — — — —	เท่ากับ (=)	— — — — —
วงเล็บเปิด ((— — — — —	ขึ้นบรรทัดใหม่	— — — — —
วงเล็บปิด ())	— — — — —	ไปยาลน้อย (๑)	— — — — —

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหมาย	รหัสมอร์ส	เครื่องหมาย	รหัสมอร์ส
จุดภาค (.)	— — — — —	ไปยาลใหญ่ (๗๗)	— — — — —
ปรีศนี (?)	- - — — -	ไม้ยมก (๗)	— — — — —
ย่อหน้า	— — — — —		

ตัวเลข	รหัสมอร์ส	ตัวเลข	รหัสมอร์ส
๑	— — — — —	๖	— — — — —
๒	- - — — -	๗	— — — — —
๓	- - - — -	๘	— — — — —
๔	- - - - —	๙	— — — — —
๕	- - - - -	๐	— — — — —

2.6.3 หลักการจำรหัสมอร์ส

เทคนิคในการจำรหัสมอร์สแบ่งการจำออกเป็น 7 กลุ่ม คือ
 กลุ่มที่ 1 กลุ่มนี้ประกอบด้วยตัวอักษรที่มีแต่ คิต หรือคาค์ สั้นๆ ใดๆ ใดๆ หนึ่ง
 เพียงอย่างเดียว

E = คิต

I = คิต-คิต

S = คิต-คิต-คิต

H = คิต-คิต-คิต-คิต

T = คาค์

M = คาค์-คาค์

O = คาค์-คาค์-คาค์

กลุ่มที่ 2 กลุ่มนี้ประกอบด้วย คิต หรือคาค์ ใดๆ หนึ่ง อยู่ข้างหน้าเพียงตัวเดียว

A = คิต-คาค์

W = คิต-คาค์-คาค์

J = คิต-คาค์-คาค์-คาค์

N = คาร์-คิต

D = คาร์-คิต-คิต

B = คาร์-คิต-คิต-คิต

กลุ่มที่ 3 กลุ่มนี้มีความสัมพันธ์กันน้อยลง

U = คิต-คิต-คาร์

V = คิต-คิต-คิต-คาร์

G = คาร์-คาร์-คิต

Z = คาร์-คาร์-คิต-คิต

K = คาร์-คิต-คาร์

R = คิต-คาร์-คิต

P = คิต-คาร์-คาร์-คิต

X = คาร์-คิต-คิต-คาร์

กลุ่มที่ 4 กลุ่มนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

F = คิต-คิต-คาร์-คิต

C = คาร์-คิต-คาร์-คิต

L = คิต-คาร์-คิต-คิต

Q = คาร์-คาร์-คิต-คาร์

Y = คาร์-คิต-คาร์-คาร์

กลุ่มที่ 5 เป็นตัวเลขซึ่งแต่ละตัวประกอบด้วย 5 ส่วน ซึ่งทุกตัวลงท้ายด้วย คาร์

0 = คาร์-คาร์-คาร์-คาร์-คาร์

1 = คิต-คาร์-คาร์-คาร์-คาร์

2 = คิต-คิต-คาร์-คาร์-คาร์

3 = คิต-คิต-คิต-คาร์-คาร์

4 = คิต-คิต-คิต-คิต-คาร์

กลุ่มที่ 6 เป็นตัวเลขซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนเช่นเดียวกัน แต่ลงท้ายด้วย “คิต”

5 = คิต-คิต-คิต-คิต-คิต

6 = คาร์-คิต-คิต-คิต-คิต

7 = คาร์-คาร์-คิต-คิต-คิต

8 = คาร์-คาร์-คาร์-คิต-คิต

9 = คาร์-คาร์ท-คาร์ท-คาร์ท-คิต

กลุ่มที่ 7 เป็นเครื่องหมายที่ใช้ในการทดสอบระดับเริ่มต้น มี 6 ส่วน คือ

. (จุด) = คิต-คาร์ท-คิต-คาร์ท-คิต-คาร์ท

, (ลูกน้ำ) = คาร์ท-คาร์ท-คิต-คิต-คาร์ท-คาร์ท

? = คิต-คิต-คาร์ท-คาร์ท-คิต-คิต

/ = คาร์ท-คิต-คิต-คาร์ท-คิต

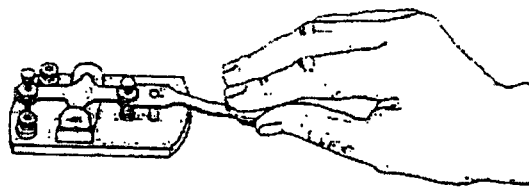
2.6.4 การฝึกฟังรหัสสมอร์ส

การฝึกฟังรหัสสมอร์ส ควรหาเทปคาสเซตสำหรับฝึกฟังรหัสสมอร์สมาลองฟัง ในม้วนเทปจะมีรหัสสมอร์สที่ความเร็วต่างๆ กัน คือ ระดับเริ่มต้นฝึก, 5, 7.5, 10 และ 13 คำต่อนาที ในเทปเหล่านี้ ตัวอักษรต่างๆ จะถูกส่งมาด้วยความเร็วประมาณ 16 คำต่อนาที แต่มายึดระยะห่างระหว่างแต่ละตัวอักษรและระหว่างแต่ละส่วนเล็กน้อย จนออกมาได้ประมาณ 5, 7.5 และ 10 คำต่อนาที

การฝึกฟังรหัสสมอร์สนี้ เป็นการฝึกความสัมพันธ์ระหว่างหูกับสมอง ซึ่งสมองจะประสานงานกับหู แล้วแปลความหมายรหัสสมอร์ส ออกมาให้ทราบทันทีโดยอัตโนมัติ

2.6.5 การฝึกส่งรหัสสมอร์ส

การส่งรหัสสมอร์ส เริ่มฝึกต่อเมื่อมีความสามารถในการรับฟังมากพอที่จะรู้จังหวะต่างๆ ที่ถูกต้องของรหัสสมอร์สมาแล้ว ต้องจำไว้ว่าช่วงเวลาของจังหวะต่างๆ ของมอร์สนั้น (เสียงคิดยาวเพียงประมาณ 0.1 วินาที สำหรับ 12 คำต่อนาที หรือเพียง 50 μ s สำหรับ 24 คำต่อนาที) สั้นกว่าปฏิกิริยาปกติของมนุษย์ ที่สมองจะสั่งงานให้กล้ามเนื้อทำอะไรสักอย่างหนึ่ง ดังนั้นจึงต้องฝึกสมองให้สั่งงานมือให้ส่งรหัสสมอร์สออกเป็นชุด



รูปที่ 2.3 การวางตำแหน่งนิ้วมือลงบนคันเคาะ

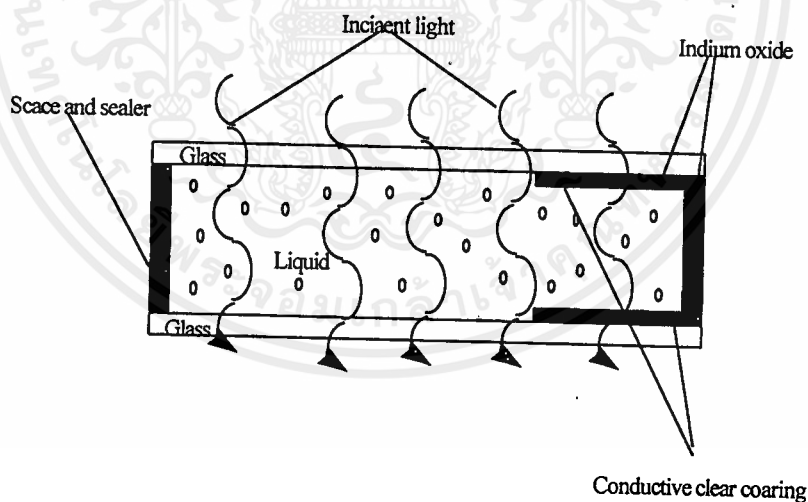
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

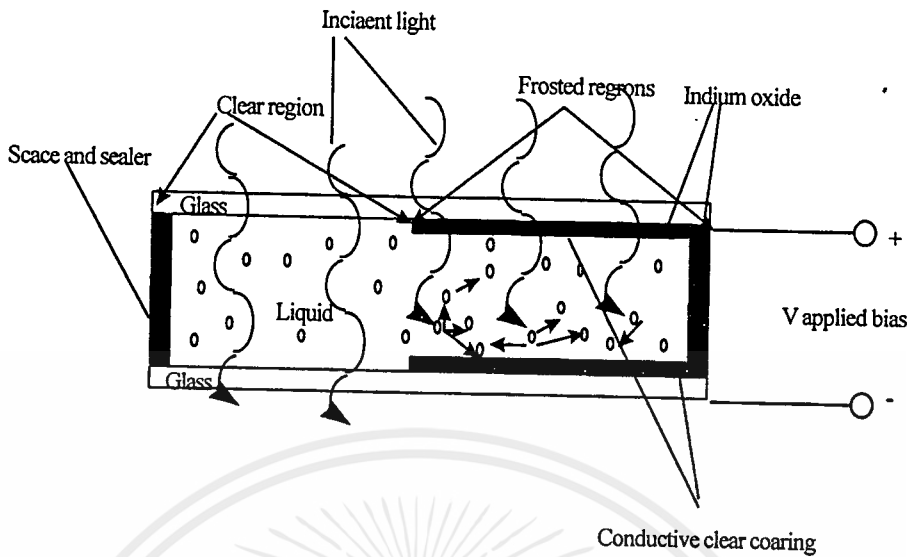
จอแสดงผลแบบผลึกเหลว หรือเรียกว่า แอลซีดี (LCD : Liquide Crystal Display) ซึ่งใช้สำหรับวงจรถติสเพลย์ระบบตัวเลข ในเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในยุคปัจจุบัน ซึ่งแอลซีดีจะอยู่ในภาคแสดงผลของเครื่องคิดเลข นาฬิกา หน้าปัดเครื่องในวิทยุ-โทรทัศน์ เครื่องมือวัด และทดสอบระบบดิจิทัล ฯลฯ ในสมัยแรกๆ ตัวแสดงผลมี 7 ส่วน ที่มีจำนวนตัวแสดงผลเพียงไม่กี่หลักเท่านั้น

ในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการค้นพบว่าสารผลึกเหลวสามารถเปลี่ยนตัวเองจากใสกลายเป็นทึบแสง คุณสมบัตินี้คือ หลักการพื้นฐานของแอลซีดีในปัจจุบันนั่นเอง

ผลึกเหลว (Liquid Crystal) อันเป็นตัวหลักของแอลซีดีนี้ เป็นสารชนิดหนึ่งซึ่งมีสภาพการไหลเหมือนอย่างของเหลว แต่การรวมตัวกันของโมเลกุลของมันจะรวมตัวเช่นเดียวกันกับแบบโมเลกุลของของแข็ง ซึ่งการรวมตัวกันแบบนี้เราเรียกว่า การรวมตัวกันแบบนีแมติกลิกวิดคริสทอล (Nematic Liquid Crystal) ดังแสดงโครงสร้าง และโมเลกุลตามที่ปรากฏในรูปที่ 2.4 และรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 นีแมติกวิดคริสทอล ขณะที่ยังไม่มีไบอัส



รูปที่ 2.5 นิแมติกลิควิดคริสตอล เมื่อจ่ายไบอัสเข้าไป

เมื่อจ่ายไบอัสเข้าไป โดยทั่วไปแอลซีดีที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน ให้แรงเคลื่อนไบอัสอยู่ในระดับ 6 หรือ 20 โวลต์ สำหรับแอลซีดีขนาดใหญ่ จะทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นภายในลักษณะนี้เองที่ทำให้โมเลกุลภายในของผลึกเกิดการสะท้อนแสงผ่านหลอดแก้วคาร์คไลต์ออกมา สำหรับอายุการใช้งานของแอลซีดีจะมีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 10,000 ชั่วโมง

แอลซีดีที่อยู่ทั่วไปในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดไดนามิกสแกทเทอริง และชนิดฟิลด์เอฟเฟค (Dynamic Scattering and Filed-effect LCD) แอลซีดีชนิดหลังนี้ นิยมใช้มากกว่าชนิดแรกเพราะกินกระแสเพียง 20 % ของชนิดแรก และยังสามารถให้แสงได้ชัด แม้ในขณะที่แสงสว่างจากภายนอกจะมาก นอกจากนี้แล้วแอลซีดีชนิดฟิลด์เอฟเฟคแยกละเอียดออกไปอีกเป็นชนิดสะท้อนแสง ชนิดให้แสงผ่านได้ และชนิดทรานสเฟล็กทีฟ

การป้อนไบอัสให้แก่แอลซีดี ต้องป้อนไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่พอเหมาะ และมีขนาดแรงเคลื่อนที่ถูกต้อง แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นรูปไซน์เวฟเสมอไป สัญญาณกระแสสลับนี้ต้องมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 หรือค่าดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) 50% ถ้าไม่เป็น 0 จริงจะทำให้อายุการใช้งานของแอลซีดีสั้นลง ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปเราจะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ผลิตความถี่ แล้วป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าไปยังแผ่นแก้วที่เรียกว่า แบล็คเพลน (Black Plane) และอีกส่วนหนึ่งก็เป็นส่วนของเซ็กเมนต์

การนำแอลซีดีมาใช้งาน มีข้อดีดังต่อไปนี้

1. บางเบา และพกพาสะดวก

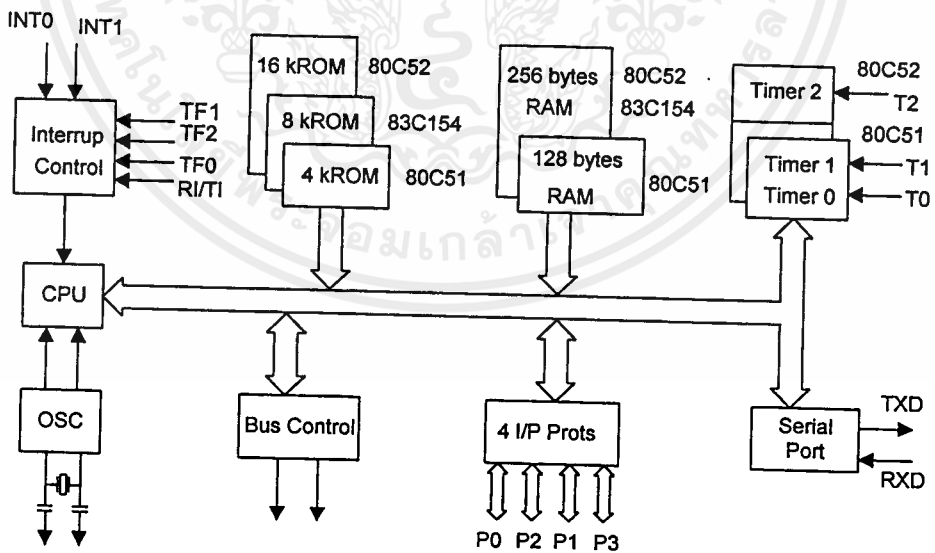
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้พลังงานน้อย เนื่องจากต้องการกำลังงาน และแรงดันต่ำ ทำให้สามารถใช้งานได้ แม้จะมีเพียงแบตเตอรี่ขนาดเล็กเป็นตัวจ่ายกำลัง และใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างกว้างขวาง
3. เป็นตัวแสดงผลแบบพาสซีฟ เพราะว่าแอลซีดีไม่ได้กำเนิดแสง การอ่านค่าที่ตัวแสดงผลต้องใช้แสงสว่างจากภายนอก แต่ความเข้มของตัวแสดงผลก็ไม่ได้จางลง เมื่อแสงสว่างจากภายนอกเพิ่มขึ้น
4. เชื้อถั่วได้ ใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างและมีอายุการใช้งานนาน
5. ราคาถูก

2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล 8051

2.8.1 โครงสร้างของ 8051

ภายใน 8051 จะประกอบด้วยเกตต่างๆ เช่น AND, OR และ NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะถูกออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรลอกรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แผนผังโครงสร้างของ 8051

โครงสร้างใหญ่ๆ ของ 8051 ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ

ส่วนที่ 1 คือ ตัวประมวลผล หรือ CPU (Central Processing Unit) ส่วนนี้มีวงจรที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งออกจากตัว 8051 ใน CPU นี้ ยังประกอบด้วยส่วนย่อยอีกส่วนที่เรียกว่า ส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ส่วนนี้ ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ , คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ หรือหน่วยความจำที่ต้องการ

ส่วนที่ 2 คือ หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลออกมาใช้จะต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ การเอาข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า การเขียนข้อมูล และการเอาข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล

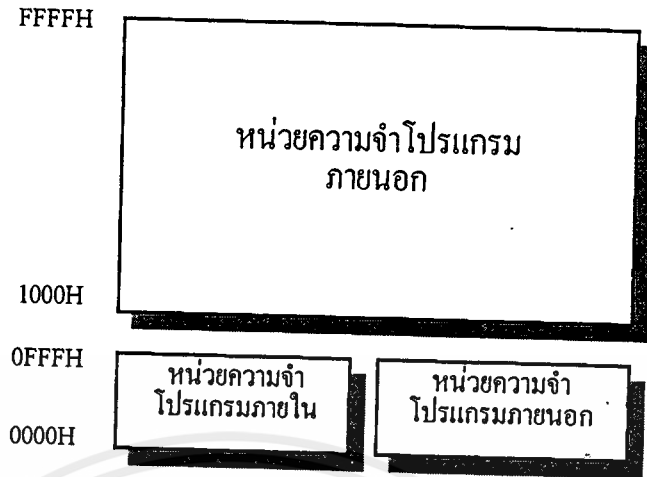
ส่วนที่ 3 อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก 8051 ทำให้ 8051 ติดต่อกับภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต ได้แก่ 4 I/P Port, Timer 0, Timer 1 และ Serial Port

2.8.2 การจัดหน่วยความจำของ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ตามลักษณะการใช้งาน คือ

1. หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory)

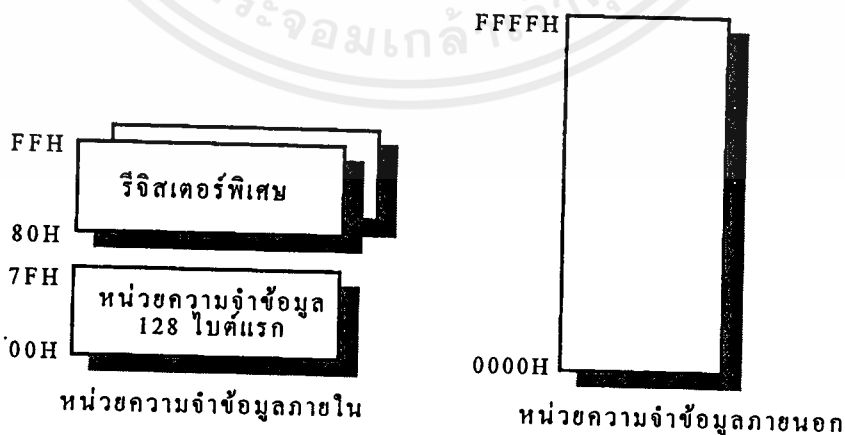
เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปภาษาเครื่อง ซึ่งต้องการให้ 8051 ทำงาน 8051 จะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำเข้าไปถอดรหัส แล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำแบบนี้จะต้องเป็นแบบ ROM และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำ เป็นรหัสภาษาเครื่องของ 8051 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ จำนวนตำแหน่งสูงสุดของหน่วยความจำแบบนี้ที่ 8051 จะใช้งานได้ คือ 65,536 ตำแหน่ง หน่วยความจำตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH จำนวน 4 กิโลไบต์นั้น ผู้ใช้จะต้องเลือกว่าเป็นตำแหน่งของ ROM ที่อยู่ภายใน หรือภายนอก 8051 ถ้าต้องการให้ 8051 ทำงานตามคำสั่งที่เก็บไว้ใน ROM ภายใน ให้ป้อนสัญญาณสถานะลอจิก 1 เข้าที่ขา EA ของ 8051 แต่ถ้าต้องการให้ 8051 ทำงานตามคำสั่งที่เก็บไว้ใน ROM ภายนอก ให้ป้อนสัญญาณสถานะลอจิก 0 เข้าที่ขา EA ของ 8051 ส่วนหน่วยความจำที่ตำแหน่ง 1FFFH ถึง FFFFH จะต้องอยู่ภายนอก 8051 เสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การจัดพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรมของ 8051

2.หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

เป็นหน่วยความจำที่ 8051 จะใช้สำหรับพักหรือเก็บข้อมูล แล้วเรียกมาใช้ใหม่ ในระหว่างการทำงานของ 8051 การอ่าน หรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำ จะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ในหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำแบบนี้เป็นประเภทแรม หน่วยความจำแบบหน่วยความจำข้อมูลของ 8051 จะมีอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งอยู่ภายใน 8051 จำนวน 128 ไบต์ ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH และอีกชุดหนึ่งจะต้องต่ออยู่ภายนอกของวงจรรวม 8051 มีได้สูงสุด 65536 ไบต์ (64 กิโลไบต์) อยู่ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH ดังแสดงในรูปที่ 2.8



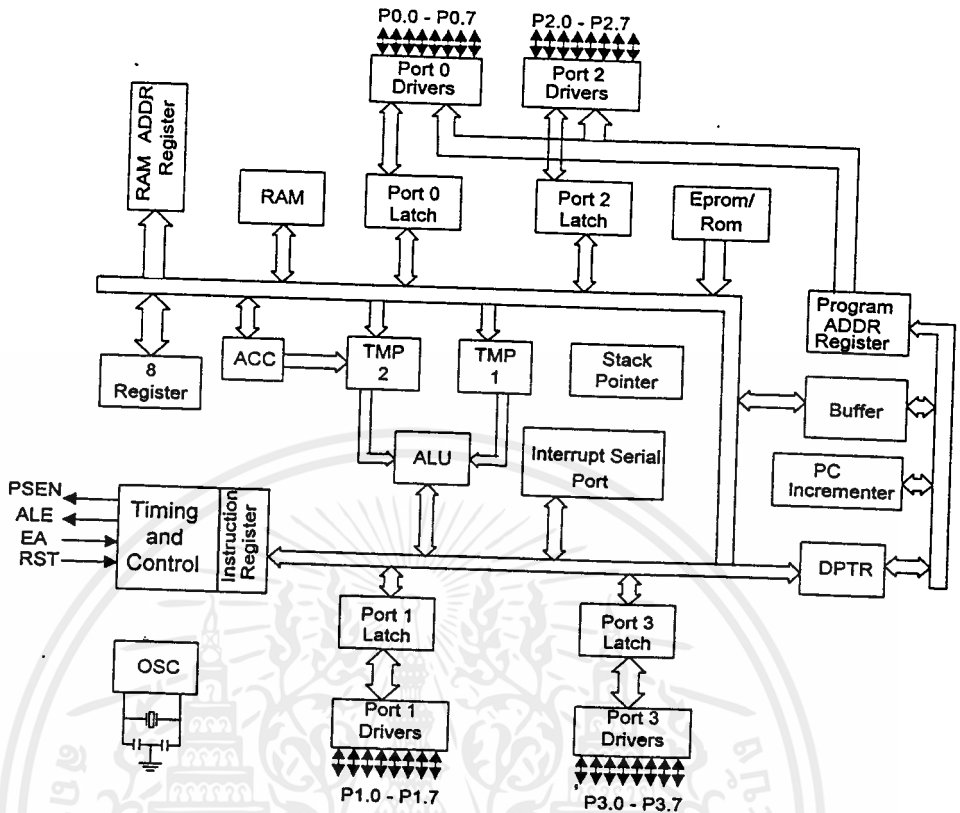
รูปที่ 2.8 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลของ 8051

2.8.3 สถาปัตยกรรมของ 8051

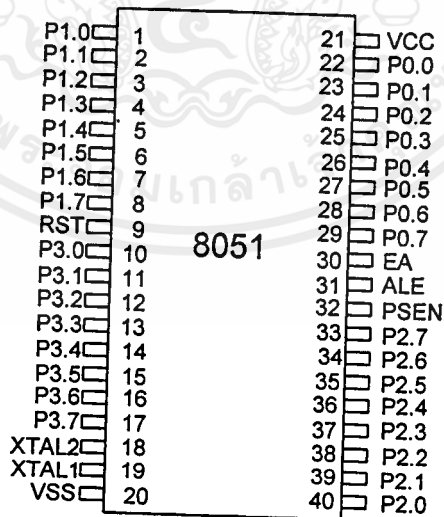
ในรูปที่ 2.9 เป็นรูปแสดงสถาปัตยกรรมภายในของไมโครโปรเซสเซอร์ ตระกูล MCS-51 ซึ่งอธิบายถึงส่วนประกอบย่อยๆ ภายในตัวของไมโครโปรเซสเซอร์ ตระกูล MCS-51 เพียงชิพเดียว และสัญญาณจากภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขาของไมโครโปรเซสเซอร์ ตระกูล MCS-51 ที่มีอยู่ 40 ขาดังรูปที่ 2.10

หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มีดังนี้

1. Vcc (ขา 40) สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลต์
2. Vss (ขา 20) สำหรับต่อลงกราวนด์
3. พอร์ต 0 (ขา 32 ถึง 39) มี 8 ขา คือ P0.0 ถึง P0.7 สามารถใช้งานเป็นอินพุต หรือ เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้อีกด้วย
4. พอร์ต 1 (ขา 1 ถึง 8) มี 8 ขา (P1.0 ถึง P1.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุต หรือ เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป
5. พอร์ต 2 (ขา 21 ถึง 28) มี 8 ขา (P2.0 ถึง P2.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุต หรือ เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้ในการติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก
6. พอร์ต 3 (ขา 10 ถึง 15) มี 8 ขา (P3.0 ถึง P3.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุต หรือ เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ ได้
7. RST (ขา 9) ใช้สำหรับการรีเซต (Reset) การทำงานของ 8051
8. ALE (ขา 38) ใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการแลตช์ (Latch) ค่าตำแหน่งไบต์ต่ำ (Address Latch Enable) จากพอร์ต 0
9. PSEN (ขา 29) ใช้สำหรับส่งสัญญาณสโตรบ เพื่ออ่านคำสั่งจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิพ (Program Strobe Enable)
10. EA (ขา 31) เป็นขาสำหรับเลือกให้ทำงานจากโปรแกรมภายใน หรือภายนอกชิพ
11. XTAL 1 (ขา 19) เป็นขาสำหรับใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
12. XTAL 2 (ขา 18) เป็นขาสำหรับใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาต์พุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์



รูปที่ 2.9 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051

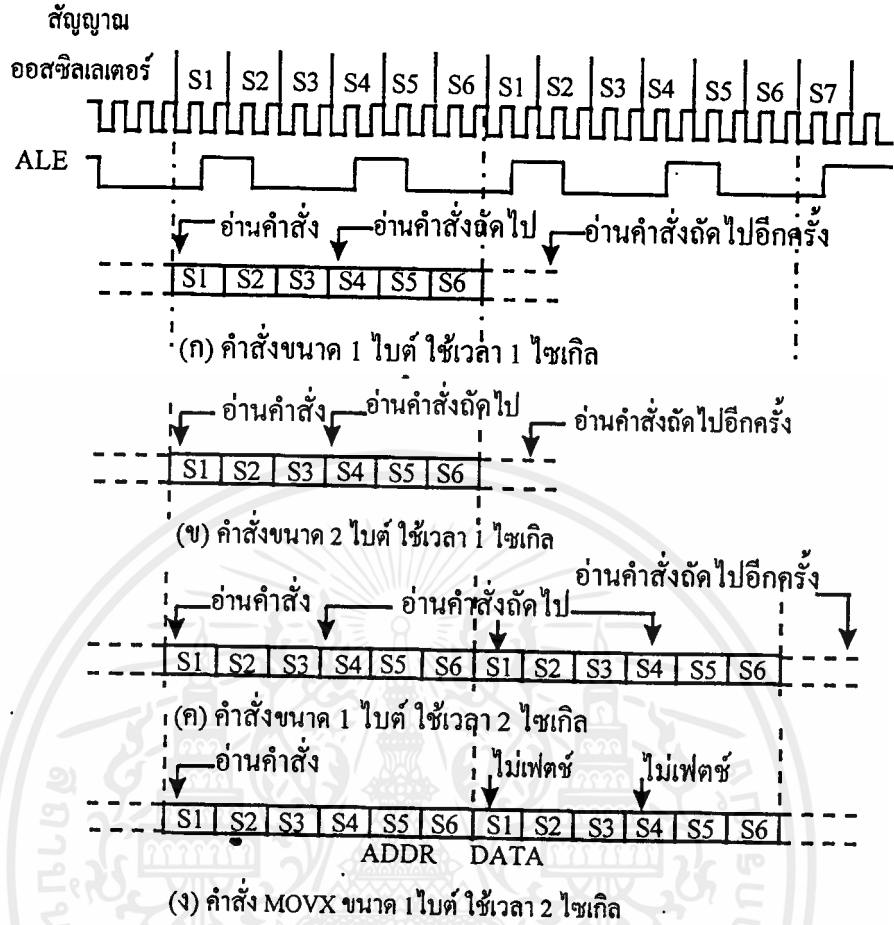


รูปที่ 2.10 แผนผังการจัดวางขาของ 8051

2.8.4 การทำงานของ 8051

จากรูปที่ 2.11 เมื่อป้อนไฟเลี้ยงให้กับ 8051 ซึ่งมีวงจรรีเซ็ต เมื่อเปิดเครื่องต่ออยู่ จะเกิดการรีเซ็ต การทำงานภายใน 8051 เริ่มจากภาค Program Counter ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมลงไปในบนเส้นทางหมายเลข 1 เส้นทางนี้มีขนาด 16 บิต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำนี้จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่ Program ADDR register ค่าตำแหน่งหน่วยความจำ จะปรากฏที่บนบัส 16 บิต หมายเลข 2 ถ้าเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำแรกหลังจากรีเซ็ต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะเป็น 0000H หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม จะเลือกได้ว่าเป็นรอมภายในหรือภายนอก 8051 โดยการป้อนสถานะลอจิกเข้าไปที่ 8051 ทางขา EA ซึ่งต่ออยู่กับส่วน timing and control ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าไปที่ขา EA เป็นการเลือกใช้ ROM ภายใน 8051 โดยที่วงจร timing and control จะสร้างสัญญาณไปยัง ROM ภายใน ให้ส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งจากตำแหน่งที่ถูกชี้ด้วยค่าตำแหน่งที่ส่งมาทางเส้นทางหมายเลข 2 ข้อมูลจาก ROM ถูกส่งไปยังเส้นทางหมายเลข 3 ที่เรียกว่า เส้นทางข้อมูลภายใน แล้วนำไปเก็บไว้ที่ Instruction Register เพื่อส่งไปให้กับวงจร timing and control ทำการถอดรหัส แล้วควบคุมการทำงานส่วนอื่นๆต่อไป ในกรณีที่เลือก ROM ภายนอก 8051 โดยการป้อนสัญญาณลอจิก 1 เข้าไปที่ขา EA จะทำให้วงจร timing and control ส่งสัญญาณไปยังพอร์ต 0 และพอร์ต 2 เพื่อส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนเส้นทางหมายเลข 2 ออกไปซึ่งหน่วยความจำภายนอก จากนั้นจะอ่านข้อมูลที่คำสั่งกลับเข้ามาทางพอร์ต 0 ไปยังเส้นทางข้อมูลภายใน แล้วไปเก็บที่รีจิสเตอร์ IR เพื่อทำงานต่อไป เหมือนกับตอนอ่านคำสั่งจาก ROM ภายใน การทำงานในช่วงส่งค่าตำแหน่งในหน่วยความจำไปยังหน่วยความจำ แล้วอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาเก็บไว้ใน IR เรียกว่าช่วงของการ fetch ช่วงต่อไปจะเป็นช่วงของการทำงานตามคำสั่ง เรียกว่า Execute Cycle

คำสั่งแต่ละคำสั่งของ 8051 จะใช้เวลาทำงาน 1, 2 หรือ 3 แมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) แล้วแต่ว่าเป็นคำสั่งประเภทใด 1 แมชชีนไซเคิล จะใช้เวลา 12 ไซเคิล ของสัญญาณนาฬิกา ดังนั้นแต่ละคำสั่งของ 8051 จะใช้เวลาการทำงาน 12, 24 หรือ 36 ไซเคิล ของสัญญาณนาฬิกา นั่นเอง ลำดับการทำงานของ MCS 51 ดังแสดงในรูปที่ 2.11

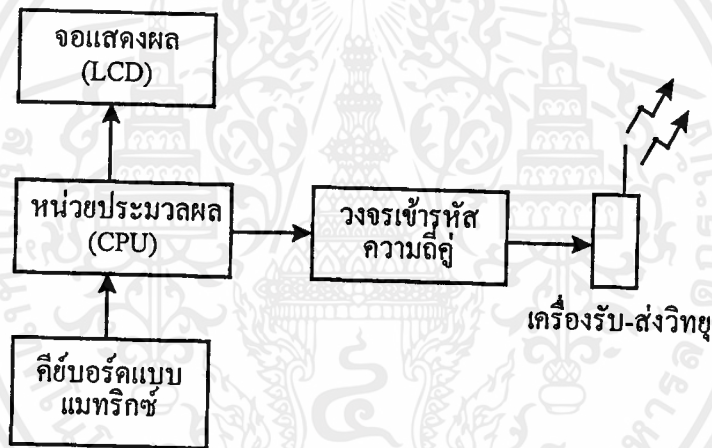


รูปที่ 2.11 ลำดับสถานะการทำงานใน MCS 51

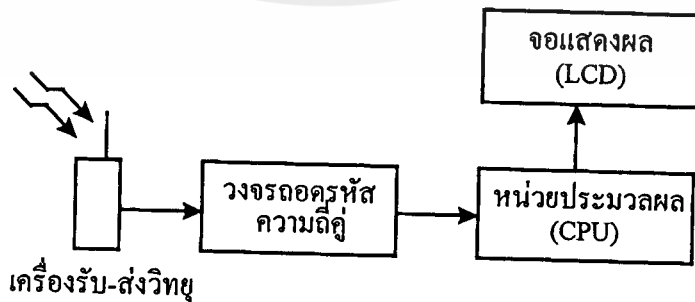
บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

ในบทนี้จะเป็นการนำเอาวิธีการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจรส่วนต่างๆ ของโครงงานนี้ ซึ่งองค์ประกอบของตัวโครงงานสามารถแยกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ วงจรภาคส่ง ได้แก่ วงจรเข้ารหัสความถี่คู่ (DTMF) และวงจรควบคุมการส่งรหัสสมอรัส และ วงจรภาครับ ได้แก่ วงจรถอดรหัสความถี่คู่ (DTMF) โดยผังการทำงานของโครงงานแสดงดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของวงจรภาคส่ง



รูปที่ 3.2 ผังการทำงานของวงจรภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การออกแบบวงจรควบคุม

3.1.1 คุณสมบัติของตัวควบคุมลำดับ

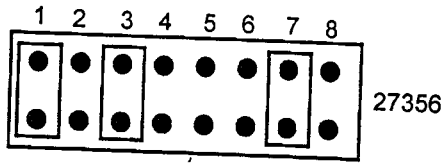
ไมโครคอนโทรลเลอร์	: 8031 AH
หน่วยความจำ	: EPROM 27256 (32 กิโลไบต์) ใช้งานในแอดเดรส 0000H - 3FFFH RAM ภายในขนาด 128 กิโลไบต์ ใช้เป็นรีจิสเตอร์ ต่างๆ
พอร์ตอินพุต	: ขนาด 12 บิต โดยใช้ชิพ 8255 ของพอร์ต B 8 บิต และพอร์ต C 4 บิต
พอร์ตเอาต์พุต	: ขนาด 12 บิต โดยใช้ชิพ 8255 ของพอร์ต A 8 บิต และพอร์ต C 4 บิต
คีย์บอร์ด	: ขนาด 40 คีย์ โดยใช้ชิพ 8255 ของพอร์ต A 8 บิต และพอร์ต B 5 บิต ในการสแกนคีย์
จอแสดงผล (LCD)	: ใช้แบบ Dot Matrix LCD ขนาด 4 แถว 16 ตัวอักษร
สัญญาณนาฬิกา	: ใช้คริสตอลความถี่ 11.0592 MHz

3.1.2 การจัดหน่วยความจำ

8031 AH ต่อหน่วยความจำได้ 2 ลักษณะ คือ โปรแกรมเมโมรี่ และดาต้าเมโมรี่ โดยแบ่งเป็นโปรแกรมเมโมรี่ขนาด 8 กิโลไบต์ ที่ตำแหน่ง 0000H-1FFFH และดาต้าเมโมรี่ขนาด 8 กิโลไบต์ ที่ตำแหน่ง 2000H - 3FFFH

3.1.3 การเลือกหน่วยความจำอีพรอม (EPROM)

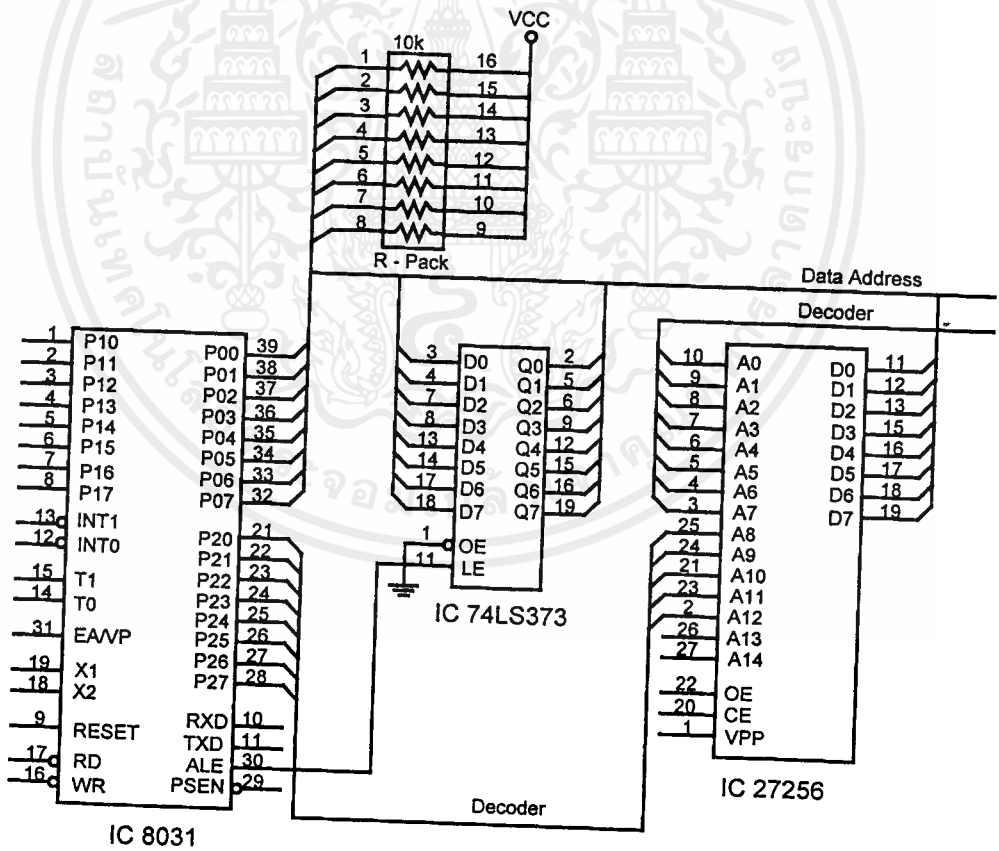
ในบอร์ด PC - SB31 มีจัมพ์เปอร์เพื่อเลือกว่าต้องการใช้หน่วยความจำอีพรอมเบอร์ใด โดยในที่นี้เลือกใช้หน่วยความจำอีพรอมเบอร์ 27256 ขนาด 32 กิโลไบต์ ซึ่งทำการเชื่อมต่อจัมพ์เปอร์หมายเลข 3 (JP3) ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การเลือกหน่วยความจำอีพ롬

3.1.4 การทำงานของชุดควบคุม (PC - SB31)

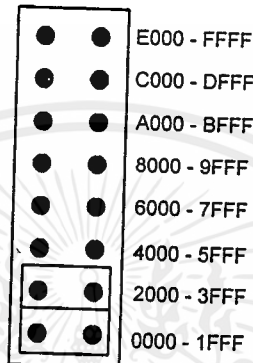
ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 AH ของบอร์ด PC - SB31 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีแรม และพอร์ตภายใน สามารถใช้งานได้เลย แต่มีบางส่วนที่ต้องต่อเพิ่มเติมเข้าไป คือ หน่วยความจำภายนอก โดยการใช้ไอซี 74LS373 ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การต่อหน่วยความจำภายนอก โดยการใช้ไอซี 74LS373

3.1.5 การเลือกตำแหน่งของตำแหน่งเริ่มต้น

จากโปรแกรมจะเลือกใช้ตำแหน่งของตำแหน่งเริ่มต้นที่ 0000H - 3FFFH ดังนั้น จึงทำการเซตจัมพ์เปอร์หมายเลข 7 (JP7) การเลือกตำแหน่งของแอดเดรสเริ่มต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.5

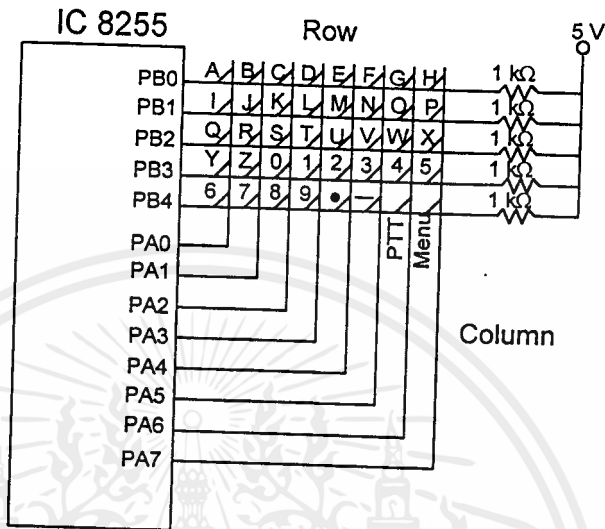


รูปที่ 3.5 การเลือกตำแหน่งของตำแหน่งเริ่มต้น

3.1.6 การเชื่อมต่อคีย์บอร์ด

การใช้งานคีย์บอร์ด จะทำงานในรูปแบบของคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์ หรือสวิตช์แบบเมทริกซ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 โดยต่อกับ พอร์ต A และพอร์ต B ของไอซี 8255 โดยให้พอร์ต A เป็นเอาต์พุต และพอร์ต B เป็นอินพุต โดยพอร์ต A เป็นการสแกนทางด้านคอลัมน์ และพอร์ต B เป็นการสแกนทางด้านแถว ซึ่งพอร์ต B ต้องป้อนไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ไรต์ตลอดเวลา ส่วนทางด้านพอร์ต A จะทำการส่งข้อมูลเรียงกันไปเรื่อยๆ ตั้งแต่ 11111110, 11111101, 11111011, 11110111, 11101111, 11011111, 10111111 และ 01111111 โดยการส่งข้อมูลแต่ละชุดนั้น ทำการรับข้อมูลที่พอร์ต B เข้ามา ถ้าไม่มีการกดสวิตช์ใดๆ ดังนั้น เมื่อรับข้อมูลที่พอร์ต B เข้ามา ได้ข้อมูลเป็น 11111111 แต่ถ้าหลักใดหลักหนึ่งที่รับเข้ามาเป็น 0 แสดงว่ามีการกดสวิตช์ที่แถวนั้น และต้องการตรวจสอบดูว่าเป็นการกดสวิตช์ที่คอลัมน์ใด และทำตามเงื่อนไขของโปรแกรมในการกดสวิตช์ตัวนั้น ตัวอย่างเช่น ในการส่งข้อมูลพอร์ต A เป็น 11111110 ซึ่งเป็นการสแกนในคอลัมน์ที่ 1 และเมื่ออ่านข้อมูลเข้าที่พอร์ต B ได้ข้อมูลเป็น 11111110 แสดงว่ามีการกดสวิตช์ที่แถวที่ 1 คอลัมน์ที่ 1 ซึ่งเป็นการกดปุ่มแสดงผลอักษร A แต่ถ้าส่งข้อมูลอักษร A ออกไปเป็น 11111101 แล้วอ่านข้อมูลเข้าที่พอร์ต B ได้ข้อมูลเป็น 11111110 แสดงว่ามีการ

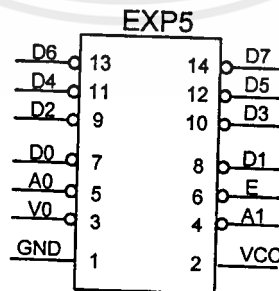
กดสวิทช์ที่แถวที่ 1 คอลัมน์ที่ 1 กรณีนี้เป็นการกดปุ่มแสดงตัวอักษร I ซึ่งทุกๆ ปุ่มบนแผงการทำงานของคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์ จะใช้หลักการเช่นเดียวกัน



รูปที่ 3.6 คีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์

3.1.7 การเชื่อมต่อเข้ากับจอแสดงผล (LCD)

โดยการใช้คอนเนกเตอร์ 14 ขา ต่อกับบอร์ด PC - SB31 ให้เชื่อมต่อโดยตรง และมีความต้านทานปรับค่าได้ขนาด 10 กิโลโอห์ม เพื่อใช้ปรับความเข้มของจอแสดงผล (LCD) ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อจอแสดงผล (LCD) เข้ากับบอร์ด PC - SB31

3.2 วงจรภาคส่ง

3.2.1 วงจรเข้ารหัสความถี่คู่ (DTMF)

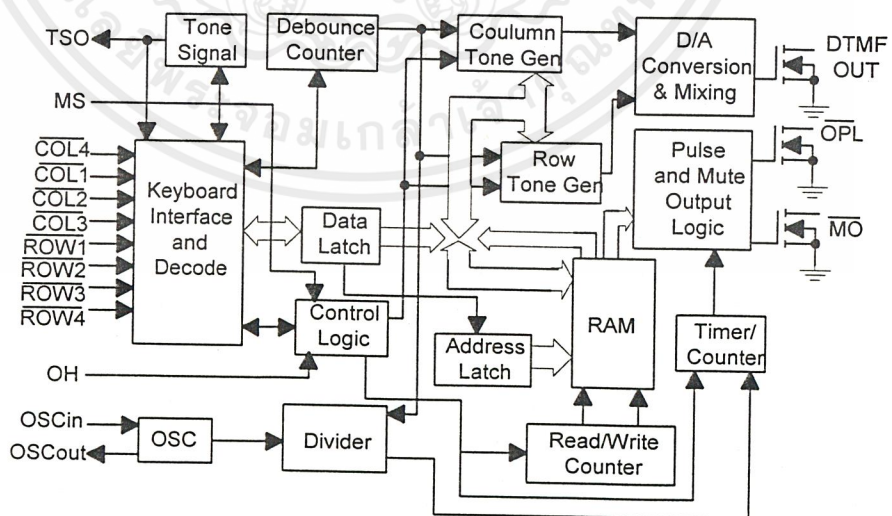
วงจรเข้ารหัสความถี่คู่ (DTMF) จะใช้ไอซี MC145412 ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งไอซี MC145412 เป็นวงจรรวมแบบซีมอส โดยผลิตจากสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอน และเป็นไอซีมาตรฐานขนาด 18 ขา ซึ่งไอซี MC145412 มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ใช้กับคีย์บอร์ดขนาด 3×4 หรือ 4×4 ซึ่งเป็นอินพุต
- มีขาอิสระที่เป็นสวิตช์ระหว่าง DTMF 10 pps และ 20 pps
- สัญญาณพัลส์ทางด้านเอาต์พุตเป็นสัญญาณพัลส์แบบไดอัลโทนความถี่ 500 Hz
- มีหน่วยความจำที่สามารถเก็บหมายเลขได้ 18 หลัก
- ใช้คริสตอลความถี่ 3.579545 MHz
- ใช้เทคโนโลยีแบบซีมอสชนิดซิลิคอน โดยแรงดันต่ำสุดสำหรับการใช้งานอยู่ในช่วง

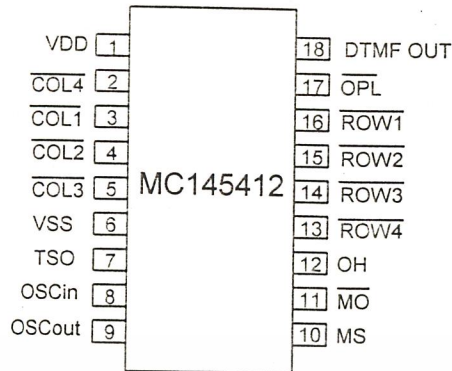
1.7 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์

- มีไดอัลแบบ DTMF และแบบพัลส์ ที่คงที่จ่ายให้ตลอด
- สามารถใช้สัญญาณเอาต์พุตที่แยกออกมาจากรีเซ็ทแบบไดอัลได้

ซึ่งไอซี MC145412 มีโครงสร้างภายใน และรายละเอียดของขา แสดงดังรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9 ตามลำดับ



รูปที่ 3.8 โครงสร้างภายในของไอซี MC145412



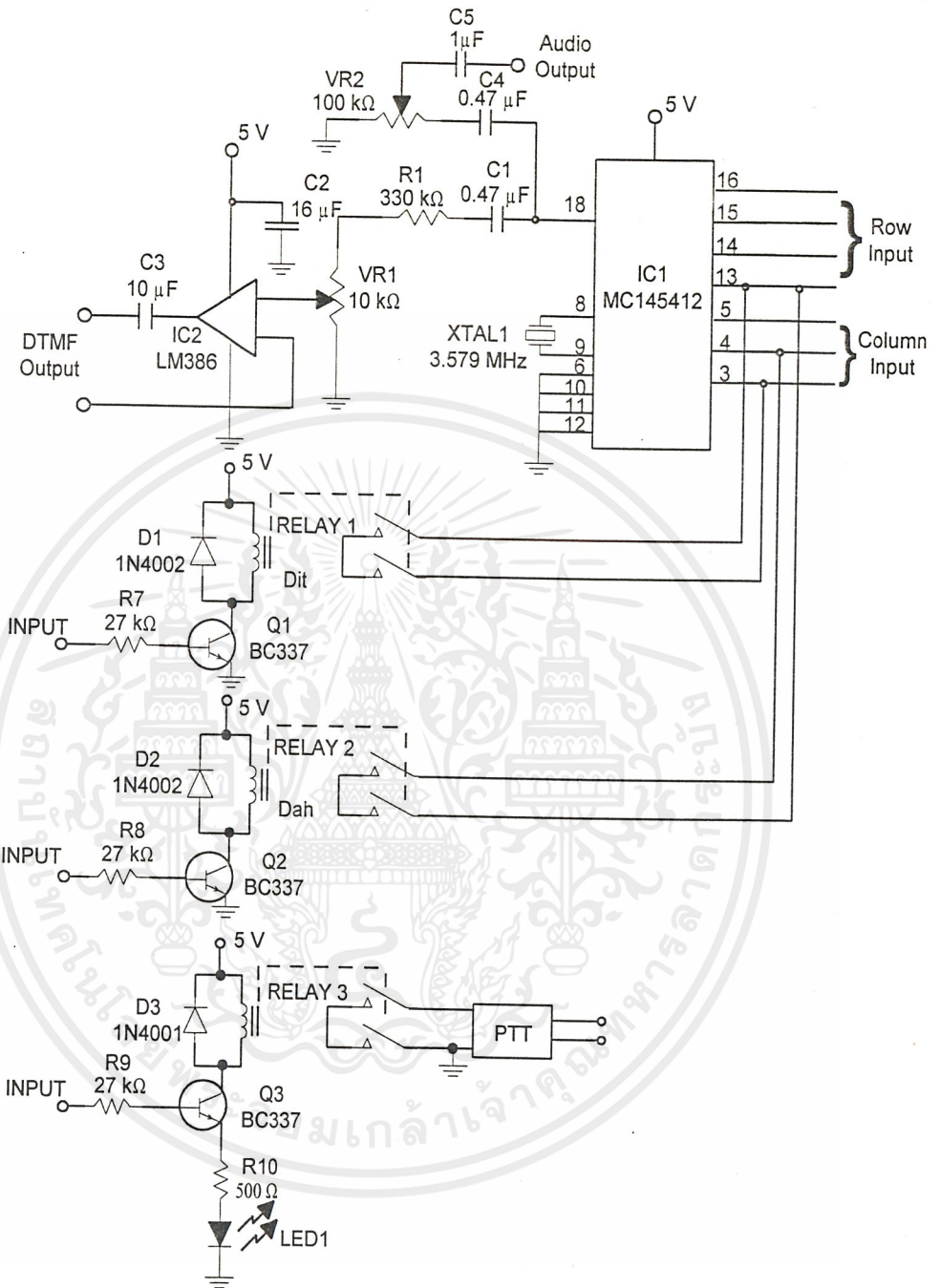
รูปที่ 3.9 รายละเอียดขาของไอซี MC145412

การทำงานของวงจรเข้ารหัสความถี่คู่ (DTMF)

จากรูปที่ 3.10 การส่งสัญญาณการเคาะรหัสสมอร์ส (ดิต และดาห์) ในขั้นแรกต้องป้อนแรงดัน 5 โวลต์คี่ซี เพื่อไปอัสให้กับทรานซิสเตอร์ Q1, Q2, Q3 และ Q4 ถ้าต้องการส่งสัญญาณดิตไปให้ทางด้านผู้รับ ต้องผ่านหน่วยประมวลผล ทำการป้อนสัญญาณ 5 โวลต์ จากหน่วยประมวลผลมาที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 อยู่ในสภาวะทำงาน และทำให้รีเลย์ 1 อยู่ในสภาวะทำงาน และเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสให้ครบวงจร ทำให้ขา 13 และขา 4 ของไอซี 1 (MC145412) ซึ่งเป็นตัวกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ (กำเนิดความถี่ 941Hz กับ 1836 Hz) ต่อดึงกัน และทำให้ไอซี 1 กำเนิดความถี่ออกทางเอาต์พุต (ขา 18) เข้าวงจรขยายสัญญาณให้แรงขึ้น โดยวงจรขยายสัญญาณความถี่คู่ ใช้ไอซี 2 (LM386) โดย VR1 (10 k Ω) ทำหน้าที่ปรับความแรงของสัญญาณที่ส่งออกมา และตัวเก็บประจุ C3 (10 μ F) ทำหน้าที่คัปปลิงสัญญาณความถี่คู่ ออกทางเอาต์พุตของไอซี 2 ผ่านออกทางเครื่องรับ-ส่งวิทยุ ส่วนการทำงานของการทำงานกำเนิดสัญญาณดาห์ มีหลักการเช่นเดียวกันกับการกำเนิดสัญญาณดิต

ส่วนทรานซิสเตอร์ Q4 ทำงานในลักษณะเดียวกับทรานซิสเตอร์ Q1, Q2 และ Q3 โดยมีรีเลย์ 4 ทำหน้าที่ตัดต่อ เพื่อไปควบคุมสวิตช์พีทีที (PTT) ในการส่งสัญญาณไปควบคุมที่ Q4 เพื่อให้อยู่ในสภาวะทำงาน

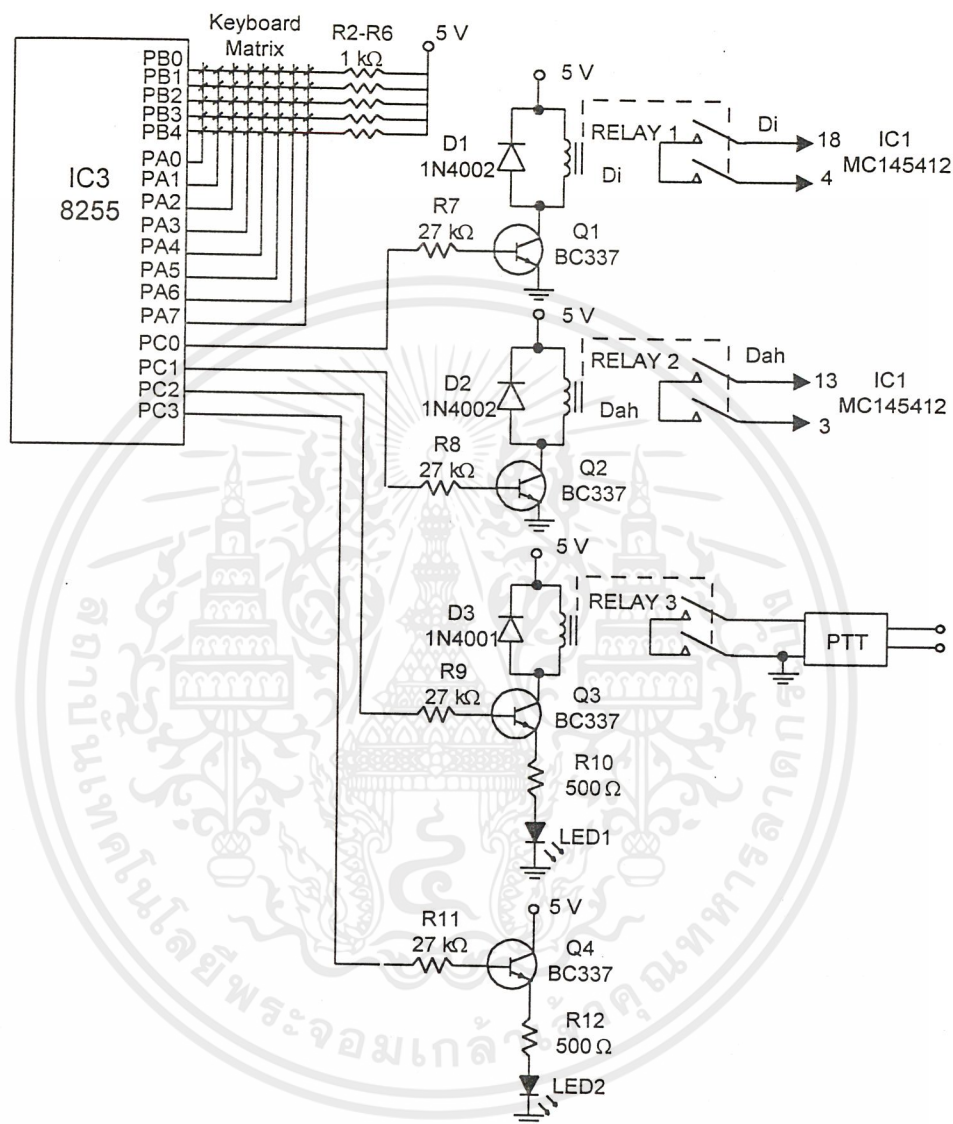
นอกจากนี้ทางเอาต์พุตขา 18 ของไอซี 1 มีตัวเก็บประจุ C4 (1 μ F) และ VR2 (100 K Ω) ในการคัปปลิงสัญญาณออกทางเอาต์พุตออกโอ เพื่อส่งสัญญาณ ไปยังเครื่องรับ-ส่งวิทยุต่อไป



รูปที่ 3.10 วงจรเข้ารหัสความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรควบคุมการส่งรหัสมอร์ส



รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมการส่งรหัสมอร์ส

การทำงานของวงจร

จากวงจรในรูปที่ 3.11 ในการควบคุมการส่งรหัสมอร์ส เมื่อทำการรับข้อมูลทางด้าน การสแกนคีย์บอร์ดแล้ว จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำข้อมูลของแต่ละตัวอักษรมาทำ การควบคุมการเคาะคีย์รหัส โดยการให้รีเลย์เป็นตัวตัดต่อในการเคาะคีย์รหัสมอร์สแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกำหนดให้พอร์ตซี 4 บิตแรก (PC.0 - PC.3) ของไอซี 3 (8255) ทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาต์พุต โดยพอร์ต PC.0 ทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้ทรานซิสเตอร์ Q2 ไปควบคุมการทำงานของรีเลย์ เพื่อให้รีเลย์ทำการตัดต่อ เสมือนกับการกดคีย์รหัสความถี่คู่ (DTMF) ของไอซี 1 (MC145412) เป็นความถี่หมายเลขศูนย์ ซึ่งแทนด้วยสัญญาณคิ และพอร์ต PC.1 ทำงานในลักษณะเดียวกับพอร์ต PC.0 ซึ่งได้เป็นความถี่ของสัญญาณคิ (แทนสัญญาณด้วยสัญลักษณ์ #) ส่วนพอร์ต PC.2 ทำหน้าที่การกดสวิทช์ (ON/OFF) ของคีย์พีทีที (PTT) ของเครื่องส่ง ถ้าพอร์ตมีสถานะเป็นลอจิก 1 จะเป็นการควบคุมการกดคีย์พีทีที แต่ถ้าพอร์ตมีสถานะเป็นลอจิก 0 ก็เสมือนกับการปล่อยคีย์พีทีที ส่วนพอร์ต PC.3 เป็นพอร์ตที่ใช้แสดงผล ขณะที่เครื่องทำงานในสถานะเป็นเครื่องรับ โดยแสดงผลออกทางจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD)

3.3 วงจรภาครับ

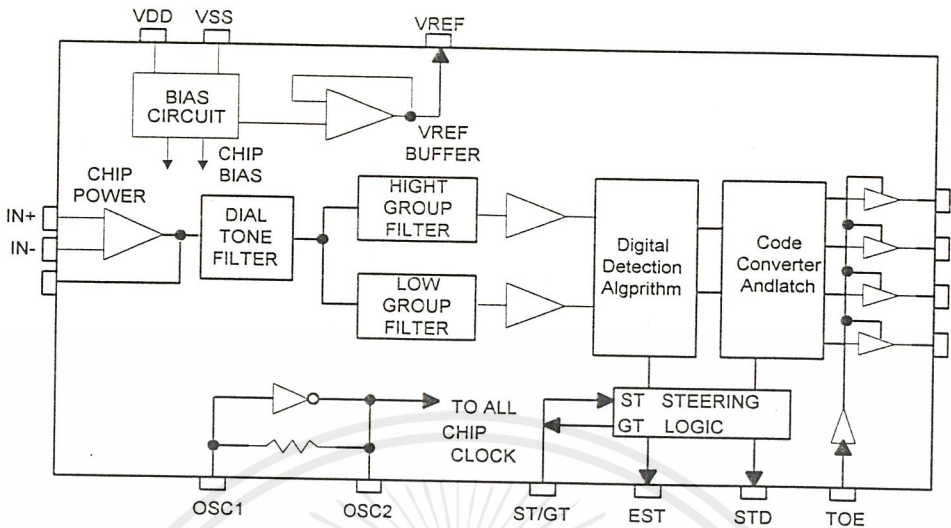
วงจรถอดรหัสความถี่คู่ (DTMF)

ในส่วนของวงจรถอดรหัสความถี่คู่ (DTMF) จะใช้ไอซี MT8870 เป็นตัวรับ และถอดรหัสสัญญาณที่รับมาจากภาคส่ง เพราะว่าไอซี MT8870 มีคุณสมบัติดังนี้ คือ กินไฟน้อย, สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้ และเป็นไอซีที่มีคุณภาพสูง

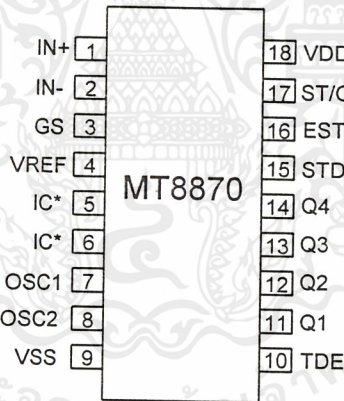
โครงสร้างของไอซี MT8870

โครงสร้างภายในของ ไอซี MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรรองความถี่ และวงจรถอดรหัสทั้งกึ่งชั้นทางดิจิทัล เป็นไอซีที่ใช้เทคโนโลยี ISO²-CMOS ในส่วนของวงจรรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูง และต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัล เพื่อตรวจจับ และถอดรหัสความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาสัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุตเป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะ โดยไอซี MT8870 มีโครงสร้างภายใน และรายละเอียดของขา แสดงดังรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13 ตามลำดับ

นอกจากนี้ภาคในไอซี MT8870 ยังประกอบไปด้วยหน้าที่การทำงานที่สำคัญ คือ ภาคกรองความถี่, ภาคถอดรหัส, ภาคตรวจสอบสัญญาณ, ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง และภาคกำเนิดความถี่



รูปที่ 3.12 โครงสร้างภายในของไอซี MT8870



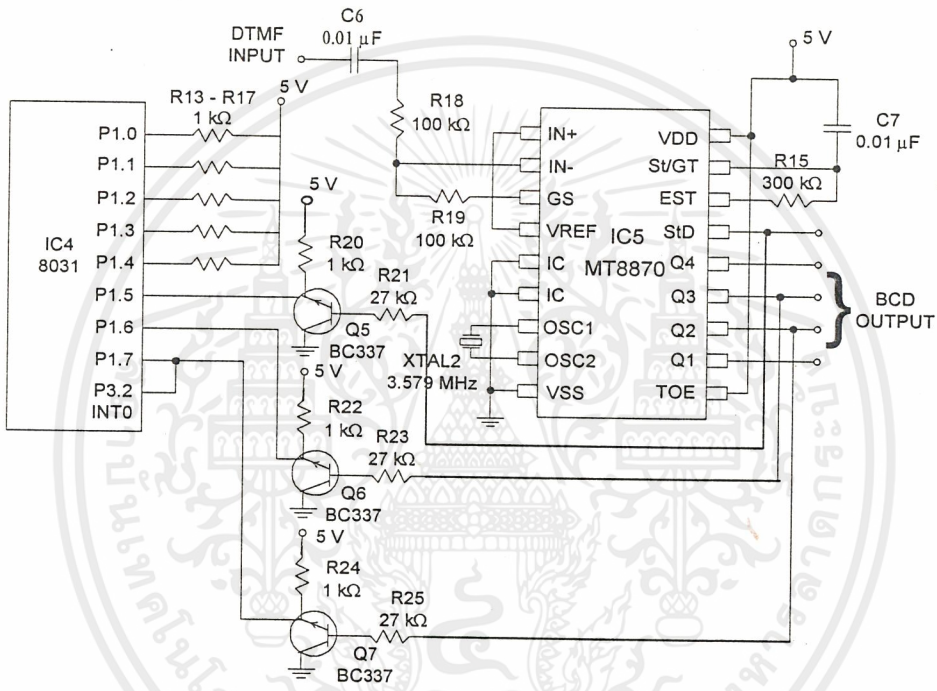
รูปที่ 3.13 รายละเอียดขาของไอซี MT8870

การทำงานของวงจรถอดรหัสความถี่คู่ (DTMF)

จากวงจรในรูปที่ 3.14 วงจรถอดรหัสความถี่คู่ ใช้ไอซี MT8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่คู่ โดยทำการถอดรหัสออกเป็นตัวเลข BCD8421 ขนาด 4 บิต และมีสัญญาณสโตรป (พอร์ต P1.7) อีก 1 บิต รวมทั้งหมดเป็น 5 บิต โดยพอร์ต P1.5 และ P1.6 เป็นตัวตรวจสอบว่าเป็นสัญญาณคิต หรือคาน์ โดยถ้าตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามาได้เป็น 01 สัญญาณที่ตรวจสอบจะได้เป็นสัญญาณคิต แต่ถ้าตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามาได้เป็น 10 สัญญาณที่ตรวจสอบจะได้

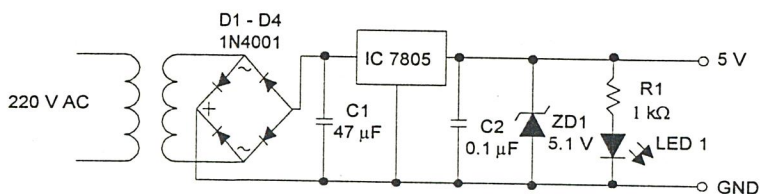
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสัญญาณคาห์ โดยทำการรับอินเทอร์รัพท์ภายนอก (INT0) เข้ามาที่พอร์ต P3.2 เพื่อบ่งบอกว่ามีสัญญาณเข้ามา หลังจากนั้นโปรแกรมที่ได้กำหนดไว้ จะทำการตรวจสอบว่าเป็นสัญญาณคิดหรือคาห์ เมื่อทำการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการตรวจสอบพอร์ต P1.7 (ขาสไตรป) ว่าอยู่ในสถานะเป็น 1 หรือไม่ ถ้ามีสถานะเป็น 1 แล้ว ก็จะกลับมาทำการรับอินเทอร์รัพท์อีกครั้ง และการทำงานจะเป็นไปในลักษณะเช่นนี้ต่อไป



รูปที่ 3.14 วงจรถอดรหัสความถี่คู่

3.4 วงจรภาคจ่ายกำลังไฟฟ้า



รูปที่ 3.15 วงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรภาคจ่ายไฟ

จากรูปที่ 3.15 ในลำดับแรก หม้อแปลงไฟเอซีทำการแปลงไฟ 220 โวลต์ ให้ลดลงเหลือ 9 โวลต์ จากนั้นทำการเรียงกระแส (Rectifier) โดยผ่านไดโอดซึ่งต่อกันแบบบริดจ์ ทำให้ได้แรงดันออกมาเท่ากับ 12.726 โวลต์ จากนั้นทำการกรอง เพื่อให้ระดับแรงดันไม่กระเพื่อม แล้วส่งเข้าไอซีเรกกูเลเตอร์ (LM7805) ทำการปรับระดับแรงดันให้คงที่ ณ ที่ 5 โวลต์ดีซี ตลอดเวลา จากนั้นทำการกรองด้วยตัวเก็บประจุ ค่า 47 μF และ 0.1 μF เมื่อผ่านการกรองแล้ว จะมีซีเนอร์ไดโอดทำหน้าที่เป็นเรกกูเลเตอร์ เพื่อความแน่นอนของระดับแรงดัน หลังจากนั้น จึงสามารถจ่ายไฟเข้าไปเลี้ยงอุปกรณ์ต่างๆ ในวงจรต่อไป



บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

การทดลองการทำงานของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ทำการทดสอบการทำงานของตัวโครงการใน 3 สถานะด้วยกัน คือ การส่ง, การรับ และการบันทึกข้อความ โดยการทำงานทั้งหมดถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

4.1 การทดสอบตัวเครื่องเบื้องต้น

การทดสอบตัวเครื่องเบื้องต้น มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

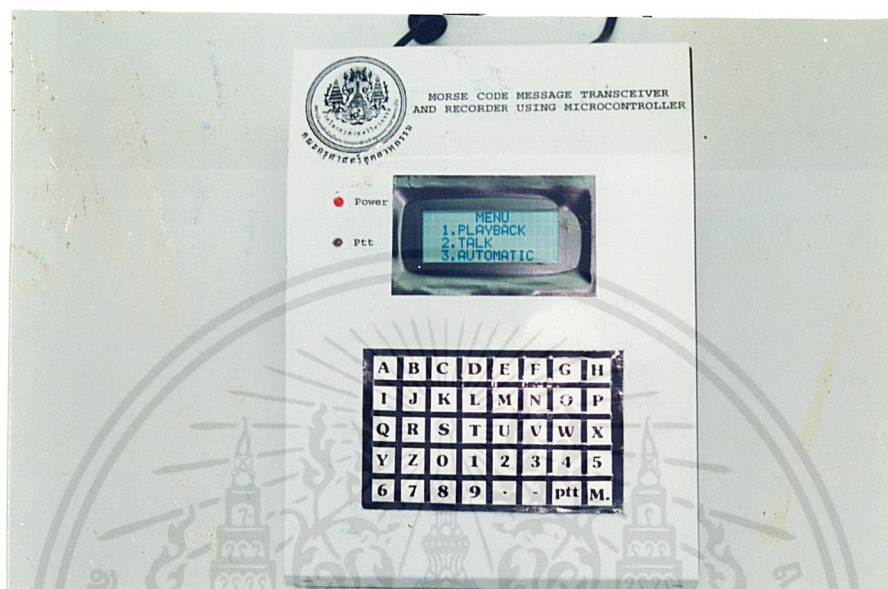
1. ต่อสายโมเด็มเข้ากับเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เปิดสวิตช์ปิด/เปิด (ON/OFF) ป้อนไฟเข้าเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
3. หลังจากนั้น หน้าจอแสดงผล (LCD) ปรากฏข้อความดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 รายการเลือกสถานะการทำงาน 3 สถานะ

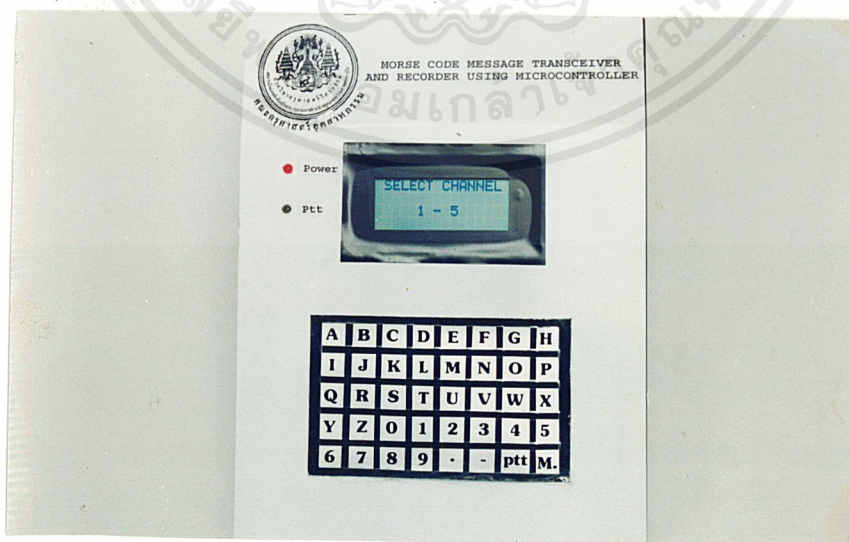
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กดสวิตช์หมายเลข 1 เข้าสู่สถานะการเล่นกลับ (Play Black) โดยมีให้เลือกทั้งหมด 5 ช่อง (Channel) ดังรูปที่ 4.2



รูป 4.2 การเลือกเข้าสู่สถานะการเล่นกลับ

5. เมื่อปรากฏข้อความ Select Channel 1 - 5 แล้ว สามารถกดช่องหมายเลข 1-5 เพื่อเลือกช่องสัญญาณที่จะดูข้อความ



รูปที่ 4.3 การเลือกช่องสัญญาณต่างๆ เพื่อดูข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่เข้าไปในช่องสัญญาณใดแล้ว ต้องการกลับออกไปสู่ช่องสัญญาณอื่น ให้กดสวิทช์เมนู (Switch Menu) 1 ครั้ง จะกลับสู่สถานะการเลือกช่องเล่นกลับ แต่ถ้าต้องการกลับสู่รายการเลือกหลัก ให้กดสวิทช์เมนูอีกครั้ง ก็จะกลับเข้าสู่สถานะของรายการเลือกหลัก

4.2 การทดลองส่งข้อความรหัสสมอร์ส

การทดลองส่งข้อความรหัสสมอร์ส มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กดสวิทช์ที่ทีทีที่เป็นพิมพ์ โดยหลอดไฟแอลอีดีที่แสดงถึงสถานะของ การส่งจะติด
2. กดคีย์ตัวอักษรต่างๆ ซึ่งเมื่อกดคีย์ตัวอักษรใด ก็จะปรากฏตัวอักษรนั้นบนจอแสดงผล (LCD) หลังจากนั้นเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส จะเคาะรหัสสมอร์สส่งเข้าเครื่องส่ง เพื่อออกอากาศต่อไป
3. เมื่อส่งข้อความที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว ทำการกดสวิทช์ทีทีทีอีกครั้ง จะเข้าสู่สถานะการรับข้อมูลรหัสสมอร์ส

4.3 การทดลองรับข้อความรหัสสมอร์ส

การทดลองรับข้อความรหัสสมอร์ส มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กดสวิทช์หมายเลข 2 (ปุ่ม talk) เมื่อมีการส่งข้อความรหัสสมอร์สเข้ามา จะสามารถรับสัญญาณรหัสสมอร์สเข้ามา แล้วประมวลผลเป็นตัวอักษรแสดงออกทางหน้าจอแสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 สถานะการรับข้อความรหัสสมอร์ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตรวจสอบข้อความรหัสมอร์สที่รับได้กับข้อความรหัสมอร์สที่ส่งออกอากาศมาว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. ถ้าต้องการกลับเข้าสู่สภาวะของรายการเลือกหลัก ให้กดปุ่มเมนูอีกครั้ง

4.4 การทดลองฝากข้อความรหัสมอร์ส

การทดลองฝากข้อความรหัสมอร์ส มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ในกรณีที่ผู้รับไม่อยู่ แล้วต้องการให้มีการรับฝากข้อความ ให้กดสวิทช์หมายเลข 3 (สวิทช์ Automatic) จะเข้าสู่สภาวะของการฝากข้อความ (Automatic) ซึ่งปรากฏบนหน้าจอแสดงผล ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 สภาวะของการฝากข้อความรหัสมอร์ส

2. หลักจากนั้น กรณีที่มีผู้เคาะรหัสมอร์สเข้ามา โดยเคาะสัญญาณเรียกขาน (Call Sing) เข้ามาก่อน ซึ่งต้องทำการตรวจสอบสัญญาณเรียกขานก่อนว่า ตรงกับสัญญาณเรียกขานของเครื่องรับ ที่ได้โปรแกรมล่วงหน้าไว้ในอีพ롬หรือไม่

3. เมื่อมีผู้เคาะรหัสมอร์สเป็นสัญญาณเรียกขานที่ตรงกับเครื่องรับ เครื่องรับจะตอบกลับไปว่า ไม่มีผู้รับกรุณาฝากข้อความ หลังจากนั้นจึงทำการฝากข้อความได้ โดยเครื่องรับจะทำการควบคุมช่องรับฝากข้อความโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 การทดลองส่ง และรับข้อความรหัสสมอร์ส

ข้อมูลรหัสสมอร์สที่ส่ง	ข้อมูลรหัสสมอร์สที่ได้รับ
กคคีย A สัญญาณที่ส่ง คิต- ดาห์	ตัวอักษร A
กคคีย B สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-คิต-คิต	ตัวอักษร B
กคคีย C สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-ดาห์-คิต	ตัวอักษร C
กคคีย D สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-คิต	ตัวอักษร D
กคคีย E สัญญาณที่ส่ง คิต	ตัวอักษร E
กคคีย F สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-ดาห์-คิต	ตัวอักษร F
กคคีย G สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์-คิต	ตัวอักษร G
กคคีย H สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-คิต-คิต	ตัวอักษร H
กคคีย I สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต	ตัวอักษร I
กคคีย J สัญญาณที่ส่ง คิต-ดาห์-ดาห์-ดาห์	ตัวอักษร J
กคคีย K สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-ดาห์	ตัวอักษร K
กคคีย L สัญญาณที่ส่ง คิต-ดาห์-คิต-คิต	ตัวอักษร L
กคคีย M สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์	ตัวอักษร M
กคคีย N สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต	ตัวอักษร N
กคคีย O สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์-ดาห์	ตัวอักษร O
กคคีย P สัญญาณที่ส่ง คิต-ดาห์-ดาห์-คิต	ตัวอักษร P
กคคีย Q สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์-คิต-ดาห์	ตัวอักษร Q
กคคีย R สัญญาณที่ส่ง คิต-ดาห์-คิต	ตัวอักษร R
กคคีย S สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-คิต	ตัวอักษร S
กคคีย T สัญญาณที่ส่ง ดาห์	ตัวอักษร T
กคคีย U สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-ดาห์	ตัวอักษร U
กคคีย V สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-คิต-ดาห์	ตัวอักษร V
กคคีย W สัญญาณที่ส่ง คิต-ดาห์-ดาห์	ตัวอักษร W
กคคีย X สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-คิต-ดาห์	ตัวอักษร X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การทดลองส่ง และรับข้อความรหัสสมอร์ส

ข้อมูลรหัสสมอร์สที่ถูกส่ง	ข้อมูลรหัสสมอร์สที่ได้รับ
กคคคีย Y สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-ดาห์-ดาห์	ตัวอักษร Y
กคคคีย Z สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์-คิต-คิต	ตัวอักษร Z
กคคคีย 0 สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์-ดาห์-ดาห์	หมายเลข 0
กคคคีย 1 สัญญาณที่ส่ง คิต-ดาห์-ดาห์-ดาห์-ดาห์	หมายเลข 1
กคคคีย 2 สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-ดาห์-ดาห์-ดาห์	หมายเลข 2
กคคคีย 3 สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-คิต-ดาห์-ดาห์	หมายเลข 3
กคคคีย 4 สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-คิต-คิต-ดาห์	หมายเลข 4
กคคคีย 5 สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-คิต-คิต-คิต	หมายเลข 5
กคคคีย 6 สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-คิต-คิต-คิต	หมายเลข 6
กคคคีย 7 สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์-คิต-คิต-คิต	หมายเลข 7
กคคคีย 8 สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์-ดาห์-คิต-คิต	หมายเลข 8
กคคคีย 9 สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์-ดาห์-ดาห์-คิต	หมายเลข 9

ตารางที่ 4.2 การทดลองการส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส

ข้อมูลรหัสสมอร์สที่ถูกส่ง	ข้อมูลรหัสสมอร์สที่บันทึกได้
กคคคีย A สัญญาณที่ส่ง คิต- ดาห์	ตัวอักษร A
กคคคีย B สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-คิต-คิต	ตัวอักษร B
กคคคีย C สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-ดาห์-คิต	ตัวอักษร C
กคคคีย D สัญญาณที่ส่ง ดาห์-คิต-คิต	ตัวอักษร D
กคคคีย E สัญญาณที่ส่ง คิต	ตัวอักษร E
กคคคีย F สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-ดาห์-คิต	ตัวอักษร F
กคคคีย G สัญญาณที่ส่ง ดาห์-ดาห์-คิต	ตัวอักษร G
กคคคีย H สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต-คิต-คิต	ตัวอักษร H
กคคคีย I สัญญาณที่ส่ง คิต-คิต	ตัวอักษร I

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การทดลองการส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอรัส

ข้อมูลรหัสสมอรัสที่ถูกลง	ข้อมูลรหัสสมอรัสที่บันทึกได้
กคคคีย J สัญญาที่ส่ง คิต-คาค-คาค-คาค	ตัวอักษร J
กคคคีย K สัญญาที่ส่ง คาค-คิต-คาค	ตัวอักษร K
กคคคีย L สัญญาที่ส่ง คิต-คาค-คิต-คิต	ตัวอักษร L
กคคคีย M สัญญาที่ส่ง คาค-คาค	ตัวอักษร M
กคคคีย N สัญญาที่ส่ง คาค-คิต	ตัวอักษร N
กคคคีย O สัญญาที่ส่ง คาค-คาค-คาค	ตัวอักษร O
กคคคีย P สัญญาที่ส่ง คิต-คาค-คาค-คิต	ตัวอักษร P
กคคคีย Q สัญญาที่ส่ง คาค-คาค-คิต-คาค	ตัวอักษร Q
กคคคีย R สัญญาที่ส่ง คิต-คาค-คิต	ตัวอักษร R
กคคคีย S สัญญาที่ส่ง คิต-คิต-คิต	ตัวอักษร S
กคคคีย T สัญญาที่ส่ง คาค	ตัวอักษร T
กคคคีย U สัญญาที่ส่ง คิต-คิต-คาค	ตัวอักษร U
กคคคีย V สัญญาที่ส่ง คิต-คิต-คิต-คาค	ตัวอักษร V
กคคคีย W สัญญาที่ส่ง คิต-คาค-คาค	ตัวอักษร W
กคคคีย X สัญญาที่ส่ง คาค-คิต-คิต-คาค	ตัวอักษร X
กคคคีย Y สัญญาที่ส่ง คาค-คิต-คาค-คาค	ตัวอักษร Y
กคคคีย Z สัญญาที่ส่ง คาค-คาค-คิต-คิต	ตัวอักษร Z
กคคคีย 0 สัญญาที่ส่ง คาค-คาค-คาค-คาค	หมายเลข 0
กคคคีย 1 สัญญาที่ส่ง คิต-คาค-คาค-คาค-คาค	หมายเลข 1
กคคคีย 2 สัญญาที่ส่ง คิต-คิต-คาค-คาค-คาค	หมายเลข 2
กคคคีย 3 สัญญาที่ส่ง คิต-คิต-คิต-คาค-คาค	หมายเลข 3
กคคคีย 4 สัญญาที่ส่ง คิต-คิต-คิต-คิต-คาค	หมายเลข 4
กคคคีย 5 สัญญาที่ส่ง คิต-คิต-คิต-คิต-คิต	หมายเลข 5
กคคคีย 6 สัญญาที่ส่ง คาค-คิต-คิต-คิต-คิต	หมายเลข 6
กคคคีย 7 สัญญาที่ส่ง คาค-คาค-คิต-คิต-คิต	หมายเลข 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การทดลองการส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส

ข้อมูลรหัสสมอร์สที่ถูกส่ง	ข้อมูลรหัสสมอร์สที่บันทึกได้
กคคคีย 8 สัญลักษณ์ที่ส่ง คาคห-คาคห-คาคห-คิต-คิต	หมายเลข 8
กคคคีย 9 สัญลักษณ์ที่ส่ง คาคห-คาคห-คาคห-คาคห-คิต	หมายเลข 9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

เครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 ของบริษัทอินเทลมาทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน และเป็นหัวใจหลักสำคัญของโครงการนี้ โดยรหัสสมอร์สซึ่งเป็นคิต-ดาห์นั้น ได้ถูกออกแบบมาโดยใช้หลักการของความถี่คู่ (DTMF) เป็นหลัก ซึ่งทำให้ง่ายต่อการออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดยังถูกออกแบบให้เป็นแบบอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการใช้งานอีกด้วย

ส่วนที่สำคัญของโครงการนี้ คือ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทางภาคส่งนั้น จะรับสัญญาณเข้ามาจากคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์ แล้วนำมาประมวลผลเพื่อส่งออกเป็นรหัสสมอร์สต่อไป โดยใช้เครื่องรับ-ส่งวิทยุมือถือเป็นสื่อกลางในการส่งสัญญาณ ส่วนทางภาครับนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับสัญญาณเข้ามา ซึ่งใช้หลักการของความถี่คู่ ถ้าสัญญาณความถี่คู่เป็น 0 จะใช้แทนสัญญาณคิต และถ้าสัญญาณความถี่คู่เป็น # จะใช้แทนสัญญาณดาห์ แล้วนำมาประมวลผลเพื่อถอดรหัสให้เป็นตัวอักษรต่อไป

เครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์สโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ เมื่อนำมาทดลองใช้งานจริง ปรากฏว่าสามารถรับ-ส่ง, บันทึกข้อความ และแปลเป็นตัวอักษรได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

จากผลการทดลองการทำงานของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และได้ทำการแก้ไข โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เมื่อทดลองรับสัญญาณที่ขาสโตรป (Strop) ของไอซี MT8870 นั้น ถ้ามีสัญญาณขนาดเล็กเข้ามา จะทำให้การทำงานของรีเลย์ไม่สม่ำเสมอได้

แนวแก้ไข โดยปรับสัญญาณที่ขาสโตรปของไอซี MT8870 ให้มีความสม่ำเสมอ และเขียนโปรแกรมรับ เพื่อให้ที่ขาสโตรปของ MT8870 มีความแน่นอน

2. เมื่อทดลองการส่งสัญญาณโดยการกดคีย์ส่งแล้ว ปรากฏว่าความถี่ที่เสาส่งออกอากาศจะไปรบกวนความถี่ที่ผลิตออกมาจากไอซี MC145412 ทำให้การส่งขาดเคลื่อนได้

แนวแก้ไข โดยวางเสาส่งให้มีความห่างที่เหมาะสม และควรใช้เสาส่งขนาดกลาง เพราะทำให้ความถี่ไม่รบกวนกัน

3. ต้องเปลี่ยนฮาร์ดแวร์จากเดิม ซึ่งใช้การสร้างพัลส์โดยอาศัยความกว้างของพัลส์แทนสัญญาณดิ-คาร์ท แต่มีปัญหาในการเขียนโปรแกรมไม่สามารถตีเทคสัญญาณได้

แนวแก้ไข โดยการเปลี่ยนฮาร์ดแวร์เป็นรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF) โดยในภาคส่งใช้ไอซี MC145412 ในการสร้างสัญญาณความถี่คู่ ส่วนในภาครับใช้ไอซี MT8870 ในการถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งมีการทำงานที่แน่นอน และสามารถเขียนโปรแกรมรับได้ง่ายกว่า

4. ในการส่งสัญญาณการเคาะหัทสมอร์ส ได้ใช้รีเลย์ในการตัดต่อสัญญาณเข้ารหัสความถี่คู่ ซึ่งทำให้รีเลย์เสียหายได้ง่าย

แนวทางแก้ไข โดยการใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์แทนรีเลย์

5. เมื่อส่งสัญญาณวิทยุแล้ว ทำให้มีความถี่ของสัญญาณวิทยุไปรบกวนไอซีกำเนิดความถี่คู่ ซึ่งทำให้เสียงที่เคาะหัทสมอร์สส่งออกไปไม่ชัดเจน

แนวทางแก้ไข โดยทำแถบป้องกันสัญญาณรบกวน เพื่อป้องกันการรบกวนจากความถี่ภายนอกให้กับแผงวงจรของภาครับ และภาคส่ง

6. ในการรับข้อมูลของโปรแกรม ถ้ามีสัญญาณเปลี่ยนแปลงที่เร็วมาก จะทำให้โปรแกรมเกิดข้อผิดพลาดได้

แนวทางแก้ไข โดยต้องมีการเขียนโปรแกรมให้มีความแน่นอนกว่านี้

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ

1. สามารถพัฒนาการเขียนโปรแกรมให้น้อยลงได้ โดยอาศัยความชำนาญในการเขียนโปรแกรม

2. สามารถพัฒนาในส่วนของฮาร์ดแวร์ให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้สะดวกในการพกพา

3. สามารถให้รับภาษาไทยได้ โดยอาศัยความชำนาญในการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถใช้จอแสดงผล (LCD) ที่เป็นแบบกราฟฟิกเพื่อแสดงการทำงานเป็นอักษรไทยได้ เพราะจะทำให้สะดวกในการใช้งาน
5. สามารถพัฒนาฟังก์ชันให้มีความสะดวกยิ่งขึ้น
6. สามารถพัฒนาให้ฝากข้อความได้มากขึ้น โดยเพิ่มช่องฝากข้อความ



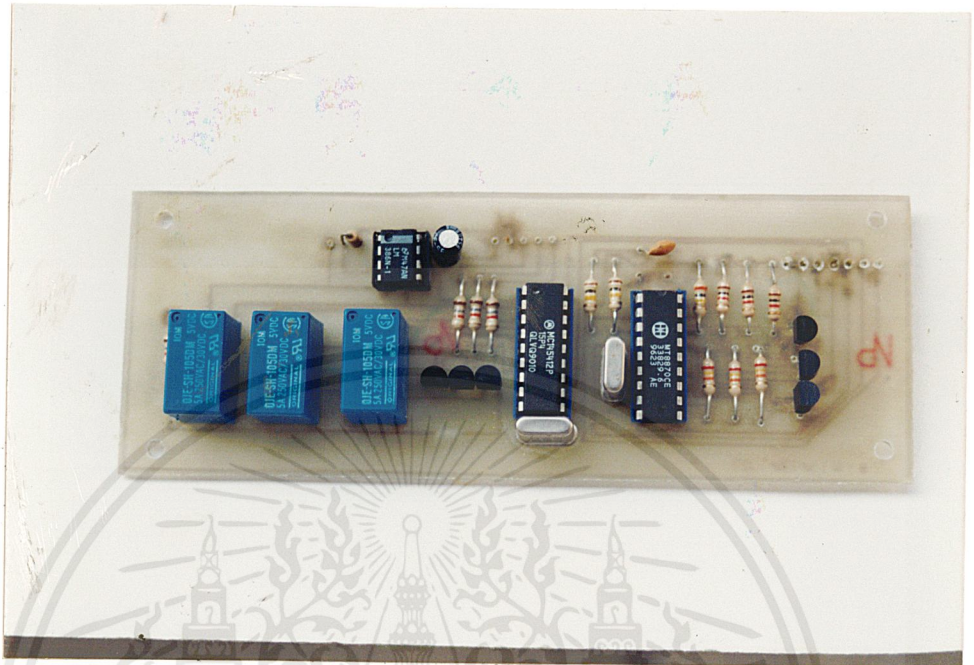
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



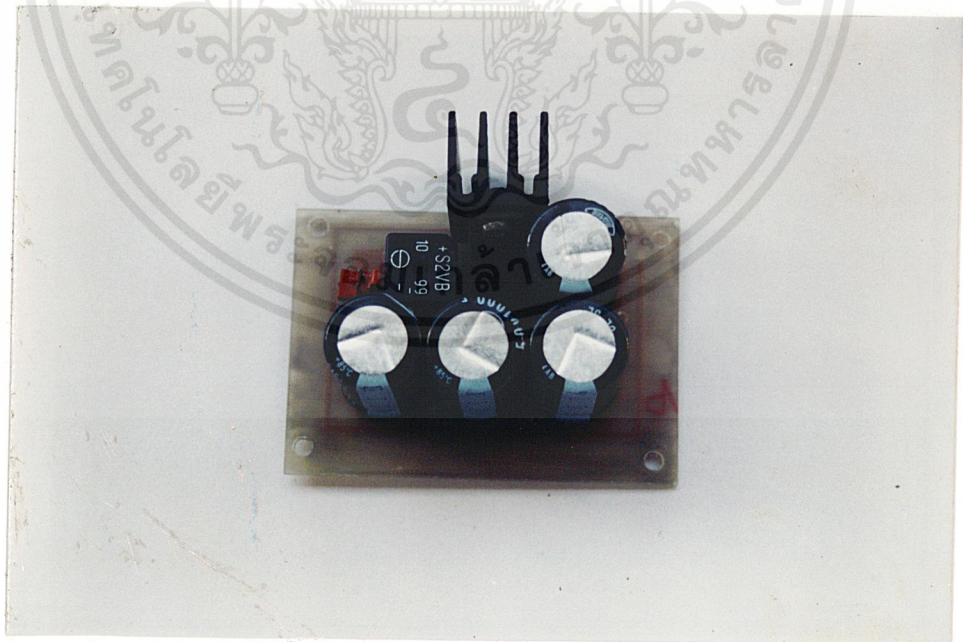
ภาคผนวก ก

รูปเครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

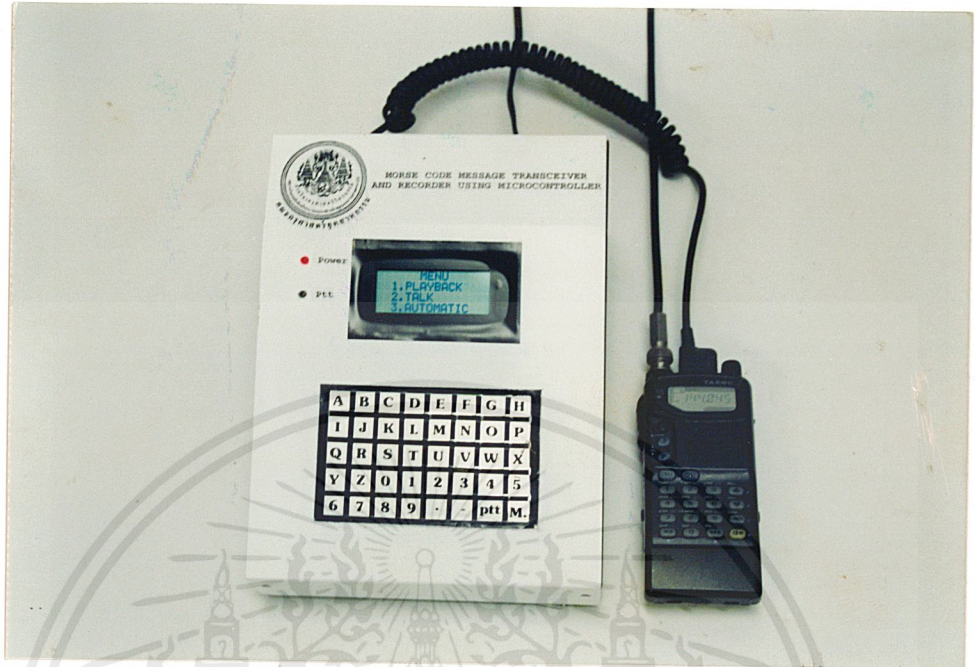


รูปที่ ก.3 แผงวงจรภาครับ และภาคส่ง



รูปที่ ก.4 แผงวงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

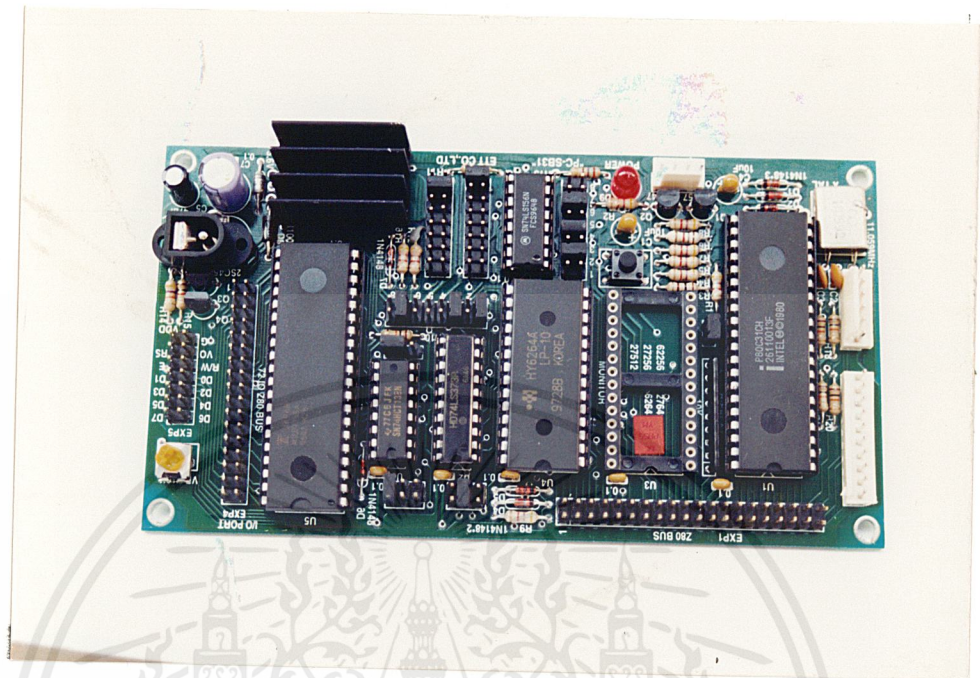


รูปที่ ก.1 หน้าปัดของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส
โดยไซไมโครคอนโทรลเลอร์

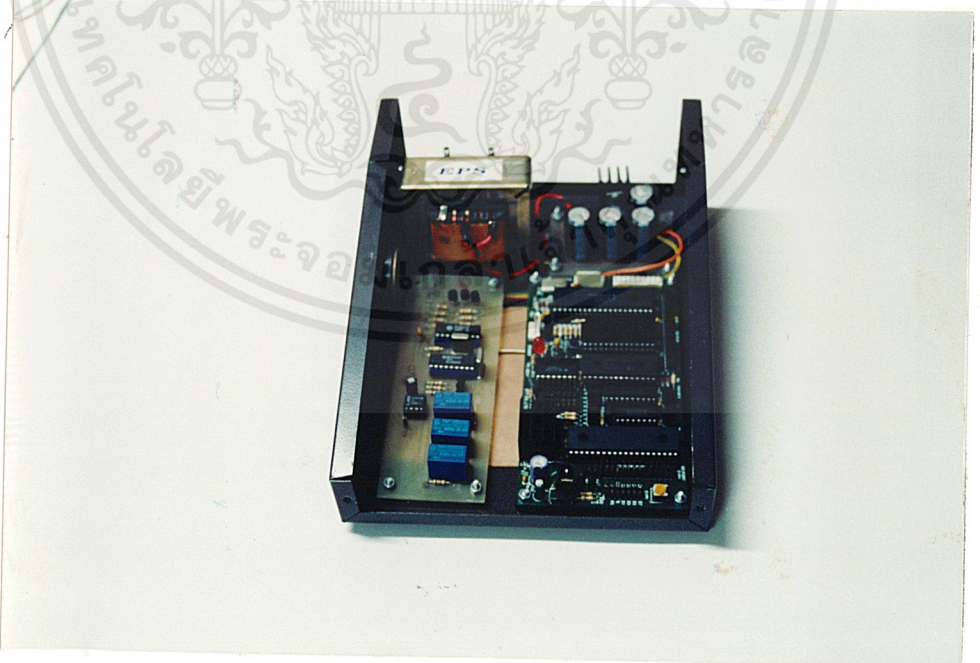


รูปที่ ก.2 ด้านหลังของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส
โดยไซไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น PCB V31



รูปที่ ก.6 การลงอุปกรณ์ภายในเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสมอร์ส

โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



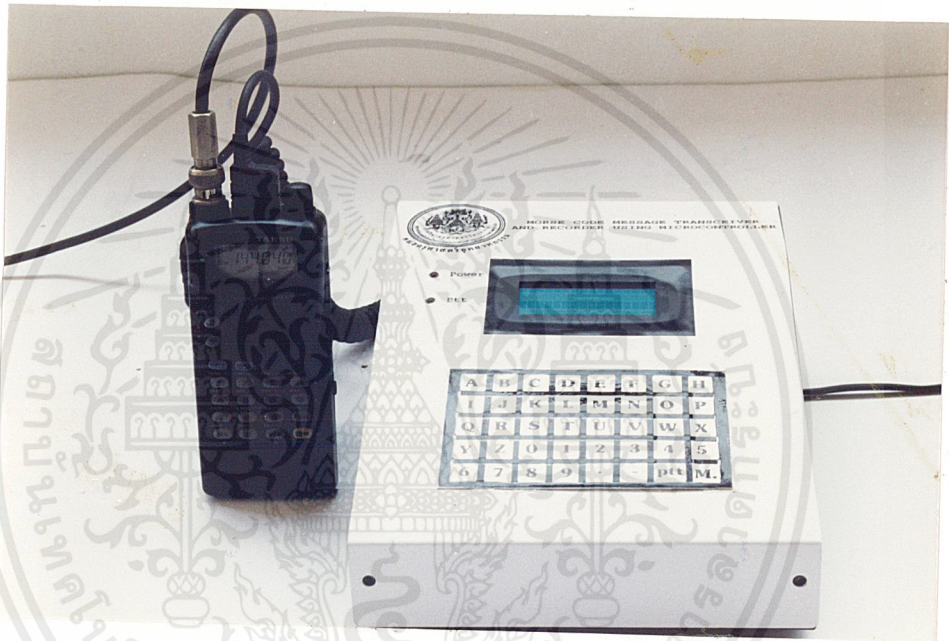
ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MORSE CODE MESSAGE TRANSCIEVER AND RECODER USING MICROCONTROLLER



รูปที่ ข.1 ด้านหน้าของเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอร์ส
โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

ฟังก์ชันคีย์ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. คีย์บอร์ดเมทริกซ์ (matrix) สามารถแบ่งออกเป็น
 - 1.1 คีย์สวิตช์ตัวอักษร A-Z
 - 1.2 สวิตช์พีทีที (PTT)
 - 1.3 สวิตช์เมนู (MENU)
 - 1.4 สวิตช์เพลย์แบ็ก (PLAY BACK)
 - 1.5 สวิตช์ทอล์ก (TALK)
 - 1.6 สวิตช์ออโตเมติก (AUTOMATIC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สวิตช์ปิด-เปิด (ON-OFF) ใช้ในการปิด-เปิด เครื่องเคาะรหัสมอร์ส

หน้าการทำงานของแต่ละส่วนมีดังนี้

1. คีย์สวิตช์ตัวอักษร A-Z ใช้ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลที่เป็นตัวอักษรรหัสมอร์สจาก A-Z ในลักษณะของข้อความ
2. สวิตช์พีทีที (PTT) ใช้ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลรหัสมอร์ส ให้กดสวิตช์พีทีทีที่เป็นพิมพ์ โดยจะมีแอลอีดี (LED) แสดงสถานะการทำงานของสถานะในการส่ง
3. สวิตช์เมนู (MENU) คือ สวิตช์ที่ใช้เลือกสถานะของการทำงานต่างๆ
4. สวิตช์เพลย์แบ็ก (PLAY BACK) คือ สวิตช์ที่ใช้เลือกโหมดของช่องสัญญาณเล่นกลับ โดยก่อนหน้านี้ ต้องกดสวิตช์เมนู 1 ครั้ง
5. สวิตช์ทอล์ค (TALK) คือ สวิตช์ที่ใช้ในการเลือกสถานะของการรับข้อมูล
6. สวิตช์ออโตเมติก (AUTOMATIC) คือ สวิตช์ที่ใช้ในกรณีที่ต้องการบันทึกข้อความ ในกรณีที่ไม่มีผู้รับข้อความ

ขั้นตอนการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องก่อนการส่งข้อความรหัสมอร์ส

1. ต่อสายไมล์นอกเข้าเครื่องทดสอบรหัสมอร์ส
2. เปิดสวิตช์เพาเวอร์เพื่อป้อนไฟเข้าเครื่องเคาะรหัสมอร์ส
3. หน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 รายการเลือกสภาวะการทำงาน 3 สถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือกกดปุ่มเพลย์แบ็ก โดยกดที่สวิตช์หมายเลข 1 จะเข้าสู่สภาวะการเล่นกลับ ซึ่งมีให้เลือกทั้งหมด 5 ช่อง

6. เมื่อปรากฏข้อความ Select Chanal 1-5 แล้ว สามารถกดหมายเลข 1-5 เพื่อเลือกช่องสัญญาณที่จะดูข้อความที่ทำการส่ง ดังนี้

กค 1 เลือกดูข้อความช่องที่ 1

กค 2 เลือกดูข้อความช่องที่ 2

กค 3 เลือกดูข้อความช่องที่ 3

กค 4 เลือกดูข้อความช่องที่ 4

กค 5 เลือกดูข้อความช่องที่ 5

หมายเหตุ กรณีที่เข้าไปในช่องสัญญาณใดแล้ว ต้องการกลับเข้าไปสู่ช่องสัญญาณอื่นๆ ก็ให้กดสวิตช์เมนู 1 ครั้ง จะกลับเข้าสู่สถานะของการเล่นกลับ

ขั้นตอนของการส่งข้อความรหัสสมอร์ส มีดังต่อไปนี้

1. กดสวิตช์พีทีทีที่เป็นพิมพ์
2. กดสวิตช์ตัวอักษรที่ต้องการจะส่ง (สังเกตได้ว่า เมื่อกดตัวอักษรใด ก็จะปรากฏตัวอักษรนั้นบนหน้าจอแสดงผล)
3. เครื่องจะทำการเคาะรหัสสมอร์สที่ต้องการส่งออกอากาศต่อไป
4. เมื่อส่งตัวอักษรที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว ให้กดสวิตช์พีทีทีอีกครั้ง เพื่อกลับเข้าสู่สถานะของการรับข้อมูล

ขั้นตอนการรับข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1. การรับข้อมูลแบบปกติ

- 1.1 กดสวิตช์ทอร์ค โดยการกดสวิตช์หมายเลข 2 จะเข้าสู่สถานะของการรับข้อมูล
- 1.2 โปรแกรมของเครื่อง ทำการตรวจสอบว่ามีการส่งข้อมูลเข้ามาหรือไม่
- 1.3 ถ้ามีการส่งข้อมูลเข้ามา เครื่องจะทำการประมวลผลของข้อมูลที่รับเข้ามา ออกสู่จอแสดงผล

2. การรับข้อมูลแบบออโตเมติก

- 2.1 ให้กดสวิตช์หมายเลข 3 จะเข้าสู่สถานะออโตเมติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เมื่อมีการเคาะรหัสมอร์สเข้ามา เครื่องจะทำการตรวจสอบสัญญาณเรียกขาน (CALL SIGN) ว่าตรงกับสัญญาณเรียกขานของเครื่องหรือไม่

2.3 เมื่อสัญญาณเรียกขานที่รับเข้ามาตรงกับสัญญาณเรียกขานของเครื่องรับ หลังจากนั้นเครื่องรับจะตอบกลับไปที่ “ไม่มีผู้รับ กรุณาฝากข้อความ”

2.4 ผู้ส่งสามารถส่งข้อความ โดยเครื่องรับทำการบันทึกข้อความได้ทันที

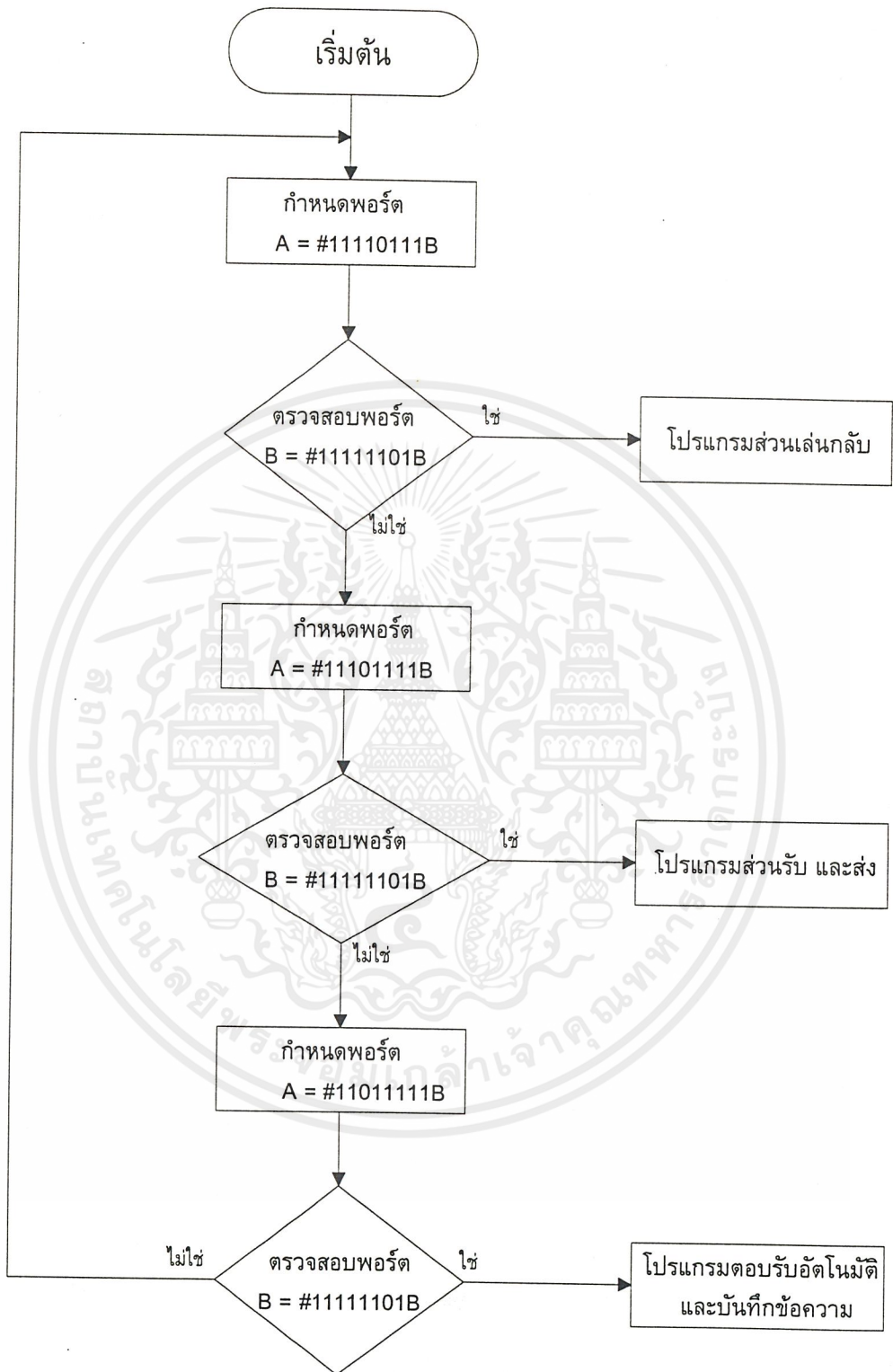




ภาคผนวก ค

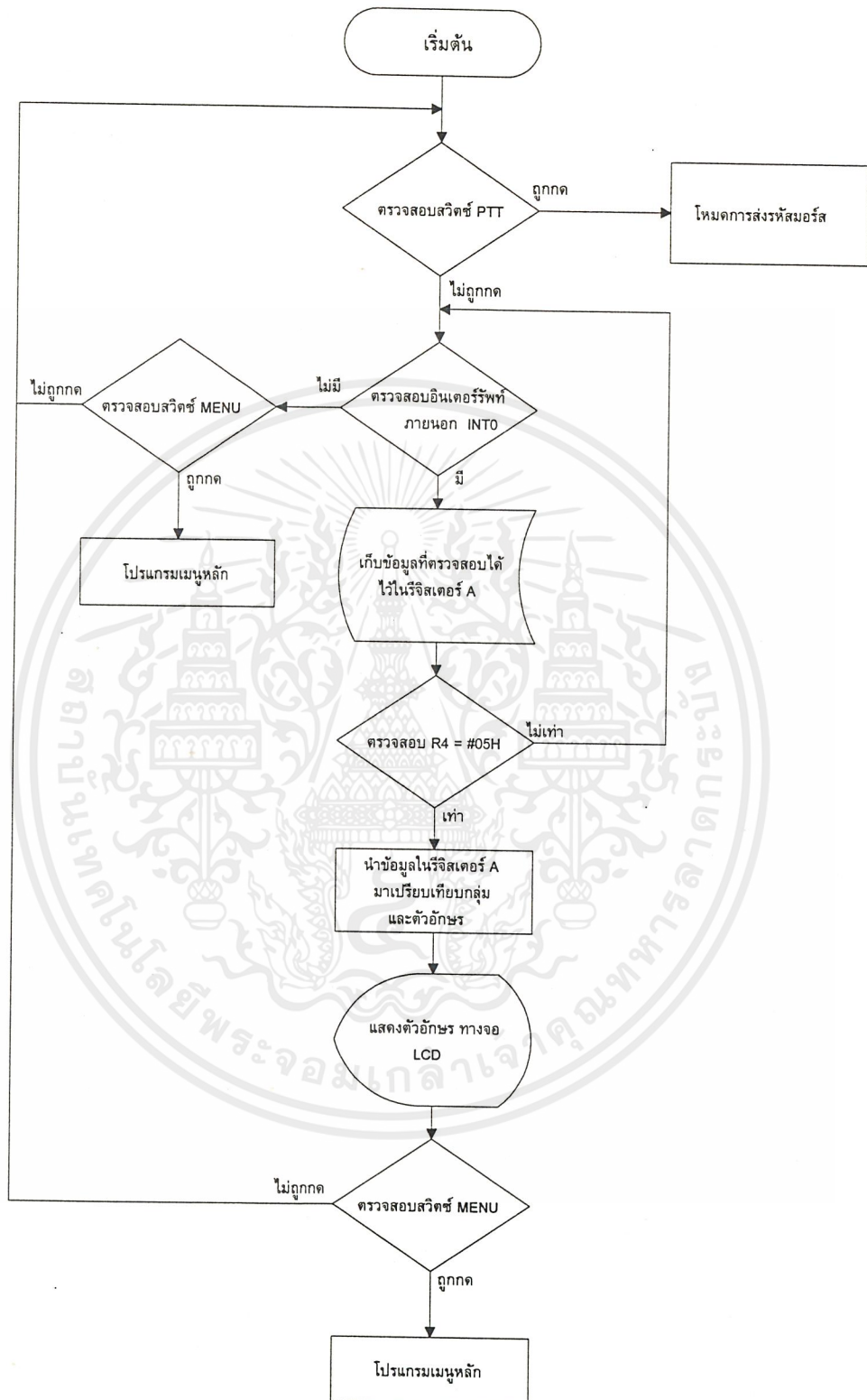
ผังการทำงาน และ โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



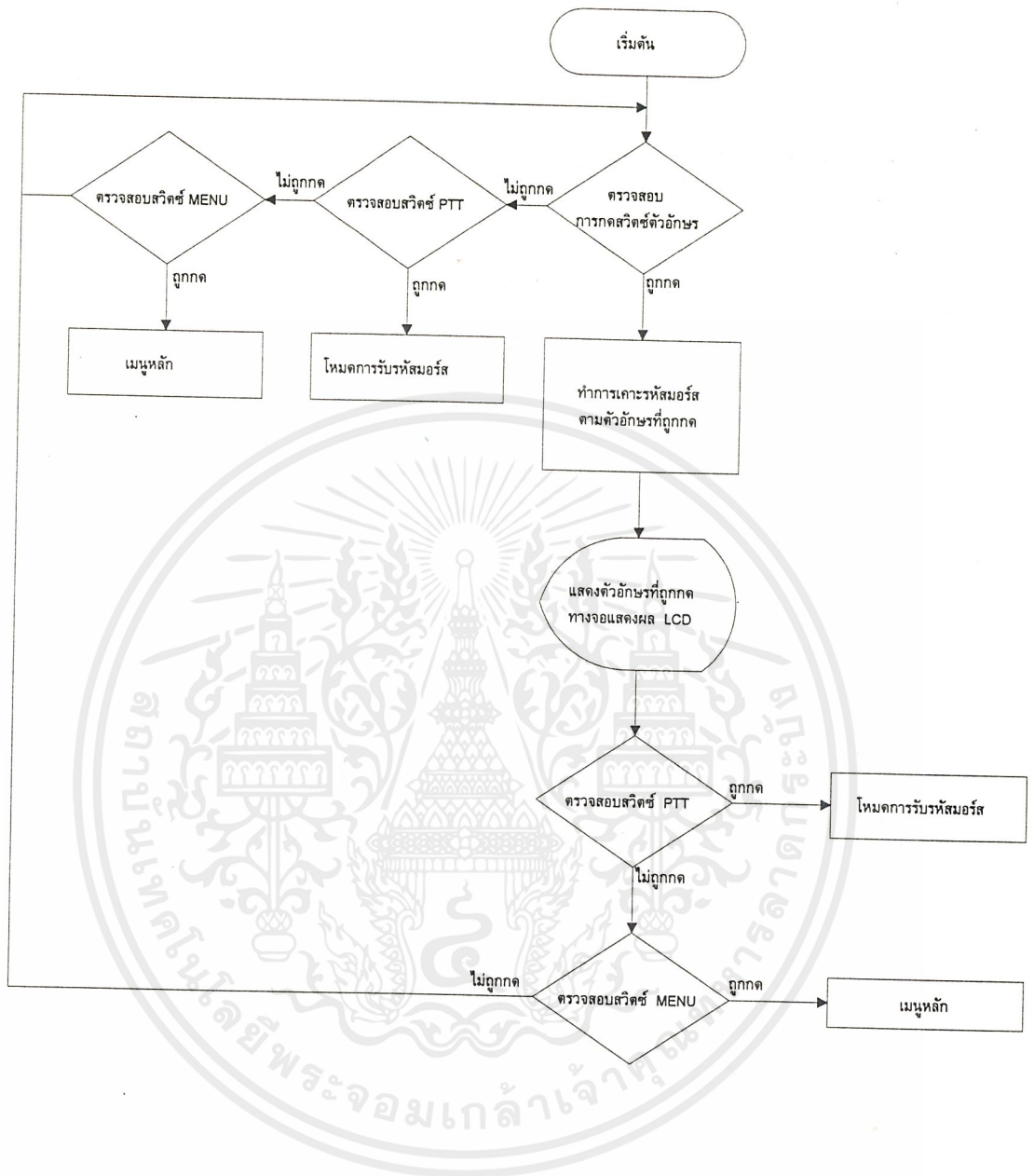
รูปที่ ค.1 แผนผังการทำงานของรายการเลือกหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



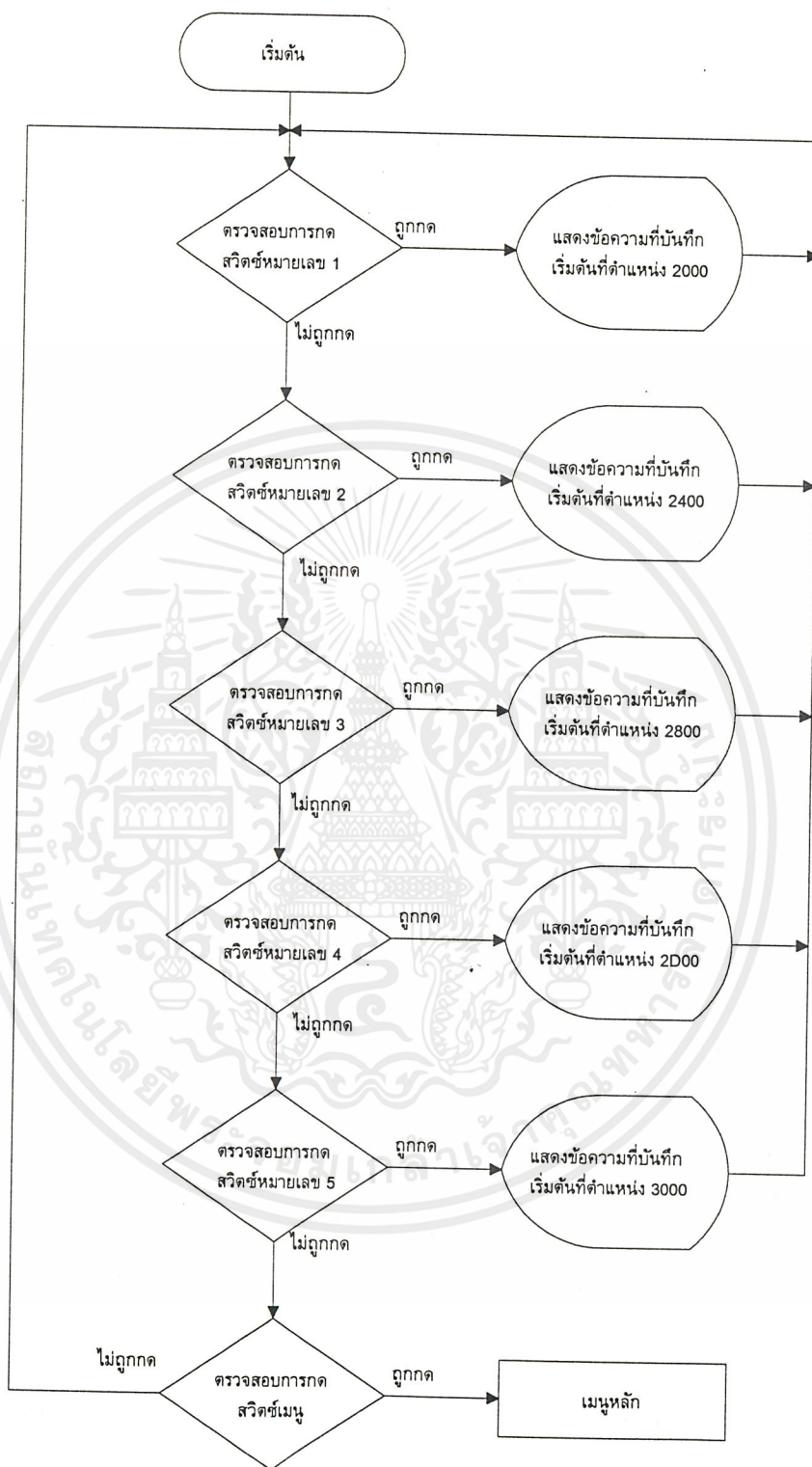
รูปที่ ค.2 แผนผังการทำงานของสภาวะการรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



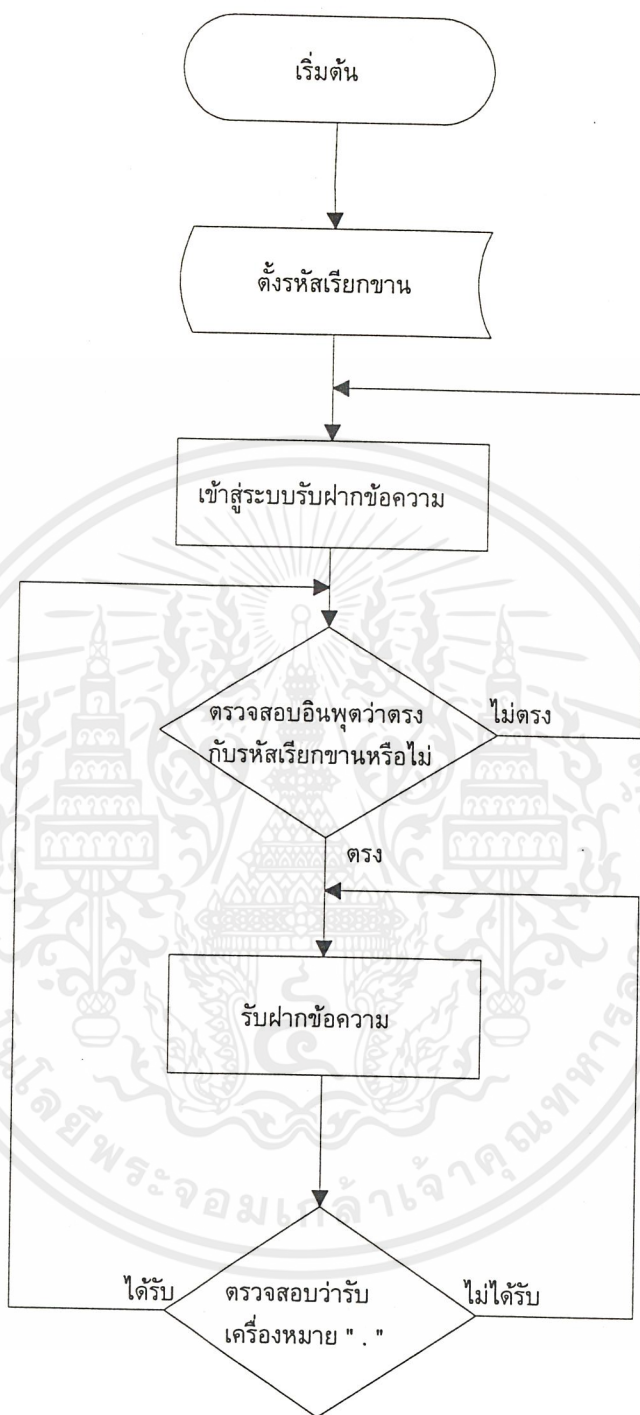
รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของสภาวะการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



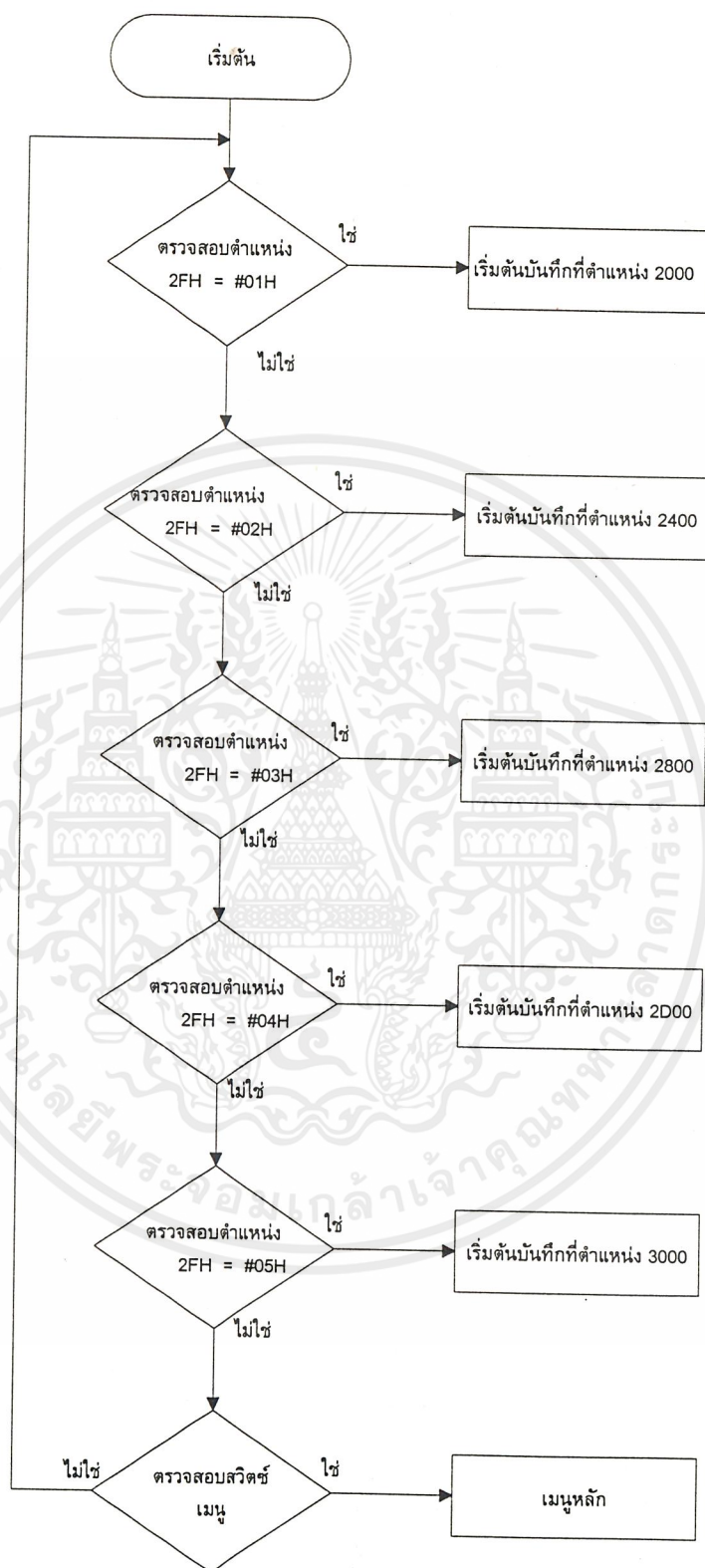
รูปที่ ค.4 แผนผังการทำงานของสภาวะอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.5 แผนผังการทำของโหมคการบันทึกข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.6 แผนผังการทำงานของกรบันทึกข้อความ 5 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมเครื่องรับ-ส่ง และบันทึกข้อความรหัสสมอรัส โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

```

LCDWI EQU 0E0C0H ;LCD write intruction
LCDLF EQU 0E0C1H ;LCD load busy flag
LCDWD EQU 0E0C2H ;LCD write data
LCDLD EQU 0E0C3H ;LCD load data
PORTA EQU 0E0E0H ;PORTA
PORTB EQU 0E0E1H ;PORTB
PORTC EQU 0E0E2H ;PORTC
CONTROL EQU 0E0E3H ;CONTROLPORT
CH11 EQU 20H ;DPH CH1
CH21 EQU 24H ;DPH CH2
CH31 EQU 28H ;DPH CH3
CH41 EQU 2DH ;DPH CH4
CH51 EQU 30H ;DPH CH5
CH1 EQU 2000H ;CHANNEL1
CH2 EQU 2400H ;CHANNEL2
CH3 EQU 2800H ;CHANNEL3
CH4 EQU 2D00H ;CHANNEL4
CH5 EQU 3000H ;CHANNEL5

ORG 0000H
SJMP START
ORG 0003H ;<---SERVICE INTO
LJMP SERVICE_INT0
ORG 000BH ;<---SERVICE TIME 0
CLR TF0
CLR TR0
INC R4
MOV TH0,#00H
MOV TL0,#00H
SETB TR0
RETI

SERVICE_INT0:
SETB TR0
CLR EA
KO: JNB P1.7,$ ;<---CHK END INTO
MOV A,P1
CJNE A,#11011111B,DA
MOV R1,#01H ;<---FIX DIT
MOV R4,#00H
INC R3
RETI

DA: CJNE A,#10111111B,BACK
MOV R1,#10H ;<---FIX DA
MOV R4,#00H
INC R3

BACK: RETI
START: LCALL DELAY
MOV R0,#0FFH
MOV DPTR,#CH1
TY: MOV A,#10100000B
MOVX @DPTR,A
INC DPL
DJNZ R0,TY
LCALL INIT
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#00000001B
LCALL WI
MOV A,#10000010B
LCALL WI
;***** WELLCOME *****
MOV A,#'W'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'C'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'O'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'M'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
;***** TO *****
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#10001011B
LCALL WI
MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'O'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
;***** MOSE *****
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#11000101B
LCALL WI
MOV A,#'M'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'O'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'S'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
;***** TRANSCEIVER *****
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#10010010B
LCALL WI
MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'R'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'N'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'S'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'C'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'V'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'R'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
LCALL DELAY1
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#0000001B
LCALL WI
MOV A,#1000000B
LCALL WI

```

```

;***** PAGE 2 'BY'*****

```

```

MOV A,#'B'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'Y'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI

```

```

;***** ED.ENGINEER'18 *****

```

```

MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#1100001B
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'D'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#' '
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'N'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'G'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'N'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'R'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'"'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'8'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI

```

```

***** KMITL *****

```

```

MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#11011000B
LCALL WI
MOV A,#'K'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'M'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'"
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
;***** MENU *****
LCALL DELAY1
MENU: MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#00000001B
LCALL WI
MOV A,#10000110B
LCALL WI
MOV A,#'M'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'N'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'U'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#11000010B
LCALL WI
MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'P'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'Y'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'B'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'C'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'K'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#10010010B
LCALL WI
MOV A,#'2'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'.'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'K'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#11010010B
LCALL WI
MOV A,#'3'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'.'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'U'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'O'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A,#'M'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'C'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
;***** INIT 8255 '1' *****
MOV DPTR,#CONTROL ;INT PORT 8255
MOV A,#10001010B
MOVX @DPTR,A
;***** COL 4 *****
COL4: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11110111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,AYA1
JMP COL5
AYA1: CJNE A,#11111011B,COL5 ;<----KEY 1
JMP PLAY
;***** COL 5 *****
COL5: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11101111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,AYA2
JMP COL6
AYA2: CJNE A,#11111101B,COL6
JMP MAN ;<----KEY 2
;***** COL 6 *****
COL6: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11011111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,AYA3
JMP COL4
AYA3: CJNE A,#11111101B,COL4
LJMP PDP ;<----KEY 3
;*****
MAN: MOV DPTR,#LCDWI ;<----BEGIN OF RECIVE
LCALL WI
MOV A,#00000001B
LCALL WI
LCALL DELAY2
;***** INT #8255 *****
MOV DPTR,#CONTROL ;INT PORT
MOV A,#10001010B
MOVX @DPTR,A
START1: LCALL INIT1
MOV R5,#00D
LCALL DELAY3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

START2:  MOV  R3,#00H
          MOV  R7,#00B
          MOV  R1,#00B
          MOV  R4,#00H
;***** COL:1 *****
          SETB ET0
          MOV  TMOD,#01H
          MOV  TH0,#00H
          MOV  TL0,#00H
TOP:      SETB EX0
          SETB EA
          MOV  DPTR,#PORTA
          MOV  A,#10111111B
          MOVX @DPTR,A
          MOV  DPTR,#PORTB
          MOVX A,@DPTR
          CJNE A,#11111111B,JKJ
          JMP  JOB
JKJ:      CJNE A,#1111110B,JOB
          MOV  DPTR,#LCDWI
          LCALL WI
          MOV  A,#00000001B
          LCALL WI
          JMP  TALK ;<-----KEY PTT
JOB:      MOV  DPTR,#PORTA
          MOV  A,#01111111B
          MOVX @DPTR,A
          MOV  DPTR,#PORTB
          MOVX A,@DPTR
          CJNE A,#11111111B,JOB1
          JMP  TOPY
JOB1:     CJNE A,#1111110B,TOY1
          LCALL INIT
          LJMP MENU
TOY1:    CJNE R1,#01H,TOY1
          MOV  A,R7
          CLR  C ;<---DIT
          RLC  A
          MOV  R7,A
          MOV  R1,#00H
          LJMP TOPY2
TOY1:    CJNE R1,#10H,TOY2
          MOV  A,R7
          SETB C ;<---DA
          RLC  A
          MOV  R7,A
          MOV  R1,#00H
TOY2:    CJNE R4,#05H,TOP
          CLR  EA
          CLR  TR0
RRR:     CJNE R5,#16D,L22 ;*
          LCALL TAR ;*
L22:     CJNE R5,#32D,L33 ;*
          LCALL TAR1 ;* SETUP LINE
L33:     CJNE R5,#48D,L44 ;*
          LCALL TAR2 ;*
L44:     CJNE R5,#64D,MC ;*
          MOV  R5,#00D ;*
          LCALL INIT1 ;*
MC:      CJNE R3,#01H,MD ;<
          JMP  AM ;<
MD:      CJNE R3,#02H,ME ;<
          JMP  BM ;<
ME:      CJNE R3,#03H,MG ;<
          JMP  CM ;< SETUP GROUP
MG:      CJNE R3,#04H,MH ;<
          JMP  DM ;<
MH:      CJNE R3,#05H,MI ;<

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    JMP EM          ;<
MI:   CJNE R3,#06H,OPP ;<
      JMP GM       ;<
OPP:  LJMP START2 ;<
;***** GROUP 1 *****
AM:   MOV A,R7
      CJNE A,#00000000B,AM1
      MOV A,#'E'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
AM1:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000001B,OOP1
      MOV A,#'T'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
OOP1: LJMP START2
;***** GROUP 2 *****
BM:   MOV A,R7
      CJNE A,#00000001B,BM2
      MOV A,#'A'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
BM2:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000000B,BM3
      MOV A,#'I'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
BM3:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000011B,BM4
      MOV A,#'M'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
BM4:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000010B,OOP2
      MOV A,#'N'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
OOP2: LJMP START2
;***** GROUP 3 *****
CM:   CLR EA
      MOV A,R7
      CJNE A,#00000100B,CM1
      MOV A,#'D'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
CM1:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000110B,CM2
      MOV A,#'G'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC R5
LJMP START2
CM2:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000101B,CM3
      MOV A,#'K'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
CM3:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000111B,CM4
      MOV A,#'O'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
CM4:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000010B,CM5
      MOV A,#'R'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
CM5:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000000B,CM6
      MOV A,#'S'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
CM6:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000001B,CM7
      MOV A,#'U'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
CM7:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000011B,OOP3
      MOV A,#'W'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
OOP3:  LJMP START2
;***** GROUP 4 *****
DM:    MOV A,R7
      CJNE A,#00001000B,DM1
      MOV A,#'B'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
DM1:  MOV A,R7
      CJNE A,#00001010B,DM2
      MOV A,#'C'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INC R5
LJMP START2
DM2:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000010B,DM3
      MOV  A,#'F'
      MOV  DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
DM3:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000000B,DM3
      MOV  A,#'H'
      MOV  DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
DM4:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000111B,DM5
      MOV  A,#'J'
      MOV  DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
DM5:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000100B,DM6
      MOV  A,#'L'
      MOV  DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
DM6:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000110B,DM7
      MOV  A,#'P'
      MOV  DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
DM7:  MOV A,R7
      CJNE A,#00001101B,DM8
      MOV  A,#'Q'
      MOV  DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
DM8:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000001B,DM9
      MOV  A,#'V'
      MOV  DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
DM9:  MOV A,R7
      CJNE A,#00001001B,DM10
      MOV  A,#'X'
      MOV  DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
      LJMP START2
DM10: MOV A,R7
      CJNE A,#00001011B,DM11

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A,#'Y'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC R5
LJMP START2
DM11:  MOV A,R7
        CJNE A,#00001100B,OOP4
        MOV A,#'Z'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        INC R5
OOP4:  LJMP START2
;***** GROUP 5 *****
EM:    MOV A,R7
        CJNE A,#00011111B,EM1
        PUSH ACC
        MOV A,#'0'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        POP ACC
        INC R5
        LJMP START2
EM1:   MOV A,R7
        CJNE A,#00001111B,EM2
        PUSH ACC
        MOV A,#'1'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        POP ACC
        INC R5
        LJMP START2
EM2:   MOV A,R7
        CJNE A,#00000111B,EM3
        PUSH ACC
        MOV A,#'2'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        POP ACC
        INC R5
        LJMP START2
EM3:   MOV A,R7
        CJNE A,#00000011B,EM4
        PUSH ACC
        MOV A,#'3'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        POP ACC
        INC R5
        LJMP START2
EM4:   MOV A,R7
        CJNE A,#00000001B,EM5
        PUSH ACC
        MOV A,#'4'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        POP ACC
        INC R5
        LJMP START2
EM5:   MOV A,R7
        CJNE A,#00000000B,EM6
        PUSH ACC

```

```

MOV A,#'5'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
POP ACC
INC R5
LJMP START2
EM6:  MOV A,R7
      CJNE A,#00010000B,EM7
      PUSH ACC
      MOV A,#'6'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      POP ACC
      INC R5
      LJMP START2
EM7:  MOV A,R7
      CJNE A,#00110000B,EM8
      PUSH ACC
      MOV A,#'7'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      POP ACC
      INC R5
      LJMP START2
EM8:  MOV A,R8
      CJNE A,#00001110B,EM9
      PUSH ACC
      MOV A,#'8'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      POP ACC
      INC R5
      LJMP START2
EM9:  MOV A,R9
      CJNE A,#00011110B,EM10
      PUSH ACC
      MOV A,#'9'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      POP ACC
      INC R5
      LJMP START2
EM10: MOV A,R7
      CJNE A,#00010010B,OOP5
      MOV A,#' '
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
OOP5:  LJMP START2
;***** GROUP 6 *****
GM:    MOV A,R7
      CJNE A,#00010101B,KKL
      MOV A,#'!'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC R5
KKL:   LJMP START2
;***** SEND *****
TALK:  MOV DPTR,#PORTC
      MOV A,#00000100B
      MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RR:  CJNE R5,#16D,L2
      LCALL TAR
L2:  CJNE R5,#32D,L3
      LCALL TAR1
L3:  CJNE R5,#48D,L4
      LCALL TAR2
L4:  CJNE R5,#64D,L1
      JMP START1
L1:  LCALL DELAY
      MOV DPTR,#PORTA
      MOV A,#1111110B
      MOVX @DPTR,A
      MOV DPTR,#PORTB
      MOVX A,@DPTR

;***** COL :1 *****
      CJNE A,#1111111B,AA
      JMP TA
AA:  CJNE A,#1111110B,BB
      JMP Q6
BB:  CJNE A,#1111101B,CC
      JMP YT
CC:  CJNE A,#1111101B,DD
      JMP QT
DD:  CJNE A,#1111011B,EE
      JMP IT
EE:  CJNE A,#1110111B,TA
      JMP AT
;***** COL :2 *****
TA:  MOV DPTR,#PORTA
      MOV A,#1111101B
      MOVX @DPTR,A
      MOV DPTR,#PORTB
      MOVX A,@DPTR
      CJNE A,#1111111B,FF
      JMP TB
FF:  CJNE A,#1111110B,GG
      JMP Q7
GG:  CJNE A,#1111101B,HH
      JMP ZT
HH:  CJNE A,#1111101B,II
      JMP RT
II:  CJNE A,#1111011B,JJ
      JMP JT
JJ:  CJNE A,#1110111B,TB
      JMP BT
;***** COL :3 *****
TB:  MOV DPTR,#PORTA
      MOV A,#1111101B
      MOVX @DPTR,A
      MOV DPTR,#PORTB
      MOVX A,@DPTR
      CJNE A,#1111111B,KK
      JMP TC
KK:  CJNE A,#1111110B,LL
      JMP Q8
LL:  CJNE A,#1111101B,MM
      JMP Q0
MM:  CJNE A,#1111101B,NN
      JMP ST
NN:  CJNE A,#1111011B,OO
      JMP KT
OO:  CJNE A,#1110111B,TC
      JMP CT
;***** COL:4 *****
TC:  MOV DPTR,#PORTA
      MOV A,#1111011B
      MOVX @DPTR,A

```

```

MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,PP
JMP TD
PP: CJNE A,#11111101B,QQ
JMP Q9
QQ: CJNE A,#11111101B,ROR
JMP Q1
ROR: CJNE A,#11111011B,SS
JMP TOT
SS: CJNE A,#11110111B,TIT
JMP LLT
TIT: CJNE A,#11101111B,TD
JMP DT
;***** COL :5 *****
TD: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11101111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,UU
JMP TE
UU: CJNE A,#11111101B,VV
JMP Q10
VV: CJNE A,#11111101B,WW
JMP Q2
WW: CJNE A,#11111011B,XX
JMP UT
XX: CJNE A,#11110111B,YY
JMP MT
YY: CJNE A,#11101111B,TE
JMP ET
;***** COL :6 *****
TE: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11011111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,AAA
JMP TF
AAA: CJNE A,#11111101B,BBB
JMP Q11
BBB: CJNE A,#11111101B,CCC
JMP Q3
CCC: CJNE A,#11111011B,DDD
JMP VT
DDD: CJNE A,#11110111B,EEE
JMP NT
EEE: CJNE A,#11101111B,TF
JMP FT
;***** COL :7 *****
TF: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#10111111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,FFF
JMP TG
FFF: CJNE A,#11111101B,GGG
JMP Q12
GGG: CJNE A,#11111101B,HHH
JMP Q4
HHH: CJNE A,#11111011B,III
JMP WT
III: CJNE A,#11110111B,JJJ
JMP OT
JJJ: CJNE A,#11101111B,TG
JMP GTT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

***** COL :8 *****
TG:  MOV DPTR,#PORTA
    MOV A,#01111111B
    MOVX @DPTR,A
    MOV DPTR,#PORTB
    MOVX A,@DPTR
    CJNE A,#11111111B,KKK
    JMP RR
KKK:  CJNE A,#11111110B,LLL
    LCALL INIT
    JMP MENU
LLL:  CJNE A,#11111101B,MMM
    JMP Q5
MMM:  CJNE A,#11111011B,NNN
    JMP XT
NNN:  CJNE A,#11110111B,OOO
    JMP PT
OOO:  CJNE A,#11101111B,PPP
    JMP HT
PPP:  JMP RR
*****
AT:  MOV A,#'A'
    MOV DPTR,#LCDWD
    MOVX @DPTR,A
    LCALL WI
    LCALL AO1
    LCALL DELAY3
    LCALL AO2
    INC R5
    JMP RR
BT:  MOV A,#'B'
    MOV DPTR,#LCDWD
    MOVX @DPTR,A
    LCALL WI
    LCALL AO2
    LCALL DELAY3
    LCALL AO1
    LCALL DELAY3
    LCALL AO1
    LCALL DELAY3
    LCALL AO1
    INC R5
    JMP RR
CT:  MOV A,#'C'
    MOV DPTR,#LCDWD
    MOVX @DPTR,A
    LCALL WI
    LCALL AO2
    LCALL DELAY3
    LCALL AO1
    LCALL DELAY3
    LCALL AO2
    LCALL DELAY3
    LCALL AO1
    INC R5
    JMP RR
DT:  MOV A,#'D'
    MOV DPTR,#LCDWD
    MOVX @DPTR,A
    LCALL WI
    LCALL AO2
    LCALL DELAY3
    LCALL AO1
    LCALL DELAY3
    LCALL AO1
    INC R5
    JMP RR
ET:  MOV A,#'E'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
LCALL AO1
INC R5
JMP RR
FT:  MOV A,#'F'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO1
INC R5
JMP RR
GTT: MOV A,#'G'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO1
INC R5
JMP RR
HT:  MOV A,#'H'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO1
INC R5
JMP RR
IT:  MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO1
INC R5
JMP RR
JT:  MOV A,#'J'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO2
INC R5
JMP RR
KT:  MOV A,#'K'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL WI
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO2
INC R5
JMP RR
LLT:  MOV A,#'L'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      JMP RR
MT:   MOV A,#'M'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      JMP RR
NT:   MOV A,#'N'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      JMP RR
OT:   MOV A,#'O'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      JMP RR
PT:   MOV A,#'P'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      JMP RR
QT:   MOV A,#'Q'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO2
INC R5
JMP RR
RT:   MOV A,#'R'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      JMP RR
ST:   MOV A,#'S'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      JMP RR
TOT:  MOV A,#'T'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      INC R5
      JMP RR
UT:   MOV A,#'U'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      JMP RR
VT:   MOV A,#'V'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      JMP RR
WT:   MOV A,#'W'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY3
LCALL AO2
INC R5
JMP RR
XT:  MOV A,#'X'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      JMP RR
YT:  MOV A,#'Y'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      JMP RR
ZT:  MOV A,#'Z'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      JMP RR
Q0:  PUSH ACC
      MOV A,#'0'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      POP ACC
      JMP RR
Q1:  PUSH ACC
      MOV A,#'1'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO2
INC R5
POP ACC
JMP RR
Q2:  PUSH ACC
      MOV A,#'2'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      POP ACC
      JMP RR
Q3:  PUSH ACC
      MOV A,#'3'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      POP ACC
      JMP RR
Q4:  PUSH ACC
      MOV A,#'4'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      POP ACC
      JMP RR
Q5:  PUSH ACC
      MOV A,#'5'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY3
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO1
LCALL DELAY3
LCALL AO1
INC R5
POP ACC
JMP RR
Q6:  PUSH ACC
      MOV A,#'6'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      POP ACC
      JMP RR
Q7:  PUSH ACC
      MOV A,#'7'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      POP ACC
      JMP RR
Q8:  PUSH ACC
      MOV A,#'8'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      POP ACC
      JMP RR
Q9:  PUSH ACC
      MOV A,#'9'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO1
INC R5
POP ACC
JMP RR
Q10:  PUSH ACC
      MOV A,#'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      INC R5
      POP ACC
      JMP RR
Q11:  PUSH ACC
      MOV A,#'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      LCALL DELAY3
      LCALL AO2
      LCALL DELAY3
      LCALL AO1
      INC R5
      POP ACC
      JMP RR
Q12:  MOV DPTR,#PORTC
      MOV A,#00000000B
      MOVX @DPTR,A
      LCALL DELAY2
      LJMP START1
;***** PLAYBACK *****
PLAY:
      MOV DPTR,#LCDWI
      LCALL WI
      MOV A,#00000001B
      LCALL WI
      MOV A,#10000001B
      LCALL WI
      MOV A,#'S'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'E'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'L'
      MOV DPTR,#LCDWD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'C'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI

```

```

MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#' '
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'C'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'H'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'N'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'N'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#' '
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#' '
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#' '
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#' '
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#' '
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'5'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
;***** SELECT CHANNEL *****
;***** INIT 8255 '1 *****
MOV DPTR,#CONTROL ;INT PORT 8255
MOV A,#10000010B
MOVX @DPTR,A
;***** COL 4 *****
COL7: LCALL DELAY
MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11110111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,AYA4
JMP COL8
AYA4: CJNE A,#1111101B,COL8
MOV R6,#01H
LJMP CHANNEL1
;***** COL 5 *****
COL8: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11101111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,AYA5
JMP COL9
AYA5: CJNE A,#1111101B,COL9
MOV R6,#02H
LJMP CHANNEL1
;***** COL 6 *****
COL9: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11011111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,AYA6
JMP COL10
AYA6: CJNE A,#1111101B,COL10
MOV R6,#03H
LJMP CHANNEL1
;***** COL :7 *****
COL10: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#10111111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,AYA7
JMP COL11
AYA7: CJNE A,#1111101B,COL11
MOV R6,#04H
LJMP CHANNEL1
;***** COL :8 *****
COL11: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#01111111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111111B,AYA8
JMP AYA8
AYA8: CJNE A,#1111110B,AYA9
LCALL INIT
LJMP MENU
AYA9: CJNE A,#1111101B,COL7
MOV R6,#05
LJMP CHANNEL1
;*****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INIT1:  MOV R4,#00
        DJNZ R4,$
        MOV A,#00111000B      ;Function set
        LCALL WI
        MOV DPTR,#LCDWI
        LCALL WI
        MOV A,#00000001B      ;Clear display
        LCALL WI
        MOV A,#00001111B      ;Display off
        LCALL WI
        MOV A,#00000000B      ;Entry mode set
        LCALL WI
        RET

```

;<-----

```

INIT:   MOV R4,#00
        DJNZ R4,$
        MOV A,#00111000B      ;Function set
        LCALL WI
        MOV DPTR,#LCDWI
        LCALL WI
        MOV A,#00000001B      ;Clear display
        LCALL WI
        MOV A,#00001100B      ;Display off
        LCALL WI
        MOV A,#00000000B      ;Entry mode set
        LCALL WI
        RET

```

;<-----

```

TAR:    MOV DPTR,#LCDWI
        LCALL WI
        MOV A,#11000000B      ;LINE2
        LCALL WI
        RET

```

```

TAR1:   MOV DPTR,#LCDWI
        LCALL WI
        MOV A,#10010000B      ;line3
        LCALL WI
        RET

```

```

TAR2:   MOV DPTR,#LCDWI
        LCALL WI
        MOV A,#11010000B      ;line4
        LCALL WI
        RET

```

;<-----

```

WI:     PUSH DPL
        PUSH DPH
        PUSH ACC
        MOVX @DPTR,A
LF:     MOV DPTR,#LCDLF
LDLF:   MOVX A,@DPTR          ;Test busy flag
        ANL A,#10000000B
        JNZ LDLF
        POP ACC
        POP DPH
        POP DPL
        RET

```

;<-----

```

DELAY:  PUSH DPH
        PUSH DPL
        MOV R0,#02H
DL1:    MOV R1,#0FH
DL2:    MOV R2,#055H
DL3:    NOP
        DJNZ R2,DL3
        DJNZ R1,DL2
        DJNZ R0,DL1
        POP DPH
        POP DPL

```

```

RET
DELAY1:  PUSH DPH
        PUSH DPL
        MOV R0,#030H
DL11:    MOV R1,#0fH
DL22:    MOV R2,#030H
DL33:    NOP
        DJNZ R2,DL33
        DJNZ R1,DL22
        DJNZ R0,DL11
        POP DPH
        POP DPL
        RET
DELAY2:  PUSH DPH
        PUSH DPL
        MOV R0,#010H
DL111:   MOV R1,#0fH
DL222:   MOV R2,#010H
DL333:   NOP
        DJNZ R2,DL333
        DJNZ R1,DL222
        DJNZ R0,DL111
        POP DPH
        POP DPL
        RET
DELAY3:  PUSH DPH
        PUSH DPL
        MOV R0,#010H
DL1111:  MOV R1,#0fH
DL2222:  MOV R2,#05H
DL3333:  NOP
        DJNZ R2,DL3333
        DJNZ R1,DL2222
        DJNZ R0,DL1111
        POP DPH
        POP DPL
        RET
;*****
AO1:
        PUSH ACC
        PUSH DPH
        PUSH DPL
        MOV DPTR,#PORTC
        MOV A,#00000101B
        MOVX @DPTR,A      ;<---- DIT /
        LCALL DELAY3
        MOV DPTR,#PORTC
        MOV A,#00000100B
        MOVX @DPTR,A
        POP DPL
        POP DPH
        POP ACC
        RET
AO2:
        PUSH ACC
        PUSH DPH
        PUSH DPL
        MOV DPTR,#PORTC
        MOV A,#00000110B
        MOVX @DPTR,A      ;<----DA /
        LCALL DELAY2
        MOV DPTR,#PORTC
        MOV A,#00000100B
        MOVX @DPTR,A
        POP DPL
        POP DPH
        POP ACC
        RET
;*****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PDP:   LCALL INITI
        MOV DPTR,#LCDWI
        LCALL WI
        MOV A,#10000001B
        LCALL WI
        MOV A,#'M'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'O'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'D'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'E'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#' '
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'A'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'U'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'T'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'O'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'M'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'A'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'T'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'I'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'C'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV DPTR,#LCDWI
        LCALL WI
        MOV A,#10010001B
        LCALL WI
        MOV A,#'C'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL WI
MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'S'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'G'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'N'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'.'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
;*****
TEEN:  MOV R1,#30H  ;*
        MOV R0,0CH  ;*
N1:    MOV @R1,#00H ;*
        INC R1      ;*
        DJNZ R0,N1  ;* <<<<< CLR CHR CALLSIGN
        MOV R1,#20H ;*
        MOV R0,06H  ;*
N2:    MOV @R1,#' ' ;*
        INC R1      ;*
        DJNZ R0,N2  ;*
        MOV 3CH,#30H < SET BEGIN OF CHR
        MOV 3DH,#20H <
        MOV 3EH,#36H <
;***** COL :1 *****
RAT:   LCALL DELAY
        MOV DPTR,#PORTA
        MOV A,#11111110B
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTB
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#11111111B,K1
        JMP KC2
K1:    CJNE A,#11111110B,K2
        JMP Q62
K2:    CJNE A,#111111101B,K3
        JMP YT2
K3:    CJNE A,#111111011B,K4
        JMP QT2
K4:    CJNE A,#111110111B,K5
        JMP IT2
K5:    CJNE A,#11101111B,KC2
        JMP AT2
;***** COL :2 *****
KC2:   MOV DPTR,#PORTA

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A,#1111101B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#1111111B,K6
JMP KC3
K6: CJNE A,#1111110B,K7
JMP Q72
K7: CJNE A,#1111101B,K8
JMP ZT2
K8: CJNE A,#1111011B,K9
JMP RT2
K9: CJNE A,#1111011B,K10
JMP JT2
K10: CJNE A,#1110111B,KC3
JMP BT2
;***** COL :3 *****
KC3: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11111011B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#1111111B,K11
JMP . KC4
K11: CJNE A,#1111110B,K12
JMP Q82
K12: CJNE A,#1111101B,K13
JMP Q02
K13: CJNE A,#1111011B,K14
JMP ST2
K14: CJNE A,#1111011B,K15
JMP KT2
K15: CJNE A,#1110111B,KC4
JMP CT2
;***** COL:4 *****
KC4: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11110111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#1111111B,K16
JMP KC5
K16: CJNE A,#1111110B,K17
JMP Q92
K17: CJNE A,#1111101B,K18
JMP QN2
K18: CJNE A,#1111011B,K19
JMP TOT2
K19: CJNE A,#1111011B,K20
JMP LLT2
K20: CJNE A,#1110111B,H1
JMP . DT2
H1: LJMP KC5
;***** COL :5 *****
KC5: MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11101111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#1111111B,K21
JMP KC6
K21: CJNE A,#1111110B,K22
JMP Q102
K22: CJNE A,#1111101B,K23
JMP Q22
K23: CJNE A,#1111011B,K24
JMP UT2
K24: CJNE A,#1111011B,K25

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

      JMP MT2
K25:  CJNE A,#11101111B,KC6
      JMP E02
;***** COL :6 *****
KC6:  MOV DPTR,#PORTA
      MOV A,#11011111B
      MOVX @DPTR,A
      MOV DPTR,#PORTB
      MOVX A,@DPTR
      CJNE A,#11111111B,K26
      JMP KC7
K26:  CJNE A,#11111110B,K27
      JMP Q103
K27:  CJNE A,#11111101B,K28
      JMP Q32
K28:  CJNE A,#11111011B,K29
      JMP VT2
K29:  CJNE A,#11110111B,K30
      JMP NT2
K30:  CJNE A,#11101111B,KC7
      JMP FT2
;***** COL :7 *****
KC7:  MOV DPTR,#PORTA
      MOV A,#10111111B
      MOVX @DPTR,A
      MOV DPTR,#PORTB
      MOVX A,@DPTR
      CJNE A,#11111111B,K31
      JMP KC8
K31:  CJNE A,#1111110B,K32
      JMP SHO
K32:  CJNE A,#1111101B,K33
      JMP Q42
K33:  CJNE A,#11111011B,K34
      JMP WT2
K34:  CJNE A,#11110111B,K35
      JMP OT2
K35:  CJNE A,#11101111B,KC8
      JMP GTT2
;***** COL :8 *****
KC8:  MOV DPTR,#PORTA
      MOV A,#01111111B
      MOVX @DPTR,A
      MOV DPTR,#PORTB
      MOVX A,@DPTR
      CJNE A,#11111111B,K36
      JMP RAT
K36:  CJNE A,#1111110B,K37
      LCALL INIT
      JMP MENU
K37:  CJNE A,#1111101B,K38
      JMP Q52
K38:  CJNE A,#11111011B,K39
      JMP XT2
K39:  CJNE A,#11110111B,K40
      JMP P02
K40:  CJNE A,#11101111B,K41
      JMP HT2
K41:  JMP RAT
;-----<
AT2:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'A'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#02H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00000001B
      MOV A,#'A'

```

```

MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
BT2:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'B'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#04H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00001000B
      MOV A,#'B'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      JMP RAT
CT2:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'C'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#04H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00001010B
      MOV A,#'C'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      JMP RAT
DT2:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'D'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#03H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00000100B
      MOV A,#'D'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      JMP RAT
E02:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'E'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#01H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00000000B
      MOV A,#'E'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      JMP RAT
FT2:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'F'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#04H
      MOV R0,3CH

```

```

MOV @R0,#00000010B
MOV A,#'F'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
GTT2:  MOV R0,3DH
MOV @R0,#'G'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#03H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000110B
MOV A,#'G'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
HT2:   MOV R0,3DH
MOV @R0,#'H'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#04H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000000B
MOV A,#'H'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
IT2:   MOV R0,3DH
MOV @R0,#'I'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#02H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000000B
MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
JT2:   MOV R0,3DH
MOV @R0,#'J'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#04H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000111B
MOV A,#'J'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
KT2:   MOV R0,3DH
MOV @R0,#'K'
MOV R0,3EH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV @R0,#03H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000101B
MOV A,#'K'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
LLT2:  MOV R0,3DH
MOV @R0,#'L'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#04H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000100B
MOV A,#'L'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
MT2:   MOV R0,3DH
MOV @R0,#'M'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#02H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000011B
MOV A,#'M'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
NT2:   MOV R0,3DH
MOV @R0,#'N'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#02H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000010B
MOV A,#'N'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
OT2:   MOV R0,3DH
MOV @R0,#'O'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#03H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000111B
MOV A,#'O'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3CH
INC 3EH
JMP RAT
P02:   MOV R0,3DH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV @R0,#'P'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#04H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000110B
MOV A,#'P'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
QT2:  MOV R0,3DH
MOV @R0,#'Q'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#04H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00001101B
MOV A,#'Q'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
RT2:  MOV R0,3DH
MOV @R0,#'R'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#03H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000010B
MOV A,#'R'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
ST2:  MOV R0,3DH
MOV @R0,#'S'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#03H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000000B
MOV A,#'S'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
TOT2: MOV R0,3DH
MOV @R0,#'T'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#01H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000001B
MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH

```

```

UT2:    JMP RAT
        MOV R0,3DH
        MOV @R0,#'U'
        MOV R0,3EH
        MOV @R0,#03H
        MOV R0,3CH
        MOV @R0,#00000001B
        MOV A,#'U'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        INC 3DH
        INC 3EH
        INC 3CH
        JMP RAT

VT2:    MOV R0,3DH
        MOV @R0,#'V'
        MOV R0,3EH
        MOV @R0,#04H
        MOV R0,3CH
        MOV @R0,#00000001B
        MOV A,#'V'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        INC 3DH
        INC 3EH
        INC 3CH
        JMP RAT

WT2:    MOV R0,3DH
        MOV @R0,#'W'
        MOV R0,3EH
        MOV @R0,#03H
        MOV R0,3CH
        MOV @R0,#00000011B
        MOV A,#'W'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        INC 3DH
        INC 3EH
        INC 3CH
        JMP RAT

XT2:    MOV R0,3DH
        MOV @R0,#'X'
        MOV R0,3EH
        MOV @R0,#04H
        MOV R0,3CH
        MOV @R0,#00001001B
        MOV A,#'X'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        INC 3DH
        INC 3EH
        INC 3CH
        JMP RAT

YT2:    MOV R0,3DH
        MOV @R0,#'Y'
        MOV R0,3EH
        MOV @R0,#04H
        MOV R0,3CH
        MOV @R0,#00001011B
        MOV A,#'Y'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        INC 3DH

```

```

INC 3EH
INC 3CH
JMP RAT
ZT2:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'Z'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#04H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00001100B
      MOV A,#'Z'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      JMP RAT
Q02:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'0'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#05H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00011111B
      PUSH ACC
      MOV A,#'0'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      POP ACC
      JMP RAT
Q02:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'1'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#05H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00001111B
      PUSH ACC
      MOV A,#00110001B
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      POP ACC
      JMP RAT
Q22:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'2'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#04H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00000111B
      PUSH ACC
      MOV A,#'2'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      POP ACC
      JMP RAT
Q32:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'3'
      MOV R0,3EH

```

```

MOV @R0,#05H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000011B
PUSH ACC
MOV A,#'3'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
POP ACC
JMP RAT
Q42: MOV R0,3DH
MOV @R0,#'4'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#05H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000001B
PUSH ACC
MOV A,#'4'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
POP ACC
JMP RAT
Q52: MOV R0,3DH
MOV @R0,#'5'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#05H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00000000B
PUSH ACC
MOV A,#'5'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
POP ACC
JMP RAT
Q62: MOV R0,3DH
MOV @R0,#'6'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#05H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00010000B
PUSH ACC
MOV A,#'6'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
POP ACC
JMP RAT
Q72: MOV R0,3DH
MOV @R0,#'7'
MOV R0,3EH
MOV @R0,#05H
MOV R0,3CH
MOV @R0,#00011000B
PUSH ACC

```

```

MOV A,#'7'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
POP ACC
JMP RAT
Q82:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'8'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#05H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00011100B
      PUSH ACC
      MOV A,#'8'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      POP ACC
      JMP RAT
Q92:  MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'9'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#05H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00011110B
      PUSH ACC
      MOV A,#'9'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      POP ACC
      JMP RAT
Q102: MOV R0,3DH
      MOV @R0,#'!'
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#06H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00010101B
      PUSH ACC
      MOV A,#'!'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      INC 3DH
      INC 3EH
      INC 3CH
      POP ACC
      JMP RAT
Q103: MOV R0,3DH
      MOV @R0,#' '
      MOV R0,3EH
      MOV @R0,#06H
      MOV R0,3CH
      MOV @R0,#00010010B
      PUSH ACC
      MOV A,#' '
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI

```

```

INC 3DH
INC 3EH
INC 3CH
POP ACC
JMP RAT
;*****
SHO:  MOV 2FH,#01H ;SET CHANNEL START
      MOV R0,3DH ;FIX END OF CALL SIGN
      MOV @R0,#':'
      LCALL INIT1
      MOV DPTR,#LCDWI
      LCALL WI
      MOV A,#10000010B
      LCALL WI
      MOV A,#'Y'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'O'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'U'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'R'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#' '
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'A'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'L'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'L'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'S'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'I'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'G'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'N'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV DPTR,#LCDWI
      LCALL WI

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A,#10010010B
LCALL WI
MOV A,20H
CJNE A,#:',PS1
JMP KING
PS1:  MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,21H
      CJNE A,#:',PS2
      JMP KING
PS2:  MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,22H
      CJNE A,#:',PS3
      JMP KING
PS3:  MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,23H
      CJNE A,#:',PS4
      JMP KING
PS4:  MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,24H
      CJNE A,#:',PS5
      JMP KING
PS5:  MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,25H
      CJNE A,#:',PS6
      JMP KING
PS6:  MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
KING: MOV DPTR,#LCDWI
      LCALL WI
      MOV A,#11011011B
      LCALL WI
      MOV A,#'('
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'Y'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI

      MOV A,#'N'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
      MOV A,#')'
      MOV DPTR,#LCDWD
      MOVX @DPTR,A
      LCALL WI
;***** LOOP CALLSIGN *****
RING: LCALL DELAY
      MOV DPTR,#PORTA
      MOV A,#11111110B
      MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11111101B,RING1
JMP RING3
RING1:  MOV DPTR,#PORTA
MOV A,#11011111B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#11110111B,RING
LJMP PDP      ;<-----PLAYBACK
;-----
RING3:  MOV A,20H
CJNE A,#',TWU      ;<-----CHK END OF CALLSIGN
LJMP PDP
TWU:    LCALL INIT
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#11000001B
LCALL WI
MOV A,#'M'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'O'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'D'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#''
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'U'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'O'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'M'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'A'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'T'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'C'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
;-----
STYE:  MOV 27H,#00H ;<---BEGIN OF CODE
STYE1:  MOV R3,#00H
        MOV R7,#00B
        MOV R1,#00H
        MOV R4,#00H
        SETB ET0
        MOV TMOD,#01H
        MOV TH0,#00H
        MOV TL0,#00H
STYE2:  SETB EX0
        SETB EA
        MOV DPTR,#PORTA
        MOV A,#01111111B
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTB
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#11111111B,STYE4
        JMP POPY
STYE4:  CJNE A,#11111110B,POPY
        LCALL INIT
        LJMP MENU ;<---GO BACK MENU
POPY:   CJNE R1,#01H,POPY1
        MOV A,R7
        CLR C ;<---DIT
        RLC A
        MOV R7,A
        MOV R1,#00H
        LJMP POPY2
NOR:    LJMP CODE1
POPY1:  CJNE R1,#10H,POPY2
        MOV A,R7
        SETB C ;<---DA
        RLC A
        MOV R7,A
        MOV R1,#00H
POPY2:  CJNE R4,#05H,STYE2
;***** CHK CODE *****
        CLR EA
        CLR TR0
CODE0:  MOV A,27H
        CJNE A,#00H,NOR
        MOV A,R3
        CJNE A,36H,STYE ;<---INDEX GROUP
        MOV A,R7
        CJNE A,30H,STYE ;H
;***** PRINT RECIVE CALLSIGN *****
        MOV DPTR,#LCDWI
        LCALL WI
        MOV A,#00000001B
        LCALL WI
        MOV A,#10000011B
        LCALL WI
        MOV A,#'R'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        MOV A,#'E'
        MOV DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL WI
MOV A,#'C'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'V'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'I'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'N'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'G'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI

```

```
-----
```

```

MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#10010101B
LCALL WI
MOV A,20H
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 27H
MOV A,21H
CJNE A,#',MAR
LJMP THA

```

```
MAR: LJMP STYE1
```

```

CODE1: MOV A,27H
CJNE A,#01H,CODE2
MOV A,R3
CJNE A,37H,KIK ;INDEX GROUP
MOV A,R7
CJNE A,31H,KIK
MOV A,21H
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 27H
MOV A,22H
CJNE A,#',JIK
LJMP THA

```

```

CODE2: MOV A,27H
CJNE A,#02H,CODE3
MOV A,R3
CJNE A,38H,KIK ;INDEX GROUP
MOV A,R7
CJNE A,32H,KIK
MOV A,22H
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
INC 27H
MOV A,23H
CJNE A,#',JIK
LJMP THA

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CODE3:  MOV  A,27H
        CJNE A,#03H,CODE4
        MOV  A,R3
        CJNE A,39H,KIK      ;INDEX GROUP
        MOV  A,R7
        CJNE A,33H,KIK
        MOV  A,23H
        MOV  DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        INC  27H
        MOV  A,24H
        CJNE A,#:,JIK
        LJMP THA
JK:     LJMP  STYE1
CODE4:  MOV  A,27H
        CJNE A,#04H,CODE5
        MOV  A,R3
        CJNE A,3AH,KIK
        MOV  A,R7
        CJNE A,34H,KIK
        MOV  A,24H
        MOV  DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
        INC  27H
        MOV  A,25H
        CJNE A,#:,JIK
        LJMP THA
KIK:    LJMP  STYE
CODE5:  MOV  A,27H
        CJNE A,#05H,KIK
        MOV  A,R3
        CJNE A,3BH,KIK
        MOV  A,R7
        CJNE A,35H,KIK
        MOV  A,25H
        MOV  DPTR,#LCDWD
        MOVX @DPTR,A
        LCALL WI
;*****
THA:    MOV  DPTR,#PORTC
        MOV  A,#00000100B
        MOVX @DPTR,A
        LCALL DELAY
        LCALL DELAY
        LCALL AO2
        LCALL DELAY3 ;N
        LCALL AO1
        LCALL DELAY
        LCALL DELAY
        LCALL AO2
        LCALL DELAY3
        LCALL AO2 ;O
        LCALL DELAY3
        LCALL AO2
        LCALL DELAY
        LCALL DELAY
        LCALL AO2
        LCALL DELAY3
        LCALL AO1 ;B
        LCALL DELAY3
        LCALL AO1
        LCALL DELAY3
        LCALL AO1
        LCALL DELAY
        LCALL DELAY
        LCALL AO2

```

```

LCALL DELAY3
LCALL AO2 ;O
LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY
LCALL DELAY
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO1 ;D
LCALL DELAY3
LCALL AO1
LCALL DELAY
LCALL DELAY
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO1
LCALL DELAY3 ;Y
LCALL AO2
LCALL DELAY3
LCALL AO2
LCALL DELAY
LCALL DELAY
MOV DPTR,#PORTC
MOV A,#00000000B
MOVX @DPTR,A
;***** BUSY *****
PEN: LCALL INIT
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#10010110B
LCALL WI
MOV A,#'B'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'U'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'S'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'Y'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
;*****
;RECIVE MASSEAGE
;*****
MOV A,2FH ;/*
CJNE A,#01H,C_H2 ;/*
MOV 28H,#CH11 ;/*
MOV 29H,#00H ;/*
LJMP KONG ;/*
C_H2: CJNE A,#02H,C_H3 ;/*
MOV 28H,#CH21 ;/*
MOV 29H,#00H ;/*
LJMP KONG ;/*
C_H3: CJNE A,#03H,C_H4 ;/*
MOV 28H,#CH31 ;/*
MOV 29H,#00H ;/* DETECT CHANNEL FOR REC
LJMP KONG ;/*
C_H4: CJNE A,#04H,C_H5 ;/*
MOV 28H,#CH41 ;/*
MOV 29H,#00H ;/*
;/*
LJMP KONG ;/*

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

C_H5:  CJNE  A,#05H,KONG  ;/*
        MOV  28H,#CH51    ;/*
        MOV  29H,#00H     ;/*
                ;/*
;*****
KONG:   MOV  R3,#00H
        MOV  R7,#00H
        MOV  R1,#00H
        MOV  R4,#00H
;***** COL:1 *****
        MOV  TMOD,#01H
        MOV  TH0,#00H
        MOV  TL0,#00H
CAK:    SETB  EX0
        SETB  EA
        SETB  ET0
SONY:   CJNE  R1,#01H,SONY1
        MOV  A,R7
        CLR  C
        RLC  A
        MOV  R7,A
        MOV  R1,#00H
        LJMP SONY2
SONY1:  CJNE  R1,#10H,SONY2
        MOV  A,R7
        SETB C
        RLC  A
        MOV  R7,A
        MOV  R1,#00H
SONY2:  CJNE  R4,#05H,CAK
        CLR  EA
        CLR  TR0
SC:     CJNE  R3,#01H,SD
        LJMP GA
SD:     CJNE  R3,#02H,SE
        LJMP GB
SE:     CJNE  R3,#03H,SG
        LJMP GC
SG:     CJNE  R3,#04H,SH
        LJMP GD
SH:     CJNE  R3,#05H,SI
        LJMP G_E
SI:     CJNE  R3,#06H,SPP
        LJMP GF
SPP:    LJMP  KONG
GA:     MOV  A,R7
        CJNE A,#00000000B,GA2
        MOV  A,#'E'
        MOV  DPH,28H
        MOV  DPL,29H
        MOVX @DPTR,A
        INC  29H
        LJMP KONG
GA2:    MOV  A,R7
        CJNE A,#00000001B,SSP1
        MOV  A,#'T'
        MOV  DPH,28H
        MOV  DPL,29H
        MOVX @DPTR,A
        INC  29H
SSP1:   LJMP  KONG
GB:     MOV  A,R7
        CJNE A,#00000001B,GB1
        MOV  A,#'A'
        MOV  DPH,28H
        MOV  DPL,29H
        MOVX @DPTR,A
        INC  29H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LJMP KONG
GB1:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000000B,GB2
      MOV A,#'I'
      MOVX @DPTR,A
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GB2:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000011B,GB3
      MOV A,#'M'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GB3:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000010B,SSP2
      MOV A,#'N'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H

SSP2:  LJMP KONG
GC:    MOV A,R7
      CJNE A,#00000100B,GC1
      MOV A,#'D'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GC1:   MOV A,R7
      CJNE A,#00000110B,GC2
      MOV A,#'G'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GC2:   MOV A,R7
      CJNE A,#00000101B,GC3
      MOV A,#'K'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GC3:   MOV A,R7
      CJNE A,#00000111B,GC4
      MOV A,#'O'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GC4:   MOV A,R7
      CJNE A,#00000010B,GC5
      MOV A,#'R'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H

```

```

GC5:  L JMP KONG
      MOV A,R7
      CJNE A,#00000000B,GC6
      MOV A,#'S'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      L JMP KONG
GC6:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000001B,GC7
      MOV A,#'U'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      L JMP KONG
GC7:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000011B,SSP3
      MOV A,#'W'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
SSP3: L JMP KONG
GD:   MOV A,R7
      CJNE A,#00001000B,GD1
      MOV A,#'B'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      L JMP KONG
GD1:  MOV A,R7
      CJNE A,#00001010B,GD2
      MOV A,#'C'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      L JMP KONG
GD2:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000010B,GD3
      MOV A,#'F'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      L JMP KONG
GD3:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000000B,GD4
      MOV A,#'H'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      L JMP KONG
GD4:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000111B,GD5
      MOV A,#'J'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      L JMP KONG
GD5:  MOV A,R7

```

```

CJNE A,#00000100B,GD6
MOV A,#'L'
MOV DPH,28H
MOV DPL,29H
MOVX @DPTR,A
INC 29H
LJMP KONG
GD6:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000110B,GD7
      MOV A,#'P'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GD7:  MOV A,R7
      CJNE A,#00001101B,GD8
      MOV A,#'Q'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GD8:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000001B,GD9
      MOV A,#'V'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GD9:  MOV A,R7
      CJNE A,#00001001B,GD10
      MOV A,#'X'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GD10: MOV A,R7
      CJNE A,#00001011B,GD11
      MOV A,#'Y'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
GD11: MOV A,R7
      CJNE A,#00001100B,SSP4
      MOV A,#'Z'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      LJMP KONG
SSP4:  MOV A,R7
G_E:  MOV A,R7
      CJNE A,#00011111B,GE1
      PUSH ACC
      MOV A,#'0'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      POP ACC
      LJMP KONG
GE1:  MOV A,R7
      CJNE A,#00001111B,GE2
      PUSH ACC

```

```

MOV A,#'1'
MOV DPH,28H
MOV DPL,29H
MOVX @DPTR,A
INC 29H
POP ACC
LJMP KONG
GE2:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000111B,GE3
      PUSH ACC
      MOV A,#'2'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      POP ACC
      LJMP KONG
GE3:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000011B,GE4
      PUSH ACC
      MOV A,#'3'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      POP ACC
      LJMP KONG
GE4:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000001B,GE5
      PUSH ACC
      MOV A,#'4'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      POP ACC
      LJMP KONG
GE5:  MOV A,R7
      CJNE A,#00000000B,GE6
      PUSH ACC
      MOV A,#'5'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      POP ACC
      LJMP KONG
GE6:  MOV A,R7
      CJNE A,#00010000B,GE7
      PUSH ACC
      MOV A,#'6'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      POP ACC
      LJMP KONG
GE7:  MOV A,R7
      CJNE A,#00011000B,GE8
      PUSH ACC
      MOV A,#'7'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      POP ACC
      LJMP KONG
GE8:  MOV A,R7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE A,#00011100B,GE9
PUSH ACC
MOV A,#'8'
MOV DPH,28H
MOV DPL,29H
MOVX @DPTR,A
INC 29H
POP ACC
LJMP KONG
GE9:  MOV A,R7
      CJNE A,#00011110B,GE10
      PUSH ACC
      MOV A,#'9'
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
      POP ACC
      LJMP KONG
GE10: MOV A,R7
      CJNE A,#00010010B,SSP5
      MOV A,#''
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX @DPTR,A
      INC 29H
SSP5: LJMP KONG
GF:   MOV A,R7
      CJNE A,#00010101B,SSP5
      PUSH DPH
      PUSH DPL
      MOV DPH,28H
      MOV DPL,29H
      MOVX A,@DPTR
      POP DPL
      POP DPH
      MOV A,#10100000B
      MOV DPTR,#LCDWI
      LCALL WI
      MOVX @DPTR,A
      INC 2FH
      LJMP TWU
;*****
CHANNEL1: MOV DPTR,#LCDWI
          LCALL WI
          MOV A,#00000001B
          LCALL WI
          MOV A,#10000100B
          LCALL WI
          MOV A,#'M'
          MOV DPTR,#LCDWD
          MOVX @DPTR,A
          LCALL WI
          MOV A,#'E'
          MOV DPTR,#LCDWD
          MOVX @DPTR,A
          LCALL WI
          MOV A,#'S'
          MOV DPTR,#LCDWD
          MOVX @DPTR,A
          LCALL WI
          MOV A,#'S'
          MOV DPTR,#LCDWD
          MOVX @DPTR,A
          LCALL WI
          MOV A,#'A'
          MOV DPTR,#LCDWD
          MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL WI
MOV A,#'G'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
MOV A,#'E'
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
LCALL DELAY
LCALL DELAY
LCALL DELAY
LCALL DELAY
LCALL DELAY
LCALL DELAY
LCALL INIT
PUSH DPH
PUSH DPL
MOV A,R6
CJNE A,#01H,SAMA
MOV DPTR,#CH1 ;<-----FIX ADDRESS CH1
MOV R0,#16D
JMP JAAK
SAMA: CJNE A,#02H,SAMA1
MOV DPTR,#CH2 ;<-----FIX ADDRESS CH2
MOV R0,#16D
JMP JAAK
SAMA1: CJNE A,#03H,SAMA2
MOV DPTR,#CH3 ;<-----FIX ADDRESS CH3
MOV R0,#16D
JMP JAAK
SAMA2: CJNE A,#04H,SAMA3
MOV DPTR,#CH4 ;<-----FIX ADDRESS CH4
MOV R0,#16D
JMP JAAK
SAMA3: CJNE A,#05H,$
MOV DPTR,#CH5 ;<-----FIX ADDRESS CH5
MOV R0,#16D
JAAK: MOVX A,@DPTR
PUSH DPH
PUSH DPL
MOV DPTR,#LCDWD ;<-----FIRST LINE
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
POP DPL
POP DPH
INC DPL
DJNZ R0,JAAK
PUSH DPH
PUSH DPL
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#11000000B ;<-----SECOND LINE
LCALL WI
POP DPL
POP DPH
MOV R0,#16D
JAAK2: MOVX A,@DPTR
PUSH DPH
PUSH DPL
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
POP DPL
POP DPH
INC DPL
DJNZ R0,JAAK2
PUSH DPH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PUSH DPL
MOV DPTR,#LCDWI
LCALL WI
MOV A,#10010000B ;<----THIRD LINE
LCALL WI
POP DPL
POP DPH
MOV R0,#16D
JAAK3: MOVX A,@DPTR
PUSH DPH
PUSH DPL
MOV DPTR,#LCDWD
MOVX @DPTR,A
LCALL WI
POP DPL
POP DPH
INC DPL
DJNZ R0,JAAK3
LJMP COL7
-----
END

```



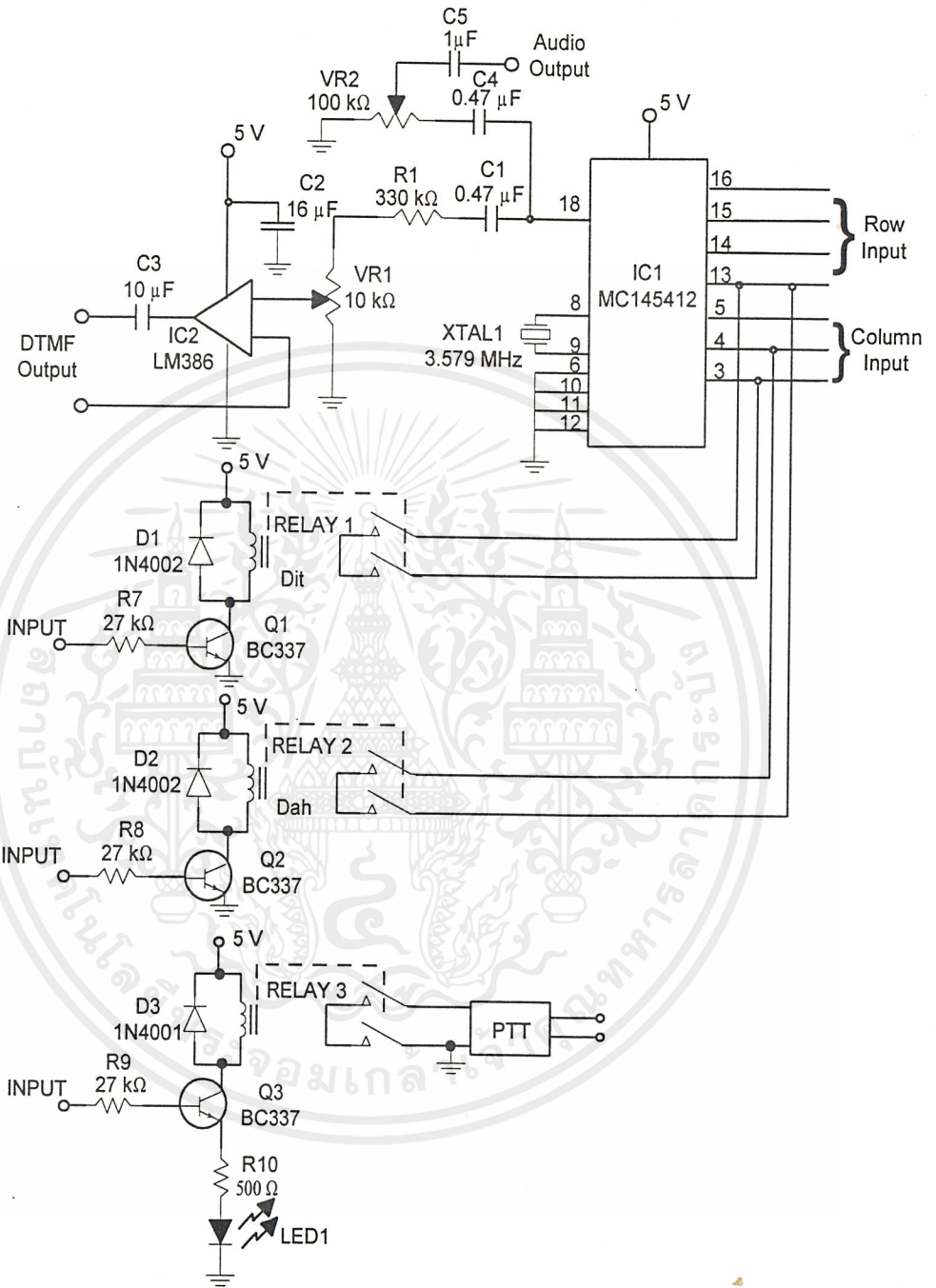
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง

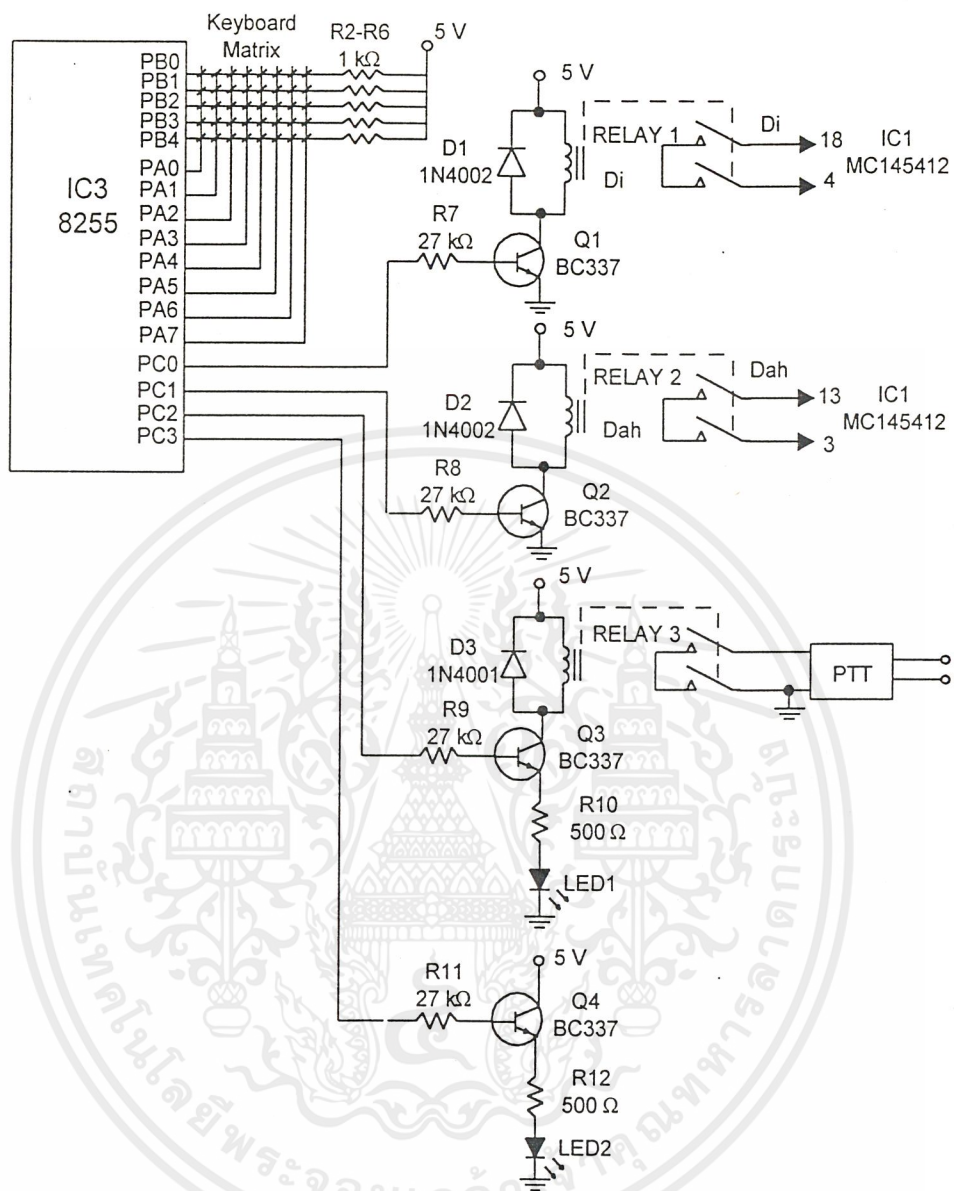
วงจร ลายวงจรพิมพ์ และการวางอุปกรณ์บนแผ่นพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



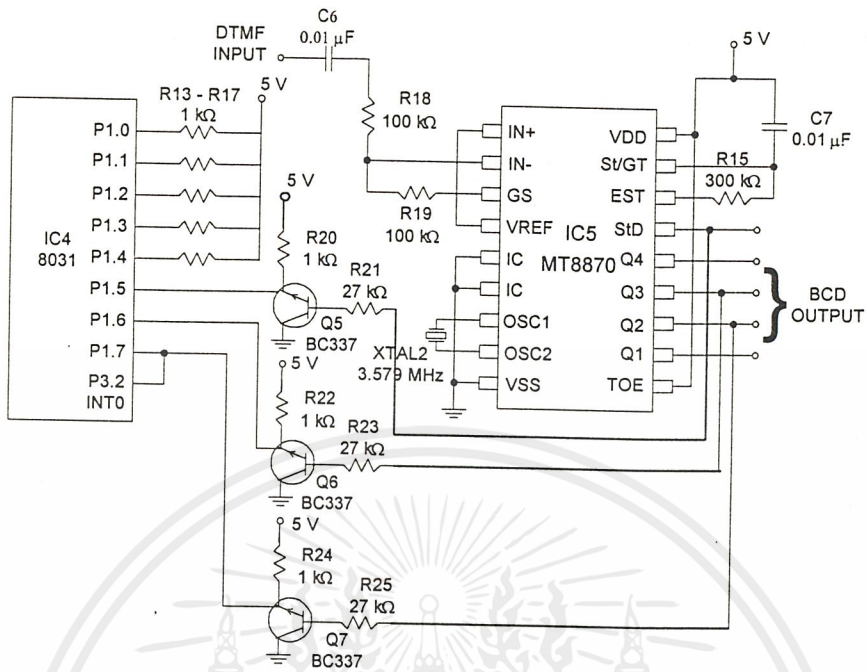
รูปที่ ง.1 วงจรเข้ารหัสความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

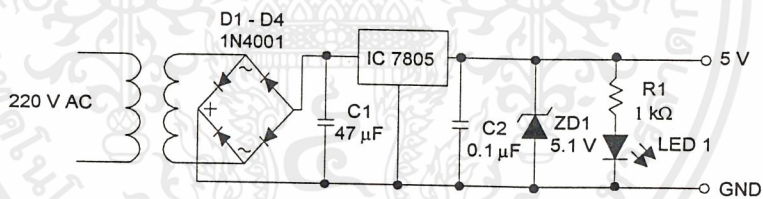


รูปที่ ง.2 วงควบคุมการส่งรหัสมอร์ส

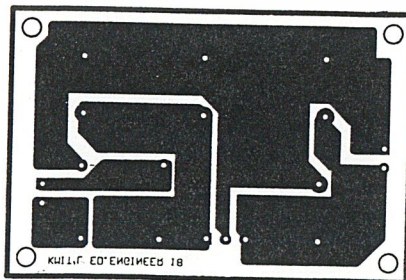
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.3 วงจรถอดรหัสความถี่

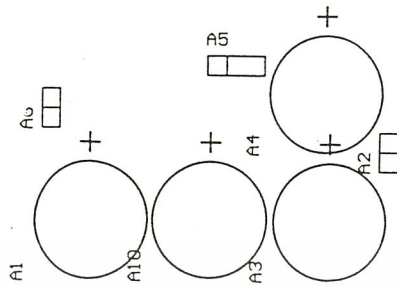


รูปที่ ง.4 วงจรภาคจ่ายกำลังไฟฟ้า

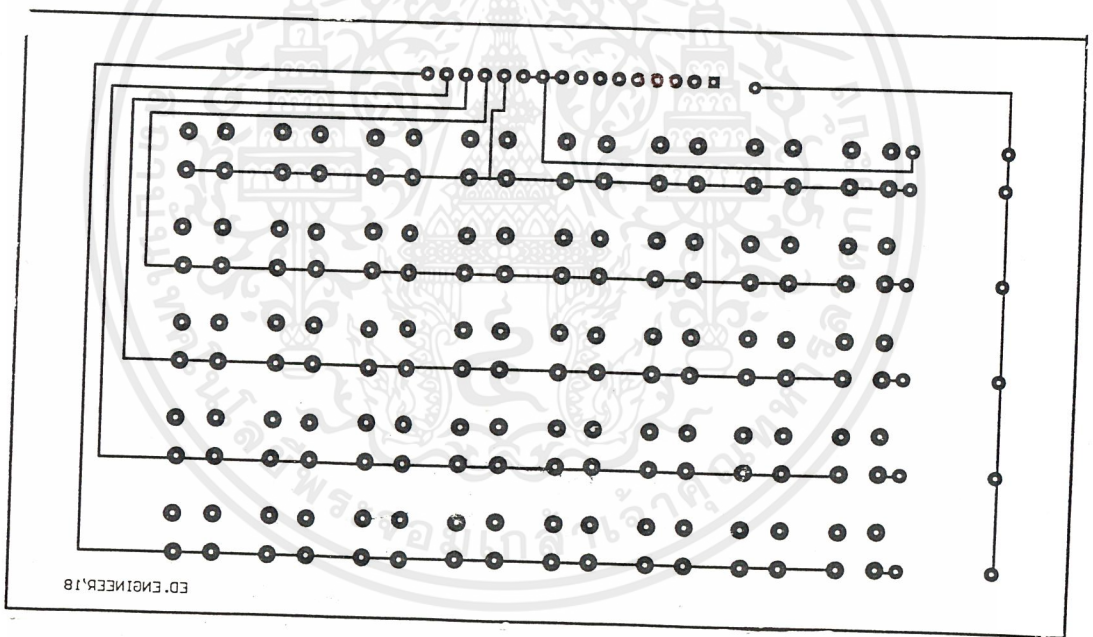


รูปที่ ง.5 ลายวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

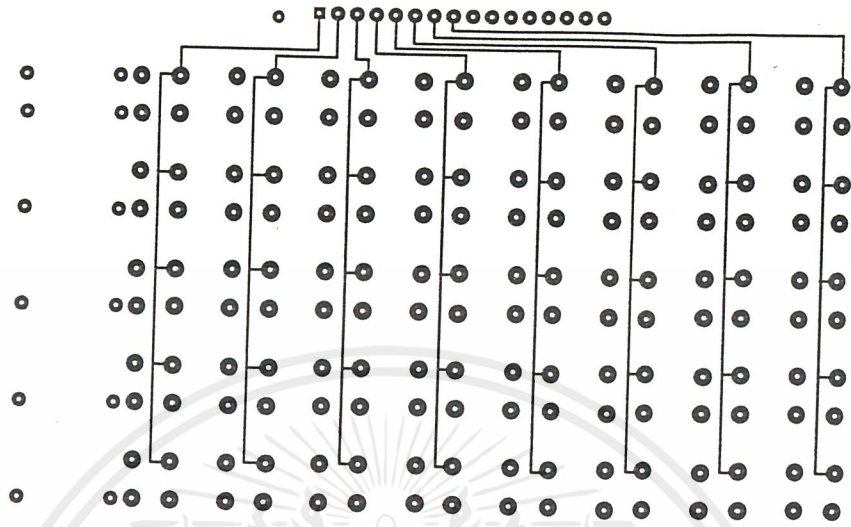


รูปที่ ง.6 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายกำลังไฟฟ้า

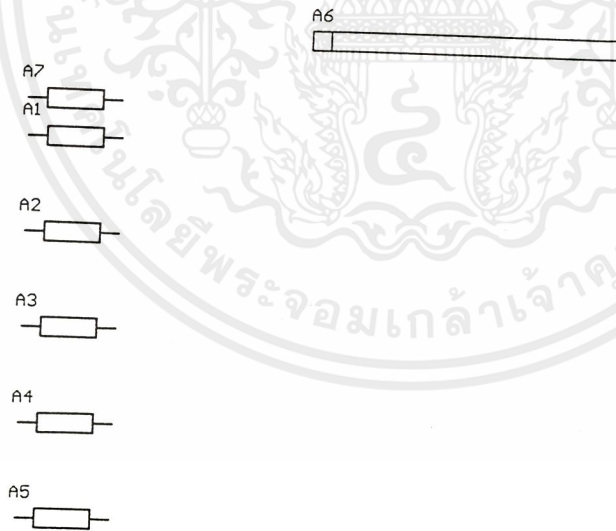


รูปที่ ง.7 ลายวงจรพิมพ์วงจรคีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์ (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

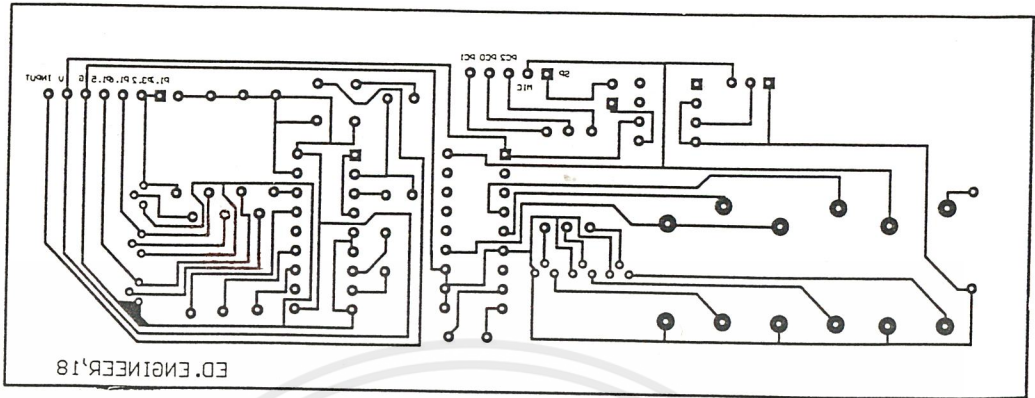


รูปที่ ง.8 ลายวงจรพิมพ์วงจรคีย์บอร์ดแบบอเมริกัน (ด้านล่าง)

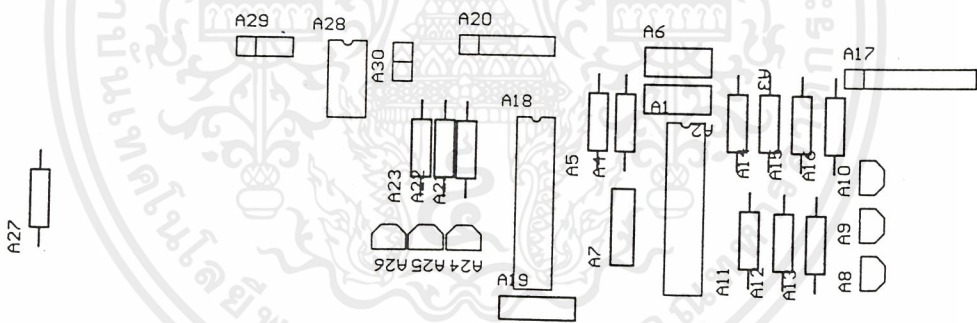


รูปที่ ง.9 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรคีย์บอร์ดแบบอเมริกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.10 ลายวงจรพิมพ์วงจรภาครับ และภาคส่ง



รูปที่ ง.11 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาครับ และภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

วงจรเข้ารหัสความถี่คู่ (DTMF)

อุปกรณ์	จำนวน
ไอซี MC145412	1 ตัว
ไอซี LM386	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ 0.47 μ F	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ 1 μ F	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ 10 μ F	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ 16 μ F	1 ตัว
ตัวต้านทาน 500 Ω	3 ตัว
ตัวต้านทาน 27 k Ω	3 ตัว
ตัวต้านทาน 330 k Ω	1 ตัว
ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 k Ω	1 ตัว
ตัวต้านทานปรับค่าได้ 100 k Ω	1 ตัว
ไดโอด 1N4001	1 ตัว
ไดโอด 1N4002	2 ตัว
ทรานซิสเตอร์ BC 337	3 ตัว
รีเลย์	3 ตัว
หลอดไฟแอลอีดี	1 ตัว
คริสตอล 3.579 MHz	1 ตัว
กีย์สวิทช์พีทีที	1 ตัว

วงจรควบคุมการส่งรหัสมอร์ส

อุปกรณ์	จำนวน
ไอซี 8255	1 ตัว
ตัวต้านทาน 500 Ω	1 ตัว
ตัวต้านทาน 1 K Ω	5 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	จำนวน
ตัวต้านทาน 27 k Ω	4 ตัว
ทรานซิสเตอร์ BC 337	4 ตัว
ไดโอด 1N4001	1 ตัว
ไดโอด 1N4002	2 ตัว
หลอดไฟแอลอีดี	2 ตัว
รีเลย์	3 ตัว
ไมโครสวิทช์แบบกดติดปลั๊ก	40 ตัว

วงจรถอดรหัสความถี่คู่ (DTMF)

อุปกรณ์	จำนวน
ไอซี 8031	1 ตัว
ไอซี 8870	1 ตัว
ตัวต้านทาน 1 k Ω	3 ตัว
ตัวต้านทาน 27 k Ω	3 ตัว
ตัวต้านทาน 100 k Ω	2 ตัว
ตัวต้านทาน 300 k Ω	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ 0.01 μ F	2 ตัว
ทรานซิสเตอร์ BC 337	3 ตัว
คริสตอล 3.579 MHz	1 ตัว

วงภาคจ่ายกำลังไฟฟ้า

อุปกรณ์	จำนวน
หม้อแปลงไฟฟ้า	1 ตัว
ไอซี 7805	1 ตัว
ตัวต้านทาน 1 k Ω	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ 0.1 μ F	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ 47 μ F	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์		จำนวน
ซีเนอริไดโอด 5.1 V		1 ตัว
หลอดไฟแอลอีดี		1 ตัว
ส่วนประกอบอื่นๆ		
อุปกรณ์		จำนวน
บอร์ด PC - SB31		1 บอร์ด
สวิตช์ปิด-เปิด (ON - OFF)		1 ตัว
จอแสดงผล (LCD)		1 จอ
สายไมค์นอก		1 เส้น





ภาคผนวก จ
รายละเอียดข้อมูล และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

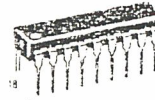
MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

Advance Information
Pulse/Tone Repertory Dialer
Low Power Silicon-Gate CMOS

The MC145412/13 and MC145512 are silicon gate, monolithic CMOS integrated circuits which convert keyboard inputs into either pulse or DTMF outputs. They are packaged in a standard 18-pin (0.3" wide) plastic DIP.

- 3 x 4 or 4 x 4 Keyboard Compatibility Which Allows the Use of 2-oi-7, 2-oi-8, or Form A Type Keyboards
- MC145413 Adds Keyboard Selectable Pause Switch Function
- Single Pin Switchable Between DTMF, 10 pps and 20 pps
- 500-Hz Tone Signal Output in the Pulse Dialing Mode
- Memory Storage for Ten 13-Digit Numbers, Including Last Number Redial
- Uses 3.579545-MHz Colorburst Crystal
- Telephone Line Powered
- Silicon Gate CMOS Technology for 1.7 to 5.5 V Low Power Operation
- Stand Alone DTMF Dialer/Stand Alone Pulse Dialer
- Mute Output Used to Isolate Receiver from Dialing Output
- Memory Programming Options by Keyboard Configuration

MC145412
MC145413
MC145512



P SUFFIX
PLASTIC
CASE 767

ORDERING INFORMATION

MC1454XX	Suffix	Denotes
	P	Plastic DIP
	4	40/60 M/S Ratio
	5	32/68 M/S Ratio

PIN ASSIGNMENT

Pin	Signal	Pin	Signal
1	V _{DD}	13	DTMF OUT
2	COL4	17	CPL
3	COL7	16	ROW1
4	COL2	15	ROW2
5	COL3	14	ROW3
6	V _{SS}	13	ROW4
7	T50	12	CH
8	OSC _{in}	11	MO
9	OSC _{out}	10	MS

BLOCK DIAGRAM

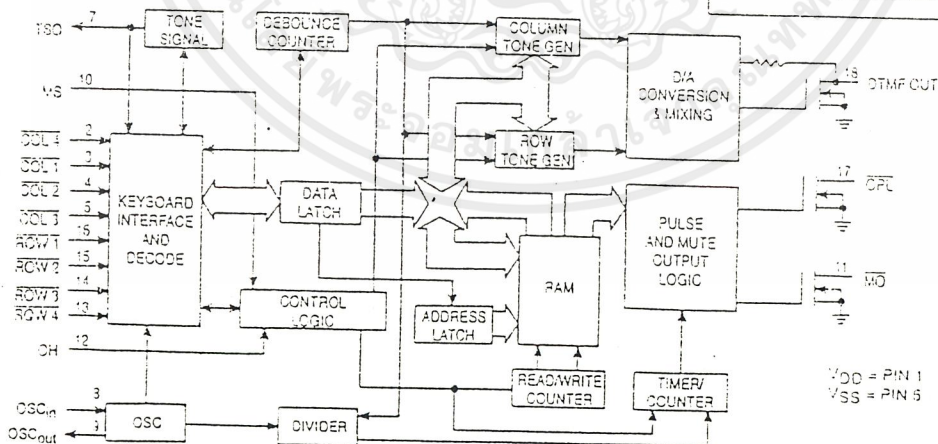
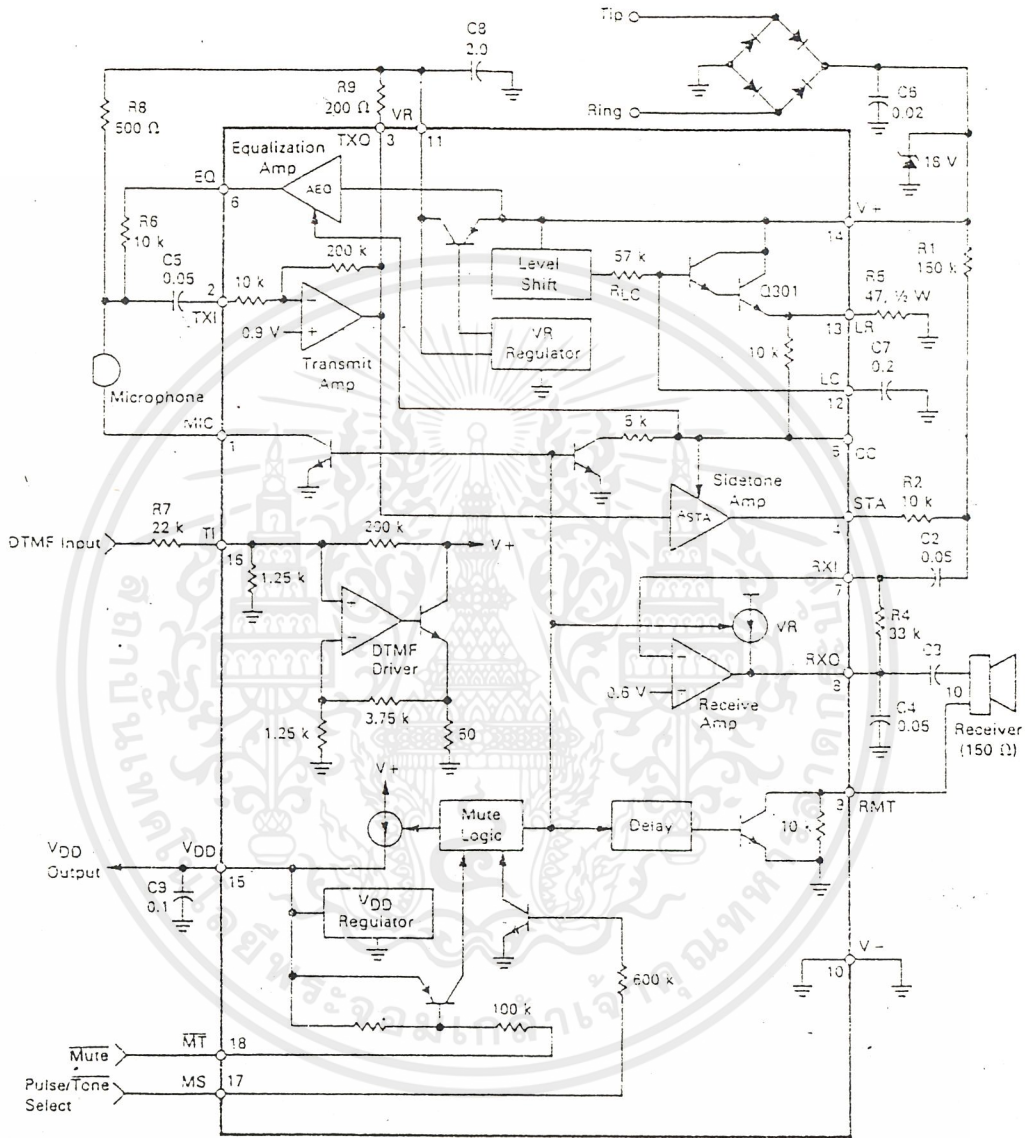


FIGURE 1 — TEST CIRCUIT



NOTE: Pin numbers are for 18 pin DIP.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 21 — COMPLETE TELEPHONE WITH PULSE/TONE DIALING

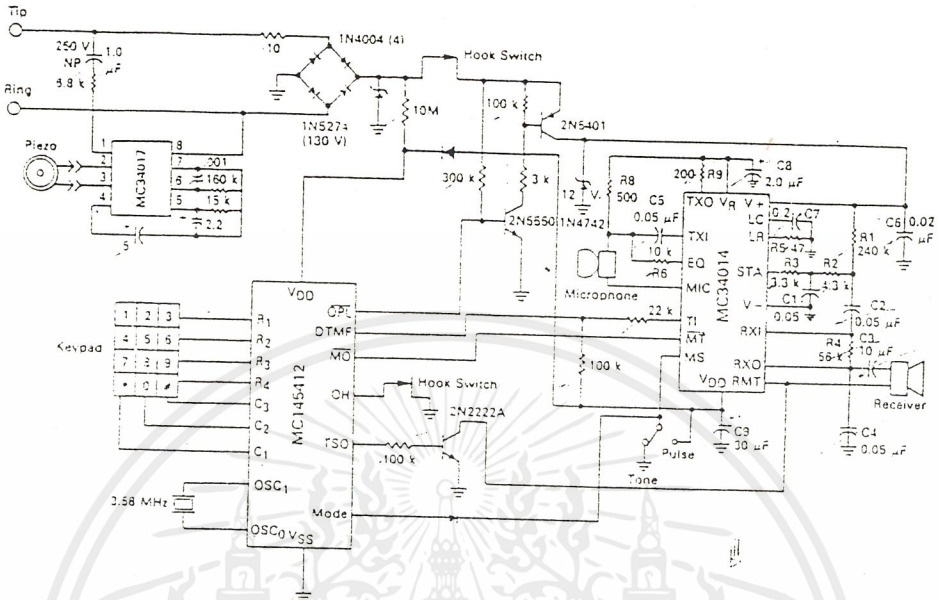
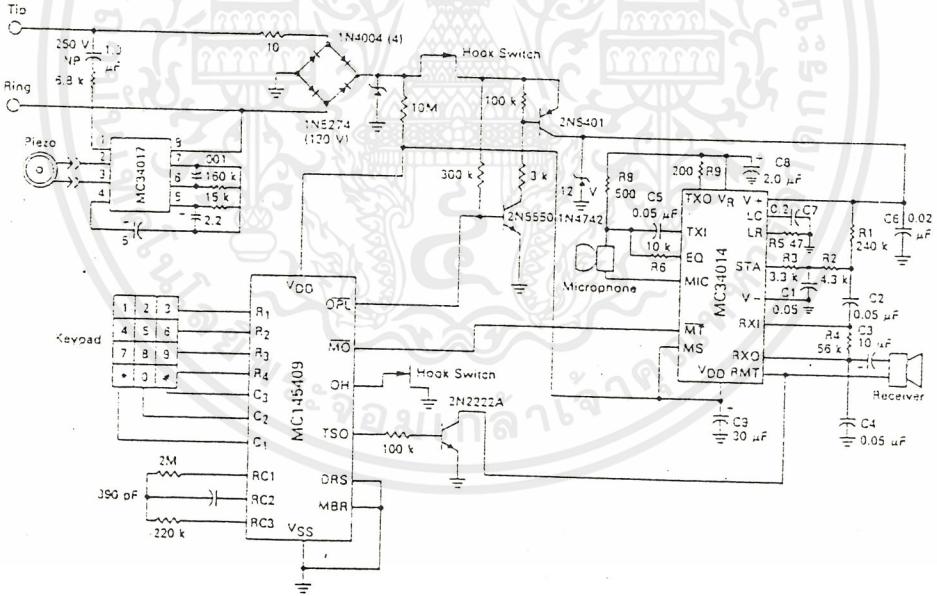


FIGURE 22 — COMPLETE TELEPHONE WITH PULSE DIALING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISO²-CMOS MT8870C/MT8870C-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

Applications

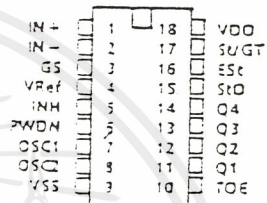
- Receiver System for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870C-1)
- Paging Systems
- Repeater Systems/Mobile Radio
- Credit Card Systems
- Remote Control
- Personal Computers
- Telephone Answering Machine

3151-002-094-NA

ISSUE 1

November 1987

Pin Connections



Ordering Information

- MT8870CE/MT8870CE-1 Plastic DIP
- MT8870CC/MT8870CC-1 CerDip
- MT8870CS/MT8870CS-1 SOIC
- 40°C to +85°C

Description

The MT8870C/MT8870C-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandpass filter and digital decoder functions, fabricated in Mitel's double poly ISO²-CMOS technology. The filter section uses switched capacitor techniques for

high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 15 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

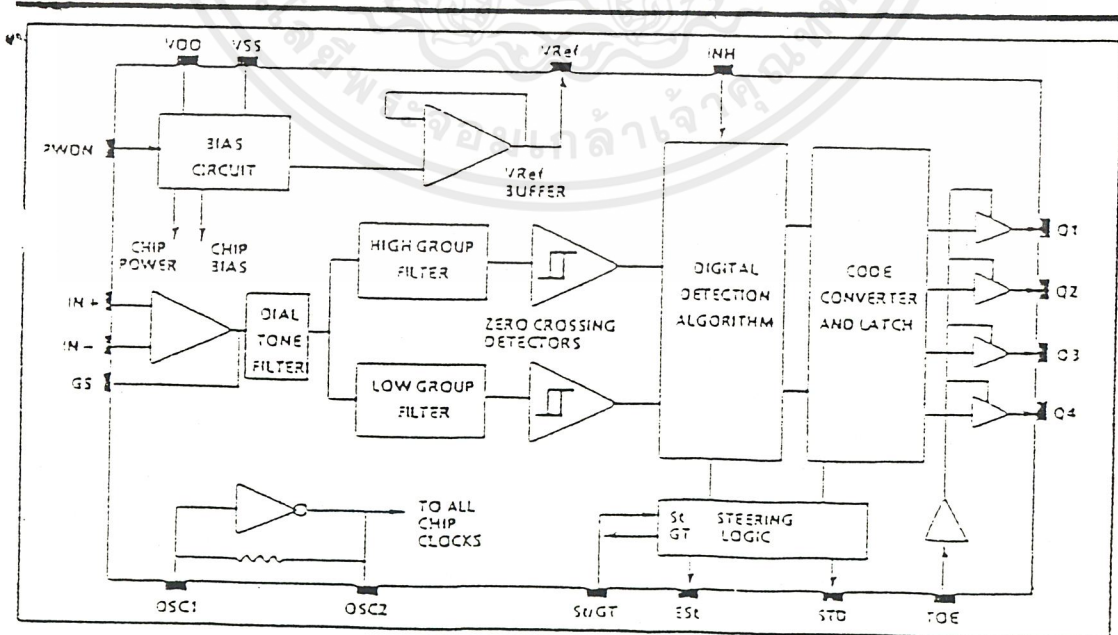


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870C/MT8870C-1 ISO²-CMOS

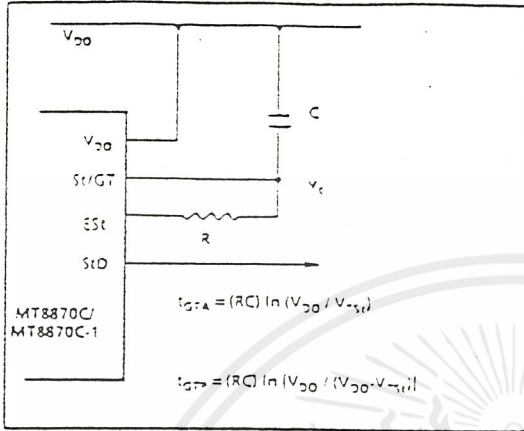


Figure 5- Basic Steering Circuit

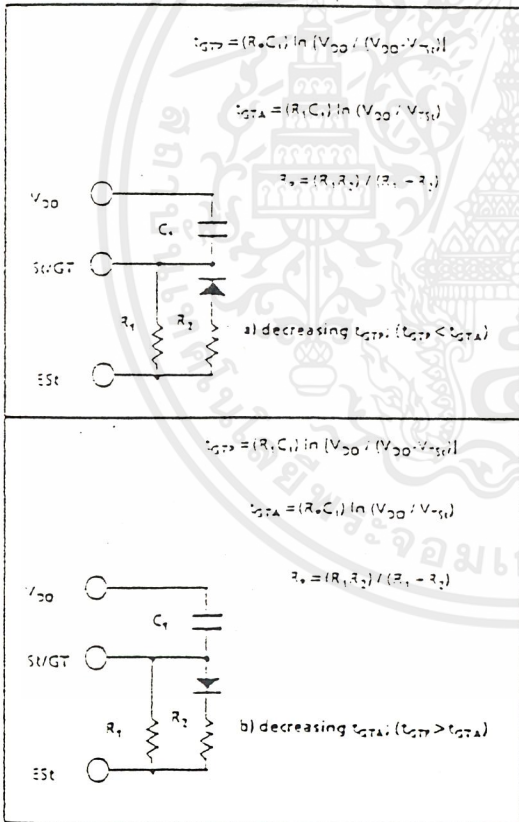


Figure 5- Guard Time Adjustment

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 2 (Single Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870C/MT8870C-1 devices

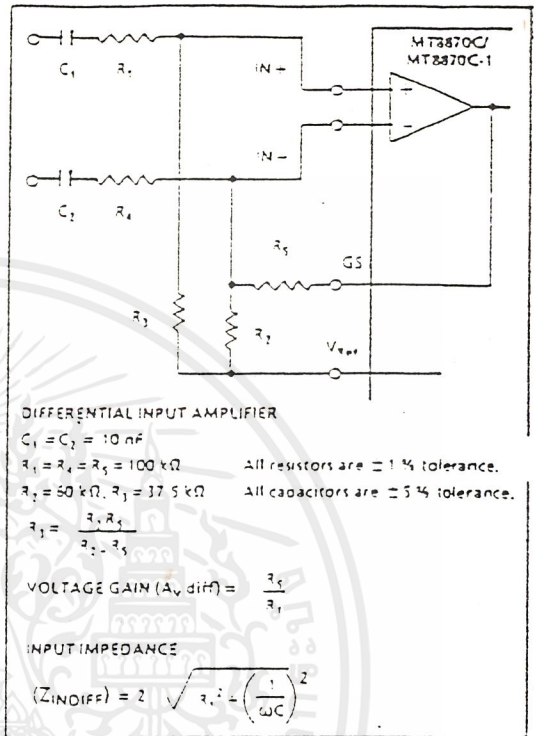


Figure 7- Differential Input Configuration employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 3 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e.; precision balancing capacitors are not required.

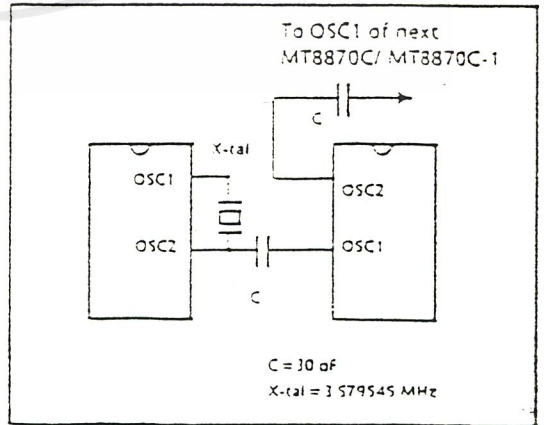


Figure 8- Oscillator Connection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO² CMOS MT8870C/MT8870C-1

AC Electrical Characteristics - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40^{\circ}C \leq T_a \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 2.

	Characteristics	Sym	Min	Typ ¹	Max	Units	Conditions
T I M I N G	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 12
	Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	3.5	ms	Note 12
	Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	User adjustable
	Tone duration reject	t_{REJ}	20			ms	User adjustable
	Interdigit pause accept	t_{IP}			40	ms	User adjustable
	Interdigit pause reject	t_{IPR}	20			ms	User adjustable
O U T P U T S	Propagation delay (St to Q)	t_{DQ}		8	11	μ s	TOE = V_{DD}
	Propagation delay (St to StD)	t_{DStD}		12	16	μ s	TOE = V_{DD}
	Output data set up (Q to StD)	t_{OSD}		3.4		μ s	TOE = V_{DD}
	Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t_{DTE}		50		ns	load of 10 k Ω , 50 pF
	Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{DTD}		300		ns	load of 10 k Ω , 50 pF
C L O C K	Crystal / clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
	Clock input rise time	t_{HCL}			110	ns	Ext. clock
	Clock input fall time	t_{LCL}			110	ns	Ext. clock
	Clock input duty cycle	DC _{CL}	40	50	50	%	Ext. clock
	Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			20	pF	

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

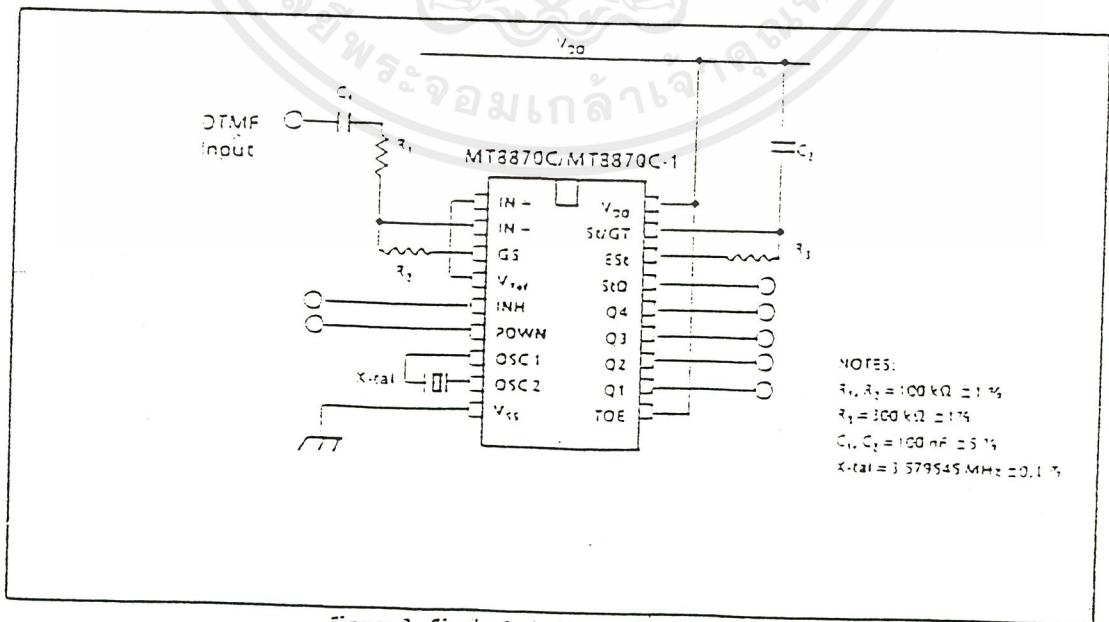
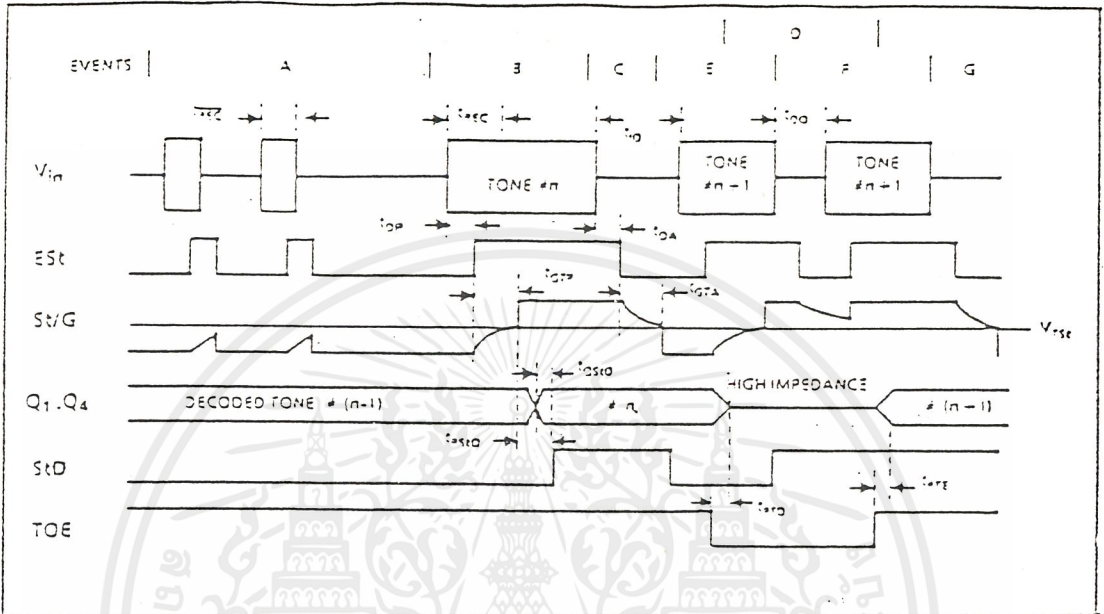


Figure 2 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870C/MT8870C-1



EXPLANATION OF EVENTS

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

EXPLANATION OF SYMBOLS

- V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
- Est EARLY STEERING OUTPUT, INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
- St/G STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT, DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
- Q_1, Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
- St/D DELAYED STEERING OUTPUT, INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
- TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1, Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.
- t_{rec} MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECTED AS VALID.
- t_{td} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION.
- t_{td} MINIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
- t_{td} MAXIMUM ALLOWABLE DROPOUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
- t_{top} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
- t_{ota} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
- t_{stg} GUARD TIME, TONE PRESENT.
- t_{stgA} GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 3- Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870C/MT8870C-1 ISO²-CMOS

Functional Description

The MT8870C/MT8870C-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 4). 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 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 5) to rise as the capacitor discharges. Provided signal condition is maintained (EST remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TS}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives v_c to V_{DD} . GT continues to drive high as long as EST remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (SD) 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

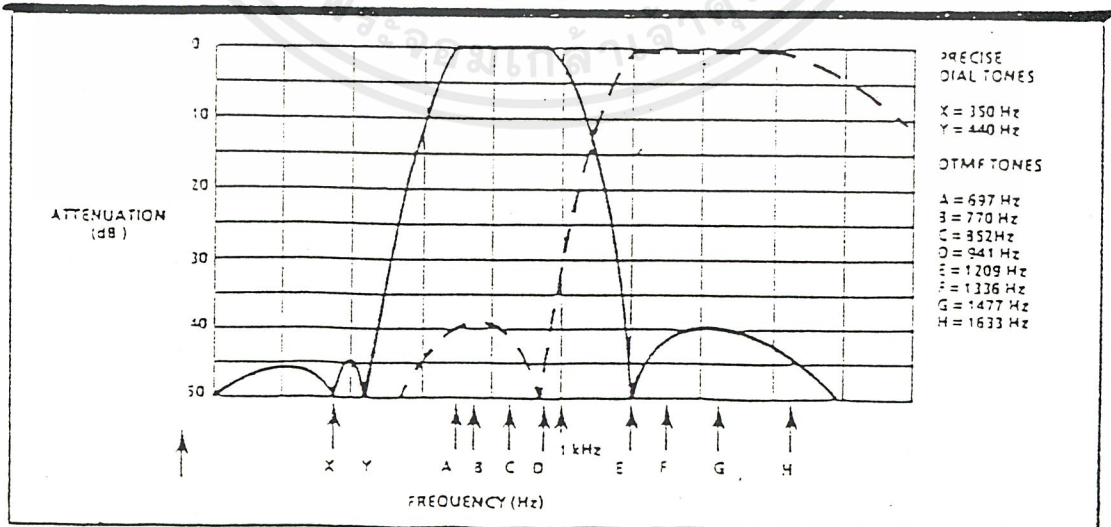


Figure 4- Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870C/MT8870C-1 ISO²-CMOS

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.2).
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}	Negative Power Supply (Input).
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 _{St} .
16	ESt	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
17	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V _{St} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V _{St} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
18	V _{DD}	Positive power supply (Input).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870C/MT8870C-1

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

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
Table 1 - Functional Decode Table

The interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

Guard Time Adjustment

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering

circuit shown in Figure 5 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC} = t_{OP} + t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of t_{OP} is a device parameter (see Figure 3) and t_{GTC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 μ F is 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_{GTC} 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_{GTC} with a long t_{OP} 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 MT8870C/MT8870C-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 2 with the op-amp connected for unity gain and V_{REF} biasing the input at $\frac{1}{2}V_{DD}$. Figure 7 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_S .

MT8870C/MT8870C-1 ISO²-CMOS

Absolute Maximum Ratings*

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

*Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied. 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		+35	°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 - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40^\circ C \leq T_O \leq +35^\circ C$, unless otherwise stated

	Characteristics	Sym	Min	Typ [†]	Max	Units	Test Conditions
1	Standby supply current	I_{DDQ}			100	μA	PWON = V_{DD}
2	Operating supply current	I_{DD}		3.0	3.0	mA	
3	Power consumption	P_D		15	50	mW	$f_c = 3.579545$ MHz
4	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_{SD}		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, PWON = 5.0V, $V_{DD} = 5.0V$
9	Input impedance (IN+, IN-)	Z_{IN}		10		M Ω	@ 1 kHz
10	Steering threshold voltage	V_{TST}	2.2		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	Output low (sink) current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	$V_{OUT} = 0.4V$
14	Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.3		mA	$V_{OUT} = 4.5V$
15	V_{ref} output voltage	V_{ref}	2.4		2.7	V	No load, $V_{DD} = 5.0V$
16	V_{ref} output resistance	R_{OR}		10		k Ω	

[†]Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870C/MT8870C-1

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ ¹	Max	Units	Test Conditions
1	Inout leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Inout resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Inout offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	$-3.0V \leq V_{IN} \leq 3.0V$
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_{DD}	Load $\geq 100k\Omega$ to V_{SS}
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Maximum resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{DD}	No Load

MT8870C AC Electrical Characteristics² $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40^{\circ}C \leq T_a \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 2.

	Characteristics	Sym	Min	Typ ¹	Max	Units	Notes ³
1	Valid inout signal levels (each tone of composite signal)		-29			dBm	1, 2, 3, 5, 6, 9
			-27.5			mV _{RMS}	1, 2, 3, 5, 6, 9
						dBm	1, 2, 3, 5, 6, 9
					369	mV _{RMS}	1, 2, 3, 5, 6, 9
2	Negative twist accept				5	dB	2, 3, 5, 9
3	Positive twist accept				5	dB	2, 3, 6, 9
4	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$				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, 9, 11

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

* NOTES

1. dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by $\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$.
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. For guard time calculation purposes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870C/MT8870C-1 ISO²-CMOS

MT8870C-1 AC Electrical Characteristics¹ : $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40^{\circ}C \leq T_a \leq 85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 2.

	Characteristics	Sym	Min	Typ ²	Max	Units	Notes [*]
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		-1	dBm	$V_{DD} = 5.0V$ 1, 2, 3, 5, 6, 9
			21.8		36.9	mV _{RMS}	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	$V_{DD} = 5.0V$ 1, 2, 3, 5, 6, 9
			10.9			mV _{RMS}	
3	Negative twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
4	Positive twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
5	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2 \text{ Hz}$				2, 3, 5, 9
6	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2, 3, 5, 9
7	Third tone tolerance		-18.5			dB	2, 3, 4, 5, 9, 13 ¹
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

¹Typical 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 $\pm 1.5\% \pm 2 \text{ Hz}$.
7. Bandwidth limited (2 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. For guard time calculation purposes.
13. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870C/MT3870C-1

APPLICATION

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 10 illustrates the use of MT8870C-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signal 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 gain GS of MT8870C-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 5%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 9.

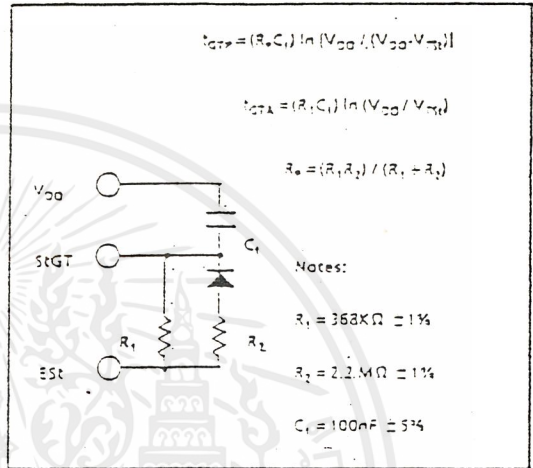


Figure 9 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

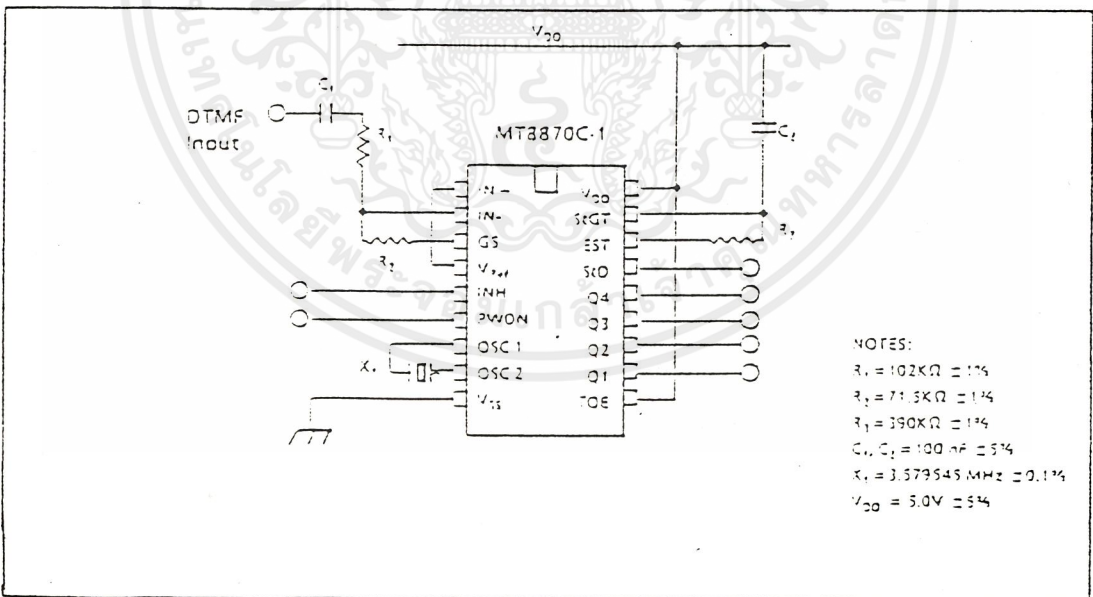


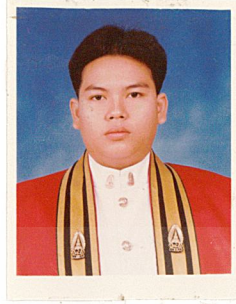
Figure 10 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. เขมิกอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. เครื่องเคาะรหัสสมอร์สต์อัตโนมัติ, กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2538, หน้า 204-213.
2. เมธี ฉัตรทอง. คู่มือวิทยุคมนาคม, กรุงเทพมหานคร : ภัทรการพิมพ์, 2534, หน้า 183-188.
3. แผนกหนังสือพิเศษด้านอิเล็กทรอนิกส์. รวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์ วิทยุ และเครื่องรับส่ง, กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2539, หน้า 28-32.
4. วิวัฒน์ กิรานนท์. พื้นฐานการสื่อสาร, กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536, หน้า 21-65.
5. สุเจตน์ จันทรัมย์. ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051, กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยมหานคร, 2535, หน้า 1-82.
6. สุชาติ กังวารจิตต์. เครื่องรับส่งวิทยุสื่อสาร, กรุงเทพมหานคร : เอช-เอ็น การพิมพ์, 2533, หน้า 232.
7. เสงี่ยม เผ่าทองสุข. คู่มือวิทยุสมัครเล่น, กรุงเทพมหานคร : บริษัทอิเล็กทรอนิกส์เวิลด์ จำกัด การพิมพ์, 2536, หน้า 24-32.

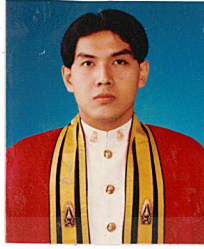
ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	นายธนากร พันธุ์พรหม
วันเดือนปีเกิด	19 กรกฎาคม 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดหนองคาย
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดหนองคาย
ที่อยู่ปัจจุบัน	429 หมู่ 9 ต.โพธิ์ชัย อ.เมือง จ.หนองคาย 43000
โทรศัพท์	042 - 464797
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนสามัญหุ่มหาเมฆ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	วิถีทางชีวิตของคน อยู่บนหนทางของการกระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายบัณฑิต นุสโส
วันเดือนปีเกิด	21 เมษายน 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดนนทบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดนนทบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	37/3 หมู่ 4 ต.บางกร่าง อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
โทรศัพท์	9034039
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลนนทบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนนทบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนนทบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	คนเราเกิดมาเพื่อเดินทางสู่จุดหมาย คือ นิพพาน

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายปัญญา มัชฌิม
วันเดือนปีเกิด	28 ตุลาคม 2515
สถานที่เกิด	จังหวัดสมุทรปราการ
ภูมิลำเนา	จังหวัดสมุทรปราการ
ที่อยู่ปัจจุบัน	28 หมู่ 18 ต.บางพึ่ง อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130
โทรศัพท์	4631241
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดกลางวรวิหาร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ไม่มีใครรู้ว่าพรุ่งนี้เป็นอย่างไร จงทำวันนี้ให้ดีที่สุด

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญยานิพนธ์	นายสุรศักดิ์ อินทร์จันทร์
วันเดือนปีเกิด	6 กุมภาพันธ์ 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดเพชรบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดเพชรบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	95 หมู่ 2 ต.สะพานไกร อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี 76150
โทรศัพท์	01 - 9485816
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอรุณประดิษฐ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพรหมมานุสรณ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	หากคุณเอื้อมมือคว้าดาว แม้ไม่ได้สักดวงที่ฝันไป แต่สิ่งที่คุณคว้าได้แน่ไซ้ ย่อมไม่ใช่ดิน