

การพัฒนาโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

Development of Telephone Set for the Hearing Impaired



โดย

นาย รัชชัย ชวรานนท์

นางสาว ศกากรณ์ แสงอรุณ

เลขหนังสือ.....
เลขทะเบียน 42712
วัน, เดือน, ปี 7 ส.ย. 2545

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู
Development of Telephone Set for the Hearing Impaired

โดย

นายรัชชัย คชวรานนท์ รหัส 41013173

นางสาวผกาภรณ์ แสงอรุณ รหัส 41013178

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิตติพล ชิตสกุล

ปริญญาานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

ผู้จัดทำ

1. นาย ชวิชชัย คชวรานนท์
2. นางสาว ผลาภรณ์ แสงอรุณ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

Development of Telephone Set for the Hearing Impaired

นาย ฐวิชัย คชวรานนท์

รหัส 41013173

นางสาว ศกาภรณ์ แสงอรุณ

รหัส 41013178

โครงการผ่านการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



(.....คร.กิตติพล ชิตสกุล.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

นาย ธวัชชัย คชวรานนท์ รหัสประจำตัว 41013173

นางสาว ผกาภรณ์ แสงอรุณ รหัสประจำตัว 41013178

ดร.กิตติพล ชิตสกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงการพัฒนาเครื่องสื่อสารสำหรับคนหูหนวกผ่านทางโทรศัพท์ โดยนำเสนอรายละเอียดการสร้างเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการหูหนวกขึ้นมา 1 เครื่อง โดยผู้ใช้สามารถที่จะติดต่อกันได้ในลักษณะของข้อความที่แสดงผลบนจอ LCD ในรูปตัวอักษรซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โครงการนี้ได้พัฒนาให้มีเป็นคีย์บอร์ดอยู่บนเครื่องเดียวกันเพื่อความสะดวกในการใช้งาน และได้เพิ่มวงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่าง เพื่อบอกให้ผู้ใช้รู้สถานะสัญญาณโทรศัพท์ในกรณีการโทรออก และสามารถบันทึกข้อความได้เมื่อผู้รับต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development of Telephone Set for the Hearing Impaired

Mr. Thawatchai Kodchawaranon 41013173

Miss Phakaporn Sang-aroon 41013178

Dr. Kitiphol Chitsakul ADVISER

Academic Year 2000

Abstract

This thesis presents a system used for helping people with hearing disability to communicate via telephone. By typing on provided keyboard or on the numeric keypad being available on the telephone set, the messages are displayed in Thai or English characters on the LCD display. The system can check signal of dialing, RBT, or busy tone and show the status of connection. Moreover, the message recording mode has been also available.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการในครั้งนี้จะไม่ประสบความสำเร็จเลย ถ้าไม่มีท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.กิติพล ชิตสกุล ที่คอยให้คำแนะนำแนวความคิดในการทำงานแต่ระดับขั้นตอน รวมทั้งการแก้ปัญหาต่างๆ และผลักดันให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้โอกาสในการศึกษาและขอบคุณเพื่อนๆห้อง 3R ทุกท่านที่ได้คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ ให้ยืมเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ และให้กำลังใจที่ดีเสมอมาในการสร้างโครงการนี้

ลงชื่อ

(นาย รัชชัย ศขวรานนท์)

ลงชื่อ

(นางสาวผกาภรณ์ แสงอรุณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ระบบการเชื่อมโยงของชุมสายโทรศัพท์และ สัญญาณที่คู่สายโทรศัพท์	7
2.5 ไอซีวงจรถอดรหัสสัญญาณแบบดีทีเอ็มเอฟ MT8870	10
2.5.1 โครงสร้างของ MT8870	11
2.5.2 ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870	12
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	15
2.6.1 โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	16
2.6.1.1 หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรม	17
2.6.1.2 หน่วยความจำข้อมูลภายใน	17
2.6.1.3 อุปกรณ์ควบคุมการอินเตอร์รัพต์	17
2.6.1.4 ตัวตั้งเวลาและคันทับ (Timer/Counter)	17
2.6.1.5 พอร์ตอินพุตเอาต์พุต	18
2.6.2 สัญญาณต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	18
2.7 บอร์ด TLCD-164	22
2.7.1 คุณสมบัติของบอร์ด	22
2.7.2 การตั้ง DIP-SWITCH	23
2.7.3 ชุดคำสั่งการควบคุม	23
2.7.4 การผ่านทาง RS232	27
2.7.5 การควบคุมผ่านทาง 3 BIT SERIAL	28
บทที่ 3 การออกแบบและหลักการทำงานของระบบ	30
3.1 ส่วนทำการติดต่อคู่สาย	30
3.2 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	31
3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข (DIAL), สัญญาณเรียกกลับ (RBT), สัญญาณไม่ว่าง (BUSY)	33
3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ MT8870	34
3.5 วงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่ดีทีเอ็มเอฟ MC 145412	35
บทที่ 4 ผลการทดลอง	37
4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	37

4.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข (DIAL), สัญญาณเรียกกลับ (RBT), สัญญาณไม่ว่าง (BUSY)	37
4.2.1 ผลการทดลองตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข (DIAL)	38
4.2.2 ผลการทดลองจากการตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (RBT)	38
4.2.3 ผลการทดลองจากการตรวจสอบสัญญาณไม่ว่าง (BUSY)	39
4.3 ผลการทดลองภาคอครหัสความถี่ดีทีเอ็มเอฟ MT8870	39
4.4 ผลการทดลองวงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่ดีทีเอ็มเอฟ MC 145412	41
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์	42
ภาคผนวก	
เอกสารอ้างอิง	



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม	7
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ	12
ตารางที่ 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	15
ตารางที่ 2.4 สัญญาณต่างๆ ของพอร์ต P3	22
ตารางที่ 2.5 ชุดคำสั่งการควบคุม	24
ตารางที่ 2.6 การจัดวางตำแหน่งของตัวอักษรของตัว TLCD – 164	25
ตารางที่ 2.7 การจัดวางตำแหน่งของกราฟฟิกของตัว TLCD – 164	25
ตารางที่ 2.8 รหัสที่ใช้ภายในบอร์ด TLCD – 164	29
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ	40
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าที่ได้จากการเข้ารหัส MC 145412	41

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวก	2
1.2 แสดงบล็อกส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	2
1.3 แสดงบล็อกวงจรตรวจสอบสัญญาณ (DIAL), สัญญาณเรียกกลับ (RBT), สัญญาณไม่ว่าง(BUSY)	3
1.4 แสดงภาครับสัญญาณ	4
1.5 แสดงภาคส่ง	4
2.1 ก. ผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ	8
2.1 ข. ผู้เรียกทำการเรียกผู้รับสำเร็จ	8
2.2 ก. ทำการวัดสัญญาณ AC	9
2.2 ข. ทำการวัดสัญญาณ DC	9
2.3 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870	10
2.4 โครงสร้างภายใน MT8870	11
2.5 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดใหม่ (Guard Time) พร้อมวิธีการคำนวณ	13
2.6 แสดงการต่อวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง	14
2.7 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่	14
2.8 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051	16
2.9 สัญญาณต่างๆ ของ MCS-51 เบอร์ 8051	19
2.10 รายละเอียดของสัญญาณ	28
3.1 แสดงวงจรตัดต่อคู่สาย	30
3.2 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	31
3.3 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณที่จับได้	32
3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณ DIAL, RBT, BUSY	33
3.5 แสดงวงจรใช้งานของ MT8870	34
3.6 แสดงวงจรใช้งานของ MC145412	35

รูปที่	หน้า
4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	37
4.2 วงจรตรวจจับสัญญาณ DIAL, RBT, BUSY	37
4.3 สัญญาณที่ได้จากการตรวจจับสัญญาณหมุนหมายเลข (DIAL)	38
4.4 สัญญาณที่ได้จากการตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (RBT)	38
4.5 สัญญาณที่ได้จากการตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่าง (BUSY)	39
4.6 แสดงวงจรใช้งานของ MT8870	39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาเครื่องสื่อสารสำหรับผู้พิการทางหูทางโทรศัพท์ เพื่อให้มีโอกาสใช้โทรศัพท์ในการสื่อสารทั้งการติดต่อกับคนหูหนวกด้วยกันหรือคนธรรมดาทั่วไป โดยการสร้างเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกซึ่งพยายามออกแบบให้มีขนาดเล็กกระทัดรัดและสะดวกในการใช้งาน ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้นอกจากจะสามารถสื่อสารกับระบบเดิม [3] ได้แล้วยังสามารถบันทึกข้อความได้เมื่อผู้รับต้องการ มีคีย์บอร์ดในตัว การใช้งานทำได้เพียงนำเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกนี้ไปต่อพร้อมกับสายโทรศัพท์โดยจะมีโทรศัพท์ต่อพ่วงด้วยหรือไม่ก็ได้

1.2 โครงสร้างของระบบ

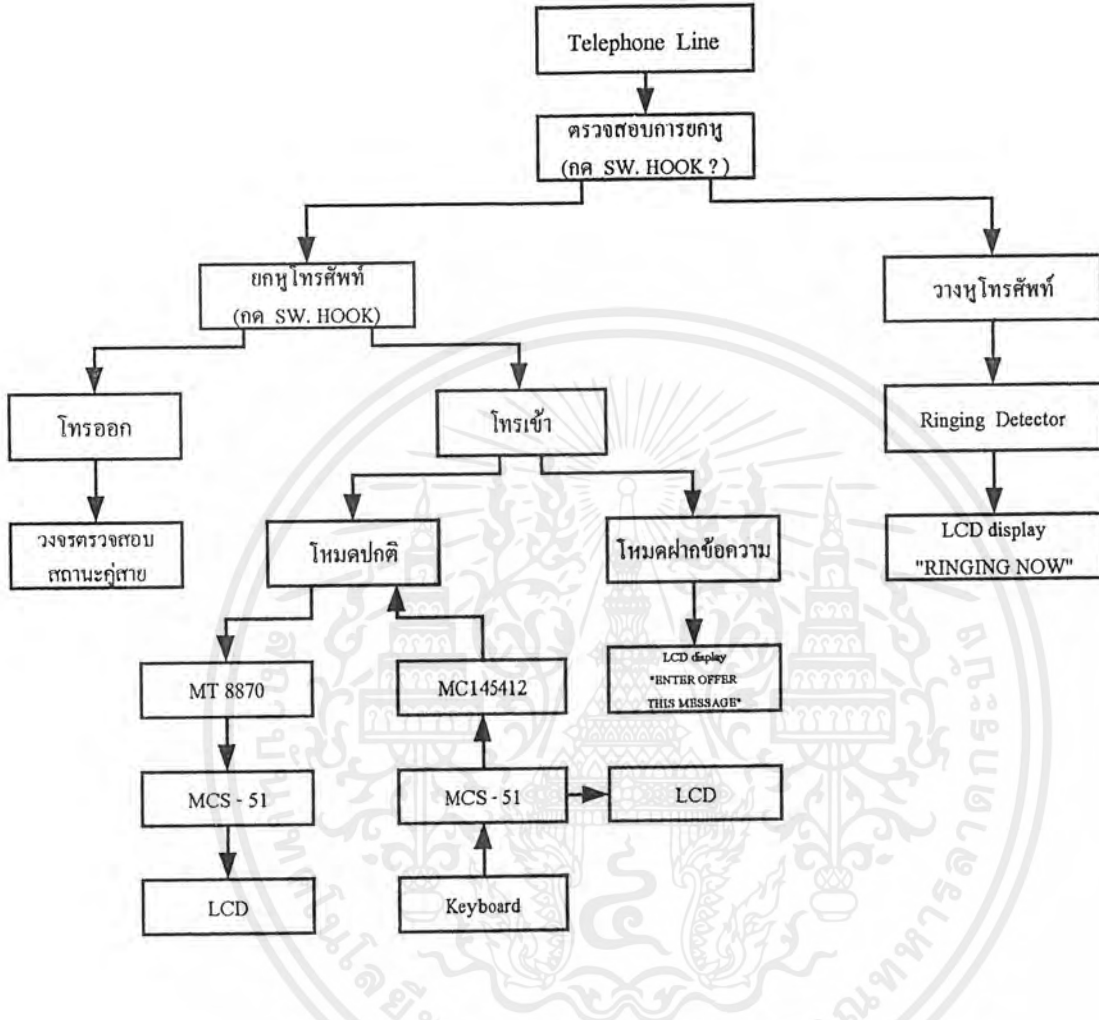
เครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกนี้สามารถแบ่งลักษณะการทำงานได้ 2 ลักษณะคือ

1.2.1 กรณีวงหูโทรศัพท์

1.2.2 กรณียกหูโทรศัพท์

โดยมี SW. HOOK ทำงานแทนการยกหูโทรศัพท์และทำหน้าที่ควบคุมหรือเป็นตัวตัดต่อวงจรทั้ง 2 ลักษณะการทำงานซึ่งเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 1.1

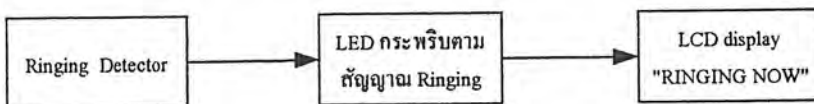
ตามลักษณะโครงสร้างของบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 1.1 จัดเป็นเครื่องสื่อสารแบบตัวอักษรโดยอาศัยสัญญาณโทรศัพท์เป็นตัวกลาง ซึ่งแสดงผลเป็นคำผสมของอักขระบนจอแอลซีดี โดยจะอาศัย Combination ของสัญญาณ DTMF เป็นตัวกำหนดรหัสของอักขระ ซึ่งการแสดงผลนั้นจะผ่านภาคถอดรหัส (Decoder) เพื่อแปลงรหัสและแสดงผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกนี้ต้องติดตั้งทั้ง 2 ฝ่ายจึงจะสามารถติดต่อกันได้



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวก

1.2.1 กรณีวางหูโทรศัพท์

1.2.1.1 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง



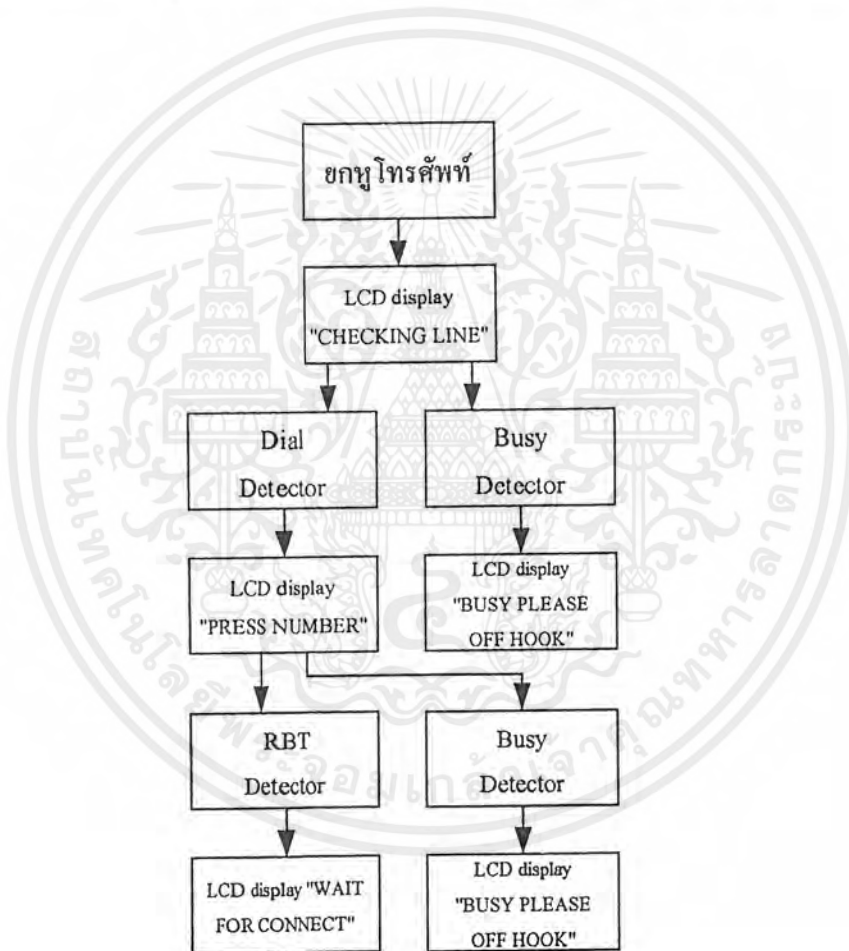
รูปที่ 1.2 แสดงบล็อกส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 กรณียกหูโทรศัพท์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

- 1.2.2.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข, สัญญาณเรียกกลับ, สัญญาณไม่ว่าง
- 1.2.2.2 ส่วนของภาครับ
- 1.2.2.3 ส่วนของภาคส่ง

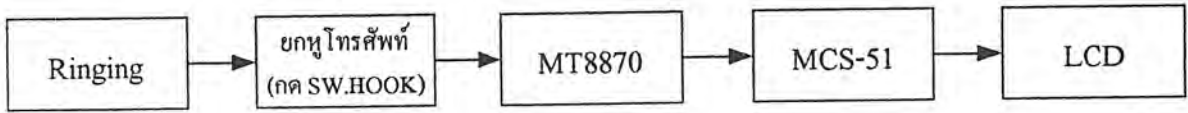
1.2.2.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข (DIAL), สัญญาณเรียกกลับ (RBT), สัญญาณไม่ว่าง (BUSY)



รูปที่ 1.3 แสดงบล็อกวงจรตรวจสอบสัญญาณ (DIAL), สัญญาณเรียกกลับ (RBT), สัญญาณไม่ว่าง (BUSY)

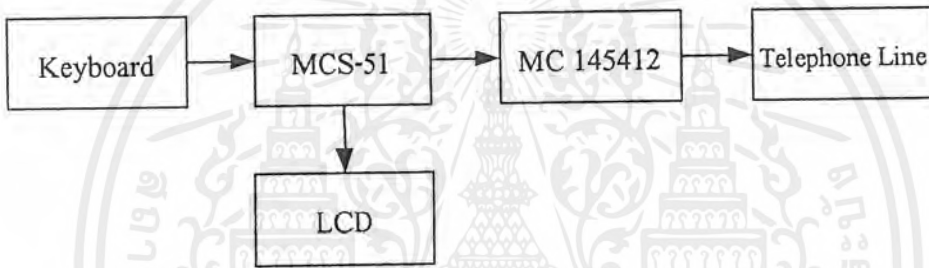
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2.2 ส่วนของภาครับสัญญาณ



รูปที่ 1.4 แสดงภาครับสัญญาณ

1.2.2.3 ส่วนของภาคส่ง



รูปที่ 1.5 แสดงภาคส่ง

1.3 โครงสร้างของปริญญาโท

ปริญญาโทเต็มนี้เป็นผลจากการศึกษาและทดลองตลอดตามภาคการศึกษา ในการพัฒนาเครื่องสื่อสารสำหรับผู้พิการทางหูหนวกทางโทรศัพท์ ซึ่งเนื้อหาจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ แยกเป็นบทตอนดังนี้

- บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมา แนวคิดของโครงการ
- บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทํางาน กล่าวถึงระบบและสัญญาณโทรศัพท์ และไมโครโปรเซสเซอร์ และการอินเตอร์เฟสโดยสังเขปเพื่อความเข้าใจการทํางานของระบบ
- บทที่ 3 กล่าวถึงรายละเอียดการออกแบบและการสร้าง
- บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง
- บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

2.1 คำนำ

ในการออกแบบเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกนั้น จำเป็นจะต้องมีความรู้ในระบบโทรศัพท์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สัญญาณต่าง ๆ ภายในระบบโทรศัพท์ หลักการของ Dual Tone Multi Frequency (DTMF) การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และการโปรแกรม การใช้งาน LCD เป็นต้น

2.2 ระบบโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ตามบ้านจะมี 2 ลักษณะ คือ แบบกดปุ่ม และแบบหมุนไดอัล ซึ่งจะต่างกันที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกแบวลักษณะความถี่ต่างกัน ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณที่เป็นจำนวนพัลส์ แต่ทั้งสองแบบทำหน้าที่ในลักษณะเดียวกัน แต่เนื่องในปัจจุบันระบบโทรศัพท์ที่ใช้ภายในประเทศเกือบทุกชุมสายใช้เป็นแบบกดปุ่ม โครงการนี้จึงใช้เป็นระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่มเป็นพื้นฐานในการออกแบบระบบ

การสื่อสารทางโทรศัพท์จะใช้สัญญาณเสียงซึ่งอยู่ในช่วงแบนวิดธ์ 300-3000 Hz. เครื่องโทรศัพท์เชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย 1 คู่ คือสาย TIP และ RING ขณะวางหูความต่างศักย์ในสายจะเป็นไฟตรง 48 โวลต์

2.3 ลักษณะของสัญญาณติดต่อเครื่องรับของสายโทรศัพท์

2.3.1 สัญญาณที่ส่งจากเครื่องโทรศัพท์ไปยังชุมสาย

1. ออฟฮุก (Off Hook) คือสภาพที่ผู้เช่าวางหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพเป็น โอเพนลูป (Open Loop)
2. ออนฮุก (On Hook) คือสภาพที่ผู้เช่ายกหูโทรศัพท์หรือสภาพว่าง ลักษณะของวงจรจะเป็น โคลสลูป (Close Loop)
3. ไดอัลลิ่ง (Dialling) คือสภาพที่ผู้เช่าหมุนหมายเลข เครื่องแบบหมุนหมายเลขสัญญาณจะเป็นพัลส์ ค่าอิมพีแดนซ์จะสูง ๆ ต่ำ ๆ สลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเป็นเครื่องแบบกดปุ่ม ก็จะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ DTMF ส่งออกไปยังชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 สัญญาณที่ส่งออกมาจากชุมสายโทรศัพท์

1. สัญญาณหมุนหมายเลข (Dial Tone) คือสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าเป็นเวลาที่ผู้ปกครองที่ชุมสายปลายทางพร้อมที่จะรับหมายเลขของเครื่องรับปลายทางจากผู้เรียกแล้ว ให้ผู้เรียกทำการส่งหมายเลขได้ สัญญาณหมุนหมายเลขนี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 400 เฮิรตซ์ และทำการมอดูเลตด้วยความถี่ 25 เฮิรตซ์

2. สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) คือสัญญาณจากชุมสายที่บอกให้ทราบว่าเป็นเวลาที่ชุมสายไม่ว่าง เช่น ถ้าผู้เช่ายกหูแล้วได้ยินเสียงนี้แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนหมายเลขไปแล้วก็แสดงว่าเครื่องรับปลายทางไม่ว่าง หรืออุปกรณ์สำหรับต่อออกไปยังชุมสายอื่นไม่ว่าง ลักษณะของสัญญาณนี้จะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.5 วินาทีหยุด 0.5 วินาที และความถี่ของสัญญาณ 400 เฮิรตซ์ เป็นคลื่นรูปไซน์ (Sine Wave)

3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone: RBT) คือสัญญาณที่ชุมสายส่งไปยังเครื่องรับหลังจากที่ทำการหมุนหมายเลขครบแล้วเพื่อบอกให้ทราบว่าเป็นเวลาที่การต่อหมายเลขได้กระทำสำเร็จแล้ว โดยชุมสายจะทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้ถูกเรียก ลักษณะของสัญญาณจะเป็นสัญญาณคลื่นรูปไซน์ ความถี่ 400 เฮิรตซ์ โดยจะส่ง 1 วินาทีและหยุด 4 วินาที

4. สัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone) คือสัญญาณที่ชุมสายส่งมายังผู้ถูกเรียกซึ่งจะได้ยินเป็นเสียงกริ่งหรือเสียงโทนต่าง ๆ แล้วแต่เครื่องรับโทรศัพท์ ลักษณะของสัญญาณจะเป็นสัญญาณคลื่นรูปไซน์ขนาดแรงดันประมาณ 100 โวลต์พีคทูพีคหรือประมาณ 70-90 โวลต์อาร์เอ็มเอส ความถี่ 25 เฮิรตซ์ โดยจะส่ง 1 วินาทีและหยุด 4 วินาที

5. สัญญาณนูโทน (Number Unobtainable Tone) คือสัญญาณที่บอกให้เราทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่

2.4 ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF

ในการออกแบบเครื่องช่วยในการใช้โทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกนั้น จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับเทคโนโลยีต่างๆ เกี่ยวกับโทรศัพท์

2.4.1 ระบบหน้าปัดแบบกดปุ่ม

ในระบบสวิตซ์ซึ่ง S*S หรือ *B สัญญาณเรียกของผู้เช่า (Subscriber's Address Signal) เป็นสัญญาณไฟตรงที่เท่ากับจำนวนครั้งของการหมุนหน้าปัด เพื่อให้แผงสวิตซ์ทำงาน จากการพัฒนาแผงสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ เราจึงมีระบบสัญญาณหลายความถี่ (Multi Frequency Signal System) ขึ้น ระบบนี้มีลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) เวลาของการหมุนหมายเลข
- 2) การหมุนหมายเลขง่ายกว่า
- 3) สามารถเพิ่มปุ่มกดอื่น นอกจากปุ่มกดหมายเลข เพื่อส่งสัญญาณบริการประเภทอื่นได้ด้วย
- 4) เราใช้สัญญาณความถี่ของเสียง (Voice Frequency Signal) ซึ่งสามารถส่งผ่านระหว่างสถานีได้ และสามารถนำไปใช้งานได้หลายงาน

2.4.2 ส่วนสร้างสัญญาณ DTMF

เนื่องจากโทรศัพท์กดปุ่ม จะมีการทำงานโดยถ้าเรากดปุ่มเครื่องจะทำการสร้างความถี่ขึ้นมา 2 ชนิด แล้วทำการรวมสัญญาณ เพื่อส่งไปตามสายโทรศัพท์เข้าชุมสาย โดยจะมีความถี่ดังนี้

	1209	1336	1477	1633	
697	1	2	3	A	R1
770	4	5	6	B	R2
852	7	8	9	C	R3
641	*	0	#	D	R4
	C1	C2	C3	C4	

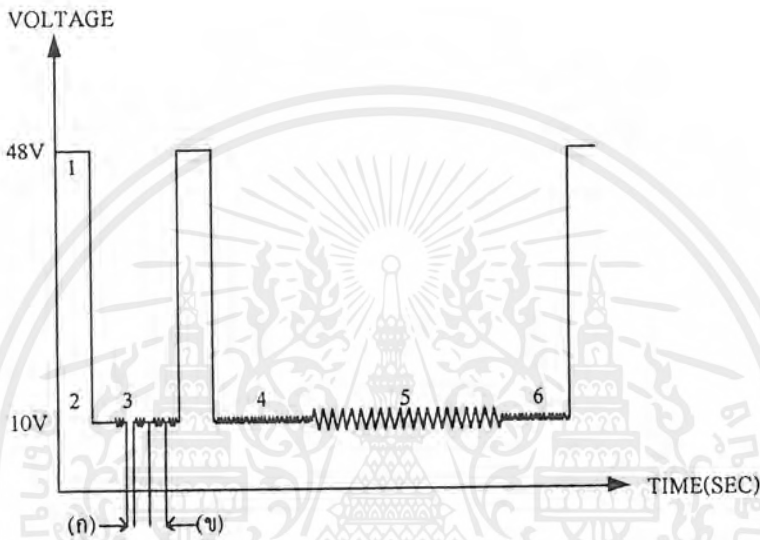
ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

2.4.3 ระบบการเชื่อมโยงของชุมสายโทรศัพท์และสัญญาณที่คู่สายโทรศัพท์

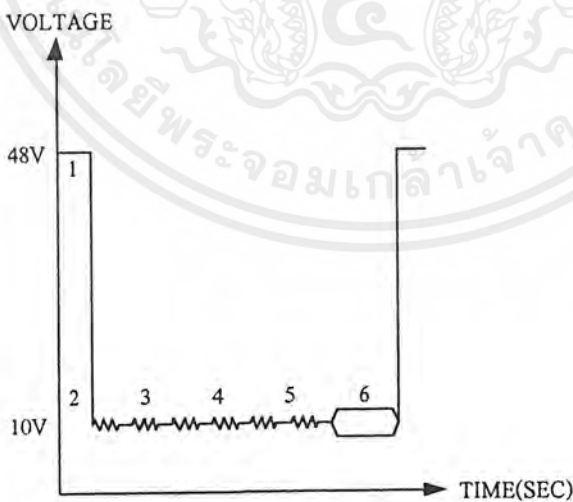
2.4.3.1 ระบบต่อต้านผู้เรียกเพื่อผู้เรียกเมื่อผู้เรียกยกหูขึ้นจะทำการเรียกจะทำให้ DC Voltage ที่ชุมสายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48V (1) เป็น 10V (2) ดังรูปที่ 2.1 ก. เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าเป็นการเริ่มต้นเรียกก็จะส่งสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) (4) ไปยังผู้เรียก (กรณี OGT : Out Going Truck) ไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) (3) ไปยังผู้เรียกทำให้ผู้เรียกวางหูและเริ่มทำการเรียกใหม่ เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ก็จะทำการกดหมายเลขของผู้รับปลายทาง เป็นสัญญาณ DTMF (5) วงจรคู่สายของเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำการแปรรหัสและปฏิบัติการพร้อมกันนั้น เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะตัดสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ทันทีที่รับสัญญาณ DTMF ที่กดหมายเลขตัวแรกเครื่องชุมสายโทรศัพท์รับหมายเลขผู้รับจะทำการแปรตัวเลขระบุปลายทางจากรหัสชุมสายที่กดหมายเลขมา เมื่อรู้ตำแหน่งของผู้รับแล้วเครื่องชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์จะจางปลายทางผ่านระหว่างผู้เรียก (OGT) และผู้รับหรือ ICT : Incoming Trunk แล้วส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) (6) ไปยังผู้เรียกและในขณะที่เดิวกั้นวงจรคู่สายส่งสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone) ไปยังผู้รับ (ในกรณีผู้รับกำลังใช้โทรศัพท์หรือ ICT ไม่ว่างเครื่องชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังผู้เรียกทำให้ผู้เรียกวางหูและเริ่มทำการเรียกใหม่)



รูปที่ 2.1 ก. ผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ



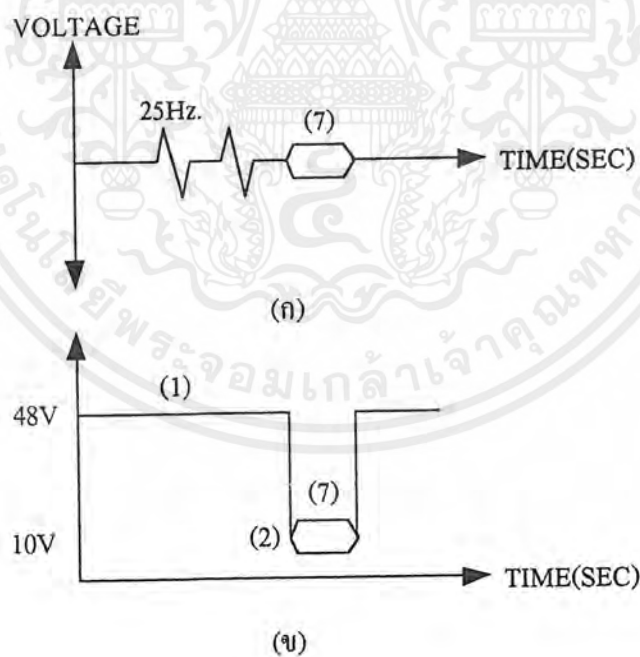
รูปที่ 2.1 ข. ผู้เรียกทำการเรียกผู้รับสำเร็จ

รูปที่ 2.1 แสดงรูปสัญญาณของคู่สายเมื่อผู้เรียกทำการเรียกผู้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้รับมาตอบเรียกสัญญาณตอบรับจะถูกส่งไปยังเครื่องชุมสาย โทรศัพท์จะตัดสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tong) ด้านผู้รับหรือ ICT จะยกเลิกสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tong) ด้านผู้เรียก (OGT) และทำให้ทางผ่านระหว่างผู้รับและผู้เรียกว่างขณะเดียวกันจะสร้างทางผ่านด้านผู้รับหรือ ICT การสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ (7) รูปที่ 2.1 ข.

2.4.3.2 ระบบการเรียกด้านผู้รับ เมื่อผู้ถูกเรียกเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tong) (3) ขนาด 100V ac ไปยังผู้รับเพื่อทำการเรียกผู้รับดังรูปที่ 2.2 ก (ถ้าผู้รับไม่ตอบการเรียก สัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tong) ยังดำเนินอยู่จนกว่าวงจรคู่สายจะตัดสัญญาณเอง เมื่อไม่มีการตอบเรียกและส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อทำการเรียกใหม่) เมื่อผู้รับการเรียกจะทำให้ DC Voltage เปลี่ยนจาก 48 V (1) เป็น 10 V (2) ทำให้วงจรถัดสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tong) ด้านผู้รับ หรือ ICT และผู้เรียก (OGT) การสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ (7) ดังรูปที่ 2.2 ข สถานะการวางหูของผู้เรียกจะเลิกทางเสียงผู้พูดและทำให้ผู้รับวางหูตามวงจรถัดสายจะตรวจรู้ว่าเป็นการเลิกสนทนาและติดต่อ



รูปที่ 2.2 ก. ทำการวัดสัญญาณ AC

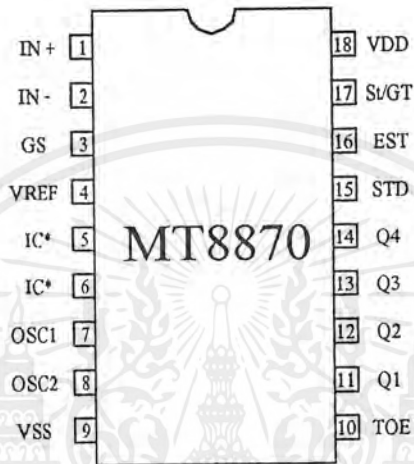
รูปที่ 2.2 ข. ทำการวัดสัญญาณ DC

รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไอซีวงจรถอดรหัสสัญญาณแบบดีทีเอ็มเอฟ MT8870

IC เบอร์ MT8870 นี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF ซึ่งเป็นสัญญาณอะนาล็อก (Analog) 2 ความถี่ได้อย่างดี ถึงแม้ว่าสัญญาณที่ได้จากการกดปุ่มของโทรศัพท์แบบทัชโทนจะมีลักษณะไม่เป็นคลื่นขายนที่แท้จริง IC เบอร์นี้ก็ยังสามารถยอมรับและถอดรหัสได้



* ต่อกับ VSS

MT8870BE 18 PIN PLASTIC

MT8870BE 18 PIN CERDIP

รูปที่ 2.3 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870

หน้าที่ของขาต่าง ๆ

- Vin สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา
- EST (Early Steering Output) ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง
- St/ GT (Steering Input/ Guard Time Output) สำหรับต่อกับ RC ภายนอก
- Q1 ถึง Q4 เอาท์พุท BCD ขนาด 4 บิต
- STD (Delayed Steering Output) ใช้แสดงค่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไปมีคาบกำหนดเพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ
- TOE (Tone Output Enable) อินพุทใช้ควบคุม Q1 ถึง Q4 ให้เป็น ไฮอิมพีแดนซ์
- OSC1 (Clock) : input
- OSC2 (Clock) : ต่อ x-tal 3.579545 MHz ระหว่าง OSC1 และ OSC2 เพื่อกำเนิดความถี่ภายในที่สมบูรณ์

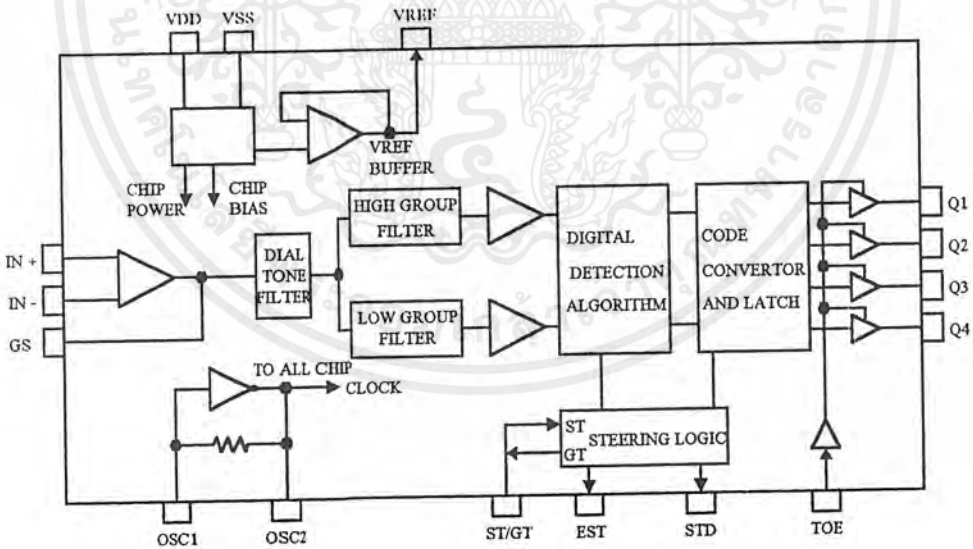
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ DTMF
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

2.5.1 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยีซีมอส (ISO-CMOS) ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคโนโลยีสวิตซ์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สำคัญณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุทเป็นวงจรแอสแตซ์ 3 สถานะ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายใน MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section) ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตซ์คาปาซิเตอร์ (Six-Order Switched Capacitor Band Pass Filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

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

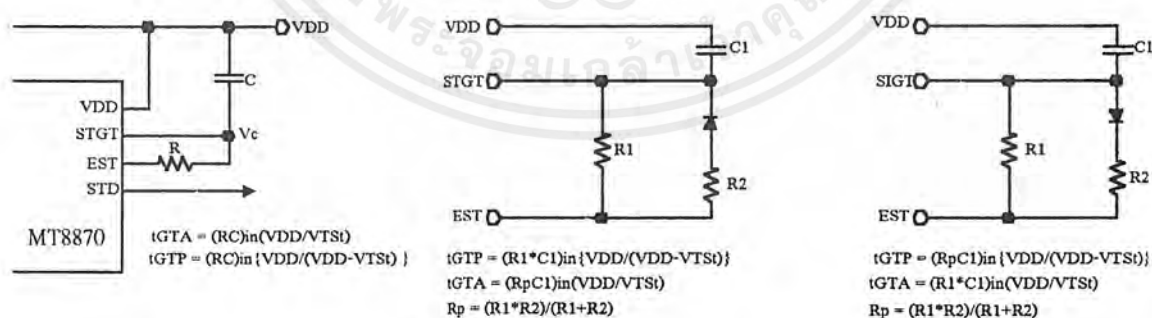
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภาคถอดรหัส (Decoder Section) ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (Early Steering) จะแอกทีฟ สำหรับค่าถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดงดังตารางที่ 2.2

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit) ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุตจะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็น "HIGH" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 2.5 เมื่อขา EST เป็น HIGH ทำให้ VC สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลต์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

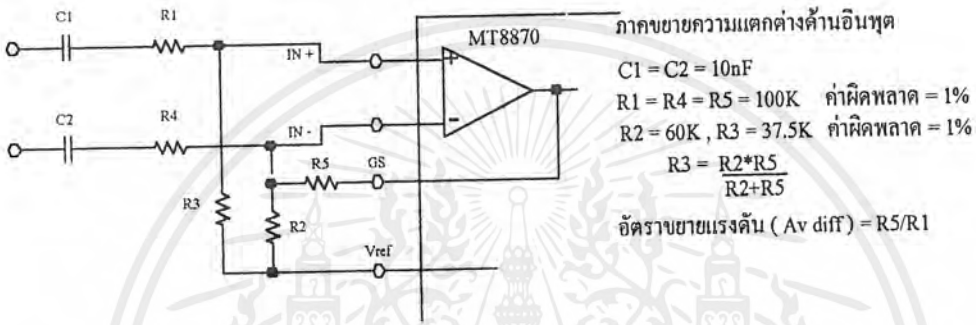
สำหรับคำว่า การ์ดไทม์ (Guard Time) นั้นหมายถึงช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เรที่ตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือกล่าวได้ว่าเวลาที่เรที่ตั้งไว้โดยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุก็คือการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่ากับหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ที่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (Guard Time) พร้อมวิธีการคำนวณ

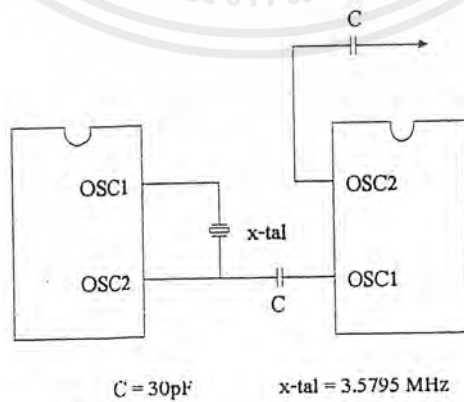
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Input) วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกออกไปดังรูปที่ 2.6 ซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราขยาย (Av diff)} &= R5 / R1 \\ \text{อินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin diff)} &= 2(R1^2 + (1/\omega c)^2)^{1/2} \end{aligned}$$



รูปที่ 2.6 แสดงการต่อวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator) ในภาคนี้ภายในไอซีมีวงจรกำเนิดความถี่อยู่ เพียงแต่ต่อคริสตอลขนาด 3.5795 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที ซึ่งปกติแล้วจะใช้ x-tal 1 ตัวกับ IC 1 ตัว อย่างไรก็ตามเราสามารถ IC MT8870 หลายๆตัวในขณะที่มี x-tal เพียงตัวเดียวได้โดยต่อ O/P ของ OSC ของ IC ตัวแรกเป็น I/P ของ OSC ของ IC ตัวถัดไปโดยผ่านตัวเก็บประจุ 30 pF ดังแสดงในรูปที่ 2.7 โดยที่จะไม่เกิดปัญหาจากโพลต์ที่ Mismatch กัน



รูปที่ 2.7 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตที่มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายใน หลายอย่างได้แก่ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ อุปกรณ์รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม เนื่องจากโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในนี้เอง ทำให้การใช้งานง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมมากเหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป นอกจากนี้หากเราต้องการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม เช่น ไอซี 8255 หรือหน่วยความจำภายนอก เรายังสามารถนำมาเชื่อมต่อเพิ่มเติมเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อีกด้วย

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีให้เลือกหลายเบอร์ดังแสดงในตารางที่ 2.3

Device Name	EPROM	ROM Bytes	RAM Bytes	16 BIT TIME/COUNTER	INTERRUPT
8031	-	-	128*8	2	5
8031AH	-	-	128*8	2	5
8031BH	-	-	128*8	2	5
8032AH	-	-	256*8	3	6
8051	-	4K*8	128*8	2	5
8051AH	-	4K*8	128*8	2	5
8051BH	-	4K*8	128*8	2	5
8052AH	-	8K*8	256*8	3	6
8751H	4K*8	-	128*8	2	5
8752H	8K*8	-	256*8	2	6

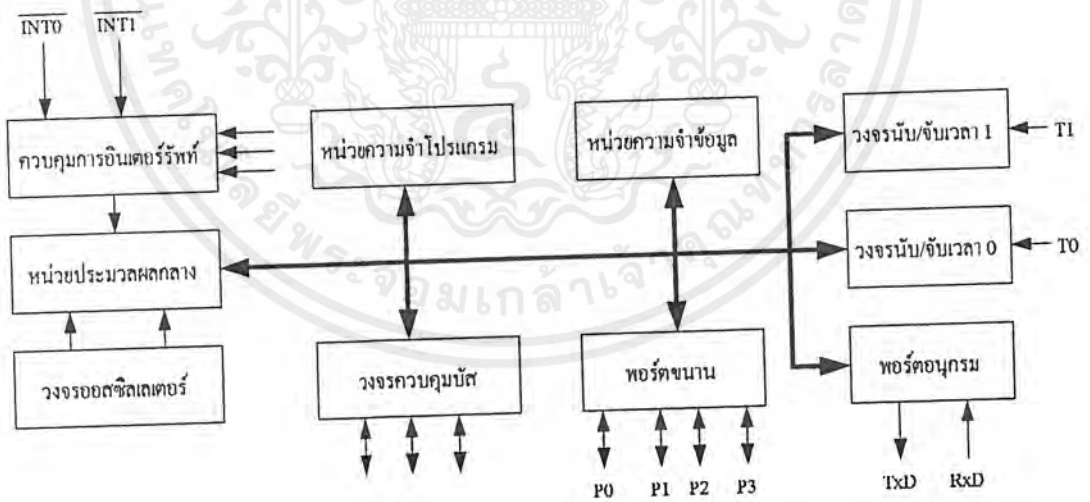
ตารางที่ 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051 แสดงในรูปที่ 2.8 ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บข้อมูลขนาด 128 ไบต์ (Internal data memory 128 byte)
- หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมขนาด 4 กิโลไบต์ (Internal program memory 4 byte)
- อุปกรณ์ควบคุมการอินเทอร์รัพต์ (Interrupt Control Unit)
- ตัวตั้งเวลาและตัวนับขนาด 16 บิต 2 ชุด (Timer/Counter0 and Timer/Counter1)
- พอร์ตควบคุมการสื่อสารอนุกรมแบบ Full Duplex ซึ่งสามารถรับและส่งข้อมูลพร้อมกันได้
- พอร์ตขนานสำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกจำนวน 4 พอร์ตๆละ 8 บิต
- วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายใน



รูป 2.8 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051

การทำงานของส่วนประกอบต่างๆที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะเป็นดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.1 หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรม (Internal program memory)

หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมทำหน้าที่เก็บโปรแกรมที่ผู้เขียนขึ้นเพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยหน่วยความจำจะเป็นแบบ ROM มีความจุ 4 Kbytes (ตำแหน่ง 0000H-0FFFH) ในการใช้งาน เราสามารถกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เลือกใช้โปรแกรมที่เก็บอยู่ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือโปรแกรมที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำ (EPROM) ที่อยู่ภายนอกก็ได้ การเลือกการติดต่อทำได้โดยการป้อนสัญญาณควบคุมให้ที่ขา EA (External Access) ถ้าต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะต่อขาเข้ากับลอจิก “1” หากต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับโปรแกรมที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำภายนอก จะต่อขาเข้ากับลอจิก “0” การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกจะติดต่อได้ทั้งหมด 64 Kbytes (ตำแหน่ง 0000H-FFFFH)

ในกรณีที่กำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อได้ 4 Kbytes (สำหรับเบอร์ 8051) หากตำแหน่งของโปรแกรมมีค่าเกินกว่าตำแหน่งของหน่วยความจำภายใน (โปรแกรมยาวเกินกว่า 4 Kbytes) ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการติดต่อกับโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำภายนอกอัตโนมัติ

2.6.1.2 หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal data memory)

หน่วยความจำข้อมูลภายในทำหน้าที่เก็บข้อมูลทั่วไป และทำหน้าที่เป็นสแตค (Stack) บางส่วน หน่วยความจำข้อมูลภายในของเบอร์ 8051 มีอยู่ 128 ไบต์ โดยอยู่ในตำแหน่ง 00H-7FH

2.6.1.3 อุปกรณ์ควบคุมการอินเทอร์รัพต์ (Interrupt Control Unit)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการอินเทอร์รัพต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีการร้องขออินเทอร์รัพต์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด คือ สัญญาณจากภายนอก 2 สัญญาณ จากตัว Timer0, Timer1 และ Timer2 (เบอร์ 8051 มี Timer เพียง 2 ตัว ดังนั้นจะมีแหล่งกำเนิดสัญญาณ 5 แหล่ง) และจากอุปกรณ์รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม 1 สัญญาณ สัญญาณอินเทอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นเราสามารถควบคุมการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตอบรับหรือไม่ตอบรับก็ได้ นอกจากนี้เรายังสามารถจัดลำดับความสำคัญของการอินเทอร์รัพต์ (Interrupt priority) จากสัญญาณต่างๆ ได้เป็น 2 ระดับแตกต่างกัน

2.6.1.4 ตัวตั้งเวลาและตัวนับ (Timer/Counter)

ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ชุด คือ Timer0 และ Timer1 สำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8052 จะมี Timer2 เพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอีก 1 ตัว โดย Timer ทั้งหมดสามารถกำหนดให้ทำงานในลักษณะของตัวนับหรือตัวจับเวลาก็ได้

การทำงานในโหมดของตัวตั้งเวลา ค่าในรีจิสเตอร์จะเพิ่มขึ้นทุกๆ แมกซ์ซินไซเกิดโดย 1 แมกซ์ซินไซเกิดประกอบด้วยสัญญาณนาฬิกา 12 ลูก ดังนั้นอัตราการจับเวลาจะเป็น $1/12$ เท่าของความถี่สัญญาณนาฬิกาของระบบ ค่าสูงสุดที่ตั้งได้คือ 2^{16}

การทำงานในโหมดการนับ ค่าของการนับจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีสัญญาณเข้ามาที่ขา T0 หรือ T1 เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ความเร็วในการนับสูงสุดคือ $1/24$ เท่าของสัญญาณนาฬิกาโดยสัญญาณที่เข้ามาที่ขา T0 หรือ T1 จะมี Duty Cycle เท่าใดก็ได้

2.6.1.5 พอร์ตอินพุตเอาต์พุต

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ประกอบด้วยพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทาง (Bi-directional) จำนวน 4 พอร์ต แต่ละพอร์ตมีอุปกรณ์แลตซ์ข้อมูลและเอาต์พุต ไดรเวอร์ประกอบอยู่ทางด้านเอาต์พุต และทางด้านอินพุตจะมีบัฟเฟอร์ (พอร์ตทั้ง 4 เป็นรีจิสเตอร์พิเศษชื่อ P0, P1, P2 และ P3) เราสามารถใช้งานแต่ละพอร์ตเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้ตามต้องการ แต่ละบิตของพอร์ตสามารถเชื่อมต่อกับสัญญาณ TTL ได้โดยตรง

ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกพอร์ต P0 และ P2 จะใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำนอก โดยพอร์ต P0 จะทำงานในลักษณะของมัลติเพล็กซ์คือเป็นทั้งพอร์ตตำแหน่งและพอร์ตข้อมูล โดย P0 จะเป็นตำแหน่งของหน่วยความจำด้านต่ำ (Low byte) และ P2 จะเป็นตำแหน่งของหน่วยความจำด้านสูง

2.6.2 สัญญาณต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 เป็นไอซีขนาด 40 ขาซึ่งมีสัญญาณต่างๆ แสดงในรูปที่ 2.9

สัญญาณต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถจำแนกตามการทำงานเป็น 3 กลุ่มคือ

- กลุ่มสัญญาณตำแหน่ง เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำ
- กลุ่มสัญญาณควบคุมเป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
- กลุ่มสัญญาณข้อมูลเป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0/AD0
P1.2	3	38	P0.1/AD1
P1.3	4	37	P0.2/AD2
P1.4	5	36	P0.3/AD3
P1.5	6	35	P0.4/AD4
P1.6	7	34	P0.5/AD5
P1.7	8	33	P0.6/AD6
RST	9	32	P0.7/AD7
RXD/P3.0	10	31	\overline{EA}
TXD/P3.1	11	30	ALE
$\overline{INT0}$ /P3.2	12	29	\overline{PSEN}
$\overline{INT1}$ /P3.3	13	28	P2.7/A15
T0/P3.4	14	27	P2.6/A14
T1/P3.5	15	26	P2.5/A13
\overline{WR} /P3.6	16	25	P2.4/A12
\overline{RD} /P3.7	17	24	P2.3/A11
XTAL1	18	23	P2.2/A10
XTAL2	19	22	P2.1/A9
VSS	20	21	P2.0/A8

รูปที่ 2.9 สัญญาณต่างๆ ของ MCS-51 เบอร์ 8051

หน้าที่และการใช้งานของสัญญาณต่างๆ เป็นดังนี้

VCC	สำหรับต่อกับไฟเลี้ยง 5 โวลต์
VSS	สำหรับต่อกับกราวด์
XTAL1	เป็นอินพุตของภาคขยายสัญญาณแบบอินเวอร์สของวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา
XTAL2	เป็นเอาต์พุตของภาคขยายสัญญาณแบบอินเวอร์สของวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา
RST	สัญญาณรีเซ็ต ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกรีเซ็ตเมื่อสัญญาณที่ขานี้มีค่าเป็นลอจิก “1” นานไม่ต่ำกว่า 2 แมกซ์ซีไนซ์เกิด
ALE/ \overline{PROG}	(Address Latch Enable) เป็นสัญญาณเอาต์พุต ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งออกไปเป็นพัลส์เพื่อแลตช์ค่าตำแหน่งไบต์ค่าที่อยู่ที่พอร์ต P0 ในขณะที่ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกสัญญาณนี้จะถูกส่งออกไปด้วยอัตราคงที่คือ 1/6 เท่าของความถี่สัญญาณนาฬิกาซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับอุปกรณ์ภายนอกได้ สัญญาณพัลส์นี้จะถูกข้ามไป 1 พัลส์เมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายนอก (External Data Memory) และสัญญาณนี้จะใช้เป็นอินพุตเพื่อควบคุมการโปรแกรม PROM ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย

PSEN

(Program Store Enable) เป็นเอาต์พุต สำหรับส่งสัญญาณสไตรป (พัลส์ต่ำ) เพื่ออ่านข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) เมื่อซีพียูอ่านรหัสคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก จะส่งสัญญาณสไตรปออกมา 2 ครั้งใน 1 แมกซ์ซีไนซ์เกิดแต่สัญญาณสไตรปทั้ง 2 ครั้งจะถูกข้ามไปหากเป็นช่วงที่ซีพียูติดต่อกับ หน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data Memory)

EA

(External Access) เป็นสัญญาณอินพุต ใช้สำหรับควบคุมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เลือกติดต่อกับโปรแกรมที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำโปรแกรมภายใน หรือโปรแกรมที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ หากให้ลอจิก "1" ที่ขานี้จะเป็นการเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ หากต้องการให้ซีพียูติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกต้องต่อสัญญาณเข้ากับให้ลอจิก "0" หรือ VSS ถึงแม้ว่าเบอร์ 8031 ไมท์ EPROM ภายในก็ต้องต่อขานี้ลงกราวด์ด้วย ในกรณีของการโปรแกรม ROM ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะต่อขานี้เข้ากับไฟ 21 V ถ้าเป็น 8751 AH แต่หากเป็น 8751 BH ต้องต่อกับ 12.75V

Port 0

เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุต 2 ทางแบบ Open drain ขนาด 8 บิต P0.1 – P0.7 เมื่อใช้เป็นเอาต์พุตสามารถต่อกับไอซี TTL ตระกูล LS ได้ 8 ตัว เมื่อต้องการใช้งานเป็นอินพุตต้องส่งค่าลอจิก 1 ออกไปที่พอร์ตก่อนเพื่อทำให้ลดยซึ่งเป็นอินพีแคนซ์สูง พอร์ต P0 จะทำงานอีกหน้าที่หนึ่งคือ เป็นมัลติเพล็กซ์ของสัญญาณด้านต่ำ และสัญญาณข้อมูลในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก การทำงานในลักษณะนี้ จะใช้การพูลอัพ (Pull up) จากภายในที่สามารถจ่ายกระแสให้กับอินพุต TTL ได้ 8 ตัว นอกจาก 2 หน้าที่ดังกล่าวแล้ว พอร์ต P0 ยังใช้เป็นตัวรับข้อมูลในช่วงการโปรแกรม EPROM และเป็นตัวส่งข้อมูลออกมาในช่วงการตรวจสอบโปรแกรมภายใน ROM หรือ EPROM ซึ่งจะต้องใช้พูลอัพภายนอกในขณะที่ทำการตรวจสอบโปรแกรม

- Port 1 เป็นพอร์ตอินพุต / เอาต์พุตแบบ 2 ทางขนาด 8 บิต ที่มีพูลอัพอยู่ภายใน ในกรณีเอาต์พุตจะต่อกับอินพุตของ TTL ตระกูล LS ได้ 4 ตัว เมื่อต้องการใช้เป็นอินพุตต้องเริ่มต้นด้วยการส่งค่าลอจิก “1” ออกไปที่พอร์ตนี้ก่อน เพื่อทำให้เกิดพูลอัพภายใน เมื่อมีสัญญาณอินพุตเป็น “0” เข้ามาจะทำให้ พอร์ตจ่ายกระแสออกเนื่องจากมีการพูลอัพอยู่ภายใน นอกจากนี้พอร์ต P1 ยังทำหน้าที่รับตำแหน่งด้านต่ำในช่วงของการโปรแกรม EPROM และช่วงการตรวจสอบ โปรแกรมใน ROM หรือ EPROM อีกด้วย สำหรับเบอร์ 8032 AH และ 8052 AH ขา P1.0 และ P1.1 จะทำหน้าที่เป็น T2 T2EX อีกหนึ่งหน้าที่
- Port 2 เป็นพอร์ตอินพุต / เอาต์พุตแบบ 2 ทางขนาด 8 บิต ที่มีพูลอัพอยู่ภายใน ในกรณีเอาต์พุตจะต่อกับอินพุตของ TTL ตระกูล LS ได้ 4 ตัว เมื่อต้องการใช้เป็นอินพุตต้องเริ่มต้นด้วยการส่งค่าลอจิก “1” ออกไปที่พอร์ตก่อนเพื่อทำให้เกิดพูลอัพภายใน เมื่อสัญญาณอินพุตเข้ามาเป็น “0” จะทำให้พอร์ต P2 จ่ายกระแสออกเนื่องจากการพูลอัพอยู่ภายใน ในระหว่างการติดต่อกับโปรแกรมภายนอกหรือการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกที่มีการอ้างตำแหน่งแบบ 16 บิต พอร์ต P2 จะส่งตำแหน่งไบต์สูงออกไป ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้จะมีการพูลอัพภายในอยู่ ในช่วงของการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกที่ใช้การอ้างตำแหน่งแบบ 8 บิต (คำสั่ง MOVX @Ri) สัญญาณที่ขาของพอร์ต P2 จะมีค่าเท่ากับบริจิสเตอร์ P2 ที่อยู่ใน SFR นอกจากนี้พอร์ต P2 ยังทำหน้าที่รับตำแหน่งไบต์สูง ในช่วงของการโปรแกรม EPROM และการตรวจสอบโปรแกรมใน ROM และ EPROM อีกด้วย
- Port 3 เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต 2 ทางขนาด 8 บิตที่มีพูลอัพอยู่ภายในในกรณีเอาต์พุตจะต่อกับอินพุตของ TTL ตระกูล LS ได้ 4 ตัว เมื่อต้องการทำเป็นอินพุตต้องเริ่มต้นด้วยการส่งค่าลอจิก “1” ออกไปที่พอร์ตก่อนเพื่อให้เกิดการพูลอัพภายใน เมื่อสัญญาณอินพุตเข้ามาเป็น “0” จะทำให้พอร์ต P3 จ่ายกระแสออกเนื่องจากการพูลอัพภายในนอกจากนี้พอร์ต P3 ยังทำหน้าที่สัญญาณอื่นๆ อีกด้วย

เมื่อต้องการใช้งานพอร์ต P3 ให้ทำหน้าที่เป็นสัญญาณต่างๆ จะต้องเริ่มต้นด้วยการส่งค่าลอจิก “1” ออกไปแลทซ์ที่ พอร์ต P3 ก่อนเพื่อให้เกิดการพูลอัพภายใน หากเรากำหนดให้มีค่าลอจิก “0” จะทำให้สัญญาณที่ขาต่างๆ มีค่าเป็น 0 ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
P3.0	RXD	อินพุตของพอร์ตอนุกรม
P3.1	TXD	เอาต์พุตของพอร์ตอนุกรม
P3.2	INT0	สัญญาณอินเทอร์รัพต์จากภายนอกตัวที่ 0
P3.3	INT1	สัญญาณอินเทอร์รัพต์จากภายนอกตัวที่ 1
P3.4	T0	อินพุตจากภายนอกของตัวตั้งเวลา 0
P3.5	T1	อินพุตจากภายนอกของตัวตั้งเวลา 1
P3.6	WR	สัญญาณการเขียนข้อมูลออกไปภายนอก
P3.7	RD	สัญญาณการอ่านข้อมูลจากภายนอกเข้ามา

ตารางที่ 2.4 สัญญาณต่างๆ ของพอร์ต P3

2.7 บอร์ด TLCD-164

2.7.1 คุณสมบัติของบอร์ด

บอร์ด TLCD-164 คือแผงแสดง LCD รูปแบบใหม่ที่มีชิพไมโครอยู่ในตัว โดยจะช่วยให้การควบคุมการทำงานกระทำได้ง่ายขึ้น และประหยัดจำนวน I/O ที่ใช้ในการควบคุม นอกจากนี้ยังช่วยลดภาระของโปรแกรมในบอร์ดหลักได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญก็คือ บอร์ด TLCD-164 แสดงภาษาไทยได้ทันที โดยจะทำการจัดบรรทัดให้เรียบร้อย ผู้ใช้เพียงแค่ส่งตัวอักษร (สมอ.) มาเท่านั้น คุณสมบัติของบอร์ดสรุปได้ดังนี้

- แผง LCD MODULE แบบกราฟฟิค ขนาด 128 X 64 DOT ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C51

- มี Dip Switch 4 ตัว สำหรับเลือกโหมดการทำงาน (STEST, 3 BIT, RS232, DEMO) และความเร็วของการสื่อสาร (Baud Rate 1200, 2400, 4800, 9600)

- สามารถเลือกสัญญาณควบคุมได้ 3 แบบคือ RS232 มาตรฐาน, RS232 แบบ LOGIC และ 3 BIT SERIAL

- มี VR เกือกม้วสำหรับปรับความเข้มของ LCD

- ขั้วต่อ 2 PIN สำหรับ Supply 5 VDC และ 3 PIN สำหรับ RS232

- มี Jumper 2 ตัวสำหรับเลือก RS232 แบบมาตรฐานหรือ LOGIC

- จุดต่อทั้งหมดจะสามารถบัดกรีได้จากทั้ง 2 ข้างของบอร์ดทำให้สะดวกต่อการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C	คือรหัสคำสั่งตั้งแต่ 1-8 (31H-38H)
XX...X	คือข้อมูลติดตามของแต่ละคำสั่งซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ รวมมีความยาวตามกำหนดในแต่ละคำสั่งด้วย
<cr>	คือรหัสลงท้ายของคำสั่ง (0DH)

ตัว TLCD-164 เมื่อรับคำสั่งแล้ว ก็จะทำงานตามคำสั่งนั้น ๆ ทันทีและจำเป็นต้องใช้เวลาในการทำงานด้วย ซึ่งจะเรียกว่าเป็น BUSY TIME เพราะฉะนั้นเมื่อส่งคำสั่งควบคุมมาแล้วจะต้องหน่วงเวลาตามที่กำหนดเป็นอย่างน้อยด้วย จึงจะสามารถส่งคำสั่งต่อไปมาได้ ในกรณี RS232 เมื่อ TLCD-164 ทำงานตามคำสั่งเรียบร้อยแล้วเครื่องจะส่งคำสั่งว่า OK (cr) ย้อนกลับมาให้ทราบด้วย ส่วนกรณี 3 BIT SERIAL จะไม่มีการส่งข้อมูลย้อนกลับเพราะฉะนั้นผู้ใช้จะต้องหน่วงเวลาตามที่กำหนด การทำงานต่าง ๆ จึงจะถูกต้องตามต้องการ ชุดคำสั่งทั้งหมดจะสรุปเป็นตารางดังต่อไปนี้

คำสั่ง	รายละเอียด	BUSY TIME
: 1RCD <cr>	Set Character Row & Column R = 0-3 CC = 00-15	4 mS
: 2xx..x <cr>	Set Character (Max = 25 Char.)	115 mS
: 3PPYY <cr>	Set Graphic Page & Y PP = 00-15 YY = 00-63	6 mS
: 4XX..X <cr>	Set Graphic (Max = 25 Data)	3 mS
: 5 <cr>	Clear LCD	50 mS
: 6 <cr>	Cursor ON	3 mS
: 7 <cr>	Cursor OFF	6 mS
: 8 <cr>	Back Space (BLOCK)	6 mS

ตารางที่ 2.5 ชุดคำสั่งการควบคุม

คำสั่งที่ 1 : 1RCC <cr>
 สำหรับกำหนดตำแหน่งของตัวอักษรที่จะแสดงโดยกำหนดเป็น Row ตั้งแต่ 0-3 และ Column ตั้งแต่ 00-15 ทั้งนี้การจัดวางตำแหน่งของตัว TLCD-164 จะเป็นดังนี้

Column ...

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Row ... 0																
1																
2																
3																

ตารางที่ 2.6 การจัดวางตำแหน่งของตัวอักษรของตัว TLCD - 164

คำสั่งที่ 2

```
:2XX..X <cr>
```

สำหรับแสดงตัวอักษร XX..X โดยเป็นได้ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ กรณีภาษาไทยจะจัดบรรทัดตามวรรณยุกต์ให้เองอย่างถูกต้อง ในคำสั่งจะส่งอักษรได้สูงสุด 25 อักษร (สามารถส่งน้อยกว่าได้) ถ้าต้องการส่งมากกว่านี้จะต้องแยกเป็นอีกคำสั่งแล้วส่งตามม่อีกครั้ง

คำสั่งที่ 3

```
:3PPYY <cr>
```

สำหรับกำหนดตำแหน่งกราฟฟิคที่จะแสดง โดยกำหนดเป็น Page ตั้งแต่ 00 - 15 และ YY ตั้งแต่ 00 - 63 ทั้งนี้การจัดวางตำแหน่งของ TLCD - 164 จะเป็นดังนี้

YY 0063

Page 0	Page 8
Page 1	Page 9
Page 2	Page 10
Page 3	Page 11
Page 4	Page 12
Page 5	Page 13
Page 6	Page 14
Page 7	Page 15

ตารางที่ 2.7 การจัดวางตำแหน่งของกราฟฟิคของตัว TLCD - 164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งที่ 4

:4XX..X <cr>

สำหรับการแสดงกราฟฟิคแบบ BIT-MAP โดยข้อมูล X จะส่งได้สูงสุด 25 ข้อมูล ถ้าต้องการส่งมากกว่านี้จะต้องแยกเป็นอีกคำสั่งแล้วจึงส่งตามมามีอีกครั้ง ข้อมูลจะเป็นดังนี้

	ข้อมูล X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(25)
Bit 0	*	*	*	*	*		*
Bit 1	*	*	*	*	*		*
Bit 2	*	*	*	*	*		*
Bit 3	*	*	*	*	*		*
Bit 4	*	*	*	*	*		*
Bit 5	*	*	*	*	*		*
Bit 6	*	*	*	*	*		*
Bit 7	*	*	*	*	*		*

ข้อมูล X จะแสดงบน LCD ในแบบ 1 Bit ต่อ 1 Dot โดยถ้าเป็น 0 คือ ไม่แสดง และถ้าเป็น 1 คือ แสดงจุดดำ และจะเรียงข้อมูลจากซ้ายไปขวาเสมอ การส่งข้อมูล X จะทำให้ภายใน Page นั้น ๆ ที่กำหนดจากคำสั่งหมายเลข 3 เท่านั้น ถ้ามีการข้าม Page จะต้องกำหนดตำแหน่งใหม่อีกครั้ง การแสดงกราฟฟิคสามารถทำควบคู่ไปกับการแสดงตัวอักษรได้ เพียงแต่ต้องระวังไม่ให้เกิดการทับกันของข้อความเท่านั้น

คำสั่งที่ 5

:5 <cr>

สำหรับการ CLEAR LCD ทั้งหมด (ไม่มีจุดดำ) และจะกำหนดค่าให้ Row, Column เท่ากับ 0 รวมทั้ง Page, Y เท่ากับ 0 ด้วย

คำสั่งที่ 6

:6 <cr>

สำหรับกำหนดให้แสดง Cursor โดย Cursor จะแสดง ณ ตำแหน่งที่กำหนดจากคำสั่งหมายเลข 1 หรือกรณีถ้ามีการส่งตัวอักษรมาแล้ว Cursor ก็จะเลื่อนไปตามตัวอักษรเหล่านั้น Cursor จะแสดงเป็นเครื่องหมายขีดใต้ตัวอักษร และกระพริบเป็นจังหวะช้า ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งที่ 7 :7 <cr>
สำหรับ กำหนดให้ชุดแสดง Cursor

คำสั่งที่ 8 :8 <cr>
สำหรับการทำ Back Space แบบ Block คือจะลบตัวอักษรล่าสุดไป 1 Block พร้อมทั้งถอย Cursor กลับไป 1 ตำแหน่งด้วย การลบแบบ 1 Block จะหมายถึงว่าบรรทัดบนและล่างของอักษรภาษาไทยจะหายไปพร้อมกับตัวพยัญชนะด้วย

2.7.4 การผ่านทาง RS232

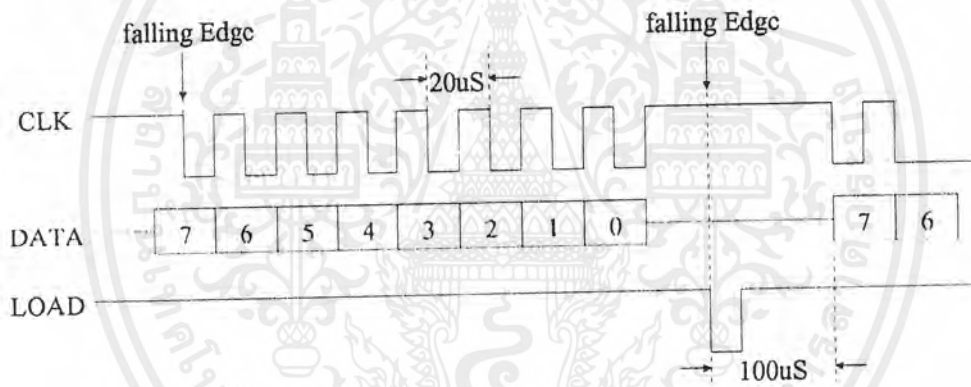
การควบคุมผ่านทาง RS232 สามารถเลือกสัญญาณได้ 2 แบบ คือแบบมาตรฐาน ทางขั้วต่อ 3 PIN หรือจุดบัดกรีข้างบอร์ด RSD, TXD โดยมีระดับแรงไฟตามมาตรฐานของ RS232 (สามารถต่อเข้ากับเครื่อง PC ได้โดยตรง) และอีกแบบคือ LOGIC ทางจุดบัดกรีของบอร์ด RXL, TXL โดยมีระดับแรงไฟเป็น LOGIC 5 VDC (TTL) ซึ่งสามารถต่อเข้ากับขา RXD และ TXD ของตัว 80C31 ได้โดยตรง การเลือกทำได้โดยการปรับตัว Jumper ทั้ง 2 ตัวไปตามตำแหน่งที่ต้องการ ลักษณะสัญญาณ RS232 จะใช้คุณสมบัตินี้

SPEED	1200,2400,4800,9600 เลือกได้ด้วย DIP-SW 3,4
DATA	8 BIT
STOP	1 BIT
PARITY	NO

การส่งคำสั่งทาง RS232 นี้ ตัว TLCD - 164 จะส่งคำตอบรับ OK <cr> มาให้เสมอหลังจากที่ทำงานตามคำสั่งเรียบร้อยแล้ว ซึ่งผู้ใช้อาจจะตรวจสอบหรือไม่ก็ได้ ตามแต่ลักษณะงานที่นำไปใช้

2.7.5 การควบคุมผ่านทาง 3 BIT SERIAL

การควบคุมผ่านทาง 3 BIT SERIAL จะทำงานได้เร็วกว่า RS232 ขณะเดียวกันจะเป็นแบบ SYNCHRONOUS กล่าวคือสัญญาณจะขึ้นอยู่กับ CLOCK ขอบขาลง ที่กำหนดโดยบอร์ดที่ส่งข้อมูลมาโดยไม่ขึ้นกับระยะเวลาของสัญญาณ (เหมือน RS232) ซึ่งจะเหมาะกับงานที่ค่อนข้างซับซ้อนและต้องดูแล INPUT/OUTPUT ที่ไม่แน่นอนจำนวนมาก การควบคุมแบบนี้จะใช้ขาสัญญาณ 3 เส้นคือ DIN (DATA-IN) , CLK (CLOCK) , LD (LOAD) โดยรูปแบบการส่งข้อมูลจะกระทำทีละ 8 BIT (1 BYTE) ทั้งนี้รูปแบบของข้อมูลจะเป็นเหมือนกับ RS232 ทุกประการ การควบคุมแบบนี้จะไม่มีการตอบรับจากตัว TLCD - 164 เพราะฉะนั้นผู้ใช้จะต้องหน่วงเวลาตาม BUSY TIME ที่กำหนดเสมอ หลังจากที่ส่งคำสั่งไปแล้วรายละเอียดของสัญญาณจะแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.10 รายละเอียดของสัญญาณ

	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0		0		P		p				ฐ	ภ	ะ	เ	๐
1	!	1	A	Q	a	q			ก	ท	ม	ะ	แ	๑
2	”	2	B	R	b	r			ข	ฌ	ย	า	โ	๒
3	#	3	C	S	c	s				ณ	ร	ำ	ใ	๓
4	\$	4	D	T	d	t			ค	ค	ฤ	๗	ุ	๔
5	%	5	E	U	e	u				ต	ถ	๘		๕
6	&	6	F	V	f	v			ฌ	ถ	ภ	๙	ๆ	๖
7	'	7	G	W	g	w			ง	ท	ว	๘	๘	๗
8	(	8	H	X	h	x			จ	ช	ศ	๙	'	๘
9	)	9	I	Y	i	y			ฉ	น	ษ	๙	๙	๙
A	*	:	J	Z	j	z			ช	บ	ส		๙	
B	+	;	K	[	k	{			ช	ป	ห		+	
C	,	<	L	\	l				ณ	ผ	พ		,	
D	-	=	M	]	m	}			ญ	ฝ	อ			
E	.	>	N	^	n				ฉ	พ	ฮ			
F	/	?	O	_	o				ฉ	ฟ	๙	฿		

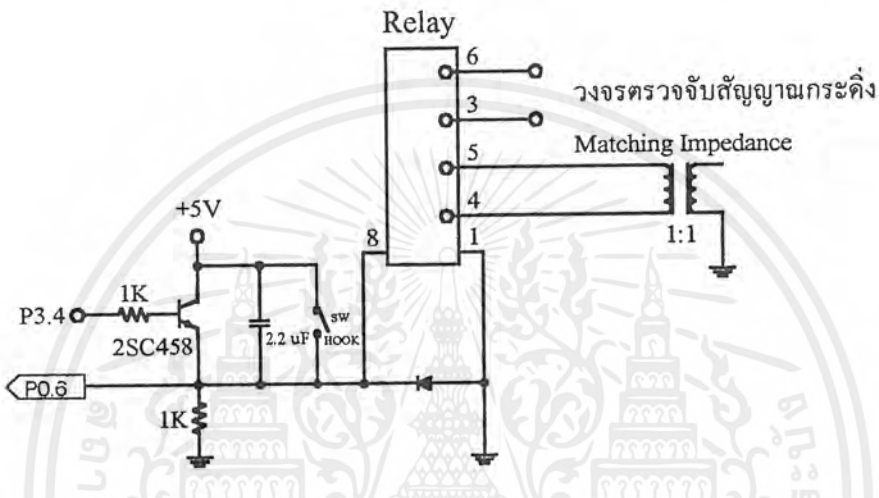
ตารางที่ 2.8 รหัสที่ใช้ภายในบอร์ด TLCD - 164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและหลักการทำงานของระบบ

3.1 ส่วนทำการตัดต่อคู่สาย



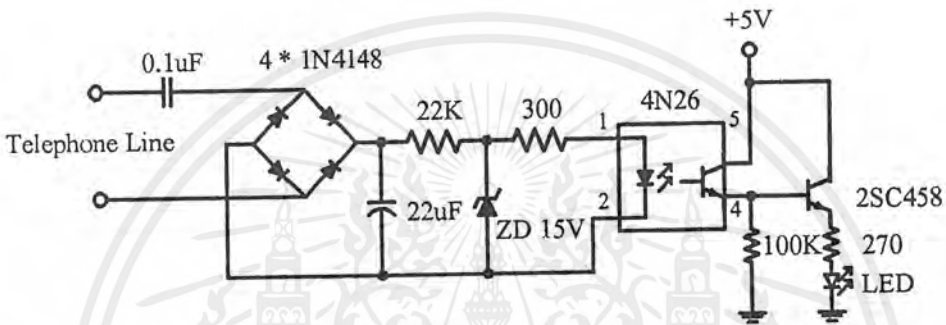
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรตัดต่อคู่สาย

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่แทนสวิตช์ที่วางหูโทรศัพท์ (Hook Switch) เพื่อทำการตัดต่อ PABX กับเครื่องตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลงโดยที่ขดลวดปฐมภูมิต่ออยู่กับสายโทรศัพท์ และมีค่าความต้านทานของวงจรประมาณ 600 โอห์ม (ซึ่งเท่ากับค่าความต้านทานของโทรศัพท์ขณะยกหู) เมื่อหน้าสัมผัสของรีเลย์ปิดจะทำให้วงจรทางคู่สายโทรศัพท์ที่มีค่าความต้านทานทางกระแสดตรงต่ำก็จะเกิดการครบวงจรขึ้นทำให้ทางชุมสายหรือ PABX รับรู้การยกหูของเครื่อง ชุมสายหรือ PABX ก็จะส่งสัญญาณหมุนหมายเลข (Dial Tone) มาให้ โดยเขียนวงจรได้ดังรูปที่ 3.1

จากรูปที่ 3.1 ในขณะที่ปกติขั้วสัมผัสรีเลย์จะต่อเข้ากับวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและถ้าทำการกดสวิตช์ (Hook Switch) จะทำให้มีแรงดันตกคร่อมความต้านทานที่ขดลวดปฐมภูมิ และขา 8 ด้วย ขั้วสัมผัสของรีเลย์จึงไปสัมผัสกับหม้อแปลงเกิดการครบวงจรขึ้น แรงดันที่ขดลวดปฐมภูมิถูกส่งไปที่ PORT 0.6 ของ MCS-51 เพื่อเช็การกดสวิตช์ (Hook Switch)

ส่วน PORT 3.4 ทำหน้าที่เกี่ยวกับการฝากข้อความคือจะเป็น “high” เมื่อมีสัญญาณโทรเข้าแต่ได้กดโหมดฝากข้อความไว้ (กดปุ่ม F3) เครื่องจะเซตให้เป็น “high” เพื่อทำการยกหูโดยอัตโนมัติ

3.2 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งนี้จะทำการเปลี่ยนอินพุตสัญญาณกระดิ่งซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับความถี่ 20 เฮิร์ตซ์ขนาด 75 – 100 โวลท์พีคทูพีคหรือประมาณ 70 – 90 โวลท์อาร์เอ็มเอสออกเป็นพัลส์เอาท์พุทที่มีขนาด 5 โวลท์

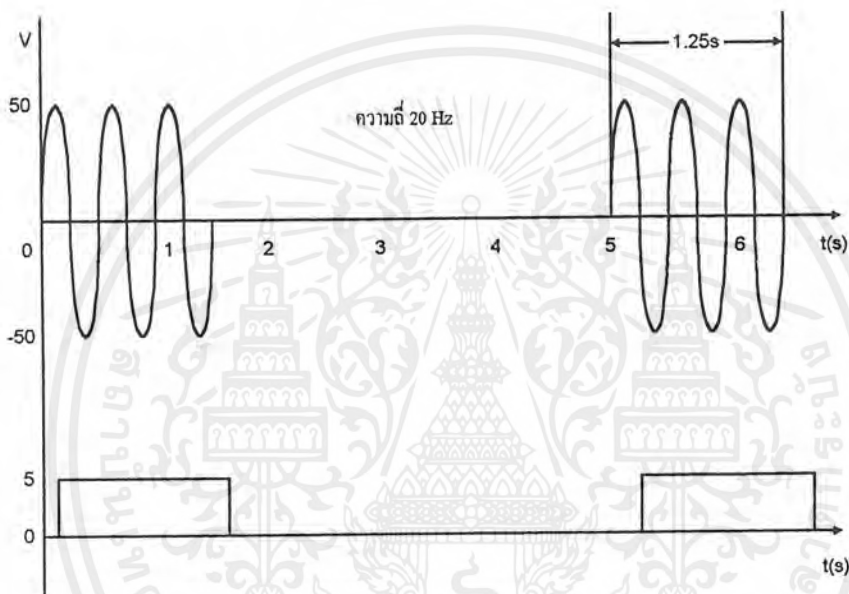
ขณะที่หุ้มสายทำการส่งสัญญาณเรียกมายังเครื่องรับโทรศัพท์ สัญญาณกระดิ่งดังกล่าวผ่านเข้าวงจร ซึ่งจะเจอกับตัวคาปาซิเตอร์ซึ่งทำหน้าที่ในการกันแรงดันไฟตรงไม่ให้เข้ามาได้ จากนั้นผ่านวงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ได้แรงดันไฟตรงโดยมี C 22 μ F ทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบ และซีเนอร์ไดโอด 15 โวลท์จะทำหน้าที่จำกัดแรงดันที่ตกคร่อมไอซีเบอร์ 4N26 ไม่ให้เกิน 15 โวลท์

ไอซีเบอร์ 4N26 นี้เป็นไอซีเชื่อมโยงทางแสง (Opto Coupler) ภายในมีไดโอดเปล่งแสง (LED) และโฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) อยู่ กระแสในไซเคลบวทเท่านั้นที่สามารถไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงได้ และทำให้ไดโอดเปล่งแสงไปยังโฟโตทรานซิสเตอร์ และเมื่อโฟโตทรานซิสเตอร์ได้รับแสงจากโฟโตไดโอด จะทำให้กระแสสามารถไหลจากขั้วคอลเลคเตอร์ (Collector) ไปยังขาอิมิตเตอร์ (Emitter) ผ่านความต้านทาน 100K ลงกราวด์จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ 2SC458 ทำงานด้วย LED จึงสว่าง ได้ลจิก “1” ออกมา แต่เมื่อไม่มีกระแสไซเคลบวทเข้ามา โฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอดีโคโอดจะไม่เปล่งแสงทำให้กระแสจากขั้วคอลเลคเตอร์ของโฟโอดีทรานซิสเตอร์ไม่สามารถไหลลงกราวด์ที่ขั้วอิมิตเตอร์ได้ ทรานซิสเตอร์ 2SC458 จึงไม่ทำงานด้วย LED จึงไม่สว่างได้ลอดจิก “0” ลอดเวลาที่ไม่ม่กระแสไหลเกิดบวกเข้ามาขงโฟโอดีโคโอด

ดงนั้นถ้าเราเขียนรูปสัญญาณกระดิ่งที่เป็นอินพุตเปรียบเทียบกับเอาท์พุตของสัญญาณ ไอซี 4N26 จะได้รูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณที่จับได้

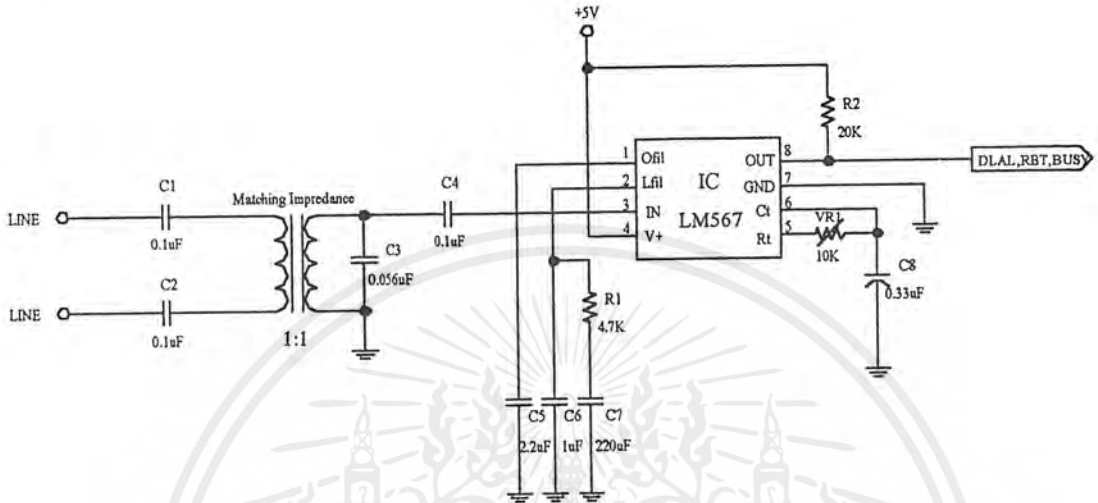
(ก) แสดงอินพุตซึ่งเป็นสัญญาณกระดิ่ง

(ข) แสดงสัญญาณที่ได้จากขา 4 ของไอซี 4N26

นอกจากนี้การใช้ไอซีเชื่อมโยงทางแสง (OPTO COUPLER) ยังมีข้อดีในการแยกระบบไฟของอินพุตและเอาท์พุตออกจากกัน และใช้แสงในการเชื่อมโยงแทน ทำให้มีความปลอดภัยจากแรงดันไฟค่าสูงและยังสามารถป้องกันสัญญาณรบกวน หรือแรงดันที่มีขอดแหลม ที่เกิดจากระบบกราวด์ของวงจรรภายนอก ไม่ให้เข้าไป เกิดในระบบกราวด์ของวงจรรอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมอนหมายเลข (DIAL), สัญญาณเรียกกลับ (RBT), สัญญาณไม่ว่าง (BUSY)



รูปที่ 3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณ DIAL, RBT, BUSY

หลักการการทำงานจะเห็นได้ว่า สัญญาณหมายเลข, สัญญาณเรียกกลับ, สัญญาณไม่ว่างนั้นจะมีลักษณะเป็นคลื่นรูปไซน์และความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ตซ์เท่ากันจะแตกต่างที่ช่วงเวลาการเกิดของสัญญาณแต่ละสัญญาณเท่านั้น จึงใช้ไอซีเบอร์ LM567 ซึ่งเป็นไอซีโทนดีโค้ดเดอร์ (Tone Decoder) เป็นตัวตรวจจับสัญญาณความถี่ 400 เฮิร์ตซ์ และจะให้เอาท์พุตเป็นลอจิก “0” ก็ต่อเมื่อความถี่ที่ป้อนเข้ามามีค่าตรงกับความถี่ที่เราต้องการคือ 400 เฮิร์ตซ์ ถ้าความถี่ที่เข้าไม่ตรงกับความถี่ที่กำหนดเอาไว้ เอาท์พุตก็จะมีค่าเป็นลอจิก “1” การกำหนดค่าของความถี่ที่ต้องการดีเทกออกมานั้นสามารถหาได้จากสูตร

$$f = 1 / (1.1 RC)$$

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

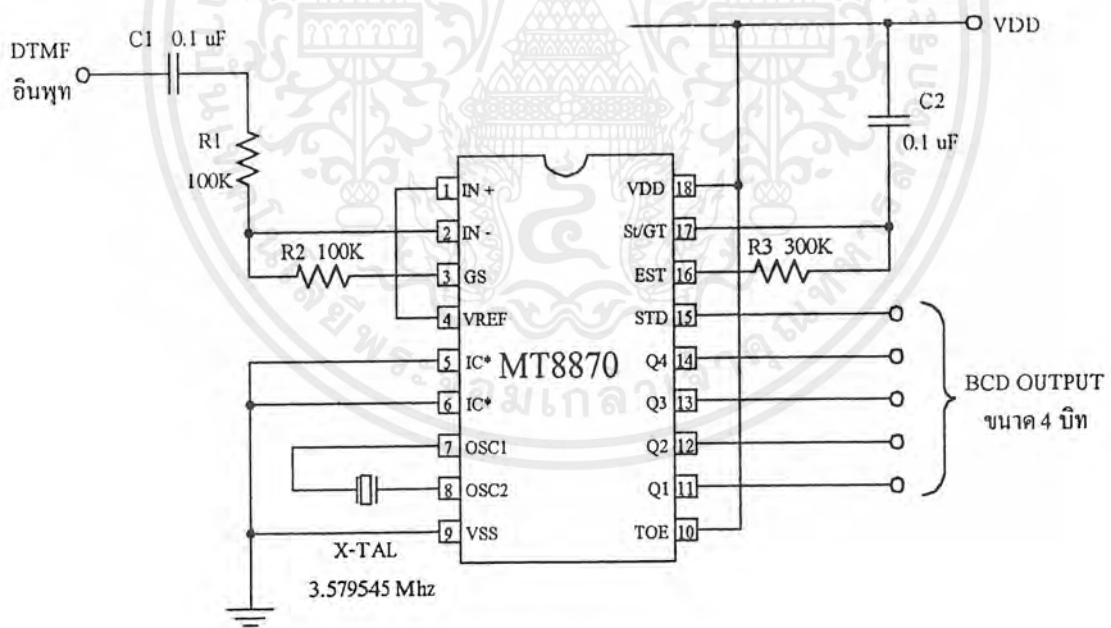
$$\begin{aligned} R &= 1 / (1.1 * f * C) \\ &= 1 / (1.1 * 400 * 0.33 \mu\text{F}) \\ &= 6.88 \text{ K}\Omega \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่เอาท์พุทจะมีลักษณะเป็นพัลส์สแควร์เวฟ เกิดขึ้นตามการสัญญาณที่เข้ามา กล่าวคือ

1. ถ้าเป็นสัญญาณหมุนหมายเลข จะมีลักษณะการเกิดของสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ ที่ต่อเนื่องและยาว เอาท์พุทที่ออกมาจะมีลักษณะเป็นลอจิก “0” ยาวติดกันไปตลอด
2. ถ้าเป็นสัญญาณไม่ว่าง จะมีลักษณะการเกิดของสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ 0.5 วินาที และเวลาหยุด 0.5 วินาที สลับกันไป เอาท์พุทที่ได้จะมีลักษณะเป็นลอจิก “0” และลอจิก “1” สลับกันตลอด
3. ถ้าเป็นสัญญาณเรียกกลับ จะมีลักษณะการเกิดของสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ 1 วินาที และเวลาหยุด 4 วินาที สลับกันไปเรื่อย ๆ เอาท์พุทที่ได้จะมีลักษณะเป็นลอจิก “0” 1 วินาที และลอจิก “1” 4 วินาที

3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ MT8870



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรใช้งานของ MT8870

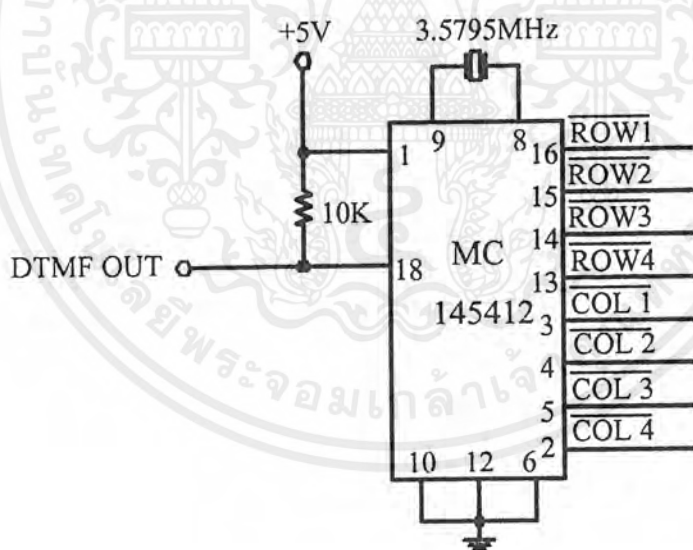
จากคุณสมบัติและโครงสร้างของ MT8870 ที่กล่าวมาจึงได้นำมาประกอบเป็นวงจรดังรูป 3.5 ซึ่งจะมีการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณความถี่ DTMF จะเข้ามาทางขาอน-อินเวิร์ตติ้ง (ขา 2) โดยผ่าน C1 เป็นตัวคัปปลิ่งสัญญาณและจะมี R1, R2 เป็นตัวปรับอัตราขยายให้เหมาะสม ส่วน R3, C2 จะเป็นตัวกำหนดการรีเซ็ตใหม่เอาต์พุต ในที่นี้ใช้ค่า $R3 = 300\text{ k}\Omega$, $C2 = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ ซึ่งจะได้ค่าการรีเซ็ตใหม่ = 30 mS

จากวงจรและการทำงานที่กล่าวมานี้ เมื่อนำมาประกอบวงจรทดลองเพื่อเลือกค่าอุปกรณ์ RC ที่เหมาะสมปรากฏว่าค่าของ R3 และ C2 นั้นมีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นการกำหนดช่วงเวลาของสัญญาณ DTMF ที่จะยอมรับ ซึ่งค่า C2 นั้น ทางบริษัทที่ผลิตไอซีเบอร์นี้ได้นแนะนำให้ใช้ค่า 0.1 μF แล้วเลือกค่า R3 ตามต้องการ ซึ่งค่า 300 $\text{k}\Omega$ นั้นเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการใช้งานโทรศัพท์ของคนทั่วไปที่จะกดปุ่มโทรศัพท์และทำให้ไอซี MT8870 รับรหัสตัวเลขได้ทุกตัวและถูกต้อง

3.5 วงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่ดีทีเอ็มเอฟ MC 145412



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรใช้งานของ MC145412

วงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่ DTMF จะมีหน้าที่สร้างสัญญาณความถี่ที่ได้จากการกดคีย์โทรศัพท์ อุปกรณ์ที่สำคัญได้แก่ MC 145412 ซึ่งเป็นตัวสร้างความถี่ DTMF และนำสัญญาณนี้ไปถอดรหัสเพื่อให้ CPU ประมวลผลต่อไป การออกแบบแสดงดังรูป 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน MC 145412 เพื่อให้กำเนิดสัญญาณ DTMF มีสิ่งที่กำหนดหรือเลือกได้ดังนี้ คือ MS (Mode select) ขา 10 เป็นการเลือกการทำงานซึ่งมี 3 สถานะการทำงาน ถ้าต่อกับ Vdd จะทำการกำเนิด 20 pps ถ้าปล่อยเวลาไว้จะทำหน้าที่กำเนิด 10 pps และถ้าต่อกับ Vss (ขา 6) จะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณความถี่ DTMF และอีกขาหนึ่งคือ OH (ON - HOOK) ขา 12 ถ้าต่อกับ Vdd จะทำการ on-hook mode ติดต่อกับหน่วยความจำภายใน ถ้าต่อกับ Vss จะทำการ off-hook mode ซึ่งในการออกแบบวงจรต่อขา OH (ขา 12) ต่อกับ Vss (ขา 6)

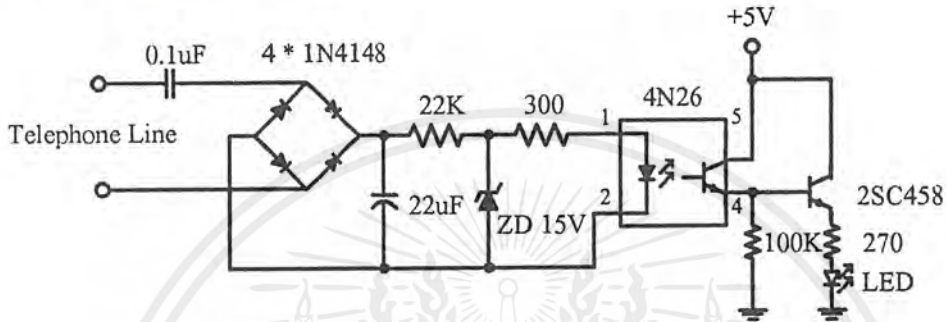


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

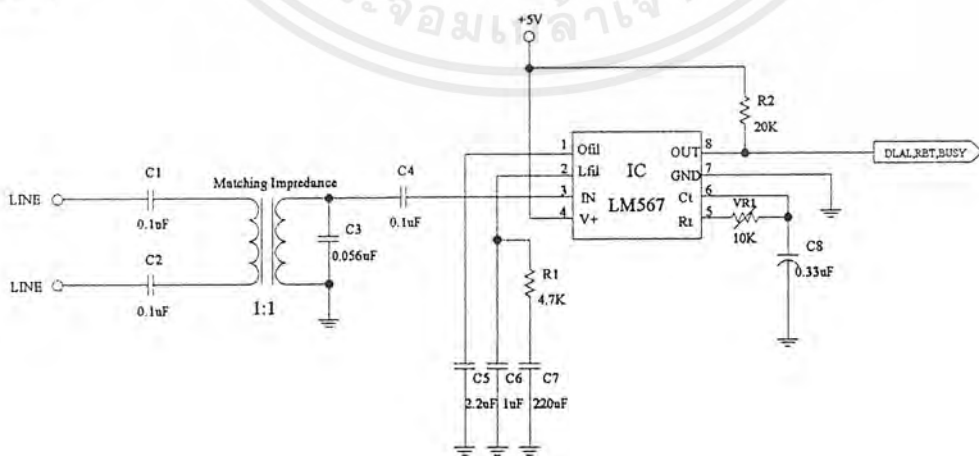
4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง



รูปที่ 4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ผลการทดลองจากวงจรที่ 4.1 ในขณะที่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาเป็นจังหวะมีสัญญาณ 1 วินาทีจะได้ไฟบวก 5 โวลท์ (LED สว่าง) และขณะไม่มีสัญญาณ 4 วินาที จะได้เอาต์พุต 0 โวลท์ (LED ไม่สว่าง)

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

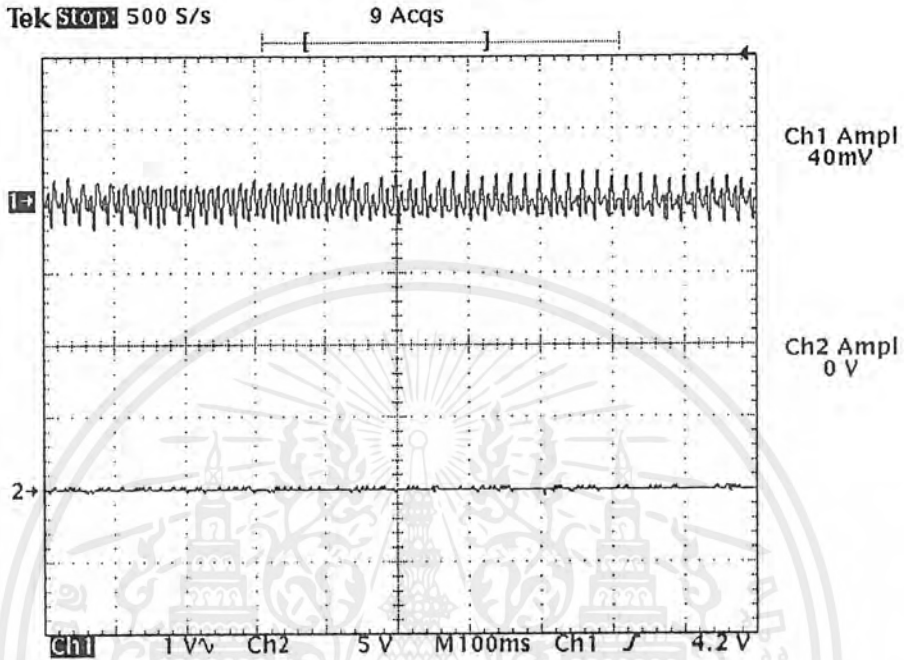


รูปที่ 4.2 วงจรตรวจจับสัญญาณ DIAL, RBT, BUSY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

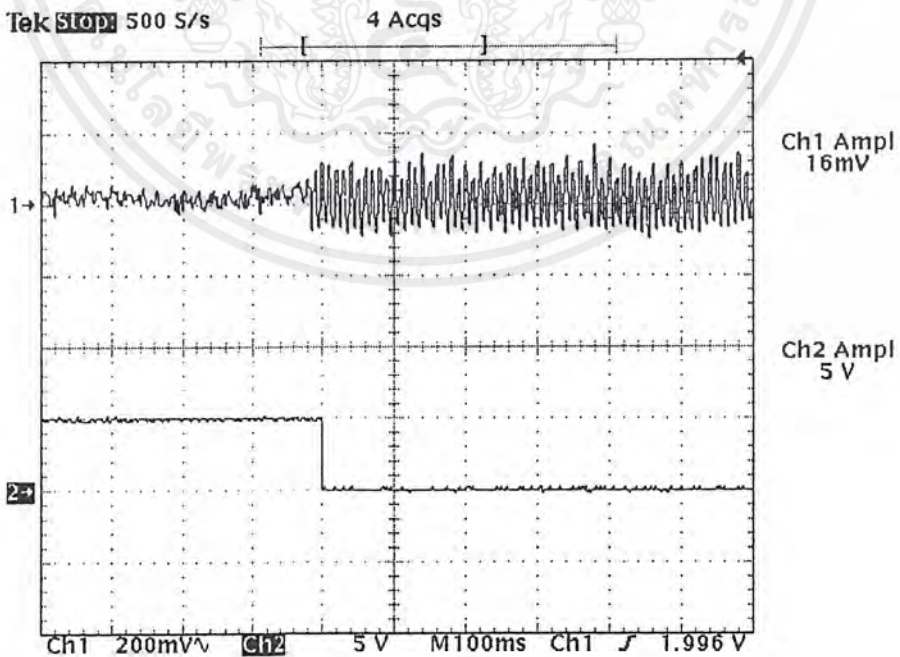
จากวงจรรูปที่ 4.2 จะ ได้ผลการทดลองดังนี้

4.2.1 ผลการทดลองตรวจจับสนสัญญาณหมุนหมายเลข (DIAL)



รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ได้จากการตรวจจับสนสัญญาณหมุนหมายเลข (DIAL)

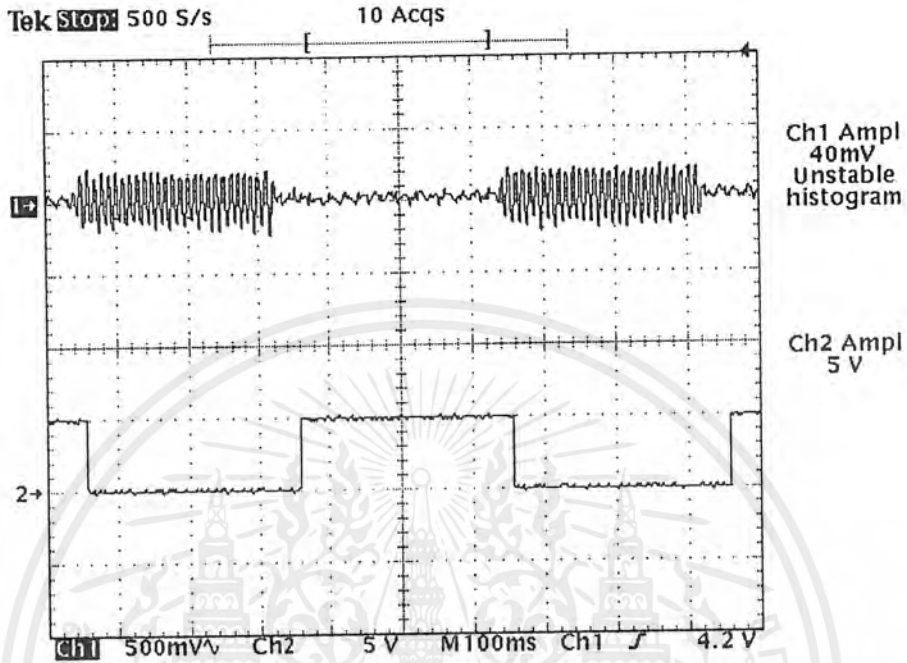
4.2.2 ผลการทดลองจากการตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (RBT)



รูปที่ 4.4 สัญญาณที่ได้จากการตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (RBT)

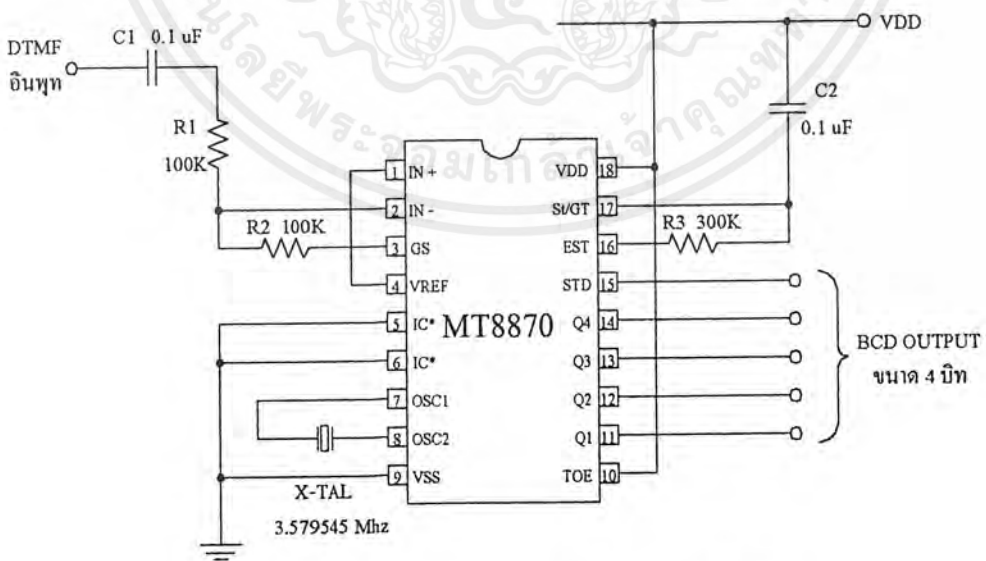
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดลองจากการตรวจสอบสัญญาณไม่ว่าง (BUSY)



รูปที่ 4.5 สัญญาณที่ได้จากการตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่าง (BUSY)

4.3 ผลการทดลองภาคต่อรหัสความถี่ที่เอ็มเอฟ MT8870



รูปที่ 4.6 แสดงวงจรใช้งานของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการทดลองนำอินพุทของวงจรการใช้งาน MT8870 รูปที่ 4.6 ต่อเข้ากับโทรศัพท์และกดปุ่มหมายเลขที่โทรศัพท์ แล้วดูเอาต์พุทที่ได้จาก LED โดยมีเอาต์พุทจำนวน 5 บิตส่งเป็นเลขฐาน 2 จำนวน 4 บิต ส่วนอีก 1 บิตมีไว้ตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

NO	STD	Q4	Q3	Q2	Q1
1	H	0	0	0	1
2	H	0	0	1	0
3	H	0	0	1	1
4	H	0	1	0	0
5	H	0	1	0	1
6	H	0	1	1	0
7	H	0	1	1	1
8	H	1	0	0	0
9	H	1	0	0	1
0	H	1	0	1	0
*	H	1	0	1	1
#	H	1	1	0	0

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองวงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่ที่เอ็มเอฟ MC 145412

ในการทดลองนั้น จะใช้ MT 8870 เป็นเอาต์พุตโดยดูสถานะของ LED ที่ต่อกับ Q1 - Q4 จากนั้นป้อนสัญญาณอินพุตเข้าที่ ROW และ COLUMN ของ MC 145412 ตามตารางที่ 4.2

MC 145412 (Input)				MT 8870 (Output)				ปุ่มโทรศัพท์					
C4	C3	C2	C1	R4	R3	R2	R1		STD	Q4	Q3	Q2	Q1
1	1	1	0	1	1	1	0	H	0	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1	0	1	H	0	1	0	0	4
1	1	1	0	1	0	1	1	H	0	1	1	1	7
1	1	1	0	0	1	1	1	H	1	0	1	1	*
1	1	0	1	1	1	1	0	H	0	0	1	0	2
1	1	0	1	1	1	0	1	H	0	1	0	1	5
1	1	0	1	1	0	1	1	H	1	0	0	0	8
1	1	0	1	0	1	1	1	H	1	0	1	0	0
1	0	1	1	1	1	1	0	H	0	0	1	1	3
1	0	1	1	1	1	0	1	H	0	1	1	0	6
1	0	1	1	1	0	1	1	H	1	0	0	1	9
1	0	1	1	0	1	1	1	H	1	1	0	0	#

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าที่ได้จากการเข้ารหัส MC 145412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการสร้างต้นแบบเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูเครื่องนี้ได้พัฒนาขึ้นจาก [3] โดยปรับปรุงให้มีเป็นคีย์บอร์ดอยู่บนเครื่องเดียวกันเพื่อความสะดวกในการใช้งาน นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงให้มีการตรวจสอบและแสดงผลสถานะการติดต่อระหว่างผู้ใช้อีกด้วย ซึ่งในการนำไปใช้งานเพียงนำเครื่องต่อเข้ากับสายโทรศัพท์โดยจะมีเครื่องโทรศัพท์ต่อพ่วงด้วยหรือไม่ก็ได้ ในปฏิญานาพนธ์นี้ ยังได้นำเสนอทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับระบบและสัญญาณ โทรศัพท์เพื่อเป็นพื้นฐานการทำความเข้าใจระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมา

เมื่อมีผู้ติดต่อโทรศัพท์เข้ามาผู้ใช้ (คนหูหนวก) จะทราบได้จาก LED ซึ่งกระพริบตามสัญญาณโทรศัพท์ (Ringling Tone) หากผู้รับต้องการใช้งานจะต้องกดปุ่มสวิทช์ (Hook Switch) ที่เครื่องซึ่งจะเป็นเสมือนการยกหูโทรศัพท์

การทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกเครื่องนี้สามารถทำการรับและส่ง ได้อย่างถูกต้องและการแสดงข้อความเมื่อกดคีย์บอร์ดก็ไม่มีอาการช้าให้เห็นเลย

ในการใช้งานผู้ใช้จะต้องทำความเข้าใจกติกาในการรับและส่งข้อมูล เนื่องจากการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกนี้ เป็นการทำงานลักษณะของ Half Duplex คือไม่สามารถส่งสัญญาณสวนทางกันได้จึงใช้สัญลักษณ์ ๑ เพื่อบอกให้ผู้รับเปลี่ยนเป็นผู้ส่งสลับกันไป

ปัญหาที่พบในการทดลองคือ IC MCS51 ของบอร์ด LCD เสียบางพอร์ด (เนื่องจากในการทดลองได้รับแรงดันแหล่งจ่ายไฟเกิน 5 โวลท์) เมื่อทำการเช็คโหมด Demo ก็ยังคงทำงานเหมือนปกติ ทำให้ไม่ทราบว่ามีความเสียหายของ IC จึงทำให้เสียเวลาในการทดลองไปอย่างมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก) รูปแสดงวงจรรวมของโครงการและหลักการทำงานของวงจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

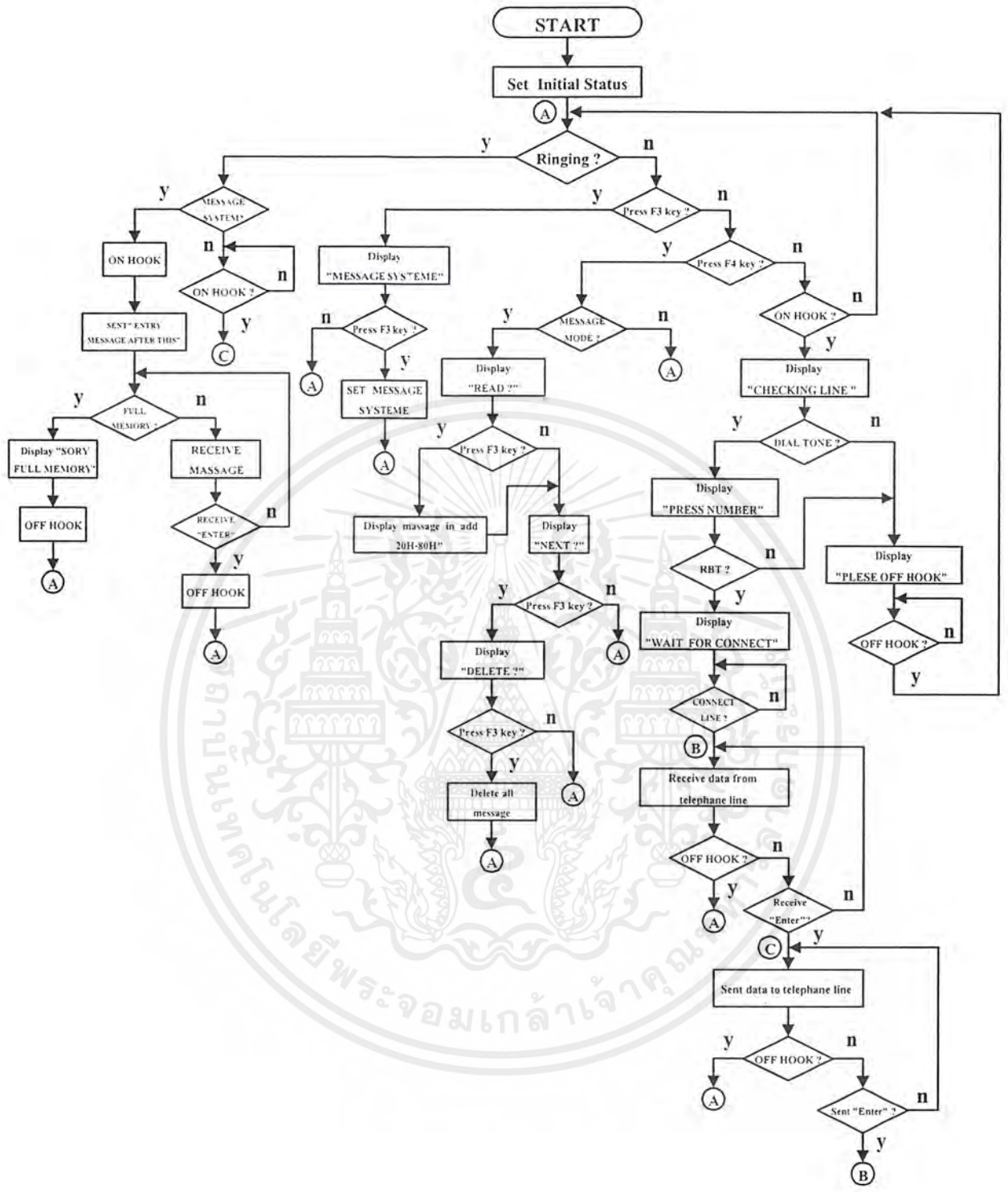
หลักการทำงานของวงจร

1. เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone) หน้าสัมผัสของ Relay ซึ่งต่ออยู่กับวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ทำให้ LED กระพริบตามสัญญาณกริ่งเรียกและสัญญาณนี้จะถูกส่งไปยัง PORT 0.7 ของ MCS-51 เพื่อให้ LCD แสดงข้อความ “RINGING NOW”
2. เมื่อกดสวิทช์ (Hook Switch) เพื่อโทรออกทำให้มีแรงดันตกคร่อมความต้านทานที่ขาอิมิตเตอร์ประมาณ 5 โวลต์ หน้าสัมผัสของ Relay 1 จึงไปสัมผัสกับ หม้อแปลงทั้ง 2 ชุด แรงดันที่ขาอิมิตเตอร์นี้ถูกส่งไปที่ PORT 0.6 ของ MCS-51 เพื่อให้ทราบว่ามีกรกดสวิทช์ (Hook Switch) หรือขงโทรศัพท์เกิดขึ้น หม้อแปลงชุดล่าง (ไม่มี C) เกิดการครบวงจรขึ้นทำให้ทางชุมสายหรือ PABX รับรู้การขงของเครื่อง ขุมสายหรือ PABX ก็จะส่งสัญญาณหมุนหมายเลข (Dial Tone) มาให้วงจรตรวจสอบสถานะของสัญญาณ (IC LM567) และนำเอาที่พุทที่ขา 8 ส่งไปที่ PORT 0.5 ของ MCS-51 และแสดงหน้าจอ LCD ว่า “PRESS NUMBER” เพื่อให้กดหมายเลขที่ต้องการติดต่อ โดยการกดหมายเลขแต่ละตัวต้องกดภายในเวลา 3 วินาที เมื่อกดหมายเลขครบแล้ว (ไม่ได้กดหมายเลขเกิน 3 วินาที) เครื่องจะใช้เวลาอย่างน้อย 4 วินาที เพื่อให้วงจรตรวจสอบสถานะของสัญญาณ (IC LM567) ตรวจสอบว่ามีสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) หรือไม่ เมื่อได้รับแล้วจะแสดงหน้าจอ LCD ว่า “WAIT FOR CONNECT” เพื่อรอผู้รับสาย เมื่อมีผู้รับแล้วเอาที่พุทที่ขา 8 จะเป็นสถานะ “high” ตลอดเวลา (เพราะไม่มีสัญญาณความถี่ 400 เฮิรท์เข้ามา) MCS-51 ก็จะทราบว่ามีผู้รับสายแล้วและสามารถทำการสนทนากันได้โดยผ่านหม้อแปลงชุดบน (มี C)
3. โหมดฝากข้อความ กดปุ่ม F3 เพื่อเข้าโหมดฝากข้อความ เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone) เครื่องจะเซ็ท PORT 3.4 ให้เป็น “high” เพื่อทำการขงโทรศัพท์โดยอัตโนมัติและพร้อมที่จะบันทึกข้อความได้

ภาคผนวก ข) รูปแสดง Flow Chart ของโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-1 แสดง Flow Chart ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค) รหัสที่ใช้แทนตัวอักษรและรหัสการสแกนคีย์บอร์ด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสที่ใช้แทนตัวอักษร

1. รหัสที่ใช้แทนตัวเลข

รหัส 1	รหัส 2	ตัวเลขที่แสดง
0	#	0
1	#	1
2	#	2
3	#	3
4	#	4
5	#	5
6	#	6
7	#	7
8	#	8
9	#	9

ตารางที่ 1 แสดงรหัสที่ใช้แทนตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รหัสที่ใช้แทนตัวอักษรภาษาอังกฤษ

รหัส 1	รหัส 2	ตัวเลขที่แสดง
1	2	A
1	3	B
1	4	C
1	5	D
1	6	E
1	7	F
1	8	G
1	9	H
2	1	I
2	3	J
2	4	K
2	5	L
2	6	M
2	7	N
2	8	O
2	9	P
3	1	Q
3	2	R
3	4	S
3	5	T
3	6	U
3	7	V
3	8	W
3	9	X
4	1	Y
4	2	Z

ตารางที่ 2 แสดงรหัสที่ใช้แทนตัวอักษรภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รหัสที่ใช้แทนตัวอักษรภาษาไทย (พยัญชนะ)

รหัส 1	รหัส 2	พยัญชนะที่แสดง
4	3	ก
4	5	ข
4	6	ค
4	7	ฅ
4	8	ง
5	9	จ
5	1	ฉ
5	2	ช
5	3	ฌ
5	4	ฌ
5	*	ญ
5	6	ฎ
5	7	ฏ
5	8	ฐ
5	9	ฑ
6	1	ฒ
6	2	ณ
6	3	ด
6	4	ต
6	5	ถ
6	7	ท
6	8	ธ
6	9	น
7	1	บ
7	2	ป
7	3	ผ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 1	รหัส 2	พยัญชนะที่แสดง
7	4	ฝ
7	5	พ
7	6	ฟ
7	8	ภ
7	9	ม
8	1	ช
8	2	ร
*	9	ฤ
8	3	ล
8	4	ว
8	5	ศ
8	6	ษ
8	7	ส
8	9	ห
9	1	ฬ
9	2	อ
9	3	ฮ

ตารางที่ 3 แสดงรหัสที่ใช้แทนตัวอักษรภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รหัสที่ใช้แทนตัวอักษรภาษาไทย (สระ)

รหัส 1	รหัส 2	สระที่แสดง
9	4	๕๕
9	5	๕
9	6	า
9	7	ำ
9	8	๑
1	*	๑
2	*	๑
3	*	๑
4	*	๑
*	7	๕
7	*	โ
8	*	แ
9	*	โ
1	0	โ
2	0	๑
3	0	๑
4	0	๑
5	0	.
6	0	๑
7	0	๑
8	0	๑
9	0	๑
#	0	(ช่องว่าง)
6	*	๑ (Enter)
*	8	๑

ตารางที่ 4 แสดงรหัสที่ใช้แทนตัวอักษรภาษาไทย (สระ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. รหัสที่ใช้แทนสัญลักษณ์

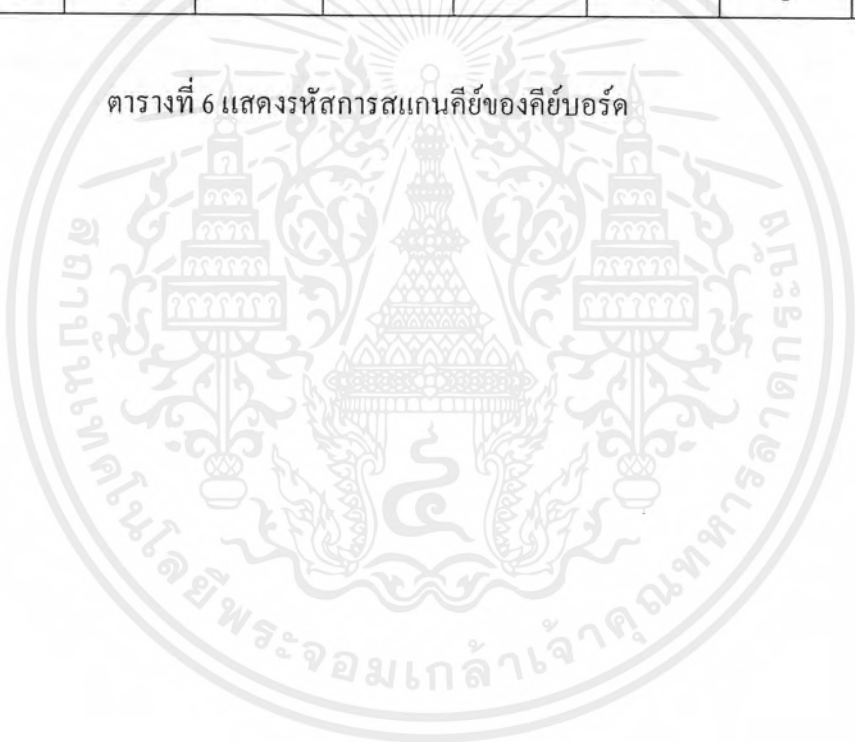
รหัส 1	รหัส 2	พื้ญชนะที่แสดง
#	1	!
#	2	“
#	3	#
#	4	\$
#	5	%
#	6	&
#	7	‘
#	8	(
#	9)
#	*	+
*	#	*
*	1	,
*	2	[
*	3]
*	4	-
*	5	{
*	6	}
0	1	-
0	2	.
0	3	/
0	5	;
0	6	<
0	7	=
0	8	>
0	9	?
0	*	@
*	0	Backspace

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ที่ 5 แสดงรหัสที่ใช้แทนสัญลักษณ์
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสการสแกนคีย์ของคีย์บอร์ด

PORT	P0.0	P0.1	P0.2	P0.3	P0.4	P0.5	P0.6	P0.7
P1.0	P	Q	W	F	R	U	I	O
P1.1	[, บ			F3	T	Y	] , ถ	Shift
P1.2	;	A	S	D	F	J	K	L
P1.3	' , ง			F4	G	H	Spacebar	
P1.4		Z	X	C	V	M	, , ม	. , ใ
P1.5	/ , ฝ				B	N		
P1.6	- , ข		~	Backspace	5	6	=	
P1.7	0 , จ	1	2	3	4	7	8	9

ตารางที่ 6 แสดงรหัสการสแกนคีย์ของคีย์บอร์ด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง) คู่มือการใช้งานเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวก



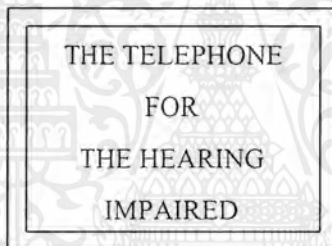
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวก

ข้อจำกัดและกติกาในการรับและส่ง

- ต้องมีเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกทั้งด้านรับและส่งถึงจะสามารถสื่อสารกันได้
- การทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกนี้เป็นการทำงานลักษณะของ half duplex คือไม่สามารถส่งข้อมูลพร้อมกันได้จึงใช้สัญลักษณ์ ☉ (ปุ่ม Enter) เมื่อกด Enter จากสถานะผู้ส่งจะกลายเป็นผู้รับสลับกันไป
- ในตอนเริ่มต้นของการโทรออกหรือการรับสายเข้า ผู้รับสายเข้าจะเป็นฝ่ายเริ่มสนทนา หรือ พิมพ์ข้อความก่อนเสมอ
- การสนทนาจะยุติเมื่อมีการวางสาย (Off SW.HOOK)

เมื่อทำการเปิดเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกหน้าจอ LCD จะแสดงข้อความดังรูป



รูปที่ ง-1 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อทำการเปิดเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวก

การทำงานของโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวกสามารถแบ่งลักษณะการทำงานได้ดังนี้

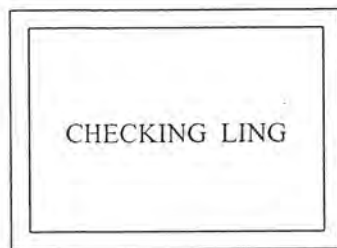
1. เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า ผู้ใช้สามารถทราบได้จาก LED ซึ่งกระพริบตามสัญญาณโทรศัพท์ (Ringling Tong) และที่ LCD จะแสดงข้อความดังรูป



รูปที่ ง-2 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า

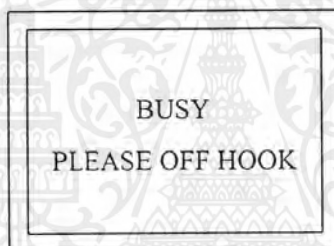
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ยกหูโทรศัพท์เพื่อโทรออก ทำการกด SW.HOOK ที่เครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวก เครื่องจะทำการเช็คสถานะของสัญญาณโทรศัพท์ LCD จะแสดงข้อความดังรูป



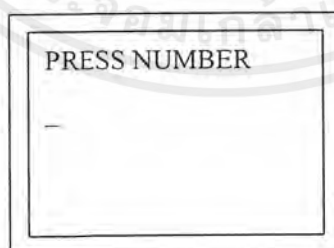
รูปที่ ง-3 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อเครื่องทำการเช็คสถานะของสัญญาณโทรศัพท์

- ก) สายไม่ว่าง LCD จะแสดงข้อความดังรูป



รูปที่ ง-4 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อสายไม่ว่าง

- ข) เมื่อ มีสัญญาณหมุนหมาย (Dial Tone) LCD จะแสดงข้อความให้กดหมายเลข



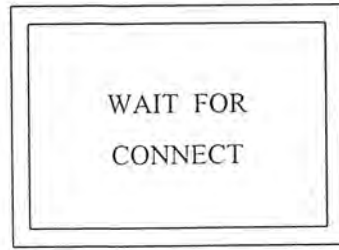
รูปที่ ง-5 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อมีสัญญาณให้หมุนหมาย

ทำการกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อ ถ้ากดหมายเลขแล้วสายไม่ว่างจะขึ้นข้อความเหมือนข้อ ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าทำการติดต่อหมายเลขได้แล้ว (ได้รับสัญญาณเรียกกลับ : RBT) LCD จะแสดงข้อความ

ดังนี้



รูปที่ ง-6 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อทำการติดต่อหมายเลขได้แล้ว

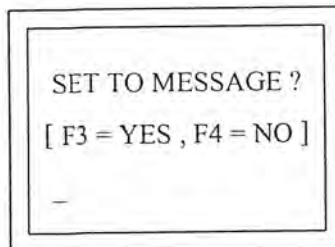
และเมื่อผู้ถูกเรียกรับสาย LCDทางด้านผู้ติดต่อจะแสดงข้อความว่า re หมายความว่าขณะนี้ มีสถานะเป็นผู้รับ (RECEIVER) ขณะเดียวกัน LCDทางด้านผู้ถูกเรียกจะแสดงข้อความว่า se หมายความว่าขณะนี้ มีสถานะเป็นผู้ส่ง (SENDER)



รูปที่ ง-7 แสดงหน้าจอ LCD ทางด้าน ผู้ติดต่อ

รูปที่ ง-8 แสดงหน้าจอ LCD ทางด้านผู้ถูก เรียก

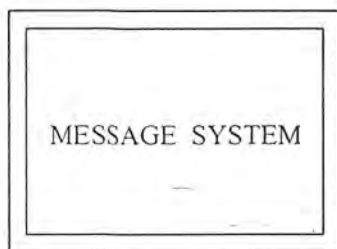
3. ระบบฝากข้อความ ในการเลือกโหมดฝากข้อความทำได้โดยกดปุ่ม “F3” เมื่อกดปุ่ม F3 LCD จะแสดงข้อความขึ้นมาตามอีกครั้งดังรูป



รูปที่ ง-9 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อเข้าสู่โหมดฝากข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการเช็คเป็น โหมดฝากข้อความให้ความกดปุ่ม F3 (YES) LCD จะแสดงข้อความดังรูป



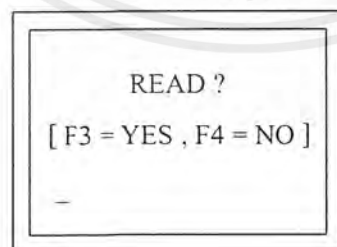
รูปที่ ง-10 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อกดปุ่ม F3 (YES)

เมื่อมีการฝากข้อความ LCD จะแสดงข้อความบอกให้ทราบดังรูป



รูปที่ ง-11 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อมีการฝากข้อความ

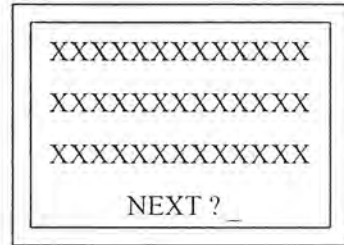
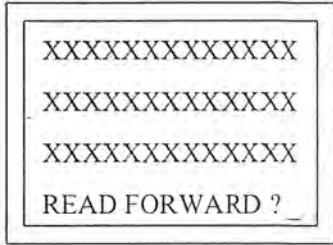
ถ้าต้องการอ่านข้อความให้กดปุ่ม "F4" LCD จะแสดงข้อความขึ้นมาตามอีกครั้งดังรูป



รูปที่ ง-12 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อกดปุ่ม F4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกด F3 (YES) เพื่ออ่านหน้าต่อไปแล้ว แต่ข้อความที่ฝากเกิน 3 บรรทัดจะขึ้นข้อความมาถามว่าต้องการอ่านหน้าต่อไปหรือไม่ ให้กด F3 (YES) เมื่อต้องการอ่านหน้าต่อไป



รูปที่ ง-13 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อมีข้อความที่ฝากเกิน 3 บรรทัด

รูปที่ ง-14 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อหมดข้อความ

เมื่ออ่านข้อความหมดแล้วจะขึ้นข้อความมาถามว่าต้องการลบข้อความที่บันทึกไว้หรือไม่ ดังรูป และถ้ากด F3 (YES) ข้อความที่บันทึกไว้จะหายไปทั้งหมด



รูปที่ ง-15 แสดงหน้าจอ LCD ถามว่าต้องการลบข้อความที่บันทึกไว้

แต่ถ้ากด F4 เพื่ออ่านข้อความ แต่ไม่มีการฝากข้อความ LCD จะแสดงข้อความดังรูป



รูปที่ ง-16 แสดงหน้าจอ LCD เมื่อไม่มีการฝากข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการใช้งานการรับ-ส่งข้อมูล

ผู้ส่ง	ผู้รับ
<div data-bbox="239 365 559 595" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> THE TELEPHONE FOR THE HEARING IMPAIRED </div>	<div data-bbox="782 365 1102 595" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> THE TELEPHONE FOR THE HEARING IMPAIRED </div>
<p>ยกหู (กด SW. HOOK)</p>	
<div data-bbox="239 663 559 891" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> CHECKING LING </div>	<div data-bbox="782 663 1102 891" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> THE TELEPHONE FOR THE HEARING IMPAIRED </div>
<div data-bbox="239 891 559 1120" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> PRESS NUMBER XXXXXXX </div>	<div data-bbox="782 891 1102 1120" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> THE TELEPHONE FOR THE HEARING IMPAIRED </div>
<div data-bbox="239 1120 559 1348" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> WAIT FOR CONNECT </div>	<div data-bbox="782 1120 1102 1348" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> RINGING NOW </div>
	<p>ยกหู (กด SW. HOOK)</p>
<div data-bbox="239 1415 559 1666" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> re XXXXXXXXXX </div>	<div data-bbox="782 1415 1102 1666" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> se XXXXXXXXXXXX <input type="checkbox"/> </div>
<div data-bbox="239 1666 559 1939" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> se XXXXXXXXXX <input type="checkbox"/> </div>	<div data-bbox="782 1666 1102 1939" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> re XXXXXXXXXXXX </div>

ตารางที่ ง-1 แสดงตัวอย่างการใช้งานการรับ-ส่งข้อมูล

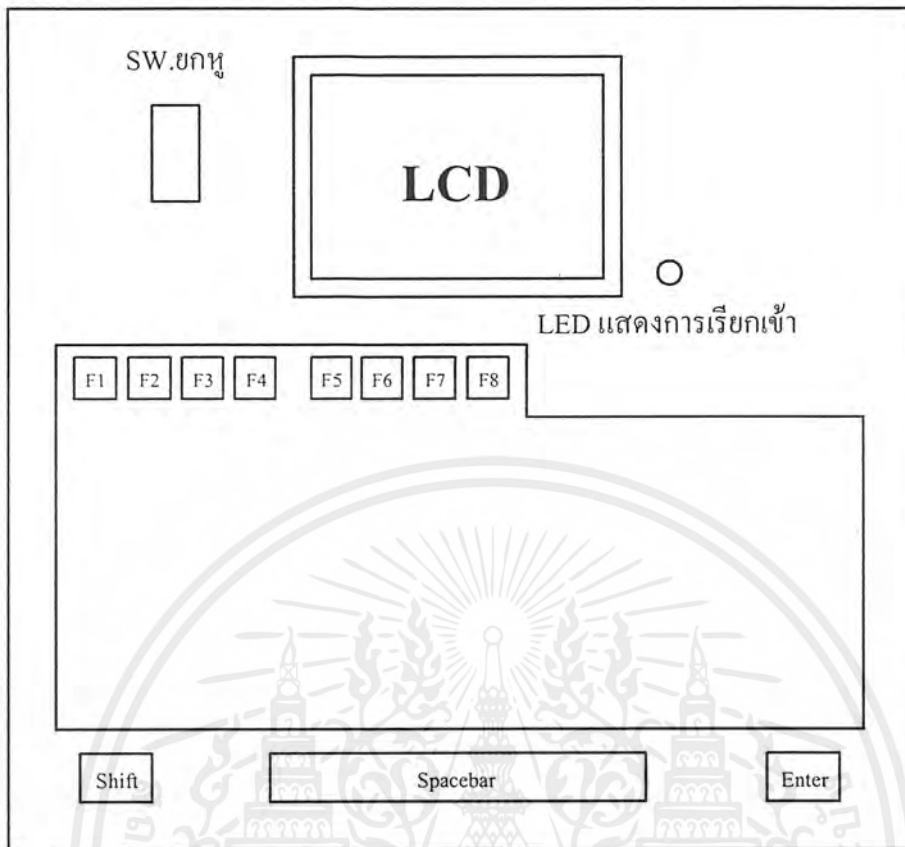
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการใช้งานการฝากข้อความ

ผู้ส่ง	ผู้รับ
<p>THE TELEPHONE FOR THE HEARING IMPAIRED</p>	<p>MESSAGE SYSTEM</p>
<p>เมื่อทำการติดต่อได้แล้ว</p>	
<p>WAIT FOR CONNECT</p>	<p>RINGING NOW</p>
<p>เครื่องทำการรับสายอัตโนมัติ</p>	
<p>re ENTRY AFTER THIS MESSAGS <input type="checkbox"/></p>	<p>se ENTRY AFTER THIS MESSAGS <input type="checkbox"/></p>
<p>se XXXXXX\XXXXX <input type="checkbox"/></p>	<p>re XXXXXXXXXXXX</p>
<p>re _</p>	<p>NES MESSAGE</p>
<p>ถ้าหน่วยความจำเต็มจะแสดงข้อความดังรูป</p>	
<p>แล้วทำการวางสายอัตโนมัติ</p>	
<p>SORY FULL MEMORY_ <input type="checkbox"/></p>	<p>SORY FULL MEMORY_ <input type="checkbox"/></p>

ตารางที่ ง-2 แสดงตัวอย่างการฝากข้อความ

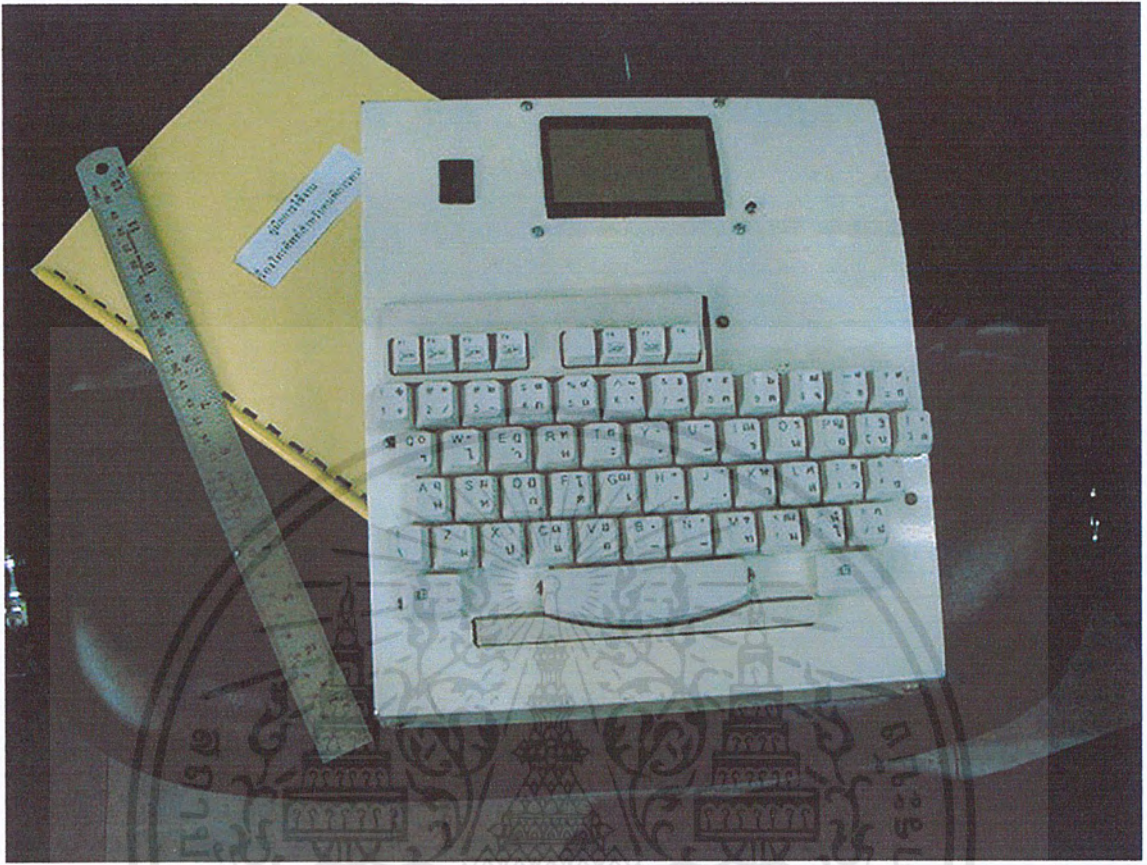
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง-17 แสดงเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวก

- F1 ใช้สำหรับการเปลี่ยนภาษาไทย – อังกฤษ
- F2 ใช้ลบตัวอักษร 1 ตำแหน่ง (Backspace)
- F3 ใช้ตั้งเป็นระบบฝากข้อความ และตกลง (YES)
- F4 ใช้เพื่ออ่านข้อความที่ถูกบันทึก และไม่ตกลง (NO)
- F5 Not use
- F6 Not use
- F7 Shift
- F8 Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง-18 แสดงเครื่องโทรศัพท์สำหรับคนหูหนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ) โปรแกรม MCS-51 ของโรงงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมรวมของโครงการ

TLCDDA EQU P3.0
TLCDL D EQU P3.1
TLCDCCK EQU P3.2

ORG 0000H

MOV P0,#0FFH

MOV P1,#0FFH

MOV P2,#00

CLR P3.4

SETB 00 ;NORMAL

SETB 01

CLR 02 ;

SETB 07 ;ENG

CLR 05 ;NO SHIFT

CLR 06 ; "

CLR 04

FIRST: SETB P3.7

SETB P3.6

CLR P3.5

SETB P3.3

SETB 01

CALL CLEAR

MOV DPTR,#INITIAL

MOV R4,#13

CALL DISPLAY

ZZZ: CLR P3.4 ;OFF HOOK

JB P0.7,RGT11

JNB P3.7,SET11

JB P0.6,OHO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JB 03,ZZZ
ZZ:    JB 00,ZZZ
        SETB 03
        CLR 01
        CALL CLEAR
        MOV DPTR,#MOR
        MOV R4,#4
        CALL DISPLAY
        LJMP ZZZ
RGT11: LJMP RGT
READ11: LJMP READ
SET11:  LJMP SET
BST11:  LJMP BST
OHO:    CALL CLEAR
        MOV DPTR,#OHOOK
        MOV R4,#4
        CALL DISPLAY
        CLR P3.5
        SETB P3.3
        MOV R1,#5
AA2:    MOV R2,#100
AA3:    MOV R3,#00
        DJNZ R3,$
        DJNZ R2,AA3
        DJNZ R1,AA2
        SETB P3.3
XA:     JB P0.5,$
CHECK:  MOV R1,#10
LY:     MOV R2,#16
LX:     JB P0.5,BST11
        DJNZ R2,LX
        DJNZ R1,LY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DIAL1:    MOV DPTR,#TABLEX
          MOV R4,#5
          CALL DISPLAY
DIAL2:    SETB P3.6
          SETB P3.7
          SETB P3.3
          SETB P3.5
          MOV R6,#30
XXXL:    MOV R5,#100
XXL:     MOV R4,#00
XL:      JB P3.7,GIVE
          MOV A,P1
          MOV R0,A
          CALL SHOW
          MOV A,R0
          ANL A,#0FH
          MOV DPTR,#CODE1
          MOVC A,@A+DPTR
          MOV P2,A
          MOV R3,#65
          CALL DELAY
DIS:     MOV P2,#00
          MOV R3,#00
          CALL DELAY
          CLR P3.6
          JMP DIAL2

```

```
GIVE:    DJNZ R4,XL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DJNZ R5,XXL
DJNZ R6,XXXL
RING: SETB P3.3
      CLR P3.5
      JNB P0.6,FIRST11
      MOV R3,#15
      CALL DELAY
      MOV DPTR,#WAITC
      MOV R4,#6
      CALL DISPLAY
RNG:  JB P0.5,$
WWAA: JNB P0.5,$
      JNB P0.6,FIRST11
      MOV R1,#15          ;:768S
RR1:  MOV R3,#10
      CALL DELAY
      SETB P3.3
      CLR P3.5
      JNB P0.5,BST
      DJNZ R1,RR1
      JB P0.5,$
      JNB P0.5,$
      JNB P0.6,FIRST11
      MOV R1,#25          ;:6.4S
WAA1: MOV R3,#50
      CALL DELAY
      SETB P3.3
      CLR P3.5
      JNB P0.5,WWAA
      DJNZ R1,WAA1
      CLR P3.3
      CLR P3.5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LJMP RECIE

FIRST11: JB 01,FIRST1
 CLR P3.3
 CLR P3.5
 LJMP ZZ

BST1: CPL 02
 JNB 02,RNG

BST: CALL CLEAR
 BS: MOV DPTR,#SHBST
 MOV R4,#6
 XR2: CALL DISPLAY
 JNB P0.6,FIRST11
 LJMP BS

SET: MOV A,P1
 CJNE A,#0F3H,EQF4
 MOV R3,#70
 CALL DELAY
 CLR P3.6
 MOV DPTR,#SET1
 MOV R4,#7
 CALL DISPLAY
 CALL ANS
 CJNE A,#2,AA1
 LJMP FIRST

AA1: JZ CANCEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR 00
MOV R1,#20H
ZZX:    LJMP ZZ

CANCEL: MOV R0,#80H
CC22:   DEC R0
        SETB 00
FIRST1: CLR P3.6
        JNB 00,ZZX
        LJMP FIRST

```

```

EQF4:   CJNE A,#0F4H,FIRST1
        CLR P3.6
        JB 00,FIRST1
        JNB 04,DD

```

```

READ:   CLR P3.4
        MOV R1,#20H
        MOV DPTR,#READ1
        MOV R4,#7

```

```

BB2:    CALL DISPLAY
        CALL ANS
        CJNE A,#2,BB1
        LJMP ZZ

```

```

BB1:    JZ DELE
        CALL CLEAR
        MOV R0,#20H
        CALL SHOW
        MOV R7,#47

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BB3:    CJNE R1,#80H,BBA
        LJMP DELE
```

```
BBA:    MOV A,@R1
        CJNE A,#83H,PLAY
        INC R1
        MOV A,@R1
        JZ DELE
```

```
BB4:    MOV DPTR,#READ2
        MOV R4,#3
        JMP BB2
```

```
DD:     MOV DPTR,#INS
        MOV R4,#4
        CALL DISPLAY
        MOV R4,#50
```

```
D1:     MOV R3,#00
        CALL DELAY
        DJNZ R4,D1
        LJMP ZZ
```

```
PLAY:   MOV R0,A
        CALL SHOW
        INC R1
        DJNZ R7,BB3
        MOV R7,#47
        JMP BB4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DELE:    MOV DPTR,#DEE1
         MOV R4,#3
         CALL DISPLAY
DEE:     CALL ANS
         CJNE A,#2,DEE2
         JMP DEE

```

```
DEE2:    JZ ZZ1
```

```

DELEE:   MOV DPTR,#DELE1
         MOV R4,#7
         CALL DISPLAY
         CALL ANS
         CJNE A,#2,CD1

```

```
ZZ1:    LJMP ZZ
```

```
CD1:    JZ ZZ1
```

```
CLR 04
```

```
MOV R0,#80H
```

```
CD2:    DEC R0
```

```
MOV @R0,#00
```

```
CJNE R0,#20H,CD2
```

```
MOV R1,#20H
```

```
LJMP ZZ
```

```
RECI11: LJMP RECI
```

```
RGT:    SETB P3.3
```

```
CLR P3.5
```

```
JB 00,RECI11
```

```
SETB P3.4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV R4,#15
RRG:  MOV R3,#00
      CALL DELAY
      DJNZ R4,RRG
      CALL CLEAR
      MOV R7,#00
      CLR P3.3
      JNB 02,WW
      LJMP SR2

```

```

WW:   MOV DPTR,#MESS
      MOV A,R7
      MOVC A,@A+DPTR
      CJNE A,#83H,WW1
      CALL LCD2
      CLR P3.6
      MOV P2,#0BDH
      MOV R3,#65
      CALL DELAY
      MOV P2,#00
      MOV R3,#25
      CALL DELAY
      MOV P2,#0E7H
      MOV R3,#65
      CALL DELAY
      MOV P2,#00
      MOV DPTR,#TABLE0
      MOV R4,#5
      CALL DISPLAY
      MOV R1,#20H
YYB:  SETB 04
      MOV A,@R1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JZ YY11
INC R1
CJNE R1,#80H,YYB
LJMP SR2
```

```
WW1: CALL TRANS
CALL GETO
INC R7
LJMP WW
```

```
YY11: MOV R7,#61
YY1:  MOV R3,#00
CALL DELAY
CALL MAA
MOV R0,A
CJNE A,#83H,YZ1
MOV @R1,A
JMP WW2
```

```
YZ1:  CJNE A,#0F2H,YXX
CJNE R7,#61,YZ11
LJMP YY11
```

```
YXX:  CJNE A,#11H,YZ
SETB P3.3
SETB P3.5
MOV R4,#7
```

```
DXX:  MOV R3,#200
CALL DELAY
JNB P0.5,DDD
DJNZ R4,DXX
CLR P3.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR P3.3
LJMP YY1

DDD:   MOV @R1,#83H
        LJMP WW2

YZ11:  CALL LOAD1
        MOV @R1,#00
        DEC R1
        INC R7
        LJMP YY1

YZ:    JZ YY1
        MOV A,R0
        MOV @R1,A
        INC R1
        CALL SHOW
        CALL DECR7
        DJNZ R7,YB1
        MOV DPTR,#TABLE0
        MOV R4,#5
        CALL DISPLAY
        LJMP YY11

YB1:   CJNE R1,#80H,YY1
        MOV @R1,#83H
        MOV R7,#00

SR2:   SETB 02
        MOV DPTR,#SORY

SR1:   MOV A,R7
        MOVC A,@A+DPTR
        MOV R0,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE A,#83H,SR
CALL LCD2
LJMP WW2

```

```

SR:    CALL TRANS
        CALL GETO
        INC R7
        JMP SR2

```

```

WW2:   CLR P3.4
        MOV R3,#00
        CALL DELAY
        MOV DPTR,#INS1
        MOV R4,#4
        CALL DISPLAY

```

```

MM:    CLR 00
        SETB 04
        JB P0.7,RGT9
        JNB P3.7,SET9
        JB P0.6,OHO9
        LJMP MM

```

```
FIRR:  LJMP FIRST
```

```
RGT9:  LJMP RGT
```

```
SET9:  LJMP SET
```

```
OHO9:  LJMP OHO
```

```

RECI:  SETB P3.3      ;CONNECT 145413
        CLR P3.5
        MOV R6,#00   ;LCD CODE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#RECI1
MOV R4,#3
CALL DISPLAY
SETB 07
CLR 05
CLR 06
GING:   JB P0.6,GII
        MOV R4,#40
GX:     MOV R3,#00
        CALL DELAY
        JB P0.7,GING
        DJNZ R4,GX
        LJMP FIRST
GII:    MOV R4,#30
GGI:    MOV R3,#00
        CALL DELAY
        DJNZ R4,GGI
LOOP:   MOV R7,#61
        MOV DPTR,#TABLE
        MOV R4,#7
        CALL DISPLAY
        CLR P3.3
        CLR P3.5
WAIT:   JNB P0.6,FIRR
        MOV 01H,#00
        MOV 02H,#00
        SETB P3.7
        SETB P3.6
        MOV P2,#00
        CLR A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV R0,#00
MOV P1,#11111111B      ;SET P1 TO INPUT
JB P3.7,WAIT           ;WAIT FOR P3.6=0
MOV A,P1
MOV R0,A
YY: JB 06,BB
    JB 05,UTEXT
    CJNE A,#83H,CHKSB   ;ENTER?
    CALL LCD2
    CLR P3.6
    MOV P2,#0BDH
    MOV R3,#65
    CALL DELAY
    MOV P2,#00
    MOV R3,#25
    CALL DELAY
    MOV P2,#0E7H
    MOV R3,#65
    CALL DELAY
    MOV P2,#00
    LJMP RECIE
BB:  LJMP UENG

```

```

CHKSB: CJNE A,#20H,CHKBS ;SPACE BAR
        CALL TRANS
        LJMP SENT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CHKBS:    CJNE A,#0F2H,CHKCH    ;BACK SPACE?
          MOV 00H,#0E7H
          MOV 01H,#0D7H
          CALL GETO
          MOV A,R7
          CLR C
          SUBB A,#61
          INC R7
          JC LOAD
          CLR P3.6
          MOV R7,#61
          LJMP WAIT

```

```

LOAD:     CALL LOAD1
          LJMP WAIT

```

```

CHKCH:    CJNE A,#02H,TEXT    ;~?
SETTEXT:  CPL 07
          MOV R3,#10
          CALL DELAY
CLEARP37: CLR P3.6
          LJMP WAIT

```

```

TEXT:     JNB 07,THAITEXT    ;70=0?[THAI?]
ENGTEXT:  CJNE A,#17H,SHT1    ;SHIFT?
          SETB 06
          CLR P3.6            ;P3.6
          LJMP WAIT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

THAITEXT:  MOV A,R0
            CJNE A,#17H,DTEXT
            SETB 05
            CLR P3.6                ;P3.6
            LJMP WAIT

```

```

UTEXT:     CJNE A,#17H,UTEXT1
            CLR P3.6                ;P3.6
            LJMP WAIT

```

```

UTEXT1:    CLR C
            MOV A,R0
            CJNE A,#5BH,CMMA
            MOV A,#0B0H
SHT1:      LJMP SHT
CMMA:      CJNE A,#5DH,ALPHA1
            MOV A,#02CH
            LJMP SHT

```

```

ALPHA1:    CJNE A,#3BH,ALPHA
            MOV A,#0ABH
            LJMP SHT

```

```

ALPHA:     MOV A,R0
            CLR C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SUBB A,#40H
JC MUNUP
ADD A,#0DH
LJMP EXIT

```

```

MUNUP:  MOV A,R0
        CJNE A,#36H,NBUP
        MOV A,#0D9H
        LJMP SHT

```

```

NBUP:   CLR C
        SUBB A,#30H
        JC JUD
        ADD A,#42H
        LJMP EXIT

```

```

JUD:    MOV A,R0
        CJNE A,#27H,OLD
        MOV A,#02EH
        LJMP SHT

```

```

OLD:    CJNE A,#2CH,EGG1
        MOV A,#0B2H
        LJMP SHT

```

```

EGG1:   CJNE A,#2DH,WOW
        MOV A,#0A2H
        LJMP SHT

```

```

WOW:    CJNE A,#2EH,PHA
        MOV A,#0CCH
        LJMP SHT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DTEXT:   CLR C
          MOV A,R0
          CJNE A,#5BH,MUN
          MOV A,#0BAH
          LJMP SHT

MUN:     CJNE A,#5DH,KOR
          MOV A,#0C5H
          LJMP SHT

KOR:     MOV A,R0
          CLR C
          SUBB A,#40H
          JC NUMB
          ADD A,#27H
          LJMP EXIT

NUMB:    MOV A,R0
          CLR C
          SUBB A,#30H
          JC ANY
          ADD A,#42H
          LJMP EXIT

ANY:     MOV A,R0
          CJNE A,#27H,HORSE
          MOV A,#0A7H
          LJMP SHT

HORSE:   CJNE A,#2CH,EGG

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,#0C1H
```

```
LJMP SHT
```

```
EGG: CJNE A,#2DH,MNN
```

```
MOV A,#0A2H
```

```
LJMP SHT
```

```
MNN: CJNE A,#2EH,PHA
```

```
MOV A,#0E3H
```

```
LJMP SHT
```

```
PHA: MOV A,#0BDH
```

```
LJMP SHT
```

```
UENG: CJNE A,#17H,UENG1
```

```
CLR P3.6 ;P3.6
```

```
LJMP WAIT
```

```
UENG1: CLR C
```

```
MOV A,R0
```

```
CJNE A,#5BH,BACK
```

```
MOV A,#7BH
```

```
LJMP SHT
```

```
BACK: CJNE A,#5DH,LTE
```

```
MOV A,#7DH
```

```
LJMP SHT
```

```
LTE: MOV A,R0
```

```
SUBB A,#40H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JC OTHER
MOV A,R0
LJMP SHT

OTHER:    MOV A,R0
          CLR C
          SUBB A,#30H
          JC NEXTCP
          LJMP EXIT

NEXTCP:   MOV A,R0
          CJNE A,#27H,COMMA
          MOV A,#22H
          JMP SHT

COMMA:    CJNE A,#2CH,MINUS
          MOV A,#3CH
          JMP SHT

MINUS:    CJNE A,#2DH,FULL
          MOV A,#5FH
          JMP SHT

FULL:     CJNE A,#2EH,SLASH
          MOV A,#3EH
          JMP SHT

SLASH:    MOV A,#3FH

SHT:      CLR 06
          CLR 05
          CALL TRANS
          LJMP SENT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EXIT:    CLR 06
         CLR 05
         MOV DPTR,#TABLE1
         MOVC A,@A+DPTR
         CALL TRANS
```

```
SENT:    CALL GETO
         CLR P3.6           ;P3.6
         CALL DECR7
         DJNZ R7,WAIT1
         LJMP LOOP
```

```
WAIT1:   LJMP WAIT
```

```
RECIE:   CLR P3.3
         CLR P3.5
         MOV 02H,#00
```

```
MAIN:    MOV R7,#61
         MOV DPTR,#TABLE0
         MOV R4,#5
         CALL DISPLAY
```

```
KK:      MOV R3,#00
         CALL DELAY
         CALL MAA
         MOV R0,A
         CJNE A,#83H,KK1
         CALL LCD2
         LJMP LOOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

KK1:    CJNE A,#0F2H,KK3
        MOV A,R7
        CLR C
        SUBB A,#61
        INC R7
        JC LOADA
        CLR P3.6
        MOV R7,#61
        LJMP KK

```

```

LOADA:  CALL LOAD1
        LJMP KK

```

```

KK3:    CJNE A,#11H,KK2
        SETB P3.3
        SETB P3.5
        MOV R4,#7

```

```

KKK:    MOV R3,#200
        CALL DELAY
        JNB P0.5,NOC
        DJNZ R4,KKK
        CLR P3.5
        CLR P3.3
        LJMP KK

```

```

KK2:    MOV A,R0
        JZ FIR
        CALL SHOW
        JNB P0.6,FIR
        CALL DECR7
        DJNZ R7,KK
        JMP MAIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

NOC:    MOV DPTR,#DISCO
        MOV R4,#6
        CALL DISPLAY
        JB P0.6,$

```

```

FIR:    CALL CLEAR
        LJMP FIRST

```

```

DISPLAY: CLR A
LD1:    MOVC A,@A+DPTR
        CJNE A,#0DH,DATA0
DATA0D: CALL DATA1
        MOV R0,#38H
        MOV R3,#98
        CALL DELAY
        DJNZ R4,DELY4
        RET
DELY4:  CALL DELAY4
        INC DPTR
        CLR A
        LJMP LD1
DATAAX: CALL DATA
        JMP LD1

```

```

DATA:   CALL DATA1
        INC DPTR
        CLR A
        RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCD2:    MOV R0,#20H
          CALL SHOW
          MOV R0,#0EFH
          CALL SHOW
          RET

```

```

DELAY4:  MOV R3,#216
          CALL DELAY
          RET

```

```

DELAY:   MOV R2,A
DELAY1:  MOV R2,#0
          DJNZ R2,$
          DJNZ R3,DELAY1
          CLR A
          RET

```

```

SHOW:   MOV A,#3AH
          CALL DATA1
          MOV A,#32H
          CALL DATA1
          MOV A,R0
          CALL DATA1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A,#0DH
CALL DATA1
MOV R3,#225
CALL DELAY
RET

```

```

CLEAR:  MOV A,#3AH
        CALL DATA1
        MOV A,#35H
        CALL DATA1
        MOV A,#0DH
        CALL DATA1
        MOV R3,#100
        CALL DELAY
        RET

```

```

DATA1:  MOV R2,#8
DATA2:  RLC A
        MOV TLCDDA,C
        CLR TLCDCK
        MOV R3,#4
        DJNZ R3,$
        SETB TLCDCK
        MOV R3,#4
        DJNZ R3,$
        DJNZ R2,DATA2
        CLR TLCDLD
        MOV R3,#50

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DJNZ R3,$
SETB TLCDLD
RET

```

```

LOAD1:  MOV A,#3AH
        CALL DATA1
        MOV A,#38H
        CALL DATA1
        MOV A,#0DH
        CALL DATA1
        MOV R3,#200
        CALL DELAY
        CLR P3.6
        RET

```

```

ANS:    MOV R4,#25
A1:     MOV R2,#100
A2:     MOV R3,#00
A3:     JNB P3.7,ANS1
        DJNZ R3,A3
        DJNZ R2,A2
        DJNZ R4,A1
        MOV A,#2
        RET

```

```

ANS1:   MOV A,P1
        CJNE A,#0F3H,EF4
        MOV A,#1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR P3.6
RET
EF4:  CJNE A,#0F4H,ANS2
      CLR A
      CLR P3.6
      RET
ANS2:  JB P3.7,$
      JMP ANS1

```

```

DECR7: MOV A,R6
      MOV R0,A
      CJNE R0,#0D1H,EE
      INC R7
      RET

```

```

EE:    MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0E7H
      JC COMD4

```

```

RTR1:  INC R7
      RET

```

```

COMD4: MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0DAH
      JNC RTR
      MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0D4H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                JNC RTR1
RTR:           RET

```

```

GETO:         MOV P2,00H
              MOV R3,#100
              CALL DELAY
              MOV P2,#00
              MOV R3,#65
              CALL DELAY
              MOV P2,01H
              MOV R3,#100
              CALL DELAY
              MOV P2,#00
              RET

```

```

TRANS:       MOV R6,A
              MOV R0,A
              CALL SHOW
              MOV A,R6
              CJNE A,#20H,C2A
              MOV A,#0CAH
              LJMP GET0

```

```

C2A:         CJNE A,#2AH,C2B
              MOV A,#0BCH
              LJMP GET0

```

```

C2B:         CJNE A,#2BH,C2C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,#0CBH
```

```
LJMP GET0
```

```
C2C: CJNE A,#2CH,C30
```

```
MOV A,#0B1H
```

```
LJMP GET0
```

```
C30: CJNE A,#30H,C40
```

```
MOV A,#0ACH
```

```
LJMP GET0
```

```
C40: CJNE A,#40H,C49
```

```
MOV A,#0ABH
```

```
LJMP GET0
```

```
C49: CJNE A,#49H,C51
```

```
MOV A,#021H
```

```
LJMP GET0
```

```
C51: CJNE A,#51H,C52
```

```
MOV A,#031H
```

```
LJMP GET0
```

```
C52: CJNE A,#52H,C59
```

```
MOV A,#032H
```

```
LJMP GET0
```

```
C59: CJNE A,#59H,C5A
```

```
MOV A,#41H
```

```
LJMP GET0
```

```
C5A: CJNE A,#5AH,C5B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,#042H
```

```
LJMP GET0
```

```
C5B: CJNE A,#5BH,C5D
```

```
MOV A,#0B2H
```

```
LJMP GET0
```

```
C5D: CJNE A,#5DH,C5F
```

```
MOV A,#0B3H
```

```
LJMP GET0
```

```
C5F: CJNE A,#5FH,C7B
```

```
MOV A,#0B4H
```

```
LJMP GET0
```

```
C7B: CJNE A,#7BH,C7D
```

```
MOV A,#0B5H
```

```
LJMP GET0
```

```
C7D: CJNE A,#7DH,CA1
```

```
MOV A,#0B6H
```

```
LJMP GET0
```

```
CA1: CJNE A,#0A1H,CA2
```

```
MOV A,#043H
```

```
LJMP GET0
```

```
CA2: CJNE A,#0A2H,CA4
```

```
MOV A,#045H
```

```
LJMP GET0
```

```
CA4: CJNE A,#0A4H,CAD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,#046H
```

```
LJMP GET0
```

```
CAD: CJNE A,#0ADH,CC0
```

```
MOV A,#05BH
```

```
LJMP GET0
```

```
CC0: CJNE A,#0C0H,CC1
```

```
MOV A,#078H
```

```
LJMP GET0
```

```
CC1: CJNE A,#0C1H,CC2
```

```
MOV A,#079H
```

```
LJMP GET0
```

```
CC2: CJNE A,#0C2H,CC3
```

```
MOV A,#081H
```

```
LJMP GET0
```

```
CC3: CJNE A,#0C3H,CC5
```

```
MOV A,#082H
```

```
LJMP GET0
```

```
CC5: CJNE A,#0C5H,CCB
```

```
MOV A,#083H
```

```
LJMP GET0
```

```
CCB: CJNE A,#0CBH,CCF
```

```
MOV A,#089H
```

```
LJMP GET0
```

```
CCF: CJNE A,#0CFH,CC4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,#0B8H
```

```
LJMP GET0
```

```
CC4: CJNE A,#0C4H,CD9
```

```
MOV A,#0B9H
```

```
LJMP GET0
```

```
CD9: CJNE A,#0D9H,CE3
```

```
MOV A,#0B7H
```

```
LJMP GET0
```

```
CE3: CJNE A,#0E3H,CE4
```

```
MOV A,#01AH
```

```
LJMP GET0
```

```
CE4: CJNE A,#0E4H,CEF
```

```
MOV A,#02AH
```

```
LJMP GET0
```

```
CEF: CJNE A,#0EFH,C20
```

```
MOV A,#06BH
```

```
LJMP GET0
```

```
C20: CJNE A,#20H,C21
```

```
MOV A,#0CAH
```

```
LJMP GET0
```

```
C21: MOV A,R0
```

```
CLR C
```

```
SUBB A,#2AH
```

```
JNC C2D
```

```
ADD A,#0CAH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LJMP GET0

C2D: MOV A,R0
CLR C
SUBB A,#30H
JNC C31
ADD A,#0A4H
LJMP GET0

C31: MOV A,R0
CLR C
SUBB A,#3AH
JNC C3A
ADD A,#0AH
SWAP A
ADD A,#0CH
LJMP GET0

C3A: MOV A,R0
CLR C
SUBB A,#40H
JNC C41
ADD A,#0AAH
LJMP GET0

C41: MOV A,R0
CLR C
SUBB A,#49H
JNC C4A
ADD A,#01AH
LJMP GET0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C4A: MOV A,R0
 CLR C
 SUBB A,#51H
 JNC C53
 ADD A,#02AH
 LJMP GET0

C53: MOV A,R0
 CLR C
 SUBB A,#59H
 JNC CA6
 ADD A,#03AH
 LJMP GET0

CA6: MOV A,R0
 CLR C
 SUBB A,#0A9H
 JNC CA9
 ADD A,#04AH
 LJMP GET0

CA9: MOV A,R0
 CLR C
 SUBB A,#0ADH
 JNC CAE
 ADD A,#055H
 LJMP GET0

CAE: MOV A,R0
 CLR C
 SUBB A,#0B2H
 JNC CB2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ADD A,#05AH
LJMP GET0
```

```
CB2: MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0B7H
      JNC CB7
      ADD A,#066H
      LJMP GET0
```

```
CB7: MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0BAH
      JNC CBA
      ADD A,#06AH
      LJMP GET0
```

```
CBA: MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0C0H
      JNC CC7
      ADD A,#077H
      LJMP GET0
```

```
CC7: MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0CBH
      JNC CCC
      ADD A,#088H
      LJMP GET0
```

```
CCC: MOV A,R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR C
SUBB A,#0CFH
JNC CD0
ADD A,#094H
LJMP GET0

```

```

CD0:  MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0D5H
      JNC CD5
      ADD A,#099H
      LJMP GET0

```

```

CD5:  MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0D9H
      JNC CE0
      ADD A,#05H
      SWAP A
      ADD A,#0BH
      LJMP GET0

```

```

CE0:  MOV A,R0
      CLR C
      SUBB A,#0E3H
      JNC CE6
      ADD A,#0AH
      SWAP A
      ADD A,#0BH
      LJMP GET0

```

```

CE6:  MOV A,R0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR C
SUBB A,#0EDH
JNC RTU
ADD A,#0AH
SWAP A
ADD A,#0AH
LJMP GET0

```

```

RTU:    MOV 00H,#0
        MOV 01H,#0
        RET

```

```

GET0:   MOV R0,A
        MOV 02H,A
        ANL A,#0F0H
        SWAP A
        MOV DPTR,#CODE
        MOVC A,@A+DPTR
        MOV 00H,A

```

```

GET1:   MOV A,02H
        ANL A,#0FH
        MOV DPTR,#CODE
        MOVC A,@A+DPTR
        MOV 01H,A
        RET

```

```

MAA:    MOV R4,#130
NNN:    MOV R3,#200
NNA:    MOV R2,#00
NAA:    MOV P2,#00

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JNB P0.6,SHOW2
JB P0.4,OAA
DJNZ R2,NAA
DJNZ R3,NNA
DJNZ R4,NNN
MOV A,#11H
RET
```

```
OAA:    MOV A,P0
        ANL A,#0FH
        CJNE A,#00,MMA1
        LJMP NAA
```

```
MMA1:  MOV 00H,A
        MOV R4,#130
```

```
VVV:   MOV R3,#200
```

```
VVA:   MOV R2,#00
```

```
LOPP:  JNB P0.6,SHOW2
        JB P0.4,EEA
        DJNZ R2,LOPP
        DJNZ R3,VVA
        DJNZ R4,VVV
```

```
EEA:   MOV A,P0
        ANL A,#0FH
        CJNE A,#00,LOP
        LJMP MAA
```

```
LOP:   JNB P0.6,SHOW2
        CJNE A,00H,LOOPE
        JMP LOPP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SHOW2:   CLR A
          LJMP SHOW1

LOOPE:   JNB P0.6,SHOW2
          SWAP A
          ADD A,00H
          SWAP A
          MOV R0,A
          CJNE A,#06BH,X1C
          MOV A,#83H
          LJMP SHOW1

X1C:     CJNE A,#1CH,X1A
          MOV A,#31H
          MOV R0,A
          LJMP SHOW1

X1A:     CJNE A,#1AH,X2A
          MOV A,#0E3H
          LJMP SHOW1

X2A:     CJNE A,#2AH,X21
          MOV A,#0E4H
          LJMP SHOW1

X21:     CJNE A,#21H,X31
          MOV A,#049H
          LJMP SHOW1

X31:     CJNE A,#31H,X32
          MOV A,#051H
          LJMP SHOW1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X32: CJNE A,#32H,X41
 MOV A,#052H
 LJMP SHOW1

X41: CJNE A,#41H,X42
 MOV A,#059H
 LJMP SHOW1

X42: CJNE A,#42H,X43
 MOV A,#05AH
 LJMP SHOW1

X43: CJNE A,#43H,X45
 MOV A,#0A1H
 LJMP SHOW1

X45: CJNE A,#45H,X46
 MOV A,#0A2H
 LJMP SHOW1

X46: CJNE A,#46H,X5B
 MOV A,#0A4H
 LJMP SHOW1

X5B: CJNE A,#5BH,X78
 MOV A,#0ADH
 LJMP SHOW1

X78: CJNE A,#78H,X79
 MOV A,#0C0H
 LJMP SHOW1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X79: CJNE A,#79H,X81
 MOV A,#0C1H
 LJMP SHOW1

X81: CJNE A,#81H,X82
 MOV A,#0C2H
 LJMP SHOW1

X82: CJNE A,#82H,X83
 MOV A,#0C3H
 LJMP SHOW1

X83: CJNE A,#83H,X89
 MOV A,#0C5H
 LJMP SHOW1

X89: CJNE A,#89H,XAC
 MOV A,#0CBH
 LJMP SHOW1

XAC: CJNE A,#0ACH,XAB
 MOV A,#030H
 LJMP SHOW1

XAB: CJNE A,#0ABH,XB1
 MOV A,#040H
 LJMP SHOW1

XB1: CJNE A,#0B1H,XB2
 MOV A,#02CH
 LJMP SHOW1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XB2: CJNE A,#0B2H,XB3
 MOV A,#05BH
 LJMP SHOW1

XB3: CJNE A,#0B3H,XB4
 MOV A,#05DH
 LJMP SHOW1

XB4: CJNE A,#0B4H,XB5
 MOV A,#05FH
 LJMP SHOW1

XB5: CJNE A,#0B5H,XB6
 MOV A,#07BH
 LJMP SHOW1

XB6: CJNE A,#0B6H,XB7
 MOV A,#7DH
 LJMP SHOW1

XB7: CJNE A,#0B7H,XB8
 MOV A,#0D9H
 LJMP SHOW1

XB8: CJNE A,#0B8H,XB9
 MOV A,#0CFH
 LJMP SHOW1

XB9: CJNE A,#0B9H,XBA
 MOV A,#0C4H
 LJMP SHOW1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XBA: CJNE A,#0BAH,XBC
 MOV A,#0F2H
 LJMP SHOW1

XBC: CJNE A,#0BCH,XCA
 MOV A,#02AH
 LJMP SHOW1

XCA: CJNE A,#0CAH,XCB
 MOV A,#020H
 LJMP SHOW1

XCB: CJNE A,#0CBH,XC1
 MOV A,#2BH
 LJMP SHOW1

XC1: CJNE A,#0C1H,XC2
 MOV A,#21H
 LJMP SHOW1

XC2: CJNE A,#0C2H,XC3
 MOV A,#22H
 LJMP SHOW1

XC3: CJNE A,#0C3H,XC4
 MOV A,#23H
 LJMP SHOW1

XC4: CJNE A,#0C4H,XC5
 MOV A,#24H
 LJMP SHOW1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XC5: CJNE A,#0C5H,XC6
 MOV A,#25H
 LJMP SHOW1

XC6: CJNE A,#0C6H,XC7
 MOV A,#26H
 LJMP SHOW1

XC7: CJNE A,#0C7H,XC8
 MOV A,#27H
 LJMP SHOW1

XC8: CJNE A,#0C8H,XC9
 MOV A,#28H
 LJMP SHOW1

XC9: CJNE A,#0C9H,XYA
 MOV A,#29H
 LJMP SHOW1

XYA: MOV A,R0
 CLR C
 SWAP A
 SUBB A,#0A2H
 JC X12
 MOV A,R0
 SWAP A
 CLR C
 SUBB A,#0AAH
 JNC X1B
 ADD A,#0EDH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LJMP SHOW1

X1B: MOV A,R0
 SWAP A
 CLR C
 SUBB A,#0B5H
 JNC X7B
 ADD A,#0D9H
 LJMP SHOW1

X7B: MOV A,R0
 CLR C
 SWAP A
 SUBB A,#0BAH
 JNC X2C
 ADD A,#0E3H
 LJMP SHOW1

X2C: MOV A,R0
 SWAP A
 CLR C
 SUBB A,#090H
 LJMP SHOW1

X12: MOV A,R0
 CLR C
 SUBB A,#1AH
 JNC X23
 ADD A,#49H
 LJMP SHOW1

X23: MOV A,R0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR C
SUBB A,#2AH
JNC X34
ADD A,#51H
LJMP SHOW1

```

```

X34:   MOV A,R0
        CLR C
        SUBB A,#3AH
        JNC X47
        ADD A,#59H
        LJMP SHOW1

```

```

X47:   MOV A,R0
        CLR C
        SUBB A,#4AH
        JNC X51
        ADD A,#0A9H
        LJMP SHOW1

```

```

X51:   MOV A,R0
        CLR C
        SUBB A,#55H
        JNC X56
        ADD A,#0ADH
        LJMP SHOW1

```

```

X56:   MOV A,R0
        CLR C
        SUBB A,#5AH
        JNC X61
        ADD A,#0B2H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LJMP SHOW1

X61: MOV A,R0
CLR C
SUBB A,#66H
JNC X67
ADD A,#0B7H
LJMP SHOW1

X67: MOV A,R0
CLR C
SUBB A,#6AH
JNC X71
ADD A,#0BAH
LJMP SHOW1

X71: MOV A,R0
CLR C
SUBB A,#77H
JNC X84
ADD A,#0C0H
LJMP SHOW1

X84: MOV A,R0
CLR C
SUBB A,#88H
JNC X91
ADD A,#0CBH
LJMP SHOW1

X91: MOV A,R0
CLR C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SUBB A,#94H
JNC X94
ADD A,#0CFH
LJMP SHOW1

```

```

X94:   MOV A,R0
        CLR C
        SUBB A,#99H
        JNC XA1
        ADD A,#0D5H
        LJMP SHOW1

```

```

XA1:   MOV A,R0
        CLR C
        SUBB A,#0A4H
        JNC XA4
        ADD A,#30H
        LJMP SHOW1

```

```

XA4:   MOV A,R0
        CLR C
        SUBB A,#0AAH
        JNC SHOW11
        ADD A,#40H
        LJMP SHOW1

```

```

;XC1:  MOV A,R0
;
;      CLR C
;
;      SUBB A,#0CAH
;
;      JNC SHOW11
;
;      ADD A,#2AH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SHOW11: CLR A

SHOW1: RET

INITIAL: DB ':5',0DH
 DB ':1004',0DH
 DB ':1004',0DH
 DB ':2TELEPHONE',0DH

DB ':1004',0DH
 DB ':2TELEPHONE',0DH
 DB ':1106',0DH
 DB ':2FOR',0DH
 DB ':1203',0DH
 DB ':2THE HEARING',0DH
 DB ':1304',0DH
 DB ':2IMPAIRED',0DH
 DB ':7',0DH

OHOOK: DB ':5',0DH
 DB ':1102',0DH
 DB ':2CHECKING LINE',0DH
 DB ':7',0DH

TABLEX: DB ':5',0DH
 DB ':1101',0DH
 DB ':2PRESS NUMBER',0DH
 DB ':1204',0DH
 DB ':6',0DH

WAITC: DB ':7',0DH
 DB ':5',0DH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DB ':1103',0DH
 DB ':2WAIT FOR ',0DH
 DB ':1204',0DH
 DB ':2CONNECT',0DH

SHBST: DB ':5',0DH
 DB ':7',0DH
 DB ':1106',0DH
 DB ':2BUSY',0DH
 DB ':1201',0DH
 DB ':2PLEASE OFF HOOK',0DH

DISCO: DB ':5',0DH
 DB ':7',0DH
 DB ':1103',0DH
 DB ':2DISCONNECT',0DH
 DB ':1201',0DH
 DB ':2PLEASE OFF HOOK',0DH

MOR: DB ':5',0DH
 DB ':1101',0DH
 DB ':2MESSAGE SYSTEM',0DH
 DB ':7',0DH

SET1: DB ':5',0DH
 DB ':1100',0DH
 DB ':2SET TO MESSAGE ?',0DH
 DB ':1201',0DH
 DB ':2[F3=YES,F4=NO]',0DH
 DB ':1302',0DH
 DB ':6',0DH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

READ1: DB ':5',0DH
 DB ':1105',0DH
 DB ':2READ ?',0DH
 DB ':1201',0DH
 DB ':2[F3=YES,F4=NO]',0DH
 DB ':1302',0DH
 DB ':6',0DH

READ2: DB ':1301',0DH
 DB ':2READ FORWARD ?',0DH
 DB ':6',0DH

DEE1: DB ':1300',0DH
 DB ':2 NEXT ? ',0DH
 DB ':6',0DH

DELE1: DB ':5',0DH
 DB ':1104',0DH
 DB ':2DELETE ?',0DH
 DB ':1201',0DH
 DB ':2[F3=YES,F4=NO]',0DH
 DB ':1302',0DH
 DB ':6',0DH

CANCEL1: DB ':5',0DH
 DB ':1100',0DH
 DB ':2CANCEL MESSAGE ?',0DH
 DB ':1201',0DH
 DB ':2[F3=YES,F4=NO]',0DH
 DB ':1302',0DH
 DB ':6',0DH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RECI1: DB ':5',0DH
 DB ':1102',0DH
 DB ':2RINGING NOW',0DH

MESSA: ;DB ':5',0DH
 DB ':1102',0DH
 DB ':2ENTRY MESSAGE',0DH
 DB ':1205',0D
 DB ':2AFTER THIS',0DH
 DB ':7',0DH

MESS: DB 45H,4EH,54H,52H,59H,20H,41H,46H,54H,45H,52H
 DB 20H,54H,48H,49H,53H,4DH,45H,53H,53H,41H
 DB 47H,45H,83H

SORY: DB 20H,20H,20H,22H,53H,4FH,52H,59H,20H,46H,55H,4CH,4CH
 DB 20H,4DH,45H,4DH,4FH,52H,59H,22H,83H

INS: DB ':7',0DH
 DB ':5',0DH
 DB ':1103',0DH
 DB ':2NO MESSAGE',0DH

INS1: DB ':7',0DH
 DB ':5',0DH
 DB ':1103',0DH
 DB ':2NEW MESSAGE',0DH

TABLE0: DB ':5',0DH
 DB ':1000',0DH
 DB ':6',0DH
 DB ':2re ',0DH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DB ':1003',0DH

TABLE: DB ':5',0DH
 DB ':1000',0DH
 DB ':2sc',0DH
 DB ':1000',0DH
 DB ':2sc',0DH
 DB ':1003',0DH
 DB ':6',0DH

TABLE1: DB 29H,21H,40H,23H,24H,25H,36H
 DB 26H,2AH,28H,00,3AH,00H,2BH ;0D
 DB 0C4H,0DAH,0A9H,0AFH,0AEH,0E2H,0ACH,0E7H,0B3H
 DB 0EBH,0C9H,0C8H,03FH,0ECH,0CFH,0ADH, 0E6H,0B1H
 DB 0A6H,0B8H,0EAH,0CEH,22H,29H,0EDH,028H ;27
 DB 0BFH,0D4H,0E1H,0A1H,0D3H,0B4H,0E0H,0E9H, 0C3H
 DB 0E8H,0D2H,0CAH, 0B7H,0D7H,0B9H,0C2H,0E6H,0BEH
 DB 0CBH,0D0H,0D5H,0CDH,0E4H,0BBH,0D1H,0BCH ;42
 DB 0A8H,00, 02FH,02DH,0C0H,0B6H,0D8H
 DB 0D6H,0A4H,0B5H,00H,0C7H,00H,0AAH

CODE: DB 00,0EEH,0DEH,0BEH,0EDH,0DDH,0BDH
 DB 0EBH,0DBH,0BBH,0D7H,0E7H,0B7H

CODE1: DB 0D7H,0EEH,0DEH,0BEH,0EDH,0DDH,0BDH
 DB 0EBH,0DBH,0BBH

END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมสแกนคีย์ (MCS-51 ที่ต่อกับคีย์บอร์ด)

```
ORG 0000H

MOV P0,#0FFH
MOV P1,#00
MOV P2,#00
SETB P3.5

MAIN:  MOV R0,#00H
LOOP:  MOV A,R0
       MOV P0,#11111111B
       MOV DPTR,#TABLE
       MOVC A,@A+DPTR
       MOV P1,A
       MOV A,R0
       ADD A,#08
       MOVC A,@A+DPTR
       MOV R2,A
       CLR A

CHECK: JB P0.0,ADD2
       MOV A,#01H

ADD2:  JB P0.1,ADD3
       MOV A,#02H

ADD3:  JB P0.2,ADD4
       MOV A,#03H

ADD4:  JB P0.3,ADD5
       MOV A,#04H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADD5: JB P0.4,ADD6
MOV A,#05H

ADD6: JB P0.5,ADD7
MOV A,#06H

ADD7: JB P0.6,ADD8
MOV A,#07H

ADD8: JB P0.7,X
MOV A,#08H

X: CJNE A,#00H,TRANS

INC: INC R0
CJNE R0,#08H,LOOP
LJMP MAIN

TRANS: ADD A,R2
MOVC A,@A+DPTR

AA: MOV P2,A
SETB P3.5
CLR P3.7

XX: JB P3.5,XX

BB: SETB P3.7
SETB P3.5
MOV R1,#00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CC:      MOV R2,#00
         DJNZ R2,$
         DJNZ R1,CC
         JNB P3.7,BB
         JNB P3.6,BB
         MOV P2,#00
         SJMP INC

```

```

TABLE:  DB 1111110B,11111101B,11111011B,11110111B
         DB 11101111B,11011111B,10111111B,01111111B
         DB 0FH,17H,1FH,27H,2FH,37H,3FH,47H
         DB 050H,051H,57H,45H,052H,55H,49H,4FH
         DB 05BH,00,0H,0F3H,054H,059H,05DH,17H
         DB 03BH,041H,053H,044H,046H,04AH,04BH,4CH
         DB 027H,0H,0H,0F4H,047H,048H,020H,0H
         DB 0H,05AH,058H,043H,056H,04DH,2CH,2EH
         DB 02FH,0H,0H,0H,042H,04EH,0H,0H
         DB 02DH,0H,02H,0F2H,35H,036H,3DH,083H
         DB 030H,31H,032H,033H,34H,037H,038H,039H
         END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. อุดม จีนประดับ “ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ” พิมพ์ครั้งที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ พ.ศ. 2541.
2. “ คู่มือใช้งาน TLCD-164 version1 Thai LCD MODULE ” , บริษัท ศิลาเรีเสิร์ช จำกัด กรุงเทพฯ
3. วุฒิชัย ปิยะชนากรและสมพร เขียวขำ “ เครื่องสื่อสารสำหรับคนหูหนวกผ่านทางโทรศัพท์ ”
ปริญญาณิพนธ์ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2541 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้