เครื่องโทรศัพท์ดิจิตอล

Digital Telephone Handset

โดย

นาย จตุรงค์ ขวัญคำ

นาย ชุณหชัย อาชาวิวัฒน์

นส. ภัทรพร สุขายนานนท์

วัน เดือน ปี 23 ต.ค. 2541

เลขทะเบียน 039140

เลขเรียกหนังสือ T 4037 ว 138 ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

039140

เครื่องโทรศัพท์ดิจิตอล

Digital Telephone Handset

จัดทำโดย

นาย จตุรงค์ ขวัญคำ 37014042

นาย ชุณหชัย อาชาวิวัฒน์ 37014097

นส. ภัทรพร สุขายนานนท์ 37014314

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. สุชาติ คูณเทวีเทพ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 0104401

ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สาขาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องโทรศัพท์ดิจิตอล

Digital Telephone Handset

จัดทำโดย

นาย จตุรงค์ ขวัญคำ 37014042

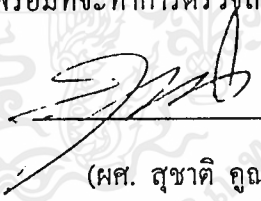
นาย ชุณหชัย อาชาวิวัฒน์ 37014097

นส. ภัทรพร สุขายนานนท์ 37014314

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. สุชาติ คูณทวีเทพ

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบแล้วพร้อมที่จะทำการตรวจสอบได้



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. สุชาติ คูณทวีเทพ)

วันที่ 24/4/41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องโทรศัพท์ดิจิตอล

นาย จตุรงค์ ขวัญคำ
นาย ชุณหชัย อาชาวิวัฒน์
นส. ภัทรพร สุขายนานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. สุชาติ คูณทวีเทพ
ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

ปัจจุบันโทรศัพท์ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างมากในชีวิตประจำวัน ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มาช่วยพัฒนาระบบการสื่อสาร ทำให้ระบบการสื่อสารมีความสะดวกและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

ในโครงงานนี้เป็นเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลสำหรับการใช้ตามบ้าน ซึ่งมีความสามารถในการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ที่โทรออก ระยะเวลาที่ใช้ คิดค่าบริการโทรศัพท์ แล้วแสดงผลบน 7-Segment และพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ นอกจากนั้นยังสามารถบันทึกข้อมูลและทำการค้นหาชื่อบุคคลและเบอร์โทรศัพท์ แล้วทำการโทรออกอัตโนมัติให้ในทันที ซึ่งการทำงานทั้งหมดได้นำวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการตรวจเช็คสัญญาณทางโทรศัพท์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Digital Telephone Handset

Mr. Jaturong Kwankhum

Mr. Chunhachai Achavivat

Miss Pattharaporn Sukayananont

Advisor

Assit.Prof. Suchat Khuntaweethep

Abstract

Telephones is wide used in everyday life , and has developed by Electronics field for more efficiency in communication.

This project is a digital telephone, which can store telephone number, time in use , calculate fee charge then display on 7-Segment , and printer. Moreover it can store and search data (name and phone number) to call to.

It uses electronic circuit to detect signal and controlled by Microcontroller.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องโทรศัพท์ดิจิตอล

โดย
นาย จตุรงค์ ขวัญคำ
นาย ชุณหชัย อาชาวิวัฒน์
นางสาว ภัทรพร สุขายนานนท์

หลักการและเหตุผล

การทำงานของเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลนั้น จะอาศัยหลักการทำงานที่มีการตรวจเช็คสัญญาณของโทรศัพท์ ซึ่งโทรศัพท์จะมีสัญญาณต่างๆดังนี้คือ Ringing tone , Ringing back tone , Busy tone และ Dial tone

การจับเวลาที่ใช้ในการเริ่มต้นโทรศัพท์และสิ้นสุดการโทรศัพท์ จะใช้ค่าจาก RTC เป็นตัวแสดงผลออกมาทาง 7-Segment ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์80C31 จะมีหน่วยความจำภายในและภายนอก สำหรับบันทึกข้อมูล และยังสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้

การทดลองและสรุปผลการทดลอง

การทดลองนั้นจะใช้บอร์ดเบอร์ 80C31 เป็นตัวควบคุมการทำงานแล้วแสดงผลที่ได้ทาง 7-Segment ซึ่งการทดลองจะต้องมีการเก็บ ชื่อ และเบอร์โทรศัพท์ พร้อมทั้งทำการ Search ข้อมูลให้ด้วย ส่วนการคิดค่าโทรศัพท์อัตโนมัติจะแสดงเบอร์ที่โทรออก เวลาเริ่มต้น เวลาสิ้นสุดการโทรศัพท์ และยังแสดงเวลาปัจจุบันที่แสดงได้ทั้ง วัน เดือน ปี ภายใน 1 ปี ได้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะสามารถที่จะทำการบันทึกชื่อและหมายเลขบน 7 - Segment ได้สำเร็จ แต่มีปัญหาในด้าน Search เพราะว่าการเก็บข้อมูลจะเก็บอยู่ในรูปของ Segment code ซึ่งง่ายต่อการป้อนข้อมูลแต่จะทำให้เกิดปัญหาคือ ไม่สามารถทำการเปรียบเทียบกัน เพื่อค้นหาชื่อและหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการได้ ต้องทำการแปลงให้อยู่ในรูปของไบนารี่ ซึ่งมีความยุ่งยากมาก ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมต่อๆไป

ตรวจสอบแล้ว
.....
(ผศ. สุชาติ กุณฑวีเทพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์	3
2.1 โครงสร้างของหน่วยความจำ	3
2.2 รีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ	5
2.3 หน่วยความจำภายนอก	8
2.4 Reset Operation	12
2.5 Timer Mode Register (TMOD)	16
2.6 Timer Control Register (TCOD)	17
2.7 Timer Mode And Overflow Flag	19
2.8 Clocking Source	20
2.9 การเริ่ม, หยุด และการควบคุม Timer	21
2.10 Initializing And Accessing Timer Register	21
2.11 Short Intervals And Long Intervals	21
2.12 สัญญาณอินเทอร์รัพท์	22
2.13 การทำงานของระบบหลังถูกอินเทอร์รัพท์	25
บทที่ 3 วงจรและการทำงานของโครงงาน	26
3.1 ส่วนบันทึกการใช้และการคิดเงินโทรศัพท์	26
3.1.1 วงจรตรวจจับการยกหูวางหู	27
3.1.2 วงจรตรวจเช็คสัญญาณเรียกกลับ	27
3.1.3 วงจรถอดรหัสหมายเลข	28
3.2 ส่วนของการทำงานของยูทิลิตี้ซึ่งสั่งงานด้วยแป้นคีย์บอร์ด	29
3.3 ส่วนของการแสดงผลทางจอภาพและพิมพ์ออกทางจอภาพ	32
บทที่ 4 วิธีการทดลอง	33
บทที่ 5 ผลการทดลองและบทสรุป	37
ภาคผนวก	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การจัดหน่วยความจำของMCS-51	3
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งของหน่วยความจำทั้งแบบไบท์และแบบบิท	4
รูปที่ 2.3 ไดอะแกรมกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล	9
รูปที่ 2.4 ไดอะแกรมุเวลาการอ่านข้อมูล	10
รูปที่ 2.5 การต่อ MCS-51	11
รูปที่ 2.6 การต่อหน่วยความจำโปรแกรมกับ MCS-51	12
รูปที่ 2.7 การรีเซต MCS-51	13
รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานของ Timer	15
รูปที่ 2.9 การทำงานของ Timer ในโหมดต่าง ๆ	19
รูปที่ 2.10 ความถี่ขอองสัญญานาฬิกาที่จะเข้า Timer	20
รูปที่ 2.11 รีจีสเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอินเทอร์รัพท์	23
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงงาน	26
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบการยกหูวางหู	27
รูปที่ 3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ	28
รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลข	29
รูปที่ 3.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณกริ่ง	31
รูปที่ 4.1 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์และติดต่อโดยอัตโนมัติ	35
รูปที่ 4.2 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการคิดค่าโทรศัพท์	36
รูปที่ 5.1 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน	37
รูปที่ 5.2 หน้าจอแสดงเมนู ADD	38
รูปที่ 5.3 หน้าจอแสดงคำว่า "NAME" เพื่อการป้อนข้อมูลชื่อ	38
รูปที่ 5.4 การกรอกข้อมูลชื่อ 6 ตัวอักษร	39
รูปที่ 5.5 หน้าจอแสดงคำว่า "Phone" เพื่อการกรอกเบอร์โทรศัพท์	39
รูปที่ 5.6 หน้าจอเมนู FIND	40
รูปที่ 5.7 การกรอกตัวอักษร 3 ตัวเพื่อทำการค้นหา	40
รูปที่ 5.8 โปรแกรมแสดง "NO DATA"	41
รูปที่ 5.9 หน้าจอเมนู SETT	41
รูปที่ 5.10 การป้อนหลักชั่วโมง	42
รูปที่ 5.11 การป้อนหลักนาที	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.12 หน้าจอเมนู PRINT 43
รูปที่ 5.13 หน้าจอเมนู ESC 43
รูปที่ 5.14 การทำงานของโครงงานเป็นนาฬิกา 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงบิต และ หน้าที่ต่างๆใน PSW	6
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าต่างๆที่เกิดหลังจาการรีเซต	14
ตารางที่ 2.3 รีจีสเตอร์ที่ใช้เป็น Timer	16
ตารางที่ 2.4 รีจีสเตอร์ TMOD (Timer Mode)	17
ตารางที่ 2.5 การใช้ Timer โหมดต่างๆ	17
ตารางที่ 2.6 แสดงความหมายแต่ละบิตของรีจีสเตอร์ TCON(Timer Control)	18
ตารางที่ 2.7 แสดงค่าสูงสุดของการใช้Timer โหมดต่างๆ	22
ตารางที่ 2.8 บิตต่างๆของรีจีสเตอร์ IE	22
ตารางที่ 2.9 บิตและหน้าที่ต่างๆของรีจีสเตอร์ IP	24
ตารางที่ 2.10 แฟลกที่จะทำงานเมื่อถูกอินเทอร์รัพท์	24
ตารางที่ 2.11 อินเทอร์รัพท์เวกเตอร์ของอินเทอร์รัพท์ต่างๆ	25
ตารางที่ 3.1 แสดงความถี่ที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม	30
ตารางที่3.2 แสดงความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

ความเป็นมา

ในปัจจุบันนี้ระบบการสื่อสารได้มีการพัฒนาที่กว้างไกล เพื่อให้ทันต่อเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะการสื่อสารทางด้านโทรศัพท์ถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการติดต่อสื่อสาร ก็เนื่องมาจากการเป็นสื่อสารที่สะดวกรวดเร็วและให้ข่าวสารที่ชัดเจน ชับไว ค่าใช้จ่ายถูก จึงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย สำหรับโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ตามบ้านถ้าเราสามารถทำให้มีคุณสมบัติที่เหนือกว่าโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป โดยการพัฒนาปรับปรุงโทรศัพท์ที่ใช้อยู่นั้น สามารถทำการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์จำนวน 100 หมายเลขได้ พร้อมทั้งทำการติดต่อให้โดยอัตโนมัติ อีกทั้งยังสามารถคิดค่าโทรศัพท์ที่ใช้ภายในระยะเวลา 1 เดือน

วัตถุประสงค์

2. เพื่อพัฒนาระบบการสื่อสารให้เจริญรุดหน้า
3. เพื่อให้โทรศัพท์ที่ใช้อยู่สามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ได้อย่างเต็มที่
4. เพื่อการพัฒนาระบบการสื่อสารที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับโครงงานนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

<u>ขั้นตอนที่ 1 (เทอมที่ 1)</u>

1.ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวกับโครงงาน

- หาหัวข้อโครงงานและปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา
-หาข้อมูลและระเอียดต่างๆ อาทิ ระบบโทรศัพท์ ระบบไมโครโปรเซสเซอร์
-กำหนด Block Diagram การทำงานของเครื่อง

2. Hardware สร้างวงจรที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์ พร้อมทั้งทดลองปรับปรุงแก้ไข มีวงจรที่สำคัญดังนี้

-วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

-วงจรตรวจเช็คสัญญาเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-วงจรถอดรหัส DTMF

3. Software เขียนโปรแกรมในส่วนการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ และทำการค้นหาชื่อบุคคลและเบอร์โทรศัพท์แล้วทำการโทรออกอัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 2 (เทอมที่ 2)

1. Hardware

-สร้างวงจรจ่ายไฟให้กับวงจร

-ประกอบอุปกรณ์ทุกส่วนเข้าด้วยกันและทดลองการทำงานร่วมกับ Program

4. Software เขียนโปรแกรมในส่วนของการบันทึกการใช้และการคิดเงินค่าโทรศัพท์

5. ทดลองการทำงานของ Program

6. ทำการปรับปรุงและแก้ไขให้สมบูรณ์

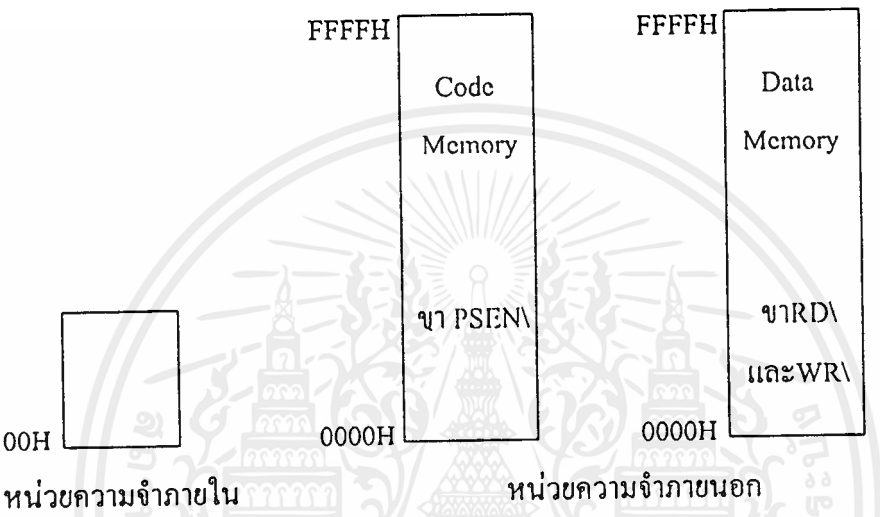
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1โครงสร้างของหน่วยความจำ

หน่วยความจำ RAM ภายใน จะประกอบด้วยพื้นที่ใช้งานทั่วไป,รีจิสเตอร์แบงค์,พื้นที่ใช้งานระดับบิต และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ เราอาจเขียนไดอะแกรมของหน่วยความจำของ 80C31 ได้ดังรูป2.1 โดยในรูปจะบอกด้วยว่าขาใดจะแอกทีฟ



รูปที่2.1 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51

ใน 80C31 จะมีหน่วยความจำภายในตั้งแต่ 00H ถึง FFH และสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64K ตำแหน่ง ถ้าอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมขา PSEN\ จะแอกทีฟ นอกจากนี้ 80C31 สามารถอ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64K ตำแหน่ง โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนี้ขา RD\ และ WR\ จะแอกทีฟ สำหรับหน่วยความจำข้อมูลภายในจะแบ่งออกได้ดังนี้

1) ชุดรีจิสเตอร์ 4 ชุด แต่ละชุดเรียกว่ารีจิสเตอร์แบงค์ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 1FH โดยแต่ละชุดประกอบด้วยรีจิสเตอร์ R0 ถึงR7

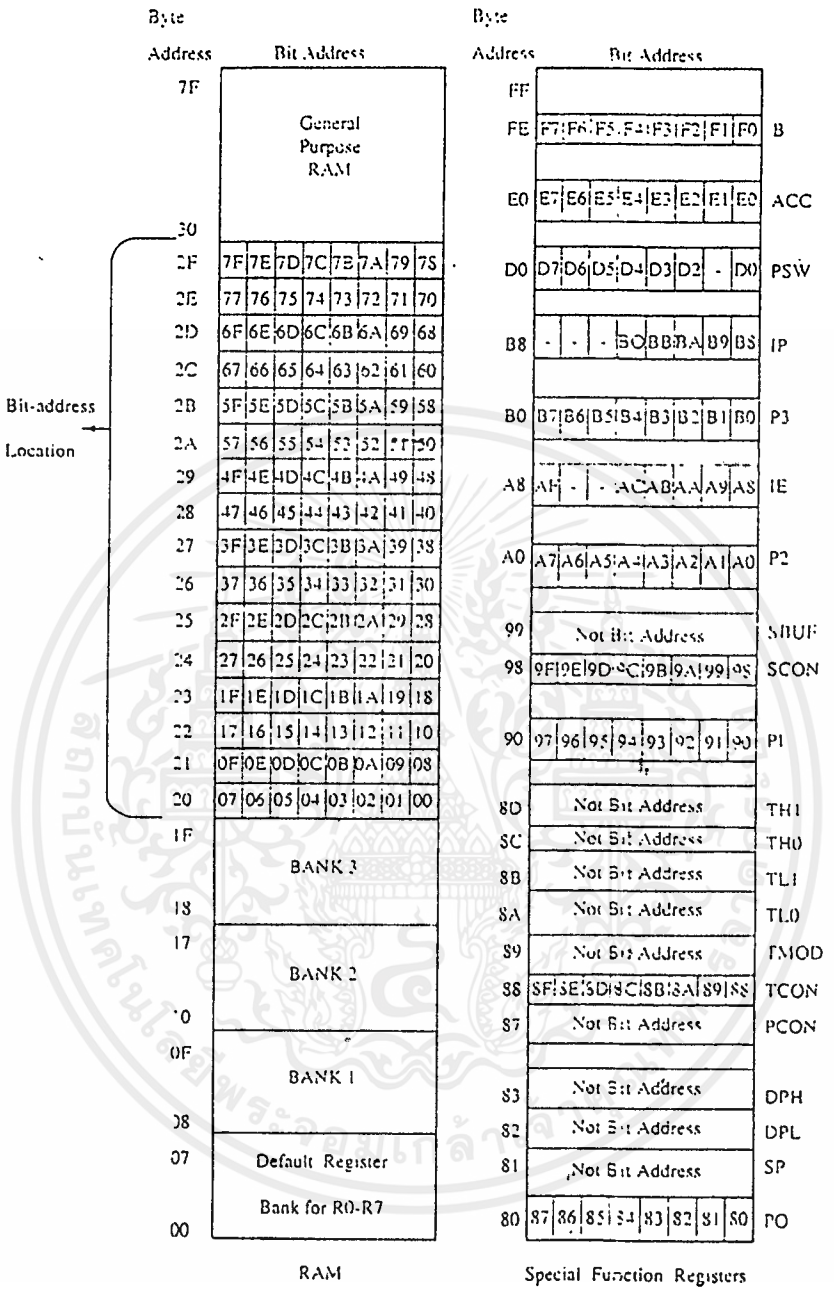
2) หน่วยความจำที่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ ตำแหน่ง 20H ถึง 2FH

3) หน่วยความจำใช้งานทั่วไปตำแหน่ง 30H ถึง 7FH

4) รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษตำแหน่ง 80H ถึง FFH

แผงผังการจัดหน่วยความจำข้อมูลภายในแสดงได้ดังรูปที่2.2 จากแผงผังจะเห็นว่าการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำภายในจะอ้างได้ 2 แบบคือ การอ้างไปที่ตำแหน่งของไบต์ หรือการอ้างไปที่ตำแหน่งของบิต โดยตำแหน่งของหน่วยความจำที่อ้าง เป็นแบบบิตได้จะมีตำแหน่งบิตที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งของหน่วยความจำทั้งแบบไบต์และแบบบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1หน่วยความจำใช้งานทั่วไป

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าใน 80C31 จะมีหน่วยความจำ RAM สำหรับใช้งานทั่วไปจำนวน 80 ไบต์ ตั้งแต่ตำแหน่ง 30H ถึง 7FH ตำแหน่งเหล่านี้สามารถอ้างตำแหน่งแบบ Direct Addressing Mode หรือ Indirect Addressing Mode ได้

2.1.2Bit - addressable RAM

ใน 80C31 จะมีหน่วยความจำที่สามารถอ้างข้อมูลในระดับบิตได้ตั้งแต่ 20H ถึง 2FH รวม 16 ไบต์ โดยสามารถ SET,CLEAR,AND,OR ทางลอจิกได้ จำนวนบิตที่ใช้งานได้ทั้งหมดมีจำนวน 128บิต(8 บิต X 16 บิต)

2.1.3Register banks

หน่วยความจำข้อมูลภายในที่ใช้เป็นชุดรีจิสเตอร์ มีทั้งหมด 32 ตำแหน่ง โดยจะมี 4 ชุด แต่ละชุดมีรีจิสเตอร์ 8 ตัว คือ R0 ถึง R7 โดยชุดแรกจะอยู่ในตำแหน่ง 00H - 07H ในการติดต่อกับ Register Bank นั้น เราสามารถเลือกให้ Bank ใดแอกทีฟได้ โดยเขียนข้อมูลไปที่ Program Status Word ซึ่งอยู่ในส่วนของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ

2.2รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Sepecial Function Register)

ใน 80C31 รีจิสเตอร์จะใช้หน่วยความจำ RAM ภายในชิพ โดยส่วนหนึ่งเป็นรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ(Special Function Register : SFR) ซึ่งมีทั้งหมด 21 ตัวโดยรีจิสเตอร์พิเศษต่างๆจะเริ่มที่หน่วยความจำตั้งแต่ 80H ถึง FFH ซึ่งมีทั้งหมด 128 ตำแหน่ง แต่เป็นรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษเพียง 21 ตำแหน่ง แต่ถ้าเป็น 8032/8051 จะใช้ 26 ตำแหน่ง หรือมี SFR 26 ตัว

2.2.1Program Status Word

รีจิสเตอร์ตัวนี้เรียกย่อๆว่า PSW จะอยู่ที่ตำแหน่ง DoII ซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้โดย

รีจิสเตอร์นี้จะเป็นตัวบอกสภาวะต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ ความหมายของแต่ละบิตแสดงดังตารางที่2.1

CY	AC	Fo	RS1	RS2	PV	-	P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	ชื่อ	ตำแหน่ง	ความหมาย
PSW.7	CY	D7H	Carry Flag
PSW.6	AC	D6H	Auxiliary Carry Flag
PSW.5	Fo	D5H	Flag 0
PSW.4	RS1	D4H	บิตสำหรับเลือก Register Bank 1
PSW.3	RS0	D3H	บิตสำหรับเลือก Register Bank 0
			00 = Bank 0; Address 00H - 07H 01 = Bank 1; Address 08H - 0FH 10 = Bank 2; Address 10H - 17H 11 = Bank 3; Address 18H - 1FH
PSW.2	OV	D2H	Overflow Flag
PSW.1	-	D1H	Reserved
PSW.0	P	D0H	Even Parity Flag

ตารางที่2.1แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆในPSW

1. แฟลกตัวทด Carry Flag (CF) บิตนี้เป็นบิตที่ 7ของ PSW บิตนี้จะมีความสำคัญหากมีการกระทำทางคณิตศาสตร์โดยบิตนี้จะ Set เมื่อเกิดการทดของบิตที่ 7 ขณะทำการบวก หรือ Set เมื่อเกิดการยืมของบิตที่ 7 เมื่อเกิดการลบเลข
2. แฟลกตัวช่วยทดAuxiliary Carry Flag เมื่อมีการบวกแบบ Binary-Code-Decimal (BCD) บิต Auxiliary Carry Flag (AC) หรือบิตตัวช่วยทดจะถูก Set เมื่อมีการทดจากบิตที่ 3 ไปบิตที่ 4 หรือถ้าใน Lower Nibble มีค่าระหว่าง 0AH-0FH เนื่องจากรหัส BCD นี้มีค่าได้มากที่สุดแค่ 9 ถ้าหากมีการบวกเลขแบบ BCD จะต้องตามด้วยคำสั่ง DAA(Decimal Adjust Accumulator) เพื่อปรับค่าที่มีค่าเกิน 9 โดยบวกเลข 6 เข้าไป จะทำให้เป็นรหัส BCD ที่แทนเลขฐานสิบได้
3. แฟลกศูนย์ Flag 0 เป็น Flag ที่ผู้ใช้สามารถใช้งานทั่วไปได้
4. บิตเลือกรีจิสเตอร์แบงก์(Register Bank Select Bits) ตามที่ทราบมาแล้วว่าใน 80C31 จะมีชุดรีจิสเตอร์อยู่ 4 ชุด ถ้าจะเลือกให้ชุดใดแอกทีฟจะกำหนดได้ในบิต RS1 และ RS2 ของ PSW และจะClear ตัวเองเมื่อถูกรีเซต .แฟลกโอเวอร์โฟลว์ Overflow Flag แฟลก OV จะถูก Set หลังจากการกระทำทางคณิตศาสตร์แล้วเกิด Overflow คือ จำนวนที่เกิดจากการบวกหรือการลบ มีค่าเกินกว่าที่จำนวนไบต์จะเป็นไปได้คือ มากกว่า +128 หรือน้อยกว่า -128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บิตพาริตี้ (Parity Bit)พาริตี้บิต(P)เป็นบิตที่บอกค่าพาริตี้ของรีจิสเตอร์Accumulator ซึ่งอาจเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ โดยจะเซตหรือเคลียร์ ขึ้นกับผลที่เกิดขึ้นกับ Accumulator

2.2.2รีจิสเตอร์ B (B Register)

รีจิสเตอร์ B จะอยู่ตำแหน่ง FoH ของหน่วยความจำข้อมูลภายใน เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถใช้งานทั่วไปได้ โดยทั่วไปรีจิสเตอร์นี้จะใช้คูณหรือหารกับรีจิสเตอร์ Accumulator

2.2.3ตัวชี้สแตด(Stack Pointer)

Stack pointer (SP) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต อยู่ที่ตำแหน่ง 81H การเขียนค่าเข้าไปในตำแหน่งที่ SP ชี้อยู่นี้ เรียกว่า "Pushing" สำหรับการอ่านค่าที่ SP ชี้อยู่ เรียกว่า "Popping" ค่าของ SP จะเพิ่มขึ้นหนึ่งก่อนที่จะเขียนข้อมูลลงไป และจะลดลงหนึ่งเมื่ออ่านข้อมูลออกมาหากโปรแกรมทำคำสั่งCALL จะใช้รีจิสเตอร์สแตดนี้ เก็บค่าตำแหน่งเดิมของโปรแกรม (PC) ก่อนที่จะทำโปรแกรมย่อยเมื่อทำโปรแกรมย่อยเสร็จแล้วจะคืนค่าในสแตดให้กับPC ตามเดิม

2.2.4รีจิสเตอร์ Data Pointer (DPTR)

รีจิสเตอร์นี้ใช้สำหรับตำแหน่งรหัสโปรแกรมหรือข้อมูลในหน่วยความจำ โดยเป็นรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 2 ตัว คือ DPL ตำแหน่งที่ 82H โดยจะเก็บเป็น 8 บิตต่ำและ DPH ตำแหน่งที่ 83H โโยจะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจีสเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้จะรวมตัวกันเป็นรีจีเตอร์ 16 บิต

2.2.5รีจิสเตอร์พอร์ท (Port Register)

ใน 80C31 ค่าของพอร์ทจะหมายถึงค่าของหน่วยความจำด้วย หากต้องการส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ท ก็เพียงแต่เขียนข้อมูลไปที่หน่วยความจำที่พอร์ทนั้นอยู่ และหากต้องการอ่านข้อมูลจากพอร์ทก็เพียงอ่านค่าจากตำแหน่งที่หน่วยความจำที่พอร์ทนั้นอยู่ใน 80C31 พอร์ท 0 จะอยู่ที่ตำแหน่ง 80H, พอร์ท1จะอยู่ที่ตำแหน่ง 90H พอร์ท 2 จะอยู่ที่ตำแหน่ง A0H พอร์ท 3 จะอยู่ที่ตำแหน่ง B0H พอร์ท 0 ,2 และ3 โดยทั่วไปแล้วจะไม่ใช้ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก หรือใช้เป็นพอร์ทพิเศษ (เช่น interrupts, serial Port , ฯลฯ) โดยปกติแล้วจะใช้พอร์ท 1 ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก พอร์ททุกพอร์ทสามารถอ้างข้อมูลในระดับบิตได้

2.2.6รีจิสเตอร์เวลา (Timer Registers)

ใน MCS - 51 เบอร์80C31 จะมีรีจีสเตอร์ที่ใช้นับและจับเวลาขนาด 16 บิต 2 ตัวคือTimer0 อยู่ที่ตำแหน่ง8AH และ 8CH โดยตำแหน่ง 8AH หมายถึง TL0 ซึ่งจะเป็น 8 ไบต์ต่ำและ8CH หมายถึง8ไบต์สูง TH0 รีจิสเตอร์อีกตัวคือTimer1 โดยแบ่งเป็น TL1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8BH เป็นไบต์ต่ำ และTH1 อยู่ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง8DH ไบต์สูงการใช้ Timer จะต้องกำหนดการทำงานในรีจิสเตอร์ TMOD (Timer/Counter Mode Control Register) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 88H เสียก่อน

2.2.7รีจิสเตอร์ พอร์ทอนุกรม (Serial Port Register)

MCS-51 จะมีพอร์ทสื่อสารอนุกรม (Serial Port) อยู่ภายในชิพ ซึ่งสามารถจะรับหรือส่งข้อมูล ได้โดยติดต่อผ่านรีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 99H โดยถ้าต้องการส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ นี้ ตัว Serial Port สามารถโปรแกรมให้ทำงานได้ 4 โหมด โดยโปรแกรมผ่านรีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register) ตำแหน่ง 98H

2.2.8รีจิสเตอร์ อินเตอร์รัพท์(Interrupt Port Registers)

MCS-51 สามารถInterrupt ได้ 5 ตำแหน่งโดยมี 2-Priority ตัว Interrupt นี้จะถูก Disable หลังจากระบบถูกรีเซตและจะEnabled หลังจากที่เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ IE หรือตำแหน่ง A8H ลำดับความสำคัญสามารถเซตได้ที่รีจิสเตอร์ IP หรือตำแหน่ง 8BH

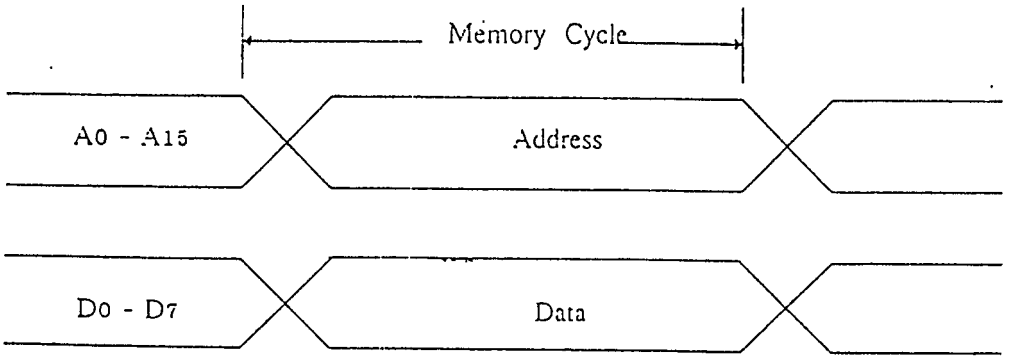
2.2.9Power Control Register (PCON)

รีจิสเตอร์ PCON อยู่ที่ตำแหน่ง 87H ใช้หยุดการทำงานของ 80C31 โดยจะหยุดจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้ระบบ ทำให้ข้อมูลต่างภายใน 80C31 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนอกจากนี้ยังลดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้ 80C31 ลงด้วย

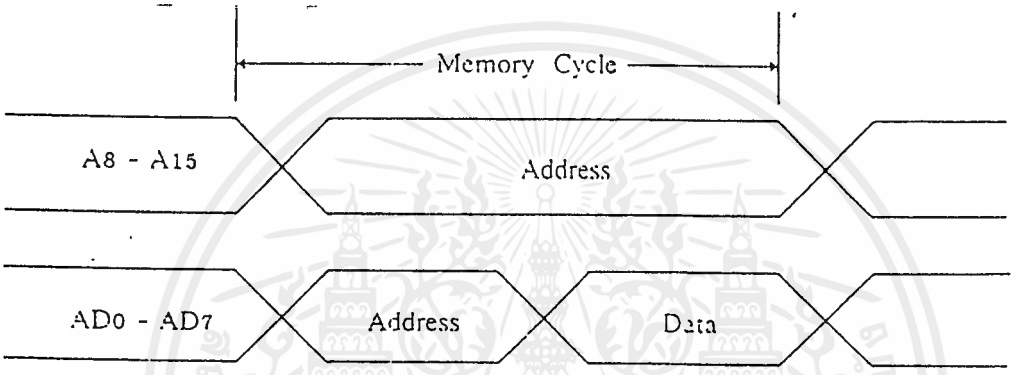
2.3 หน่วยความจำภายนอก(External memory)

80C31 สามารถอ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64K และอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64K 80C31 จะใช้พอร์ท 0 ในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตล่าง และใช้พอร์ท 0 เป็นพอร์ทข้อมูล (DATA) ด้วย โดยใช้ขา ALE มาเป็น Latch ข้อมูลพอร์ท 0 และใช้พอร์ท 2 เป็นขาอ้างตำแหน่ง 8 บิตบน (รวมขาอ้างตำแหน่ง 16 เส้น ซึ่งอ้างได้ 64K) เนื่องจากพอร์ท 0 จะใช้ 2 หน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะใช้วิธี Multiplex ระหว่าง Address กับ Data พิจรณาจากรูป ถ้าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูล 8 บิต และเก็บได้ 64K จะต้องใช้สายสัญญาณ 24 เส้น คือ เป็นขา Address 16 เส้น และขาข้อมูล 8 เส้น ดังรูป 2.3.1 แต่ถ้าใช้วิธี Multiplex คือใช้ขา A0- A7 เป็นขาข้อมูลด้วย คือD0-D7 จะใช้สายสัญญาณเพียง 16 เส้นเท่านั้น จากรูป 2.3.2 จะเห็นว่าเมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำจะส่งสัญญาณ Address A0-A15 ออกมาก่อน16 เส้น และเวลาต่อมาขา A0-A7 จะถูกเปลี่ยนเป็น D0-D7 ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกของ 80C31 จะใช้วิธีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2.3.1 Nonmultilex (24 pins)



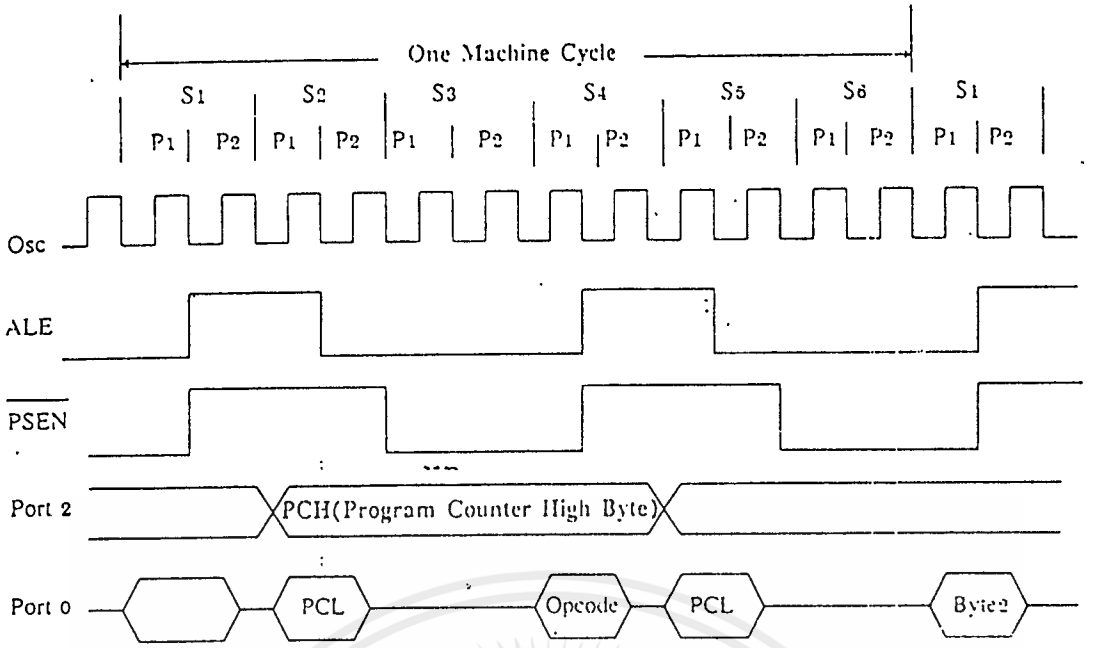
2.3.2 Multiplexed (16 pins)

รูปที่ 2.3 ไดอะแกรมกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล

3.1การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก 80C31จะส่งค่าตำแหน่งของหน่วยความจำออกไปก่อน ซึ่งค่าตำแหน่งจะเก็บอยู่ใน PC โดยส่งออกไปทางพอร์ท 0 และพอร์ท 2 จากนั้นเวลาต่อมาจะส่งขา ALE ให้เป็นลอจิก "0" เพื่อ Latch ขา Address ของ 8 บิตต่ำ คือ พอร์ท 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณทางขา PSEN\ ให้เป็นลอจิก "0" เพื่ออ่านข้อมูลซึ่งจะได้ Opcode เข้าไปทางขา Data Bus คือ พอร์ท 0 ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกแสดงได้ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

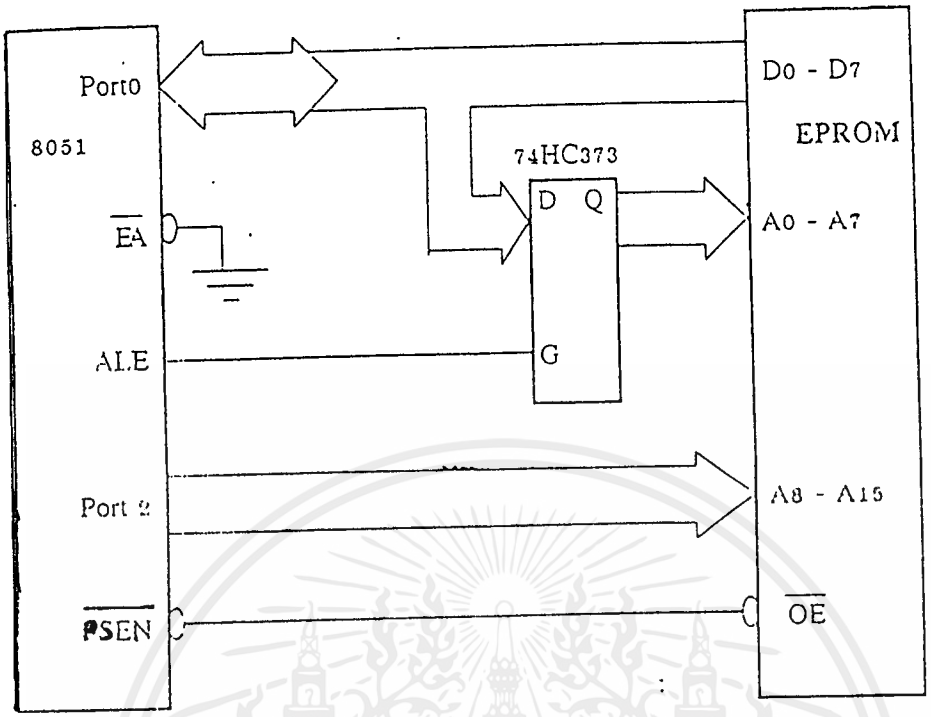


รูปที่ 2.4 ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูล

จากรูปช่วงเวลาการทำงานของ80C31 เรียกว่า State โดยแต่ละ State จะใช้สัญญาณนาฬิกาสองคาบ การทำงานของคำสั่งต่างๆจะใช้เวลาหกState เรียกว่าแมชชีนไซเคิล จากรูปจะเห็นว่าใน S2 80C31 จะส่งตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม (ค่า PC) ออกมาทางพอร์ท 0 และพอร์ท 2 เวลาต่อมาขา ALE จะเป็น "0" เพื่อ Latch อุปกรณ์ภายนอกให้ค่าคงตำแหน่งไบต์ต่ำไว้(จากพอร์ท 0) เพื่อใช้พอร์ท 0 เป็นขาข้อมูลต่อไป เวลาต่อมา PSEN\ จะเป็น "0" เพื่ออ่าน Opcodeเข้าทางพอร์ท 0

สำหรับการต่อหน่วยความจำกับ 80C31 แสดงได้รูปที่ 2.5 โดยขา EA\ จะต่อเป็น"0" เพื่อบอก 80C31 ว่าอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก สำหรับการ Multiplex จะใช้ฟลิปฟลอป 8 ตัวเบอร์ 74373เก็บค่าตำแหน่ง 8 บิตต่ำเอาไว้ เมื่อ 80C31 ส่งค่าตำแหน่งพอร์ท ออกไป เวลาต่อมาจะส่งขา ALE ให้เป็น"0" ซึ่งจะใช้ในการติดต่อกับ 74373 เพื่อให้ Latch ข้อมูลสำหรับขา PSEN\ จะต่อกับขา Output Enable (OE\) ของหน่วยความจำดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การต่อ MCS-51 กับหน่วยความจำโปรแกรม

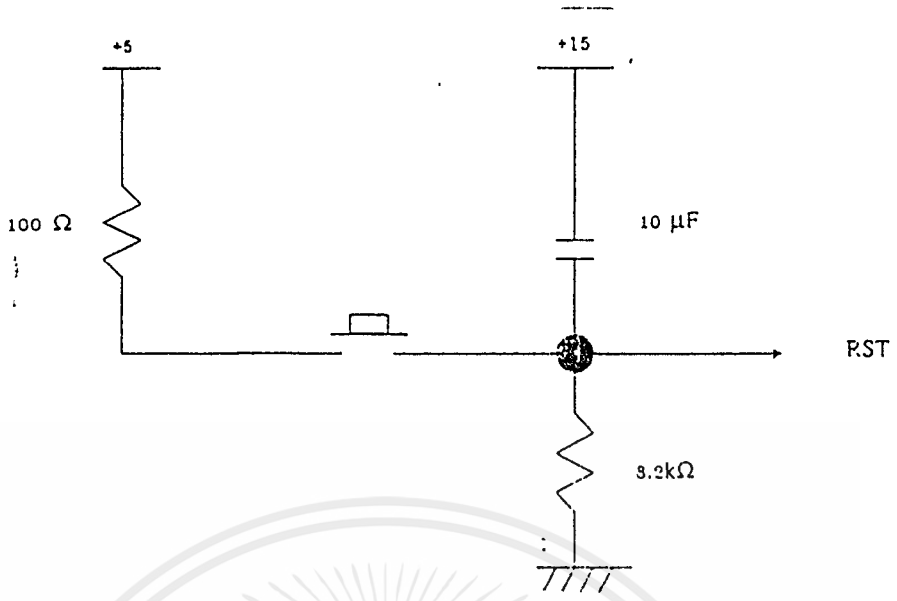
2.3.2การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

หน่วยความจำข้อมูลภายนอก 80C31 สามารถอานและเขียนได้ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก 80C31 จะส่งขา Address ออกไปทางพอร์ท 0 และพอร์ท 2 จากนั้นจะส่งขา ALE เพื่อไป Latch Address 8 บิตต่ำ โดยการอ่านเขียนข้อมูลนั้นจะใช้ขาRD\ หรือ P3.7 และขา WR\ หรือ P3.6 ตามลำดับ

เนื่องจากตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอกมีได้ถึง 64K รีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บค่าของตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอกจะใช้รีจิสเตอร์ 16 บิต คือ DPTR นอกจากนี้ยังใช้รีจิสเตอร์ 8 บิต ได้ 2 ตัว คือRo และ R1 ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกจะใช้คำสั่ง MOVX

สำหรับการเชื่อมต่อหน่วยีวามจำข้อมูลกับ MCS-51 โดยให้ 8051 ทำงานกับหน่วยความจำแสดงดังรูปที่ 2.6 ซึ่งจะเป็นการเชื่อมต่อ RAM ขนาด 1K byte ซึ่งจะใช้ขา Address เพียง 10 เส้น ดังนั้น A8 และ A9 จะต่อกับ P2.0 และ P2.1 ส่วนขา EA\ จะต่อกับลอจิก "1" เพื่อบอกว่าให้อ่านโปรแกรมจาก ROM ภายใน และขา PSEN\ จะไม่ใช้เพราะไม่ได้ต่อ ROM แสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



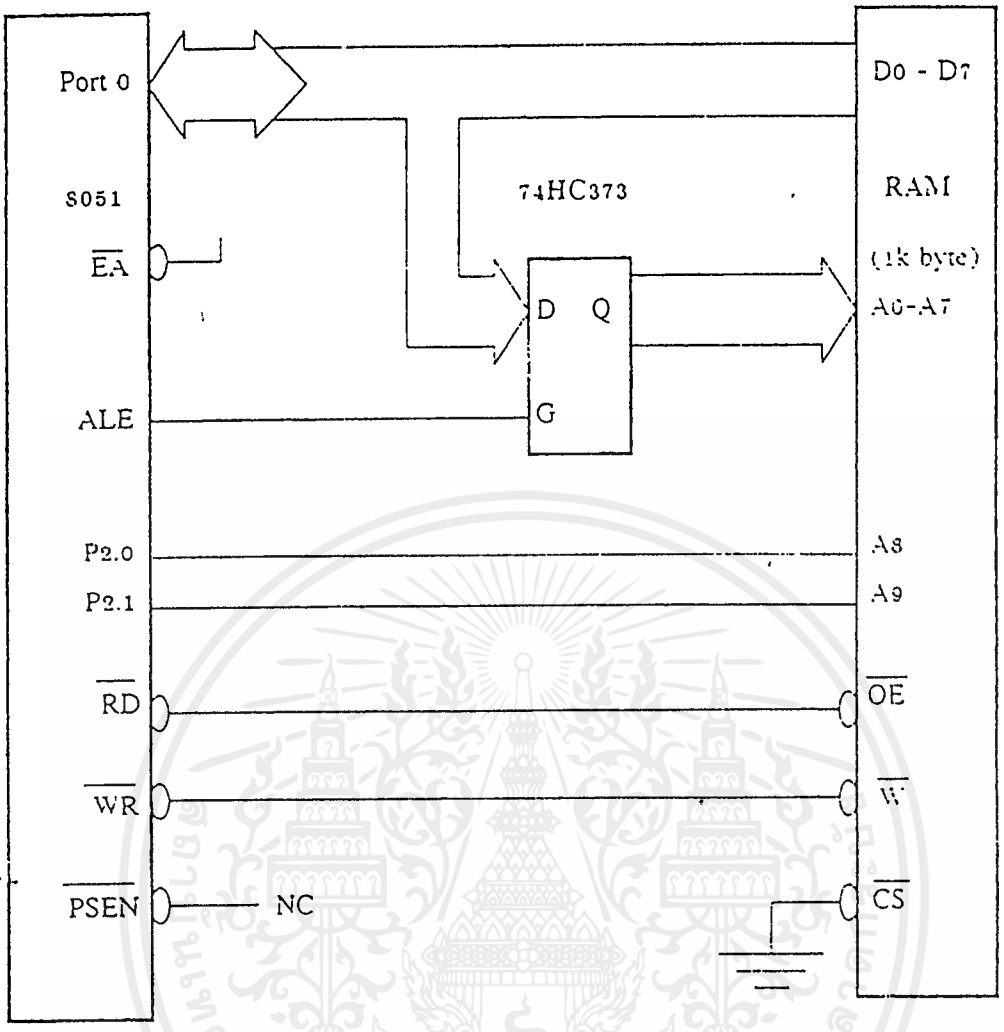
รูปที่2.6 การต่อหน่วยความจำโปรแกรมกับMCS-51

ข้อสังเกต ขนาดที่ 80C31 ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม หรือหน่วยความจำข้อมูลภายนอก จะใช้ขา Address เหมือนกัน แต่จะต่างกันตรงที่ ถ้าติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมขาPSEN\ จะแอกทีฟ ถ้าติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลขา WR\ ,RD\ จะแอกทีฟ และ 80C31 จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมด้วยคำสั่ง MOVC และติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลด้วยคำสั่ง MOVX

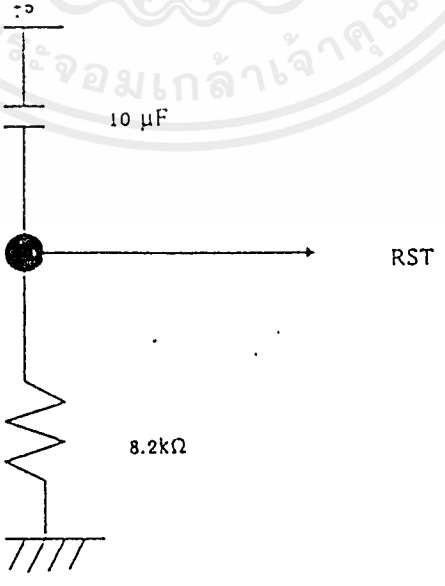
2.4Reset Operation

การรีเซตหรือเริ่มต้นทำงานใหม่ของ 80C31 จะต้องให้ลอจิก "1" ที่ขา RST เป็นเวลา 2 Machine Cycles(1 Machine Cycle เท่ากับ 12 Clock) จากนั้นให้กับเป็นลอจิก "0" การรีเซตอาจทำได้โดยใช้สวิตช์กด ดังรูป2.7.1หรือใช้วิธี Power-up โดยใช้ตัวR-Cต่อเป็นวงจรดังรูป 2.7.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.7.1 Manual Reset



รูปที่2.7.2 Power-on Reset

รูปที่ 2.7 การรีเซต MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ80C31 ถูกรีเซต ค่ารีจิสเตอร์ต่างๆจะถูกกำหนดค่าตาราง โดย PC จะชี้ไปอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น คือ 0000H เมื่อขา RSTกลับเป็น "0" 80C31 จะเริ่มทำโปรแกรมที่ตำแหน่งแรก

Register(s)	Counter
Program Counter	0000H
Accumulator	00H
B Register	00H
PSW	00H
SP	07H
DPTR	0000H
Port 0-3	FFH
IP(8031/8051)	XXX00000H
IP(8032/8052)	XX000000H
IE(8031/8051)	0XX00000H
IE(8032/8052)	0X000000H
Timer Registers	00H
SCON	00H
SBUF	00H
PCON(HMOS)	0XXXXXXXB
PCON(CM	OXXXOOOOB

ตารางที่2.2 แสดงค่าต่างๆที่เกิดหลังจากการรีเซต

การใช้งาน Timer

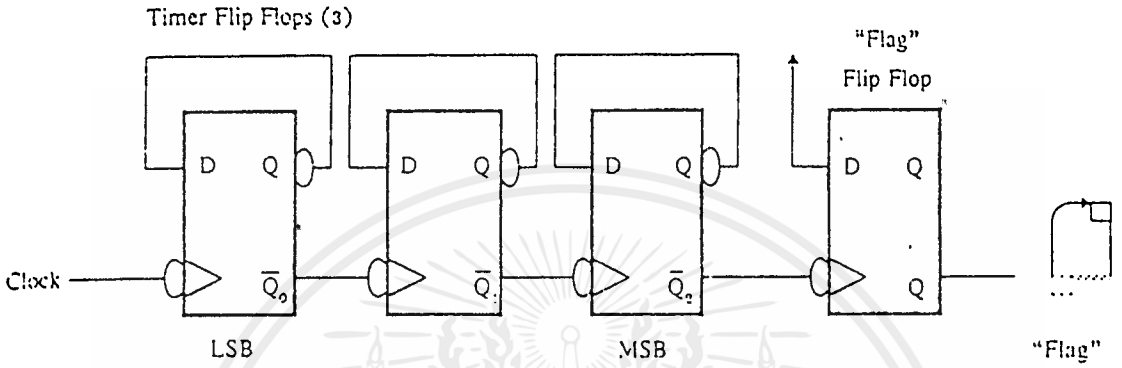
ตัว Timer อาจพิจารณาได้ง่ายๆ ว่าเป็นตัวฟลิปฟลอปมาต่อเรียงกันโดยมี Clock เป็นอินพุต สำหรับเอาต์พุตที่ออกมาจากฟลิปฟลอปแต่ละตัวจะถูกหารด้วย 2 พิจารณาการต่อฟลิปฟลอปตามรูปที่ 2.8 ถ้าใส่ Clock เข้าไปในวงจรฟลิปฟลอปตัวแรก ความถี่ของ Clock ที่ออกจากเอาต์พุตตัวแรกจะถูกหารด้วย 2 และเอาต์พุตนี้จะต่อกับฟลิปฟลอปตัวที่สอง และสัญญาณที่ออกมาจะถูกหารด้วย 2 อีก ดังนั้นถ้ามีฟลิปฟลอปต่ออยู่ n Stages จะหารสัญญาณนาฬิกาได้ 2^n ถ้าให้เอาต์พุตStage สุดท้ายของ Timer เป็น Overflow Flip-Flop หรือ Flag และจะให้เอาต์พุตออกมาเมื่อการนับเป็น Overflow เช่น ถ้าเป็นตัวนับแบบ 16 บิต (มีฟลิปฟลอปต่ออยู่ 16 ตัว) วงจรจับนับตั้งแต่ 0000H ถึง FFFFH เมื่อฟลิปฟลอปเปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H จะให้บิต Overflow ออกมา

พิจารณารูป 2.8.1 เป็น 3-bit Timer โดยฟลิปฟลอปแต่ละตัวจะนำขา Q มาต่อกับ D ซึ่งอาจเรียกว่า เป็นการใช้ฟลิปฟลอปแบบ Divide-by-two Mode โดยความถี่ของสัญญาณที่ได้จากฟลิปฟลอปแต่ละตัวจะมี

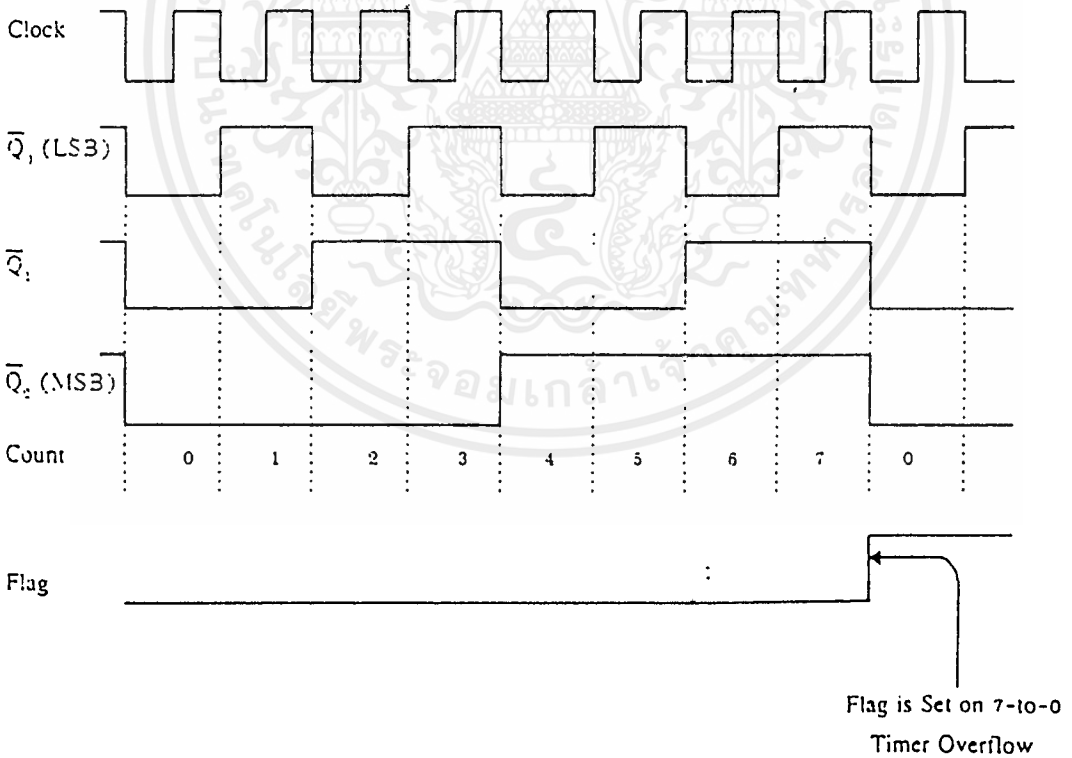
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าหาร 2 จากสัญญาณนาฬิกาที่เข้ามา เมื่อนับไปถึงค่า 111(หรือ Q_2=1, Q_1=1, Q_0=1) และเปลี่ยนกลับมาเป็น 000 จะให้บิต Flag ออกมา โดยแสดงดังรูป 2..8.2

ใน MCS-51 จะมีตัวจับเวลาอยู่ภายในชิพ ถ้าเป็นเบอร์ 8051 หรือ 8031 จะมีสองตัวคือ Timer0 และ Timer1 รีจิสเตอร์ต่างที่เกี่ยวข้องกับการใช้ Timer แสดงได้ดังตารางที่ 2.3 ซึ่งจะเห็นว่ามีรีจิสเตอร์บางตัวสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ด้วย นอกจากนี้ตัว Timer สามารถใช้เป็นตัวนับ (Counter) ได้อีกด้วย โดยการโปรแกรมในรีจิสเตอร์ TMOD



2.8.1



2.8..2

รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานของ Timer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์	หน้าที่	ตำแหน่ง	สามารถอ้างตำแหน่งบิต
TCON	Control	88H	Yes
TMOD	Mode	89H	No
TL0	Timer0 Low-byte	8AH	No
TL1	Timer1 Low-byte	8BH	No
TH0	Timer0 High-byte	8CH	No
TH1	Timer1 High-byte	8DH	No
T2COM *	Timer2 Control	C8H	Yes
RCAP2L *	Timer2 Low-byte Capture	CAH	No
RCAP2H *	Timer2 High-byte Capture	CBH	No
TL2 *	Timer2 Low-byte	CCH	No
TH2 *	Timer2 High-byte	CDH	No

ตารางที่ 2.3 รีจิสเตอร์ที่ใช้เป็น Timer

* มีในเบอร์ 8032 / 8052

2.5Timer Mode Register (TMOD)

ตัวรีจิสเตอร์ TMOD เป็นรีจิสเตอร์ควบคุม Timer แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 บิต โดย 4 บิตบนจะเป็นการควบคุม Timer1 ส่วน 4 บิตล่างจะเป็นการควบคุม Timer0 ความหมายของแต่ละบิตดูในตารางที่ 2.4 ซึ่งตัวรีจิสเตอร์นี้เป็นตัวเลือกการทำงานว่าจะให้ตัว Time / Counter ทำงานในโหมดใด และเป็น Timer หรือ Counter รีจิสเตอร์ TCON ไม่สามารถจะโปรแกรมเข้าไปในระดับบิตได้ (Not Bit Addressable) ซึ่งการใช้งานมักจะโปรแกรมเข้าไปครั้งเดียวในตำแหน่งเริ่มต้นของโปรแกรม

บิต	ชื่อ	Timer	ความหมาย
7	GATE	1	Gate bit ถ้าบิตนี้เซตวงจรจะทำงานเมื่อ INT1\ เป็น High
6	C/T\	1	เป็นบิตเลือก Counter/Timer 1 = Counter 0 = Timer
5	M1	1	Mode bit 1 (ดูตาราง 5-3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	ชื่อ	timer	ความหมาย
4	M0	1	Mode bit 0 (ดูตาราง 5-3)
3	GATE	0	บิต Gate ของ Timer0
2	C/T\	0	บิตเลือก Counter / Timer ของ Timer0
1	M1	0	Timer0 M1 bit
0	M0	0	Timer0 M0 bit

ตารางที่ 2.4 รีจิสเตอร์ TMOD (Timer Mode)

M1	M0	Mode	ความหมาย
0	0	0	ใช้เป็น Timer แบบ 13-bit(8048 Mode)
0	1	1	ใช้เป็น Timer แบบ 16-bit
1	0	2	ใช้เป็น Timer แบบ 8-bit Auto-reload Mode
1	1	3	Split Timer Mode: แยก Timer0 ออกเป็น Timer 8-bit 2 ตัวคือ TL0 และ TH0 โดยไม่ใช้ Timer1

ตารางที่ 2.5 การใช้ Timer โหมดต่างๆ

2.6Timer Control Register (TCON)

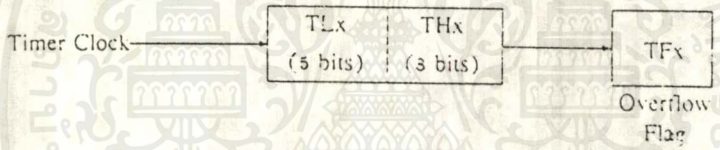
รีจิสเตอร์ TCON เป็นรีจิสเตอร์ที่บอกสถานะและควบคุมบิต Timer0 และ Timer1 ซึ่งดูได้จากตารางที่ 2.6 รีจิสเตอร์นี้สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้

บิต	ชื่อ	ตำแหน่งบิต	ความหมาย
TCON.7	TF1	8FH	บิตแฟลกแสดงการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer1 จะ Set โดย Hardware และ Clear Software
TCON.6	TR1	8EH	บิตควบคุมการปิด-เปิด Timer1 Set และ Clear โดย Software
TCON.5	TF0	8DH	แฟลกแสดงการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer0
TCON.4	TR0	8CH	บิตควบคุมการปิด-เปิด timer 0

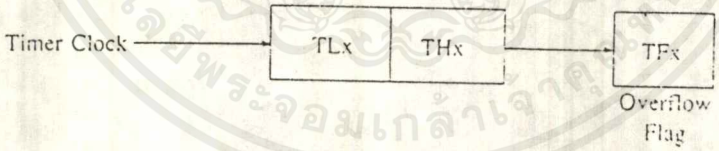
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	ชื่อ	ตาราง	ความหมาย
TCON.4	TR0	8CH	บิตควบคุมการปิด-เปิด timer 0
TCON.3	IE1	8BH	บิดแฟลกแสดงการอินเทอร์รัพท์จาก INT 1 จะ Set โดย Hardware และสามารถ clear ได้ด้วย software
TCON.2	IT1	8AH	บิดเลือกชนิดของสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากอินเทอร์รัพท์ภายนอก INT1 สามารถ Set และ Clear ได้ด้วย Software
TCON.1	IE0	89H	บิตแฟลกแสดงการอินเทอร์รัพท์จาก INT0
TCON.0	IT0	88H	บิตเลือกชนิดของสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากอินเทอร์รัพท์ภายนอก

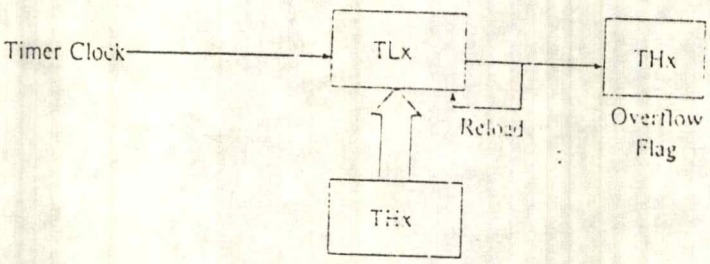
ตารางที่ 2.6 แสดงความหมายแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ TCON (Timer Control)



(2.9.1) Mode0

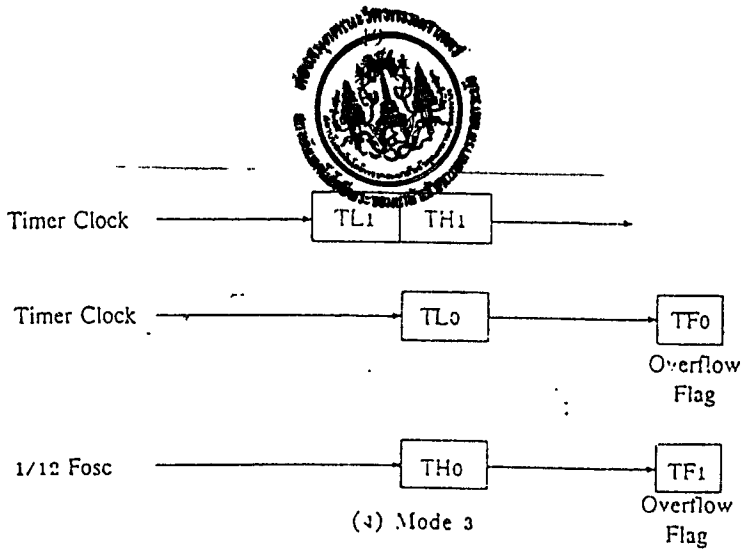


(2.9.2) Mode1



(2.9.3) Mode2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(2.9.4) Mode3

รูปที่ 2.9 การทำงานของ Timer ในโหมดต่างๆ

2.7Timer Mode And Overflow Flag

เมื่อใช้ Timer 0 และ Timer 1 จะต้องใช้รีจิสเตอร์คู่ TLx1 และ THx โดยค่า x จะเป็นตัวบอกว่าเป็น Timer 0 หรือ Timer 1 การใช้ Timer สามารถใช้งานได้หลายโหมด ซึ่งเราสามารถเซตค่าโหมดการทำงานได้โดยการโปรแกรมในรีจิสเตอร์ TMOD

2.7.1 13-Bit Timer Mode(Mode0)

การทำงานในโหมด 0 นี้จะเป็นการใช้ Timer แบบ 13 บิต ดังแสดงในรูป 2.9.1 ซึ่งจะใช้ 5 บิตล่างของ TLxโดยไม่สนใจ 3 บิตที่เหลือ และ 8 บิตของ THxการทำงานในโหมดนี้เมื่อบิตของ TLxนับไปจนเป็น "1" ทุกบิตจะส่ง Clock 1 ลูกให้ THx นับต่อและเมื่อนับเป็น "1" ทุกบิตและเปลี่ยนกลับเป็น "0" จะเกิด Overflow Flag เกิดขึ้น

2.7.2 16-Bit Timer Mode(Mode1)

การทำงานในโหมดนี้จะเหมือนกับการทำงานในโหมด 0 แต่เป็น Timer แบบ 16 บิต ซึ่งการนับจะเริ่มตั้งแต่ 0000H, 0001H, 0002H ไปเรื่อยๆ และจะเกิด Overflow ขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H ดังรูปที่ 2.9.2 ซึ่งเป็นการเซต Overflow Flag และค่านี้จะเกิดขึ้นในบิต THx ของรีจิสเตอร์ TCON ซึ่งสามารถอ่านและเขียนได้ด้วยโปรแกรม

การใช้ตัว Timer นี้ค่าของบิตสูงสุด (MSB) คือค่าบิต 7 ของ THx ส่วนบิตต่ำสุด (LSB) คือบิต 0 ของ TLx บิต LSB จะเป็น Toggles เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาถูกหารด้วย 2 ดังนั้นจะพบว่าบิต MSB จะ Toggles ด้วยค่าความถี่ของสัญญาณอินพุตหารด้วย 65,536 (2^{16}) และค่า Timer รีจิสเตอร์นี้ (TLx/THx) สามารถอ่านและเขียนได้ด้วยกุรโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
039140

2.7.3 8-Bit Auto-reload Mode(Mode2)

การทำงานในโหมด 2 เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า 8-Bit Auto-reload Mode โดยใช้ Timer ไบต์ต่ำ (TLx) เป็น Timer แบบ 8 บิต เมื่อไบต์ต่ำเกิด Overflows หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก FFH เป็น 00H จะมีการโหลดค่าที่เก็บไว้ในไบต์สูง (THx) ไปเก็บไว้ในไบต์ต่ำ (TLx) ซึ่งจะเป็นค่าเริ่มต้นของการนับครั้งต่อไป นิยมใช้สร้างเป็นฐานเวลาที่สามารถโปรแกรมได้ ดังรูปที่ 2.9.3

2.7.4 Split Time Mode(Mode3)

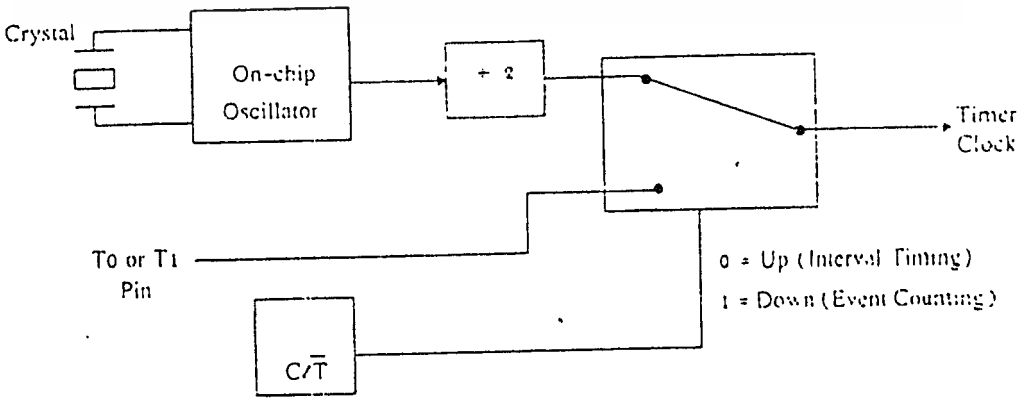
การทำงานในโหมด 3 นี้ ตัว Timer1 จะไม่ทำงาน ตัว Timer จะแยกเป็น 2 ตัว ตัวรับ 8 บิต คือ TL0 และ TH0 เมื่อ Timer เกิด Overflows จะมีการเซตบิต TF0 และ TF1 ดังรูปที่ 2.9.4 การทำงานในโหมด 3 นี้ Timer1 จะไม่ถูกใช้งานแต่เราสามารถสวิตช์ให้ Timer1 ไปทำงานในโหมดอื่นได้ แต่การทำงานของ Timer1 จะไม่มีการอินเทอร์รัพท์เกิดขึ้น เพราะบิต TF1 ถูกใช้ในการนับของ TH0 ในการทำงานของโหมด 3 ไปแล้ว เราอาจมองว่าถ้าให้ Timer ทำงานในโหมด 3 ทำให้เรามี Timer เพิ่มขึ้นคือ TH0 และ TL0 ใน Timer0 โหมด 3 และโปรแกรมให้ Timer1 ไปทำงานในโหมดอื่นๆ

2.8 Clocking Source

ในรูป2.9 ไม่ได้แสดงว่า Timer clock นำมาจากที่ใดซึ่งการใช้ Timer นี้สามารถใช้ได้ 2 หน้าที่คือ เป็นตัวจับเวลา (Timer) และเป็นตัวนับ (Counter) ซึ่งสามารถโปรแกรมได้โดยการเซตหรือรีเซตบิต C/T\ ในรีจิสเตอร์ TMOD

2.8.1 การใช้เป็นตัวจับเวลา (Timer)

ถ้าบิต C/T\ ใน TMOD เป็นลอจิก "0" จะเป็นการเลือกให้ Timer นำ Clock มาจากวงจร Oscillator ในชิพ ซึ่งสัญญาณนาฬิกาจะเข้ามาทุกๆ Machine Cycle หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าใน THx และ TLx จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยอัตราการนับแต่ละครั้งใช้เวลาเท่ากับ 1/12 ของความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้บนชิพ ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่จะเข้า Timer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้เป็นตัวนับ (Counter)

ถ้าบิต C/T\ เป็น "1" ตัว Timer จะนำ Clock มาจากภายนอกโดยใช้ขา P3.4 หรือ T0 เป็นขาอินพุต Clock ของ Timer0 และใช้ P3.5 หรือ T1 เป็นอินพุต Clock ให้กับ Timer1 ดังรูปที่ 2.10 หรืออาจมองว่า ถ้าจะให้นับอะไรสัญญาณที่จะนับให้ต่อกับขา T0 และ T1 ในการใช้เป็น Counter สัญญาณที่เข้ามามีการเปลี่ยนแปลงจาก "1" เป็น "0" จะทำให้วงจรนับ THx มีค่าเพิ่มขึ้น 1 ภายในMCS-51 นี้จะตรวจสอบขาอินพุต T0 และ T1 ในช่วงเวลาเฟส 2 ของ Stages 5(S5P2) ถ้าพบว่ามีค่าเป็น "1" ต่อมาในอีกหนึ่ง Machine Cycle ที่เฟส 2 ของ Stage 5 (S5P2) ลอจิกอินพุตเปลี่ยนเป็น "2" ทำให้ค่าใน Timer เพิ่มขึ้น 1 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการนับ 1 ครั้ง จะต้องใช้เวลา 2 Machine Cycles ดังนั้นความถี่สูงสุดที่จะให้ Timer ทำงานเป็น Counter นับได้จะมีค่ามากที่สุด 500kHz ถ้า MCS-51 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 12 MHz

2.9 การเริ่ม, หยุดและการควบคุม Timer

วิธีเริ่มและหยุดตัว Timers สามารถควบคุมได้ที่บิต TRx ในรีจิสเตอร์ TCON โดยปกติแล้ว TRx จะเคลียร์หลังจากที่ระบบถูกรีเซต ซึ่งจะเป็นการให้ Timer ไม่นับและ TRx นี้จะเซตได้จากชุดคำสั่ง หรือการโปรแกรม

วิธีควบคุม Timer สามารถควบคุมได้ที่บิต GATE ใน TMOS และขาอินเทอร์รัพท์จากภายนอก INTx\ ถ้า INT0\ เป็นลอจิก "0" และโปรแกรมให้ Timer0 ทำงานในโหมด 2 เมื่อ TL0/TH0 = 0000H, GATE = 1 และ TR0 =1 เมื่อ INTo\ ขึ้นเป็นลอจิก "1" ตัว Timer จะ "Gate On" และจะให้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 1 MHz เมื่อ INT0\ ลงเป็น "0" ตัว Timer "Gate Off" สัญญาณที่ได้จะมีความกว้างของสัญญาณนาฬิกา 1μS ส่งเข้าไปใน TL0/TH0

2.10 Intializing And Accessing Timer Register

การใช้งาน Timer เริ่มแรกจะต้องโปรแกรมเพื่อเลือกโหมดการทำงานของ Timer ก่อนเมื่อเริ่มใช้งานก็โปรแกรมให้ เริ่มทำงาน, หยุดทำงาน, อ่าน และเคลียร์ค่า Flag Bits อ่านค่า Timer Registers ตามลำดับเพื่อนำไปประยุกต์การใช้งานต่อไป

TMOD คือ รีจิสเตอร์ที่ต้องโปรแกรมโดยเซตโหมดการทำงานก่อน

2.11 Short Intervals and Long Intervals

ถ้า MCS-51 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 12 MHz ถ้าให้ Timers ใช้วงจร Oscillator บนชิพ สัญญาณนาฬิกาจะถูกหารด้วย 12 และ Timer จะทำงานด้วยความถี่ 1 MHz ถ้าต้องการใช้โปรแกรมสร้างสัญญาณนาฬิกาออกมาอาจทำได้โดยง่าย ซึ่งพิจารณาจากการทำงานชุดคำสั่งต่างๆ ของ MCS-51 ใน 1 Machine Cycle จะใช้เวลา 1μs ในตารางที่ 2.7 จะแสดงความกว้างของสัญญาณที่สร้างขึ้นจาก MCS-51 ที่ทำงานด้วย Crystal ความถี่ 12 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maximum Interval in Microseconds	Technique
≈ 10	Software tuning
256	8-bit Timer with Auto-reload
65536	8-bit Timer
No Limit	16-bit Timer Plus Software Loops

ตารางที่ 2.7 ค่าสูงสุดของการใช้ Timer Mode ต่างๆ

2.12 สัญญาณอินเทอร์รัพท์

แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัพท์ที่ใช้กับ MCS-51 มีสองชนิด คือ อินเทอร์ภายในและภายนอก โดยอินเทอร์รัพท์ภายในจะเกิดขึ้นจากภายในตัว MCS-51เอง ได้แก่สัญญาณจาก ไทเมอร์แฟลก 0(TF0) ไทเมอร์แฟลก 1 (TF1) และพอร์ทอนุกรม สำหรับอินเทอร์รัพท์ภายนอกเกิดจากสัญญาณที่กระตุ้นเข้ามาทางขา INT0 และ INT1 เมื่อมีสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากแหล่งต่างๆ เข้ามา เราสามารถโปรแกรมได้ว่าจะให้ MCS-51 ยอมให้มีการอินเทอร์รัพท์ได้หรือไม่ โดยการโปรแกรมไปที่ รีจิสเตอร์ IE (Interrupt Enable) และถ้ามีสัญญาณอินเทอร์รัพท์มาจากแหล่งต่างๆ หลายแหล่งพร้อมกันเราสามารถจัดลำดับได้มา จะให้อินเทอร์ใดเกิดก่อน โดยการโปรแกรมไปที่ อินเทอร์รัพท์ไพออริตี้IP(Interrupt Priority) รีจิสเตอร์ทั้งสองตัวมีหลายละเอียดดังนี้

Interrupt Enables

เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ ใช้สำหรับกำหนดค่าว่าถ้าเกิดการอินเทอร์รัพท์จากแหล่งต่างๆจะทำอินเทอร์รัพท์เหล่านั้นหรือไม่โดยยรายละเอียดของบิตต่างๆมีดังตารางที่2.8

บิต 7 บิต 0

EA	X	ET2	Es	ET1	EX1	ET0	EX0

บิต	ชื่อบิต	ตำแหน่งบิต	รายละเอียด
IE.7	EA	AFH	ถ้าเซตยอมให้มีการ
IE.6	-	AEH	ไม่ใช้งาน
IE.5	ET2	ADH	Enable อินเทอร์รัพท์จาก Timer 2 (ใช้กับ8052)
IE.4	ES	ACH	Enable อินเทอร์รัพท์จากพอร์ทอนุกรม
IE.3	ET1	ABH	Enable อินเทอร์รัพท์จาก Timer 1
IE.2	EX1	AAH	Enable อินเทอร์รัพท์จาก INT1
IE.1	ET0	A9H	Enable อินเทอร์รัพท์จาก Timer 0
IE.0	EX0	A8H	Enable อินเทอร์รัพท์ จาก INT0

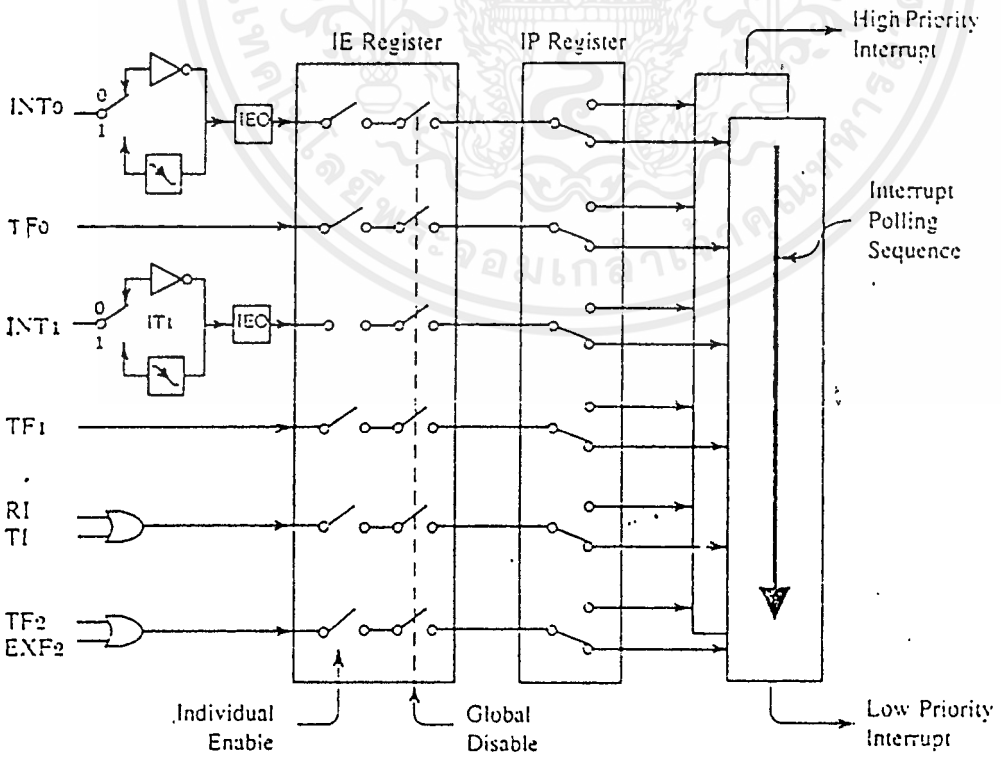
ตารางที่ 2.8 บิตต่างๆของรีจิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Priority Interrupt

เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของการอินเทอร์รัพท์ซึ่งสามารถจัดได้สองลำดับ ถ้าเป็น "1"หมายความว่ามีความสำคัญสูงสุด ถ้าเป็น "0"หมายความว่ามีลำดับความสำคัญต่ำสุด ความหมายของบิต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 2.8 ถ้าหากกำหนดให้มีความสำคัญเป็น "1" เหมือนกันหมด MCS-51 จะจัดลำดับความสำคัญใหม่ดังนี้

ลำดับ	อินเทอร์รัพท์
1(สูงสุด)	IE0
2	TF0
3	IE1
4	TF1
5(ต่ำสุด)	Serial Port



รูปที่ 2.11 รีจิสเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการอินเทอร์รัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	ชื่อบิต	ตำแหน่งบิต	รายละเอียด
IP.7	-	-	ไม่ใช้งาน
IP.6	-	-	ไม่ใช้งาน
IP.5	PT2	0BDH	ใช้กับ Timer 2 (8052)
IP.4	PS	0BCH	ใช้กับพอร์ทอนุกรม
IP.3	PT1	0BBH	ใช้กับ Timer 1
IP.2	PX1	0BAH	ใช้กับอินเทอร์รัพท์จาก INT1
IP.1	PT0	0B9H	ใช้กับ Timer 0
IP.0	PX0	0B8H	ใช้กับอินเทอร์รัพท์จาก INT0

ตารางที่ 2.9 บิตและหน้าที่ต่างๆของรีจิสเตอร์ IP

จากรูปที่ 2.11 แสดงการอินเทอร์รัพท์จากแหล่งต่างๆ ที่มีผลกับ MCS-51 ถ้าเป็นเบอร์ 8051 8031จะถูกอินเทอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง ในรูปที่ 2.11จะแสดงให้เห็นว่าถ้า MCS-51 จะถูกอินเทอร์รัพท์ได้จะต้องเซตค่า Global Enable ในรีจิสเตอร์ IE นอกจากนี้ยังกำหนดได้ว่าจะให้อินเทอร์รัพท์ใดเกิดได้ โดยการเซตค่า Interrupt Enable ของอินเทอร์รัพท์จากแหล่งต่างในรีจิส-เตอร์ IE จากรูปยังแสดงให้เห็นอีกว่า เมื่อมีการอินเทอร์รัพท์เข้ามาจะมีผลต่อแฟลกใด

อินเทอร์รัพท์	แฟลก	ประกอบอยู่ในรีจิสเตอร์
External 0	IE0	TCON.1
External 1	IE1	TCON.3
Timer 1	TF1	TCON.7
Timer 0	TF0	TCON.5
Serial Port	T1	SCON.1
Serial Port	RI	SCON.0
Timer 2	TF2	T2CON.7(8052)
Timer 2	EXF2	T2CON.6(8052)

ตารางที่ 2.10 แฟลกที่จะทำงานเมื่อถูกอินเทอร์รัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางจะเห็นว่า ถ้ามีการอินเทอร์รัพท์จากภายนอกเข้ามา ตัวที่จะอินเทอร์รัพท์ MCS-51 คือ บิตแฟลก IE0 ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ TCON ถ้ามีการสื่อสารแบบอนุกรม เมื่อข้อมูลถูกส่งไปหมดแล้วจะอินเทอร์รัพท์ MCS-51 ทางบิตแฟลก TI ถ้ารับข้อมูลหมดแล้วจะอิน-เทอร์รัพท์ ทางบิตแฟลก RI ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ SCON และถ้าใช้ Timer 0 ในการนับเมื่อเกิด Overflow สามารถอินเทอร์รัพท์ MCS-51 ได้ทางบิต TF0

2.13 การทำงานของระบบหลังถูกอินเทอร์รัพท์

เมื่อ MCS-51 ถูกอินเทอร์รัพท์ จะต้องกระโดดไปทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์โดยตำแหน่งที่จะกระโดดไป เรียกว่า อินเทอร์รัพท์เวกเตอร์ (Interrupt Vectors) เมื่อทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์เรียบร้อยแล้ว MCS-51 จะกระโดดมาทำงานยังตำแหน่งเดิม โดยก่อนที่จะกระโดดไปทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์จะต้องเก็บค่าตำแหน่งเดิมไว้ โดยเก็บค่า PC ลงหน่วยความจำสแตควึ่งอยู่ที่หน่วยความจำที่ถูกชี้โดยรีจิสเตอร์ SP เมื่อทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์เสร็จแล้วจะคืนค่าในหน่วยความจำสแตคให้ PC ตามเดิม ค่าอินเทอร์รัพท์ของ MCS-51 แสดงได้ดังตารางที่2.11

อินเทอร์รัพท์	อินเทอร์รัพท์เวกเตอร์
System Reset	0000H
Extenal 0	0003H
Timer 0	000BH
External 1	0013H
Timer 1	001BH
Serial Port	0023H
Timer 2	002BH

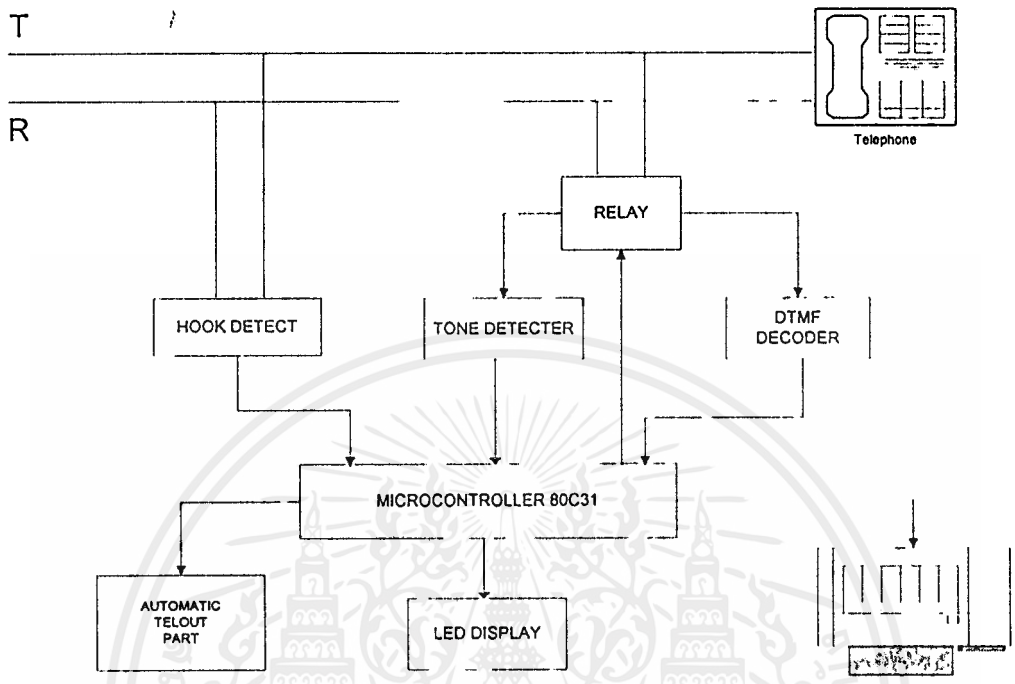
ตารางที่ 2.11 อินเทอร์เวกเตอร์ของอินเทอร์ต่างๆ

จากตารางจะเห็นว่าถ้าระบบถูกอินเทอร์รัพท์จากภายนอกทาง INT0 ตัว MCS-51 จะกระโดดไทำงานตำแหน่ง 0003H ถ้าระบบถูกอินเทอร์รัพท์จาก Timer 0 จะกระโดดไปทำงานตำแหน่ง 000BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วงจรและการทำงานของโครงงาน



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่อง Digital Telephone Handset

สามารถแยกพิจารณาได้เป็นส่วนต่างๆได้ดังนี้ คือ

3.1 ส่วนบันทึกการใช้และการคิดเงินของโทรศัพท์

3.2 ส่วนของการทำงานของยูทิลิตี้ซึ่งสั่งงานด้วยแป้นคีย์บอร์ด

3.3 ส่วนของการแสดงผลทางจอภาพและพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์

3.1 ส่วนบันทึกการใช้และการคิดเงินของโทรศัพท์

ในการบันทึกการใช้และการคิดเงินของโทรศัพท์ จะเริ่มจากการเช็คสัญญาณทั่วๆไปของโทรศัพท์ เพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ขณะนั้น เมื่อทำการยกหูและกดเบอร์โทรออกแล้ว ถ้าสายว่างและมีผู้รับสาย เครื่องบันทึกจะเริ่มการบันทึกเบอร์ที่กดออกไปและเวลาที่เริ่มโทร พร้อมกับจับเวลาการโทรจนกระทั่งผู้โทรออกวางสาย จากนั้นเครื่องจะนำข้อมูลทั้งหมดไปทำการประมวลผลคิดค่าใช้จ่ายในการใช้โทรศัพท์ครั้งนั้น และบันทึกเป็นข้อมูลที่พร้อมจะนำไปทำการพิมพ์เป็นรายงานการใช้โทรศัพท์เมื่อต้องการ

การทำงานของส่วนนี้จะเริ่มจากการตรวจสอบการยกหูของโทรศัพท์ (HOOK STATUS) เมื่อวงจรสามารถตรวจจับการยกหูได้แล้ว จะให้เอาท์พุทออกมาเป็น 1 (+5V) แล้วส่งค่านี้ไปยังไมโคร

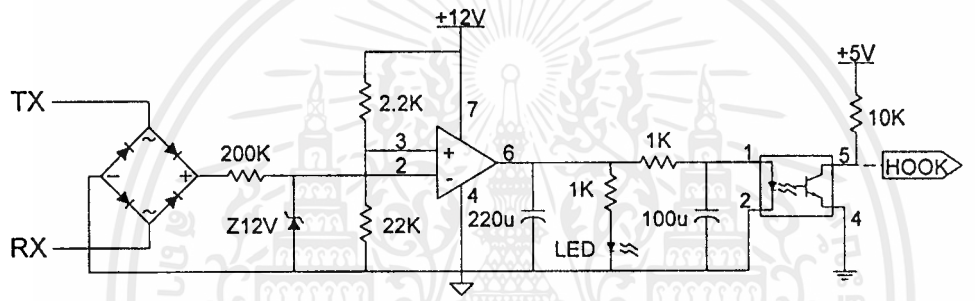
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโทรลเลอร์ เมื่อมีการกดหมายเลขปลายทาง วงจรส่วนการถอดรหัสหมายเลข(DTMF decoder)จะทำการถอดรหัสสัญญาณได้เอาท์พุทออกมาเป็นเลขไบนารี 4 บิท เพื่อส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการจัดเก็บหมายเลขเหล่านี้ไว้ แล้วรอการแจ้งผลการติดต่อจากวงจรส่วนตรวจเช็คสัญญาณเรียกกลับ(Ring Back Tone decoder) ว่าติดต่อกับปลายทางได้หรือไม่ ถ้าติดต่อได้จะทำการจับเวลาการใช้ว่าเริ่มที่เวลาใด สิ้นสุดการใช้(วางหู)ที่เวลาเท่าใด จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเอาข้อมูลทั้งหมด อันได้แก่ หมายเลขปลายทาง วันเวลาที่เริ่มโทร เวลาที่ใช้ทั้งหมด เหล่านี้ ไปคำนวนค่าใช้จ่าย แล้วพิมพ์ออกทางปริ้นเตอร์

การทำงานของวงจรส่วนต่างๆ แสดงได้ดังนี้

3.1.1 วงจรตรวจจับการยกหูวางหู

ในสภาวะปกติเมื่อวางหูอยู่ สายโทรศัพท์จะมีแรงดันไฟ DC ประมาณ 48 โวลท์ เมื่อทำการยกหู แรงดันจะลดลงเหลือประมาณ 8-10 โวลท์



รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับการยกหูวางหู

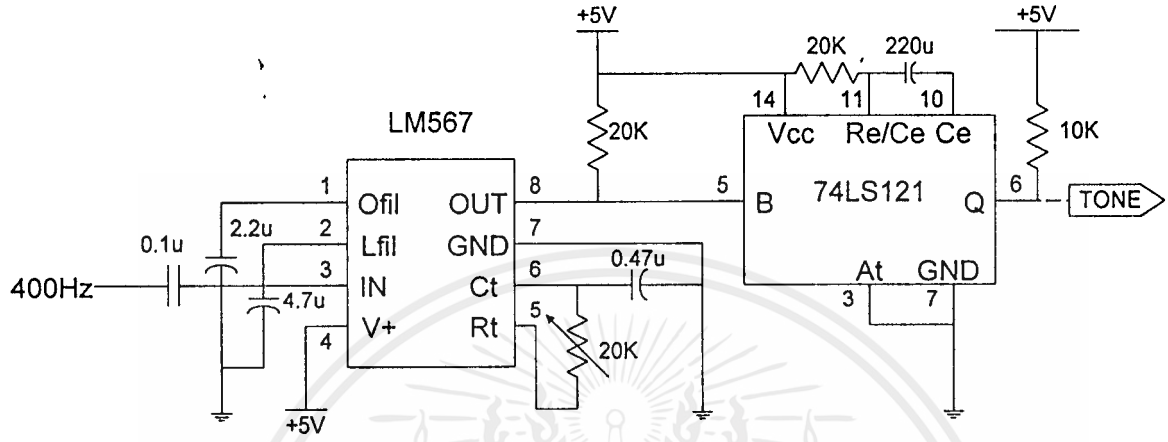
จากรูปตัวต้านทาน 200 kΩ จะทำหน้าที่เป็นตัวลดแรงดันที่เข้ามาในวงจร บริดจ์เรคติไฟร์จะทำหน้าที่ตัดเอาซีกบวกของสัญญาณออกมา ทำให้ขณะวางหู แรงดันที่ขา2 ของIC จะมีค่าประมาณ 12โวลท์ และที่ขา3 ของIC จะมีค่าประมาณ 11โวลท์ เมื่อทำการยกหูจะทำให้แรงดันที่ขา2 ต่ำกว่าขา3 ทำให้ IC มีเอาท์พุทออกมาทำให้ Opto Coupler ทำงาน ทำให้วงจรให้เอาท์พุทออกมาเป็น 0 ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำการสับสวิทซ์รีเลย์ ให้ต่อวงจรส่วนตรวจเช็คสัญญาณเรียกกลับและวงจรส่วนการถอดรหัสหมายเลข เข้ากับสายโทรศัพท์

3.1.2 วงจรตรวจเช็คสัญญาณเรียกกลับ

เมื่อทำการต่อวงจรโดยไมโครคอนโทรลเลอร์สับสวิทซ์รีเลย์แล้ว จะมีสัญญาณอินพุทผ่านเข้าหม้อแปลง600Ω ซึ่งส่วนหนึ่งจะส่งไปยังวงจรถอดรหัสหมายเลข DTMF อีกส่วนหนึ่งจะผ่านเข้ามาที่IC เบอร์ LM 567 ซึ่งต่อเป็นวงจร Tone detecter เพื่อตรวจจับสัญญาณเฉพาะสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz โดยการกำหนดค่าความต้านทาน R ซึ่งปรับค่าได้ และตัวเก็บประจุ C ที่ขา 6 จากสูตร $f = 1/1.1RC$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่จะทำให้เอาท์พุทของ LM 567 เปลี่ยนแปลง ได้แก่ สัญญาณเรียกกลับ(Ring Back Tone) ซึ่งสัญญาณนี้จะมีความถี่ 440 Hz และ 480 Hz แต่จะติด 2 วินาที ดับ 4 วินาที ซึ่งจะทำให้เอาท์พุทเป็น 0 เป็น 1 สลับกันไป และอีกสัญญาณคือ สัญญาณสายไม่ว่าง(Busy Tone) ซึ่งสัญญาณนี้จะมีความถี่ 480 Hz และ 620 Hz แต่จะติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที ซึ่งก็จะทำให้เอาท์พุทเป็น 0 เป็น 1 สลับกัน



รูปที่ 3.3 วงจรตรวจเช็คสัญญาณเรียกกลับ

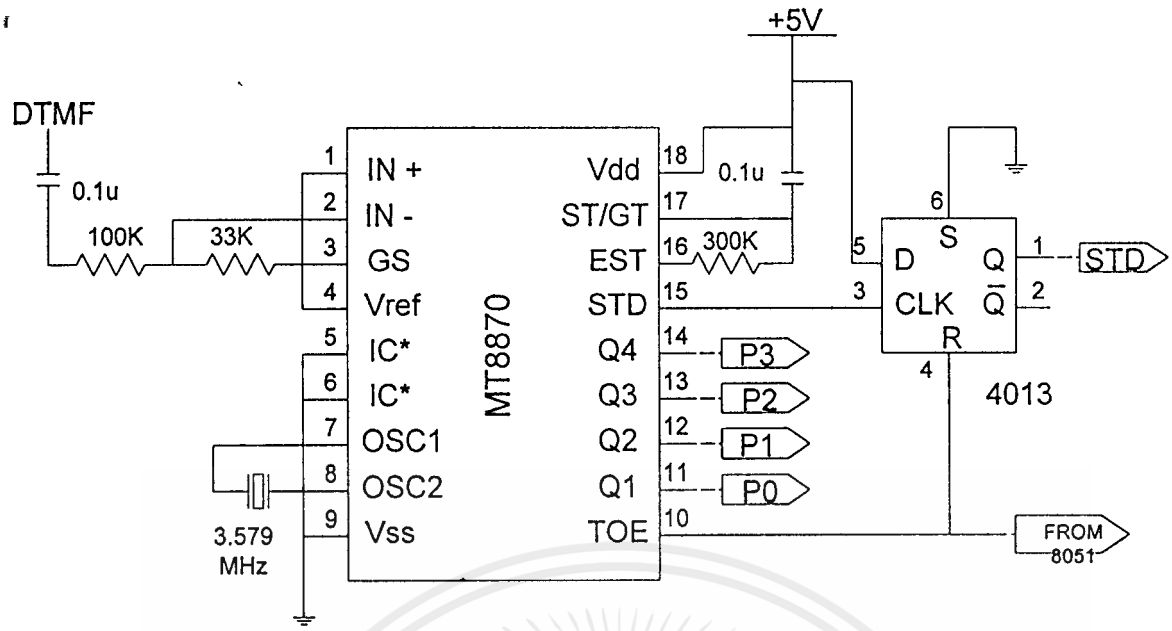
แต่เนื่องจากเอาท์พุทของ LM 567 ยังขาดความคมชัดของสัญญาณ เราจะต้องนำไปผ่าน IC เบอร์ 74LS121 ซึ่งเป็นวงจรหน่วงเวลา ซึ่งกำหนดค่า time constant ของวงจรได้จากค่า Rc และ Cc เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแยกความแตกต่างได้ โดยสัญญาณ Ring Back จะมีคาบเวลาเป็นลอจิก 1 เป็นเวลาประมาณ 3 วินาทีสลับกับเป็นลอจิก 0 ประมาณ 1 วินาที ส่วนสัญญาณ Busy Tone จะมีคาบเวลาเป็นลอจิก 1 ประมาณ 3 วินาทีสลับกับเป็นลอจิก 0 ประมาณ 0.5 วินาที ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับเอาสัญญาณนี้ไปตรวจสอบ

สัญญาณเหล่านี้จะถูกส่งเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการเปรียบเทียบสัญญาณ โดยจะเลือกเอาเฉพาะสัญญาณที่เป็น 0 นานกว่า 0.5 วินาที มาใช้ในการเริ่มจับเวลาในการใช้โทรศัพท์ และจะสิ้นสุดการจับเวลาเมื่อเครื่องที่โทรออกวางหู

3.1.3 วงจรถอดรหัสหมายเลข

ใช้ IC เบอร์ MT 8870 เป็นตัวถอดรหัสปุ่มกดเป็นเลขไบนารี 4 บิท โดยทำงานร่วมกับคริสตอลความถี่ 3.5795 MHz เมื่อมีการกดหมายเลขที่แป้นโทรศัพท์ จะมีสัญญาณที่ขา STD ออกมาโดยมีลักษณะเป็นพัลส์ เราจะนำไปต่อกับขา CLK ของ IC 4013 ซึ่งเป็น D Flip-Flop ทำหน้าที่ในการ Latch สัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลข

เราจะเริ่มต้นโดยการ Reset ให้ Q เป็น 0 ก่อนโดยการส่งค่าลอจิก 1 ไปที่ขาReset จากนั้นจะส่งค่าลอจิก 0 ไปยังขา Reset และ TOE เพื่อให้ D Flip-Flop อยู่ในสถานะรอการLatchข้อมูล และเอาท์พุท Q1-Q4 จะอยู่ในสถานะ High Impedance เมื่อมีการกดหมายเลขจะเกิดการทริกที่ขา CLK ของD Flip-Flop ทำให้ Q เปลี่ยนเป็น 1 ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบว่าขณะนี้มีการส่งหมายเลขมาแล้ว จะทำการส่งค่าลอจิก 1 ไปยังขา TOE และ Reset เพื่อให้สามารถอ่านค่าได้และ
ขณะเดียวกันก็จะไป Reset IC 4013 ด้วย จากนั้นจะส่งค่าลอจิก 0 เพื่อรอการกดเลขหมายตัวต่อไป

3.2 ส่วนของการทำงานของยูทิลิตี้ซึ่งสั่งงานด้วยแป้นคีย์บอร์ด

เมื่อทำการกดแป้นคีย์บอร์ดบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีฟังก์ชันการทำงานต่างๆ บน MENU ให้เลือกใช้ดังนี้ คือ

1. โหมดการบันทึกข้อมูล
2. โหมดการค้นหาข้อมูล
3. โหมดการตั้งเวลา
4. โหมดการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์
5. โหมดการโทรออกอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะมีวงจรที่เกี่ยวข้องในส่วนของโหมดการโทรออกอัตโนมัติคือ

วงจรส่วนสร้างสัญญาณ DTMF

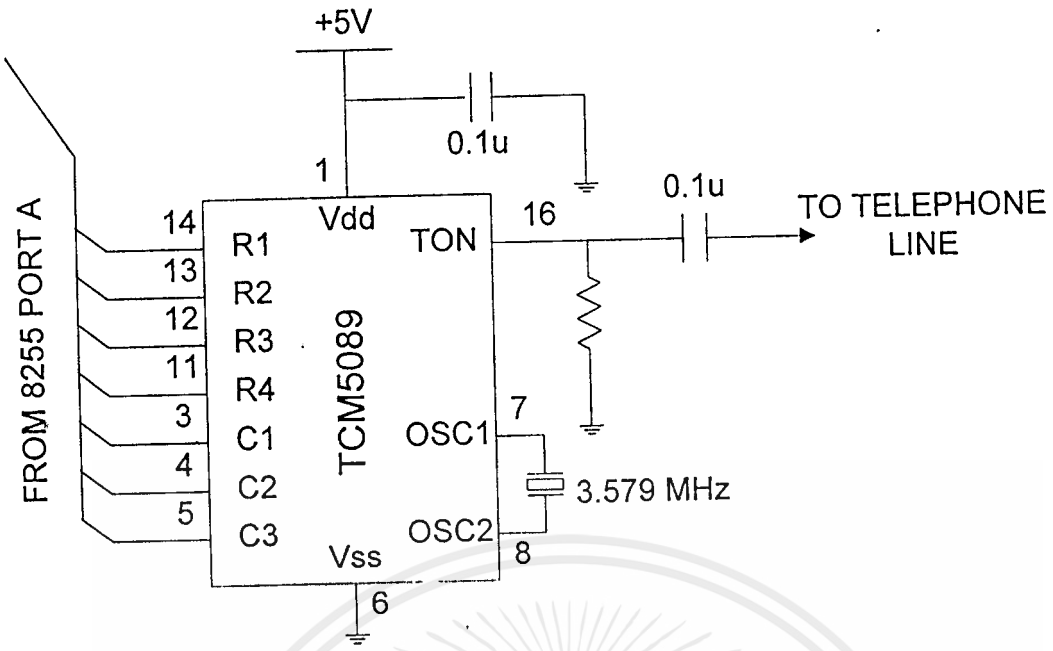
ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม (TONE) จะมีการทำงานโดย ถ้าเรากดปุ่มเครื่องจะทำการสร้างความถี่ขึ้น 2 ชนิด ซึ่งเป็นสัญญาณรูปซายน์ แล้วทำการรวมสัญญาณเพื่อส่งออกไปตามสายโทรศัพท์เข้าชุมสาย โดยจะมีความถี่ดังนี้

Frequency	1209	1336	1477	1633	
697	1	2	3	A	R1
770	4	5	6	B	R2
852	7	8	9	C	R3
941	*	0	#	D	R4
	C1	C2	C3	C4	

ตารางที่ 3.1 แสดงความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

เราจะใช้ IC สำเร็จรูป TCM 5089 ในการสร้างคู่ความถี่ดังกล่าว โดยใช้เพียง R4-R1 และ C3-C1 ในการสร้างความถี่ของหมายเลขตั้งแต่ 0-9 ส่วนขา C4 จะปล่อยลอยไว้ (OPEN) และเลือกให้ PIN 2 (ขา TONE ENABLE) OPEN ขณะที่ PIN 15 (ขา SINGLE TONE ENABLE) ต่อลงกราวด์ ซึ่งสถานะนี้ IC จะให้เอาท์พุทออกมาเป็น 2 ความถี่ผสมกัน เมื่อมีการป้อนให้ 1 ROW และ 1 COLUMN เป็น 0 พร้อมกันเท่านั้น กรณีอื่นๆจะไม่ให้เอาท์พุทออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรสร้างสัญญาณ DTMF

เนื่องจากที่ขา ROW และ COLUMN ของ IC จะ ACTIVE ที่ LOW เราจะได้ตารางแสดงรหัสข้อมูลที่จะส่งให้ IC เพื่อทำการหมุนเบอร์ดังนี้

เบอร์	R4	R3	R2	R1	X	C3	C2	C1	ฐาน 16
1	1	1	1	0	1	1	1	0	EE
2	1	1	1	0	1	1	0	1	ED
3	1	1	1	0	1	0	1	1	EB
4	1	1	0	1	1	1	1	0	DE
5	1	1	0	1	1	1	0	1	DD
6	1	1	0	1	1	0	1	1	DB
7	1	0	1	1	1	1	1	0	BE
8	1	0	1	1	1	1	0	1	BD
9	1	0	1	1	1	0	1	1	BB
0	0	1	1	1	1	1	0	1	7D
ปกติ	1	1	1	1	1	1	1	1	FF

ตารางที่ 3.2 แสดงรหัสข้อมูลที่จะส่งให้ไอซี TCM 5089 ทำการหมุนเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนของการแสดงผลทางจอภาพและพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์

จะใช้การแสดงผลโดยใช้ LED 7-SEGMENT บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และพิมพ์รายงานการใช้โทรศัพท์ออกทางเครื่องพิมพ์ โดยใช้ชุดคำสั่งพิเศษของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ JAZZ-31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วิธีการทดลอง

การกำหนดโปรแกรมในส่วนต่างๆ รวมทั้งการทดลองวงจรส่วนที่เกี่ยวข้อง โปรแกรมสามารถทำงานตามความต้องการได้ดังต่อไปนี้

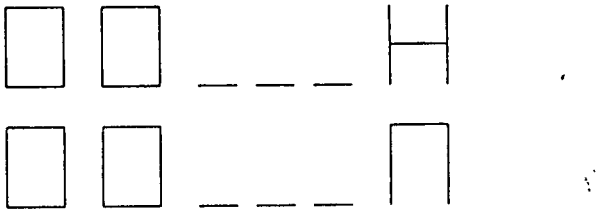
ในส่วนของการทำงานหักในเมนู ทั้ง 4 เมนู โปรแกรมสามารถทำงานได้ผลดังนี้

1. เมนู ADD ส่วนของการป้อนข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ ปรากฏว่าสามารถทำงานได้ดี สามรถทำการเก็บข้อมูลลงในเรคคอร์ด ได้อย่างถูกต้อง โดยทำการทดลองป้อนข้อมูลเข้าไปทางแป้นคีย์บอร์ด เป็นข้อมูลที่เป็นชื่อจำนวน 6 ตัวอักษร และเป็นข้อมูลเบอร์โทรศัพท์อีกจำนวน 10 ตำแหน่ง รวมเป็นทั้งหมด 16 BYTE ต่อ 1 คน ทำการเริ่มเก็บข้อมูลไว้ในตำแหน่งเริ่มต้นของเรคคอร์ดที่ แอดเดรส 2000H โดยข้อมูลที่ทำการเก็บไว้จะเก็บไว้ในลักษณะของ SEGMENT CODE ทั้งนี้เพื่อง่ายต่อการนำข้อมูลที่ค้นหาออกมาแสดงผลทางจอ LED การเก็บข้อมูลจะเป็นดังรูป

รูปที่ 4.1 แสดง ADDRESS ของการป้อนข้อมูล ชื่อ และเบอร์โทรศัพท์

2. เมนู FIND หรือ SEARCH สำหรับการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ โดยใช้การป้อนตัวอักษร 3 ตัวแรกของชื่อคนที่ต้องการค้นหา แล้วจะได้เบอร์โทรศัพท์ของบุคคลนั้นที่หน้าจอแสดงผล

3. เมนู SET (SET TIME) สำหรับการตั้งเวลาจริงให้กับRTC (อยู่ใน SRAM เบอร์ M48T08) ให้เดินตามที่ต้องการ โดยมีรูปแบบการป้อนข้อมูล โดยตัวอย่างการตั้งชั่วโมง นาที ดังนี้



รูปที่ 4.2 แสดงรูปแบบการป้อนข้อมูล การตั้งชั่วโมง นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมนู PRINT สำหรับการพิมพ์ข้อมูลการใช้โทรศัพท์ หรือข้อมูลชื่อและเบอร์โทรศัพท์ ออกมาทางเครื่องพิมพ์ โปรแกรมส่วนนี้สามารถทำงานได้ แต่มีข้อผิดพลาดอยู่ค่อนข้างมาก เนื่องจากการแปลงข้อมูลต่างๆให้เป็นข้อมูลแบบ ASCII ก่อนจึงจะทำการส่งข้อมูลให้กับเครื่องพิมพ์ได้

5. เมนู ESC คือการออกจากเมนู มาที่ส่วนของการแสดงเวลาจริงในขณะนั้น ทำงานได้ผลดี โดยแสดงเวลาจริงได้ทั้งแบบเวลา (ชั่วโมง นาที วินาที) และแบบวันที่ (วัน เดือน ปี) สามารถทำการออกจากเวลานี้โดยการยกหูโทรศัพท์แล้ววาง โปรแกรมจะกลับไปที่ส่วนเมนูอีกครั้ง

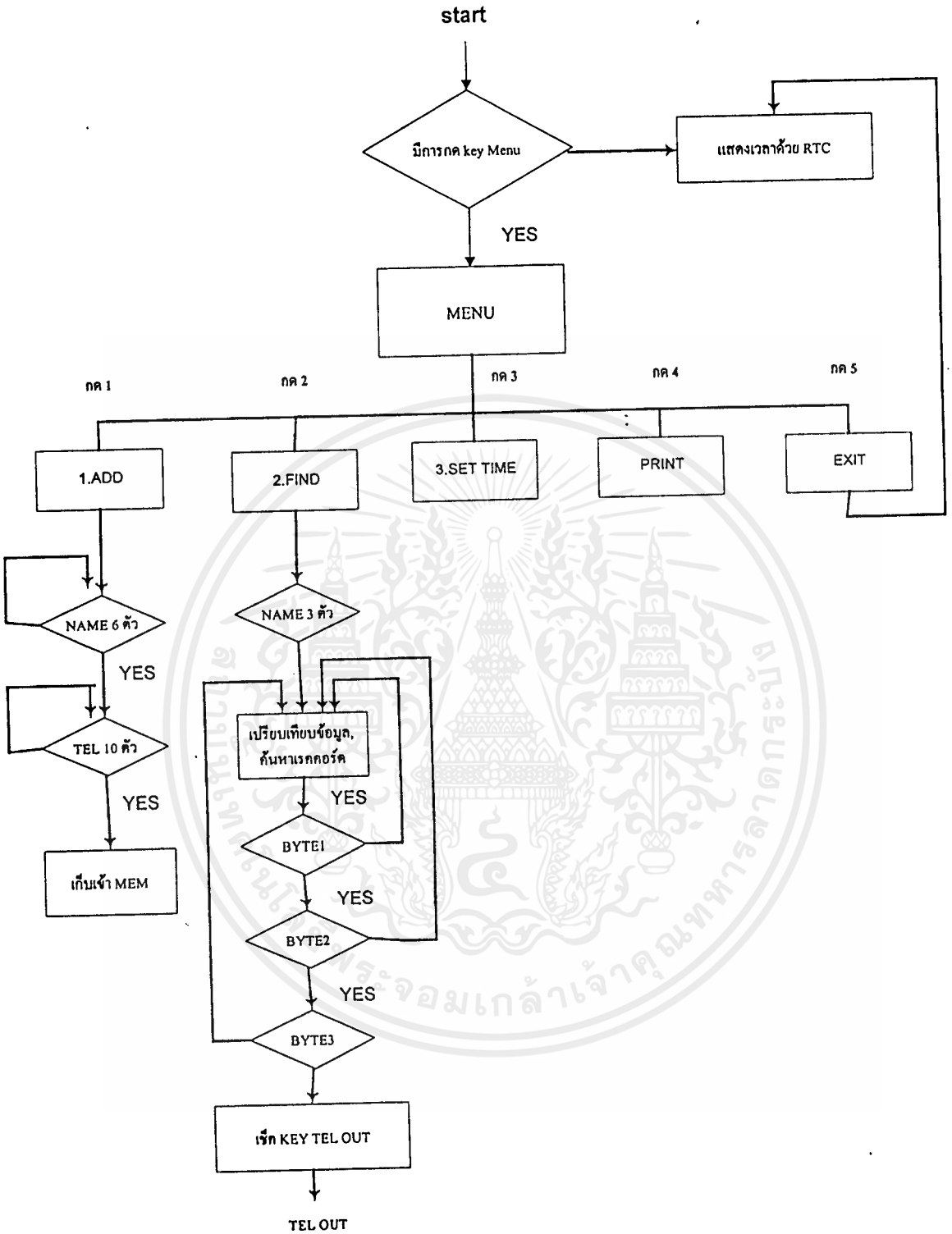
ในส่วนของการทำงานของโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ของโทรศัพท์นั้น เมื่อทำการยกหูจะมีการแสดงคำว่า HOOK ON อยู่ขณะหนึ่ง แล้วจึงเข้าสู่การทำงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์เช่น มีการตรวจสอบว่าทำการยกหูเพื่อโทรออก หรือเพื่อรับสายที่โทรเข้ามา ถ้าพบว่าเป็นการโทรออก(ตรวจสอบจากสัญญาณ STD ที่ได้จากการกดแป้นโทรศัพท์) ก็จะมีการตรวจสอบต่อไปว่าสายว่างหรือไม่
(ตรวจจากสัญญาณ BUSY TONE) ถ้าว่างและมีการรับสายก็จะเข้าสู่โปรแกรมในส่วนคิดเวลาต่อไป โดยการทำงานทั้งหมด จะมีการตรวจสอบอยู่เสมอว่ายังมีการยกหูโทรศัพท์อยู่

การคำนวณเวลาในการใช้โทรศัพท์ รวมถึงบันทึกเวลาก่อนหลัง สามารถทำงานได้และยังสามรถทำการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้เช่นเดียวกัน

การโทรออกอัตโนมัติหลังจากที่ทำการค้นหาข้อมูลออกมาแล้วนั้น ให้ผลถูกต้องตามสัญญาณ DTMF โดยมีข้อจำกัดที่ว่าไม่สามารถทำการโทรออกอัตโนมัติได้ ถ้าไม่ทำการยกหูโทรศัพท์ก่อน เนื่องจากหากไม่ทำการยกหู จะไม่สามารถส่งสัญญาณ DTMF ออกไปตามสายโทรศัพท์ได้

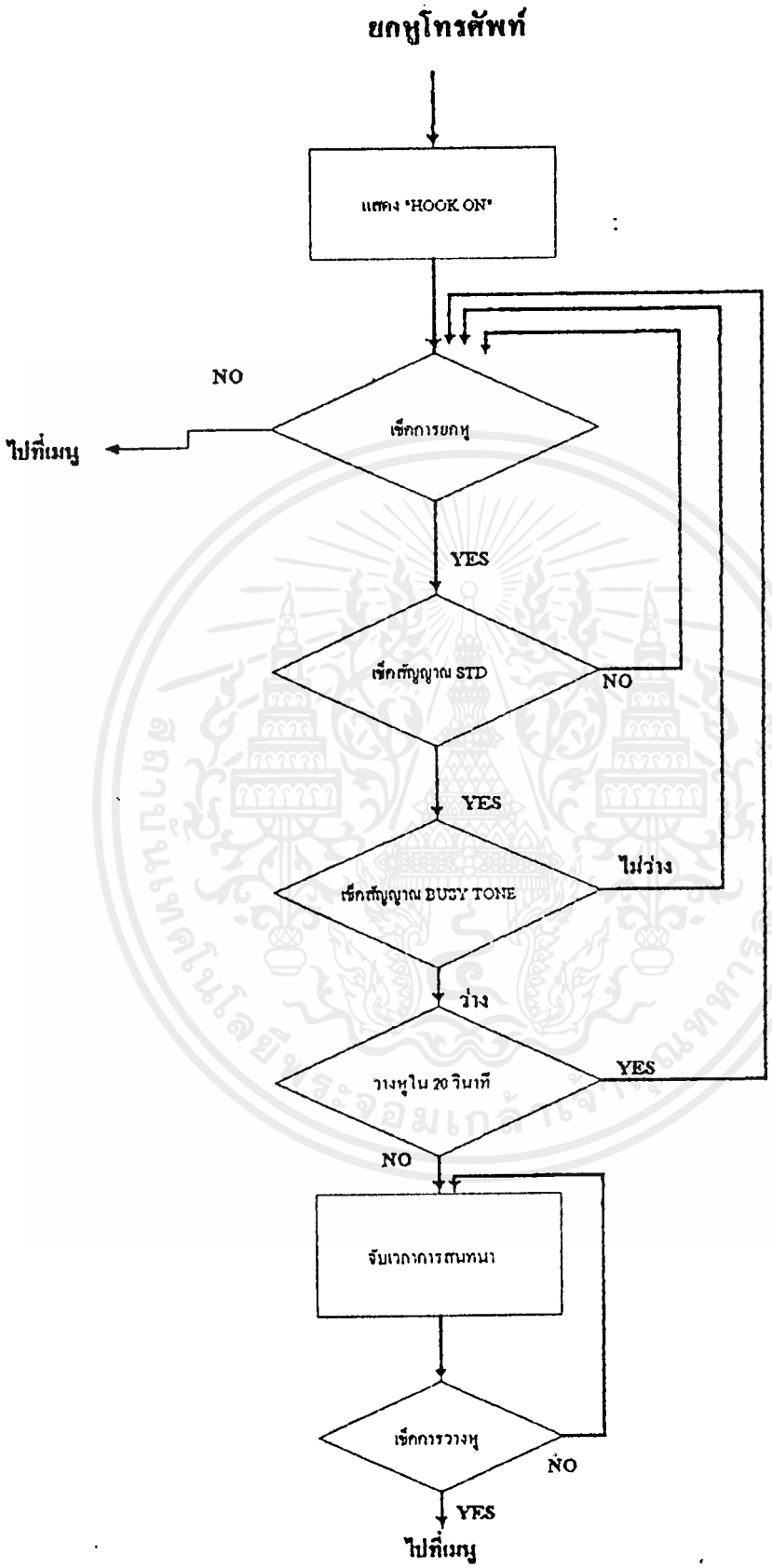
จากการทำงานของโครงงานทั้งหมด พิจารณาได้จาก FLOW CHART ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 โฟลว์ชาร์ตการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



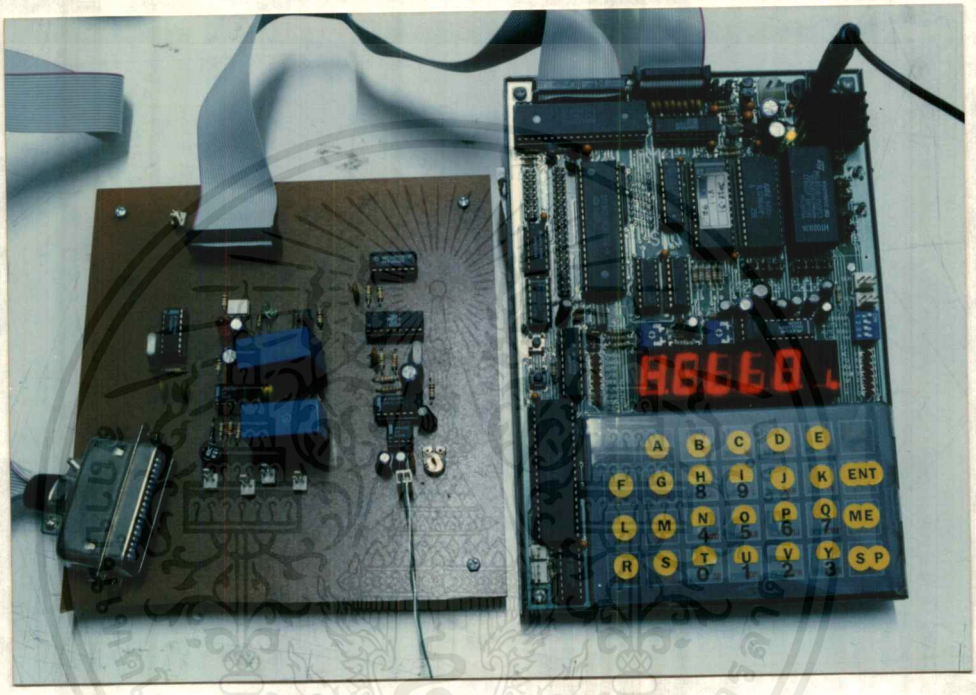
รูปที่ 4.4 แสดงโฟลว์ชาร์ตในส่วนการคำนวณเวลาการใช้โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดสอบ และสรุปผล

หลังจากที่ได้ทำการทดสอบโปรแกรมส่วนต่าง ๆ รวมทั้งวงจรที่เกี่ยวข้อง พบว่าโครงงานสามารถทำงานตามความต้องการได้ดังต่อไปนี้

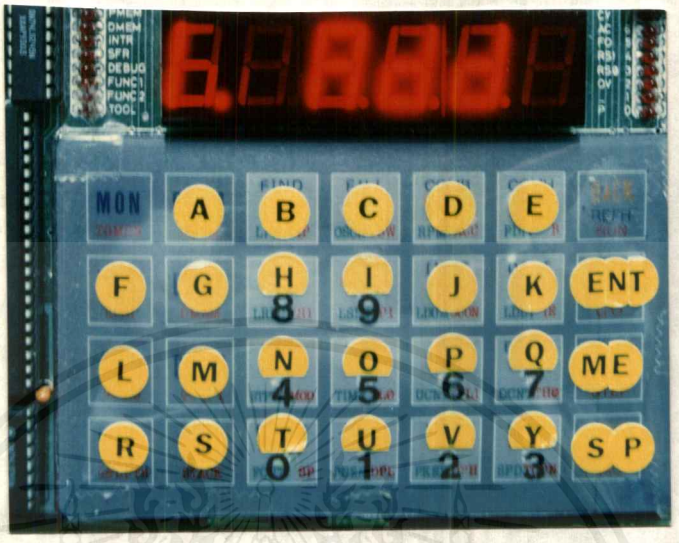


รูปที่ 5.1 แสดงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

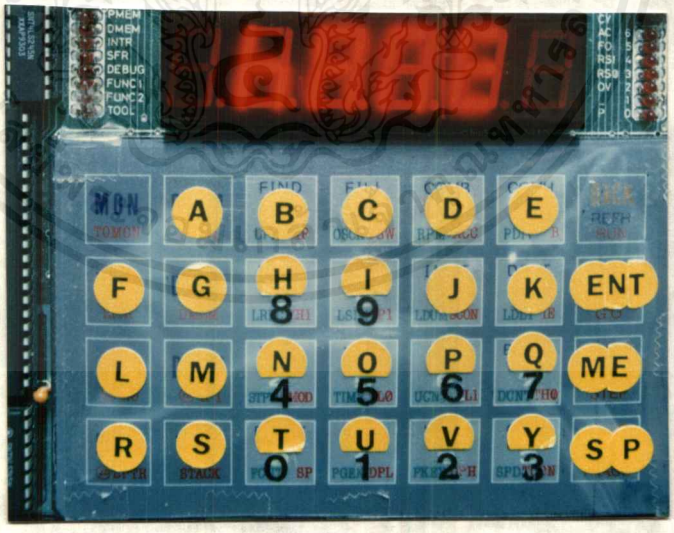
ในส่วนของการทำงานในเมนูทั้ง 4 เมนู โปรแกรมสามารถทำงานได้ผลดังนี้

1. เมนู ADD ส่วนของการป้อนข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ ปรากฏว่าสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ สามารถทำการเก็บข้อมูลในเรคคอร์ดได้อย่างถูกต้อง โดยทำการทดลองป้อนข้อมูลเข้าไปทางแป้นคีย์บอร์ดเป็นข้อมูลชื่อจำนวน 6 ตัวอักษร และป้อนข้อมูลเบอร์โทรศัพท์อีกจำนวน 10 ตำแหน่ง รวมเป็นทั้งหมด 16 byte ต่อ 1 คน ดังแสดงขั้นตอนการใช้เมนู ADD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



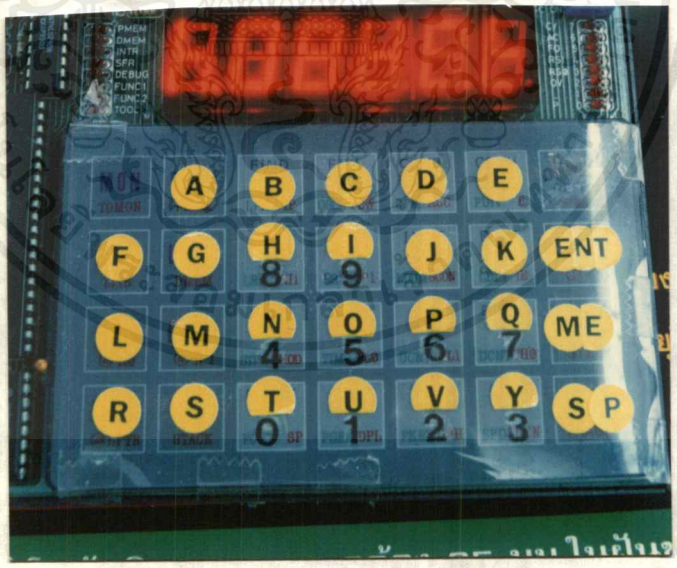
รูปที่ 5.2 หน้าจอแสดงเมนู ADD



รูปที่ 5.3 กด 1 เพื่อเข้าสู่เมนู ADD จะแสดงคำว่า "NAME" เพื่อการป้อนข้อมูลชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

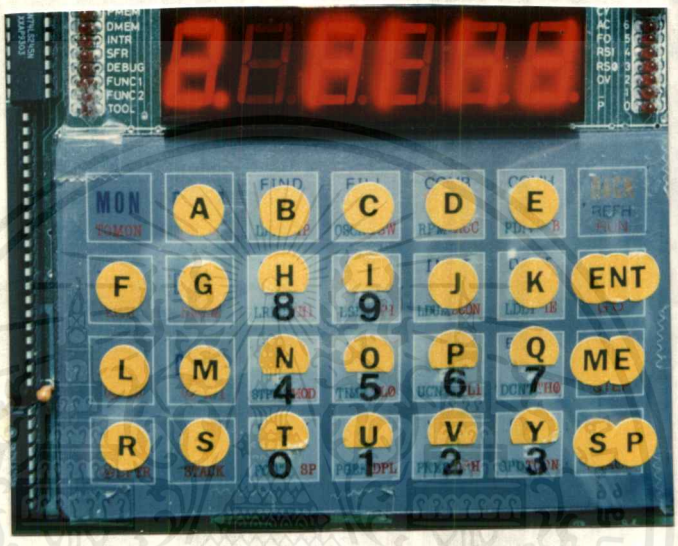
รูปที่ 5.4 แสดงการกรอกข้อมูลชื่อ 6 ตัวอักษร



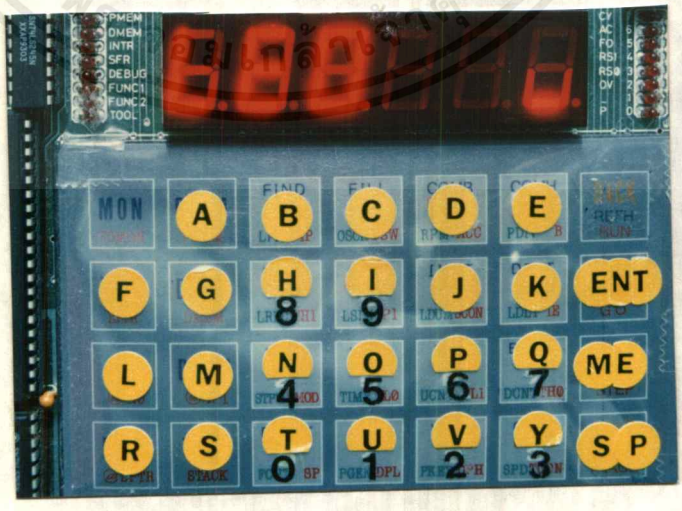
รูปที่ 5.5 หน้าจอแสดงคำว่า “ Phone” เพื่อการกรอกเบอร์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมนู FIND หรือ SEARCH สำหรับการค้นข้อมูลที่เก็บไว้แล้ว โดยใช้การป้อนตัวอักษร 3 ตัวแรกของชื่อคนที่ต้องการค้นหา ผลการทดลองปรากฏว่าไม่สามารถทำการค้นหา ข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยแสดงคำว่า “NO DATA” หรือไม่มีข้อมูลออกมาตลอด ทั้งที่มีข้อมูลที่มีอยู่จริงในหน่วยความจำ ข้อผิดพลาดนี้อาจเกิดจากความผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมส่วนเปรียบเทียบระหว่าง SEGMENT CODE ที่เก็บในหน่วยความจำกับ 3 ตัวอักษรที่กรอกเข้าไปเพื่อค้นหา

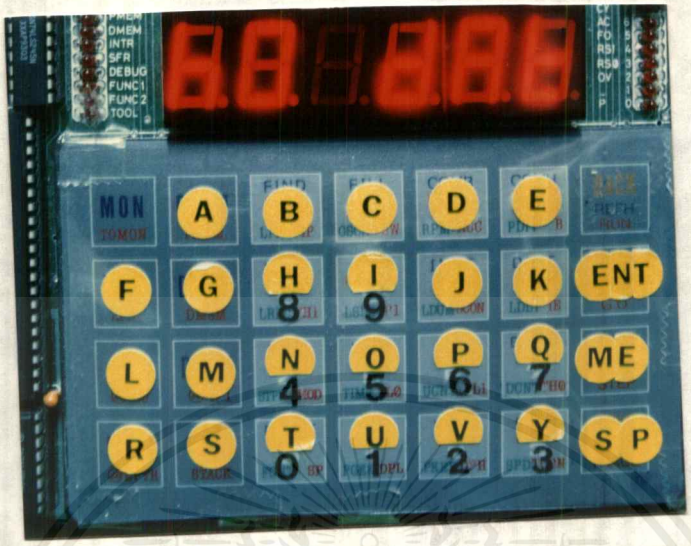


รูปที่ 5.6 แสดงหน้าจอเมนู FIND



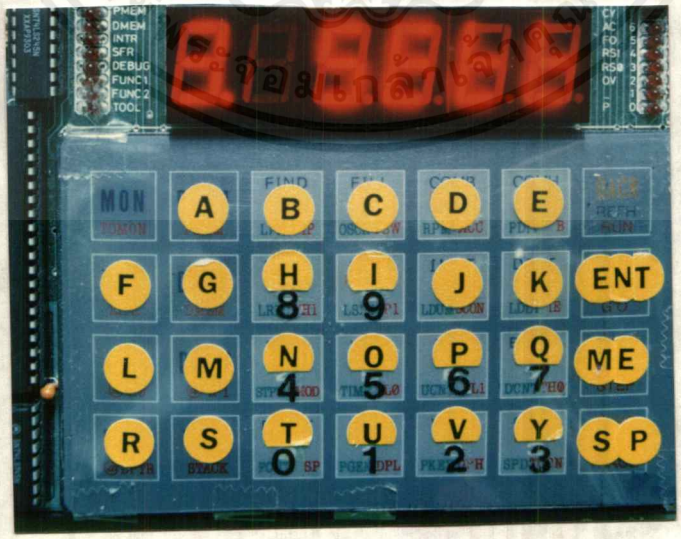
รูปที่ 5.7 แสดงการกรอกตัวอักษร 3 ตัวเพื่อทำการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



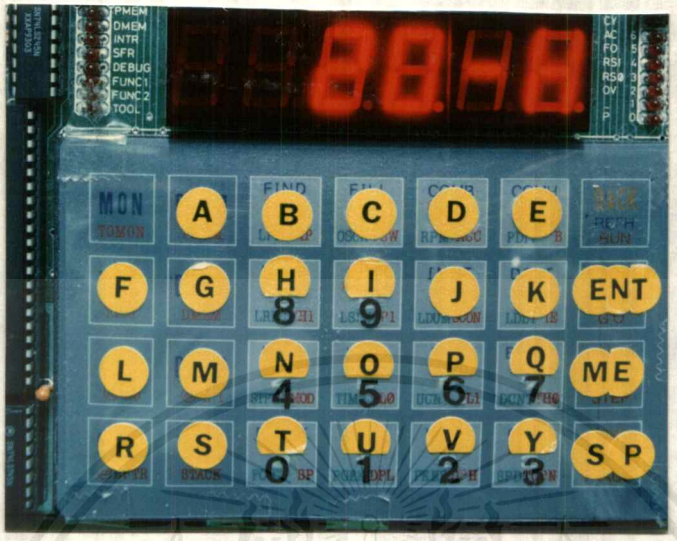
รูปที่ 5.8 โปรแกรมแสดง "NO DADA" ตลอดทั้ง ๆ ที่ข้อมูล LEOPUT มีอยู่จริง

3. เมนู SETT (SET TIME) สำหรับการตั้งเวลาจริงให้กับ RCT ทดลองตั้งเวลาที่เป็นชั่วโมงและนาที ส่วนการตั้งวันที่ เดือน ปี จะเป็นไปในลักษณะเดียวกันซึ่งการทำงานในส่วนนี้สามารถทำงานได้ดีตามความต้องการ



รูปที่ 5.9 แสดงเมนู SETT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 แสดงการป้อนหลักชั่วโมงเป็น 20 นาฬิกา

รูปที่ 5.11 แสดงการป้อนหลักนาทีเป็น 35 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

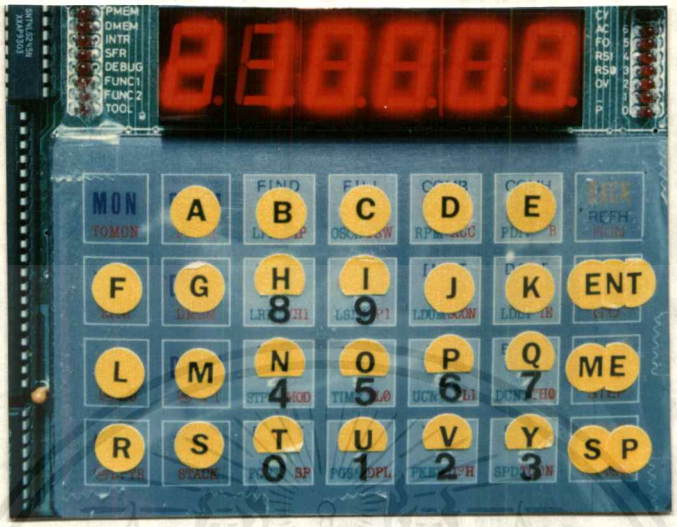
4. เมนู PRNT หรือเมนู PRINT สำหรับการพิมพ์ข้อมูลการใช้โทรศัพท์ ในส่วนนี้ยังมีข้อผิดพลาดอยู่มาก เนื่องจากข้อมูลที่พิมพ์ออกมาไม่ตรงกับบันทึกการใช้โทรศัพท์จริง ๆ ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ อาจเกิดจากขั้นตอนการแปลง SEGMENT CODE ไปเป็นรหัส ASCII

รูปที่ 5.12 แสดงเมนู PRINT

5. เมนู ESC หรือออกจากเมนูมายังส่วนนาฬิกาที่แสดงเวลาจริงขณะนั้น สามารถทำงานได้ดีเวลาเดินได้เที่ยงตรง และจะออกจากส่วนแสดงเวลานี้ได้โดยการยกหูโทรศัพท์ เมื่อวางหูโทรศัพท์โปรแกรมก็จะออกไปที่เมนูอีกครั้ง

รูปที่ 5.13 แสดงเมนู ESC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 แสดงการทำงานของโครงงานเป็นนาฬิกา

ในส่วนของการทำงานของโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโทรศัพท์นั้น เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ หน้าจอจะแสดงคำว่า HOCK ON อยู่ขณะหนึ่ง แล้วจึงเข้าสู่การทำงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโทรศัพท์ เช่นการตรวจสอบว่าการยกหูโทรศัพท์เพื่อโทรเข้ามา ถ้าพบว่าเป็นการโทรออก (ตรวจสอบสัญญาณ STD ที่ได้จากการกดแป้นโทรศัพท์) ก็จะมีการตรวจสอบต่อไปว่าสายว่างหรือไม่ (ตรวจสอบจากสัญญาณ BUSY TONE) ถ้าว่างและมีการรับสายก็จะเข้าสู่โปรแกรมในส่วนคำนวณเวลาต่อไป โดยการทำงานทั้งหมดจะมีการตรวจสอบอยู่เสมอว่ายังมีการยกหูโทรศัพท์อยู่

การโทรออกอัตโนมัติ ในส่วนการทดลองเฉพาะวงจรสามารถให้สัญญาณ DTMF ออกมาได้อย่างถูกต้อง เมื่อนำมาประยุกต์เข้ากับโปรแกรม เนื่องจากโปรแกรมส่วนการค้นหาข้อมูลทำงานไม่ได้ผล จึงมีผลทำให้โปรแกรมในส่วนโทรออัตโนมัติทำงานไม่ได้ด้วย

โดยสรุปแล้ว จากผลการทดลองโดยรวมในแต่ละส่วนถือว่าให้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่เมื่อรวมทุกส่วนเข้าด้วยกัน โครงงานยังมีข้อผิดพลาดอยู่มาก โดยเฉพาะส่วนค้นหาข้อมูล ซึ่งผู้จัดทำได้ทดลองการเขียนโปรแกรมเปรียบเทียบในหลาย ๆ รูปแบบก็ยังไม่ให้ผลออกมาตามที่ต้องการ โดยมีข้อเสนอแนะให้ผู้ที่จะทำการพัฒนาโครงงาน ทำการเปลี่ยนรูปแบบ การจัดเก็บข้อมูลจาก SEGMENT ให้อยู่ในรูปที่เป็น HEX เสียก่อนแล้วจึงค่อยนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ป้อนเข้ามาเพื่อค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะอีกประการหนึ่งคือ โครงงานมีการแสดงผลที่ค่อนข้างหยาบ และไม่ชัดเจน อาจทำการเปลี่ยนไปใช้หน่วยแสดงผลที่มีประสิทธิภาพมากกว่า เช่น LCP DOT MATRIX เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงาน

```
                ORG     8000H
ENDVEC          EQU     0036H
CLEAR           EQU     003CH
SCAND           EQU     0096H
SONG            EQU     00A8H
DISBUF          EQU     0025H
SECRTC          EQU     9FF9H
MIN             EQU     9FFAH
HOUR            EQU     9FFBH
DAY             EQU     9FFCH
DATE            EQU     9FFDH
MONTH           EQU     9FFEH
YEAR            EQU     9FFFH
CONTL           EQU     9FF8H
HTOS            EQU     00E4H
DTOH            EQU     00F3H
HEXBUF          EQU     002DH
SCAN            EQU     0093H
UBEEP           EQU     00A5H
INH             EQU     009CH
TABLE           EQU     0048H
SREC            EQU     2000H
SCANBF          EQU     18H
SRECP           EQU     2006H
SRECPN          EQU     200CH
DPADD           EQU     0054H
NUMREC          EQU     1AH
BUFF0           EQU     1BH
BUFF1           EQU     1CH
BUFF2           EQU     1DH
TABCNT          EQU     1EH

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

IE0ADD          EQU 0066H
          PORTA EQU 0FC00H
          PORTB EQU 0FC01H
          PORTC EQU 0FC02H
          CTRL  EQU 0FC03H
          DTSEC EQU 0042H
          MOV A,#10001001B          ;8255 PORT A,B O/P AND PORT C I/P
          MOV DPTR,#CTRL
          MOVX @DPTR,A
          MOV SP,#0FH
          MOV IE0ADD,#HIGH TELE
          MOV IE0ADD+1,#LOW TELE


;***********START**********

START:          LCALL CLEAR
                MOV   DISBUF,#76H
                MOV   DISBUF+1,#79H
                MOV   DISBUF+2,#38H
                MOV   DISBUF+3,#38H
                MOV   DISBUF+4,#3FH
                MOV   DISBUF+5,#80H

                LCALL SCAN
                CJNE  A,#0FH,READ1
                LJMP  MENU
READ1:  SETB IT0                    ;FALLING EDGE INT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          SETB EX0                    ;INT 0 ENABLE
          SETB EA                     ;ALL INT ENABLE

READX:    LCALL CLEAR
          MOV   DPTR,#CONTL
          MOV   A,#01000000
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   DPTR,#HOUR
          MOVX  A,@DPTR
          MOV   R1,A
          LCALL BTOD
          MOV   HEXBUF,A

          MOV   DPTR,#MIN
          MOVX  A,@DPTR
          MOV   R1,A
          LCALL BTOD
          MOV   HEXBUF+1,A

          MOV   DPTR,#SECRTC
          MOVX  A,@DPTR
          MOV   R1,A
          LCALL BTOD
          MOV   HEXBUF+2,A
          LCALL HTOS
          MOV   DPTR,#CONTL
          MOV   A,#00000000B
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   R2,#20
          LCALL SCAND
          LJMP  READX

INTR:     CLR ITO
          CLR EX0
          CLR EA


;***********MENU********

MENU:     LCALL CLEAR
          MOV   DISBUF+1,#37H
          MOV   DISBUF+2,#79H
          MOV   DISBUF+3,#74H
          MOV   DISBUF+4,#0BEH
          MOV   R2,#50H
          LCALL SCAND
MEN1:     LCALL CLEAR
          MOV   DISBUF,#0B0H
          MOV   DISBUF+2,#77H
          MOV   DISBUF+3,#5EH
          MOV   DISBUF+4,#5EH
          LCALL SCAN
          CJNE  A,#01H,MEN2
          LJMP  MADD
MEN2:     LCALL CLEAR
          MOV   DISBUF,#0DBH
          MOV   DISBUF+2,#71H
          MOV   DISBUF+3,#30H
          MOV   DISBUF+4,#74H
          MOV   DISBUF+5,#5EH
          LCALL SCAN
          CJNE  A,#02H,MEN3
          LJMP  MFIND
MEN3:     LCALL CLEAR
          MOV   DISBUF,#0CFH
          MOV   DISBUF+2,#6DH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DISBUF+3,#79H
                MOV     DISBUF+4,#78H
                MOV     DISBUF+5,#78H
                LCALL   SCAN
                CJNE    A,#03H,MEN4
                LJMP    MSET
MEN4:           LCALL   CLEAR
                MOV     DISBUF,#0E6H
                MOV     DISBUF+1,#73H
                MOV     DISBUF+2,#70H
                MOV     DISBUF+3,#30H
                MOV     DISBUF+4,#74H
                MOV     DISBUF+5,#78H
                LCALL   SCAN
                CJNE    A,#04H,MEN5
                LJMP    MPRINT
MEN5:           LCALL   CLEAR
                MOV     DISBUF,#0EDH
                MOV     DISBUF+2,#79H
                MOV     DISBUF+3,#6DH
                MOV     DISBUF+4,#39H
                LCALL   SCAN
                CJNE    A,#05H,BACK
                LJMP    READ1

BACK:           LJMP    MEN1


;**************MENU ADD*********

MADD:           LCALL   CLEAR
                MOV     DISBUF+1,#74H
                MOV     DISBUF+2,#77H
                MOV     DISBUF+3,#37H
                MOV     DISBUF+4,#79H
                LCALL   SCAN
                CJNE    A,#12H,MADD
GETN:           LCALL   CLEAR

GET1:           LCALL   GETKEY
                MOV     DISBUF,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEY
                MOV     DISBUF+1,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEY
                MOV     DISBUF+2,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEY
                MOV     DISBUF+3,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEY
                MOV     DISBUF+4,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEY
                MOV     DISBUF+5,A
                LCALL   SCAN
                CJNE    A,#12H,GETN
                JMP     DATAN
DATAN:          LCALL    GETADD
                MOV      R2,#6
                MOV      R0,#DISBUF
DATAN1:         MOV      A,@R0
                MOVX     @DPTR,A          ;RECORD IN SEGMENT CODE
                INC      DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                INC     R0
                DJNZ    R2,DATAN1
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL

ADPH:           LCALL   CLEAR
                MOV     DISBUF+1,#73H
                MOV     DISBUF+2,#76H
                MOV     DISBUF+3,#3FH
                MOV     DISBUF+4,#74H
                MOV     DISBUF+5,#79H
                LCALL   SCAN
                CJNE    A,#12H,ADPH

GETP:           LCALL   CLEAR
GET2:           LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF+1,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF+2,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF+3,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF+4,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF+5,A
                MOV     R2,#20
                LCALL   SCAND

DATAP:          POP     DPL
                POP     DPH
                MOV     R2,#6

                MOV     R0,#DISBUF
DATAP1:         MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A         ;RECORD PHONE IN SEGMENT CODE
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R2,DATAP1
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL

GETP2:          LCALL   CLEAR
GET22:          LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF+1,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF+2,A
                LCALL   SCAN
                LCALL   GETKEYT
                MOV     DISBUF+3,A
                MOV     DISBUF+4,#39H
                MOV     DISBUF+5,#0FH
                LCALL   SCAN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A,#12H,GETP2
DATAP2:         POP     DPL
                POP     DPH
                MOV     R2,#4
                MOV     R0,#DISBUF
DATAP12:        MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A          ;RECORD  PHONE NEXT IN SEGMENT CODE
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R2,DATAP12
                INC     NUMREC

                LJMP    MENU

GETADD:         MOV     A,NUMREC
                MOV     DPTR,#SREC
                MOV     R2,#16
                LCALL   TABLE
                RET


;***********MENU  FIND THE RECORD *********

MFIND:          MOV     DISBUF,#79H
                MOV     DISBUF+1,#74H
                MOV     DISBUF+2,#78H
                MOV     DISBUF+3,#79H
                MOV     DISBUF+4,#70H
                MOV     R2,#100
                LCALL   SCAND
                LCALL   CLEAR
                MOV     DISBUF+1,#74H
                MOV     DISBUF+2,#77H
                MOV     DISBUF+3,#37H
                MOV     DISBUF+4,#79H
                LCALL   SCAN
                CJNE    A,#12H,MFIND
FINDN:          LCALL   CLEAR

GETF:           LCALL   GETKEY
                MOV     DISBUF,A
                MOV     DPTR,#HEXBUF
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   SCAN

                LCALL   GETKEY
                MOV     DISBUF+1,A
                MOV     DPTR,#HEXBUF+1
                MOVX     @DPTR,A
                LCALL   SCAN

                LCALL   GETKEY
                MOV     DISBUF+2,A
                MOV     DPTR,#HEXBUF+2
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     DISBUF+5,#08H
                LCALL   SCAN
                CJNE    A,#12H,FINDN
                JMP     FINDNAME
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
FINDNAME:       MOV     DPTR,#SREC
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
CKYES:          MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A
                MOV     TL0,R1
```

```
                MOV     DPTR,#HEXBUF
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     TL1,A
                XRL     A,R1
                LCALL   ENDVEC
                JNZ     NEXTF
                MOV     DPTR,#2001H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A
                MOV     DPTR,#HEXBUF+1
                MOVX    A,@DPTR
                XRL     A,R1
                JNZ     NEXTF
                MOV     DPTR,#2002H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R1,A
                MOV     DPTR,#HEXBUF+2
                MOVX    A,@DPTR
                XRL     A,R1
                JNZ     NEXTF
                LJMP     YESS
NEXTF:          MOV     DPTR,#2010H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,HEXBUF
                XRL     A,HEXBUF
                JNZ     NEXTF1
                MOV     DPTR,#2011H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,HEXBUF+1
                XRL     A,HEXBUF+1
                JNZ     NEXTF1
                MOV     DPTR,#2012H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,HEXBUF+2
                XRL     A,HEXBUF+2
                JNZ     NEXTF1
                LJMP     YESS
NEXTF1:         MOV     DPTR,#2020H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,HEXBUF
                XRL     A,HEXBUF
                JNZ     NODATA
                MOV     DPTR,#2021H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,HEXBUF+1
                XRL     A,HEXBUF+1
                JNZ     NODATA
                MOV     DPTR,#2022H
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,HEXBUF+2
                XRL     A,HEXBUF+3
                JNZ     NODATA
                LJMP     YESS


NODATA:         LCALL    CLEAR
                MOV      DISBUF,#74H
                MOV      DISBUF+1,#3FH
                MOV      DISBUF+2,#00H
                MOV      DISBUF+3,#5EH
                MOV      DISBUF+4,#77H
                MOV      DISBUF+5,#78H
                LCALL    SCAND
                LJMP     MENU
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
YESS:       INC     DPTR
            INC     DPTR
            INC     DPTR
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     DISBUF,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     DISBUF+1,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     DISBUF+2,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     DISBUF+3,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     DISBUF+4,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     DISBUF+5,A
            MOV     R2,50
            LCALL   SCAND
            LCALL   CLEAR
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     DISBUF,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     DISBUF+1,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     DISBUF+2,A
            LCALL   SCAN
            LJMP    MENU

;***********MENU SET TIME AND DATE*******

MSET:       CLR     SCANBF
            LCALL   CLEAR

SETH:       MOV     R2,#76H
            LCALL   INH
            MOV     HEXBUF,A

            MOV     DPTR,#CONTL
            MOV     A,#10000000B
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#9FFBH
            MOV     A,HEXBUF
            MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SETM:       MOV     R2,#37H
            LCALL   INH

            MOV     HEXBUF+2,A

            MOV     DPTR,#9FFAH
            MOV     A,HEXBUF+2
            MOVX    @DPTR,A
SETDAT:     MOV     R2,#5EH
            LCALL   INH
            MOV     R1,A
            MOV     HEXBUF+3,A
            MOV     DPTR,#9FFDH
            MOV     A,HEXBUF+3
            MOVX    @DPTR,A

SETMOUNT:   MOV     R2,#0B7H
            LCALL   INH
            MOV     R1,A
            MOV     HEXBUF+4,A
            MOV     DPTR,#9FFEH
            MOV     A,HEXBUF+4
            MOVX    @DPTR,A

SETYEA:     MOV     R2,#6EH
            LCALL   INH
            MOV     R1,A
            MOV     HEXBUF+5,A
            MOV     DPTR,#9FFFH
            MOV     A,HEXBUF+5
            MOVX    @DPTR,A

            MOV     DPTR,#CONTL
            MOV     A,#00000000B
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   SHOWDATE
            LJMP    READ1


SHOWDATE:   LCALL CLEAR
            MOV   DPTR,#CONTL
            MOV   A,#01000000
            MOVX  @DPTR,A
            MOV   DPTR,#DATE
            MOVX  A,@DPTR
            MOV   R1,A
            LCALL BTOD
            MOV   HEXBUF,A

            MOV   DPTR,#MONTH
            MOVX  A,@DPTR
            MOV   R1,A
            LCALL BTOD
            MOV   HEXBUF+1,A

            MOV   DPTR,#YEAR
            MOVX  A,@DPTR
            MOV   R1,A
            LCALL BTOD
            MOV   HEXBUF+2,A
            LCALL HTOS
            MOV   DPTR,#CONTL
            MOV   A,#00000000B
            MOVX  @DPTR,A
            MOV   R2,#200H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL SCAND
                RET



MPRINT:         LCALL ENDVEC


BTOD:           MOV  R0,11110000B
                ANL  A,R0
                MOV  R0,A
                CJNE R0,#00H,CHK1
                LJMP BTD0
CHK1:           CJNE R0,#00010000B,CHK2
                LJMP BTD1
CHK2:           CJNE R0,#00100000B,CHK3
                LJMP BTD2
CHK3:           CJNE R0,#00110000B,CHK4
                LJMP BTD3
CHK4:           CJNE R0,#01000000B,CHK5
                LJMP BTD4
CHK5:           CJNE R0,#01010000B,CHK6
                LJMP BTD5
CHK6:           CJNE R0,#01100000B,CHK7
                LJMP BTD6
CHK7:           CJNE R0,#01110000B,CHK8
                LJMP BTD7
CHK8:           CJNE R0,#10000000B,CHK9
                LJMP BTD8
CHK9:           CJNE R0,#10010000B,ERR
                LJMP BTD9
ENDCK:          RET


BTD0:           MOV  A,R1
                ADD  A,#00H
                LJMP ENDCK

BTD1:           MOV  A,R1
                SUBB A,#00000110B
                LJMP ENDCK
BTD2:           MOV  A,R1
                SUBB A,#00001100B
                LJMP ENDCK
BTD3:           MOV  A,R1
                SUBB A,#00010010B
                LJMP ENDCK
BTD4:           MOV  A,R1
                SUBB A,#00011000B
                LJMP ENDCK
BTD5:           MOV  A,R1
                SUBB A,#00011110B
                LJMP ENDCK
BTD6:           MOV  A,R1
                SUBB A,#00100100B
                LJMP ENDCK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BTD7:       MOV   A,R1
            SUBB  A,#00101010B
            LJMP  ENDCK
BTD8:       MOV   A,R1
            SUBB  A,#00110000B
            LJMP   ENDCK
BTD9:       MOV    A,R1
            SUBB   A,#00110110B
            LJMP   ENDCK
ERR:        LCALL  UBEEP
            LJMP   ENDVEC


GETKEY:     SETB    SCANBF
            LCALL   SCAN
CKA:        CJNE    A,#1BH,CKB
            LJMP    DISA
CKB:        CJNE    A,#0CH,CKC
            LJMP    DISB
CKC:        CJNE    A,#0DH,CKD
            LJMP    DISC
CKD:        CJNE    A,#0EH,CKE
            LJMP    DISD
CKE:        CJNE    A,#0FH,CKF
            LJMP    DISE
CKF:        CJNE    A,#18H,CKG
            LJMP    DISF
CKG:        CJNE    A,#19H,CKH
            LJMP    DISG
CKH:        CJNE    A,#08H,CKI
            LJMP    DISH
CKI:        CJNE    A,#09H,CKJ
            LJMP    DISI
CKJ:        CJNE    A,#0AH,CKK
            LJMP    DISJ
CKK:        CJNE    A,#0BH,CKL
            LJMP    DISK
CKL:        CJNE    A,#16H,CKM
            LJMP    DISL
CKM:        CJNE    A,#17H,CKN
            LJMP    DISM
CKN:        CJNE    A,#04H,CKO
            LJMP    DISN
CKO:        CJNE    A,#05H,CKP
            LJMP    DISO
CKP:        CJNE    A,#06H,CKQ
            LJMP    DISP
CKQ:        CJNE    A,#07H,CKR
            LJMP    DISQ
CKR:        CJNE    A,#14H,CKS
            LJMP    DISR
CKS:        CJNE    A,#15H,CKT
            LJMP    DISS
CKT:        CJNE    A,#00H,CKU
            LJMP    DIST
CKU:        CJNE    A,#01H,CKV
            LJMP    DISU
CKV:        CJNE    A,#02H,CKY
            LJMP    DISV
CKY:        CJNE    A,#03H,CKSP
            LJMP    DISY
CKSP:       CJNE    A,#10H,ENDCCC
            LJMP    DISSP
ENDCCC:     RET

DISA:       MOV     A,#77H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LJMP    ENDCCC
DISB:           MOV     A,#7FH
                LJMP    ENDCCC
DISC:           MOV     A,#39H
                LJMP    ENDCCC
DISD:           MOV     A,#5EH
                LJMP    ENDCCC
DISE:           MOV     A,#79H
                LJMP    ENDCCC
DISF:           MOV     A,#71H
                LJMP    ENDCCC
DISG:           MOV     A,#7DH
                LJMP    ENDCCC
DISH:           MOV     A,#76H
                LJMP    ENDCCC
DISI:           MOV     A,#30H
                LJMP    ENDCCC
DISJ:           MOV     A,#0EH
                LJMP    ENDCCC
DISK:           MOV     A,#36H
                LJMP    ENDCCC
DISL:           MOV     A,#38H
                LJMP    ENDCCC
DISM:           MOV     A,#37H
                LJMP    ENDCCC
DISN:           MOV     A,#74H
                LJMP    ENDCCC
DISO:           MOV     A,#3FH
                LJMP    ENDCCC
DISP:           MOV     A,#73H
                LJMP    ENDCCC
DISQ:           MOV     A,#6FH
                LJMP    ENDCCC
DISR:           MOV     A,#70H
                LJMP    ENDCCC
DISS:           MOV     A,#6DH
                LJMP    ENDCCC
DIST:           MOV     A,#78H
                LJMP    ENDCCC
DISU:           MOV     A,#0BEH
                LJMP    ENDCCC
DISV:           MOV     A,#3EH
                LJMP    ENDCCC
DISY:           MOV     A,#6EH
                LJMP    ENDCCC
DISSP:          MOV     A,#00H
                LJMP    ENDCCC

GETKEYT:        SETB    SCANBF
                LCALL   SCAN
CK0:            CJNE    A,#00H,CK1
                LJMP    DIS0
CK1:            CJNE    A,#01H,CK2
                LJMP    DIS1
CK2:            CJNE    A,#02H,CK3
                LJMP    DIS2
CK3:            CJNE    A,#03H,CK4
                LJMP    DIS3
CK4:            CJNE    A,#04H,CK5
                LJMP    DIS4
CK5:            CJNE    A,#05H,CK6
                LJMP    DIS5
CK6:            CJNE    A,#06H,CK7
                LJMP    DIS6
CK7:            CJNE    A,#07H,CK8
                LJMP    DIS7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CK8:        CJNE    A,#08H,CK9
            LJMP    DIS8
CK9:        CJNE    A,#09H,CKSP1
            LJMP    DIS9
CKSP1:      CJNE    A,#10H,ENDD
            LJMP    DISSP1
ENDD:       RET

DIS0:       MOV     A,#0BFH
            LJMP    ENDD
DIS1:       MOV     A,#0B0H
            LJMP    ENDD
DIS2:       MOV     A,#0DBH
            LJMP    ENDD
DIS3:       MOV     A,#0CFH
            LJMP    ENDD
DIS4:       MOV     A,#0E6H
            LJMP    ENDD
DIS5:       MOV     A,#0EDH
            LJMP    ENDD
DIS6:       MOV     A,#0FDH
            LJMP    ENDD
DIS7:       MOV     A,#87H
            LJMP    ENDD
DIS8:       MOV     A,#0FFH
            LJMP    ENDD
DIS9:       MOV     A,#0EFH
            LJMP    ENDD
DISSP1:     MOV     A,#00H
            LJMP    ENDD


SSONG:      DB      25H,02H,0CH,02H,0EH,02H
            DB      11H,04H,11H,04H,11H,04H
            DB      15H,02H,18H,02H
            DB      1AH,04H,18H,04H,15H,04H
            DB      11H,02H,15H,02H
            DB      13H,04H,11H,04H,0EH,04H
            DB      0CH,02H,0EH,02H
            DB      11H,04H,11H,04H,11H,04H
            DB      25H,02H
            DB      0FFH


TELE:   PUSH ACC
        PUSH DPH
        PUSH DPL
        MOV A,#01000000B        ;SWITCH RELAY1 ON
        MOV DPTR,#PORTB
        MOVX @DPTR,A
        SETB SCANBF
        LCALL HOOKD

CLR1:   MOV R0,#10H
        MOV R1,#31H
CLR2:   MOV @R1,#20H
        INC R1
        DJNZ R0,CLR2

DIGIN:  LCALL CKSTD             ;READ TEL. KEY
        LCALL MEMIN1
        MOV R1,#32H
DIGIN1: LCALL CKSTD1
        LCALL MEMIN2
        JMP DIGIN1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CKTONE: MOV R2,#1                ;DELAY 0.1 SEC
        LCALL DTSEC
        LCALL CKHOOK
        MOV DPTR,#PORTC
        MOVX A,@DPTR             ;READ TONE DETECTER BIT
        JNB 0E5H,CKTONE

TONE1:  MOV R2,#1
        LCALL DTSEC
        LCALL CKHOOK
        MOV DPTR,#PORTC
        MOVX A,@DPTR
        JB 0E5H,TONE1            ;BEGIN OF 0

        MOV R7,#10               ;SAMPLE AT 10 TIMES
TONE2:  MOV R2,#1                ;DELAY 0.1 SEC
        LCALL DTSEC
        MOV R0,#40H
        MOV DPTR,#PORTC
        MOVX A,@DPTR
        LCALL CKHOOK
        ANL A,#00100000B
        RL A
        RL A
        RL A
        MOV @R0,A
        INC R0
        DJNZ R7,TONE2

        MOV R1,#40H              ;40H-4AH FOR STORE SAMPLE BIT
        MOV R7,#10
        MOV A,#00H

SUM:    ADD A,@R1
        INC R1
        DJNZ R7,SUM
        CJNE A,#04H,CKTONE       ;FOR 0 MORE THAN 6 TIMES TO RING BACK TONE
        JC RGBK                  ;FOR 0 LESS THAN 4 TIMES TO BUSY TONE

BUSY:   LCALL  CLEAR             ;DISPLAY BUSY
        MOV    DISBUF+1,#7FH
        MOV    DISBUF+2,#3EH
        MOV    DISBUF+3,#6DH
        MOV    DISBUF+4,#6EH
        MOV    R2,#200
        LCALL  SCAND
BUSY1:  LCALL CKHOOK             ;WAIT FOR HOOK OFF
        JMP BUSY1

RGBK:   LCALL RGBKD
RGBK1:  LCALL CKHOOK
        MOV R2,#10               ;DELAY 1 SEC
        LCALL DTSEC
        MOV DPTR,#PORTC
        MOVX A,@DPTR
        JB 0E5H,RGBK1
        MOV R2,#10
        LCALL DTSEC
        MOV DPTR,#PORTC
        MOVX A,@DPTR
        JB 0E5H,RGBK1

TIMEIN: LCALL COUNT              ;RECORD TIME
        LCALL RECIV              ;DISPLAY RECIEV

CKMEM:  MOV DPTR,#4000H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX A,@DPTR
        INC A                       ;NUMBERS OF RECORD
        MOVX @DPTR,A                ;INCREASE REC.NO.
        MOV R2,#16                  ;SIZE OF RECORD
        MOV DPTR,#4001H             ;BEGIN TABLE
        LCALL TABLE                 ;FIND START RECORD AT DPTR

        MOV R0,#31H
        MOV R1,#13
REC1:   MOV A,@R0
        INC R0
        MOVX @DPTR,A
        INC DPTR
        DJNZ R1,REC1

EDD:    MOV DPTR,#PORTC             ;FIND ENDED TIME
        MOVX A,@DPTR
        JNB 0E6H,EDD

        LCALL COUNT
        MOV DPTR,#4000H
        MOVX A,@DPTR
        MOV R2,16
        MOV DPTR,#400EH
        LCALL TABLE
        MOV R0,#3BH
        MOV R1,#3
REC2:   MOV A,@R0
        INC R0
        MOVX @DPTR,A
        INC DPTR
        DJNZ R1,REC2
        LCALL CKHOOK

COUNT:  LCALL CLEAR                 ;RECORD DATE/TIME
        MOV   DPTR,#CONTL
        MOV   A,#01000000
        MOVX  @DPTR,A

        MOV   DPTR,#HOUR
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R1,A
        LCALL BTOD
        MOV   HEXBUF,A
        MOV   3BH,A

        MOV   DPTR,#MIN
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R1,A
        LCALL BTOD
        MOV   HEXBUF+1,A
        MOV   3CH,A

        MOV   DPTR,#SECRTC
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R1,A
        LCALL BTOD
        MOV   HEXBUF+2,A
        MOV   3DH,A

        LCALL HTOS
        MOV   DPTR,#CONTL
        MOV   A,#00000000B
        MOVX  @DPTR,A
        MOV   R2,#200
        LCALL SCAND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RECIV:  LCALL  CLEAR            ;DISPLAY RECIEV
        MOV    DISBUF,#70H
        MOV    DISBUF+1,#79H
        MOV    DISBUF+2,#39H
        MOV    DISBUF+3,#30H
        MOV    DISBUF+4,#79H
        MOV    DISBUF+5,#3EH
        MOV    R2,#200
        LCALL  SCAND
        RET

RGBKD:  LCALL  CLEAR            ;DISPLAY WAIT
        MOV    DISBUF+1,#0BEH
        MOV    DISBUF+2,#77H
        MOV    DISBUF+3,#30H
        MOV    DISBUF+4,#78H
        MOV    R2,#200
        LCALL  SCAND
        RET

HOOKD:  LCALL  CLEAR            ;DISPLAY HOOKON
        MOV    DISBUF,#76H
        MOV    DISBUF+1,#3FH
        MOV    DISBUF+2,#3FH
        MOV    DISBUF+3,#36H
        MOV    DISBUF+4,#3FH
        MOV    DISBUF+5,#74H
        MOV    R2,#200
        LCALL  SCAND
        RET

MEMIN1: MOV R0,#31H
        MOV @R0,A
        RET
MEMIN2: MOV @R1,A
        INC R1
        RET

CKSTD:  LCALL CKHOOK
        MOV A,#01111111B        ;SET 0 TO TOE AND WAIT DIGIT
        MOV DPTR,#PORTA
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC         ;READ D STATUS
        MOVX A,@DPTR
        JNB 0E4H,CKSTD          ;WAIT FOR Q=1 (PUSH NUMBER)
        MOV A,#0FFH             ;SEND 1 TO ENABLE TOE AND READ DI
        MOV DPTR,#PORTA
        MOVX @DPTR,A

DIGIT:  MOV DPTR,#PORTC         ;READ DIGIT IN
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,0FH               ;LOW BYTE STORE DIGIT
        RET

CKSTD1: MOV R6,#50              ;FOR COUNT 5 SEC
CKSTD2: LCALL CKHOOK
        MOV A,#01111111B        ;SET 0 TO TOE AND WAIT DIGIT
        MOV DPTR,#PORTA
        MOVX @DPTR,A
        MOV R2,#1               ;DELAY 0.1 SEC
        LCALL DTSEC
        DEC R6
        MOV A,R6
        JZ OPTNO                ;5 SECOND THEN SEND TO CHECK TONE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV DPTR,#PORTC         ;READ D STATUS
        MOVX A,@DPTR
        JNB 0E4H,CKSTD2         ;WAIT FOR Q=1 (PUSH NUMBER)
        MOV A,#0FFH             ;SEND 1 TO ENABLE TOE AND READ DIGI
        MOV DPTR,#PORTA
        MOVX @DPTR,A

DIGIT0: MOV DPTR,#PORTC         ;READ DIGIT IN
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,0FH               ;LOW BYTE STORE DIGIT
        RET

CKHOOK: JB P3.2,HKOFF
        RET

HKOFF:  MOV A,#00H              ;SWITCH RELAY1 AND RELAY2 OFF
        MOV DPTR,#PORTB
        MOVX @DPTR,A

        POP DPL
        POP DPH
        POP ACC

        LJMP INTR

        RETI

        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

1. SINGLE BOARD MICROCONTROLLER JAZZ - 31

ในโครงงานนี้ได้มีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำหน้าที่เป็นเป็นหน่วยประมวลผล และมีการเชื่อมต่อตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับหน่วยความจำ (RAM,EPROM),พอร์ทอินพุท เอาท์พุท (8255), อุปกรณ์แสดงผล ทั้งทางจอแอซีดี (LCD DOT MATRIX) และ ทางเครื่องพิมพ์ (PRINTER)

JAZZ - 31 SINGLE BOARD MICROCONTROLLER เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้เพื่อการพัฒนางานทางด้านอิเลคทรอนิคส์ และการเรียนรู้งานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ และขณะเดียวกันก็สามารถประยุกต์เพื่อไปใช้กับงานจริงได้ ทั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้เลือกที่จะใช้งานบอร์ดนี้เนื่องจาก JAZZ - 31 มีโครงสร้างทาง HARDWARE ที่เหมาะสม และมีอุปกรณ์ตรงกับความต้องการของโครงงาน โดยส่วนประกอบต่าง ๆ ของบอร์ดมีดังต่อไปนี้

CPU	เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C31 ขนาด 40 ขา ซึ่งเป็นหัวใจหลักของโครงงานทั้งหมด
MEMORY	คือส่วนที่เป็นหน่วยความจำ ประกอบด้วย 3 SOCKET คือ U2 U3 U4 สามารถเลือกเบอร์ต่าง ๆ ได้ด้วย JUMPER บนบอร์ด และมีการจัดตำแหน่งต่าง ๆดังนี้ U2 คือ ส่วนที่เป็น PROGRAM MEMMORY 0000H - 7FFFH (ปกติจะเป็น MONITOR ของบอร์ด) U3 คือ ส่วนที่เป็น DATA MEMORY 0000H - 7FFFH ของบอร์ด U4 คือ ส่วนที่เป็น PROGRAM และ DATA MEMORY สำหรับ USER ใช้เพื่อพัฒนาโปรแกรม การจัดหน่วยความจำต่าง ๆ สามารถดูได้จาก MEMORY MAP ในรูปที่ 1- ก
BACKUP	คือระบบไฟสำรองเพื่อการเก็บข้อมูลในหน่วยความจำ RAM โดยจะใช้ BATTERY LITHIUM ขนาดเล็กใส่อยู่ใต้บอร์ด ระบบ BACKUP จะกินกระแสไฟน้อยมาก และสามารถเก็บข้อมูลได้นานถึง 3 ปี
SUPPLY	คือภาคจ่ายไฟของบอร์ด มีทั้งแบบ 9 VDC และ 5 VDC
KEYBOARD	ประกอบด้วย 28 คีย์บนแผงคีย์ และอีก 2 คีย์ ทางด้าน HARDWARE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

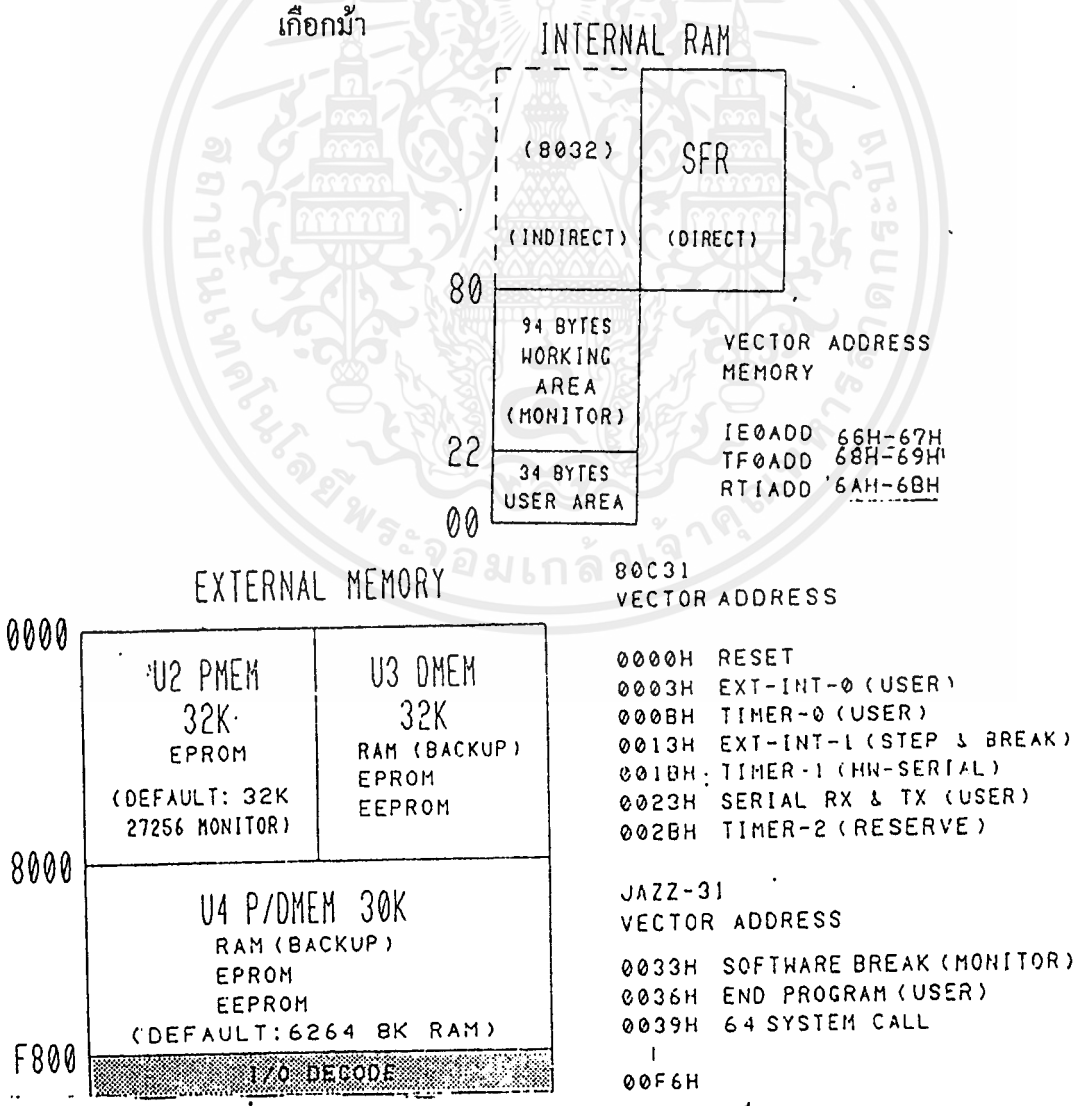
(RESET และ BREAK) คีย์เหล่านี้ใช้เพื่อการป้อนข้อมูลต่าง ๆ คีย์ทั้ง 28 คีย์ จะต่อเข้าโดยตรงกับ 8255 PORT ส่วนคีย์ RESET จะต่อเข้ากับระบบ RESET ของ 80C31 ส่วนคีย์BREAK จะต่อเข้ากับขา INT1 ของ 80C31

USER PORT คือ PORT ขนาด 26 PIN ที่ต่อจาก 8255 ที่กันไว้สำหรับผู้ใช้โดยตรงเพื่อการขยายระบบ โดย USEP PORT นี้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างอิสระ

PORT 1 คือ PORT 16 PIN ที่ต่อโดยตรงจาก PORT 1 ของ 80C31 สำหรับการใช้งานอิสระ

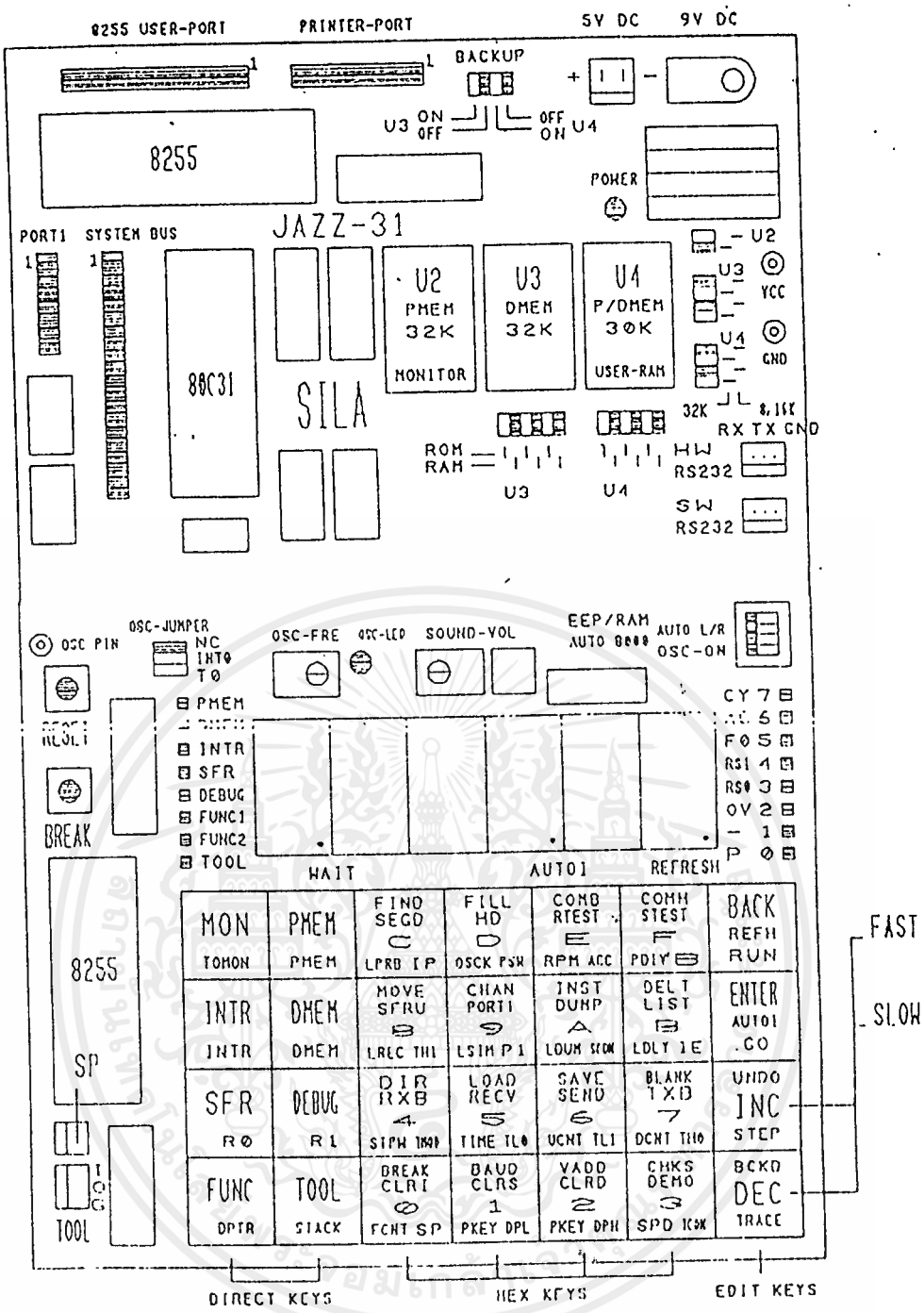
PRINTER PORT คือ PORT การสื่อสารแบบขนานจะใช้ขั้วต่อแบบ 20 PIN สำหรับต่อกับเครื่องพิมพ์ทั่วไป

SOUND คือระบบเสียงของบอร์ด มีการต่อลำโพงอยู่ใต้บอร์ดทำงานด้วยการสังเคราะห์จากโปรแกรมและสามารถปรับความดังได้ที่ VOLUMN แบบเกือกม้า



รูปที่ 1-ก แสดงการจัด MEMORY MAP บนบอร์ด JAZZ - 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-ก แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ บนบอร์ด JAZZ - 31

การใช้งาน SYSTEM CALL

JAZZ - 31 มีโปรแกรม SUBROUTINE ที่ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ถึง 64 โปรแกรมโดยจะเกี่ยวข้องกับเรื่อง UTILITY ต่าง ๆ การเข้าถึงอุปกรณ์อินพุท เอาท์พุทบนบอร์ดการคำนวน การแปลงลักษณะข้อมูล โดยการเรียก SYSTEM CALL จะกระทำได้โดยใช้ คำสั่ง LCALL ซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมี ADDRESS เป็นของตัวเอง SYSTEM CALL แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ คือ

1. กลุ่ม UTILITY 8 โปรแกรมตั้งแต่ 0039H -004EH
2. กลุ่ม CALCULATION 22 โปรมแกรมตั้งแต่ 0051H - 0090H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กลุ่ม INPUT/OUTPUT 27 โปรมแกรมตั้งแต่ 0093H - 00EIH

4. กลุ่ม CONVERSION 7 โปรมแกรมตั้งแต่ 00E4H - 00F6H

ตัวอย่าง SYSTEM CALL ที่ใช้ในโครงงานนี้ เช่น

DMSEC (DELAY 1/1000 SECOND) สำหรับการหน่วงเวลาในระดับMILSEC

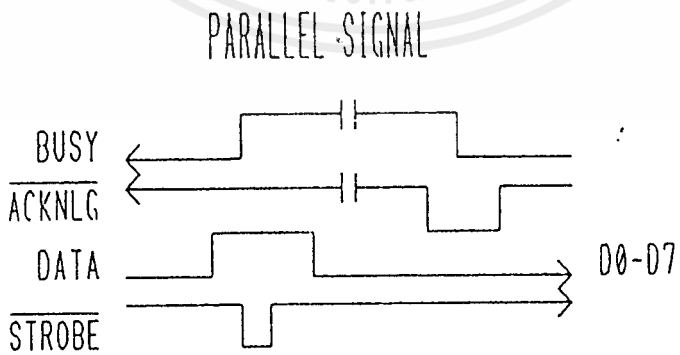
DPADD (DPTR = DPTR+R2,R3) สำหรับการบวกค่า DPTR ด้วย R2,R3

SCAND (SCAN DISPLAY) สำหรับการนำค่าข้อมูลใน DISPLAY จำนวน 8 ไบต์ ไปแสดงบนหน่วยประมวลผล

PBLOCK (PRINT BLOCK) สำหรับการส่งข้อมูลเป็นบล๊อกออกทางเครื่องพิมพ์

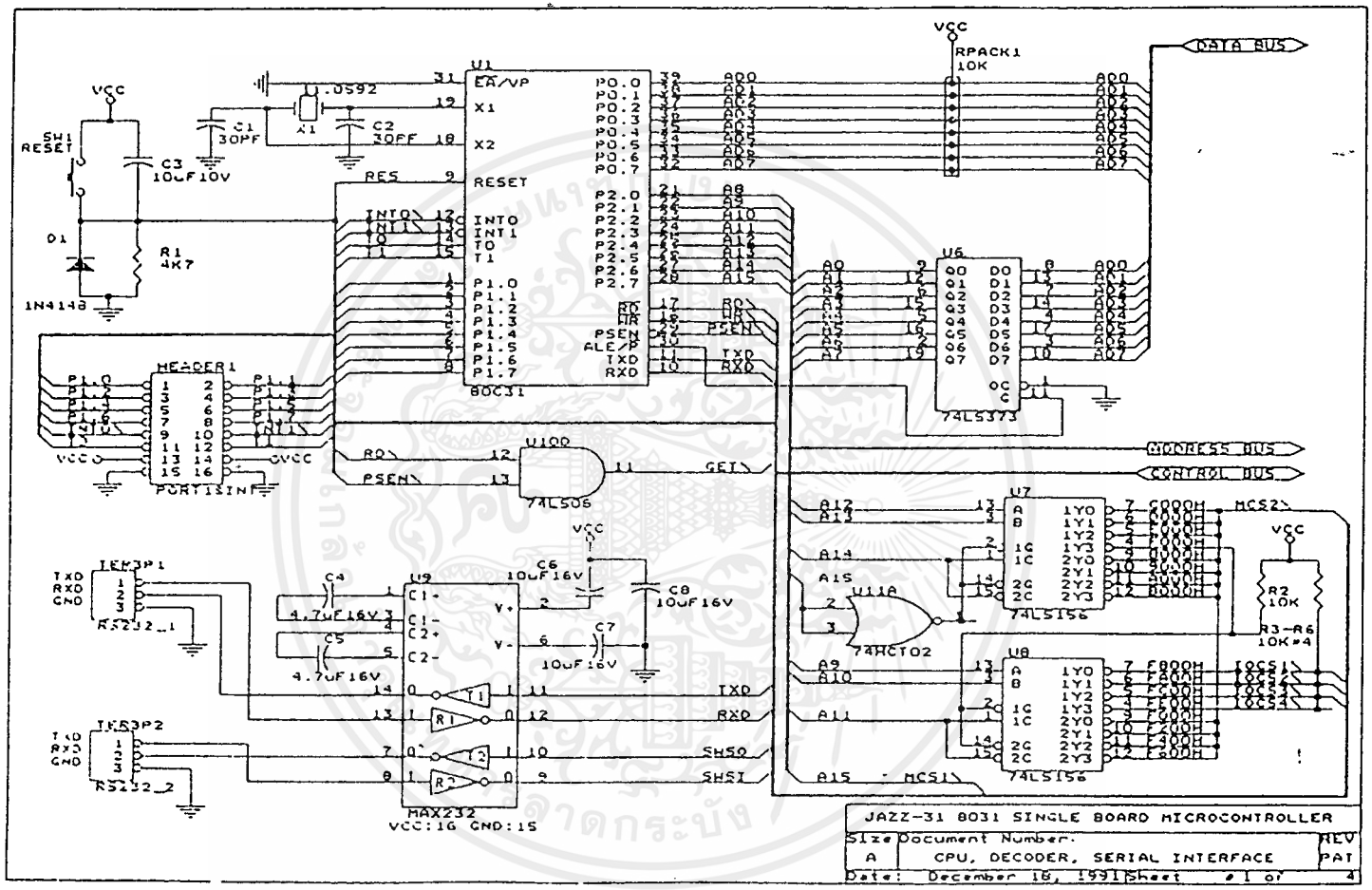
1A	1B	C	D	E	F	13
18	19	8	9	A	B	12
16	17	4	5	6	7	11
14	15	0	1	2	3	10

รูปที่ 3-ก แสดงรหัส KEY CODE ที่ได้จากการกด KEY BOARD ของ JAZZ-31

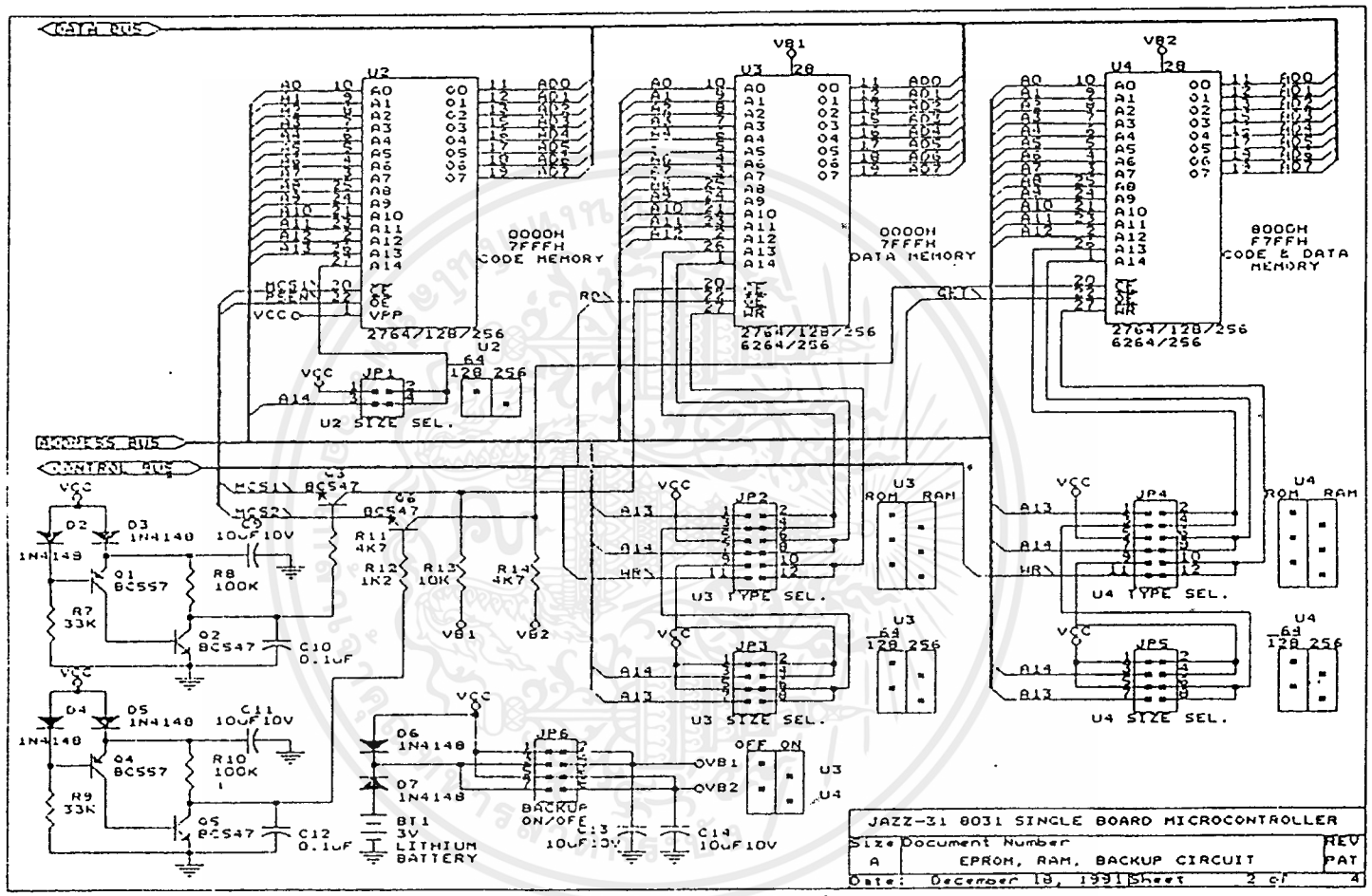


รูปที่ 4-ก แสดงสัญญาณของการสื่อสารแบบขนาน (เครื่องพิมพ์)

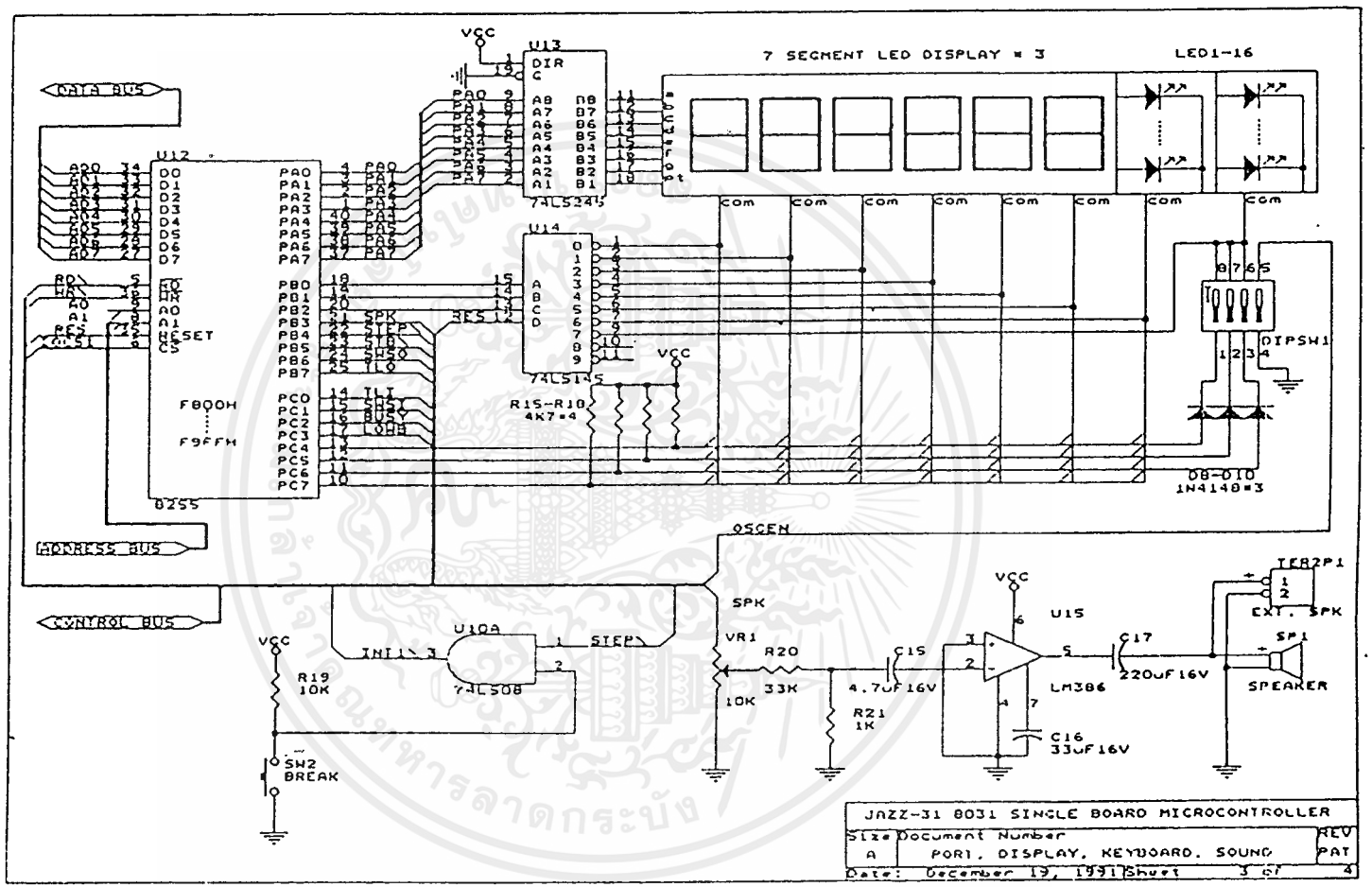
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



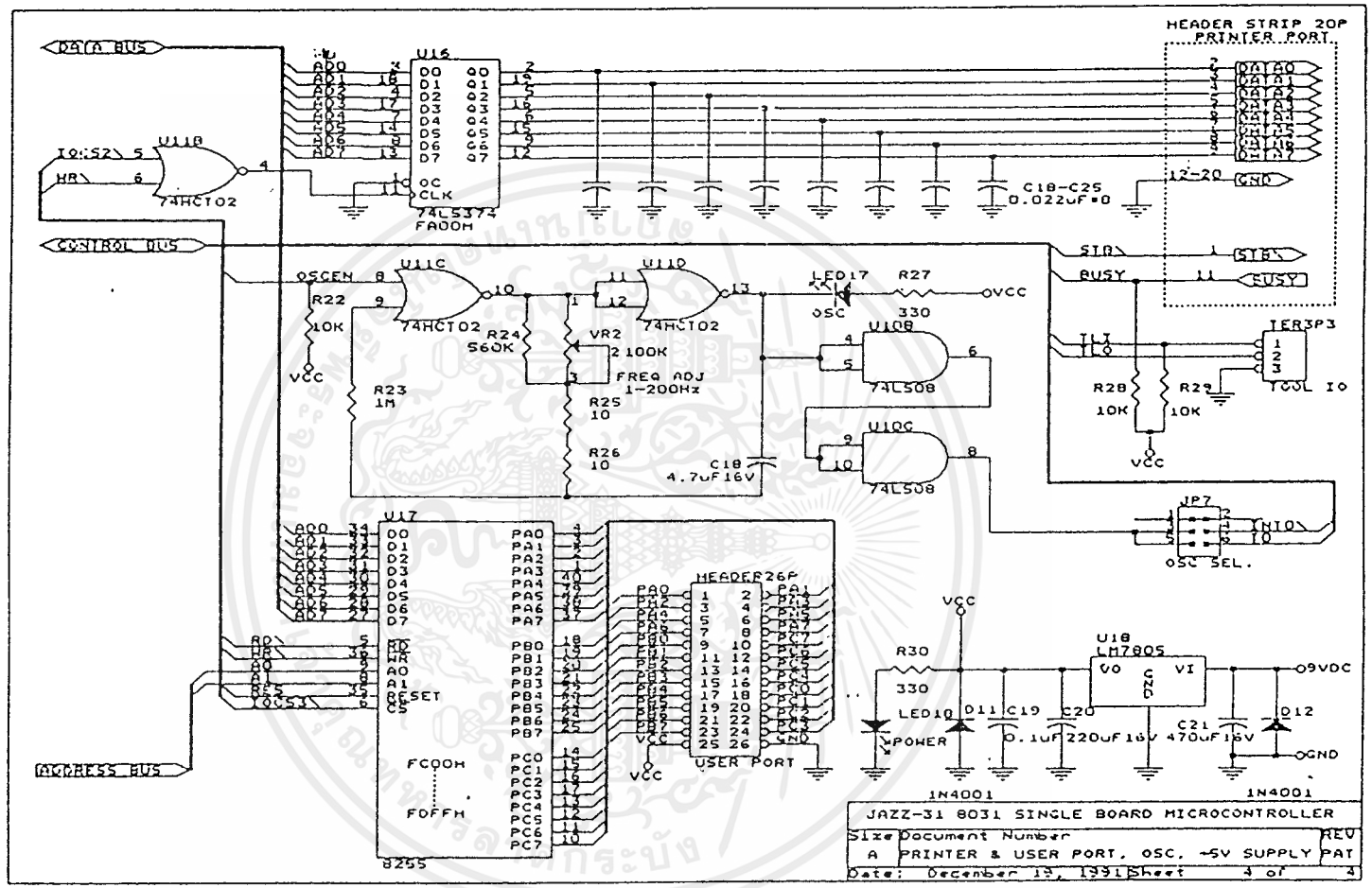
รูปที่ 5-ก แสดงการ INTERFACE ของ CPU และ DECODER บนบอร์ด



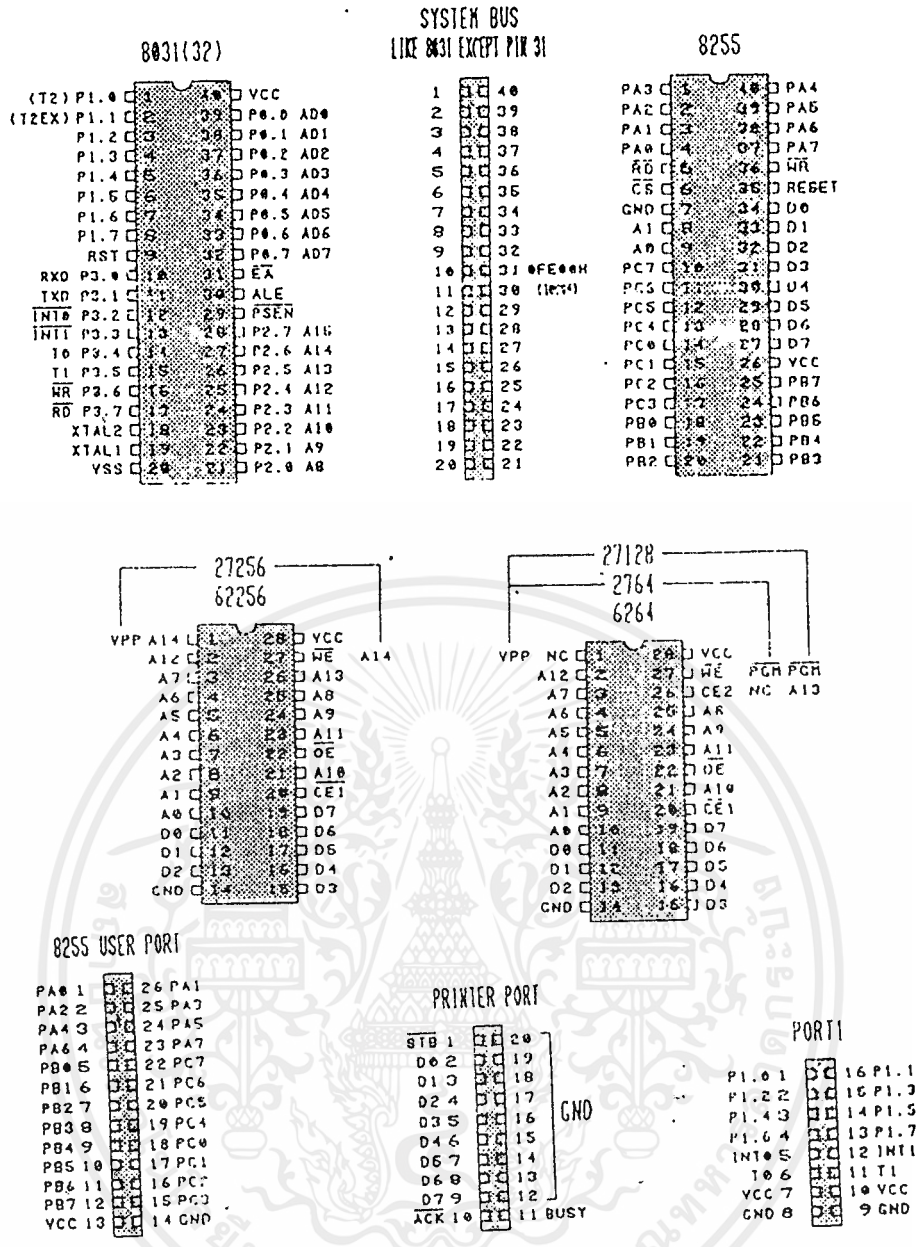
รูปที่ 6-ก แสดง EPROM,RAM,BACKUP CIRCUIT



รูปที่ 7-ก แสดง PORT.DISPLAY,KEYBOARD และ SOUND

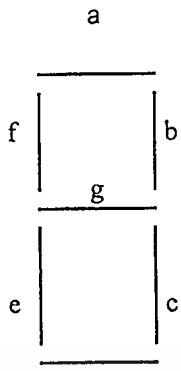


รูปที่ 8-ก แสดง PRINTER & USER PORT



รูปที่ 9-ก แสดงรายละเอียดของสัญญาณบนคอนเนคเตอร์ต่างๆบนบอร์ด JAZZ-31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Segment	bit
a	0
b	1
c	2
d	3
e	4
f	5
g	6
p	7

รูปที่ 10 แสดงตาราง seven segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

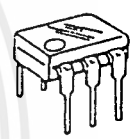
6-Pin DIP Optoisolators
Transistor Output

4N35
4N36
4N37

6-PIN DIP
OPTOISOLATORS
TRANSISTOR
OUTPUT

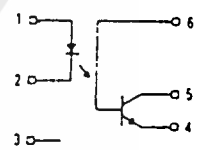
These devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Convenient Plastic Dual-In-Line Package
- High Current Transfer Ratio — 100% Minimum at Spec Conditions
- Guaranteed Switching Speeds
- High Input-Output Isolation Guaranteed — 7500 Volts Peak
- UL Recognized. File Number E54915
- VDE approved per standard 0883/6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380/VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE0110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204/VDE0113, VDE0160, VDE0832, VDE0833, etc.
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.



CASE 730A-02
PLASTIC

SCHEMATIC



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

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

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V_R	6	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
LED Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Output Detector Derate above 25°C	P_D	120 1.41	mW mW/°C
OUTPUT TRANSISTOR			
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	Volts
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	7	Volts
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I_C	150	mA
Detector Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Input LED Derate above 25°C	P_D	150 1.76	mW mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Source Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	250 2.94	mW mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	− 55 to + 100	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	− 55 to + 150	°C
Soldering Temperature (10 seconds, 1 16" from case)	—	260	°C

(1) Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating.
For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1-ข แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับขา และคุณสมบัติต่าง ๆ ของ IC 4N35

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

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED						
Forward Voltage (I_F = 10 mA)	T_A = 25°C T_A = −55°C T_A = 100°C	V_F	0.8 0.9 0.7	1.15 1.3 1.05	1.5 1.7 1.4	V
Reverse Leakage Current (V_R = 6 V)		I_R	—	—	10	μA
Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_J	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR						
Collector-Emitter Dark Current (V_{CE} = 10 V, T_A = 25°C) (V_{CE} = 30 V, T_A = 100°C)		I_{CEO}	— —	1 —	50 500	nA μA
Collector-Base Dark Current (V_{CB} = 10 V)	T_A = 25°C T_A = 100°C	I_{CBO}	— —	0.2 100	20 —	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I_C = 1 mA)		$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	V
Collector-Base Breakdown Voltage (I_C = 100 μA)		$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	V
Emitter-Base Breakdown Voltage (I_E = 100 μA)		$V_{(BR)EBO}$	7	7.8	—	V
DC Current Gain (I_C = 2 mA, V_{CE} = 5 V)		h_{FE}	—	400	—	—
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V_{CE} = 0)		C_{CE}	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{CB} = 0)		C_{CB}	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{EB} = 0)		C_{EB}	—	9	—	pF
COUPLED						
Output Collector Current (I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)	T_A = 25°C T_A = −55°C T_A = 100°C	I_C	10 4 4	30 — —	— — —	mA
Collector-Emitter Saturation Voltage (I_C = 0.5 mA, I_F = 10 mA)		$V_{CE(sat)}$	—	0.14	0.3	V
Turn-On Time	(I_C = 2 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω, Figure 11)	t_{on}	—	7.5	10	μs
Turn-Off Time		t_{off}	—	5.7	10	
Rise Time		t_r	—	3.2	—	
Fall Time		t_f	—	4.7	—	
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec)		V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Current (V_{I-O} = 3550 Vpk) (V_{I-O} = 2500 Vpk) (V_{I-O} = 1500 Vpk)	4N35 4N36 4N37	I_{ISO}	— — —	— — 8	100 100 100	μA
Isolation Resistance (V = 500 V)		R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_{ISO}	—	0.2	2	pF

TYPICAL CHARACTERISTICS

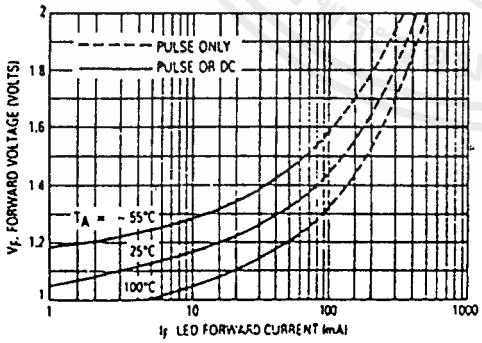


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

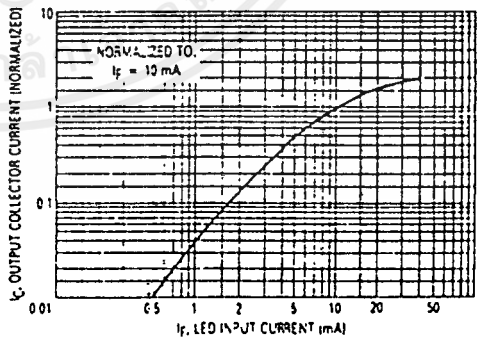


Figure 2. Output Current versus Input Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

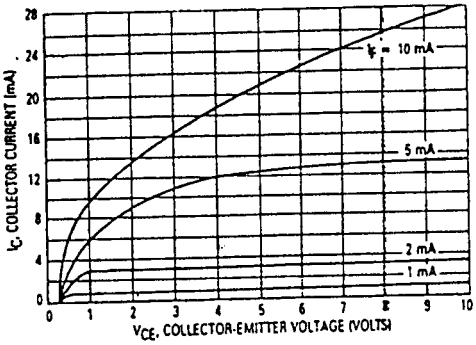


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

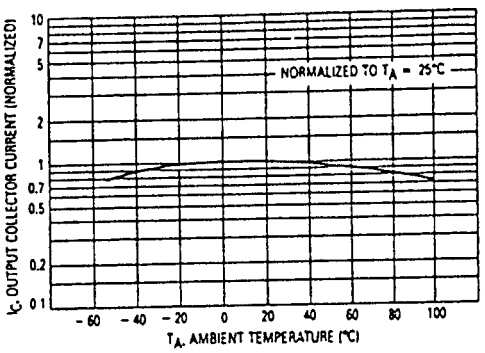


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

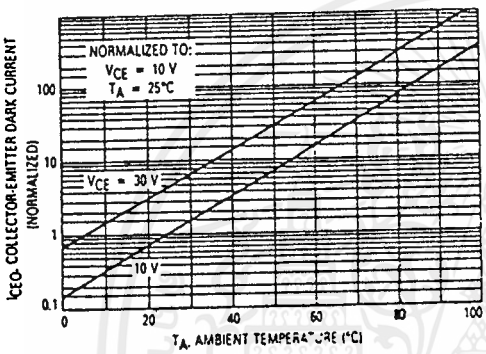


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

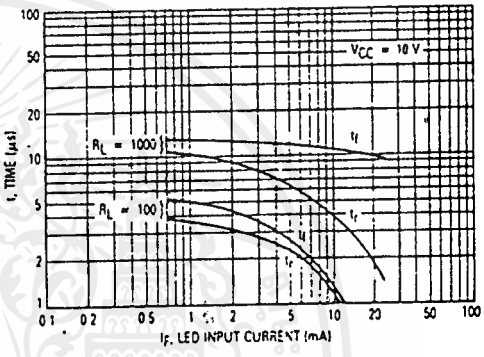


Figure 6. Rise and Fall Times

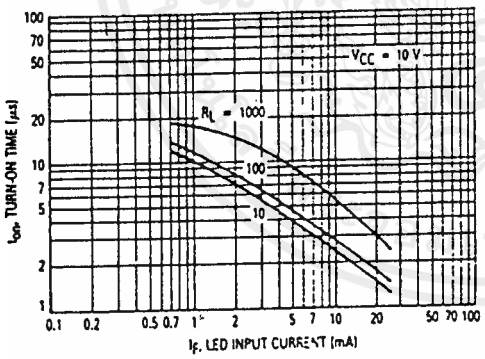


Figure 7. Turn-On Switching Times

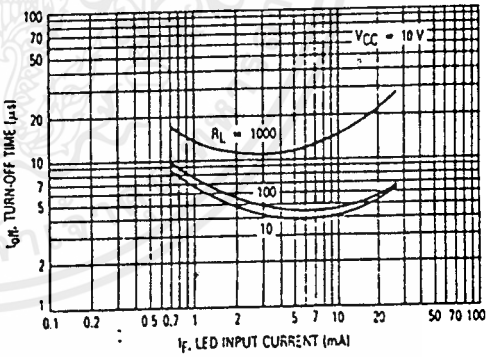


Figure 8. Turn-Off Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

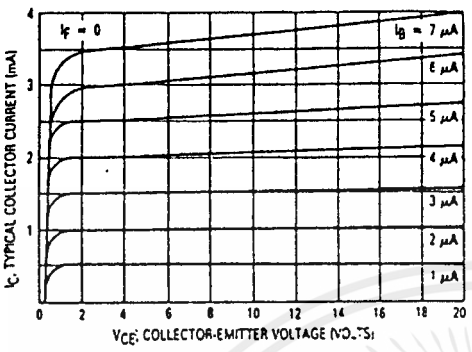


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

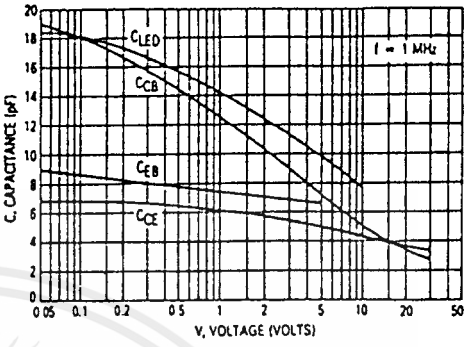


Figure 10. Capacitances versus Voltage

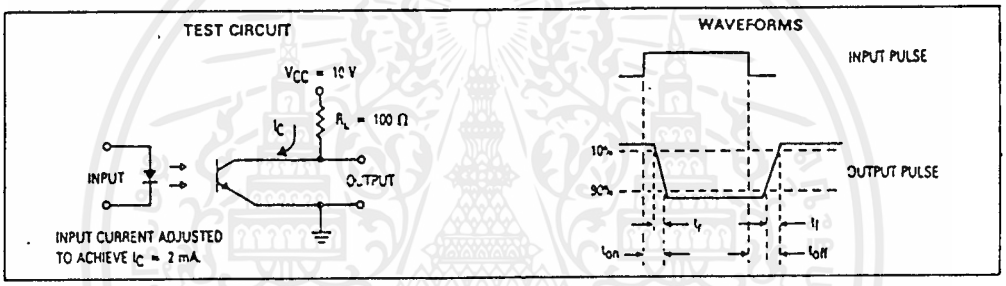
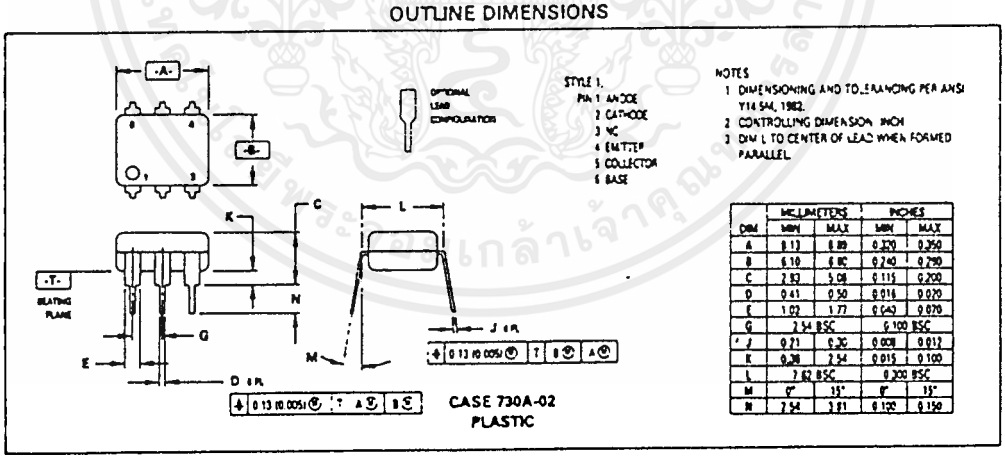


Figure 11. Switching Times

OUTLINE DIMENSIONS



DIM	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	INCHES MIN	INCHES MAX
A	8.13	8.89	0.320	0.350
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	2.92	5.08	0.115	0.200
D	0.41	0.50	0.016	0.020
E	1.02	1.77	0.040	0.070
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
J	0.21	0.30	0.008	0.012
K	2.80	3.54	0.015	0.100
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	2.54	3.81	0.100	0.150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

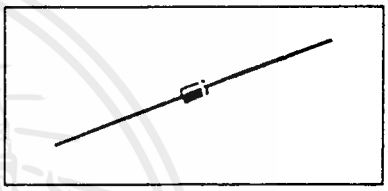
1N4001 thru 1N4007

GENERAL-PURPOSE RECTIFIERS

. . . subminiature size, axial lead mounted rectifiers for general-purpose low-power applications.

LEAD MOUNTED SILICON RECTIFIERS

50-1000 VOLTS
DIFFUSED JUNCTION



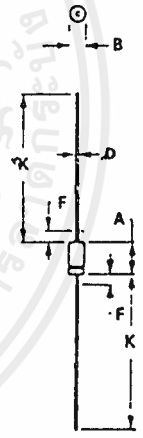
*MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Non-Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	V_{RSM}	60	120	240	480	720	1000	1200	Volts
RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	Volts
Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, see Figure 8, T_A = 75°C)	I_O	1.0							Amp
Non-Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions, see Figure 7)	I_{FSM}	30 (for 1 cycle)							Amp
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-65 to +175							°C

*ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Characteristic and Conditions	Symbol	Typ	Max	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop (i_F = 1.0 Amp, T_J = 25°C) Figure 1	v_F	0.93	1.1	Volts
Maximum Full-Cycle Average Forward Voltage Drop (I_O = 1.0 Amp, T_L = 75°C, 1 inch leads)	$V_{F(AV)}$	–	0.8	Volts
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) T_J = 25°C T_J = 100°C	I_R	0.05 1.0	10 50	μA
Maximum Full-Cycle Average Reverse Current (I_O = 1.0 Amp, T_L = 75°C, 1 inch leads	$I_{R(AV)}$	–	30	μA

*Indicates JEDEC Registered Data



NOTES.
1. ALL RULES AND NOTES ASSOCIATED WITH JEDEC DO-41 OUTLINE SHALL APPLY.
2. POLARITY DENOTED BY CATHODE BAND
3. LEAD DIAMETER NOT CONTROLLED WITHIN "F" DIMENSION

DIM	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	INCHES MIN	INCHES MAX
A	4.07	5.20	0.160	0.205
B	2.04	2.71	0.080	0.107
D	0.71	0.86	0.028	0.034
F	—	1.27	—	0.050
K	27.94	—	1.100	—

CASE 59-03
DO-41
PLASTIC

MECHANICAL CHARACTERISTICS

CASE: Transfer Molded Plastic

MAXIMUM LEAD TEMPERATURE FOR SOLDERING PURPOSES: 350°C, 3/8" from case for 10 seconds at 5 lbs tension

FINISH: All external surfaces are corrosion-resistant, leads are readily solderable

POLARITY: Cathode indicated by color band

WEIGHT: 0.40 Grams (approximately)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2-ข แสดงรายละเอียดคุณสมบัติต่าง ๆ ของ IN 4001

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 3 May 1995

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

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

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
MT8870DT/DT-1	20 Pin TSSOP

-40 °C to +85 °C

Description

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

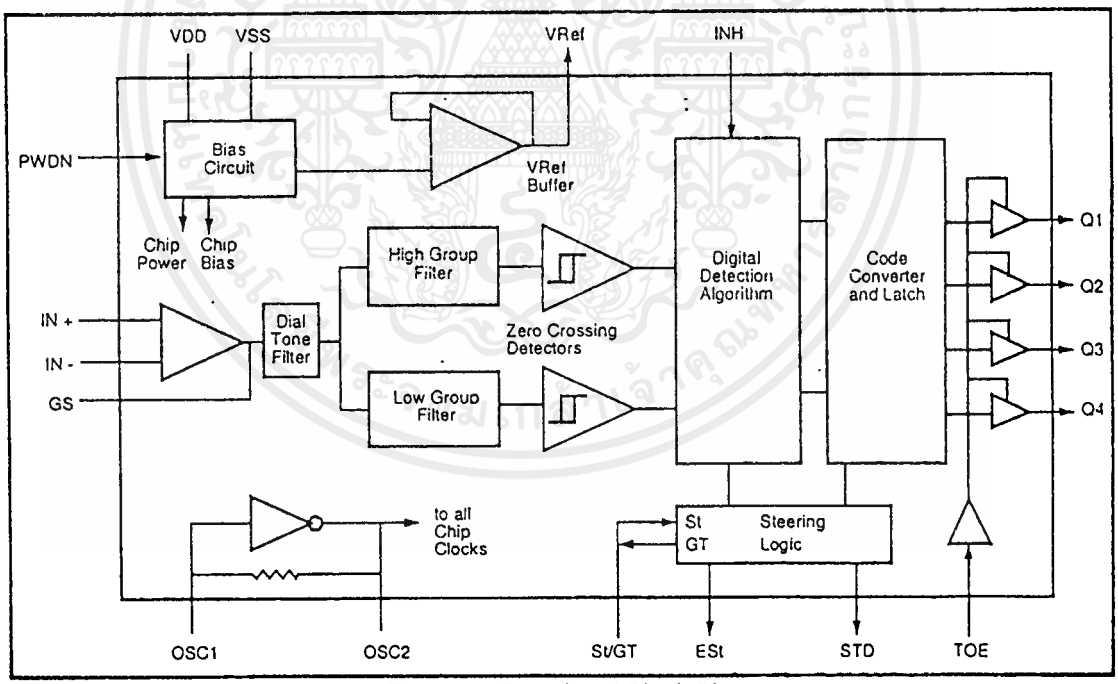


Figure 1 - Functional Block Diagram

รูปที่ 3-ข แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ของ IC MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

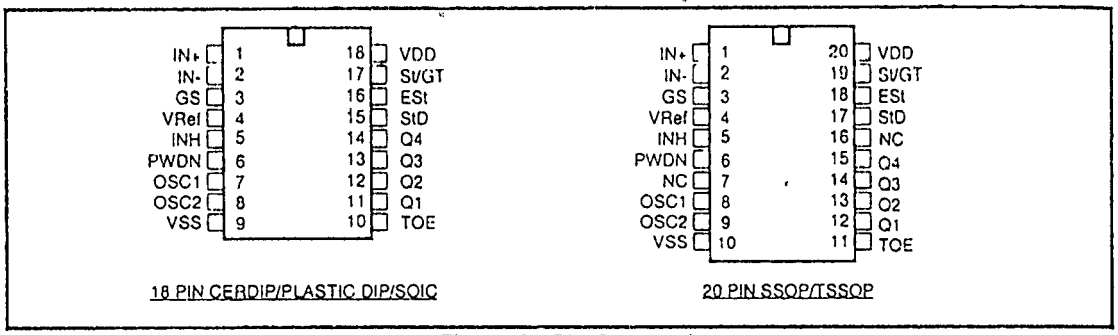


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Gain Setting Amplifier

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การคิดค่าบริการโทรศัพท์

อัตราค่าบริการการใช้โทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์แบ่งออกเป็น

1.ค่าบริการโทรศัพท์ภายในจังหวัด

2.ค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด

3.ค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างประเทศ

ซึ่งอัตราค่าบริการเหล่านี้ ยังมีอัตราส่วนลดตามอัตราที่ใช้ดังนี้ คือ

1.ในช่วงเวลา 06.00-18.00 น อัตราค่าบริการ 100% ของราคาเต็ม

2.ในช่วงเวลา 18.00-22.00 น อัตราค่าบริการ 50% ของราคาเต็ม

3.ในช่วงเวลา 22.00-06.00 น อัตราค่าบริการ 1 ใน 3 ของราคาเต็ม

อัตราค่าบริการโทรศัพท์ในเขตกรุงเทพและเขตปริมณฑล

การคิดค่าโทรศัพท์ภายในเขตกรุงเทพและปริมณฑล จะเสียค่าบริการในการใช้ในราคา 3 บาท ต่อครั้ง แต่จะมีบางหน่วยงานที่ใช้เลขพิเศษซึ่งผู้โทรเข้าจะไม่เสียค่าบริการ ได้แก่

1. 13 บริการสอบถามเบอร์โทรศัพท์ในเขตนครหลวง
2. 183 บริการสอบถามเบอร์โทรศัพท์ในเขตภูมิภาคและหมายเลขของโทรศัพท์เคลื่อนที่
3. 17-xxx แจ้งโทรศัพท์ขัดข้อง
4. 189 ศูนย์รับร้องเรียนเรื่องโทรศัพท์
5. 193 ตำรวจทางหลวง
6. 197 ศูนย์ควบคุมจราจร
7. 191 แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย
8. 123 แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย
9. 195 กองปราบสามยอด
10. 199 ดับเพลิงศรีอยุธยา

หมายเลขพิเศษที่ต้องเสียค่าบริการ 3 บาทต่อครั้ง

1. 1141,1142,1144 PACK LINK
2. 1500,1501 EASY CALL
3. 151,152 PHONE LINK
4. 161,162 HUTCHISON PAGEPHONE
5. 125 แจ้งท่อประปาแตก
6. 181 เทียบเวลา
7. 182 ศูนย์บริการพยากรณ์อากาศ
8. 184 ศูนย์เรียกร้อง ข.ส.ม. ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด

อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดจะคิดราคาต่อนาทีซึ่งจะมีราคาค่าบริการโดยเริ่มต้นที่ 3,6,9,12,15 และ 18 บาทต่อ 1 นาที เศษของนาทีคิดเป็น 1 นาที ซึ่งค่าใช้จ่ายต่อนาทีก็ขึ้นอยู่กับจังหวัดนั้นๆ ซึ่งจะดูได้จากอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกล

รหัส	เลขนำ	บาท	จังหวัด
032	2,3	6	ราชบุรี
	4	6	เพชรบุรี
	5,6	12	ประจวบคีรีขันธ์
034	2,3	3	นครปฐม
	4	3	สมุทรสาคร
	5,6	9	กาญจนบุรี
	7	6	สมุทรสงคราม
035	2,3	6	อยุธยา
	5	6	สุพรรณบุรี
	6	6	อ่างทอง
036	2,3	6	สระบุรี
	4	9	ลพบุรี
	5	9	สิงห์บุรี
037	2	6	ปราจีนบุรี
	3	6	นครนายก
038	2,3,4	6	ชลบุรี
	5	6	ฉะเชิงเทรา
	6	9	ระยอง
039	3,4	12	จันทรบุรี
	5	12	ตราด
042	2,3	15	อุดรธานี
	4	18	หนองคาย
	5	18	นครพนม
	6	18	มุกดาหาร
	7	18	สกลนคร
	8	15	เลย
043	2,3,4	15	ขอนแก่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	5	15	ร้อยเอ็ด
	7	15	มหาสารคาม
	8	15	กาฬสินธุ์
044	2,3,4	12	นครราชสีมา
	5	12	สุรินทร์
	6	12	บุรีรัมย์
	8	12	ชัยภูมิ
045	2,3,4	15	อุบลราชธานี
	6	15	ศรีษะเกษ
	7	15	ยโสธร
053	2,3	18	เชียงใหม่
	5	18	ลำพูน
	6	18	แม่ฮ่องสอน
	7	18	เชียงราย
054	2	18	ลำปาง
	4	18	พะเยา
	5,6	15	แพร่
	7	18	น่าน
055	2,3	12	พิษณุโลก
	4	15	อุตรดิตถ์
	5	15	ตาก
	6	15	สุโขทัย
	7	12	กำแพงเพชร
056	2,3	12	นครสวรรค์
	4	9	ชัยนาท
	5	9	อุทัยธานี
	6	12	พิจิตร
	7	12	เพชรบูรณ์
073	2	18	ยะลา
	3,4	18	ปัตตานี
	5	18	นาธิวาส
074	2,3,4,5	18	สงขลา
	6	18	พัทลุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	7	18	สตูล
075	2	18	ตรัง
	3,4,5	18	นครศรีธรรมราช
	6	18	กระบี่
076	2,3	18	ภูเก็ต
	4	18	พังงา
076	2,3	18	ภูเก็ต
	4	18	พังงา
077	2,3,4	18	สุราฎร์ธานี
	5	15	ชุมพร
	8	18	ระนอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. สุชิน จำจด , "วิศวกรรมโทรศัพท์" , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด , "JAZZ-31 VERSION 1.1 "
3. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , "หนังสือคู่มือเทียบเบอร์ไอซี"
4. Charles M. Gilmore , "Microprocessors Principles and Applications"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้