สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องตรวจเช็คของในตู้เย็น

REFRIGERATOR CHECKING

T050108

โดย

นาย สมศักดิ์ รักชูชื่น 43015040

นาย อติกโชติ สุขสะโร 43015048

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50108
วัน,เดือน,ปี 21 เม.ย. 2547

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจเช็คของในตู้เย็น

REFRIGERATOR CHECKING

โดย

นาย สมศักดิ์ รักชูชื่น 43015040

นาย อติกโชติ สุขสะโร 43015048

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. สรุพล บุญจันทร์

รศ. สมยศ จุณณะปิยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดระบัง

เรื่อง เครื่อง ตรวจเช็คของในตู้เย็น

REFRIGERATOR CHECKING

ผู้จัดทำ

1. นาย สมศักดิ์ รักชูชื่น 43015040
2. นาย อติกโชติ สุขสะโร 43015048

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. สุรพล บุญจันทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. สมยศ จุณณะปิยะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่อง ตรวจเช็คของในตู้เย็น

REFRIGERATOR CHECKING

โดย 1 .นาย สมศักดิ์ รักชูชื่น 43015040
2. นาย อติกโชติ สุขสะโร 43015048

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. สุรพล บุญจันทร์
รศ. สมยศ จุณณะปิยะ

บทคัดย่อ

เครื่องตรวจเช็คของในตู้เย็นนี้ถูกออกแบบ ให้มีความสามารถในการตรวจเช็คของในตู้เย็นแล้วส่งข้อมูลโดยตัวส่งของเครื่อง ผ่านสายโทรศัพท์ภายในเพื่อไปยังตัวรับของเครื่อง เพื่อให้ตัวรับแสดงผลออกจอ LCD ซึ่งจะนำไปประยุกต์ใช้กับตู้เย็นภายในห้องต่างๆภายในโรงแรมซึ่ง จะเป็นการเพิ่มความสะดวกในการตรวจเช็คของในตู้เย็น และ เพื่อที่จะเพิ่มความรวดเร็วที่จะนำสิ่งของไปเพิ่มภายในตู้เย็นของพนักงานโรงแรม และยังเป็นการบริการที่ดีแก่ลูกค้าของโรงแรมอีกด้วย

Abstract

This project is aimed to study the machine designed to be capable of how many products in the refrigerator have been consumed. The data will be transferred into an electronic signal through the telephone line . And then, the result would be automatically presented on the LCD –monitor . This applicant would be applied to individual refrigerator in the hotel rooms. This would be easier to check the good in any hotel compartments. And it would be useful for the customers, as well

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวกับโครงงาน	2
2.1 ระบบโทรศัพท์	2
2.2 เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set)	6
2.3 LCDแสดงผล	9
2.4 การถอดรหัสสัญญาณ DTMF	16
2.5 โครงสร้างของ MT8870	16
2.6 ชุมสายโทรศัพท์ (Telephone Exchange)	19
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	21
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	27
3.1 ขั้นตอนการทำงานในการรับ ส่งข้อมูล	29
3.2 ขั้นตอนในการโทรเข้า และโทรออก ของโทรศัพท์ภายในห้องพัก	29
3.3 วงจรในส่วนต่างๆ	29
3.4 เซ็นเซอร์ภายในตู้เย็น	35
3.5 FlowChart การทำงานของเครื่องตรวจเช็คของภายในตู้เย็น	36
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	45
4.1 การทดลองที่ 1 วงจรสร้างสัญญาณ DTMF ความถี่คู่	45
4.2 การทดลองที่ 2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ความถี่คู่	50
4.3 การทดลองที่ 3 การทดลองเครื่องส่ง	52
4.4 การทดลองที่ 4 การทดลองวงจรตรวจเช็คสัญญาณ Ringing	53
4.5 การทดลองที่ 5 การทดลอง เครื่องรับ และ เครื่องส่ง	54
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	57
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 บล็อคไดอะแกรมการเชื่อมต่อใช้งานของเครื่องตรวจเช็คของภายในตู้เย็น	1
รูป ที่2.1 แสดงลักษณ์ของโลคอลลูป	4
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของกระแสไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ	5
รูปที่2.3 บล็อคไดอะแกรมของโทรศัพท์	7
รูปที่2.4 ระบบโทรศัพท์แบบหมุน	7
รูปที่2.5 แสดงพัลส์หมายเลขของระบบโทรศัพท์	8
รูปที่ 2.6 แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ	9
รูปที่ 2.7 แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ16 ตัวอักษร 1 บรรทัด	14
รูปที่ 2.8 แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด	14
รูปที่ 2.9 แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด	14
รูปที่ 2.10 แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ 20 ตัวอักษร 1 บรรทัด	15
รูปที่ 2.11 แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด	15
รูปที่2.12 แสดงการต่ออินพุตของ MT8870	19
รูปที่ 2.13 การต่อวงจรผลิตความถี่ของ MT8870	19
รูปที่ 2.14 โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051	21
รูปที่ 2.15 การจัดวางขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51	24
รูปที่ 2.16 โครงสร้างภายในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51	25
รูปที่3.1 แสดงโครงสร้างการทำงานของเครื่องตรวจเช็คของภายในตู้เย็น	27
รูปที่3.2 แสดงโครงสร้างภาคส่ง(Slave)และภาครับ (Master)	28
รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF	29
รูปที่ 3.6 วงจรตรวจเช็คสัญญาณRinging	31
รูปที่ 3.7 วงจรตรวจเช็คสภาวะLOW – HIGH ในคู่สาย	31
รูปที่3.8 วงจรภาคส่ง(Slave)	32
รูปที่3.8 วงจรภาครับ (Master)	34
รูปที่ 3.10 เซ็นเซอร์ตรวจเช็คของภายในตู้เย็น	35
รูปที่ 3.11 รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่ง	36
รูปที่ 3.12 รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่งกรณีที่มีสัญญาณ Ringing	37
รูปที่ 3.13 รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่งกรณีที่สภาวะ LOW	38
รูปที่ 3.14 รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่งกรณีที่มีการยกหูภายใน	39
รูปที่ 3.15รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่งกรณีที่มีการยกหูภายใน(ต่อ)	40
รูปที่ 3.16 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับ	41
รูปที่ 3.17 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับกรณีที่ สวิตช์โหมดถูกกด	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับกรณีที่มีการกดสวิตช์ ENTER 43
รูปที่ 3.19 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับกรณีที่ มีการกดสวิตช์ RIGHT 44
รูปที่ 3.20 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับกรณีที่ มีการกดสวิตช์ LEFT 44
รูปที่ 4.1 แสดงผล OUTPUTจากการกด1 45
รูปที่ 4.2 แสดงผล OUTPUTจากการกด2 45
รูปที่ 4.3 แสดงผล OUTPUTจากการกด3 46
รูปที่ 4.4 แสดงผล OUTPUTจากการกด4 46
รูปที่ 4.5 แสดงผล OUTPUTจากการกด5 46
รูปที่ 4.6 แสดงผล OUTPUTจากการกด6 47
รูปที่ 4.7 แสดงผล OUTPUTจากการกด7 47
รูปที่ 4.8 แสดงผล OUTPUTจากการกด8 47
รูปที่ 4.9 แสดงผล OUTPUTจากการกด9 48
รูปที่ 4.10 แสดงผล OUTPUTจากการกด0 48
รูปที่ 4.11 การทดลองที่ 1 วงจรสร้างสัญญาณ DTMF ความถี่คู่ 49
รูปที่ 4.12 การทดลองที่ 2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ความถี่คู่ 51
รูปที่ 4.13 แสดงสัญญาณที่วัดได้จากการทดลองที่3 52
รูปที่ 4.14 วงจรการทดลองที่ 3 การทดลองเครื่องส่ง 52
รูปที่ 4.15 แสดงสัญญาณ Ringing ที่วัดได้ที่คู่สาย 53
รูปที่ 4.16 วงจรการทดลองที่ 4 วงจรตรวจเช็คสัญญาณ Ringing 53
รูปที่ 4.17 แสดงจำนวนของภายในตู้เย็นห้องที่1 54
รูปที่ 4.18 แสดงจำนวนของภายในตู้เย็นห้องที่2 54
รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงผลการตรวจเช็คสิ่งของที่เครื่องรับ 55
รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงผลการตรวจเช็คสายโทรศัพท์ไม่ว่าง 55
รูปที่ 4.21 วงจรการทดลองที่5 การทดลอง เครื่องรับ และ เครื่องส่ง 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงการทำงานของคำสั่ง CLEAR DISPLAY 11

ตารางที่ 2.2 แสดงการทำงานของคำสั่ง RETURN HOME 11

ตารางที่ 2.3 แสดงการทำงานของคำสั่ง .ENTRY MODE SET 12

ตารางที่ 2.4 แสดงการทำงานของคำสั่งควบคุมการแสดงผล 12

ตารางที่ 2.5 แสดงการทำงานของคำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์แล้วข้อมูลตัวอักษร 12

ตารางที่ 2.6 แสดงลักษณะการเลื่อนเคอร์เซอร์ 13

ตารางที่ 2.7 แสดงการทำงานชองคำสั่งกำหนดฟังก์ชันการทำงาน 13

ตารางที่ 2.8 แสดงการทำงานของคำสั่งเลือกแอดเดรสของ CG RAM 13

ตารางที่ 2.9 แสดงการทำงานของคำสั่งเลือกแอดเดรส DDRAM 14

ตารางที่ 2.10 แสดงการทำงานของคำสั่งอ่านแฟลก BUSY และแอดเดรส 15

ตารางที่ 2.11 แสดงการทำงานของคำสั่งเขียนข้อมูลลง CG RAM หรือ DD RAM 15

ตารางที่ 2.12 แสดงการทำงานของคำสั่งอ่านข้อมูลจากCG RAM หรือ DD RAM 16

ตารางที่ 2.13 แสดงรหัสที่ได้จากความถี่ต่างๆ 18

ตารางที่ 2.14 จำนวนหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 23

ตารางที่ 4.1 แสดงINPUTและOUTPUTวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ความถี่คู่ 50

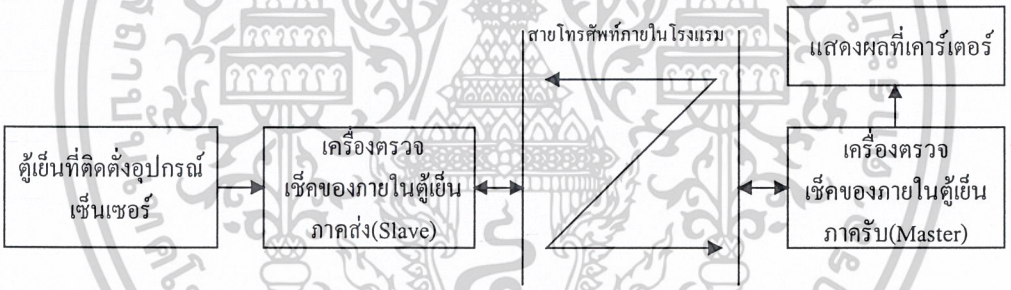
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวความคิด

ปัจจุบันธุรกิจทางด้านโรงแรมมากขึ้นจากในอดีต จึงทำให้มีการแข่งขันกันสูง การแข่งขันจะเป็นการให้บริการในด้านต่างๆ แก่ลูกค้า เพื่อทำให้ลูกค้าพอใจในการบริการของทางโรงแรม ตู้เย็นก็เป็นสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่ง ที่ให้บริการแก่ลูกค้าภายในห้องต่างๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีไว้บริการลูกค้าภายในตู้เย็นก็ควรที่จะมีการตรวจสอบอยู่เสมอเพื่อเพิ่มการบริการให้แก่ลูกค้า

เครื่องตรวจเช็คของภายในตู้เย็นชิ้นนี้จึงสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจเช็คผลิตภัณฑ์ภายในตู้เย็นในห้องต่างๆ ซึ่งจะทำการตรวจเช็คสิ่งของภายในตู้เย็นเองโดยอัตโนมัติเมื่อลูกค้ารับบริการสินค้าจากตู้เย็นภายในห้องพัก ทางโรงแรมก็สามารถทราบได้ว่าสินค้าที่เหลืออยู่มีจำนวนเท่าไรก็สามารถที่จะทราบได้ว่าควรจะนำเอาสินค้าชนิดไหน และจำนวนเท่าไร ไปเพิ่มให้แก่ลูกค้า และยังเพิ่มความรวดเร็วในขณะที่ลูกค้าจะทำการเช็คเอาท์ ออกจากโรงแรมซึ่งโดยปรกติทางโรงแรมจะต้องส่งเจ้าหน้าที่ขึ้นไปที่ห้องของลูกค้าเพื่อตรวจสอบว่า ลูกค้าได้บริโภคสินค้าในตู้เย็นไปจำนวนเท่าไร แต่เมื่อใช้เครื่องตรวจสิ่งของภายในตู้เย็นแล้วทางโรงแรมสามารถทราบได้ทันที



รูปที่ 1.1 บล็อคไดอะแกรมการเชื่อมต่อใช้งานของเครื่องตรวจเช็คของภายในตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวกับโครงงาน

2.1ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์คือ ระบบสื่อสารที่โครงข่ายชุมสายบริการระหว่างสมาชิกผู้เรียกและผู้รู้เลขหมายสมาชิกให้สามารถเรียกทำการติดต่อระหว่างคู่สนทนาต่างๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นไปได้ โทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือระบบ Cross Bar กับระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) ซึ่งระบบ Cross Bar เป็นระบบเดิมที่ใช้มาตั้งแต่เริ่มมีการใช้โทรศัพท์ส่วนระบบ DTMF เป็นระบบที่ใหม่ที่ใช้แทนระบบ Cross Bar เพราะมีประสิทธิภาพสูงกว่าใช้เวลาในการส่งหมายเลขน้อยกว่าและการใช้ระบบที่ DTMF ที่ชุมสายจะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความทนทานและมีอายุการใช้งานนานกว่าระบบ Cross Bar ซึ่งเป็นระบบ Mechanic ที่มีการสึกหรอและมีการเสียง่าย ซึ่งในรายงานนี้จะกล่าวเฉพาะระบบ DTMF ซึ่งเป็นระบบที่ใช้อยู่มากในปัจจุบัน

2.1.1 ส่วนประกอบของระบบโทรศัพท์

1. การเรียกทางโทรศัพท์ (Telephone call) คือการเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ระหว่างผู้เรียกและผู้รับที่ทำการสนทนากันอยู่
2. เครื่องโทรศัพท์ (Telephone set) คืออุปกรณ์สำหรับผู้เรียกและผู้รับที่ใช้ฟังและพูดในการสนทนาของโครงข่ายโทรศัพท์เมื่อต้องการเรียกก็หมุนหรือกดหมายเลขของผู้รับที่หน้าปัทม์
3. ผู้เรียก (Calling subscriber) คือผู้เริ่มต้นการเรียกที่จะแจ้งให้พนักงานช่วยต่อกับผู้รับหมุนหรือกดหมายเลขของผู้รับเมื่อเครื่องโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของชุมสายอัตโนมัติ
4. ผู้รับ (Calling subscriber) คือผู้ที่ตอบรับทางโทรศัพท์เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก
5. คู่สาย (Subscriber) คือคู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูดแจกจ่ายออกมาจากสถานีที่ตั้งชุมสายท้องถิ่น ไปยังบ้านของผู้เช่าหรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ
5. ชุมสายโทรศัพท์ (อัตโนมัติ) (Automatic Telephone Switching) คือมีหน้าที่ทำการติดต่อระหว่างคู่สนทนาเป็นชุมสายที่ทำการพัฒนาแล้ว

2.1.2 สัญญาณ (Signalling)

คือ ข่าวสารที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย

หน้าที่ทั่วๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ในปัจจุบัน คือ

1. การเตรียมพร้อม (Alerting)
2. การส่งที่อยู่ของข่าวสาร (Transmitting address information)
3. การตรวจตรา (Supervising)
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting information siganlling)

2.1.3 ประเภทของสัญญาณโทรศัพท์

1.สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber signalling)

1.1 สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่ากับชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. off-hook คือ สภาพที่ผู้เช่ายกหูโทรศัพท์สายจะมีสภาพ Closed loop (Low impedance)

2. On-hook คือ สภาพผู้เช่าว่างหู หรือ สภาพสายว่างสายจะมีสภาพ Open loop (High impedance)

3. Dialing คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนหมายเลขเข้าเครื่องเป็น Rotary dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impedance จะสูง,ต่ำ สลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเป็นเครื่องแบบกดปุ่ม Touch-tone สัญญาณออกจะเป็นความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย

1.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

1. Dialing tone คือสัญญาณที่จะบอกถึงสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสายและชุมสายพร้อมที่จะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dialing tone นี่จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 400 Hz Modulated ด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

2. Busy tone คือ สัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้ายกหูแล้วได้ยินสัญญาณนี้แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง และถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนหมายเลขไปแล้วแสดงว่าผู้เช่าฝ่ายผู้เรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.5 วินาทีหยุด 0.5 วินาทีความถี่ของสัญญาณ 400 Hz sine wave

3. Ringing tone เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากหมุนหมายเลขครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่าการต่อทำได้สำเร็จขณะนี้ส่งสัญญาณเรียก (Ringing signal) ไปยังผู้ถูกเรียก ความถี่ของสัญญาณ 400Hz sine wave โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

4. Ringing signal เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ของสัญญาณ 25 Hz ค่าแรงดัน 70-90 Vrms โดยส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก ส่ง 1วินาที หยุด 4 วินาที

5. สัญญาณโทนอื่น ๆ เช่น Nu tone (Number Unobtainble Tone) บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่เป็นต้น

2. สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย (Inter Exchange Signalling)

สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประเภท คือ

1. Seizer(สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่าคู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่เลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะทำการส่งมา

2. Address information เป็นบอกหมายเลขหรือประเภทของผู้เช่า

3. Answer signal(สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่ายกหูรับ

หน้าที่หลักของสัญญาณคือ

1. เริ่มต้นคิดเงิน

2. ส่งสัญญาณคิดเงิน

3. ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

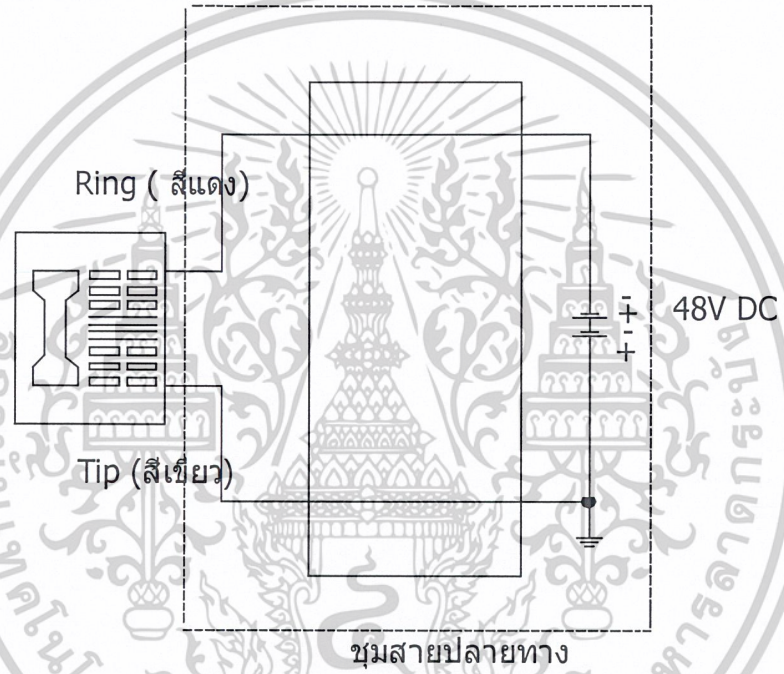
4. Clear-Forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง) จะถูกส่งเมื่อฝ่าย A วางหูผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางยกเลิกการติดต่อวงจรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Clear-Back (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหูผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทางเริ่มต้นการจับเวลาเมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับการส่งสัญญาณ Clear-Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

2.1.4 Local Loop

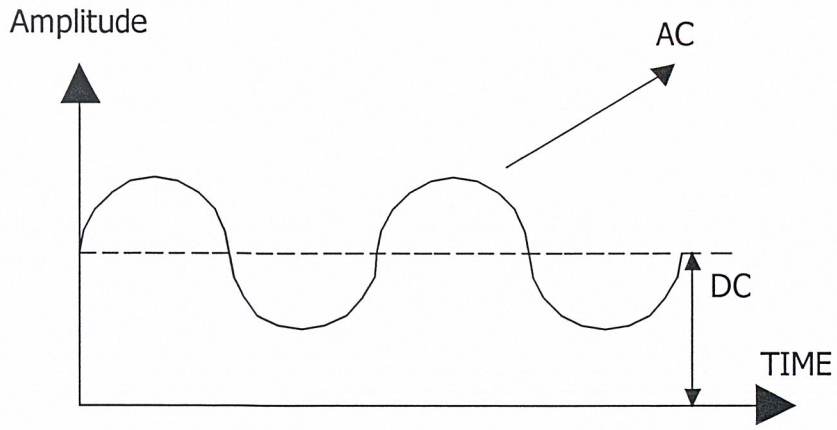
ความหมายของ Local Loop คือสายส่ง 2-wire จากเครื่องโทรศัพท์ไปชุมสายปลายทางและมีค่าอินพีเดนซ์ของสายเองประมาณ 500-1000 โอห์ม แต่ค่าที่ใช้ทั่วไป 600 โอห์ม ถ้าในชุมสายปลายทางมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟฟ้าร่วม DC ขนาด 48 โวลต์ ให้แต่ละลูปของผู้ใช้โทรศัพท์ ลวดตัวนำ 2 เส้น ในลูปมีชื่อว่า ทิป (Tip) และริง (Ring) โดยจะต่อกับสัญญาณไฟ -48 โวลต์ (DC) ทิปจะต่อกับ กราวด์ ´ดังรูปที่2.1



รูป ที่2.1แสดงลักษณ์ของโลคอลลูป

เมื่อใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ มีผลทำให้ฮุกสวิทช์ปิดลง (Hook off) จากนั้นกระแสไฟตรง DC ขนาด 20 mA ไหลวนอยู่ในลูปซึ่งสภาวะยกหูโทรศัพท์นี้ ระดับแรงดันไฟฟ้าระหว่างทิปกับริงมีค่าลดลงเหลือประมาณ 4v สัญญาณเสียงพูดจากเรื่องโทรศัพท์ถูกส่งไปในทิศหนึ่งในลูป โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ภายในกระแสลูป (20 mA) ซึ่งเกิดจากสัญญาณ ACทับบนกระแสลูป DC ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของกระแสไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

2.1.5 การติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

ด้านเครื่องส่ง

- ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีแรงดึงตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง –48 v
- เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์แรงดันจะลดลงเหลือ –6 ถึง –8 พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุนซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 mV ความถี่ 350 Hz กับ 440 Hz มอดูเลตรวมกันซึ่งเมื่อกดรหัสสัญญาณเลขหมายแล้ว สัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป
- กดรหัส (Code) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด รหัสความถี่ที่ส่งจะเป็นสัญญาณผสมสองความถี่เป็นความถี่สูงและความถี่ต่ำผสมกัน แต่ละเลขหมายจะมี DTMF อยู่หนึ่งคู่
- ขณะที่รอรับสายจะมีสัญญาณตอบกลับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ว่าง คือ สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่าง ตามลำดับ
- เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณเสียงจะขึ้นอยู่กับความดังและความถี่ของเสียงพูดตามสาย
- เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดแรงดันจะกลับมาเป็นที่ 48 ดังเดิม

ด้านเครื่องรับ

- ขณะที่วางหูอยู่จะมีแรงดันตกคร่อมอยู่ – 48 V
- เมื่อสัญญาณกริ่งเรียกจะมีขนาดประมาณ 100 Vrms จังหวะดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง
- จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ ขนาดแรงดันจะเหลือเป็น -6 ถึง -8 V และ มีการกระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด
- เมื่อวางหูโทรศัพท์ ขนาดแรงดันก็จะกลับไปที่ -48 V ตามเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set)

จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่งไปในสายและในทางกลับกันก็เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า กลับมาเป็นพลังงานเสียง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

1. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังสุมสายท้องถิ่น (Cocalo-Exchange),(Hook-off)
2. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ Code ที่ใช้แทนหมายเลขของผู้ถูกเรียก (B.Sudscriber)
3. ทำหน้าที่รับเสียงโทน (Tone) ที่ตอบรับชุมสาย ตลอดจนสัญญาณเรียก (Ringing Tone)
4. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณยกเลิกการติดต่อเรียกไปชุมสาย (Hook-off)

ส่วนประกอบหลักของเครื่องโทรศัพท์ แบ่งออกได้ 3 ส่วน ดังนี้

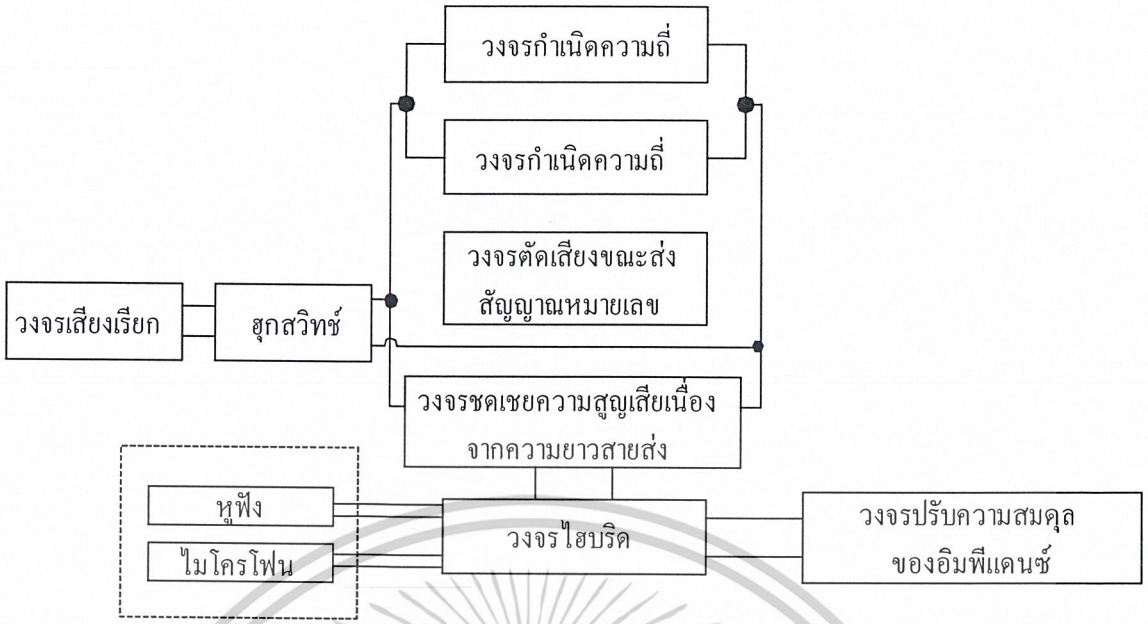
1. ส่วนรับ – ส่ง สัญญาณเสียงพูด (Speech Transmission)
2. ส่วนกำเนิดสัญญาณ (Generator Tone) Code เลขหมายของผู้ถูกเรียก
3. ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจาก ชุมสาย (Ringing Tone)

2.2.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานทางโทรศัพท์

ในรูปที่2.3เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยจะเชื่อมต่อกับชุมสาย T(tip) และ R(ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายใน เครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสาย ก็คือ วงจรกำเนิดเสียง (Ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรง ก็คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ ฮุกสวิทช์จะถูกเปิดวงออก ทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรตัวที่อยู่หลังฮุกสวิทช์ได้ดังนั้นถ้าวงจรกำเนินสัญญาณเรียกอยู่หลังจากฮุกสวิตช์ ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ฮุกสวิตช์ S_1 และ S_2 ในรูปที่ 2.4 ก็จะปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ก็จะไหลผ่านขดลวดรีเลย์ที่ชุมสายด้วย ทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลง เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ จากนั้นชุมสายก็ทำการส่งสัญญาณหมุนหมายเลข (Dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยมายังชุมสายหลังจากที่ชุมสายได้รับหมายเลขแรกที่ส่งเข้ามาแล้ว ชุมสายก็จะเลิกสัญญาณหมุน ซึ่งกระบวนการตอนนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

ในส่วนของวงจรตัดเสียงขณะทำการส่งหมายเลข จะช่วยให้การส่งหมายเลขมีความชัดเจนถูกต้องไม่รบกวนด้วยสัญญาณเสียงพูด และขณะที่วงจรชดเชยการสูญเสีย เนื่องจากความยาวของสายส่งจะทำให้สัญญาณที่ติดระหว่างต้นทางและปลายทางมีความแรงและชัดเจนมากที่สุด แม้ว่าต้นทางและปลายทางจะมีความห่างกันแค่ไหนก็ตามวงจรไฮบริดจ์ทำหน้าที่เสมือนสวงจรขยาย 2 ทิศทาง หรือสามารถให้สัญญาณผ่านเข้าออกได้ตลอดเวลา จึงมีเสียงจากปลายทางมาปรากฏที่หูฟัง ในขณะที่สัญญาณจากปากพูดผ่านออกไปทางคู่สายได้ สุดท้ายวงจรปรับความสมดุลย์ของอินพีแดนซ์มีไว้เพื่อทำให้อินพีแดนซ์ของส่วนต่างๆ ในโทรศัพท์เหมาะสม เพื่อให้การถ่ายทอดสัญญาณเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



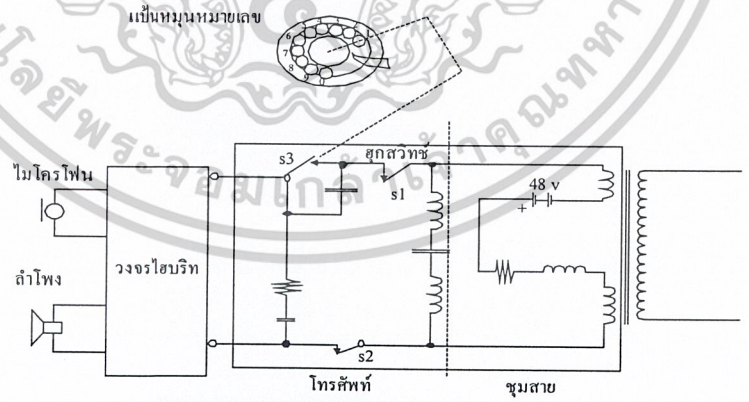
รูปที่2.3บล็อคไดอะแกรมของโทรศัพท์

การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้น สามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็น การส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงถึงค่าของหมายเลขต่างๆ และอีกวิธีหนึ่งคือการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่างๆ กันโดยค่าของตัวเลขจะถูกแทนด้วยความถี่ 2 ความถี่มีมอดูเลตกัน

2.2.2 เครื่องโทรศัพท์ยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบหมุน (Rotary dial)

โทรศัพท์ชนิดนี้ สร้างสัญญาณจากกระแสลูปโดยต่อเข้ากับอุปกรณ์สวิตซ์ ทำหน้าที่ "เปิด" และ "ปิด" เข้ากับกลไกหมุนเลขหมายในเครื่อง ทำให้กระแสพัลส์ตอบสนอง เข้ากับหมายเลขที่หมุน



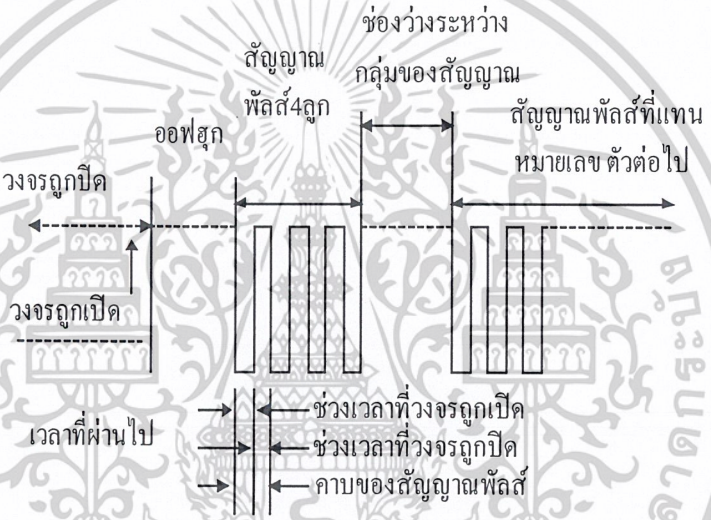
รูปที่2.4 ระบบโทรศัพท์แบบหมุน

ในรูปที่ 2.4 จะเป็นวงจรที่ใช้การส่งหมายเลขโทรศัพท์แบบหมุน จะเห็นว่าสวิตซ์ S_3 จะถูกเปิดวงจรออกเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ เมื่อสวิตซ์ S_3 ถูกเปิดวงจรก็จะไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าไปในวงจรส่วนที่อยู่ถัดไปได้ จึงเสนอว่าเป็นการขัดจังหวะ (Interruption) การไหลของกระแสสำหรับจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่สวิตซ์ S_3 ถูกเปิดออกจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของแป้นหมุน (dialer) ที่ถูกหมุนไป กับตำแหน่งปกติในขณะที่ไม่มีการหมุนหมายเลขใดๆ เป็นต้นว่า ถ้าหมุนหมายเลข 3 สวิตซ์ S_3 ก็จะถูกเปิดออก 3 ครั้ง หรือ หมุนหมายเลข 6 สวิตซ์ S_3 ก็จะถูกเปิดออก 6 ครั้ง ซึ่งสวิตซ์ S_3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่เป็นหมุนกลับสู่ ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการหมุนหมายเลขอยู่

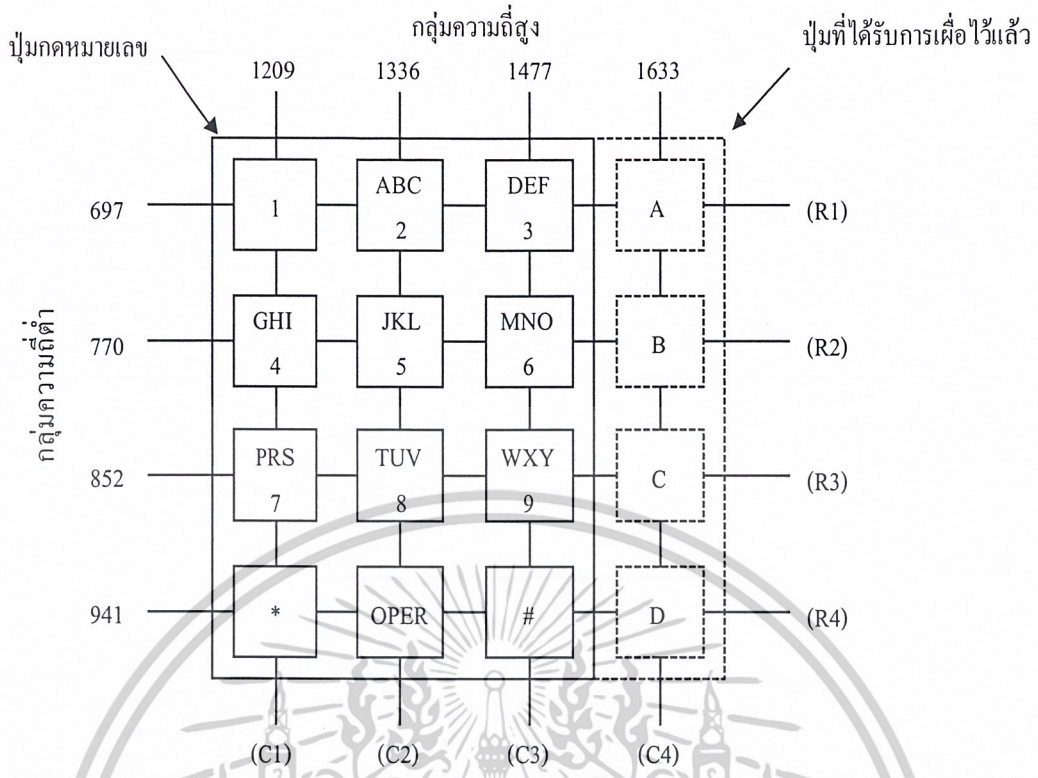
ในรูปที่ 2.5 จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์จากรูปจะเห็นว่าตอนปรกติโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะ ออนฮุก (on hook) คือสภาพที่หูโทรศัพท์จะถูกวางอยู่ที่หูโทรศัพท์ตามปรกติจะไม่มีกระแสจากชุมสายเข้าสู่โทรศัพท์เพราะขณะนี้วงจรถูกเปิดออกโดยฮุกสวิทซ์แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะ ออฟฮุก (off hook) ฮุกสวิตช์จะถูกปิดวงจรลงทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลขโดยในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข '4' ก็จะทำให้วงจรถูกเปิดออกด้วยสวิตซ์ S_3 เป็นจำนวน 4 ครั้งก็จะได้สัญญาณออกมาดังรูปที่2.5



รูปที่2.5 แสดงพัลส์หมายเลขของระบบโทรศัพท์

รูปที่ 2.5 ช่วงพัลส์แต่ละลูกจะมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวินาที และจากการใช้มือหมุนพบว่าช่วงเวลาเฉลี่ยก่อนหมุนแต่ละเลขมีประมาณ 0.5 วินาที - 3 วินาที ในระบบโทรศัพท์แบบที่ส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลนี้จะถูกให้สามารถส่งสัญญาณที่อัตรา 10 พัลส์ต่อวินาที หรือ 10 pps (pulse per second)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ

2. แบบกดปุ่ม(Touch Tone)

ระบบนี้มีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยโดยการส่งสัญญาณความถี่สองความถี่มอทดูเลทกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กดและความถี่ที่ส่งออกไปจะอยู่ ในย่านของความถี่เสียงพูด (0-4 kHz) เช่น เมื่อกดปุ่ม 5 ก็จะมีความถี่ 770Hz และความถี่ 1336 Hz มา มอทดูเลทกันก่อนส่ง ออก ไป ตามรูปที่2.6

ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม

1. สามารถใช้วงจรทาง Solid –state Electronic แทนอุปกรณ์ทางด้าน Mechanic จึงทำให้มีความรวดเร็ว และแม่นยำในการส่งเลขหมาย

2. สามารถเพิ่มปุ่มกดขึ้น ได้อีก 4ปุ่ม เพื่อใช้ใน การส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่นๆ

3. มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ Stored Program Control

2.3 LCDแสดงผล

2.3.1 ทฤษฎีของตัวแสดงแอลซีดี (DOT MATRIX LCD MODULE)

อุปกรณ์ในปัจจุบันนี้ ในส่วนแสดงผลนั้นจะใช้ LCD เสียเป็นส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเล่น VIDEO, เครื่องถ่ายเอกสาร,เครื่องมือวัดคุมต่างๆ,เครื่องคอมพิวเตอร์ DOT MATRIX LCD MODULE นี้ พอจะแบ่งออกเป็นพวกๆได้ดังนี้

1) CHARACTER LCD MODULE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) GRAPHIC LCD MODULE

3) SEGMENT DISPLAY TYPE LCD MODULE

โดยในแต่ละแบบนี้ก็จะส่วนประกอบใหญ่ ๆ แบ่งได้เป็น

1. DOT MATRIX LCD เป็นส่วนแสดงผลให้เรามองเห็น ในลักษณะการปิดและ เปิดตัวเองกับแสง ก็คือ ส่วนของที่เป็นตัวกระจกบรรจุผลัก

2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับ LCD อีกทีหนึ่ง โดยมีเบอร์ที่นิยมใช้ใน LCD MODULE เช่น HD44100H, MSM5259

3. CONTROLER เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาและจัดการควบคุมLCD MODULE ให้ทำงานแสดงผลต่าง ๆ เช่นการลบภาพ การเกิดตัวอักษรเป็นต้น โดยมีเบอร์ IC ที่นิยมใช้กันคือ HD4478 ซึ่งจะใช้ในแบบ CHARACTER LCD MODULE เป็นส่วนใหญ่และเบอร์ IC HD6180 จะใช้ในแบบ GRAPHIC LCD MODUEL

ในการศึกษาการทำงานและใช้งาน ICD MODULE นั้น ไม่ใช่เรื่องยากเลยถ้าเราสามารถทำความเข้าใจในส่วนของ คอนโทรลเลอร์ ได้ก็เพียงพอแล้ว และโดยมาก LCD MODULE แต่ละบริษัทแล้วจะใช้ตัวคอนโทรลเลอร์ ที่มีหลักการทำงานเหมือน ๆ กันเป็นส่วนใหญ่ และใน LCD MODULE แต่ละขนาดจำนวนตัวอักษรหรือจำนวนบรรทัดก็มีหลักการทำงานแบบเดียวกันทั้งหมด IC ที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่งที่เป็น คอนโทรลเลอร์ LCD ก็คือ เบอร์ HD44780 โดยรูปแบบการทำงานของมันได้เป็นมาตรฐานให้กับคอนโทรลเลอร์ LCD ตัวอื่น ๆ ด้วย HD44780 เป็นไอซี LSI ตัวหนึ่งใช้ควบคุม LCD โดยแสดงผล ในรูปตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ตัวมันเอง สามารถต่อใช้งานแบบ 4 บิต หรือ 8 บิต ก็ได้ โดยถ้าเราต่อแบบ 4 บิตบน และข้อมูลที่ส่งต่อมานั้นเป็นข้อมูล 4 บิตล่าง ในการเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมให้โมดูล LCD แสดงผลตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ต้องส่งคำสั่ง (instruction) แล้วกำหนดโหมดการทำงานให้แก่โมดูล LCD ก่อนจากนั้นจึงค่อยส่งข้อมูล ที่ต้องการแสดงผล เนื่องจากบัสข้อมูลของโมดูลของ LCD มี 8เส้นคือ D0-D7 และใช้เป็นคำสั่ง และข้อมูล ดังนั้นในการส่งคำสั่งและข้อมูลจึงต้อง อาศัยการกำหนดสัญญาณลอจิกที่ขา RS ถ้าหากที่ ขา RS ได้รับลอจิก 0 หมายความว่าข้อมูลที่ป้อนให้แก่โมดูลLCD ขณะนั้นเป็นคำสั่งในทางตรงข้ามหากขา RS ได้รับลอจิก 1 ข้อมูลที่ป้อนให้ในขณะนั้น เป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล

เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อนโดยใช้คำสั่งเลือกแอดเดรส จากนั้นกำหนดให้ขาRS เป็น 1 เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายใน โมดูลLCD ทราบว่าข้อมูลที่ ปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปกติไม่ใช่คำสั่ง

2.3.2 ขาต่างๆ ในการต่อใช้งาน HD44780

1. RS (REGISTOR SELLCTION) จะเป็นขาเลือกREGISTORภายในซึ่งมีอยู่ 2 ตัว คือ INSRUSTION REGISTOR และ DATA REGISTOR (DR) โดยถ้าเป็น 1 จะเป็นการเลือก DATA และถ้าเป็น 0 จะเป็นการเลือก INSRUSTION
2. R/W (READ/WRITE) เป็นตัวเลือกว่าจะเขียนหรือจะอ่านข้อมูล
3. E (ENABLE SIGNAL) เป็นขากำหนดสภาพการับการเขียนอ่านข้อมูล
4. DBO-DB7 เป็นขารับส่งข้อมูลจากตัว IC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. VDD ไฟเลี้ยงตัววงจร GND

6. VSS เป็นขา GND

7. VO เป็นขารับ VOLTAGE ในการขับ LCD ให้สว่างหรือมืด

2.3.3 ตำแหน่งของ LCD ที่ใช้งานประกอบด้วย

1). ตำแหน่งที่เป็น RAM เรียก (CHARACTER GENERATOR RAM) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ให้ผู้ใช้สร้างอักขระขึ้นมาใช้งานเอง ได้จำนวน 8 อักขระ ซึ่ง 1 อักขระ จะใช้พื้นที่ RAM ขนาด 8 BIT จำนวน 8 BYTE นั้นก็คือจะมีพื้นที่ RAM บน LCD ขนาด 64 BYTE นั่นเอง ซึ่งเราสังเกตได้จากตาราง CHARACTER COLUMN แรกสุดซึ่งไม่มีอักขระแสดง มีแต่ตัวเลขซึ่ง คือ ตำแหน่งที่ใช้สร้างข้อมูลใดๆ ก็ได้

2). ตำแหน่งที่เป็น ROM ซึ่งในส่วนนี้จะมีอักขระคงที่ถูกบรรจุอยู่ในตำแหน่งต่างๆ เรียบร้อยและเราไม่สามารถแก้ไขอักขระเหล่านี้ได้ และ การเรียกอักขระมาใช้ก็ให้ดูตำแหน่งอักขระนั้นอยู่แล้วนำค่าทาง ROW 4 BIT และ COLUMN คือ HIGH 4 BIT มาประกอบกันเป็นเลข 1 BYTE เช่น เลข 0 ก็จะได้รหัสเป็น 3H ซึ่งก็คืออักษรนั้น มีรหัสเป็น ASC2 CODE นั้นเอง จากนั้นก็นำค่านี้ออกไปยัง DD RAM นี้ก็คือ ตำแหน่งที่ใช้ DISPLAY ตัวอักษรของ LCD นั้นเอง

2.3.4 รายละเอียดของคำสั่ง HD 44780

1. CLEAR DISPLAY

ตารางที่ 2.1 แสดงการทำงานของคำสั่ง CLEAR DISPLAY

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

มีข้อมูลคำสั่งเป็น 01H เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลช่วงว่างหรือ space เข้าไปใน DDRAM ทั้งหมดเมื่อตัวควบคุมเอ็กซิคิวต์คำสั่งนี้จะทำการกำหนดแอดเดรสของ DDRAM เป็น 0 เคอร์เซอร์ จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายมือสุดของจอแสดงผลแล้วเซตบิต I/D ให้เป็น 1

2. RETURN HOME

ตารางที่ 2.2 แสดงการทำงานของคำสั่ง RETURN HOME

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	●

● = NO effect

คำสั่งนี้จะทำการ เซต DDRAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ในตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ ข้อมูลในจอไม่เปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ENTRY MODE SET

ตารางที่2.3 แสดงการทำงานของคำสั่ง ENTRY MODE SET

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	I/D	S

บิต I/D : จะเป็นตัวกำหนดว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DDRAM RAM ADDRESSER เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่ง 1 = เพิ่ม ,0 = ลด

บิต S : เป็นตัวกำหนดแสดงผลเมื่อมีการป้อนข้อมูล

1 = เมื่อเกิดข้อมูลใหม่บนจอแสดงผล เคอร์เซอร์จะอยู่กับที่ แต่ตัวอักษรข้อมูลเดิมจะถูกดันไปทางซ้าย

0 = เมื่อเกิดข้อมูลใหม่เคอร์เซอร์จะถูกเลื่อนไปทางขวา

4. คำสั่งควบคุมการแสดงผล

ตารางที่ 2.4 แสดงการทำงานของคำสั่งควบคุมการแสดงผล

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

บิต D: ใช้ควบคุมการเปิดปิดจอ แสดงผล

1= เปิดจอแสดงผล

0= ปิดจอแสดงผล

บิต C: ใช้ควบคุมการแสดงเคอร์เซอร์บนจอแสดงผล

1= แสดงเคอร์เซอร์

0=ไม่แสดงเคอร์เซอร์

บิต B:ใช้ควบคุมการกระพริบของเคอร์เซอร์

1=เคอร์เซอร์กระพริบ

0=เคอร์เซอร์ไม่กระพริบ

5.คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และข้อมูลตัวอักษร

ตารางที่ 2.5 แสดงการทำงานของคำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์แล้วข้อมูลตัวอักษร

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	●	●

การควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษรบนจอแสดงผล ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการกำหนดบิต S/C และ R/L ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงลักษณะการเลื่อนเคอร์เซอร์

s/c	R/L	ลักษณะการเลื่อน
0	0	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย
0	1	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา
1	0	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางซ้าย
1	1	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางขวา

6. คำสั่งกำหนดฟังก์ชันการทำงาน

ตารางที่ 2.7 แสดงการทำงานของคำสั่งกำหนดฟังก์ชันการทำงาน

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	●	●

บิต DL ใช้กำหนดจำนวนบิตที่ใช้ติดต่อส่งผ่านข้อมูล

1 = 8 บิต

0 = 4บิต

บิต N ใช้กำหนดจำนวนบรรทัดของการแสดงผล

1 = 2 บรรทัด

0 = 1 บรรทัด

ยกเว้น LCD 16 ตัวอักษร 1 บรรทัดก็ต้องกำหนด N=1 เนื่องจากแอดเดรสของ DD RAM แบ่งเป็น 2 ช่วง

บิต F ใช้เลือกความละเอียดของตัวอักษรในการแสดงผล

1 = 5X10 จุด

0 = 5X7 จุด

7.คำสั่งเลือกแอดเดรสของ CG RAM

ตารางที่ 2.8 แสดงการทำงานของคำสั่งเลือกแอดเดรสของ CG RAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	A	A	A	A	A	A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการกำหนดค่าแอดเดรสของ CG RAMต้องกำหนดให้บิตที่ 6 เป็น1 อีก6 บิต ที่เหลือเป็นแอดเดรสของ CG RAM จะต้องทำการกำหนดแอดเดรสด้วยคำสั่งนี้ ก่อนที่จะอ่านหรือ เขียนข้อมูลให้ CG RAM

8. คำสั่งเลือกแอดเดรส DDRAM

ตารางที่ 2.9 แสดงการทำงานของคำสั่งเลือกแอดเดรส DDRAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	A	A	A	A	A	A	A

คำสั่งนี้ใช้ในการเลือกแอดเดรสของ DDRAM ก่อนที่จะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยบิตที่ 7 ต้องเป็น 1 และข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือจะเป็นค่าแอดเดรสของ DDRAM ซึ่งจะอยู่ระหว่าง 8CH – FFH ทั้งนี้จำนวนแอดเดรสยังขึ้นอยู่กับการกำหนดที่บิต N ด้วย

0 = แอดเดรสของ DD RAM จะอยู่ระหว่าง 80 CH-CFH

1 = แอดเดรสของ DD RAM จะมี 2 ช่วง คือ 8CH-C7H

16 ตัวอักษร 1 บรรทัด

00	01	02	03	04	05	06	07	40	41	42	43	44	45	46	47

รูปที่ 2.7 แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ16 ตัวอักษร 1 บรรทัด

16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

รูปที่ 2.8 แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

16 ตัวอักษร 4 บรรทัด

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F

รูปที่ 2.9แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20 ตัวอักษร 1 บรรทัด

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13

รูปที่ 2.10 แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ 20 ตัวอักษร 1 บรรทัด

20 ตัวอักษร 2 บรรทัด

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53

รูปที่ 2.11 แสดงการจัด Address บนหน้าจอแบบ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด

9.คำสั่งอ่านแฟลก BUSY และแอดเดรส

ตารางที่ 2.10 แสดงการทำงานของคำสั่งอ่านแฟลก BUSY และแอดเดรส

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A

คำสั่งนี้ใช้อ่านแฟลก BUSY(BF) โดยแฟลกนี้จะเป็นตัวบอกสถานะของตัวควบคุม LCD ว่าพร้อมจะรับข้อมูลหรือไม่

BF = 0 พร้อมที่รับข้อมูลหรือคำสั่งได้

BF =1 ตัวควบคุม LCD ยังอยู่ในกระบวนการทำงานภายในหรือประมวลผลไม่พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลใน CG RAM และDD RAM อีกด้วยโดย บิต 0 – บิต 6 เป็นแอดเดรสที่ต้องการอ่าน

10.คำสั่งเขียนข้อมูลลง CG RAM หรือ DD RAM

ตารางที่ 2.11 แสดงการทำงานของคำสั่งเขียนข้อมูลลง CG RAM หรือ DD RAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	0	D	D	D	D	D	D	D

เมื่อเขียนข้อมูล ADDRESS จะเพิ่มหรือลดลงอัตโนมัติ ตามคำสั่งที่ SET ใน ENTRY MODE การที่จะเขียนข้อมูลลง CG RAM หรือ DD RAM โดยการ SET ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. คำสั่งอ่านของคำสั่งเขียนลง CG RAM หรือ DD RAM

ตารางที่ 2.12 แสดงการทำงานของคำสั่งอ่านข้อมูลจากCG RAM หรือ DD RAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	D	D	D	D	D	D	D	D

เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนทำคำสั่งนี้ควรใช้คำสั่ง SET ADDRESS ก่อน เพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็นข้อมูลใน CG RAM หรือ DD RAM

2.4 การถอดรหัสสัญญาณ DTMF

ใช้ IC MT8870 เป็นตัวสร้างสัญญาณ Digital เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของการถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

วงจรที่ทำหน้าที่หมายเลขที่ส่งแบบ DTMF ในช่วงแรกๆ จะใช้วงจรถอดรหัส 1วงจรต่อ1คู่สายเมื่อมีการขยายการใช้งานโทรศัพท์มากขึ้นภายในชุมสายจะมีคู่สายที่ถูกควบคุมเป็นจำนวนมากการใช้งานของวงจรถอดรหัสนี้จึงเปลี่ยนเป็นลักษณะการใช้งานร่วมกันหลาย ๆ คู่สาย ดังนั้นจึงเกิดความซับซ้อนในการสร้าง ปัจจุบันมีวงจรที่อยู่ในรูปไอซีสำเร็จรูป ซึ่งมีราคาถูกและง่ายต่อการใช้งาน

ข้อกำหนดของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบดีทีเอ็มเอฟ

ข้อกำหนดต่าง ๆ จำเป็นเพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดรหัส เกิดการผิดพลาดขึ้น มีดังต่อไปนี้

1. วงจรจะยังคงถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความเบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นค่ามาตรฐาน แต่ต้องไม่เกินบวกลบ 2 เปอร์เซ็นต์
2. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที
3. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาเท่ากับสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้ เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที
4. วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 เดซิเบล ได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณ 2 ความถี่ ที่มีแอมปลิจูดแตกต่างกันมากกว่า 6 เดซิเบล
5. วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลา ไม่ว่าขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูดหรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัสก็จะไม่ทำให้การถอดรหัสผิดพลาด

2.5 โครงสร้างของ MT8870

MT8870 เป็นไอซีถอดรหัสความถี่ (INTEGRATED DTMF RECEIVER) หรือเป็นตัวแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอล

คุณสมบัติของMT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- สามารถตั้งอัตราขยายตัวภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานด้านรีโมทคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อยหรือ PABX
- ใช้ในงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอล ความถี่ใช้เทคนิคสวิตช์คาปาซิเตอร์สำหรับกรองความถี่สูงต่ำ วงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุตเป็นวงจรแล็ตช์ 3 สถานะ

ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

- ภาคกรองความถี่ (filter section)
- ภาคถอดรหัส (decoder section)
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)

ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตช์คาปาซิเตอร์ (six-order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

ภาคถอดรหัสสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

สัญญาณที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาเป็นความถี่มาตรฐานดีทีเอ็มเอฟหรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบแล้วว่าความถี่ที่เข้ามานั้นถูกต้อง สัญญาณที่EST (early steering) ก็จะแอกทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้นแสดงในตารางที่2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
50108

ตารางที่ 2.13 แสดงรหัสที่ได้จากความถี่ต่างๆ

ความถี่ต่ำHz	ความถี่สูงHz	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1447	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1447	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1447	9	H	1	0	0	1
941	1209	0	H	1	0	1	0
941	1336	*	H	1	0	1	1
941	1447	#	H	1	1	0	0
697	1663	A	H	1	1	0	1
770	1663	B	H	1	1	1	0
852	1663	C	H	1	1	1	1
941	1663	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	z

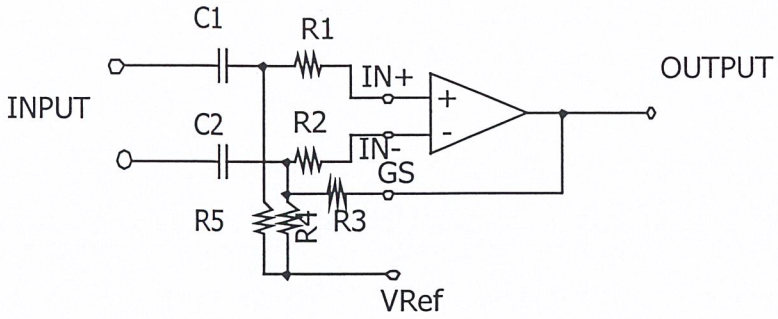
ภาคการตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุต จะมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่ม ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใด สามารถตั้งโดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ(RC) ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็นสถานะสูง (high) นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่แบบดีทีเอ็มเอฟเข้ามา เมื่อขา EST เป็นสถานะสูง ทำให้แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุสูงขึ้น ตัวเก็บประจุจะคายประจุทำให้แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุสูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปรูปที่ 2.12 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุตซึ่งสามารถคำนวนอัตราการขยายการขยายความแตกต่างของสัญญาณอินพุตและอิมพิแดนซ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.12แสดงการต่ออินพุตของ MT8870

C1 = C2 = 10uF

R1=R2=R3=100KΩ

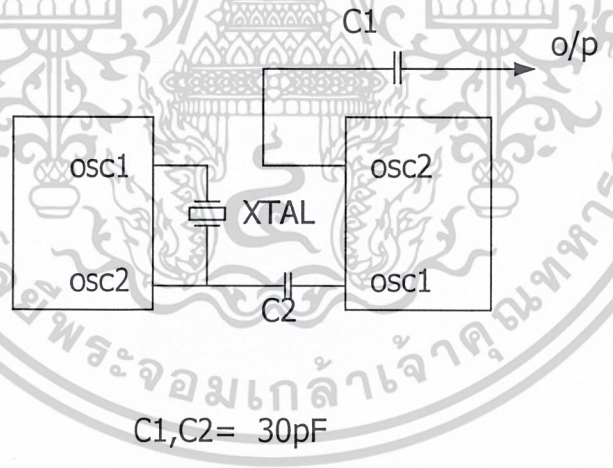
R4=60K Ω

R5=37.5KΩ

อัตราขยาย ($A_v$diff) = R_5/R_1

อินพุตอิมพีแดนซ์(Z_{in}diff) = $2(R^2_1+(1/wc)^2)^{1/2}$

ในภาคนี้ภายใน ไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายในเพียงต่อคริสตอลขนาด3.58MHzก็สามารถใช้งานได้ทันทีการต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงได้ ดังรูปที่2.13



รูปที่ 2.13 การต่อวงจรผลิตความถี่ของ MT8870

2.6 ชุมสายโทรศัพท์ (Telephone Exchange)

ถ้าต้องวางเคเบิลเชื่อมต่อโทรศัพท์ทุกเครื่องเข้าด้วยกัน เพื่อที่ว่าโทรศัพท์ทุกเครื่องจะได้ติดต่อกันได้ คงต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก แทนที่จะทำเช่นนั้น คู่สายของโทรศัพท์ทุกเครื่องจะถูกวางไปที่ศูนย์รวมที่หนึ่ง และทุกครั้งที่เกิดมีการเรียกใช้โทรศัพท์ขึ้นจะเกิดการเชื่อมต่อชั่วคราว ระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียกการเชื่อมต่อโดยชั่วคราวนี้กระทำโดย ชุมสายโทรศัพท์ (Central Office Switching Exchange)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายโทรศัพท์มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษหลายชื่อ

1. Central Office
2. Telephone Exchange
3. Wire Center
4. Switching

หน้าที่ของชุมสายคือ การต่อเชื่อมวงจรของผู้เช่าหนึ่งไปสู่ผู้เช่าหนึ่งที่ถูกเรียก ซึ่งกระทำโดยตอบรับการเรียกของผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ต้องการโทรศัพท์ (ยกหูโทรศัพท์ Off-Hook) แล้วหมุนหมายเลขปลายทาง ชุมสายจะทำหน้าที่ถอดรหัสเลขหมาย จัดหาเส้นทางไปสู่เครื่องโทรศัพท์ที่มีเลขหมายตรงกับ ที่ผู้เรียกหมุนไป และส่งสัญญาณกริ่งให้ผู้รับ (ปลายทาง) ทราบ กระบวนการจะเป็นเช่นนี้ ถ้าผู้เรียกและผู้ถูกเรียกอาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกันและเลขหมายของทั้งสองขึ้นกับชุมสายเดียวกันแต่ในกรณีของโทรศัพท์ทางไกล หรือการโทรระหว่างผู้เรียกหลายแห่งก่อนที่จะถึงเครื่องปลายทาง

2.6.1 หน้าที่ของชุมสาย (Telephone Office Function)

Central Office ที่ทำการต่อเข้ากับแต่ละเครื่องโทรศัพท์ จะมีวงจรเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้เรียกว่า "Subscriber Loop Interface Circuit" (SLIC) ในแต่ละ SLIC ประกอบด้วยการทำงานพื้นฐาน 6 อย่าง คือ Battery, Over voltage-Protection< Ring Tip, Supervision, Hybride และ Test เรียกสั้น ๆ ว่า "Borsht" โดยจะแยกอธิบายได้ดังนี้

1. Battery เป็นตัวจ่ายแรงดันให้แก่เครื่องโทรศัพท์ในสภาวะ Off-Hook (ยกหู) โดยปกติมีแรงดันประมาณ –48 Volt DC.

2 .Over voltage Protection สายโทรศัพท์ที่ออกจาก Central Office ส่วนมากจะอยู่บริเวณนอกสถานที่ บางครั้งอาจจะได้รับอันตรายจากฟ้าผ่า ซึ่งทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าจำนวนมากอาจทำให้วงจรในส่วนของ Central Office เสียหายได้ดังนั้น SLIC จึงต้องมีวงจรป้องกันแรงดันดังกล่าว

3 . Ring Tip Central Office จะส่ง Ringing Voltage ไปสู่เครื่องโทรศัพท์เมื่อมีการเรียกใช้โทรศัพท์เลขหมายนั้นเมื่อผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น SLIC จะทำงานและตัดค่าแรงดันที่ทำให้เกิดสัญญาณ Ringing ออกและสามารถเริ่มทำการสนทนาได้

4. Supervision ทำหน้าที่เหมือนส่วนตรวจสอบสายโทรศัพท์ของ SLIC ว่าเมื่อใดมีการยกหู วางหู ส่งสัญญาณต่าง ๆ

5. hybrid ในการสื่อสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้โทรศัพท์กับ Central Office ต้องใช้สาย 1 คู่ แต่เมื่อมีผู้ใช้โทรศัพท์หลายคนต้องติดต่อผ่าน Central Office จะติดต่อกับผู้ใช้แต่ละคน และส่งสัญญาณออกไปในแต่ละทิศทาง โดยการกระบวนการเช่นนี้ Central Office ต้องใช้สาย 4 เส้น จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลง 2W เป็น 4W (และในทางกลับกันก็แปลง 4W เป็น 2W ด้วย) อุปกรณ์นั้น คือ Hybrid เราอาจเรียกอีกอย่างว่า "วงจรที่ทำหน้าที่แปลงกลับไปกลับมาระหว่าง 2W กับ 4W"

6 . Test เมื่อ Central Office ต้องการทดสอบสัญญาณหรือทดสอบคุณภาพของสาย SLIC จะยอมให้สัญญาณทดสอบ (Test Signals) จาก Central Office ผ่านเข้าไปในเครื่องโทรศัพท์ และส่งผลการทดสอบกลับไปยัง Central Office

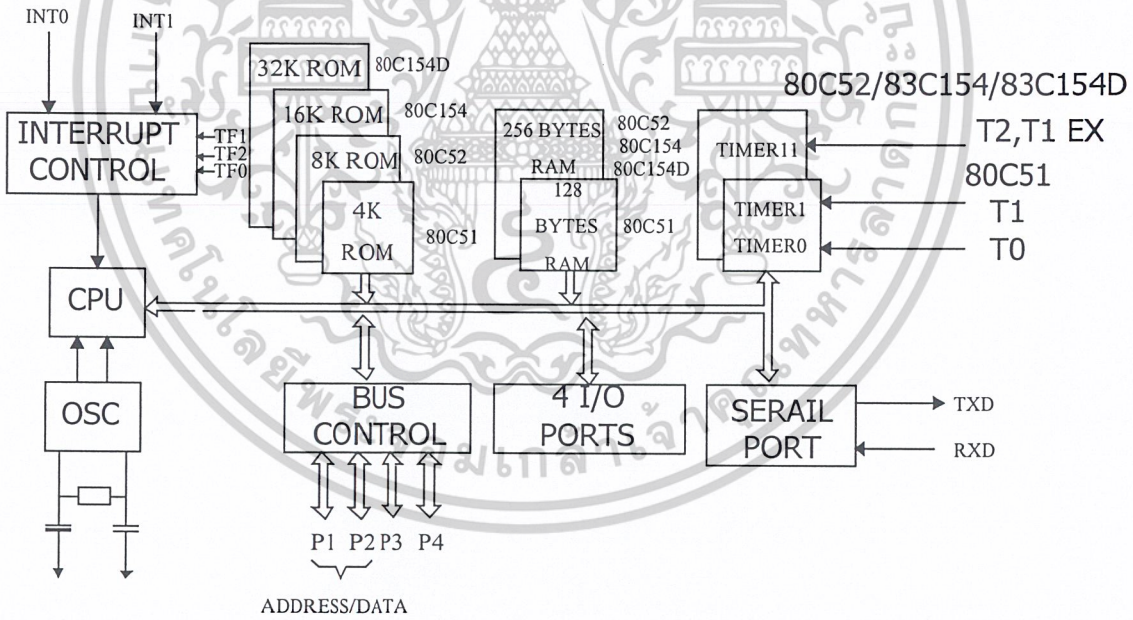
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ที่มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายใน ได้แก่ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งทำให้การใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกมาเพิ่มเติมมากเหมือนกับ ไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปนอกจากนี้ หากต้องการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม เช่น ไมโครโปรเซสเซอร์ 8255 หรือหน่วยความจำภายนอก เป็นต้น

โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051 ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจำนวน 128 ไบต์
- หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมขนาด 4 กิโลไบต์
- อุปกรณ์ควบคุมการขัดจังหวะ (Interrupt)
- ตัวตั้งเวลาและตัวนับขนาด 16 บิต 2 ชุด
- พอร์ตควบคุมการสื่อสารอนุกรมดูเพลกซ์เต็มซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลได้พร้อมกัน
- พอร์ตขนานสำหรับติดต่ออุปกรณ์ภายนอกได้ 4 พอร์ตๆละ 8 บิต
- วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายใน



รูปที่ 2.14 โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051

ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 ซึ่งเป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดี่ยว ไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกสามารถทำงานได้มีความสะดวกในการใช้งานและเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเบสิกได้ โดยไม่ต้องศึกษาการทำงานของวงจรเหมือนกับภาษาแอสเซมบลี นอกจากนั้นเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองความต้องการของผู้ใช้คือมีอินพุตและเอาต์พุตภายในตัวเอง พอร์ตของอินพุตและการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุตจากบัฟเฟอร์และสายควบคุมอื่นๆ ที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลกับตำแหน่งที่อยู่และชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษและเพื่อจัดการข้อมูลด้วยวงจรตั้งเวลากับวงจรนับด้วย ปกติวงจรนับจะสามารถทำงานเป็นวงจรตั้งเวลาได้ด้วย จึงเรียกควบคู่กันไปคือวงจรตั้งเวลา/วงจรนับ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 ประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง 8 บิตที่ควบคุมได้ง่าย
- เพิ่มการทำงานลอจิกครั้งละ 1 บิตได้
- สายอินพุตและเอาต์พุตมีจำนวน 32 เส้นใช้เลือกตำแหน่งแยกต่างหากจากกันได้
- มีแรมบรรจุไว้ภายในขนาด 128 ไบต์หรือ 256 ไบต์
- วงจรตั้งเวลา/วงจรนับมีขนาด 2, 3 หรือ 16 บิต
- กำหนดรับส่งข้อมูลอนุกรมได้สองทิศทาง (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter ; UART)
- การขัดจังหวะแบ่งออกเป็น 2 ระดับจาก 5 หรือ 6 แหล่ง
- มีสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในตัว
- มีหน่วยความจำข้อมูลภายใน4หรือ8กิโลไบต์(หน่วยความจำแบบอีอีพรอมเบอร์8051และเบอร์ 8052)
- มีตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมจำนวนทั้งหมด 64 กิโลไบต์
- คำสั่งมีทั้งหมด 111 คำสั่ง (64 รอบ)
- ทำงานด้วยเลขฐานสิบและเลขฐานสิบหก
- ตัวแปลภาษาเบสิกมีขนาด 8 กิโลไบต์ (8052–AH–BASIC)
- ควบคุมหน่วยความจำอีอีพรอมภายในตัวด้วยภาษาเบสิก (8052–AH–BASIC) โดยไม่ต้องส่งให้โรงงานโปรแกรมให้ เพราะสามารถจะเขียนและทดสอบโปรแกรมด้วยหน่วยความจุภายนอกแทน ไม่มีรอมภายใน

2.7.1 ภายในหน่วยความจำ

ถ้าต้องการป้องกันการอ่านจากภายนอก ก็สามารถเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 และไมโครคอนโทรลเลอร์ 8052 มีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมภายในที่จัดค่าเวลาการอ่านข้อมูล เพื่อกันการลอกเลียนแบบโปรแกรม โครงสร้างภายในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 หน่วยความจำนี้สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำกลุ่มแรกมีความจุต่ำกว่า 4 หรือ 6 กิโลไบต์บรรจุอยู่ในรอมซึ่งส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 ที่ไม่มีรอมภายในและอาจใช้หน่วยความจำภายนอกซึ่งอาจเป็นรอม,แรมหรืออีพรอม ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 จะอ่านหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล จะใช้เป็นที่เก็บตัวแปร การคำนวณหาผลลัพธ์ได้ทันที การจัดการกับข้อมูลที่มีขนาด 16 บิต หรือ ตารางที่2.14ใช้ค้นหาค่าต่างๆและหน้าที่อื่นที่คล้ายกัน หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลโดยใช้ร่วมกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 640 กิโลไบต์ ซึ่งเลือกใช้รอมหรือแรมก็ได้และยังมีรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้หน่วยความจำภายนอกของแรมได้ 128 หรือ 256 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 จำนวนหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมภายใน	หน่วยความจำโปรแกรมภายใน	ตัวจับเวลา/ตัวนับ	การขัดจังหวะการทำงาน
8052AH	ROM 8 กิโลไบต์	RAM 256 ไบต์	3/16 บิต	6
8051	ROM 4 กิโลไบต์	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8051	ROM 4 กิโลไบต์	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8032AH	-	RAM 256 ไบต์	3/16 บิต	6
8031AH	-	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8031	-	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8751H	ROM 4 กิโลไบต์	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8752H	ROM 4 กิโลไบต์	RAM 256 ไบต์	3/16 บิต	6

โครงสร้างภายในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 มีดังนี้

Internal = หน่วยความจำภายใน

External = หน่วยความจำภายนอก

Program Counter = วงจรนับลำดับโปรแกรม

Program Memory = หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม

Internal Data Ram = แรมภายในที่เก็บข้อมูล

Special Function Register = รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ

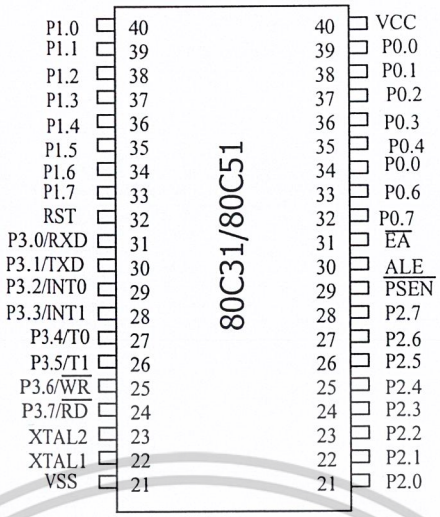
Internal Data Memory = หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บข้อมูล

External Data Memory = หน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บข้อมูล

2.7.2 รีจิสเตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 จะมีรีจิสเตอร์ซึ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งานตามคำสั่งต่างๆ และมีแอคคิวมูเลเตอร์ รีจิสเตอร์ B ซึ่งใช้ในการคูณและหาร รีจิสเตอร์สถานะ เป็นตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล 2*8 บิตและ 1*16 บิต พอร์ตหมายเลขศูนย์ถึงพอร์ตหมายเลขสามและมีรีจิสเตอร์เป็นตัวชี้ข้อมูล ซึ่งใช้ส่งและรับข้อมูลแบบอนุกรม มีรีจิสเตอร์ 16 บิต ที่เป็นวงจรตั้งเวลาและวงจรนับรีจิสเตอร์ซึ่งจะจองไว้สำหรับใช้สำหรับตัวที่ 3 เป็นรีจิสเตอร์คำสั่งสำหรับหน้าที่พิเศษ เช่น การขัดจังหวะ Read Time Clockกิโลไบต์: RTC เป็นต้น และอินพุต, เอาต์พุตแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15การจัดวางขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51

2.7.3 ความเร็วของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51

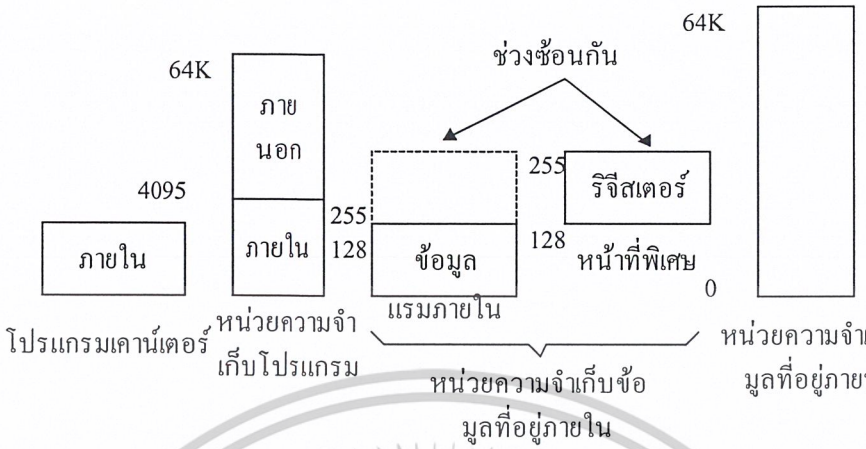
เมื่อ เทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 6502 และไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 คำสั่งทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 จะทำงานด้วยรอบคำสั่งเดียวกับภาษาเครื่อง คือภายในระยะเวลาของสัญญาณนาฬิกา 12 ลูกและเมื่อใช้ความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์ ดังนั้นแล้วหนึ่งรอบคำสั่งของภาษาเครื่องจะเท่ากับ 1 ไมโครวินาที ซึ่งความเร็วในการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 เท่ากับไอซี 6502 หน่วยประมวลผลกลางซึ่งใช้ความถี่ 2 เมกะเฮิรตซ์ หรือจะเท่ากับไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 มีหน่วยประมวลผลกลางที่จะใช้ความถี่ 8 บิต ต่อหนึ่งครั้ง เพื่อให้ความสะดวกในการเขียนโปรแกรมโดยไม่ต้องลำบากในการปิดกั้น (Mask) บิตที่ไม่ต้องการ

2.7.4 สายต่างๆ ของบัสและพอร์ต

โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MCS–51 โดยให้มีบัสสองทิศทาง 4 เส้น และพอร์ตขนาด 8 บิตตามทฤษฎี แต่ที่จริงแล้วนั้นจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อมีการใช้หน่วยความจำ และภายในตัวรอมหรือแรม เมื่อไม่ใช้หน่วยความจำภายใน พอร์ต 0 และ 2 ใช้เป็นบัสของข้อมูลและตำแหน่ง ดังนั้นพอร์ต 2 พอร์ต ใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุต ซึ่งพอร์ต 2 เป็นสายสัญญาณ ตำแหน่ง A15...A8 ส่วนพอร์ต 0 ทำหน้าที่เป็นสายสัญญาณตำแหน่ง A7...A0 ออกจากบิตข้อมูล D7...D0 เอาต์พุตของขา RD และ WR มาจากสายสัญญาณเอาต์พุตของพอร์ต P3 โดยโปรแกรมภายในใช้สัญญาณ RD และ WR เพื่อการเขียนข้อมูลและอ่านข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอก และจะไม่ทำงานเมื่อมีภาษาเครื่องเก็บอยู่ในหน่วยความจำภายในและถ้าหากขา PSEN เป็นขารับสัญญาณสำหรับเปิดให้มีการอ่านหน่วยความจำภายนอก ถ้าสังเกตทุกๆ รอบคำสั่งระหว่างการทำงานด้วยโปรแกรมในรอมหรือหน่วยความจำแบบอีอีพรอม สัญญาณ PSEN ทำงานถึงสองครั้งเหมือนสัญญาณ ALE เพราะว่ามีการอ่านข้อมูลจำนวน 2 ไบต์ และในแต่ละรอบคำสั่งขา PSEN นี้ ซึ่งจะไม่ทำงานเมื่อมีภาษาเครื่องเก็บอยู่ในหน่วยความจำภายใน ถ้าหน่วยความจำภายนอกไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลบรรจุอยู่ขา PSEN ก็จะไม่ทำงานเช่นกัน และส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8052AH จะไม่ใช้สัญญาณขา PSEN เลย



รูปที่ 2.16โครงสร้างภายในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51

ขา EA เป็นขาอินพุตที่จะใช้ร่วมกับตำแหน่งสัญญาณภายนอก โดยจะมีค่าเป็นลอจิก “0” และเมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำการอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก ซึ่งโดยปกติแล้วนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านหน่วยความจำภายในน้อยกว่าอ่านจากหน่วยความจำภายนอก ขา EA ยังเป็นขาอินพุตสำหรับป้อนแรงดันไฟฟ้า 21 โวลต์ เพื่อจะเขียนโปรแกรมให้กับหน่วยวามจำแบบอีอีพรอม และสำหรับกรณีที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ 8052

2.7.5 วงจรนับ/วงจรตั้งเวลา

จากตารางที่ 2.14 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8052 มีวงจรนับและเป็นวงจรตั้งเวลาชนิด 16 บิต มากกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 อยู่หนึ่งตัว ในการทำงานของวงจรนับและวงจรตั้งเวลาเป็นดังนี้ เมื่อทำงานเป็นวงจรตั้งเวลา รีจิสเตอร์วงจรนับจะเพิ่มขึ้นหนึ่งเมื่อมีสัญญาณป้อนให้ทางอินพุต T0, T1 หรือ T2 มีเฉพาะไมโครคอนโทรลเลอร์ 8052 เป็นขอบสัญญาณขาลง อัตราการนับสัญญาณสูงสุดคือ 1/24 ของความเร็วสัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรนับและวงจรตั้งเวลา 0 และ 1 มีวิธีโปรแกรมให้ทำงานได้ต่างกันถึง 4 แบบ ซึ่งรวมทั้งการทำงานเป็น 8 บิต หรือ 16 บิต และการบรรจุค่าพรีเซตหนึ่งค่าได้เองอย่างอัตโนมัติ วงจรนับและวงจรตั้งเวลาที่ 1 ซึ่งเลือกโปรแกรมให้ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณของอัตราการส่งบิตออกไปยังพอร์ตอนุกรม สำหรับใช้เชื่อมต่อ วงจรนับและวงจรตั้งเวลาที่ 2 เฉพาะไมโครคอนโทรลเลอร์ 8052 เท่านั้นและมีการทำงานย่อยๆ อีก 3 ชนิด ดังนี้

1. วงจรนับ 16 บิตที่สามารถโหลดค่ากลับคืนเองอย่างอัตโนมัติ
2. วงจรนับที่จองไว้ชนิด 16 บิต
3. วงจรกำเนิดสัญญาณของการส่งบิต เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.6 พอร์ตชนิดอนุกรมอยู่ภายใน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งหมดในตระกูล MCS–51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลชนิดสองทาง ทำให้รับและส่งข้อมูลพร้อมกัน ตัวรับส่งข้อมูลชนิดอะซิงโครนัส (Asynchronous Receiver) มีบัฟเฟอร์สำหรับข้อมูลเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความเร็วในการสื่อสารพอร์ตชนิดอนุกรมนั้นสามารถเลือกโปรแกรม เพื่อเลือกใช้การทำงานแบบใดแบบหนึ่งใน 4 แบบด้วยการใช้โปรแกรมควบคุมอัตราการส่งข้อมูลและรูปแบบของข้อมูล อัตราการส่งข้อมูลที่เลือกใช้ได้สูงถึง 19,200 บิต/วินาที ด้วยความเร็วของสัญญาณนาฬิกา 1 เมกะเฮิรตซ์ สำหรับใช้ในระบบเครือข่าย (Networks) และระบบการสื่อสารของไมโครคอนโทรลเลอร์ หลายตัวร่วมกันจะเลือกความเร็วของสัญญาณนาฬิกาด้วยวงจรนับและวงจรตั้งเวลา

2.7.7 การขัดจังหวะและชุดคำสั่ง

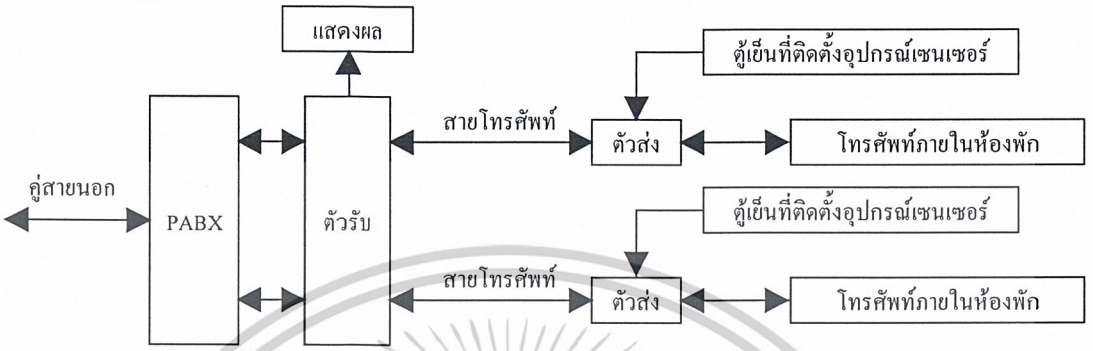
ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 รับการขัดจังหวะได้ 5 แหล่ง ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์8052 รับการขัดจังหวะจากอุปกรณ์อื่นๆ ได้ถึง 6 แหล่ง คือ ขา INT0 และขา INT1 ซึ่งกำหนดให้ใช้ระดับพัลส์หรือขอบขาพัลส์ก็ได้ วงจรนับและวงจรตั้งเวลาที่ 0 และ 1 ซึ่งสำหรับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จะเพิ่มวงจรตั้งเวลาหรือ วงจรนับตัวที่ 2 และตัวสุดท้ายจากพอร์ตอนุกรมสามารถกำหนดลำดับความสำคัญของการขัดจังหวะได้ 2 ระดับไม่ต้องอาศัยวงจรภายนอกเข้ามาช่วยแต่ละแหล่งการขัดจังหวะ 5 หรือ 6 แหล่งนั้น สามารถกำหนดให้เป็นเวคเตอร์เฉพาะ ตัวชี้ตำแหน่ง ดังนั้นเมื่อมีขัดจังหวะเข้ามาตัวไมโครโปรเซสเซอร์จะกระโดดไปที่ส่วนของโปรแกรมที่ทำงานตามวัตถุประสงค์ของการขัดจังหวะนั้น และหลังจากเก็บข้อมูลต่างๆของโปรแกรมการนับลงในสแตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

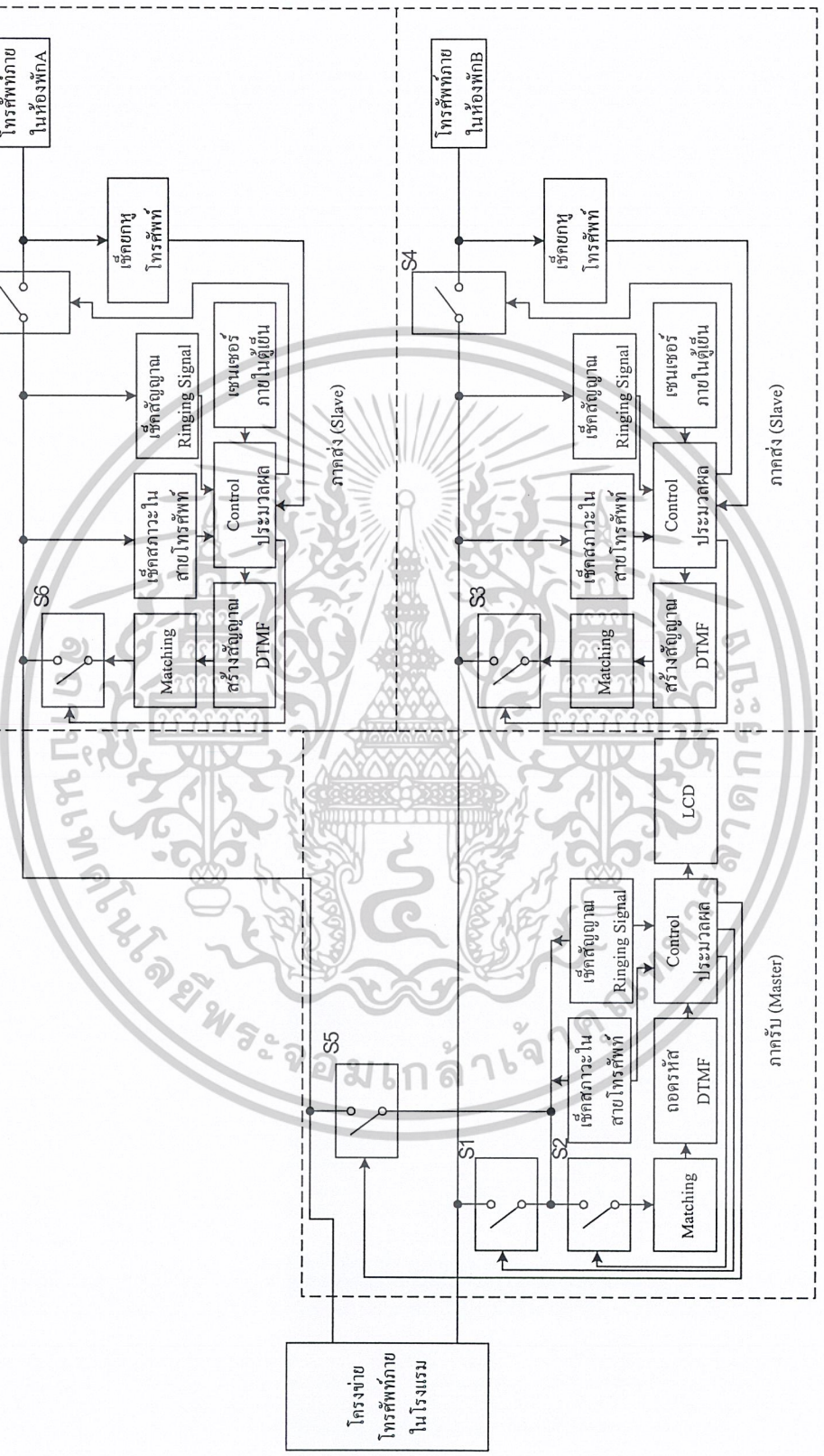
การออกแบบ เครื่องตรวจเช็คของตู้เย็น ได้นำเอาไมรโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 มาประยุกต์ใช้งานกับระบบโทรศัพท์ภายใน



รูปที่3.1 แสดงโครงสร้างการทำงานของเครื่องตรวจเช็คของภายในตู้เย็น

จากรูปที่ 3.1 เป็นการทำงานของเครื่องโดยที่เครื่องโดยที่เครื่องตรวจเช็คของภายในตู้เย็นจะแยกออกเป็น2 ส่วน คือ ส่วนตัวส่ง (Slave) ซึ่งอาจจะมีหลายตัว และส่วนตัวรับ (Master) การทำงานของเครื่อง ตัวส่งจะรับข้อมูลที่ได้รับจาก อุปกรณ์เซนเซอร์ ที่ติดตั้งภายในตู้เย็น แล้วนำผลที่ ได้ ส่งทางสายโทรศัพท์โดยส่งด้วยสัญญาณ DTMF แล้วก็จะนำสัญญาณ ที่ได้นำมาถอดรหัสแล้วนำมาประมวลผล และแสดงที่จอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างภาคส่ง (Slave)และภาครับ (Master)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ขั้นตอนการทำงานในการรับ ส่งข้อมูล

3.1.1 จากรูปที่ 3.2 ภาครับ (Master) จะเช็คว่าคู่สายที่จะรับส่งข้อมูลว่างอยู่หรือไม่โดยการสับสวิตซ์ S1 ถ้าหากสภาวะในสาย มีแรงดัน ที่-48 V และภายในสายไม่มีสัญญาณ Ringtone Signal แสดงวาคู่สายว่างไม่มีการใช้งาน แต่ถ้ามีแรงดัน –5 V หรือตรวจจับสัญญาณ Ringing Signal แสดงว่ามีการใช้สายโทรศัพท์อยู่เครื่องก็จะรอจนกว่าสายจะว่าง

3.1.2 เมื่อเช็คว่าสายว่างแล้วเครื่องจะสับสวิตซ์ S2 จะทำให้แรงดันในสายเหลือ –5 V (ยกหู) ซึ่งเป็นสภาวะ LOW บนคู่สาย

3.1.3 เมื่อบนคู่สายมีสภาวะเป็น LOW ภาคส่ง (Slave) จะรับรู้โดยวงจรตรวจเช็คสภาวะLOW – HIGH ว่าเกิดการร้องขอข้อมูลของทางภาครับ(Master)

3.1.4 จากนั้น ภาคส่ง (Slave) จะทำการสับสวิตซ์ S3 และภาคส่ง (Slave) ของห้องB จะทำการส่งข้อมูล ให้กับภาครับ(Master) เมื่อทำการส่งเสร็จ แล้ว ภาครับ (Master) จะทำการ ปลดสวิตช์ S1 เพื่อยกเลิกการรับส่งข้อมูลของห้องB และ ภาครับ (Master)จะทำการ สับสวิตช์ S5 และภาคส่ง (Slave) ของห้อง A จะทำการส่งข้อมูลให้กับภาครับ (Master) เมื่อทำการส่งเสร็จแล้วภาครับ(Master) ก็จะทำการปลดสวิตช์ S5 และรอการตรวจเช็ค รอบต่อไป

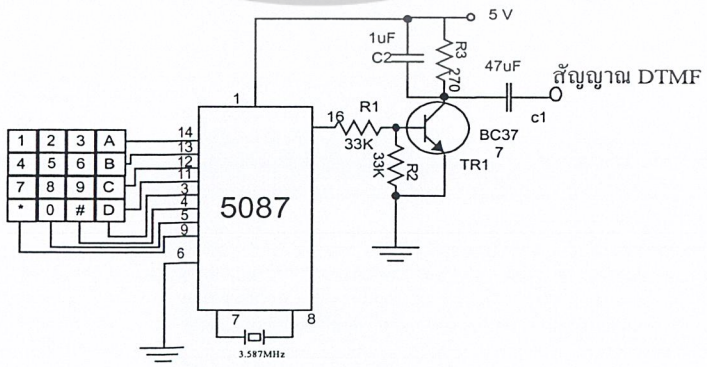
3.2 ขั้นตอนในการโทรเข้า และโทรออก ของโทรศัพท์ภายในห้องพัก

3.2.1 เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ภายในห้อง วงจรเช็คยกหู โทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปบอกที่ส่วน Control ประมวลผลของภาคส่ง (Slave) และถ้าหากในขณะนั้น มีการส่งข้อมูลอยู่ ภาคส่งจะส่งข้อมูลจนหมดและรอสภาวะคู่สายเป็น HIGH แล้ว สับสวิตซ์ S4 เพื่อเชื่อมต่อส่วนของโทรศัพท์ภายในห้องเข้ากับชุมสายภายในของโรงแรม

3.2.2 เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามายังห้องพัก ภาคส่งจะตรวจจับสัญญาณ Ringing Signal โดยวงจรตรวจจับสัญญาณ Ringing Signal ทำให้ภาคส่งทราบว่ามีการเรียกเข้ามาที่ห้องพัก ส่วน Control ประมวลผลของภาคส่งจะทำการสับสวิตซ์ S4 เพื่อเชื่อมต่อส่วนของโทรศัพท์ภายในห้องเข้ากับชุมสายภายในของโรงแรม

3.3 วงจรในส่วนต่างๆ

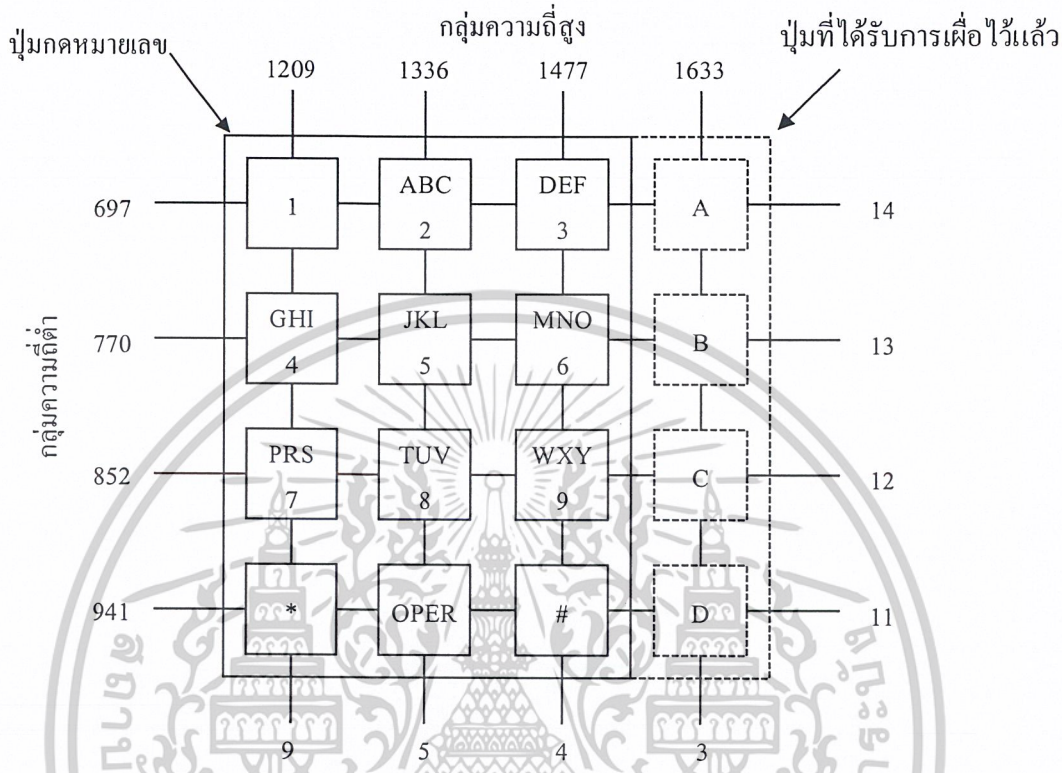
3.3.1 วงจร กำเนิดสัญญาณ DTMF



รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

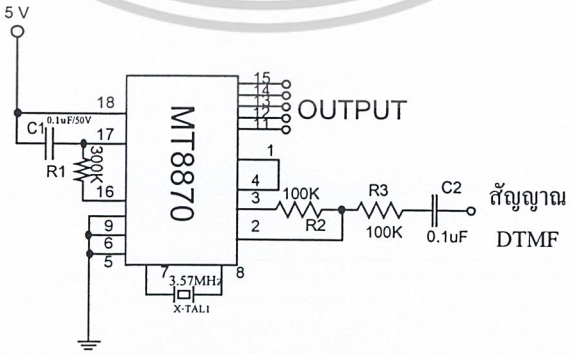
จากรูปที่ 3.3 เป็นวงจร สร้างสัญญาณ DTMF ซึ่งอยู่ในส่วนของภาคส่งเพื่อใช้ส่งสัญญาณไปให้กับภาครับ และทางภาครับ ก็จะ เปลี่ยนสัญญาณ DTMF มาเป็นข้อมูล และแสดงผลออกทางจอ LCD IC เบอร์ 5087 จะสามารถสร้าง สัญญาณ DTMF โดยการ ป้อน INPUT เข้าที่ ขา ของ IC



รูปที่ 3.4 แสดงแป้นกดINPUT ของIC เบอร์ 5087

จากรูปที่ 3.4 เป็น สวิตช์ แบบ แมทริก เมื่อ กดสวิตช์ IC 5087จะผลิตความถี่ขึ้นมา2ความถี่คือ ความถี่ ต่ำ และความถี่สูง รวมกัน ซึ่งก็คือสัญญาณ DTMF ที่ใช้รับส่งข้อมูลในคู่สาย เช่นเมื่อกด หมายเลข 7 ก็จะผลิตความถี่ 852 Hz และ1209Hz มารวมกัน

3.3.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

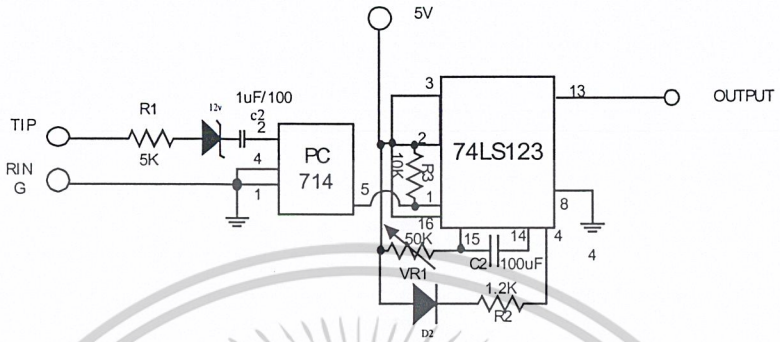


รูปที่ 3.5วงจรถอดรหัสสัญญาณDTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMFที่อยู่ในส่วนของภาครับโดยเครื่องรับจะรับสัญญาณDTMFมาจาก เครื่องส่ง เพื่อแปลงสัญญาณ DTMFให้อยู่ในรูป ของ Binary 4Bit เพื่อนำไปประมวลผลและ แสดงออกจอ LCD

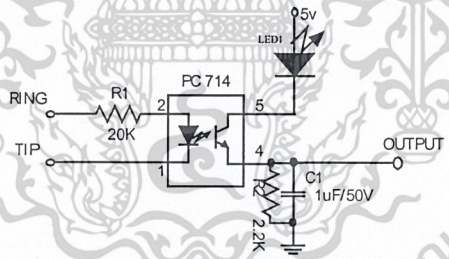
3.3.3 วงจรตรวจเช็คสัญญาณ Ringing



รูปที่ 3.6วงจรตรวจเช็คสัญญาณRinging

จากรูปที่ 3.6 เป็นวงจร ตรวจเช็คสัญญาณRinging ซึ่งวงจรนี้จะอยู่ในส่วนของภาครับ และภาคส่ง ในส่วนของภาครับจะใช้วงจรนี้เมื่อต้องการร้องขอข้อมูลวงจรนี้ จะเป็นตัวตรวจสอบว่าคู่สายที่ร้องขอข้อมูลมีสัญญาณ Riging อยู่หรือไม่ ในส่วนของภาคส่ง ก็จะเป็นตัวตรวจสอบว่าได้มีการโทรเข้ามายังเครื่องภายในห้องหรือไม่เพื่อที่จะให้ส่วนประมวลผลมีการทำงานต่อไป

3.3.4 วงจรตรวจเช็คสภาวะ LOW-HIGH ในคู่สาย

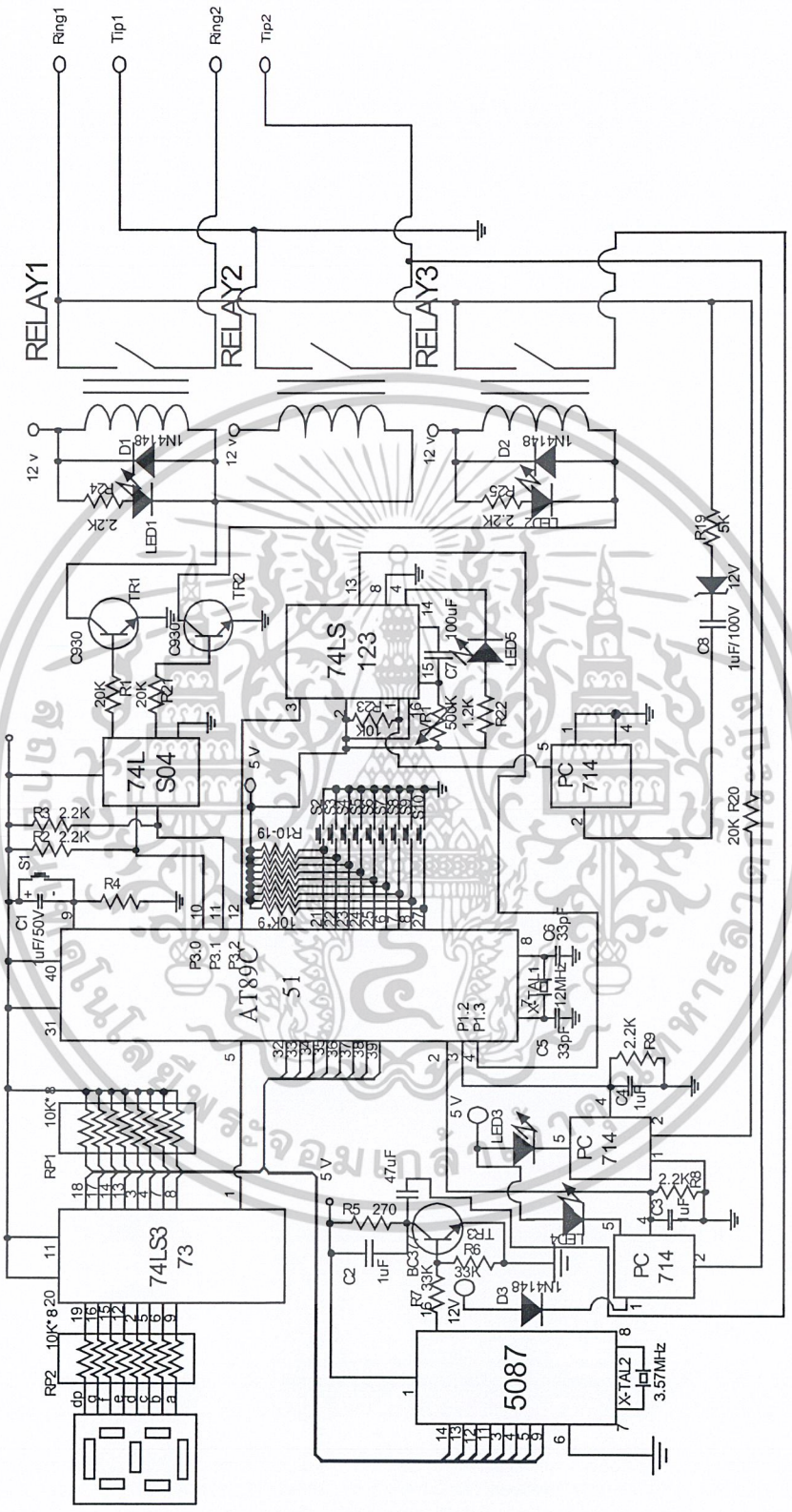


รูปที่ 3.7 วงจรตรวจเช็คสภาวะLOW – HIGH ในคู่สาย

รูปวงจรที่ 3.7 วงจรตรวจเช็คสภาวะLOW-HIGHใน คู่สาย เมื่อสภาวะในคู่สาย มี สภาวะเป็น HIGH คู่สาย TIP และRING มีแรงดัน–48 V LED ภายในICจะเปล่งแสงให้กับ Opto Transister ทำให้ OptoTransister ทำงาน และทำให้แรงดันตกคร่อม R2 5V เมื่อสภาวะในคู่สายมีสภาวะเป็น LOW คู่สาย TIP และRING มีแรงดัน –5V LED ภายในIC จะไม่เปล่งแสงให้กับ Opto Transisterทำให้ OptoTransisterไม่ ทำงาน ทำให้ไม่มีแรงดันตกคร่อมให้กับ R2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 รูปวงจรภาคส่ง (Slave)



รูปที่ 3.8วงจรภาคส่ง (Slave)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปวงจรที่ 3.8 วงจรภาคส่ง (Slave) AT89C51 จะรับข้อมูลเข้ามาจากเซ็นเซอร์ ภายในตู้เย็นทุกๆ 20msทางขา 23-25และ6-8 ต่อจากนั้น ก็จะนำข้อมูลมาหาจำนวนของสิ่งของ และจะเก็บไว้ที่ รีจิสเตอร์เพื่อที่จะส่งให้ตัวรับ เมื่อมีการร้องขอ เมื่อมีการร้องขอ AT98C51 จะรับสัญญาณร้องขอเข้ามาทาง ขา3และ AT98C51จะทำการต่อRELAY3 และ AT89C51ก็จะส่งข้อมูลมาให้กับ IC 5087เพื่อสร้างสัญญาณ DTMF และส่งให้กับเครื่องรับ ผ่านคู่สาย TIP และ RING

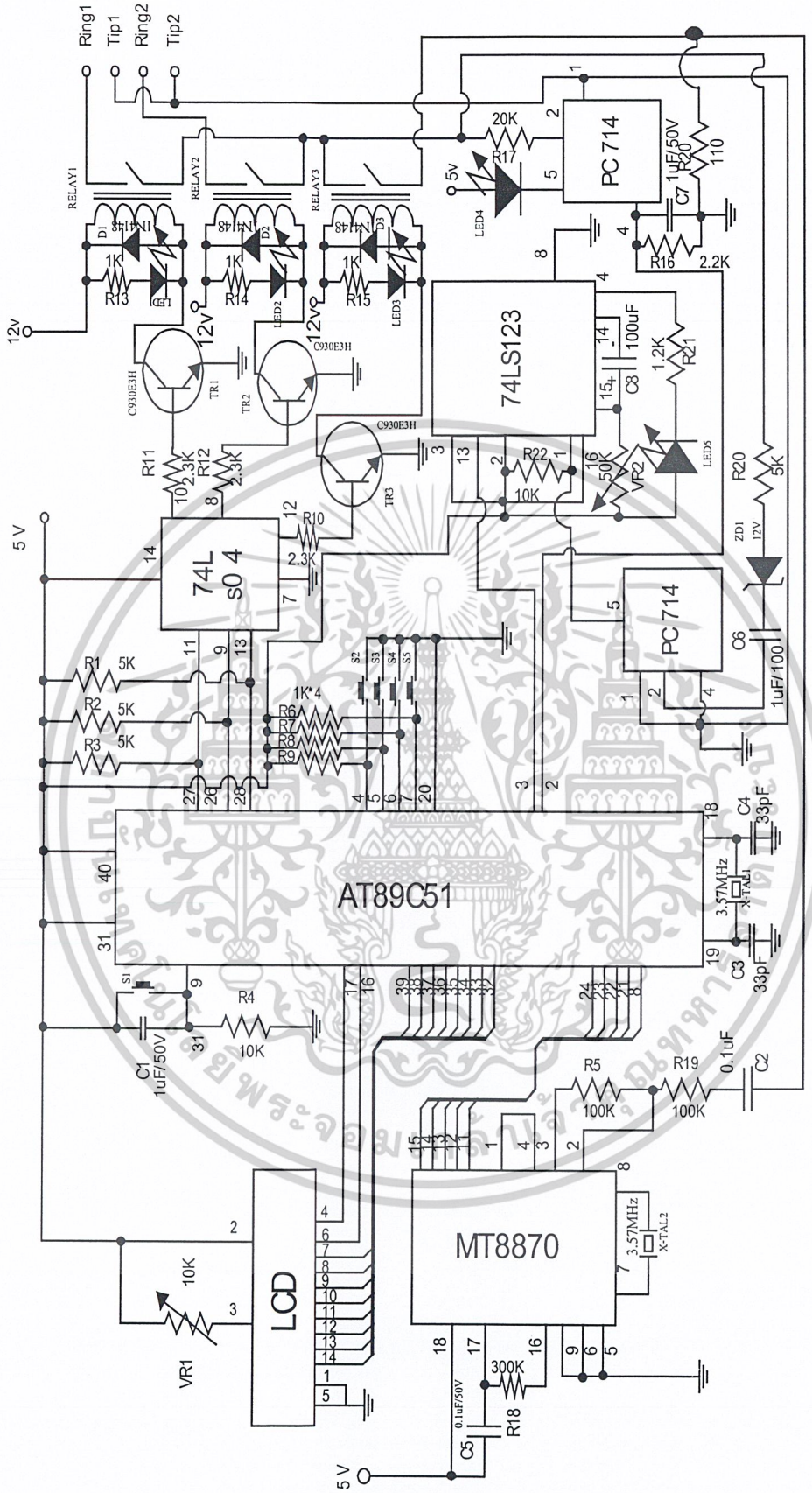
ในกรณีมีการโทรเข้ามายังห้อง AT89C51จะรับรู้จากขา12 ซึ่งเป็นสัญญาณที่ได้รับจากวงจรตรวจเช็คสัญญาณ Ringing และAT89C51จะทำการต่อ RELAY 1 และ RELAY2 เพื่อเชื่อมต่อคู่สายกับโทรศัพท์ภายในห้อง เมื่อ โทรศัพท์ภายในห้องว่างสาย สภาวะคู่สายก็จะเปลี่ยนเป็น HIGH และวงจรตรวจเช็ค LOW-HIGH ก็จะส่งสัญญาณไปให้ AT89C51 ทางขา3 จากนั้นAT89C51ก็จะทำการยกเลิกการเชื่อมต่อ RELAY1 และ RELAY 2

ในกรณีมีการโทรออกจากห้อง เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์วงจรตรวจเช็คยกหูโทรศัพท์ จะส่งสัญญาณให้กับ AT89C51 ทางขา 2 จากนั้นAT 89C51จะทำการเชื่อมต่อ RELAY 1 และ RELAY 2 เพื่อเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายในห้อง กับคู่สาย

3.3.6 วงจรภาครับ (Master)

จากรูปที่ 3.9 วงจรภาครับจะทำการตรวจเช็คคู่สายของห้องที่ต้องการข้อมูลโดยการต่อ RELAY เชื่อมต่อภาครับกับคู่สายของห้องที่ต้องการข้อมูล เมื่อตรวจเช็คว่าคู่สายว่างก็ส่งสัญญาณร้องขอข้อมูลไปยังภาคส่งโดยการต่อ RELAY 3 ซึ่งทำให้สภาวะคู่สายLOW ภาคส่งก็จะทราบว่าภาครับต้องการข้อมูล จากนั้นภาคส่งจะทำการส่งข้อมูล ภาครับจะรับข้อมูลเข้ามาถอดรหัสที่ MT8870และส่งข้อมูลที่ถอดรหัสเข้า AT98C51 เพื่อนำข้อมูลแสดงผลบนจอ LCD ต่อไป

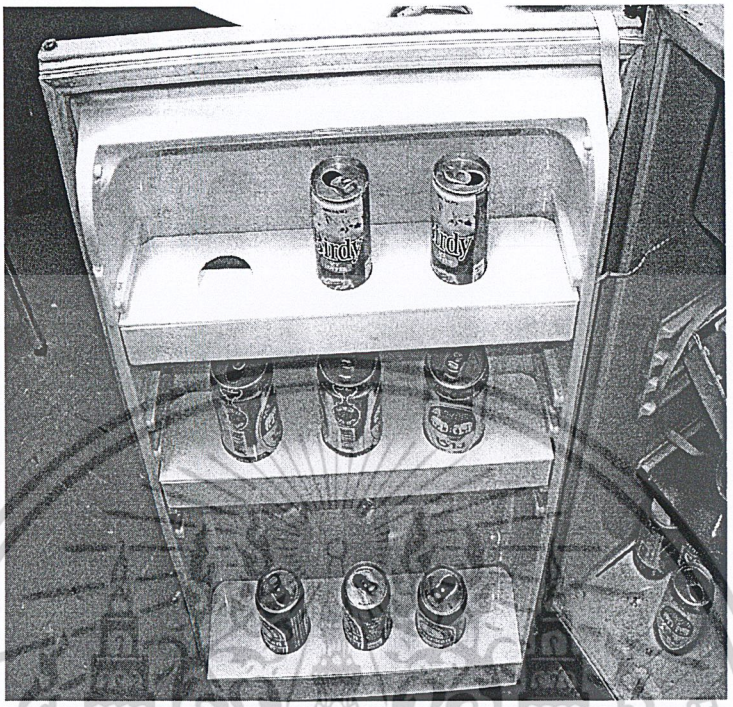
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9วงจรภาครับ(Master)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เซ็นเซอร์ภายในตู้เย็น



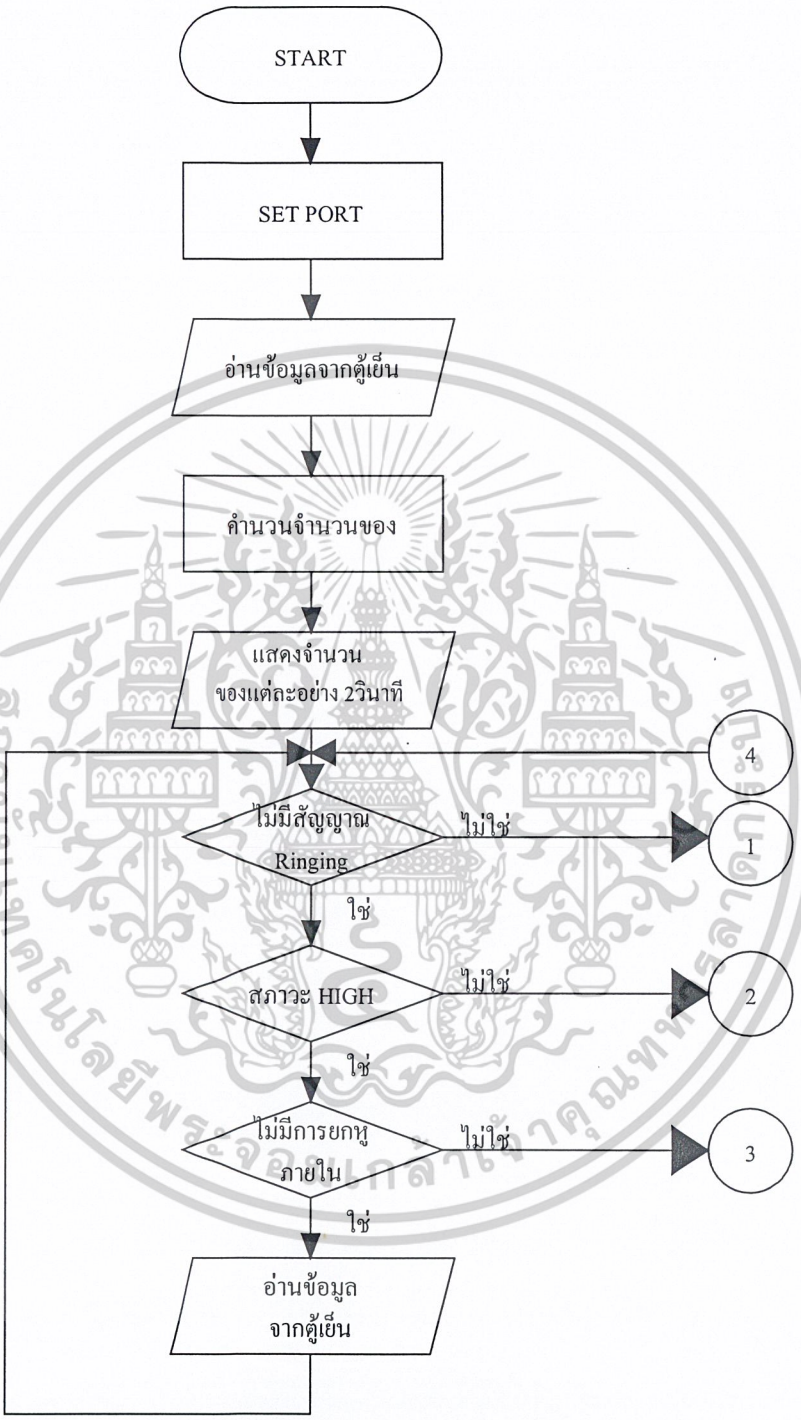
รูปที่ 3.10 เซ็นเซอร์ตรวจเช็คของภายในตู้เย็น

จากรูปที่ 3.10 เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจเช็ค จำนวนสิ่งของภายในตู้เย็นซึ่งสามารถตรวจเช็คสิ่งของที่เมื่อใส่สิ่งของลงไปในชั้นวางของ ด้านล่างของชั้นวางของจะมีแผ่นพลาสติกไว้รองรับสิ่งของและแผ่นพลาติกจะวางอยู่บน ไมโครสวิตช์(MicroSwitch) ซึ่งเมื่อวางสิ่งของลงไปในชั้นวางของ ก็จะทำให้ไมโครสวิตช์ ทำงาน และ ส่งผลการตรวจเช็คให้กับ AT98C51ที่ ขา23-25 และ 6-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

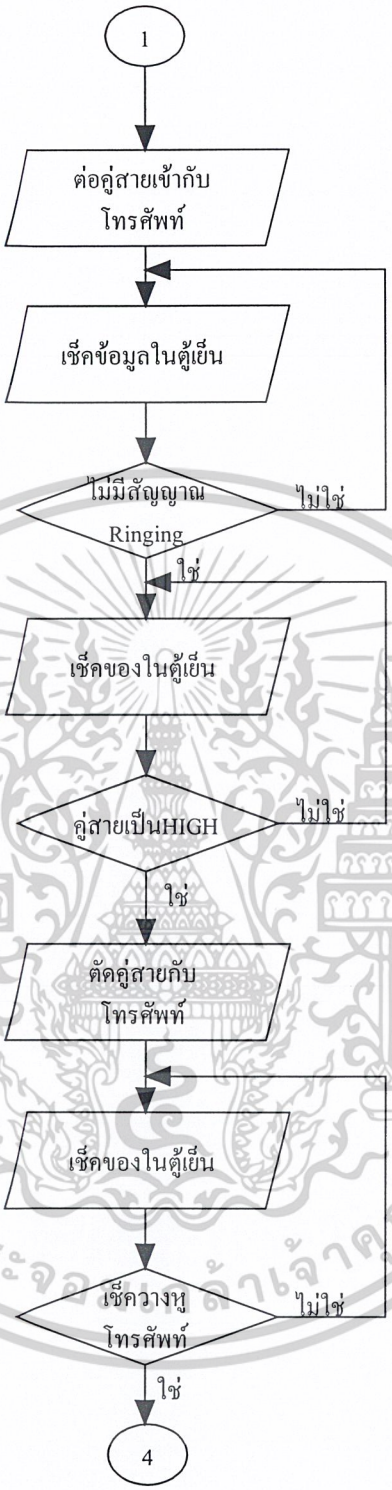
3.5 FlowChart การทำงานของเครื่องตรวจเช็คของภายในตู้เย็น

3.5.1 Flow Chart การทำงานของภาคส่ง



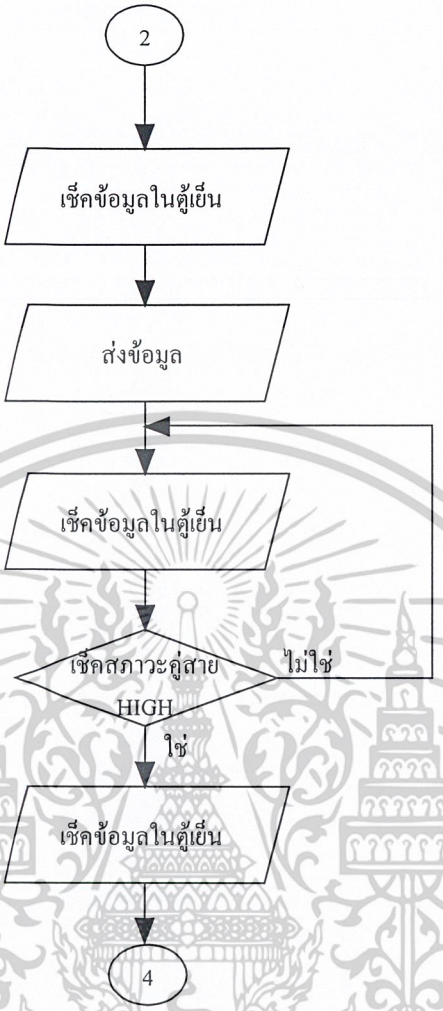
รูปที่ 3.11 รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



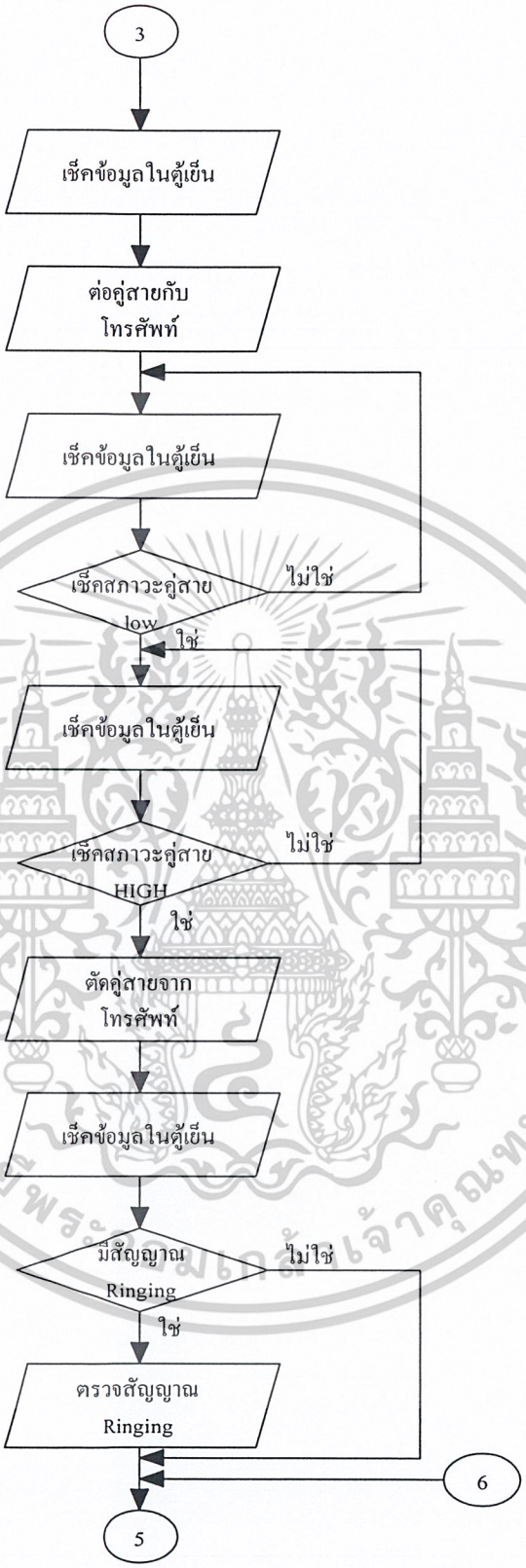
รูปที่ 3.12 รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่งกรณีที่มีสัญญาณ Ringing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



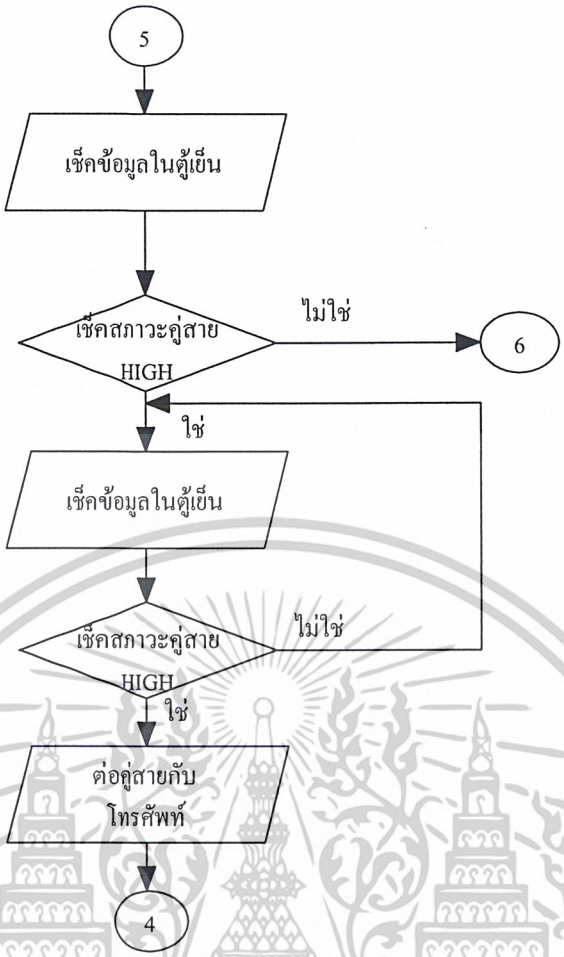
รูปที่ 3.13 รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่งกรณีที่สภาวะ LOW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่งกรณีที่มีการยกหูภายใน

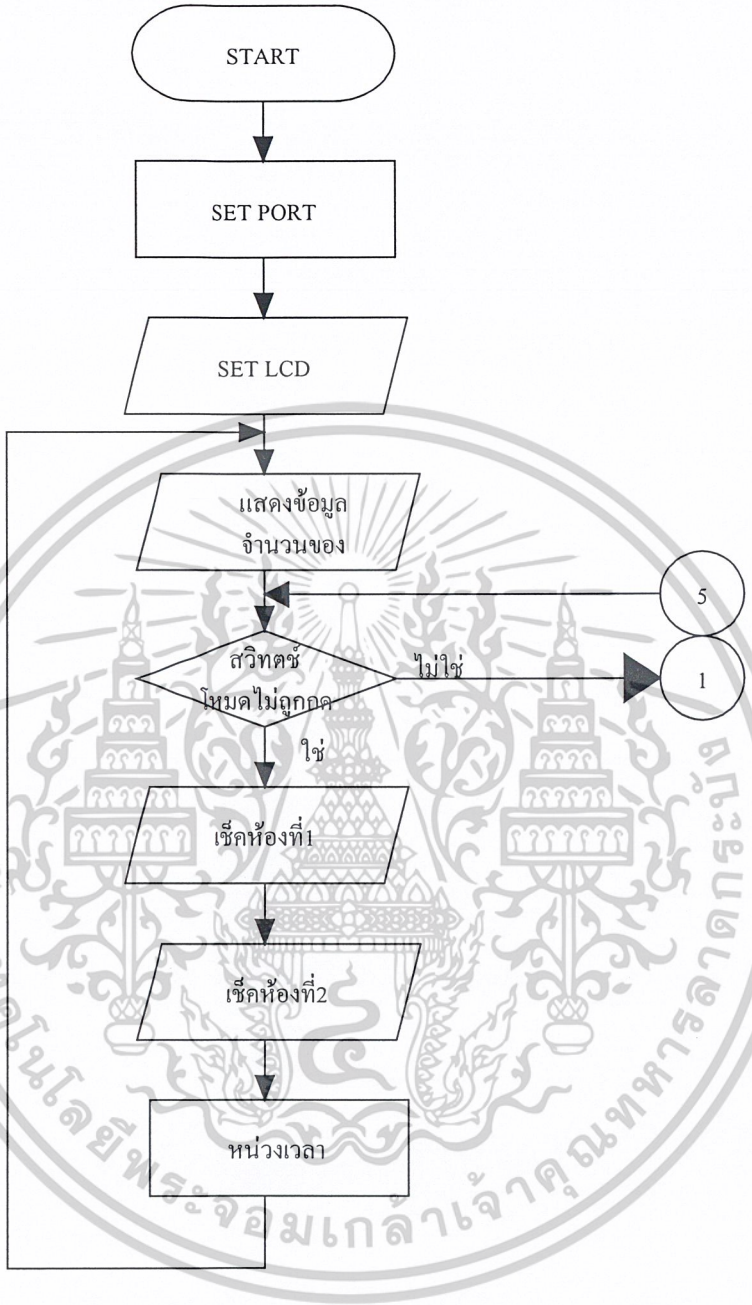
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15รูปFlow Chart การทำงานของภาคส่งกรณีที่มีการยกหูภายใน(ต่อ)

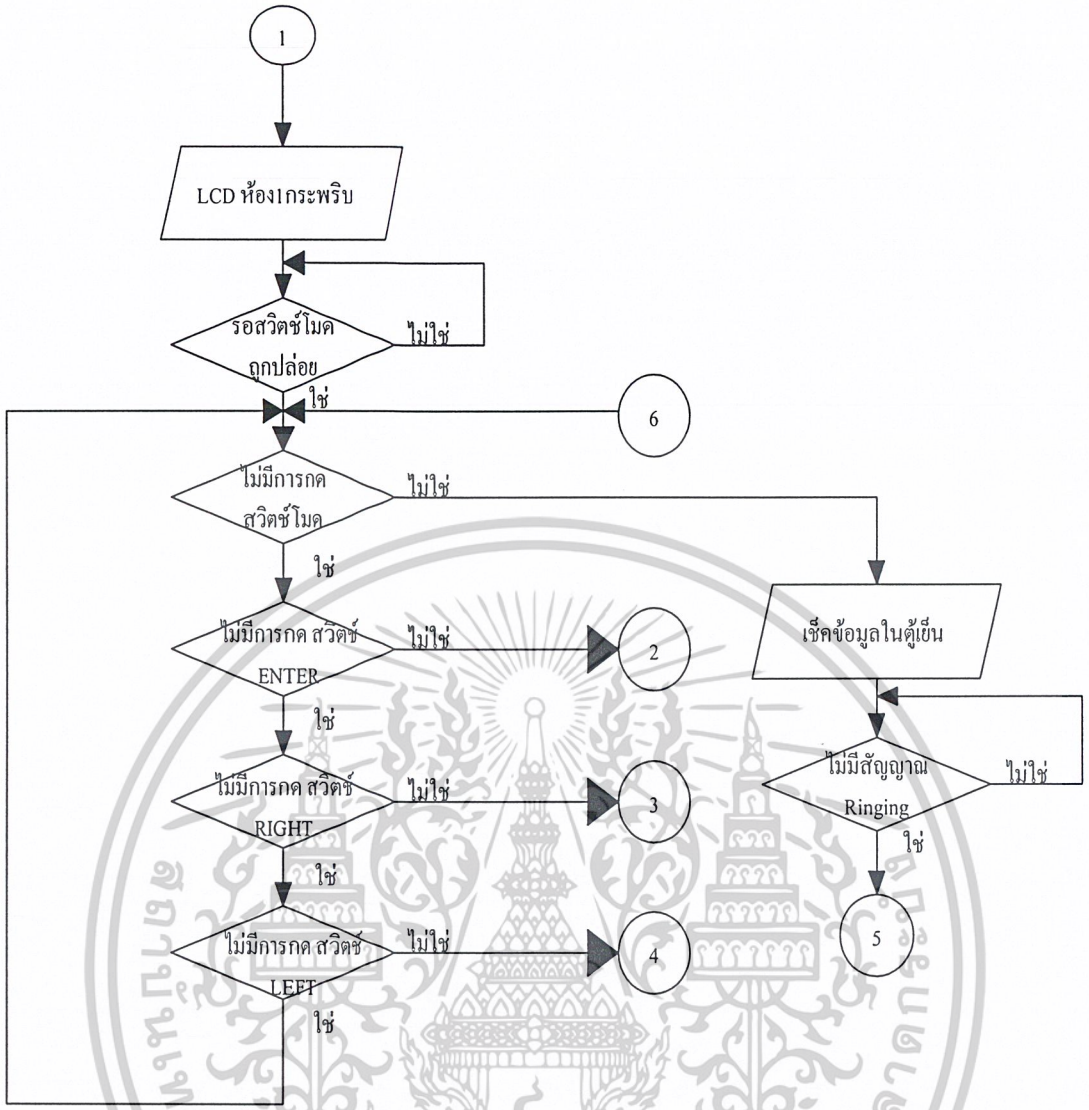
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 Flow Chart การทำงานของภาครับ



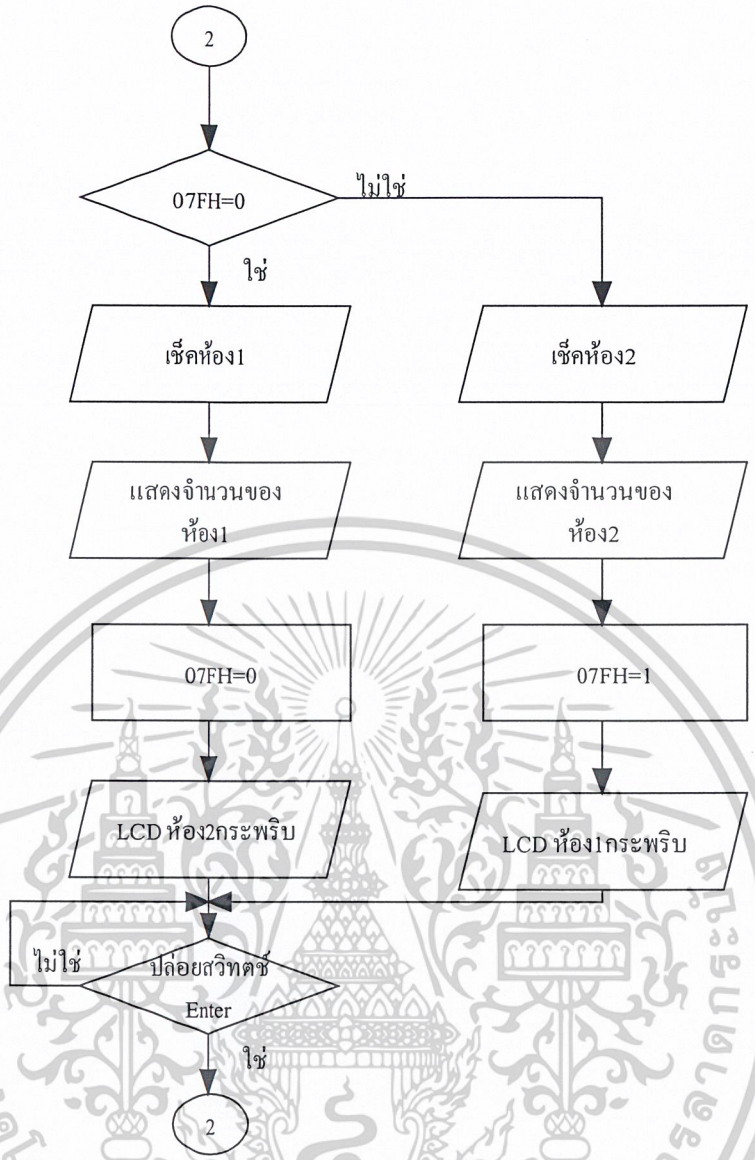
รูปที่ 3.16 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



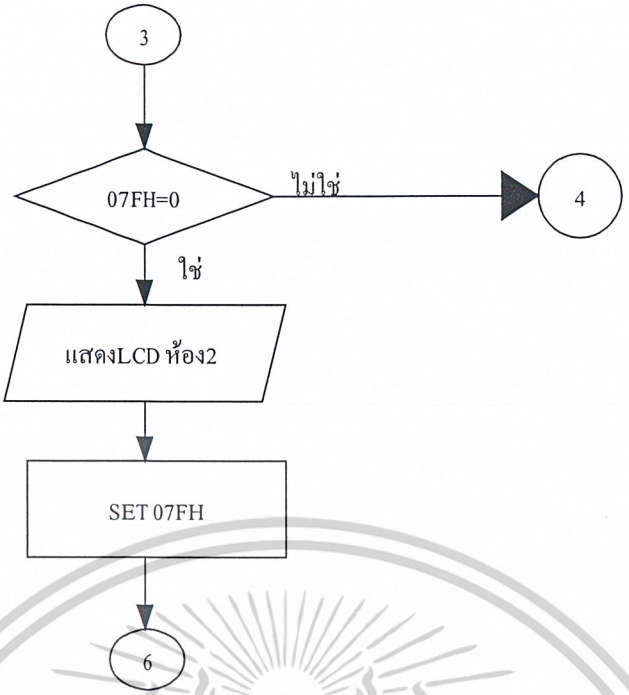
รูปที่ 3.17 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับกรณีที่ สวิตช์โหมดถูกกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

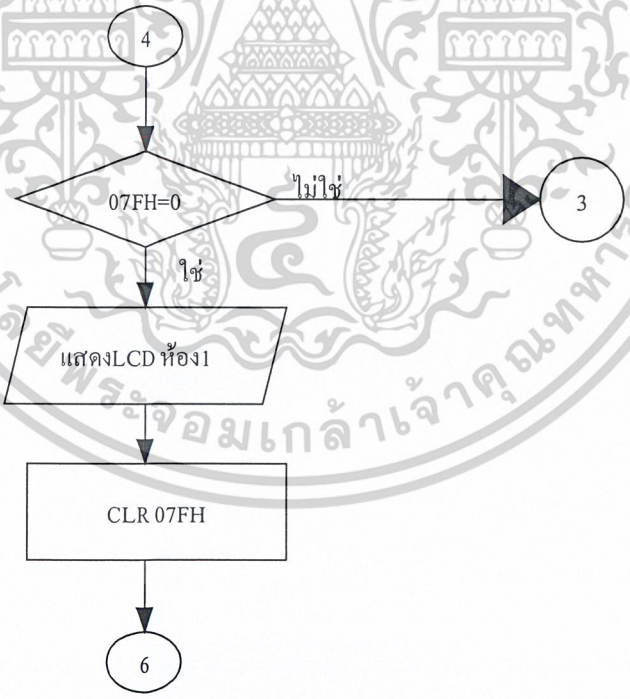


รูปที่ 3.18 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับกรณีที่มีการกดสวิตช์ ENTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับกรณีที่ มีการกดสวิตช์ RIGHT



รูปที่ 3.20 รูป Flow Chart การทำงานของภาครับกรณีที่ มีการกดสวิตช์ LEFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 วงจรสร้างสัญญาณ DTMF ความถี่คู่

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างสัญญาณ DTMF ซึ่งใช้เป็นการส่งข้อมูล

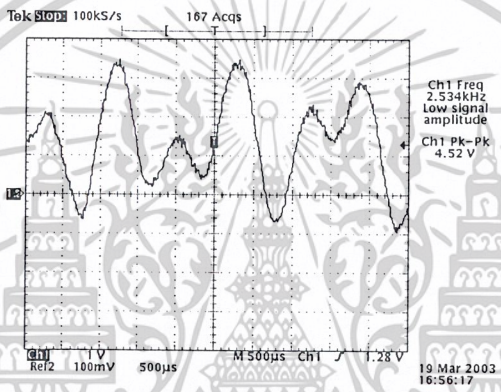
ขั้นตอนการทดลอง

1.ต่อวงจรตามรูป 4.11

2.ป้อนสัญญาณ INPUT โดยการกดหมายเลขกด 0-9

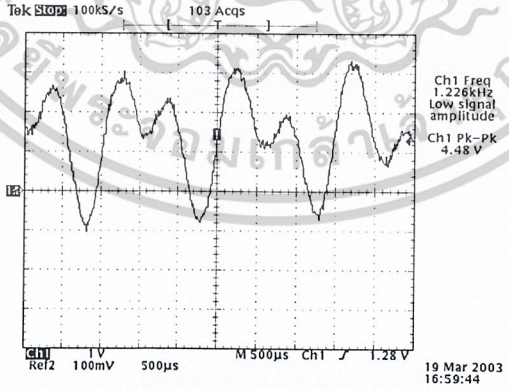
3.บันทึกผลการทดลอง

3.1 ผลจากการกด1



รูปที่ 4.1 แสดงผล OUTPUTจากการกด1

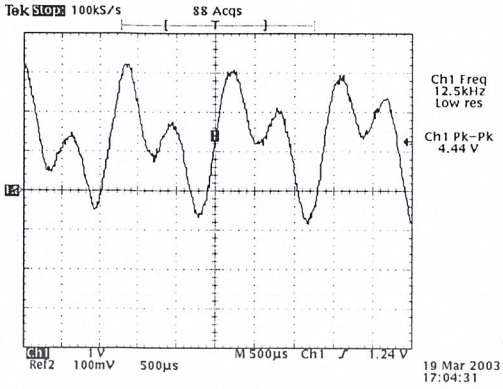
3.2 ผลจากการกด2



รูปที่ 4.2 แสดงผล OUTPUTจากการกด2

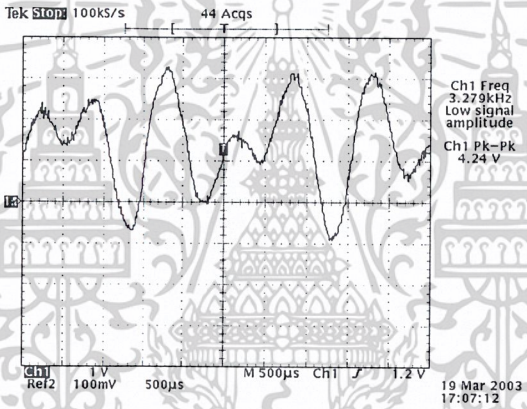
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ผลจากการกด3



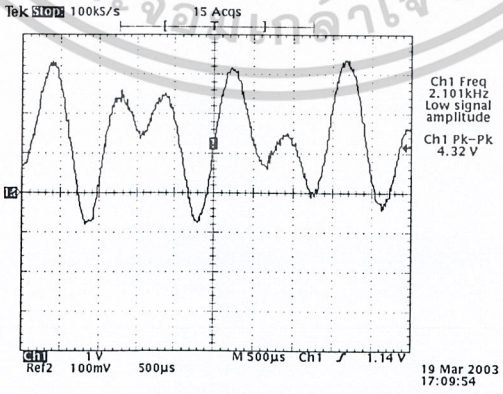
รูปที่ 4.3 แสดงผล OUTPUTจากการกด3

3.4 ผลจากการกด4



รูปที่ 4.4 แสดงผล OUTPUTจากการกด4

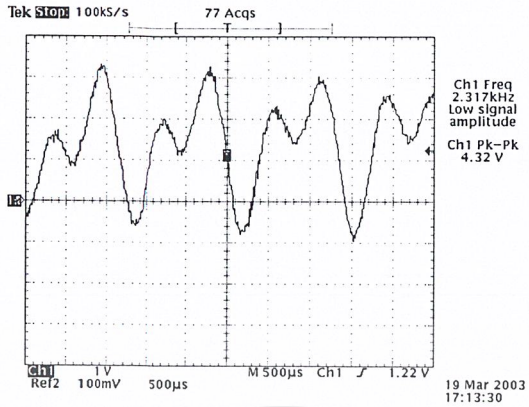
3.5 ผลจากการกด5



รูปที่ 4.5 แสดงผล OUTPUTจากการกด5

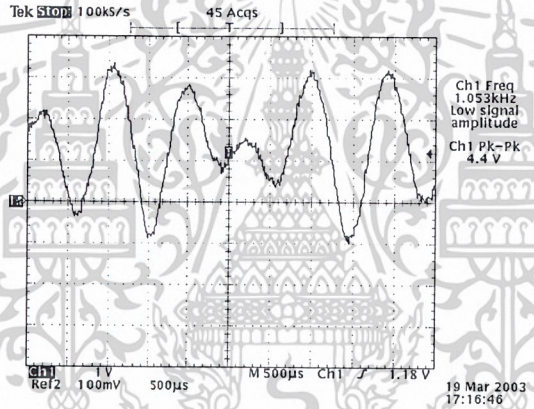
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ผลจากการกด6



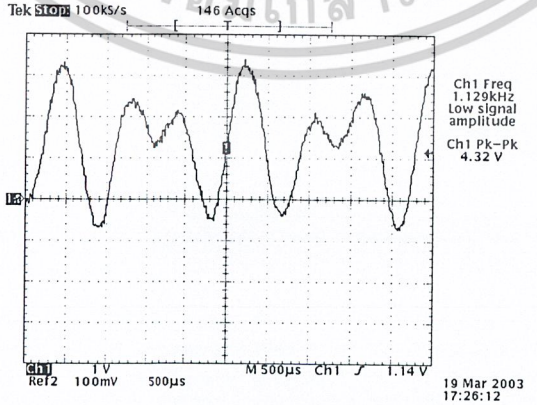
รูปที่ 4.6 แสดงผล OUTPUTจากการกด6

3.7 ผลจากการกด7



รูปที่ 4.7 แสดงผล OUTPUTจากการกด7

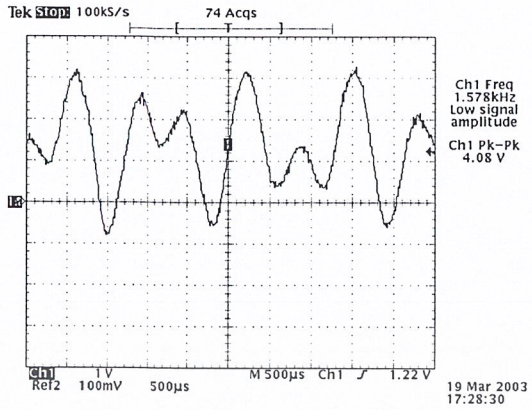
3.8 ผลจากการกด8



รูปที่ 4.8 แสดงผล OUTPUTจากการกด8

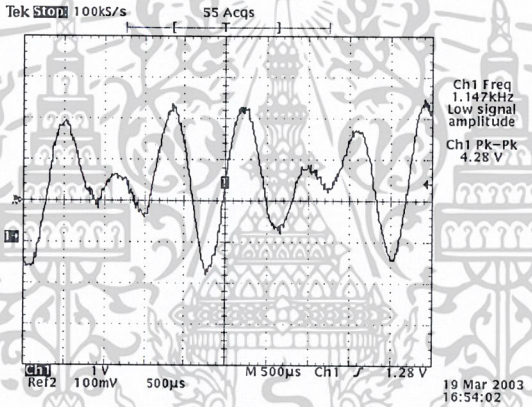
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ผลจากการกด9



รูปที่ 4.9 แสดงผล OUTPUTจากการกด9

3.9 ผลจากการกด0

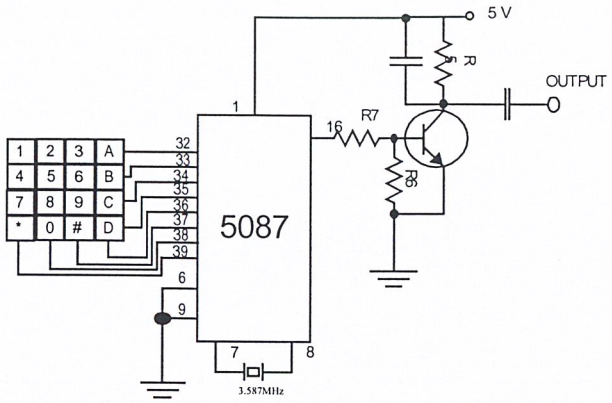


รูปที่ 4.10 แสดงผล OUTPUTจากการกด0

สรุปผลการทดลอง

เมื่อกดแป้นตัวเลข IC5087 จะสร้างสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งเป็นการรวมกัน ของความถี่ด้านสูง (1209-1633) และความถี่ ด้านต่ำ (697-941)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การทดลองที่ 1 วงจรสร้างสัญญาณ DTMF ความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ความถี่คู่

วัตถุประสงค์

เพื่อถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่สร้างจากการทดลองที่ 1 เพื่อแปลงสัญญาณกลับมาเป็นเลขฐานสอง

ขั้นตอนการทดลอง

1.ต่อวงจรตามรูปที่ 4.12

2.นำOUTPUT ของวงจรรูปที่ 4.10 ไปต่อเข้ากับ INPUT ของวงจรรูปที่ 4.11

3.ป้อนINPUTซึ่งจะเป็นหมายเลขกด 0-9 ที่เปลี่ยนเป็นเลขฐานสองแล้ว

4.วัดOUTPUTจากวงจรที่4.11ซึ่งจะเป็นรหัสเลขฐานสองที่ได้จากการถอดรหัสสัญญาณDTMF และบันทึกผลการทดลอง

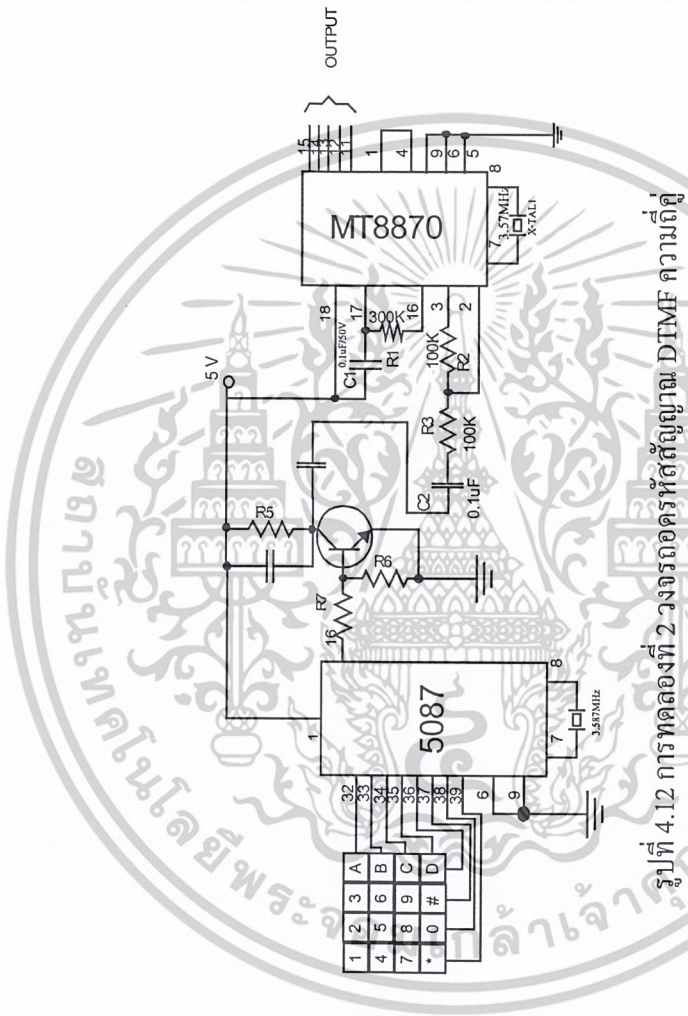
หมายเลขที่กด	OUTPUT			
	Q4	Q3	Q2	Q1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0

ตารางที่ 4.1 แสดงINPUTและOUTPUTวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ความถี่คู่

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อกดหมายเลขบนแป้นหมายเลข IC 5087 จะสร้างสัญญาณความถี่คู่ DTMFตามรูปที่2.6 ซึ่งจะมีทั้งความถี่สูงและความถี่ต่ำรวมกันและส่งให้กับ IC8870เพื่อทำการถอดรหัสเป็น Binary 4 Bitตามตารางที่ 4.2 ซึ่งBinaryที่ ได้จะมีค่าเท่าหมายเลขบนแป้นโทรศัพท์เมื่อเปลี่ยน เป็นเลขฐานสิบยกเว้น 0จากมีค่าเท่ากับ 10 เมื่อเปลี่ยนเป็นเลขฐานสิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 การทดลองที่ 2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ความถี่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองที่ 3 การทดลองเครื่องส่ง

วัตถุประสงค์

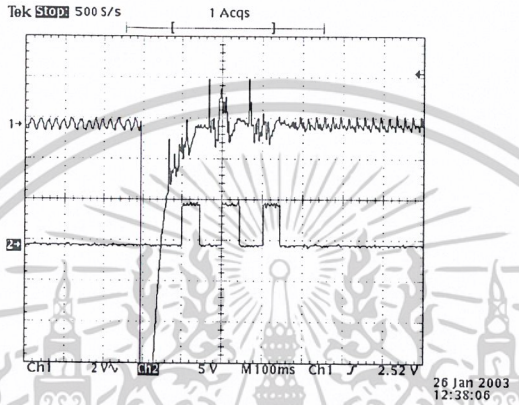
เพื่อทดสอบเครื่องส่งว่าสามารถทำงานได้หรือไม่

ขั้นตอนการทดลอง

1.ต่อวงจรตามรูปที่4.14

2.ยกหูโทรศัพท์

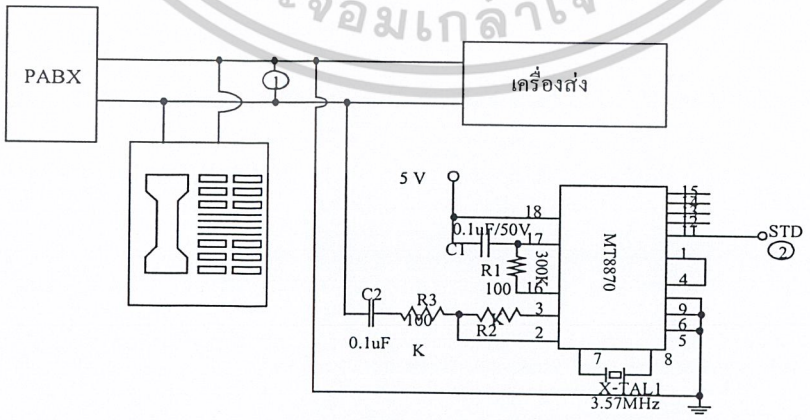
3.วัดสัญญาณที่ ตำ แหน่ง1 และ2ตามรูปที่ 4.14 บันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 4.13 แสดงสัญญาณที่วัดได้จากการทดลองที่3

สรุปผลการทดลอง

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ซึ่งเป็นการจำลองว่าภาครับได้ทำการร้องขอข้อมูล ต่อจากนั้นภาคส่งก็จะทำการส่งข้อมูลเป็นสัญญาณ DTMF ออกมา ยังคู่สายเพื่อส่งให้ภาครับดังรูปที่ 4.12 Channel ที่ 1ภาคส่งจะส่งสัญญาณDTMFมา 3ครั้ง ครั้งละ 50ms และ หยุด 50ms ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนจาก OUTPUT Channelที่ 2ซึ่งวัดจากOUTPUTของ IC8870 ซึ่งเป็นขา STD(ขาSTD เป็น1 เมื่อ 8870 สามารถ ดีเทคสัญญาณ DTMF ได้)



รูปที่ 4.14วงจรการทดลองที่ 3 การทดลองเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองที่ 4 การทดลองวงจรตรวจเช็คสัญญาณ Ringing

วัตถุประสงค์

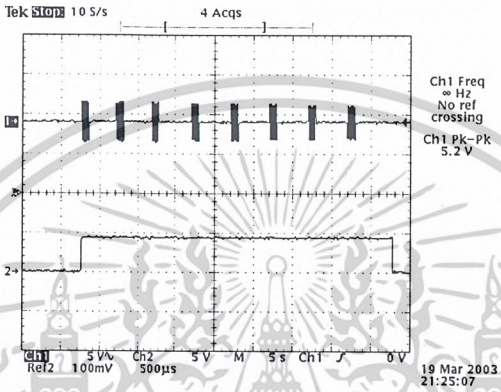
เพื่อตรวจจับสัญญาณ Ringing

ขั้นตอนการทดลอง

1.ต่อวงจรตามรูปที่ 4.16

2.โทรศัพท์ เข้ามายังคู่สาย

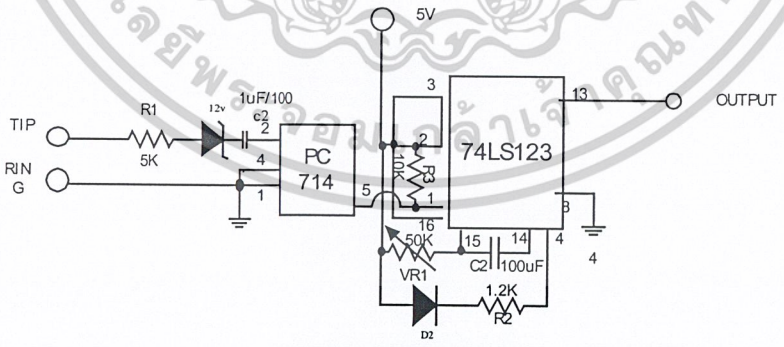
3.บันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 4.15 แสดงสัญญาณ Ringing ที่วัดได้ที่คู่สาย

สรุปผลการทดลอง

เมื่อมีการโทรเข้ามายังคู่สายชุมสายจะส่งสัญญาณRingingมาที่คู่สายวงจรตรวจจับก็จะสามารถตรวจจับสัญญาณ Ringing ได้ดังรูปที่ 4.14 โดย Channelที่ 1 เป็นสัญญาณ Ringing และ Channelที่2 เป็น OUTPUT ของวงจรตรวจจับสัญญาณ Ringing



รูปที่ 4.16วงจรการทดลองที่ 4 วงจรตรวจเช็คสัญญาณ Ringing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

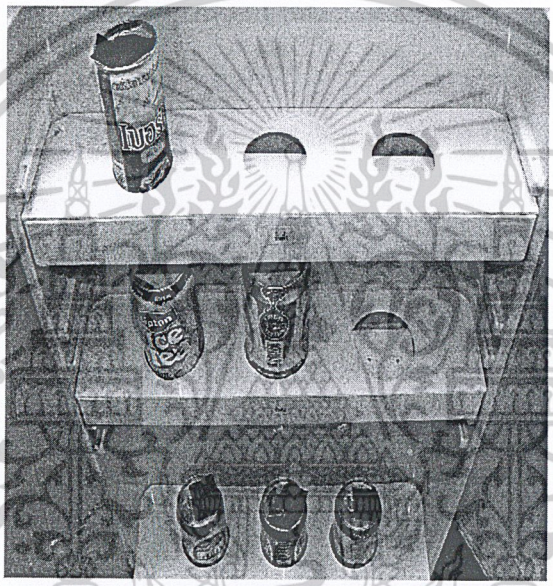
4.5 การทดลองที่ 5 การทดลอง เครื่องรับ และ เครื่องส่ง

วัตถุประสงค์

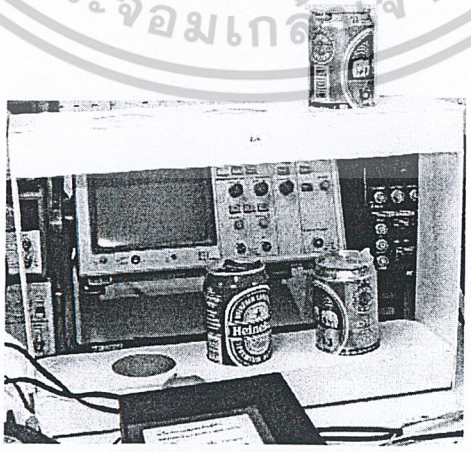
เพื่อตรวจสอบว่าเครื่องรับ และเครื่องส่ง ทำงานหรือไม่

ขั้นตอนการทดลอง

1. เปิดเครื่องตรวจเช็คของในตู้เย็นและต่อวงจรตามรูปที่4.21ทำการเช็คของภายในห้อง1 และ ห้อง2 และบันทึกผล โดยการถ่ายรูป
2. ยกหูโทรศัพท์และบันทึกผล โดยการถ่ายรูป

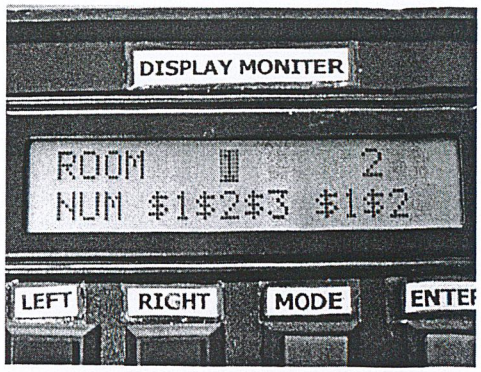


รูปที่ 4.17 แสดงจำนวนของภายในตู้เย็นห้องที่1

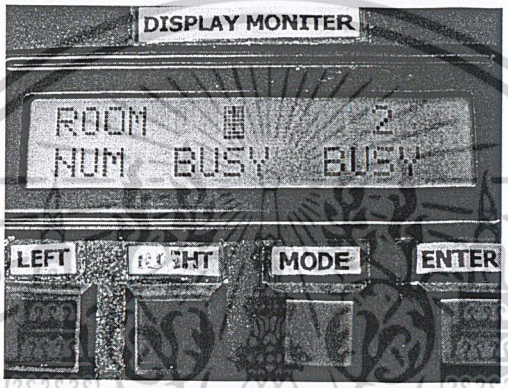


รูปที่ 4.18 แสดงจำนวนของภายในตู้เย็นห้องที่2

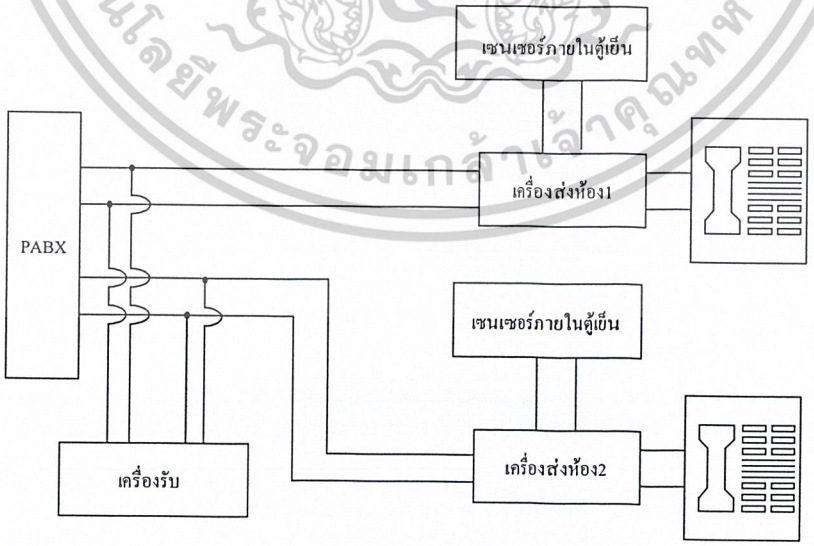
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงผลการตรวจเช็คสิ่งของที่เครื่องรับ



รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงผลการตรวจเช็คสาย โทรศัพท์ไม่ว่าง



รูปที่ 4.21 วงจรการทดลองที่5 การทดลอง เครื่องรับ และ เครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เครื่องรับ และ เครื่องส่ง เครื่องส่ง จะทำการตรวจเช็คของภายในตู้เย็นและ หากคู่สายว่างเครื่องรับจะร้องขอข้อมูลไปยังเครื่องส่ง และเครื่องส่งก็จะทำการส่งข้อมูล ผ่านสายคู่สายไปยังเครื่องรับ ซึ่งเป็นข้อมูลจำนวนของในตู้เย็น ของห้องที่1 ชั้นที่ 1มี1กระป๋องชั้นที่ 2มี2กระป๋องชั้นที่ 3มี3กระป๋องและจำนวนของในตู้เย็น ของห้องที่2 ชั้นที่ 1มี1กระป๋องชั้นที่ 2มี2 เมื่อเครื่องรับรับข้อมูลมาได้ก็จะแสดงผลดังรูปที่4.19 ในกรณีที่มีการยกหูโทรศัพท์ ที่เครื่องรับก็สามารถตรวจเช็คได้ว่ามีการยกหูโทรศัพท์ โดยจะแสดงผลตามรูปที่4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

โครงงานนี้ถ้าจะนำไปใช้งานจริงจะต้องเพิ่มอีกบางส่วน คือในภาครับจะต้องเพิ่มจำนวนห้องให้มากขึ้น แยกวงจรเช็คสัญญาณ Ringingออกแต่ละห้องเพื่อความรวดเร็วในการเช็คแต่ละรอบและการที่ใช้รีเลย์ในการตัดต่อทำให้มีเสียงดัง อาจจะใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทดแทนรีเลย์

และในภาคส่งจะต้องเพิ่มจำนวนเซนเซอร์ให้เพียงพอต่อจำนวนสิ่งของ การตรวจเช็คจำนวนสิ่งของของตู้เย็นจะกระทำ 50ครั้ง/วินาที และถ้าเครื่องส่งตรวจพบว่ามีการหยิบของในตู้เย็นชิ้นใดเครื่องจะหักออกจากจำนวนทั้งหมด ทันที และจะไม่มีการบวกเพิ่มของช่องนั้นหากมีการวางสิ่งของลงที่เดิมเพราะฉะนั้นจะต้องมีการแจ้งให้ผู้ใช้บริการของทางโรงแรมรับทราบอย่างชัดเจนว่าหากมีการหยิบสิ่งของในตู้เย็นแล้วไม่สามารถคืนได้

ในส่วนของเครื่องส่งนั้นจะต้องมี แบตเตอรี่ไว้สำหรับเวลาไฟดับหรือไฟตกเพราะจะทำให้เครื่องรีเซต ข้อมูลทั้งหมดก็จะหายไปด้วยและต้องเก็บเครื่องส่งไม่ให้ลูกค้าโรงแรมสามารถรีเซตเครื่องได้เนื่องจากถ้าเครื่องส่งถูกรีเซตเครื่องจะทำการนับจำนวนสิ่งของใหม่หมดปุ่มรีเซตจึงไว้สำหรับเจ้าหน้าที่ของทางโรงแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้ คุณความดีขอมอบให้แก่บุคล ผู้ให้ความอนุเคราะห์ตลอดจนคำแนะนำในส่วนต่างๆต่อผู้จัดทำดังนี้

อ.สุรพล บุญจันทร์

รศ.สมยศ จุณณะปิยะ

ตลอดจนเพื่อนๆที่แนะนำในการทำงานและช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดมา

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

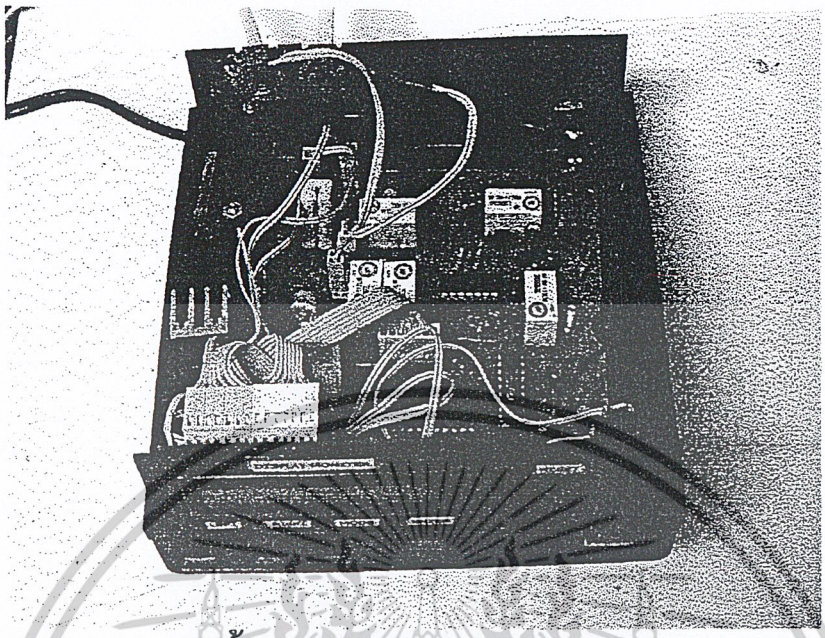
วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล , เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช , บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด , 2542

รศ. สมยศ จุณณะปิยะ , การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ ตระกลู MCS-51 ,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร , 2541

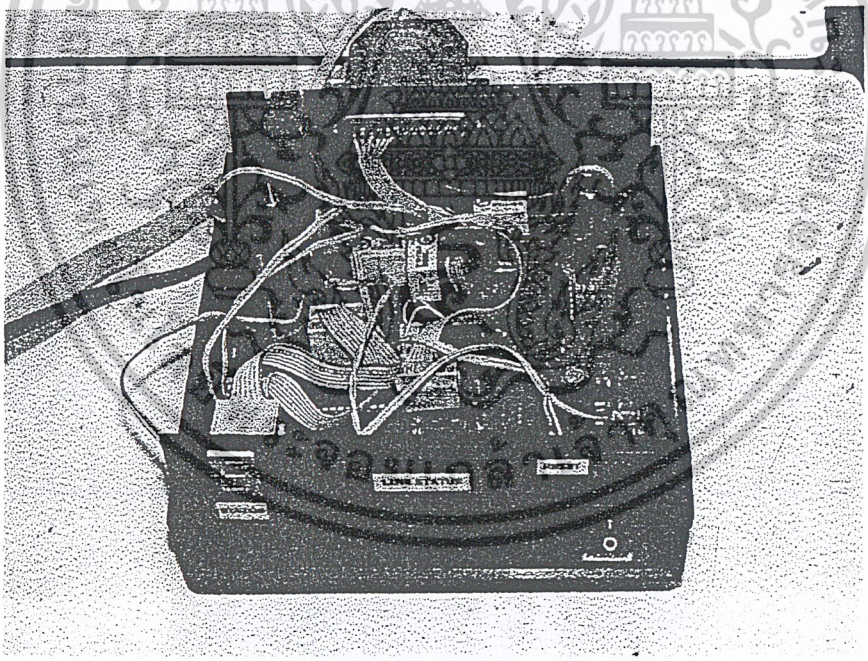
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปชิ้นงานจริง ภาครับ (Master)



รูปชิ้นงานจริง ภาคส่ง (Slave)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภาครับ (Master)

```
; Define Port&Pin Name
;-------------------------------------------------------------------
-------
LCD_EN              BIT         P3.6        ; LCD Module Enable (Active
High : Level)
LCD_RS              BIT         P3.7        ; LCD ModuleRegister Select
MOD_1               BIT         P1.4        ;5
ENTER_1             BIT         P1.3        ;4
LEFT_1              BIT         P1.6        ;7
RIGHT_1             BIT         P1.5        ;6
SW_L1               BIT         P2.6        ;27
SW_L2               BIT         P2.5        ;26
SW_R_DT             BIT         P2.7        ;28
STD_1               BIT         P1.7        ;8
; Define User Register
LCD_ADDR            EQU         030H        ; For keep LCD Address
LCD_DATA            EQU         031H        ; For keep LCD Data

; Main Program.

                    ORG   000H              ; Reset Vector
                    MOV   P0,#00000000B     ; Clear Databus
                    CLR   LCD_EN            ; Clear LCD Enable
                    CLR   LCD_RS            ; Clear LCD RS

MAIN:               MOV   P1,#0FFH          ; Set input port
                    MOV   P2,#0FFH          ;Set and Clear for input
output data
                    ACALL INIT_LCD          ; Call LCD Initial
subroutine
                    ACALL SET_LCD_L1        ; Set main monitor line 1
                    ACALL SET_LCD_L2        ; Set main monitor line 2


LOOP_SW_MOD:        MOV   LCD_ADDR,#045H    ;## Set Address 01H##
                    LCALL SET_ADDR_LCD
                    MOV   A,51H
                    ACALL PLAY_LCD

                    MOV   LCD_ADDR,#047H    ;## Set Address 01H##
                    LCALL SET_ADDR_LCD
                    MOV   A,52H
                    ACALL PLAY_LCD
                    MOV   LCD_ADDR,#049H    ;## Set Address 01H##
                    LCALL SET_ADDR_LCD
                    MOV   A,50H
                    ACALL PLAY_LCD

                    MOV   LCD_ADDR,#04CH    ;## Set Address 01H##
                    LCALL SET_ADDR_LCD
                    MOV   A,53H
                    ACALL PLAY_LCD

                    MOV   LCD_ADDR,#04EH    ;## Set Address 01H##
                    LCALL SET_ADDR_LCD
                    MOV   A,54H
                    ACALL PLAY_LCD

WAIT_0:             MOV   R3,#0FFH
WAIT_1:             MOV   R4,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WAIT_2:         ACALL DELAY_10ms
                JNB   MOD_1,MOD_BR
                DJNZ  R4,WAIT_2
                DJNZ  R3,WAIT_1
                ACALL CH_L1
                ACALL CH_L2
                SJMP  LOOP_SW_MOD

MOD_BR:         ACALL DELAY_10ms
                JB    MOD_1,WAIT_2
                LCALL SW_MOD
                SJMP  WAIT_0

SW_MOD:         ACALL DELAY_6ms
                MOV   LCD_ADDR,#07H          ;## Set Address 08H##
                LCALL SET_ADDR_LCD
                LCALL LCD_BLINK              ; Show Curser room 1
                CLR   07FH
                CLR   06FH

SW_MOD_L1:      ACALL DELAY_10ms                    ;
                JNB   MOD_1,SW_MOD_L1        ;  Wait pull SW MOD

SW_MOD_L2:      ACALL DELAY_10ms
                JNB   MOD_1,SW_MOD_LBR       ;Check SW MOD
                ACALL DELAY_10ms
                JNB   ENTER_1,SW_MOD_S       ;Check SW ENTER
                ACALL DELAY_10ms
                JNB   RIGHT_1,SW_MOD_R       ;Check SW RIGHT
                ACALL DELAY_10ms
                JNB   LEFT_1,SW_MOD_LE       ;Check SW LEFT
                ACALL DELAY_6ms
                SJMP  SW_MOD_L2

SW_MOD_R:       ACALL DELAY_10ms
                JB    RIGHT_1,SW_MOD_L2
                JB    07FH,SW_MOD_R_1
SW_MOD_LE_1:    ACALL DELAY_10ms
                MOV   LCD_ADDR,#0DH          ;## Set Address 08H##
                LCALL SET_ADDR_LCD
                SETB  07FH
                LCALL LCD_BLINK
SW_MOD_LE_10:   ACALL DELAY_10ms
                JNB   RIGHT_1,SW_MOD_LE_10
                JNB   LEFT_1,SW_MOD_LE_10
                SJMP  SW_MOD_L2

SW_MOD_LE:      ACALL DELAY_10ms
                JB    LEFT_1,SW_MOD_L2
                JNB   07FH,SW_MOD_LE_1
SW_MOD_R_1:     ACALL DELAY_10ms
                MOV   LCD_ADDR,#07H          ;## Set Address 08H##
                LCALL SET_ADDR_LCD
                CLR   07FH
                LCALL LCD_BLINK
                SJMP  SW_MOD_LE_10           ;****

SW_MOD_S:       ACALL DELAY_10ms
                SETB  6FH
                JB    ENTER_1,SW_MOD_L2
                JB    07FH,SW_MOD_L3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL LCD_ON
                ACALL SUCS_L1
                MOV   LCD_ADDR,#0DH      ;## Set Address 08H##
                LCALL SET_ADDR_LCD
                LCALL LCD_BLINK
                SETB  07FH
SW_MOD_PE:      LCALL LCD_BLINK
SW_MOD_PE_0:    ACALL DELAY_10ms
                JNB   ENTER_1,SW_MOD_PE_0
                SJMP  SW_MOD_L2

SW_MOD_LBR:     SJMP  SW_MOD_B1          ;Stop Control

SW_MOD_L3:      ACALL DELAY_10ms
                ACALL LCD_ON
                ACALL SUCT_L2
                MOV   LCD_ADDR,#07H      ;## Set Address 08H##
                LCALL SET_ADDR_LCD
                LCALL LCD_BLINK
                CLR   07FH
                SJMP  SW_MOD_PE

SW_MOD_B1:      MOV   LCD_ADDR,#044H     ;## Set Address 047H##
                LCALL SET_ADDR_LCD       ;##
                MOV   LCD_DATA,#' '      ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   A,51H
                ACALL PLAY_LCD

                MOV   LCD_DATA,#' '      ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   A,52H
                ACALL PLAY_LCD

                MOV   LCD_DATA,#' '      ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   A,50H
                ACALL PLAY_LCD

                MOV   LCD_ADDR,#04BH     ;## Set Address 047H##
                LCALL SET_ADDR_LCD       ;##
                MOV   LCD_DATA,#' '      ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   A,53H
                ACALL PLAY_LCD

                MOV   LCD_DATA,#' '      ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   A,54H
                ACALL PLAY_LCD

SW_MOD_L4:      LCALL LCD_ON
                      CLR   07FH
                ACALL DELAY_6ms
                JNB   MOD_1,SW_MOD_L4
                ACALL DELAY_6ms
                JNB   ENTER_1,SW_MOD_L4
                ACALL DELAY_6ms
                JNB   RIGHT_1,SW_MOD_L4
                ACALL DELAY_6ms
                JNB   LEFT_1,SW_MOD_L4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    RET
;-------------------------------------------------------------------
--------
; Master check  Room  2
;-------------------------------------------------------------------
---
CH_L2:              MOV    53H,00H                  ;## Use for room 2
number 1
                    MOV    54H,00H                  ;## Use for room 2
number 2
                    CLR    06EH                     ; Define bit for
sending successive(1)
                    CLR    06FH                     ; Define bit for
sending successive(2)
                    CLR    06CH                     ; Define bit for Free
Line 2
                    CLR    SW_L2                    ;## Select room 2
                    ACALL  DELAY_10ms
                    ACALL  CLR_RING_E
                    JNB    P1.1,CH_L2_CK            ; Checking Condition
Line 2
                    ACALL  DELAY_10ms

                    MOV    R2,#20
CHECK_R:            MOV    LCD_ADDR,#0CH            ;## Set Address 01H##
                    LCALL  SET_ADDR_LCD             ;##

                    MOV    LCD_DATA,#'X'            ;##
                    ACALL  WRCHAR_LCD
                    ACALL    DELAY_100ms
                    JB     P1.2,CH_L2_CK            ;Checking Ringing
Signal of Line 2
                    MOV    LCD_ADDR,#0CH            ;## Set Address 01H##
                    LCALL  SET_ADDR_LCD             ;##

                    MOV    LCD_DATA,#'+'            ;##
                    ACALL  WRCHAR_LCD
                    ACALL    DELAY_100ms
                    JB     P1.2,CH_L2_CK
                    DJNZ   R2,CHECK_R
                    CLR    SW_R_DT                  ;Line 2 Free (Signal
to Slave for sending)
                    ACALL  DELAY_10ms

DELAY_Z3:           MOV    R2,#250                  ; Each loop = 1 ms
DELAY_Z4:           ACALL  DELAY_1ms
                    JB     STD_1,DELAY_SA3          ; Wait about 100 ms

                    DJNZ   R2,DELAY_Z4
                    AJMP   LOOP_B2                  ;Slave not send

CH_L2_CK:           SETB   06CH
                    AJMP   LOOP_B2



DELAY_SA3:          ACALL  DELAY_10ms
                    JB     STD_1,DELAY_SA3          ; Wait Slave Stop
Send Number 0
                    ACALL  DELAY_10ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   R2,#250                   ; ##100 TIME (Wait
data form Slave)
DELAY_SA4:      ACALL DELAY_1ms
DELAY_SA5:      JB    STD_1,LOOP_L7             ; Wait about 260 ms

                DJNZ  R2,DELAY_SA4              ; Wait Slave to Send
Number 1
                AJMP  LOOP_B2                   ;Slave not send
Number 1

LOOP_L7:        ACALL DELAY_10ms
                MOV   A,#0FH                    ;Slave sended Number1
                ANL   A,P2
                CJNE  A,#0AH,LOOP_L8
                MOV   053H,#00H
                SJMP  LOOP_L9_1

LOOP_L8:        MOV   053H,A
LOOP_L9_1:      ACALL DELAY_10ms
                JB    STD_1,LOOP_L9_1           ;Wait Slave stop
send Number 1
                ACALL DELAY_10ms

                MOV   R2,#250                   ;100 TIME
DELAY_SS4:      ACALL DELAY_1ms                 ; Each loop = 1 ms
DELAY_SS5:      JB    STD_1,LOOP_LL4
                DJNZ  R2,DELAY_SS4              ; Wait Slave to Send
Number 2

                AJMP  LOOP_B2                   ;Slave not send

LOOP_LL4:       SETB  06FH
                MOV   A,#0FH                    ;Slave sended Number2
                ANL   A,P2
                CJNE  A,#0AH,LOOP_LL5
                MOV   054H,#00H
                AJMP  LOOP_B2

LOOP_LL5:       MOV   054H,A
LOOP_B2:        ACALL DELAY_10ms
                JB    STD_1,LOOP_B2
                SETB  P2.5
                SETB  P2.7
                MOV   LCD_ADDR,#0CH             ;## Set Address 01H##
                LCALL SET_ADDR_LCD              ;##

                MOV   LCD_DATA,#' '             ;##
                ACALL WRCHAR_LCD


                ACALL LCD_ON
                ACALL DELAY_10ms
                ACALL DELAY_10ms
                RET
;-------------------------------------------------------------------------
---------------
CH_L1:          MOV   51H,00H             ;## Use for room 1 number 1

                MOV   52H,00H             ;## Use for room 1 number 2
                MOV   50H,00H             ;## Use for room 1 number 3
                CLR   05EH   ; Define bit for sending successive(1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR   05FH   ; Define bit for sending successive(2)
                CLR   05DH   ; Define bit for sending successive(3)
                CLR   05CH   ; Define bit for BUSY Line 1
                CLR   SW_L1  ;## Select room 1
                ACALL DELAY_10ms
                ACALL CLR_RING_E
                JNB   P1.1,LOOP_B1_A    ; Check Condition of line 1

                MOV   R2,#20
CH_L1_CK:       MOV   LCD_ADDR,#06H     ;## Set Address 01H##
                LCALL SET_ADDR_LCD      ;##

                MOV   LCD_DATA,#'X'     ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
                ACALL DELAY_100ms
                JB    P1.2,LOOP_B1_A    ;Check Ringing Signalline 1

                MOV   LCD_ADDR,#06H     ;## Set Address 01H##
                LCALL SET_ADDR_LCD      ;##

                MOV   LCD_DATA,#'+'     ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
                ACALL DELAY_100ms

                DJNZ  R2,CH_L1_CK
                CLR   SW_R_DT           ;Line 1 Free (Signal to
Slave for sending)
                ACALL DELAY_10ms

DELAY_Z1:       MOV   R2,#250           ; ##250 TIME (Wait data
form Slave)
DELAY_Z2:       ACALL DELAY_1ms
                JB    STD_1,DELAY_S0    ; Wait about 100 ms and
check STD=0
                DJNZ  R2,DELAY_Z2
                AJMP  LOOP_B1           ;Slave not send

DELAY_S0:       ACALL DELAY_10ms        ;when STD=1

                MOV   A,#0FH            ;Slave sended Number 0
                ANL   A,P2
                CJNE  A,#0AH,LOOP_LL2
                MOV   051H,#00H
LOOP_LL1:       ACALL DELAY_10ms        ;Waiting when STD=1
                JB    STD_1,LOOP_LL1
                AJMP  LOOP_LL3

LOOP_LL2:       MOV   051H,A
                AJMP  LOOP_LL1

LOOP_LL3:       ACALL DELAY_10ms        ;  when STD=0
                MOV   R7,#250           ; ##100 TIME (Wait data
form Slave)
DELAY_S1:       ACALL DELAY_1ms         ; Each loop = 1 ms
DELAY_S2:       JB    STD_1,LOOP_L1     ;Waiting when STD=0
                DJNZ  R7,DELAY_S1  ;Wait Slave to Send Number 1

                AJMP  LOOP_B1      ; Wait about 100 ms

LOOP_B1_A       SETB  05CH
                AJMP  LOOP_B1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP_L1:        ACALL DELAY_10ms          ;when STD=1

                MOV   A,#0FH              ;Slave sended Number 1
                ANL   A,P2
                CJNE  A,#0AH,LOOP_L2
                MOV   052H,#00H
LOOP_L1_0:      ACALL DELAY_10ms
                JB    STD_1,LOOP_L1_0     ;Waiting when STD=1
                AJMP  LOOP_L3

LOOP_L2:        MOV   052H,A
                AJMP  LOOP_L1_0

LOOP_L3:        MOV   R7,#250             ; ##100 TIME
DELAY_S4:       ACALL DELAY_1ms
                JB    STD_1,LOOP_L4
                DJNZ  R7,DELAY_S4 ; Wait Slave to Send Number 2

                AJMP  LOOP_B1             ;Waiting when STD=0
; Scan SW MOD

LOOP_L4:        ACALL DELAY_10ms;when STD=1  Slave not send  Number
                SETB  05FH
                MOV   A,#0FH              ;Slave sended Number 2
                ANL   A,P2
                CJNE  A,#0AH,LOOP_L5
                MOV   050H,#00H
                AJMP  LOOP_B1

LOOP_L5:        MOV   050H,A
LOOP_B1:        ACALL DELAY_10ms
                JB    STD_1,LOOP_B1
                SETB  SW_L1
                SETB  SW_R_DT
                MOV   LCD_ADDR,#06H       ;## Set Address
01H##
                LCALL SET_ADDR_LCD        ;##

                MOV   LCD_DATA,#' '       ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
                ACALL LCD_ON
                ACALL DELAY_10ms
                ACALL DELAY_10ms
                RET
;-------------------------------------------------------------------
----
SET_LCD_L1:     MOV   LCD_ADDR,#00H       ;## Set Address
01H##
                LCALL SET_ADDR_LCD        ;##

                MOV   LCD_DATA,#'R'       ;##
                ACALL WRCHAR_LCD          ;##
                MOV   LCD_DATA,#'O'       ;##
                ACALL WRCHAR_LCD          ;##
                MOV   LCD_DATA,#'O'       ;##
                ACALL WRCHAR_LCD          ;##
                MOV   LCD_DATA,#'M'       ;##
                ACALL WRCHAR_LCD          ;##
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     LCD_ADDR,#07H                   ;## Set Address
08H##
                LCALL   SET_ADDR_LCD                    ;##
                MOV     LCD_DATA,#'1'                   ;##
                ACALL   WRCHAR_LCD                      ;##

                MOV     LCD_ADDR,#0DH                   ;## Set Address
0DH##
                LCALL   SET_ADDR_LCD                    ;##
                MOV     LCD_DATA,#'2'                   ;##
                ACALL   WRCHAR_LCD                      ;##

                MOV     LCD_ADDR,#040H                  ;## Set Address
041H##
                LCALL   SET_ADDR_LCD                    ;##
                MOV     LCD_DATA,#'N'                   ;##
                ACALL   WRCHAR_LCD                      ;##
                MOV     LCD_DATA,#'U'                   ;##
                ACALL   WRCHAR_LCD                      ;##
                MOV     LCD_DATA,#'M'                   ;##
                ACALL   WRCHAR_LCD                      ;##
                RET
 ;-------------------------------------------------------------------
-------
SET_LCD_L2:     MOV     LCD_ADDR,#045H                  ;## Set Address
047H##
                LCALL   SET_ADDR_LCD                    ;##
                MOV     LCD_DATA,#'X'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                ACALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'X'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                ACALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'X'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                ACALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                ACALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'X'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#' '
                ACALL   WRCHAR_LCD
                MOV     LCD_DATA,#'X'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                RET
;-------------------------------------------------------------------
--------
INIT_LCD:         ACALL DELAY_100ms ; Delay
                  CLR   LCD_RS      ; Clear LCD_RS Pin
                  MOV   P0,#00111000B                   ; 8bit Mode
                  LCALL LCD_CLK
                  ACALL DELAY_10ms                      ; Delay

                  MOV   P0,#00111000B                   ; 8bit Mode
                  ACALL LCD_CLK                         ; Pulse LCD
Clock
                  ACALL LCD_OFF                         ; Display Off
                  ACALL LCD_CLR                         ; Clear Display
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   P0,#00000110B          ; Entry Mode
                ACALL LCD_CLK                ; Pulse LCD Clock
                ACALL LCD_HOME               ; Return Home Display
                RET
;-------------------------------------------------------------------
-----
;-------------------------------------------------------------------
                CLR_RING_E: SETB  P1.0
                CLR   P1.0
                      ACALL DELAY_10ms
                      SETB  P1.0
                      RET
;-------------------------------------------------------------------
--------
; LCD Clear Display
;-------------------------------------------------------------------
--------
LCD_CLR:        CLR   LCD_RS                 ; Clear LCD_RS Pin
                MOV   P0,#00000001B          ; Display Clear
                ACALL LCD_CLK                ; Pulse LCD Clock
                RET
;-------------------------------------------------------------------
SUCT_L2:        ACALL CH_L2
                JB    06CH,SUCT_L5
                MOV   LCD_ADDR,#04BH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                JB    06FH,SUCT_L3
                MOV   LCD_DATA,#'?'
                      ACALL WRCHAR_LCD

SUCT_LL2:       MOV   LCD_ADDR,#04DH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#'?'
                      ACALL WRCHAR_LCD
                SJMP  SUCT_B2

SUCT_L3:        MOV   LCD_ADDR,#04BH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#'$'
                      ACALL WRCHAR_LCD
                      MOV   A,53H
                      ACALL PLAY_LCD
SUCT_L4:              MOV   LCD_ADDR,#04DH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#'$'
                      ACALL WRCHAR_LCD
                      MOV   A,54H
                      ACALL PLAY_LCD
                      SJMP  SUCT_B2


SUCT_L5:        MOV   LCD_ADDR,#04BH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#'B'                ;##
                ACALL WRCHAR_LCD                   ;##
                MOV   LCD_DATA,#'U'                ;##
                ACALL WRCHAR_LCD                   ;##
                MOV   LCD_DATA,#'S'                ;##
                ACALL WRCHAR_LCD                   ;##
                MOV   LCD_DATA,#'Y'                ;##
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL WRCHAR_LCD
SUCT_B2:        RET
;-------------------------------------------------------------------
SUCS_L1:        CLR   6EH
                ACALL CH_L1
                JB    05CH,SUCS_L5
                MOV   LCD_ADDR,#046H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                JB    05FH,SUCS_L2

                MOV   LCD_DATA,#'?'
                ACALL WRCHAR_LCD

SUCS_LL2:       MOV   LCD_ADDR,#048H
                ACALL SET_ADDR_LCD

                MOV   LCD_DATA,#'?'
                ACALL WRCHAR_LCD

SUCS_LL3:       MOV   LCD_ADDR,#044H
                ACALL SET_ADDR_LCD

                MOV   LCD_DATA,#'?'
                ACALL WRCHAR_LCD
                SJMP  SUCT_B2

SUCS_L2:        MOV   LCD_ADDR,#046H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#'$'
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   A,52H
                ACALL PLAY_LCD
                MOV   LCD_ADDR,#048H
                ACALL SET_ADDR_LCD
SUCS_L3:        MOV   LCD_DATA,#'$'
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   A,50H
                ACALL PLAY_LCD
                MOV   LCD_ADDR,#044H
                ACALL SET_ADDR_LCD
SUCS_L4:        MOV   LCD_DATA,#'$'
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   A,51H
                ACALL PLAY_LCD
                SJMP  SUCS_B2

SUCS_L5:        SETB  6EH
                MOV   LCD_ADDR,#045H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#'B'                ;##
                ACALL WRCHAR_LCD                   ;##
                MOV   LCD_DATA,#'U'                ;##
                ACALL WRCHAR_LCD                   ;##
                MOV   LCD_DATA,#'S'                ;##
                ACALL WRCHAR_LCD                   ;##
                MOV   LCD_DATA,#'Y'                ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#' '                ;##
                ACALL WRCHAR_LCD
SUCS_B2:        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------
------------------
; Number from Slave to LCD
;-------------------------------------------------------------------
-----------------
PLAY_LCD:       CJNE    A,#00H,LOOP_C1
                MOV             LCD_DATA,#'0'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                AJMP    LOOP_C8
                ;****
LOOP_C1:        CJNE    A,#01H,LOOP_C2
                MOV             LCD_DATA,#'1'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                AJMP    LOOP_C8
                ;****
LOOP_C2:        CJNE    A,#02H,LOOP_C3
                MOV             LCD_DATA,#'2'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                AJMP    LOOP_C8
                ;****
LOOP_C3:        CJNE    A,#03H,LOOP_C4
                MOV             LCD_DATA,#'3'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                AJMP    LOOP_C8
                ;****
LOOP_C4:        CJNE    A,#03H,LOOP_C7
                MOV             LCD_DATA,#'E'
                ACALL   WRCHAR_LCD
                AJMP    LOOP_C8
                ;****
LOOP_C7:       MOV      LCD_DATA,#'N'
               ACALL    WRCHAR_LCD
LOOP_C8:       RET
 ;-------------------------------------------------------------------
---------
; LCD Clk
;-------------------------------------------------------------------
--------
LCD_CLK:     SETB     LCD_EN                 ; Pulse Clock to LCD_EN
             ACALL LCD_DELAY
             CLR      LCD_EN
             ACALL LCD_DELAY
             RET
;-------------------------------------------------------------------
--------
; LCD Return Home
;-------------------------------------------------------------------
--------
LCD_HOME:    CLR   LCD_RS                    ; Clear LCD_RS Pin
             MOV   P0,#00000010B             ; Return Home
             ACALL LCD_CLK                   ; Pulse LCD Clock
             RET
;-------------------------------------------------------------------
--------
; LCD Display Off
;-------------------------------------------------------------------
--------
LCD_OFF:     CLR   LCD_RS                    ; Clear LCD_RS Pin
             MOV   P0,#00001000B             ; Display Off
             ACALL LCD_CLK                   ; Pulse LCD Clock
             RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------------
--------
; LCD Display On
;-------------------------------------------------------------------------
-------
LCD_ON:     CLR   LCD_RS                  ; Clear LCD_RS Pin
            MOV   P0,#00001100B           ; Display On
            ACALL LCD_CLK
            RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------
; LCD Cursor On
;-------------------------------------------------------------------------
--------
LCD_BLINK:  CLR   LCD_RS                  ; Clear LCD_RS Pin
            MOV   P0,#00001111B           ; Display Cursor and Blink
            ACALL LCD_CLK                 ; Pulse LCD Clock
            RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------
; Set LCD Address
; I/P:      LCD_ADDR
;-------------------------------------------------------------------------
--------
SET_ADDR_LCD:CLR  LCD_RS                  ; Clear LCD_RS Pin
            MOV   A,LCD_ADDR              ; Move LCD_ADDR to ACC.
            SETB  ACC.7                   ; Set bit ACC.7
            MOV   P0,A                    ; Move to DATABUS
            ACALL LCD_CLK                 ; Pulse LCD Clock
            RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------
; Write Character to show LCD
; I/P:LCD_DATA
;-------------------------------------------------------------------------
--------
WRCHAR_LCD: SETB  LCD_RS                  ; Set LCD_RS Pin
            MOV   P0,LCD_DATA             ; Move LCD_DATA to DATABUS
            ACALL LCD_CLK                 ; Pulse LCD Clock
            ACALL LCD_ON                  ; Display On
            RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------
; Write Line of 16 Character from ROM
; I/P:      DPTR : Locate ROM Address
;-------------------------------------------------------------------------
--------
WRLINE_LCD: MOV   R0,#0                   ; Clear loop counter
WRLINE_LCD_1:
            SETB  LCD_RS                  ; Set LCD_RS Pin
            CLR   A                       ; Clear ACC.
            MOVC  A,@A+DPTR          ; Move data from @DPTR to ACC.
            MOV   P0,A               ; Move ACC. to DATABUS
            ACALL LCD_CLK            ; Pulse LCD Clock
            INC   DPTR               ; Increase Pointer
            INC   R0                 ; Increase loop counter
            CJNE  R0,#16,WRLINE_LCD_1     ; Do until 16 times
            ACALL LCD_ON                  ; Display On
            RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; Dummy Delay time LCD_DELAY, 10m, 100m, 1s
;-------------------------------------------------------------------
--------
LCD_DELAY:              MOV   R7,#002      ; Do 2 times
LCD_DELAY_1:            MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms(E6)
LCD_DELAY_2:            NOP
                        NOP
                        DJNZ  R6,LCD_DELAY_2
                        DJNZ  R7,LCD_DELAY_1
                        RET
;-------------------------------------------------------------------
----------
DELAY_10ms:             MOV   R7,#010      ; Do 10 times
DELAY_10ms_1:           MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms (E6)
DELAY_10ms_2:           NOP
                        NOP
                        DJNZ  R6,DELAY_10ms_2
                        DJNZ  R7,DELAY_10ms_1
                        RET
;-------------------------------------------------------------------
----------
DELAY_100ms:            MOV   R7,#100      ; Do 100 times(100)
DELAY_100ms_1:          MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms (E6)
DELAY_100ms_2:          NOP
                        NOP
                        DJNZ  R6,DELAY_100ms_2
                        DJNZ  R7,DELAY_100ms_1
                        RET
;-------------------------------------------------------------------
--
DELAY_1s:               MOV   R5,#100      ; Do 100 times
DELAY_1s_1:             ACALL DELAY_10ms
                        DJNZ  R5,DELAY_1s_1
                        RET
;-------------------------------------------------------------------
--
DELAY_50ms:             ACALL DELAY_10ms
                        ACALL DELAY_10ms
                        ACALL DELAY_10ms
                        ACALL DELAY_10ms
                        ACALL DELAY_10ms
                        RET
;-------------------------------------------------------------------
----------------
DELAY_30ms:             ACALL DELAY_10ms
                        ACALL DELAY_10ms
                        ACALL DELAY_10ms
                        RET
;-------------------------------------------------------------------
-----
DELAY_1ms:              MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_1ms_1:            NOP
                        NOP
                        DJNZ  R6,DELAY_1ms_1
                        RET
;-----------------------------------------------------------------

DELAY_2ms:              ACALL DELAY_1ms
                        ACALL DELAY_1ms
                        RET
;-----------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_6ms:          ACALL DELAY_2ms
                    ACALL DELAY_2ms
                    ACALL DELAY_2ms
                    RET
                    END
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DSP_NUM0        EQU     00111111B
DSP_NUM1        EQU     00000110B
DSP_NUM2        EQU     01011011B
DSP_NUM3        EQU     01001111B
DSP_NUM4        EQU     01100110B
DSP_NUM5        EQU     01101101B
DSP_NUM6        EQU     01111101B
DSP_NUM7        EQU     00000111B
DSP_NUM8        EQU     01111111B
DSP_NUM9        EQU     01101111B
DSP_NUMA        EQU     01110111B
DSP_NUMB        EQU     01111100B
DSP_NUMC        EQU     00111001B
DSP_NUMD        EQU     01011110B
DSP_NUME        EQU     01111001B
DSP_NUMF        EQU     01110001B
RING_SIGB       BIT     P1.3        ;4
CON_SIGB        BIT     P1.2        ;3
HAND_SIGB       BIT     P1.1        ;2
SW_ROOM         BIT     P3.0        ;10
SW_DT           BIT     P3.1        ;11
SW_OPEN_RE      BIT     P1.0        ;1=CLOSE,0=OPEN
ERROR_1         BIT     61H
ERROR_2         BIT     62H
ERROR_3         BIT     63H
SEND_0          EQU     0E4H
SEND_1          EQU     78H
SEND_2          EQU     74H
SEND_3          EQU     72H
SEND_4          EQU     0B8H
SEND_5          EQU     0B4H
SEND_6          EQU     0B2H
SEND_7          EQU     0D8H
STOP_SEND       EQU     0F0H

; Main Program.

        ORG     0000H                   ; Reset Vector
        MOV     P0,#00000000B           ; Clear Databus
        MOV     P1,#11101111B           ; Clear status all devices
        MOV     P3,#00001111B
        MOV     P2,#0FFH                ; Set input
        MOV     30H,#00H                ; Data number 1
        MOV     31H,#00H                ; Data number 2
        MOV     36H,#00H                ; Data number 3
        MOV     32H,#00H                ; RAW Data 1
        MOV     33H,#00H                ; RAW Data 2
        MOV     37H,#00H                ; RAW Data 3
        MOV     34H,#00H                ; For CaLculus
        CLR     ERROR_1
        CLR     ERROR_2
        CLR     ERROR_3

MAIN:   ACALL   CH_A1_10                ;  check Raw data
        MOV     34H,32H
        ACALL   CAL_L1_1                ;  Calculat  Data number 1
        MOV     30H,A
        MOV     34H,A
        ACALL LOOP_W0                   ; Show data number 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV   34H,33H
      ACALL CAL_L1_2                ;  Calculat  Data number 2
      MOV   31H,A
      MOV   34H,A                   ; Show data number 2
      ACALL LOOP_W0
      MOV   P0,#01001001B
      ACALL WR_7                    ; Show data for interval

LOOP_A1:
      ACALL DELAY_3ms               ; Delay and check all signal
      JB    RING_SIGB,LOOP_B2       ; Check ringing signal
      JNB   CON_SIGB,LOOP_B2        ; Check condition signal
      JB    HAND_SIGB,LOOP_B2       ; Check handing signal
      LCALL CH_A1_1                 ; Use Time  7 ms
      SJMP  LOOP_A1
LOOP_B2:
      ACALL CH_SIG
      SJMP  LOOP_A1
CH_SIG:
      ACALL CLR_RING
      ACALL DELAY_3ms
      JB    RING_SIGB,RING_SIG
      JNB   CON_SIGB,CONDI_SIG
      JB    HAND_SIGB,HAND_SIG
      SJMP  CH_SIG_B1               ; To RET

RING_SIG:
      CLR   SW_ROOM
RING_SIG_1:
      ACALL CH_A1_1
      JB    RING_SIGB,RING_SIG_1    ;Wait untill handing or stop ring
RING_SIG_2:
      ACALL CH_A1_1
      JNB   CON_SIGB,RING_SIG_2     ;wait the line is hight
      ACALL DELAY_3ms
      SETB  SW_ROOM                 ;turn off line from telephon set

RING_SIG_2_P:
      ACALL CH_A1_1
      JB    HAND_SIGB,RING_SIG_2_P  ;wait telephon set hand set
      SJMP  CH_SIG_B1               ; To RET

HAND_SIG:
      ACALL CH_A1_1
      CLR   SW_ROOM

HAND_SIG_1:
      ACALL CH_A1_1
      JB    CON_SIGB,HAND_SIG_1
HAND_SIG_1_1:
      ACALL CH_A1_1
      JNB   CON_SIGB,HAND_SIG_1_1   ;Check condition
      SETB  SW_ROOM
      ACALL CH_A1_1
      JNB   RING_SIGB,HAND_SIG_1_P  ;Check ringing signal error
from hand set
      ACALL CLR_RING                ;Claer ringing signal error
HAND_SIG_1_P:
      ACALL CH_A1_1
      JNB   CON_SIGB,HAND_SIG_1_P
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      ACALL CH_A1_1
JB    HAND_SIGB,HAND_SIG_1_P
      SJMPCH_SIG_B1                    ; To RET
CONDI_SIG:
      ACALL CH_A1_1
      ACALL SEND_DATA
LOOP_SEN:
      ACALL CH_A1_1
      JNB   CON_SIGB,LOOP_SEN
      ACALL CH_A1_1
      JNB   CON_SIGB,LOOP_SEN
      ACALL CH_A1_1
CH_SIG_B1:
      SETB  SW_ROOM
      SETB  SW_DT
      ACALL DELAY_2ms
      RET
SEND_DATA:
      CLR   SW_DT                      ;for sending signal
      ACALL DELAY_CH
      MOV   A,#00H
      ACALL SS_00
      MOV   34H,32H
      ACALL CAL_L1_1
      MOV   30H,A
      ACALL SS_00
      MOV   34H,33H
      ACALL CAL_L1_2
      MOV   31H,A
      ACALL SS_00
      SETB  SW_DT
      MOV   P0,#01001001B
      ACALL CH_A1_1
      ACALL CLR_RING
SEND_DATA_B1:
      RET
CLR_RING:
      SETB  P3.2                       ;Claer ringing signal error
      ACALL DELAY_3ms
      CLR   P3.2                       ;Claer ringing signal error
      ACALL DELAY_3ms
      SETB  P3.2
      RET

DELAY_CH:
      ACALL CH_A1_1                    ;For Delay 50ms
      ACALL DELAY_3ms
      ACALL CH_A1_1
      ACALL DELAY_3ms
      ACALL CH_A1_1
      ACALL DELAY_3ms
      ACALL CH_A1_1
      ACALL DELAY_3ms
      ACALL CH_A1_1
      ACALL DELAY_3ms
      RET

SS_00:
      CJNE  A,#00H,S_0
      MOV   P0,#SEND_0
      ACALL DELAY_CH                   ;Delay Or Delay And Check
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SJMP  SEND_DATA_B1_P
S_0:
      CJNE  A,#01H,S_1
      MOV   P0,#SEND_1
      ACALL DELAY_CH
      SJMP  SEND_DATA_B1_P
S_1:
      CJNE  A,#02H,S_2
      MOV   P0,#SEND_2
      ACALL DELAY_CH
      SJMP  SEND_DATA_B1_P
S_2:
      CJNE  A,#03H,S_3
      MOV   P0,#SEND_3
      ACALL DELAY_CH
      SJMP  SEND_DATA_B1_P
S_3:
      MOV   P0,#SEND_4
      ACALL DELAY_CH

SEND_DATA_B1_P:
      MOV   P0,#STOP_SEND
      ACALL DELAY_CH
      RET
CH_A1_1:
      MOV   40H,#06H
CH_A1_11:
      JB    P1.0,CH_A1_10           ;Check Door Condition
      ACALL DELAY_1ms
      DJNZ  40H,CH_A1_11
      SJMP  CH_A1_1_B1              ;To RET
CH_A1_10:
      MOV   A,#01CH
      ANL   A,P2
      MOV   50H,A
      ACALL DELAY_1ms
      ACALL DELAY_1ms
      MOV   A,#01CH
      ANL   A,P2
      CJNE  A,50H,CH_A1_10
      ORL   A,32H
      MOV   32H,A
CH_A1_12:
      MOV   A,#0E0H
      ANL   A,P2
      MOV   50H,A
      ACALL DELAY_1ms
      ACALL DELAY_1ms
      MOV   A,#0E0H
      ANL   A,P2
      CJNE  A,50H,CH_A1_11
      ORL   A,33H
      MOV   33H,A
CH_A1_1_B1:
      RET                           ;6ms

CAL_L1_1:
      MOV   A,#00
      MOV   2FH,34H
      JNB   7AH,CAL_A1              ;check BIT 2
CAL_C1:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      JNB   7BH,CAL_A2              ;check BIT 3
CAL_C2:
      JNB   7CH,CAL_A3              ;check BIT 4
      SJMP  CAL_B1
CAL_A1:
      INC   A
      SJMP  CAL_C1
CAL_A2:
      INC   A
      SJMP  CAL_C2
CAL_A3:
      INC   A
CAL_B1:
      RET                           ;20us- 36us
CAL_L1_2:
      MOV   A,#00
      MOV   2FH,34H
      JNB   7DH,CAL_2A1             ;check BIT 2
CAL_2C1:
      JNB   7EH,CAL_2A2             ;check BIT 3
CAL_2C2:
      JNB   7FH,CAL_2A3             ;check BIT 4
            SJMP  CAL_2B1
CAL_2A1:
      INC   A
      SJMP  CAL_2C1
CAL_2A2:
      INC   A
      SJMP  CAL_2C2
CAL_2A3:
      INC   A
CAL_2B1:
      RET                           ;20us- 36us

                                    ;For only Starting
LOOP_W0:
      MOV   A,34H
      CJNE  A,#00H,LOOP_W1
      MOV   P0,#DSP_NUM0            ; Out Digit 0
      ACALL WR_7
      SJMP  LOOP_B1

LOOP_W1:
      CJNE  A,#01H,LOOP_W_2
      MOV   P0,#DSP_NUM1            ; Out Digit 1
      ACALL WR_7
      SJMP  LOOP_B1

LOOP_W_2:
      CJNE  A,#02H,LOOP_W_3
      MOV   P0,#DSP_NUM2            ; Out Digit 2
      ACALL WR_7
      SJMP  LOOP_B1

LOOP_W_3:
      CJNE  A,#03H,LOOP_W_6
      MOV   P0,#DSP_NUM3            ; Out Digit 3
      ACALL WR_7
      SJMP  LOOP_B1

LOOP_W_6:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      CJNE  A,#04H,LOOP_W_7
      MOV   P0,#DSP_NUM6            ; Out Digit 6
      ACALL WR_7
      SJMP  LOOP_B1

LOOP_W_7:
      MOV   P0,#10110110B
            ACALL WR_7

LOOP_B1:
      ACALL DELAY_1s
      MOV   P0,#00H
      ACALL WR_7
      ACALL DELAY_1s
      RET

WR_7:
      SETB  P1.4
      ACALL DELAY_10ms
      CLR   P1.4
      RET
;-------------------------------------------------------------------
--------
; Dummy Delay time 250ms,500ms
;-------------------------------------------------------------------
--------
DELAY_50ms:
      LCALL       DELAY_10ms
      LCALL       DELAY_10ms
      LCALL       DELAY_10ms
      LCALL       DELAY_10ms
      LCALL       DELAY_10ms
      RET
;-------------------------------------------------------------------
-
DELAY_300ms:
      LCALL       DELAY_100ms
      LCALL       DELAY_100ms
      LCALL       DELAY_100ms
      RET
;-------------------------------------------------------------------
----------
DELAY_10ms:
      MOV         R7,#010           ; Do 10 times
DELAY_10ms_1:
      MOV         R6,#0E6H          ; Each loop = 1 ms
DELAY_10ms_2:
      NOP
      NOP
      DJNZ  R6,DELAY_10ms_2
      DJNZ  R7,DELAY_10ms_1
      RET
;-------------------------------------------------------------------
----------
DELAY_100ms:
      MOV         R7,#100           ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:
      MOV         R6,#0E6H          ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:
      NOP
      NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DJNZ        R6,DELAY_100ms_2
        DJNZ        R7,DELAY_100ms_1
        RET
;-------------------------------------------------------------------------
--
DELAY_1s:
        MOV         R5,#100             ; Do 100 times
DELAY_1s_1:
        ACALL       DELAY_10ms
        DJNZ        R5,DELAY_1s_1
        RET
                                        ;PART

;-------------------------------------------------------------------------
---
DELAY_30ms  LCALL           DELAY_10ms
            LCALL           DELAY_10ms
            LCALL           DELAY_10ms
            RET

;-------------------------------------------------------------------------
--------
DELAY_250ms:
        MOV         R7,#250                 ; Do 250 times
DELAY_250ms_1:
        MOV         R6,#0E6H                ; Each loop = 1 ms
DELAY_250ms_2:
        DJNZ        R6,DELAY_250ms_2
        DJNZ        R7,DELAY_250ms_1
        RET

;-------------------------------------------------------------------------
---------
DELAY_1ms:
        MOV         R6,#0E6H                ; Each loop = 1 ms
DELAY_1ms_1:
        NOP
        NOP
        DJNZ        R6,DELAY_1ms_1

        RET
;-----------------------------------------------------
DELAY_2ms:
        ACALL DELAY_1ms
        ACALL DELAY_1ms
        RET

DELAY_3ms:
        ACALL DELAY_1ms
        ACALL DELAY_1ms
        ACALL DELAY_1ms
        RET
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR™

August 1986
Revised March 2000

DM74LS04
Hex Inverting Gates

General Description

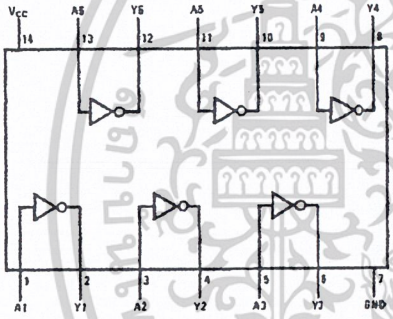
This device contains six independent gates each of which performs the logic INVERT function.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS04M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS04SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS04N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram



Function Table

$Y = \overline{A}$

Input	Output
A	Y
L	H
H	L

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

© 2000 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			−0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Electrical Characteristics

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

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −18 mA			−1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IH} = Min		0.35	0.5	V
		I_{OL} = 4 mA, V_{CC} = Min		0.25	0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.7V			20	µA
I_{IL}	LOW Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V			−0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 3)	−20		−100	mA
I_{CCH}	Supply Current with Outputs HIGH	V_{CC} = Max		1.2	2.4	mA
I_{CCL}	Supply Current with Outputs LOW	V_{CC} = Max		3.6	6.6	mA

Note 2: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 3: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

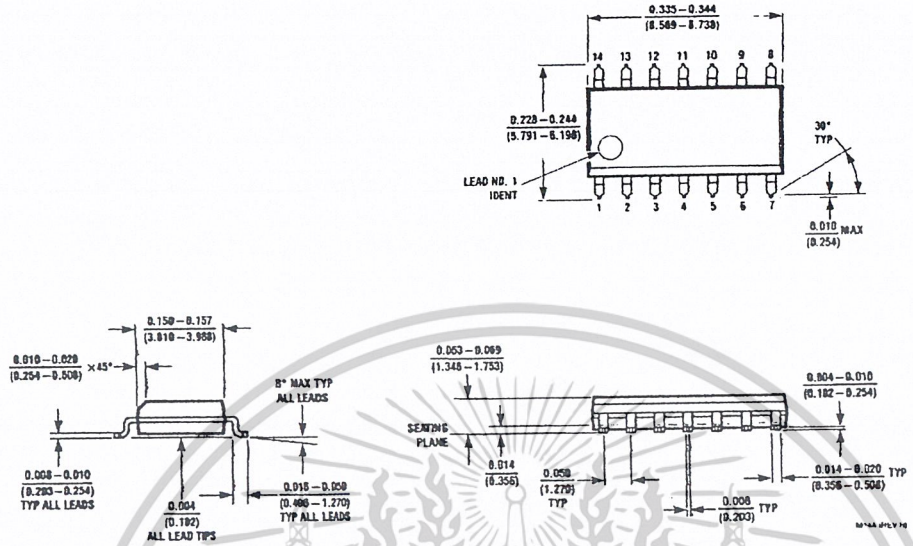
Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameter	R_L = 2 kΩ				Units
		C_L = 15 pF		C_L = 50 pF		
		Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	3	10	4	15	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	10	4	15	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

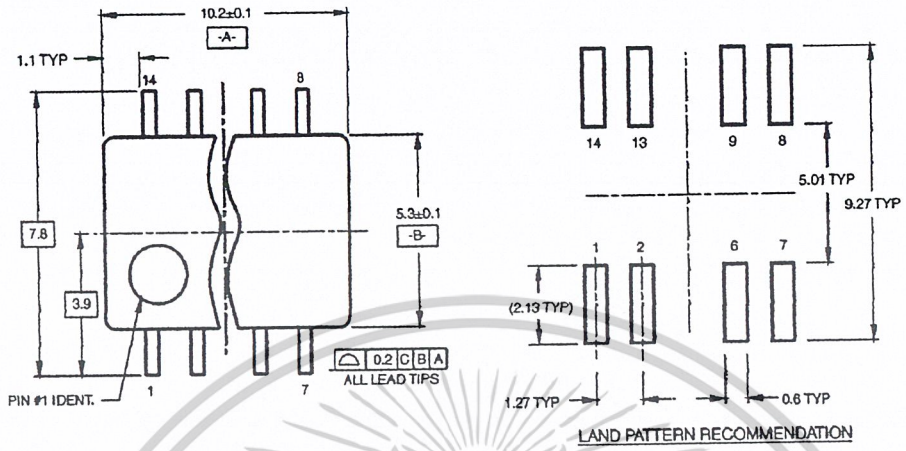
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

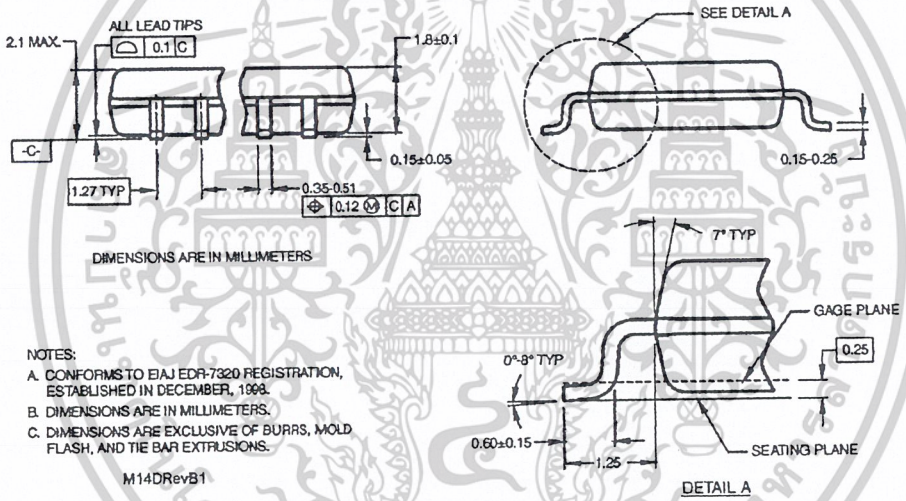


14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
Package Number M14A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)





NOTES:

A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1999.

B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.

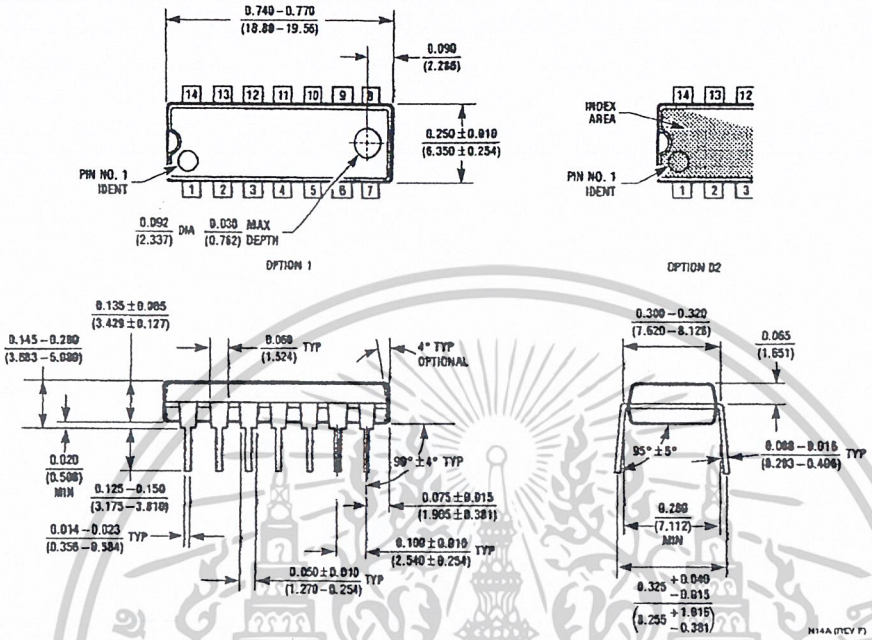
C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M14DRevB1

14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
Package Number M14D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
Package Number N14A

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

SN54/74LS373
SN54/74LS374

OCTAL TRANSPARENT LATCH WITH 3-STATE OUTPUTS; OCTAL D-TYPE FLIP-FLOP WITH 3-STATE OUTPUT

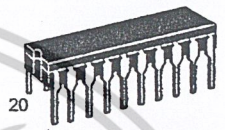
OCTAL TRANSPARENT LATCH WITH 3-STATE OUTPUTS; OCTAL D-TYPE FLIP-FLOP WITH 3-STATE OUTPUT

LOW POWER SCHOTTKY

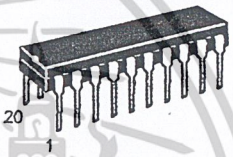
The SN54/74LS373 consists of eight latches with 3-state outputs for bus organized system applications. The flip-flops appear transparent to the data (data changes asynchronously) when Latch Enable (LE) is HIGH. When LE is LOW, the data that meets the setup times is latched. Data appears on the bus when the Output Enable (OE) is LOW. When OE is HIGH the bus output is in the high impedance state.

The SN54/74LS374 is a high-speed, low-power Octal D-type Flip-Flop featuring separate D-type inputs for each flip-flop and 3-state outputs for bus oriented applications. A buffered Clock (CP) and Output Enable (OE) is common to all flip-flops. The SN54/74LS374 is manufactured using advanced Low Power Schottky technology and is compatible with all Motorola TTL families.

- Eight Latches in a Single Package
- 3-State Outputs for Bus Interfacing
- Hysteresis on Latch Enable
- Edge-Triggered D-Type Inputs
- Buffered Positive Edge-Triggered Clock
- Hysteresis on Clock Input to Improve Noise Margin
- Input Clamp Diodes Limit High Speed Termination Effects



J SUFFIX
CERAMIC
CASE 732-03



N SUFFIX
PLASTIC
CASE 738-03

DW SUFFIX
SOIC
CASE 751D-03

ORDERING INFORMATION

SN54LSXXXJ	Ceramic
SN74LSXXXN	Plastic
SN74LSXXXDW	SOIC

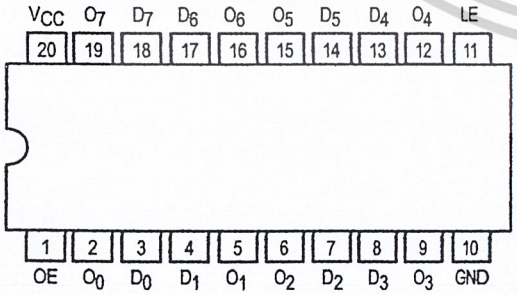
PIN NAMES

		LOADING (Note a) HIGH	LOW
D_0-D_7	Data Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
LE	Latch Enable (Active HIGH) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
CP	Clock (Active HIGH going edge) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
OE	Output Enable (Active LOW) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
O_0-O_7	Outputs (Note b)	65 (25) U.L.	15 (7.5) U.L.

NOTES:
a) 1 TTL Units Load (U.L.) = 40 µA HIGH/1.6 mA LOW.
b) The Output LOW drive factor is 7.5 U.L. for Military (54) and 25 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges. The Output HIGH drive factor is 25 U.L. for Military (54) and 65 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

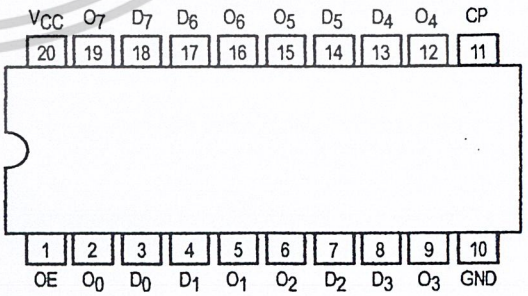
CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)

SN54/74LS373



NOTE:
The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

SN54/74LS374



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRUTH TABLE

LS373

D_n	LE	OE	O_n
H	H	L	H
L	H	L	L
X	L	L	Q_0
X	X	H	Z*

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial
Z = High Impedance

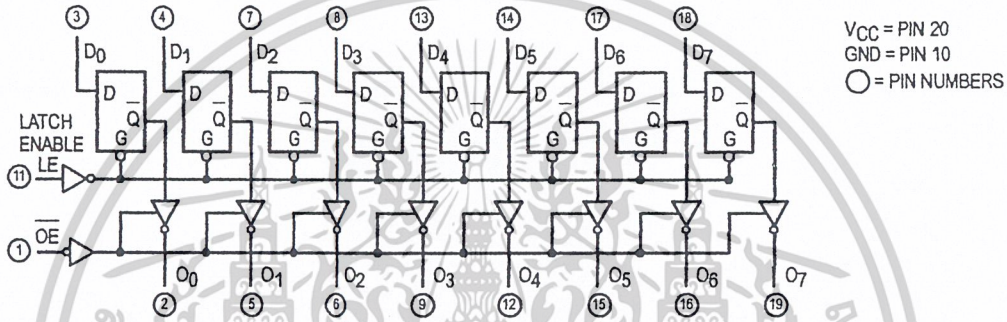
LS374

D_n	LE	OE	O_n
H	↑	L	H
L	↑	L	L
X	X	H	Z*

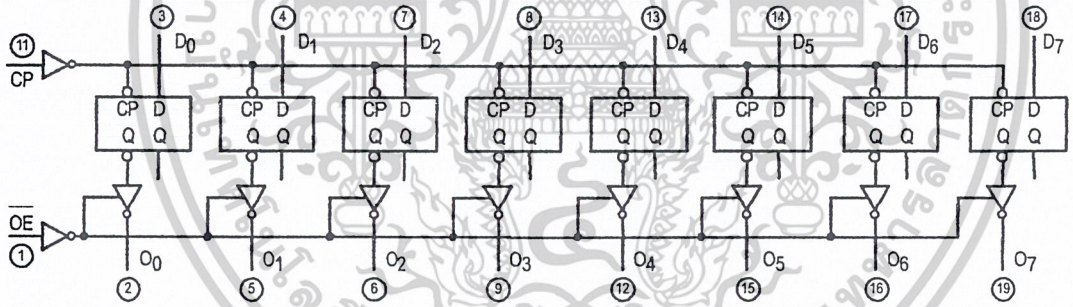
* Note: Contents of flip-flops unaffected by the state of the Output Enable input ($\overline{OE}$).

LOGIC DIAGRAMS

SN54LS/74LS373



SN54LS/74LS374



GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	54 74	−55 0	25 25	125 70	°C
I_{OH}	Output Current — High	54 74			−1.0 −2.6	mA
I_{OL}	Output Current — Low	54 74			12 24	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		Limits Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions	
V_{IH}	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage	54			0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
		74			0.8			
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage			−0.65	−1.5	V	V_{CC} = MIN, I_{IN} = −18 mA	
V_{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.4	3.4		V	V_{CC} = MIN, I_{OH} = MAX, V_{IN} = V_{IH} or V_{IL} per Truth Table	
		74	2.4	3.1		V		
V_{OL}	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	I_{OL} = 12 mA	V_{CC} = V_{CC} MIN, V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} per Truth Table
		74		0.35	0.5	V	I_{OL} = 24 mA	
I_{OZH}	Output Off Current HIGH				20	μA	V_{CC} = MAX, V_{OUT} = 2.7 V	
I_{OZL}	Output Off Current LOW				−20	μA	V_{CC} = MAX, V_{OUT} = 0.4 V	
I_{IH}	Input HIGH Current				20	μA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 2.7 V	
					0.1	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 7.0 V	
I_{IL}	Input LOW Current				−0.4	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 0.4 V	
I_{OS}	Short Circuit Current (Note 1)		−30		−130	mA	V_{CC} = MAX	
I_{CC}	Power Supply Current				40	mA	V_{CC} = MAX	

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C, V_{CC} = 5.0 V)

Symbol	Parameter	Limits LS373 Min	LS373 Typ	LS373 Max	LS374 Min	LS374 Typ	LS374 Max	Unit	Test Conditions
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency				35	50		MHz	C_L = 45 pF, R_L = 667 Ω
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay, Data to Output		12 12	18 18				ns	
t_{PLH} t_{PHL}	Clock or Enable to Output		20 18	30 30		15 19	28 28	ns	
t_{PZH} t_{PZL}	Output Enable Time		15 25	28 36		20 21	28 28	ns	
t_{PHZ} t_{PLZ}	Output Disable Time		12 15	20 25		12 15	20 25	ns	C_L = 5.0 pF

AC SETUP REQUIREMENTS (T_A = 25°C, V_{CC} = 5.0 V)

Symbol	Parameter	Limits LS373 Min	LS373 Max	LS374 Min	LS374 Max	Unit
t_W	Clock Pulse Width	15		15		ns
t_s	Setup Time	5.0		20		ns
t_h	Hold Time	20		0		ns

DEFINITION OF TERMS

SETUP TIME (t_s) — is defined as the minimum time required for the correct logic level to be present at the logic input prior to LE transition from HIGH-to-LOW in order to be recognized and transferred to the outputs.

HOLD TIME (t_h) — is defined as the minimum time following the LE transition from HIGH-to-LOW that the logic level must be maintained at the input in order to ensure continued recognition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC WAVEFORMS

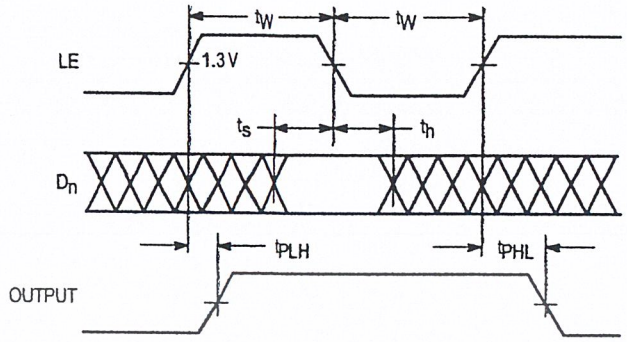


Figure 1

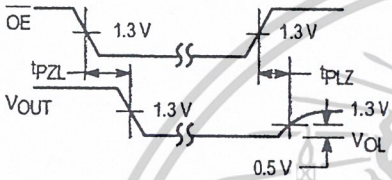


Figure 2

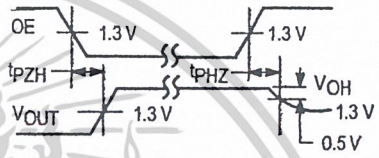
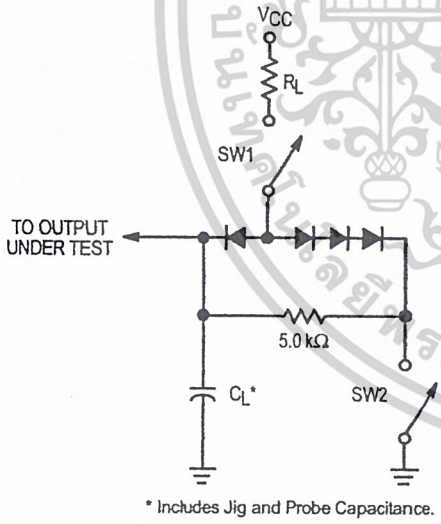


Figure 3

AC LOAD CIRCUIT



* Includes Jig and Probe Capacitance.

SWITCH POSITIONS

SYMBOL	SW1	SW2
t_{PZH}	Open	Closed
t_{PZL}	Closed	Open
t_{PLZ}	Closed	Closed
t_{PHZ}	Closed	Closed

Figure 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC WAVEFORMS

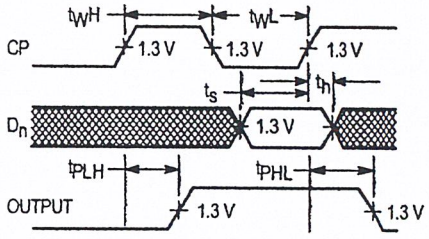


Figure 5

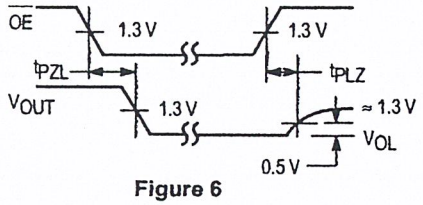


Figure 6

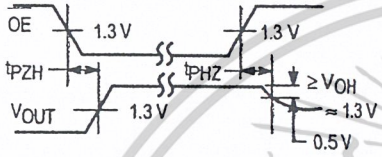
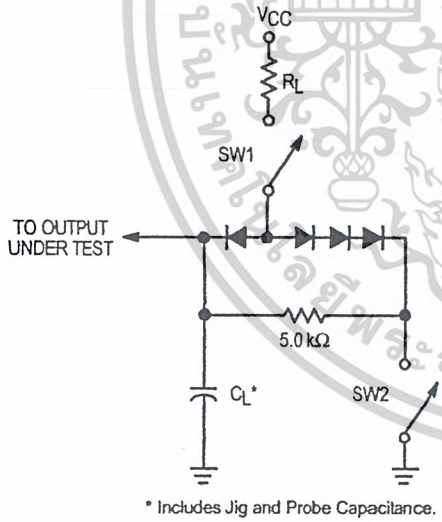


Figure 7

AC LOAD CIRCUIT



SWITCH POSITIONS

SYMBOL	SW1	SW2
t_{PZH}	Open	Closed
t_{PZL}	Closed	Open
t_{PLZ}	Closed	Closed
t_{PHZ}	Closed	Closed

Figure 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

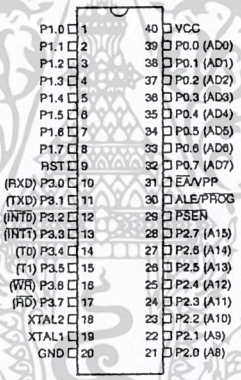
- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

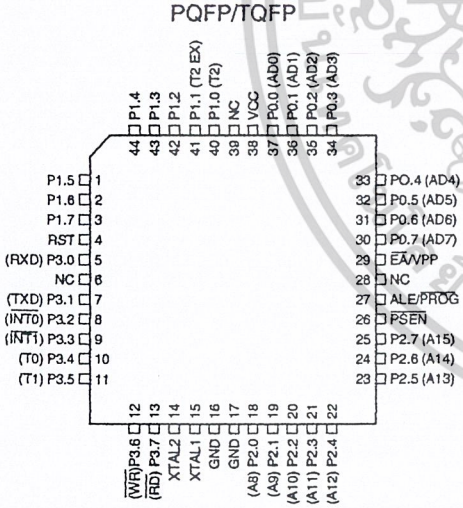
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations

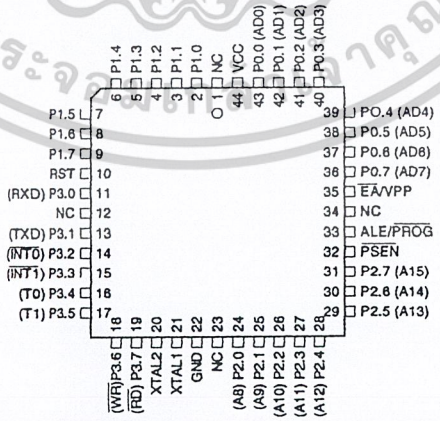
PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



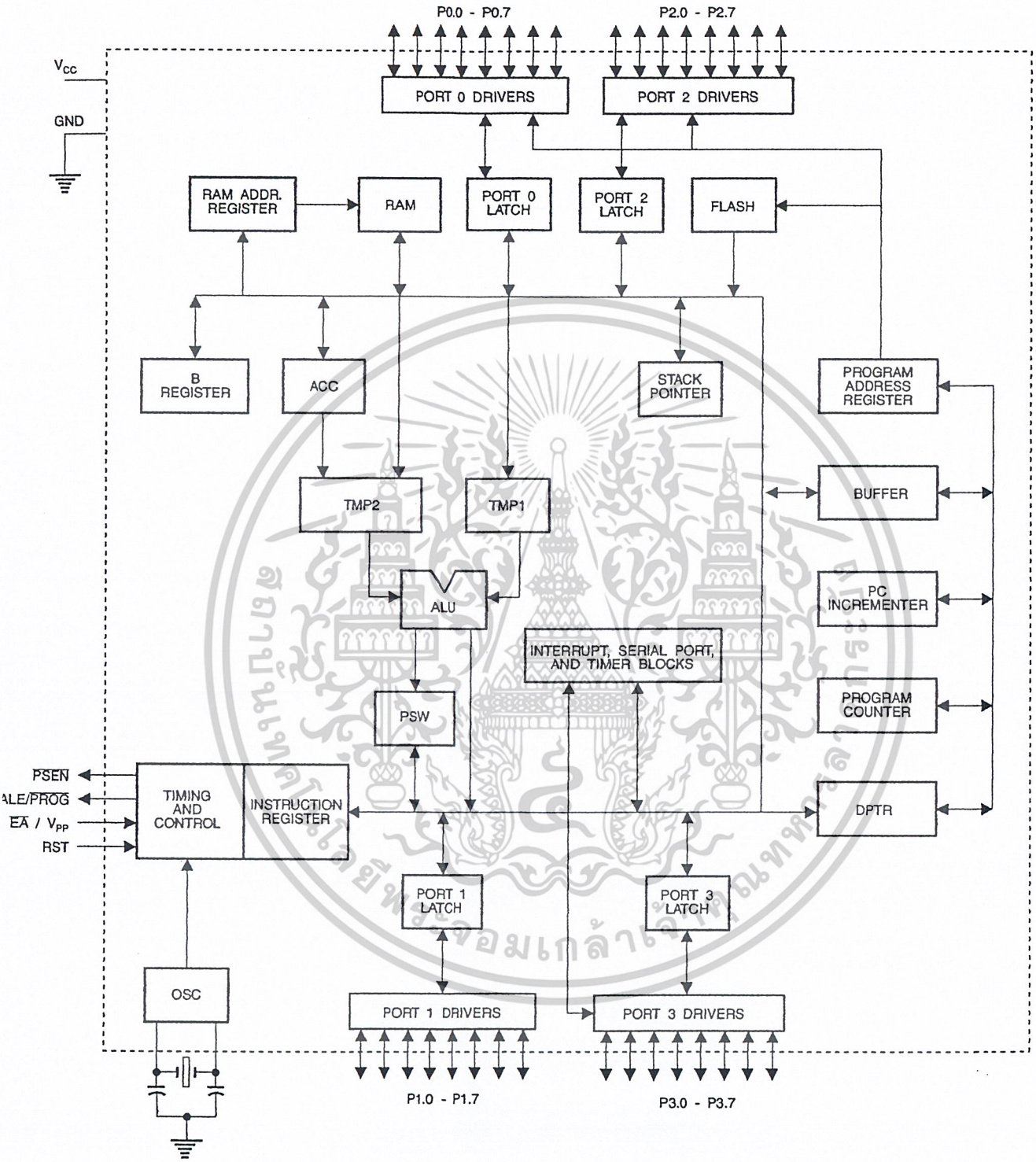
8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

Rev. 0265G–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/$\overline{PROG}$

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{\text{PSEN}}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{\text{EA}}$/VPP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

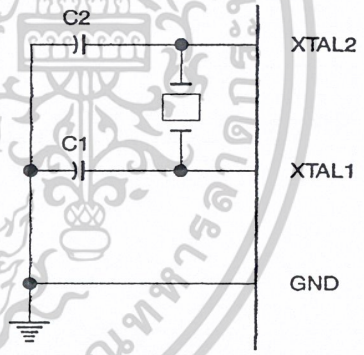
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hard ware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections



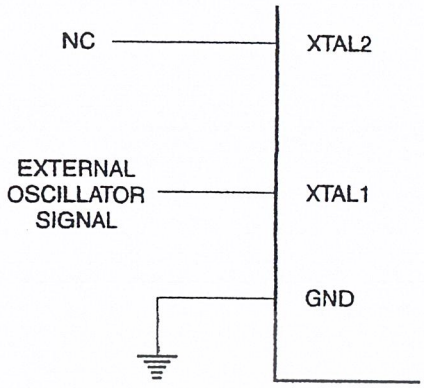
Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Power-down Mode

In the power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the $\overline{EA}$ pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of $\overline{EA}$ be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				
	LB1	LB2	LB3	Protection Type
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{EA}$ is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (V_{CC}) program enable signal. The low-voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V_{PP} = 12V	V_{PP} = 5V
Top-Side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) =F FH	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = 05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figure 3 and Figure 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise $\overline{EA}/V_{PP}$ to 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/$\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

$\overline{Data}$ Polling: The AT89C51 features $\overline{Data}$ Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{Data}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{Busy}$: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/$\overline{BSY}$ output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/$\overline{PROG}$ low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 51H indicates 89C51
(032H) = FFH indicates 12V programming
(032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming Modes

Mode		RST	PSEN	ALE/PROG	EA/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data		H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data		H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H	H
	Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L	L
	Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase		H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	L	H	H	L	L	L	L

Note: 1. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

Figure 3. Programming the Flash

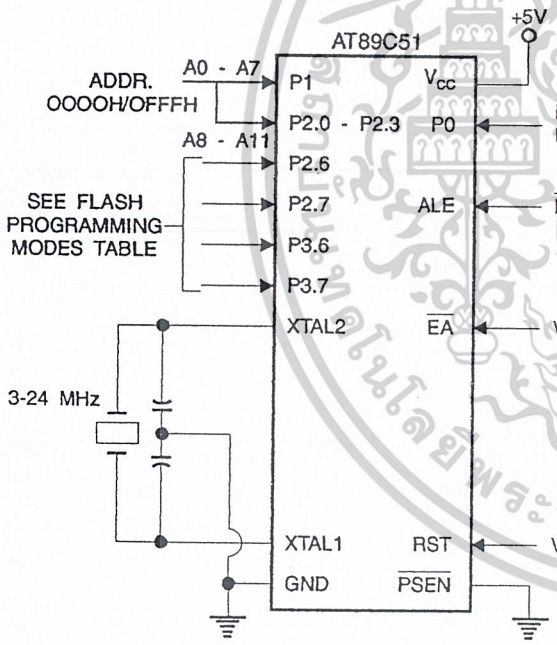
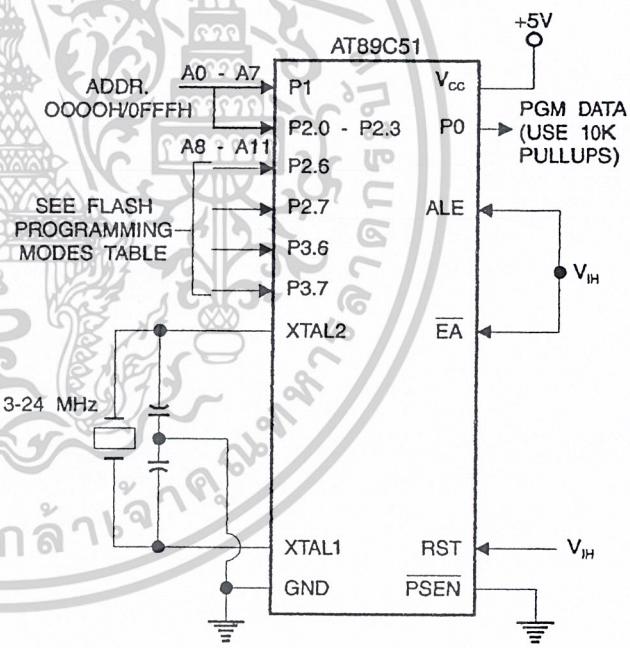
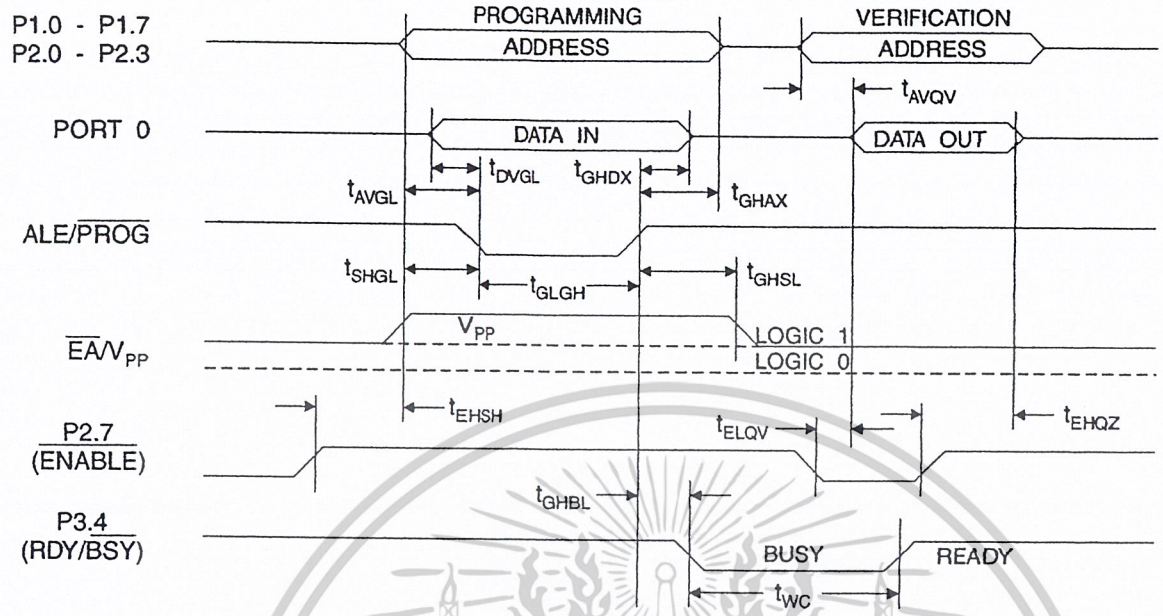


Figure 4. Verifying the Flash

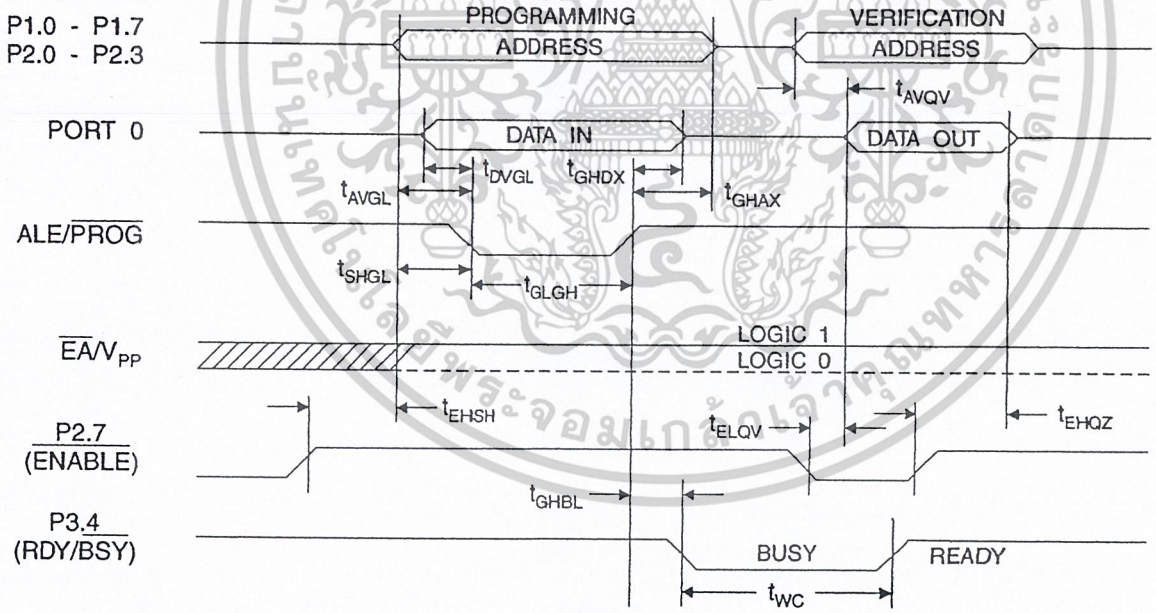


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode (V_{PP} = 12V)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode (V_{PP} = 5V)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}[1]	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}[1]	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}[1]	V_{PP} Hold After $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0V ± 20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC} - 0.1	V
V_{IL1}	Input Low-voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC} - 0.3	V
V_{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC} + 0.9	V_{CC} + 0.5	V
V_{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V
V_{OL}	Output Low-voltage[1] (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V_{OL1}	Output Low-voltage[1] (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, VCC = 5V ± 10%		-650	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode[2]	V_{CC} = 6V		100	µA
		V_{CC} = 3V		40	µA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port: Port 0: 26 mA
Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

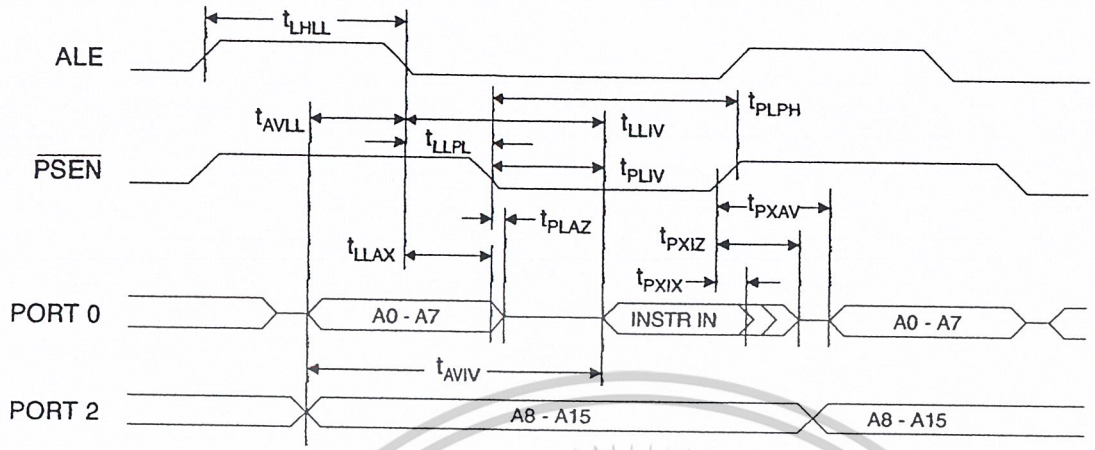
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

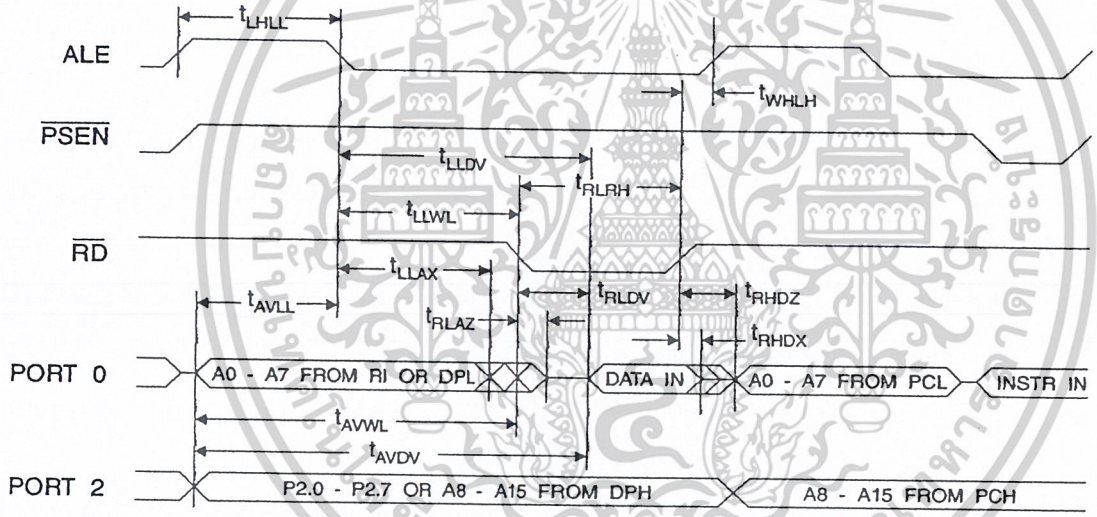
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		t_{CLCL}-20		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}$-65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}$-20		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}$-45	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{PSEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{PSEN}$		59		t_{CLCL}-10	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		t_{CLCL}-8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}$-55	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}$-90	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{RD}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}$-28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}$-150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}$-165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}$-50	$3t_{CLCL}$+50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}$-75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		t_{CLCL}-20		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}$-120		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{WR}$	33		t_{CLCL}-20		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	t_{CLCL}-20	t_{CLCL}+25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Program Memory Read Cycle

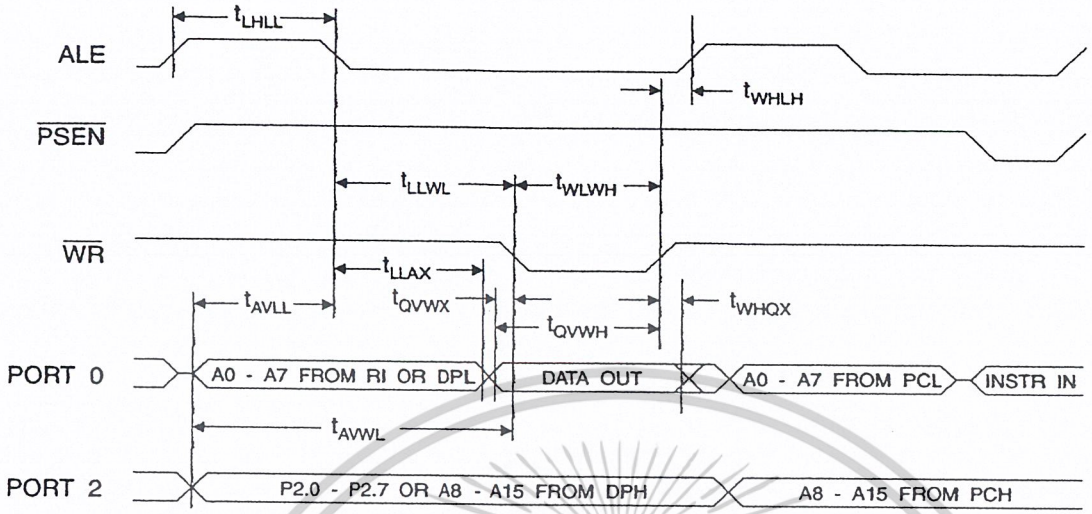


External Data Memory Read Cycle

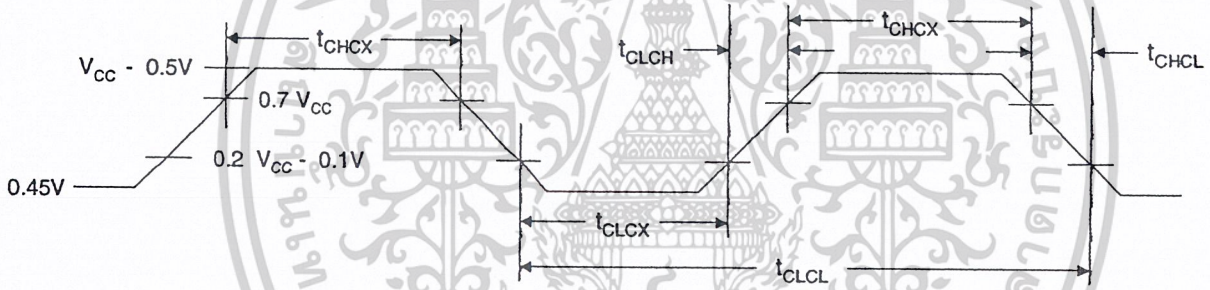


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CLCX}	Low Time	15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

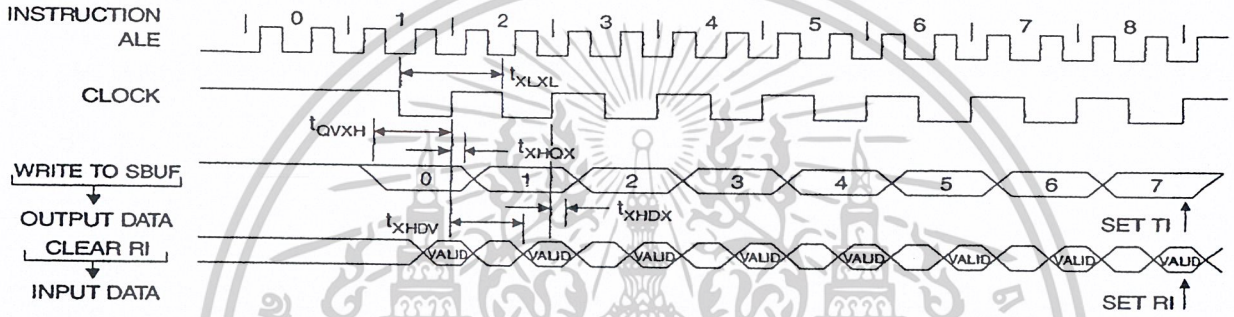
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

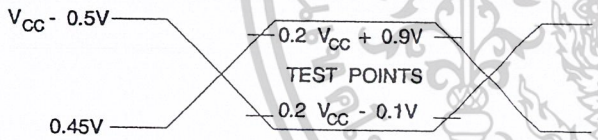
(V_{CC} = 5.0 V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-117		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

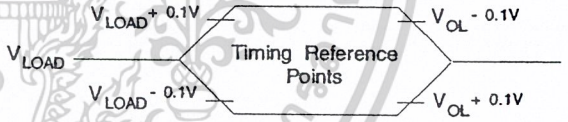


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms[1]



Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

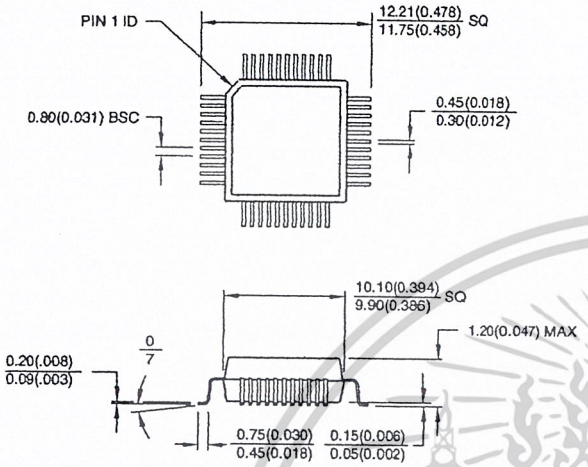
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ± 20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ± 20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-16JC	44J	
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	
		AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-16JI	44J	
		AT89C51-16PI	40P6	
		AT89C51-16QI	44Q	
20	5V ± 20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-20JC	44J	
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	
		AT89C51-20AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-20JI	44J	
		AT89C51-20PI	40P6	
		AT89C51-20QI	44Q	
24	5V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-24JC	44J	
		AT89C51-24PC	40P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-24JI	44J	
		AT89C51-24PI	40P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

Package Type	
44A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44Q	44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

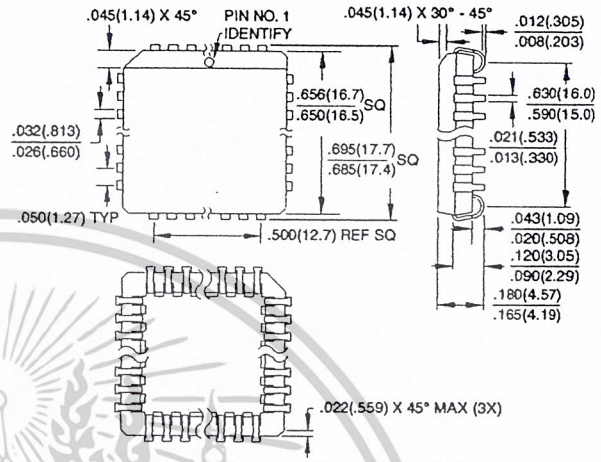
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-026 ACB

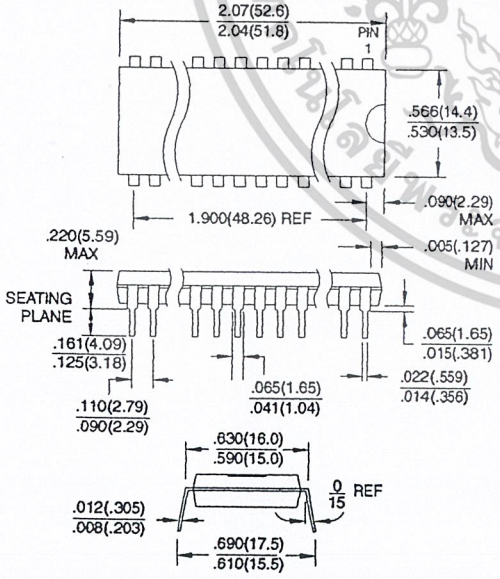


44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-018 AC

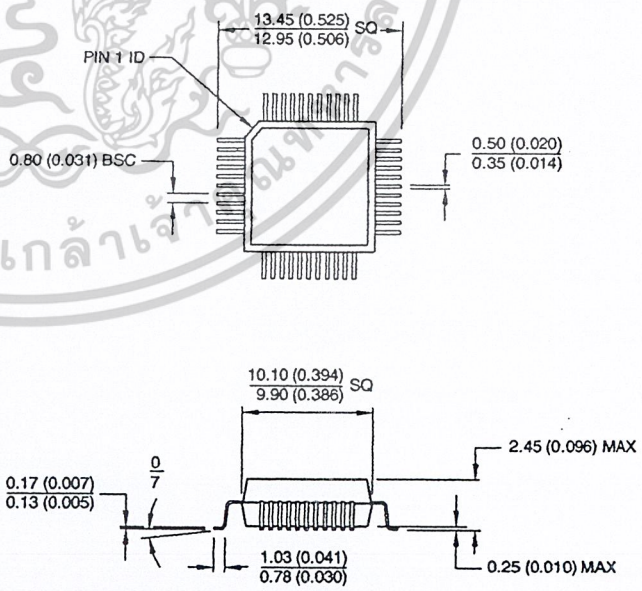


Controlling dimension: millimeters

40P6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-022 AB



Controlling dimension: millimeters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Atmel Headquarters

Corporate Headquarters
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Europe
Atmel U.K., Ltd.
Coliseum Business Centre
Riverside Way
Camberley, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Asia
Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

Japan
Atmel Japan K.K.
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Atmel Colorado Springs
1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906
TEL (719) 576-3300
FAX (719) 540-1759

Atmel Rousset
Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-4253-6000
FAX (33) 4-4253-6001

Fax-on-Demand
North America:
1-(800) 292-8635
International:
1-(408) 441-0732

e-mail
literature@atmel.com

Web Site
http://www.atmel.com

BBS
1-(408) 436-4309

© Atmel Corporation 2000.
Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

Marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

Terms and product names in this document may be trademarks of others.

Printed on recycled paper.

0265G–02/00/xM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้