สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล

IR Remote Control Codes Reading

นายประยุทธ ดำรงค์สุวัฒน์ 41012013
นายภุชงค์ จิระชัยโสภณ 41012017

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....36753
วัน, เดือน, ปี.....28 ส.ค. 2543

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล
โดย	นายประยุทธ ดำรงค์สุวัฒน์
	นายภุชงค์ จิระชัยโสภณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2542

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ
( )

---------- กรรมการ
( )

---------- กรรมการ
( )

---------- กรรมการ
( )

---------- กรรมการ
( )

---------- กรรมการ
( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล

โดย นายประยุทธ ดำรงค์สุวัฒน์ เลขประจำตัว 41012013
นายภุชงค์ จิระชัยโสภณ เลขประจำตัว 41012017

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์นี้กล่าวถึงการออกแบบ การสร้างเครื่องอ่านรหัสจากอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 และการควบคุมส่วนแสดงผล (DOT MATRIX LCD MODULE) การควบคุมต่างๆอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวสั่งการทำงานตามโปรแกรมที่โปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลสัญญาณอินฟราเรด และควบคุมส่วนแสดงผลให้แสดงผลของรหัสเป็นเวลาของพัลซ์แต่ละลูกในหน่วยไมโครวินาที (μS) และสามารถตรวจสอบค่าที่อ่านได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการส่งสัญญาณออกจากตัวคอนโทรลเลอร์ไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้คู่กับรีโมทตัวที่นำมาอ่านค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IR Remote Control Codes Reading

BY MR.PRAYOUT DUMRONGSUWAT
MR.PUCHONG JIRACHAISOPHON

ADVISOR Asst.Prof.PRADIT VACHRAPIBOOL

ACADEMIC YEAR 1999

ABSTRACT

This project describ the design of infrared codes reading from IR remote control by using the Microprocessor in MCS-51 family to control the display (DOT MATRIX LCD MODULE).The microcontroller work under the program inside MCS-51.The timming of each pulse is reading in microsecond and its can be checked by sending these codes from microcontroller to control the electrical device that controlled by IR remote control under checked.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ

ผศ.ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์ ที่ให้คำแนะนำในการทำโครงงานชิ้นนี้ ให้คำปรึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขและดูแลตรวจสอบจนโครงงานวิศวกรรมฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ

คุณรัชตภาคย์ ปัตตะวงค์ ให้คำแนะนำการเขียนโปรแกรม

ผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ทุกท่านที่มิได้เอ่ยนามในที่นี้ สำหรับเครื่องมือทดสอบและกำลังใจที่มีให้กับคณะผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งและลืมไม่ได้

คุณพ่อวิสุทธิ์ ดำรงค์สุวัฒน์และคุณแม่สุมล ดำรงค์สุวัฒน์

คุณพ่อสิทธิชัย จิระชัยโสภณและคุณแม่ธิดารัตน์ แซ่กัง

บิดา มารดาของคณะผู้จัดทำที่ให้โอกาสต่างๆ ทั้งการเลี้ยงดู ให้การศึกษาและเงินทองค่าใช้จ่ายและอื่นๆอีกมากมายที่กล่าวไม่หมด จนทำให้คณะผู้จัดทำประสบความสำเร็จทางการศึกษาในวันนี้

หากโครงงานวิศวกรรมฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ. ที่นี้ด้วย

ขอบพระคุณอย่างสูง

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
บทคัดย่ออังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ขอบเขตโครงงาน	1
1.2 แผนผังเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล	2
1.3 เนื้อหาแต่ละบท	3
บทที่ 2 ทฤษฎีทั่วไป	4
2.1 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51	4
2.2 ทฤษฎีอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล	15
บทที่ 3 การใช้งาน DOT MATRIX LCD MODULE	19
3.1 ขาต่างๆในการต่อใช้งาน HD44780	19
3.2 รายละเอียดคำสั่ง HD44780	20
บทที่ 4 การออกแบบวงจร	28
4.1 การออกแบบ HARDWARE	28
4.2 การออกแบบ SOFTWARE	32
บทที่ 5 การใช้งานและสรุปผล	38
5.1 คุณสมบัติเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล	38
5.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล	38
5.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	43
5.4 สรุปผลการทดลอง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บรรณานุกรม 44

ภาคผนวก

- วงจรรวมของโครงงานทั้งหมด 1
- โปรแกรมเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล 2
- แผนภาพลายวงจรของโครงงาน 19
- Data Sheet ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แผนผังเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล 2
รูปที่ 2.1 แสดงการกำหนดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 5
รูปที่ 2.2 แสดงวงจรออสซิลเลเตอร์และเวลา 6
รูปที่ 2.3 แสดงรีจีสเตอร์ PSW 8
รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของสแตก 9
รูปที่ 2.5 แสดงหน่วยย่อยต่างๆของแรมภายใน 10
รูปที่ 2.6 แสดงลอจิกควบคุมของไทม์เมอร์และเคาน์เตอร์ 12
รูปที่ 2.7 แสดงวงจรพอร์ตพิน 14
รูปที่ 2.8 ลักษณะทางลอจิกในระบบสแกนพัลซ์ 16
รูปที่ 2.9 แสดงค้าต้าสตรีม 16
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างสัญญาณรีโมทคอนโทรล 18
รูปที่ 3.1 ขาต่างๆของ DOT MATRIX LCD MODULE 20
รูปที่ 3.2 แสดงคำสั่ง CLEAR DISPLAY 20
รูปที่ 3.3 แสดงคำสั่ง RETURN HOME 20
รูปที่ 3.4 แสดงคำสั่ง ENTRY MODE SET 21
รูปที่ 3.5 แสดงคำสั่ง DISPLAY ON/OFF CONTROL 21
รูปที่ 3.6 แสดงคำสั่ง CURSOR OR DISPLAY SHIFT 22
รูปที่ 3.7 แสดงคำสั่ง FUNTION SHIFT 22
รูปที่ 3.8 แสดงคำสั่ง SET CG RAM ADDRESS 23
รูปที่ 3.9 แสดงคำสั่ง SET DD RAM ADDRESS 24
รูปที่ 3.10 แสดงแอดเดรสของ DD RAM แบบ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด 24
รูปที่ 3.11 แสดงคำสั่ง READ BUSY AND ADDRESS 24
รูปที่ 3.12 แสดงคำสั่ง WRITE DATA TO CG RAM OR DD RAM 25
รูปที่ 3.13 แสดงคำสั่ง READ DATA FROM CG RAM OR DD RAM 25
รูปที่ 3.14 ลำดับของคำสั่งควบคุมแบบ 4 บิต 26
รูปที่ 4.1 แสดงขาการต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 28
รูปที่ 4.2 แสดงวงจรภาคจ่ายไฟ 30
รูปที่ 4.3 แสดงส่วนรับสัญญาณอินฟราเรด 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.4 แสดงการต่อวงจรเพื่อควบคุมจอแอลซีดี 31
รูปที่ 4.5 แสดงวงจรควบคุมการส่งสัญญาณรีโมทคอนโทรล 31
รูปที่ 4.6 โฟลวชาร์ตโปรแกรมหลัก 33
รูปที่ 4.7 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยแสดงรหัสสัญญาณอินฟราเรดที่รับเข้ามา 34
รูปที่ 4.8 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยการแสดงผลข้อความ 35
รูปที่ 4.9 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยการส่งสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อทดสอบ 35
รูปที่ 4.10 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยส่วนรับสัญญาณอินฟราเรด 36
รูปที่ 4.11 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยสุ่มเก็บสัญญาณด้วยฐานเวลา 100 uS 37
รูปที่ 5.1 แสดงด้านหน้าของเครื่องและสวิตซ์ควบคุมต่างๆ 38
รูปที่ 5.2 แสดงหน้าจอเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง 39
รูปที่ 5.3 หน้าจอแสดงฐานเวลาที่ใช้ 39
รูปที่ 5.4 แสดงแสดงหน้าจอเมื่อเครื่องพร้อมรับสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล 40
รูปที่ 5.5 แสดงหน้าจอเมื่อเครื่องรับสัญญาณเรียบร้อยแล้ว 40
รูปที่ 5.6 แสดงหน้าจอที่แสดงผล 41
รูปที่ 5.7 แสดงพัลซ์ที่อ่านได้ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางชื่อของแอดเดรสแรมภาบในของ SFR	11
ตารางที่ 2.2 แสดงหน้าที่ของพอร์ต 3	13
ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดย่อยของคำสั่ง CURSOR OR DISPLAY SHIFT	22
ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดย่อยของคำสั่ง FUNCTION SET	23
ตารางที่ 3.3 ตารางสรุปคำสั่งของ HD44780	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

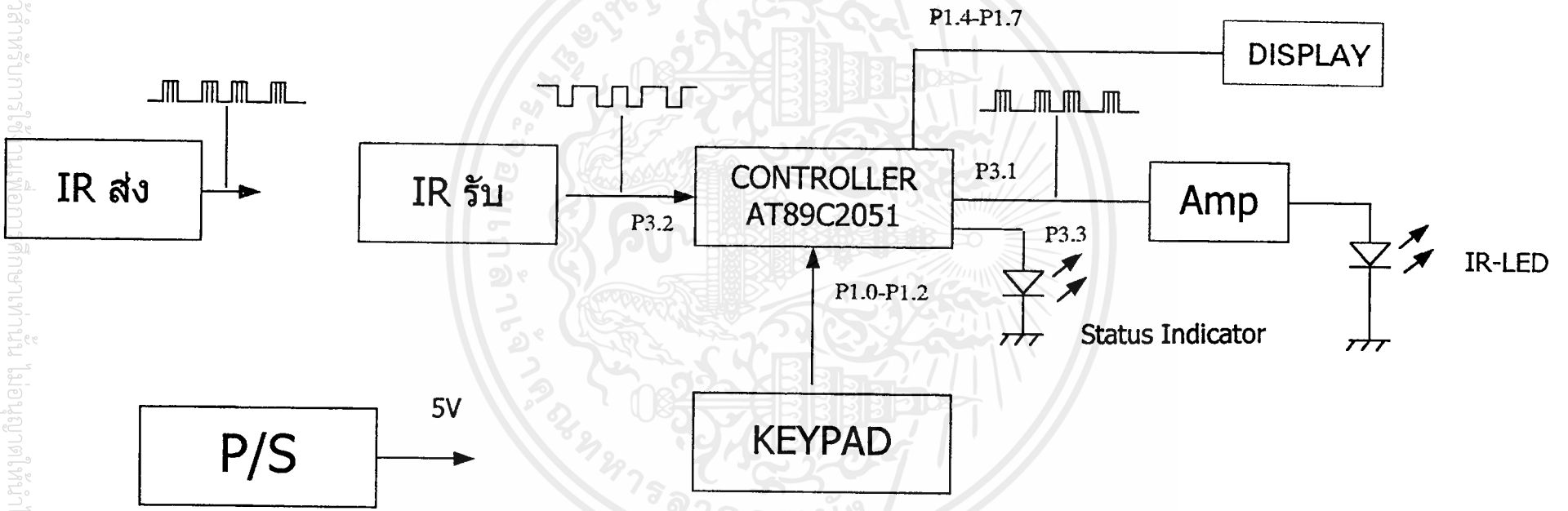
ปริญญานิพนธ์นี้มีชื่อว่า "การอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล" เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถควบคุมได้จากระยะไกล ทำให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ใช้งานเป็นอย่ามาก หากต้องการออกแบบอุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยอินฟราเรดรีโมทคอนโทรลที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป จำเป็นต้องรู้รหัสที่ใช้ในการควบคุม เพื่อสามารถออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุมส่วนต่างๆได้ ซึ่งหากใช้ออสซิลโลสโคป (OSCILLOSCOPE) จะเกิดความยุ่งยากในการอ่านค่าเวลาของรหัสสัญญาณอีกทั้งยังมีราคาแพง หากใช้เครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรลนี้ จะสามารถทราบรหัสที่ส่งมาจากรีโมทคอนโทรลได้ โดยเครื่องจะแสดงรหัสเป็นเวลาของพัลซ์แต่ละลูกในหน่วยไมโครวินาที และสามารถทดสอบค่าที่อ่านได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยโครงงานนี้มีส่วนส่งสัญญาณอินฟราเรด เพื่อใช้ส่งค่าที่อ่านได้นั้นออกมาทดสอบควบคุมเครื่องที่ใช้ควบคู่กับรีโมทคอนโทรลที่นำมาอ่านค่า โดยเครื่องสามารถอ่านสัญญาณจากอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล และแสดงผลที่จอแอลซีดี (LCD) ซึ่งอาศัยการควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ของบริษัท ATMEL โดยใช้เบอร์ 89C2051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นเบอร์เล็กในตระกูลมีหน่วยความจำ Flash Memory จำนวน 2 Kbyte ไว้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมภายในตัวมันเอง สามารถโปรแกรมและลบได้ 1000 ครั้ง มีพอร์ต I/O เหมาะสมกับโครงงานและราคาไม่แพง

1.1 ขอบเขตโครงงาน

1. สามารถโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของโครงงาน
2. สามารถอ่านสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรลได้
3. สามารถควบคุมส่วนแสดงผลให้แสดงผลตามค่าที่อ่านได้
4. สามารถตรวจสอบว่าค่าที่อ่านได้ว่าถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 แผนผังเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล



รูปที่ 1.1 แผนผังเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล

1.3 เนื้อหาของแต่ละบท

- บทที่ 1 เป็นการกล่าวถึงขอบเขตของโครงงาน และเนื้อหาในแต่ละบท

- บทที่ 2 เป็นทฤษฎีทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ โครงสร้างทั่วไปที่สำคัญในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ที่โครงงานนี้เลือกใช้ และทฤษฎีพื้นฐานของอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล

- บทที่ 3 การใช้งาน DOT MATRIX LCD MODULE อธิบายควบคุมส่วนแสดงผล ซึ่งต้องทำความเข้าใจในส่วนของคอนโทรลเลอร์ (CONTROLLER) ที่ใช้ควบคุมการแสดงผลที่จอแอลซีดี

- บทที่ 4 การออกแบบวงจร กล่าวถึงการออกแบบด้านฮาร์ดแวร์(HARDWARE) และด้านซอฟแวร์(SOFTWARE) โดยด้านฮาร์ดแวร์อธิบายถึงการออกแบบวงจรในส่วนต่างๆ และหน้าที่ของส่วนนั้นๆ ด้านซอฟแวร์อธิบายการออกแบบโปรแกรมหลัก และโปรแกรมย่อยที่ใช้ควบคุมฮาร์ดแวร์ในส่วนต่างๆ

- บทที่ 5 การใช้งานและสรุปผลการทดลอง กล่าวถึงคุณสมบัติของเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล การใช้งาน วิธีการอ่านค่าสัญญาณ ปัญหาและแนวทางแก้ไข สรุปผลการทดลอง

ภาคผนวก

ในภาคผนวกจะประกอบด้วย

-วงจรรวมของโครงงานทั้งหมด

-โปรแกรมเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล

-แผนภาพแสดงลายปริ้นและการวางอุปกรณ์ของโครงงาน

-Data Sheet ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีทั่วไป

ในการที่จะเข้าใจการทำงานของโครงงาน การอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรลนี้จำเป็นที่จะต้องมีพื้นฐานความเข้าใจทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 อยู่บ้างเพราะเป็นหัวใจหลักของการทำงานในโครงงานนี้

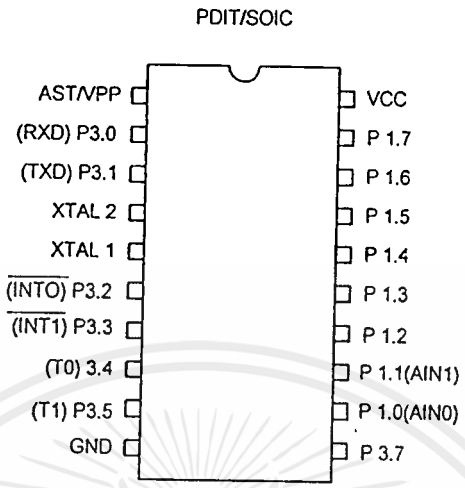
2.1 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

การออกแบบฮาร์ดแวร์ในโครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นส่วนสำคัญในการประมวลผลและควบคุมส่วนแสดงผลแอลซีดีโมดูล (LCD MODULE) เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้สามารถประยุกต์ใช้งานได้ง่าย และครอบคลุมการใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอ้าต์พุต โดยใช้อุปกรณ์ภายนอกต่อร่วมน้อยมาก ทำให้ประหยัดและสะดวกในการใช้งาน โดยโครงงานนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 ของบริษัท ATMEL

คุณสมบัติของไมโครคอลโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051

- มีโครงสร้างและชุดคำสั่งเหมือนกันกับไมโครคอลโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51
- มีหน่วยความจำโปรแกรมชนิด Flash Memory ขนาด 2 Kbyte สามารถโปรแกรมซ้ำได้ 1000 ครั้ง
- มีหน่วยความจำแบบแรม(RAM) 8 บิต ขนาด 128 Byte (Internal RAM)
- ทำงารที่แรงดัน 2.7 - 6 โวลต์
- รันความเร็วสัญญาณนาฬิกา 0 - 24 MHz
- มีพอร์ต I/O 15 บิต (พอร์ต 1 และ พอร์ต 3)
- พอร์ตสามารถจ่ายกระแสได้ 20 mA และใช้เอ้าท์พุตขับ LED ได้โดยตรง
- มีพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม 1 แชลแนล (UART)
- สามารถโปรแกรมข้อมูล เพื่อป้องกันการอ่าน-เขียน (คัดลอกโปรแกรม) ได้ 2 ระดับ
- มีวงจรไทม์เมอร์และวงจรนับขนาด 16 บิต (16 Bit Timer/Counter) จำนวน 2 แชลแนล
- มีสัญญาณอินเตอร์รัปต์ 6 แหล่ง แบ่งลำดับความสำคัญได้ 2 ระดับ
- มีวงจรเปรียบเทียบสัญญาณอะนาลอก(Analog Comparator Input) 1 แชลแนล
- มีระบบประหยัดพลังงาน (Low Power Idel and Power Down Modes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงการกำหนดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051

2.1.1 หน่วยความจำของ AT89C2051

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 ประกอบด้วยหน่วยความจำ 2 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) และ หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) หน่วยความจำทั้งสองนี้มีหน้าที่ที่แตกต่างกัน และ ใช้วิธีการอ้างแอดเดรสสัญญาณการติดต่อแยกออกจากกัน

หน่วยความจำโปรแกรม

เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล และคำสั่งใช้งานต่างๆ ซึ่งเป็นหน่วยความจำประเภท Flash Memory ตามปกติไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 จะประกอบไปด้วยหน่วยความจำโปรแกรมภายใน และ หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก โดย AT89C2051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์เล็ก มี 20 ขา และมีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน Flash Memory ขนาด 2 Kbyte เท่านั้นไม่สามารถต่อหน่วยความจำภายนอกเพิ่มขึ้นได้ (ไม่มีขา EA)

หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลนี้เป็นประเภท RAM สามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลได้ ใช้สำหรับเก็บข้อมูลตัวแปร ที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผลชั่วคราว ซึ่งโดยพื้นฐานแล้ว หน่วยความจำข้อมูล

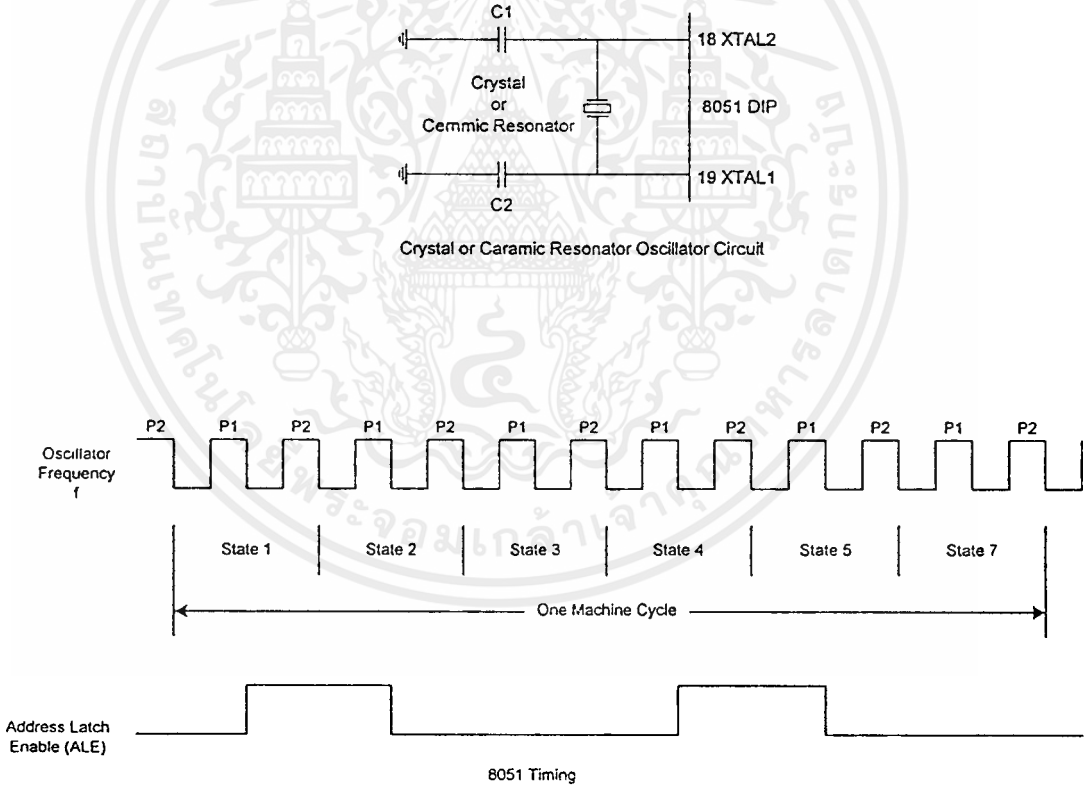
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดเป็นหน่วยความจำ RAM แบบสแตติก ดังนั้นเมื่อไม่มีการจ่ายไฟให้แก่ระบบก็จะมีผลทำให้ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำนี้สูญหายไป

2.1.2 โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

ออสซิลเลเตอร์

การคำนวนเวลาที่ใช้ในหนึ่งคำสั่ง หรือเวลาของโปรแกรมหน่วงเวลา เราต้องทราบความถี่ของพัลซ์นาฬิกาที่ต่อให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ การต่อวงจรกำเนิดพัลซ์นาฬิกา แสดงดังรูปที่ 2.2 ขา XTAL1,XTAL2 ต่อกับวงจรรีโซแนนท์เป็นออสซิลเลเตอร์ เช่น ใช้คริสตัล (Crystal) และตัวเก็บประจุ ความถี่คริสตัลเป็นความถี่นาฬิกาภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.2 แสดงวงจรออสซิลเลเตอร์และเวลา

เซรามิกรีโซแนนท์อาจถูกนำมาใช้เพราะมีราคาต่ำ แต่เสถียรภาพทางความถี่จะลดลงและความแน่นอนไม่ดี ถ้าเป็นการสื่อสารอนุกรมด้วยความเร็วสูงก็อาจเกิดภาวะวิกฤตขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออสซิลเลเตอร์ที่เป็นคริสตัล, ตัวเก็บประจุ และอินเวอร์เตอร์บนชิพ จะสร้างขบวนพัลซ์ที่ความถี่คริสตัล ดังรูปที่ 2.2

ความถี่นาฬิกาต้องมีช่วงเวลาของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่น้อยที่สุดเรียกว่า ช่วงเวลาพัลซ์ ช่วงเวลาที่น้อยสุดที่สามารถทำคำสั่งง่ายๆ หรือซับซ้อน เรียกว่า Machine cycle ซึ่งประกอบด้วย 6 สภาวะ แต่ละสภาวะเป็นช่วงเวลาสำหรับการทำงาน ที่แยกจากกันของไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น เฟทซ์คำสั่ง, ทำคำสั่ง หรือเขียนข้อมูล แต่ละสภาวะมีสองพัลซ์

โปรแกรมคำสั่งอาจเป็น 1, 2 หรือ 4 Machine cycle ขึ้นอยู่กับชนิดคำสั่ง คำสั่งจะถูกเฟทซ์และทำโดยไมโครคอนโทรลเลอร์แบบอัตโนมัติ โดยเริ่มด้วยตำแหน่งคำสั่งที่ 0000h ที่เวลาเกิดการรีเซ็ตครั้งแรก

<u>โปรแกรมเคาท์เตอร์ และดาต้าพอยต์เตอร์</u>

MCS-51 ประกอบด้วยรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต 2 ตัว คือ PC (Program Counter) และDPTR (Data Pointter) แต่ละตัวเก็บค่าแอดเดรสขนาด 1 ไบต์

โปรแกรมคำสั่งจะถูกเฟทซ์จากตำแหน่งแอดเดรสใน Program Counter รอมบนชิพอาจมีแอดเดรส 0000h ถึง 0FFFh รอมภายนอกแอดเดรสจะมากกว่า 0FFFh โดย Program Counterจะเพิ่มค่าอัตโนมัติ หลังจากเฟทซ์คำสั่ง และอาจเปลี่ยนโดยบางคำสั่ง Program Counter เป็นรีจีสเตอร์ตัวเดียวที่ไม่มีแอดเดรสภายใน

Data Pointter (DPTR) ประกอบด้วยรีจีสเตอร์ 8 บิตสองตัวเรียกว่า DPH และ DPL จะเก็บค่าแอดเดรสสุดท้ายหลังจากเข้าถึงโค้ดทั้งภายในและภายนอกชิพ ข้อมูลก็เช่นกัน DPTR อยู่ภายใต้การควบคุมของโปรแกรมคำสั่ง และอ้างอิงโดยชื่อของมัน (DPTR) หรือแต่ละไบต์ย่อยDPH และ DPL

<u>รีจีสเตอร์ A และ รีจีสเตอร์ B</u>

MCS-51 มีรีจีสเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป 34 ตัว และ 2 ตัวในนี้คือ รีจีสเตอร์ A และ รีจีสเตอร์ B ใช้เป็นตัวหลักในทางคณิตศาสตร์ของ MCS-51 ที่เหลือ 32 ตัวถูกจัดเป็นส่วงของแรมภายใน 4แบงค์ คือ B0-B3 แบงค์ละ 8 ตัว (Ro-R7) รีจีสเตอร์ A หรือแอคคิวมูเลเตอร์เป็นตัวที่ใช้มากที่สุดเช่น การบวก, การลบ, การคูณ, การหารเลขจำนวนเต็ม, การทำบูลีน รีจีสเตอร์ A ใช้เคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่าง MCS-51 และหน่วยความจำภายนอก รีจีสเตอร์ B ใช้กับรีจีสเตอร์ A สำหรับการคูณและการหารและไม่มีหน้าที่อื่นนอกเหนือจากเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แฟลกและโปรแกรมสเตตัสเวอร์ด (PSW)

แฟลกเป็นรีจีสเตอร์ 1 บิตที่เก็บผลลัพธ์ของบางคำสั่ง คำสั่งอื่นสามารถทดสอบสภาวะของแฟลก และตัดสินใจ แฟลกสามารถที่จะเป็นแอดเดรสที่ต้องการได้ และอยู่ร่วมเป็นกลุ่ม PSW และPCON

MCS-51 มีแฟลกทางคณิตศาสตร์ 4 แฟลก ซึ่งให้ผลลัพท์โดยอัตโนมัติ เมื่อมีการทำงานทางคณิตศาสตร์ และมี 3 แฟลกที่ใช้งานทั่งไปซึ่งสามารถเซต 1 หรือ เคลียร์ 0 ได้ตามต้องการ (P) แฟลกที่ใช้งานทั่วไปมีชื่อว่า F0, GF0, GF1 ซึ่งโปรแกรมเมอร์สามารถใช้กำหนดโปรแกรมได้ ควรจำไว้ว่าแฟลกทั้งหมดสามารถเซต หรือรีเซตโดยโปรแกรม ส่วนแฟลกคณิตศาสตร์มีผลโดยคำสั่งทางคณิตศาสตร์

PSW ในรูปประกอบด้วยแฟลกคณิตศาสตร์ แฟลกสำหรับผู้ใช้(F0) และแฟลกเลือกรีจีสเตอร์ในแบงค์แฟลก 2 ตัวที่เหลือ (GF0,GF1) เก็บใน PSW ในรูป

7	6	5	4	3	2	1	0
CY	AC	F0	RS1	RS0	0V	-	P

THE PROGRAM STATUS WORD (PSW) SPECIAL FUNCTION REGISTER

Bit	Symbol	Function
7	CY	Carry flag; used in arithmetic, JUMP .ROTATE ,and BOOLEAN instructions
6	AC	Auxilliary carry flag; used for BCD arithmatic
5	F0	User flag 0
4	RS1	Register bank select bit 1
3	RS0	Register bank select bit 0
		RS1 RS2
		0 0 Select register bank 0
		0 1 Select register bank 1
		1 0 Select register bank 2
		1 1 Select register bank 3
2	OV	Overflow flag; used in arithematic instructions
1	-	Reserved for future use
0	P	Parity flag; shows parity of register A:Odd Parity Bit addressable as PSW.0 to PSW.7

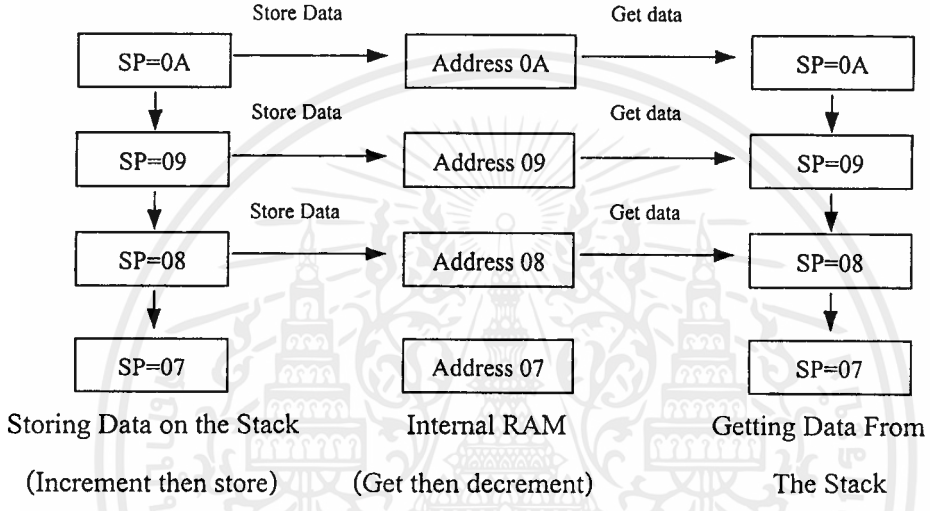
รูปที่ 2.3 แสดงรีจีสเตอร์ PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สแตคและสแตคพอยต์เตอร์

สแตคเป็นพื้นที่ของแรมภายในที่ใช้เก็บข้อมูล และส่งออกอย่างรวดเร็ว SP 8 บิตของ MCS-51 ใช้เก็บแอดเดรสของแรมภายใน โดยเป็นแอดเดรสสุดท้ายของการทำงานบนสแตค

เมื่อข้อมูลเก็บบนสแตค SP จะเพิ่มค่าก่อนเก็บข้อมูลออกจากสแตค ข้อมูลจะถูกอ่านก่อน และ SP จะลดค่าลงเพื่อให้ข้อมูลสามารถเก็บได้



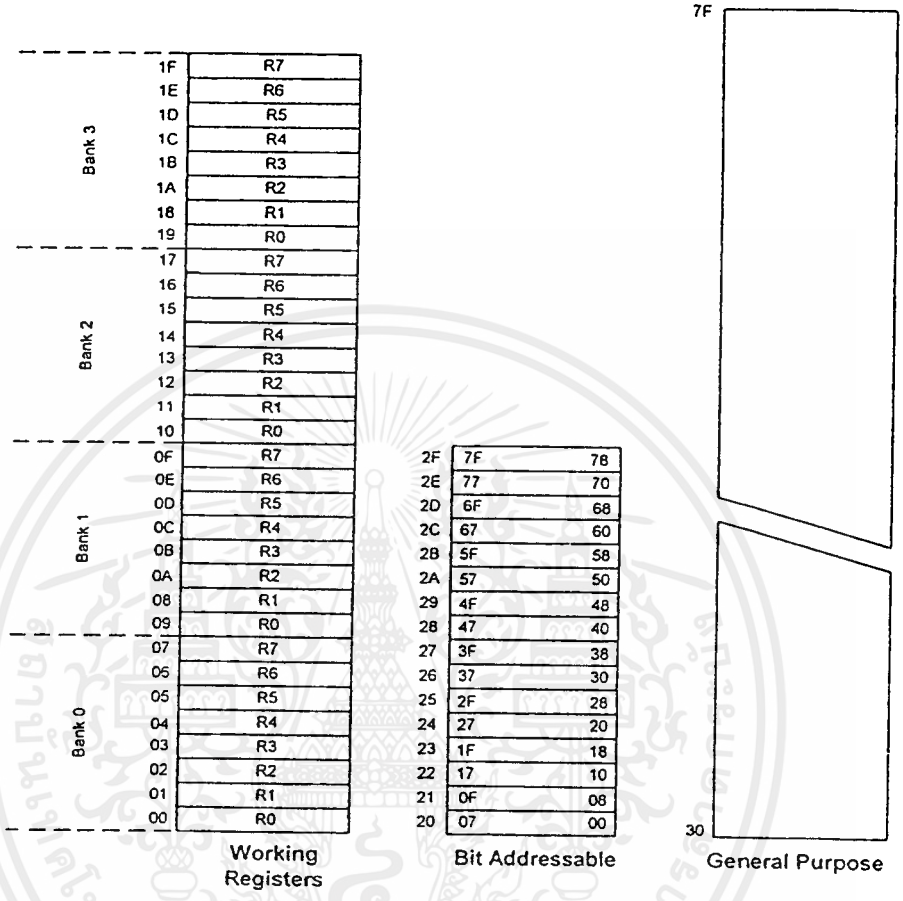
รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของสแตก

การทำงานของสแตค แสดงในรูปที่ 2.4 เซตที่ 07h เมื่อ MCS-51 รีเซตและสามารถเปลี่ยนแอดเดรสได้โดยโปรแกรมเมอร์

สแตกถูกจำกัดด้วยขนาดของแรมภายใน ถ้าโปรแกรมเมอร์ไม่ระวังสแตกอาจเก็บข้อมูลเกินพื้นที่แรมที่แอดเดรสบิตได้ และพื้นที่แรมใช้งานทั่วไปโปรแกรมเมอร์ต้องมั่นใจว่าสแตกไม่เพิ่มเกินขอบเขตที่กำหนดไว้ก่อน

โดยปกติสแตกจะอยู่ส่วนบนของแรมภายใน โดยเลือกจำนวนที่อยู่บน SP เพื่อเลี่ยงการเกินขอบเขตของแรมภายใน ควรจำไว้ว่า PC ไม่ใช่ส่วนของ SFR และไม่มีแอดเดรสแรมภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงหน่วยย่อยต่างๆของแรมภายใน

<u>รีจีสเตอร์ทำหน้าที่พิเศษ</u>

การทำงานของ MCS-51 จะไม่ใช้แรมภายใน 128 ไบต์ ตำแหน่ง 00h ถึง 7Fh ซึ่งเป็นกลุ่มของรีจีสเตอร์พิเศษภายใน (SFR) ซึ่งอาจทำเป็นแอดเดรสเหมือนกับแรมภายใน โดยใช้แอดเดรสจาก 80h ถึง FFh ชื่อของ SFR แอดเดรสของแรมภายในอยู่ในตารางที่ 2.1

SFRs เป็นชื่อของบางออฟโค๊ดตามชื่อของฟังก์ชั่น เช่น A หรือ TH0 และถูกอ้างอิงโดยแอดเดรสของมันเช่น 0E0h หรือ 8Ch ควรสังเกตุว่าแอดเดรสที่ใช้จะเริ่มต้นด้วยตัวเลข ดังนั้นแอดเดรส E0h สำหรับ A SFR จึงต้องเริ่มต้นด้วย 0 ข้อผิดพลาดในการใช้ตัวเลขจะมีผลต่อความผิดพลาดของแอสแซมเบอร์เมื่อโปรแกรมนำมาใช้งานร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	FUNCTION	INTERNAL RAM ADDRESS (HEX)
A	Accumulator	0E0
B	Arithmetic	0F0
DPH	Addressing external memory	83
DPL	Addressing external memory	82
IE	Interrupt enable control	0A8
IP	Interrupt priority	0B8
P0	Input/Output port latch	80
P1	Input/Output port latch	90
P2	Input/Output port latch	A0
P3	Input/Output port latch	0B0
PCON	Power control	87
PSW	Program status word	0D0
SCON	Serial port control	98
SBUF	Serial port data buffer	99
SP	Stack pointer	81
TMOD	Time/Counter mode control	89
TCON	Time/Counter control	88
TL0	Time 0 low byte	8A
TH0	Time 0 high byte	8C
TL1	Time 1 low byte	8B
TH1	Time 1 high byte	8D

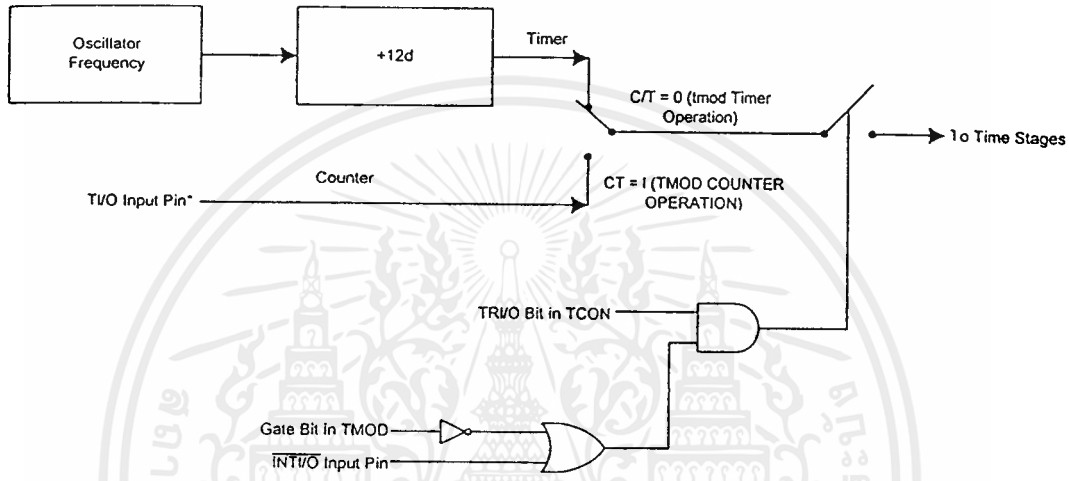
ตารางที่ 2.1 ตารางชื่อของแอดเดรสแรมภายในของ SFR

Timming

ถ้าเคาน์เตอร์ถูกตั้งเป็นไทม์เมอร์ ก็นับความถี่นาฬิกาภายใน MCS-51 ออสซิลเลเตอร์หาร ด้วย 12 เช่น ความถี่คริสตัล 12MHz จะได้ไทมเมอร์ 500 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรนาฬิกานับที่นับ จะถูกเกทไปที่ไทม์เมอร์โดยการใช้วงจรดังรูป สัญญาณนาฬิกาของออสซิลเลเตอร์จะเป็นพัลซ์มาสู่ไทม์เมอร์ บิต C / $\overline{T}$ ในTMODต้องเป็น 0 บิต TRX ในTCON ต้องเป็น 1 (ไทม์เมอร์ทำงาน) และบิตเกทใน TMOD ต้องเป็น "0" และขา INTX ต้องเป็น "1" ในทางตรงกันข้ามเคาน์เตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวนับได้โดยเกทไปที่เคาน์เตอร์ โดยบิตทำงาน (run bit) และบิตเกท (Gate bit) หรือ INTX



รูปที่ 2.6 แสดงลอจิกควบคุมของไทม์เมอร์และเคาน์เตอร์

<u>พอร์ตของ AT89C2051</u>

ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 จะมีพอร์ตที่ใช้งานจำนวน 2 พอร์ตคือ พอร์ต 1 และ พอร์ต 3 เท่านั้นเพราะเป็นเบอร์ที่มีขนาดเล็ก 20 ขา มีคุณสมบัติเหมาะสมกับโครงงานนี้คือมีขนาดเล็กและราคาประหยัด

<u>พอร์ต 1</u>

ขาของพอร์ต 1 ตัวเอาต์พุตแลทซ์จะต่อโดยตรงกับเกทของ FET ตัวล่างที่มีวงจร FET ที่ชื่อ "Internal FET Pullup" เป็นตัวพูลอัพโหลด

เมื่อใช้เป็นอินพุต "1" จะเขียนไปยังแลทซ์ทำให้ FET ตัวล่างปิด ขาและอินพุตของบัฟเฟอร์จะถูกดึงเป็น "1" โดยโหลดของ FET วงจรภายนอกจะทำให้เป็นไฮท์อิมพีแดนซ์ และขับขาอินพุตตัวล่างเป็น "0" ตัวบนเป็น "1"

ถ้าเอาต์พุตแลทซ์ซึ่งประกอบด้วย 1 สามารถขับอินพุตของวงจรภายในเป็น 1 โดยการพูลอัพ ถ้า 0 ถูกเขียนยังแลทช์ FET ตัวล่างจะเปิด ตัวพูลอัพจะปิด และสามารถขับอินพุตของวงจรภายในเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยประสิทธิภาพของสวิตซ์ชิ่งที่สูงขึ้นเมื่อใช้ขาเป็นอินพุต ตัวพูลอัพ FET ภายในจะมี FET ตัวอื่นขนานกับมัน

FET ตัวที่ 2 จะเปิดในช่วง 2 คาบของออสซิลเลเตอร์ระหว่างการเปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1"

พอร์ต 3

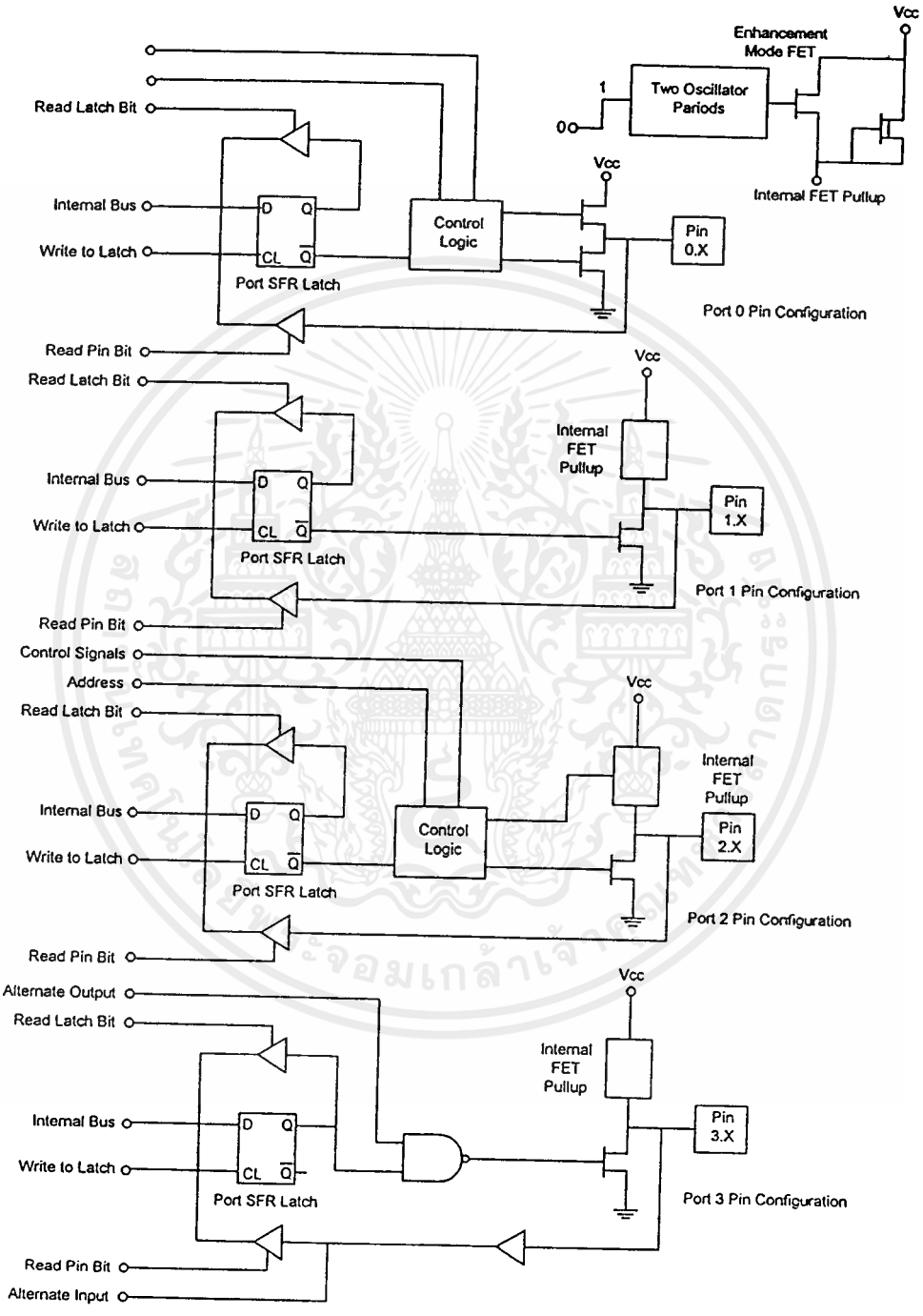
พอร์ต 3 เป็นอินพุต/เอาต์พุต คล้ายกับพอร์ต 1 ทำหน้าที่เป็นอินพุตและเอาต์พุต สามารถโปรแกรมภายใต้การควบคุมของพอร์ต 3 แลทช์ หรือโดย SFR ต่างๆพอร์ต 3 ใช้ตามตารางดังนี้

PIN	ALTERNATE USE	SFR
P3.0-RXD	Serial Data input	SBUF
P3.1-TXD	Serial Data output	SBUF
P3.2-INT0	External interrupe 0	TCON.1
P3.3-INT1	External interrupe 1	TMOD.3
P3.4-T0	External timer 0 input	TMOD
P3.5-T1	External timer 1 input	TMOD
P3.6-WR	External memory write pulse	-
P3.7-RD	External memory read pulse	-

ตารางที่ 2.2 แสดงหน้าที่ของพอร์ต 3

โดยที่พอร์ต 3 ไม่เหมือนกับพอร์ต 0 และพอร์ต 2 ที่มีหน้าที่การทำงานกับแอดเดรสภายนอก และเปลี่ยนบิตของพอร์ตทั้งหมด 8 บิต เมื่อเปลี่ยนการใช้ (แต่ละขาของพอร์ต 3 สามารถโปรแกรมได้โดยอิสระ ใช้เป็น I/O หรือทำหน้าที่อื่นๆได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรพอร์ตพิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล

การดำรงชีวิตของนั้น ต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกในรูปแบบของเครื่องใช้ไฟฟ้าอันทันสมัยมากมาย ซึ่งการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นนิยมใช้รีโมทคอนโทรล เนื่องจากใช้งานง่าย เครื่องส่งใช้กำลังไฟน้อยและราคาไม่แพงเกินไป

รีโมทคอนโทรล หมายถึงระบบควบคุมระยะไกล ที่ทำหน้าที่เสมือนแขนขาของมนุษย์ จึงทำให้เป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และเริ่มเป็นสิ่งจำเป็นควบคู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในปัจจุบัน จึงสมควรที่จะให้ความสนใจกันอย่างละเอียด

2.2.1 การทำงานของระบบดาต้าโค้ด

ตามที่ทราบมาแล้วว่า ระบบตัวเลขที่ใช้ในรีโมทคอนโทรลเป็นระบบตัวเลขฐาน 2 ซึ่งมีสภาพทางลอจิก "0" และ "1" หรือหากพูดถึงระดับแรงไฟสภาพลอจิก 1 ก็คือสภาพที่วงจรสามารถจ่ายแรงดันไฟออกไปยังอุปกรณ์ในวงจรได้ ส่วนสภาพลอจิก 0 ก็คือสภาพที่แรงดันไฟใกล้เคียง 0 โวลท์ นั่นคือระบบสัญญาณพัลซ์นั่นเอง

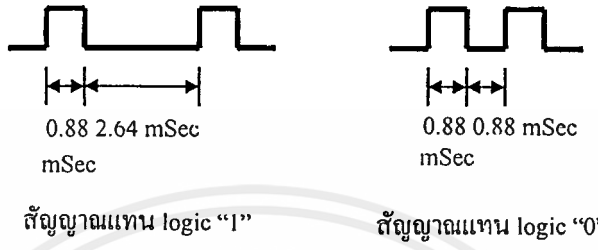
กล่าวเฉพาะในส่วนของข้อมูลหลายๆบิต การจะแยกออกมาอย่างชัดเจนว่าอันไหนเป็นลอจิก 0 อันไหนเป็นลอจิก 1 จำเป็นต้องใช้ฐานเวลาเข้ามาเป็นตัวแยก ในทางปฏิบัติเป็นเรื่องค่อนข้างยากอยู่พอประมาณ เนื่องจากบางครั้งผู้ใช้รีโมทอาจจะกดช้านานแต่ละครั้งอาจจะไม่เท่ากัน บางคนกดแช่ไว้ บางคนกดคีย์แล้วปล่อยเลย

ดังนั้นเราจึงเลือกเอาระบบสแกนพัลซ์ซึ่งเป็นรูปแบบของการกวาดข้อมูลมาทดแทน เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการที่จะต้องกำหนดฐานเวลา โดยหากเป็นลอจิก 0 เราจะให้พัลซ์ที่ออกมามีพัลซ์ชิดหรือแคบกว่าและหากเป็นลอจิก 1 เราจะให้ระยะของพัลซ์ทอดยาวออกไป การกำหนดฟังก์ชั่นทำได้โดยการใช้หลักการของคีย์แบบเมตริกซ์ (Matrix) เพื่อลดขาใช้งานของไอซีและสายเชื่อมโยงต่างๆให้น้อยลง

เมื่อเรากำหนดพัลซ์ในลักษณะที่กล่าวมา มีผลทำให้ฐานเวลาของข้อมูล (Data/Time)แต่ละตัวมีความแตกต่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่นในกรณีที่ข้อมูลนั้นๆ มีสภาพลอจิก 0 เป็นจำนวนมากบิตจะมีผลทำให้เวลาของข้อมูลสั้น หากมีสภาพทางลอจิก 1 มากกว่าจะมีผลทำให้เวลาของข้อมูลยาวนานขึ้น ดังนั้นในยุคปัจจุบันที่มีการใช้ข้อมูลหลายๆบิต จะเกิดปัญหาในเรื่องความเหลื่อมของเวลาขึ้นปัญหานี้มีผลต่อการรับข้อมูลในเครื่องรับเป็นอันมาก รวมไปถึงหากเราจะใส่ข้อมูลอย่างอื่นฝากไปด้วยจะทำได้ลำบาก เราจะพบว่ารีโมทคอนโทรลในปัจจุบันนี้สามารถผ่านข้อมูลพิเศษเข้าไปได้มากทีเดียว เครื่องรับจะแยกได้อย่างไรหากเวลาไม่แน่นอน จึงต้องมีการอินเวิร์ต

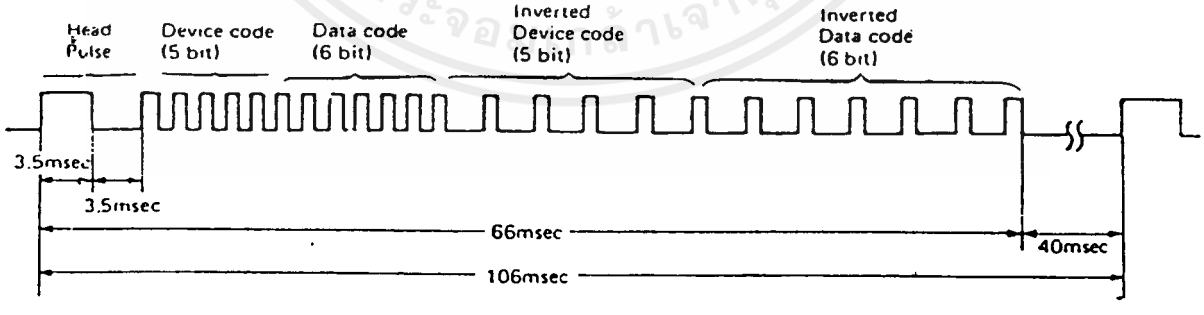
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Invert) ข้อมูลทั้งหมดให้กลายเป็นตรงกันข้ามเพื่อรักษาเวลาให้คงที่ และเพื่อไม่ต้องส่งสัญญาณซิงโครไนซ์ไปควบคุมเครื่องรับซึ่งนับเป็นความซับซ้อนยุ่งยาก



รูปที่ 2.11 ลักษณะทางลอจิกในระบบสแกนพัลซ์

ยกตัวอย่างเช่นเราส่งข้อมูลหรือดาต้าโค้ดเป็นข้อมูลขนาด 6 บิท เป็นดังนี้ 000001 เราจะพบว่าเมื่อถูกแปรสภาพเป็นพัลซ์แล้ว ลอจิก 0 มีจำนวน 5 บิต ลอจิก 1 มีจำนวน 1 บิต จะพบว่าเวลารวมของพัลซ์สั้นมาก และหากเราส่งข้อมูลเป็น 111111 จะพบว่าเวลารวมของพัลซ์จะยาวมากทีเดียว แต่ถ้าหากเรานำมาอินเวิร์ตจะพบว่าเวลารวมทั้งหมดเท่ากัน นั่นคือข้อมูล 000001 เมื่ออินเวิร์ตแล้วจะเป็น 111110 ข้อมูลรวมคือ 000001111110 (แยกเป็นลอจิก 0 รวม 6 บิต ลอจิก 1 รวม 6 บิต)พบว่าระยะเวลาของข้อมูลจะเท่ากันโดยอัตโนมัติ ดังนั้นวิธีการอินเวิร์ตข้อมูล คือวิธีการแก้ปัญหาฐานเวลาที่เกิดขึ้นกับเครื่องรับหรือตัวรับนั่นเอง



รูปที่ 2.12 แสดงดาต้าสตรีม

2.2.2 สัญญาณมาตราฐานรีโมทคอนโทรล

การที่เราจะให้วงจรภาครับของรีโมทคอนโทรลรับรู้และทำการแยกสัญญาณหรือข้อมูลต่างๆ ได้อย่างถูกต้องจะต้องมีข้อมูลตัวอื่นเข้ามาเพื่อแก้ไขสิ่งซึ่งอาจผิดพลาด ดังนั้นนอกจากข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

(Data) ซึ่งเป็นข้อมูลหลักที่เราส่งไปเป็นรหัสตัวเลขฐาน 2 ซึ่งตอนนี้อยู่ในรูปของสแกนพัลซ์ พร้อมด้วยการอินเวิร์ตข้อมูลเพื่อรักษาค่าเวลาแล้วยังต้องมีข้อมูลอื่นเป็นส่วนประกอบ ซึ่งในกรณีนี้เราขอใช้ตัวอย่างของเครื่องเนชั่นแนล เป็นตัวเดินเรื่อง (ซึ่งโดยหลักการจะเหมือนกันทุกยี่ห้อ เพียงแต่ว่าใครจะใช้ข้อมูลกี่บิตและใช้ฐานเวลาเท่าไรนั่นเอง) นี่คือการยกตัวอย่างเพื่อนำไปสู่การทำความเข้าใจ และทำการเปรียบเทียบกับยี่ห้ออื่นๆในเวลาต่อไป

1. คาต้าโค้ต (Data Code) ในกรณีของรีโมทคอนโทรลซึ่งเป็นตัวส่งของเนชั่นแนลใช้ข้อมูลขนาด 6 บิต เป็นข้อมูลหลักที่จะส่งออกไปควบคุมวงจรในส่วนภาครับ โดยคีย์แมทตริกซ์จะเป็นตัวสั่งงานเข้าสู่ระบบการเข้ารหัสข้อมูล กำหนดความเป็นไปของแต่ละฟังก์ชั่น

2. อินเวิร์ตดาต้าโค้ต (Inverse Data Code) เป็นการกลับลอจิกของข้อมูลหลักเพื่อรักษาฐานเวลา ให้คงที่ทุกข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลขนาด 6 บิตเหมือนกัน

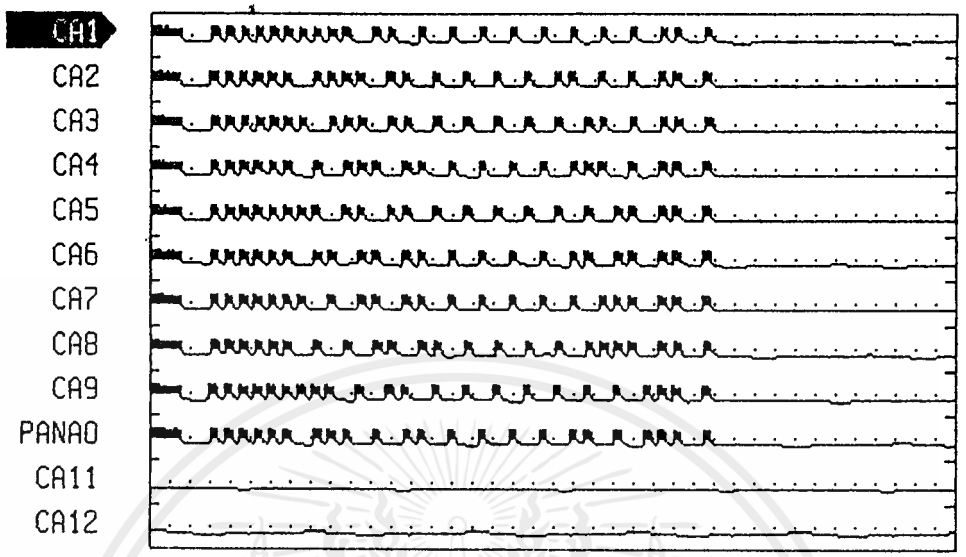
3. ดีไวส์โค้ด (Device Code) หรือบางครั้งใช้ศัพท์ "คัสตอมโค้ด" (Custom Code) เนื่องจากในปัจจุบันเครื่องใช้ต่างๆล้วนเป็นระบบรีโมทคอนโทรลแบบอินฟราเรดกันทั้งนั้น การสั่งงานจากรีโมทคอนโทรลอาจจะมีการกวนอุปกรณ์อื่นได้ อย่างเช่นเครื่องรับโทรทัศน์ อาจจะพ่วงอยู่กับเครื่องเล่นวีดีโอเทป จูนเนอร์พ่วงอยู่กับเครื่องขยายเสียงและคอมแพคดิสก์ เลเซอร์ดิสพ่วงอยู่กับเครื่องรับโทรทัศน์ หรืออื่นๆ กรณีเช่นนี้หากเราสั่งเครื่องหนึ่งเครื่องใด เครื่องที่ต่อร่วมอยู่ด้วยก็สามารถรับเอาข้อมูลฟังก์ชั่นการทำงานเข้าไปด้วย จึงมีการสร้างข้อมูลของเครื่องเล่นแต่ละอย่างให้แตกต่างกันออกไป ตัวอย่างเช่นเครื่องรับโทรทัศน์เราใช้ดีไวส์โค้ด (Deviec Code) ซึ่งเป็นโค้ดที่ใช้แยกประเภทของเครื่องใช้ด้วยระบบข้อมูล 00000 (5 บิต) ในขณะที่เครื่องเล่นวีดีโอเทป เราใช้ดีไวส์โค้ด 11111

4. อินเวิร์ตดีไวส์โค้ด (Inverse Device Code) เป็นการกลับข้อมูลดีไวส์โค้ดเพื่อรักษาเวลาเช่นเดียวกับระบบข้อมูลหลัก (Data Code) แน่นอนข้อมูลดังกล่าวต้องมี 5 บิต เหมือนดีไวส์โค้ด

5. เฮดพัลซ์ (Head Pulse) การกลับข้อมูลหรือการอินเวิร์ตเป็นเพียงการรักษาเวลาของข้อมูล, แต่การใส่เฮดพัลซ์เป็นกรรมวิธีที่สามารถตรวจเช็คข้อมูลเพิ่มความแน่นอนของข้อมูลขึ้นอีก เพราะในบางครั้งเราอาจจะกดคีย์แช่ไว้นานๆความต่อเนื่องของข้อมูลจะมีตลอด นั่นหมายความว่าเราจะแยกแยะอย่างไรว่าอะไรคือข้อมูลหลักอะไรคือข้อมูลรอง จึงมีเฮดพัลซ์ขึ้นมา โดยเฮดพัลซ์จะเป็นสัญญาณนำร่องก่อนจะมีข้อมูลต่างๆส่งออกมา และในขณะที่เราส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องจะมีเฮดพัลซ์ส่งออกมาคั่นเป็นช่วงๆ ให้เครื่องรับสามารถแยกกลุ่มข้อมูลออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36753



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างสัญญาณรีโมทคอนโทรล

สังเกตุว่ารีโมทคอนโทรลจะส่งสัญญาณออกมาแต่ละคีย์ที่กดจะใช้เวลาที่เท่ากัน เนื่องจากมีการอินเวอร์ตดีไวส์โค้ด และ อินเวิร์ตดาต้าโค้ด ลำดับดาต้าสตรีม (Data Stream) หรือระบบในการเรียงข้อมูลจะเป็นไปตามรูปที่ 2.13 โดยเฮดพัลซ์จะเข้ามาเป็นอันดับแรก เป็นการบอกว่าตอนนี้ออปชั่นภายในของตัวส่งรีโมทคอนโทรลแบบอินฟราเรดพร้อมที่จะทำงานแล้ว เป็นตัวตรวจสอบหรือตัวกระตุ้นความพร้อมของตัวรับว่าต่อไปนี้จะมีการส่งข้อมูล

เมื่อเครื่องรับรู้การทำงาน (ซึ่งเมื่อเรากดคีย์ออกไป สัญญาณเฮดพัลซ์บางทีเราเรียกว่าตัว "คอลล์") เครื่องรับจะแสดงการรับรู้การเรียกข้อมูล (Call) ด้วยการกระพริบของแอลอีดี และข้อมูลลำดับต่อมาก็คือดีไวส์โค้ด 5 บิต ตามด้วยดาต้าโค้ด 6 บิต อินเวอร์ตดีไวส์โค้ด 5 บิต และปิดท้ายด้วยอินเวอร์ตดาต้าโค้ด 6 บิต ก่อนทิ้งช่วงให้เกิดเฮดพัลซ์ครั้งต่อไป ให้ตัวรับสามารถรับรู้ความต่อเนื่องของข้อมูลอีกครั้งหรือหลายๆครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การใช้งาน DOT MATRIX LCD MODULE

ในปัจจุบันเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิด นิยมใช้จอแอลซีดี (LCD) ในการแสดงผลเป็นส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเล่นวีดีโอ, เครื่องถ่ายเอกสาร, เครื่องควบคุมต่างๆ เพราะการใช้งานนั้นไม่ใช่เรื่องยาก หากทำความเข้าใจในส่วนของ คอนโทรลเลอร์ (CONTROLLER) ได้ก็เพียงพอแล้ว และโดยมาก LCD MODULE ของแต่ละบริษัทจะใช้ คอนโทรลเลอร์ ที่มีหลักแหมือนกันเป็นส่วนใหญ่ IC ที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่งที่นำมาใช้เป็นคอนโทรลเลอร์ของจอแอลซีดี คือ HD44780 และการทำงานของมัน ยังเป็นรูปแบบมาตราฐานให้กับคอนโทรลเลอร์แอลซีดีตัวอื่นๆด้วย

3.1 ขาต่างๆในการต่อใช้งาน HD44780

1. RS (REGISTOR SELECTION) ขานี้จะเป็นขาเลือก REGISTOR ภายในซึ่งมีอยู่ 2 ตัวคือ INSTRUCTION REGISTER (IR) และ DATA REGISTER (DR)

   ถ้าเป็น 0 จะเป็นการเลือก INSTRUCTION REGISTER

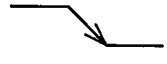
   ถ้าเป็น 1 จะเป็นการเลือก DATA REGISTER

2. R/W (READ/WRITE) ขานี้จะเป็นตัวเลือกว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูลจากตัว IC

   ถ้าเป็น 0 จะเป็นการเขียนข้อมูล

   ถ้าเป็น 1 จะเป็นการอ่านข้อมูล

3. E (ENABLE SIGNAL) เป็นขากำหนดสภาพการรับเขียนอ่านข้อมูล

RS	R/W	E	OPERATION
0	0		IR write as internal operation (Display clear,etc.)
0	1		Read busy flag (DB7) and address counter (DB0 - DB7)
1	0		DR write as internal operation (DR to DD RAM or CG RAM)
1	1		DR read as internal operation (DD RAM or CG RAM to DR)

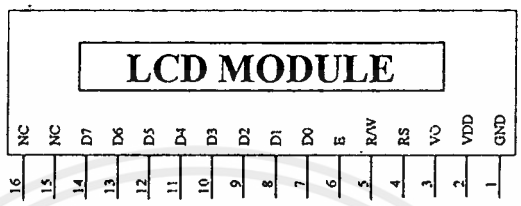
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. DB0 - DB7 เป็นขารับส่งข้อมูลจากตัว IC

5. VDD ไฟเลี้ยงตัววงจร +5V

6. VSS เป็นขา GND

7. VO เป็นขารับ VOLTAGE ในการขับ LCD ให้สว่างมืด



รูปที่ 3.1 ขาต่างๆของ DOT MATRIX LCD MODULE

3.2 รายละเอียดคำสั่ง HD44780

1. CLEAR DISPLAY

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

รูปที่ 3.2 แสดงคำสั่ง CLEAR DISPLAY

คำสั่งนี้เป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE (ASCII 20H) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมดและทำการ SET DD RAM ADDRESS เป็นศูนย์ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอ

2. RETURN HOME

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

* No effect

รูปที่ 3.3 แสดงคำสั่ง RETURN HOME

คำสั่งนี้เป็นการเซ็ต DD RAM ADDRESS เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพข้อมูลในจอภาพไม่เปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ENTRY MODE SET

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

รูปที่ 3.4 แสดงคำสั่ง ENTRY MODE SET

BIT I/D : โดยเป็นตัวกำหนดว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่งโดย

1 : เพิ่มขึ้นหนึ่ง

0 : ลดลงหนึ่ง

BIT S : เป็นการกำหนดการแสดงผลโดย

S=1 เป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัว CURSOR อยู่กับที่ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย

S=0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัว CURSOR จะถูกดันไปทางขวามือ

4.DISPLAY ON/OFF CONTROL

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

รูปที่ 3.5 แสดงคำสั่ง DISPLAY ON/OFF CONTROL

BIT D : เป็นบิตที่เปิดปิดหน้าจอภาพโดยถ้า

D=1 จะ ON

D=0 จะ OFF

BIT C : เป็นบิตควบคุมการแสดง CURSOR โดยตัว CURSOR จะอยู่ที่ LINE ที่ 8 ในแบบ 5×7 DOT และจะอยู่ที่ LINEที่ 11 ใน แบบ 5×10 DOT

C = 1 ถ้าต้องการให้แสดง CURSOR

C = 0 ถ้าไม่ต้องการแสดง CURSOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIT B : เป็น BIT SET การกระพริบของ CURSOR โดย B =1 กระพริบ B=0 ไม่มีการกระพริบ โดยมี ระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 mSec

5. CURSOR OR DISPLAY SHIFT

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

* No effect

รูปที่ 3.6 แสดงคำสั่ง CURSOR OR DISPLAY SHIFT

คำสั่งนี้เป็นคำสั่งที่กำหนดให้ตำแหน่ง CURSOR หรือข้อมูลไปเกิดทางซ้ายหรือขวาโดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่าน

S/C	R/L	
0	0	ทำการย้าย CURSOR จากตำแหน่งเดิมไปทางซ้าย 1 ตำแหน่ง
0	1	ทำการย้าย CURSOR จากตำแหน่งเดิมไปทางขวา 1 ตำแหน่ง
1	0	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางซ้ายมือ
1	1	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางขวามือ

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดย่อยของคำสั่ง CURSOR OR DISPLAY SHIFT

6. FUNCTION SET

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

* No effect

รูปที่ 3.7 แสดงคำสั่ง FUNCTION SET

BIT DL : เป็นการ SET การติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 BIT หรือ 4 BIT

DL = 0 ถ้าต้องการติดต่อแบบ 4 BIT

DL = 1 ถ้าต้องการติดต่อแบบ 8 BIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N : เป็นการเซ็ตบรรทัดการแสดงผล

N = 0 แสดง 1 บรรทัด

N = 1 แสดง 2 บรรทัด

F : เป็นการเซ็ตขนาด DOT การแสดงผล 5×7 หรือ 5×10

F = 0 เป็นแบบ 5×7

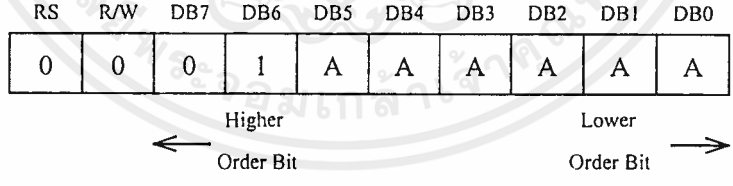
F = 1 เป็นแบบ 5×10

N F	No. of display line	Character font	Duty Factor	Remarks
0 0	1	5×7	1/8	
0 1	1	5×10	1/11	
1 *	2	5×7	1/16	Cannot Display 2 line with 5×10 dot character font

* no effect

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดย่อยของคำสั่ง FUNCTION SET

7. SET CG RAM ADDRESS

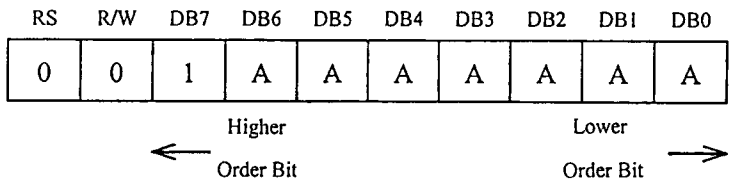


รูปที่ 3.8 แสดงคำสั่ง SET CG RAM ADDRESS

ใน HD44780 นั้นมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุด คือ DISPLAY DATA RAM (DD RAM) จำนวน 80×8 BIT และ CHARACTER GENERATOR RAM (CG RAM) จำนวน 512 BIT และ 7200 BIT คำสั่งนี้เป็นการ SET ADDRESS ใน CG RAM โดยต้องทำการ SET ADDRESS ก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. SET DD RAM ADDRESS



รูปที่ 3.9 แสดงคำสั่ง SET DD RAM ADDRESS

คำสั่งนี้เป็นการเซ็ตค่า ADDRESS ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD RAM เป็นส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวน ADDRESS ที่เกิดขึ้นที่จอ LCD จะอยู่กับการเซ็ตค่า N ด้วย

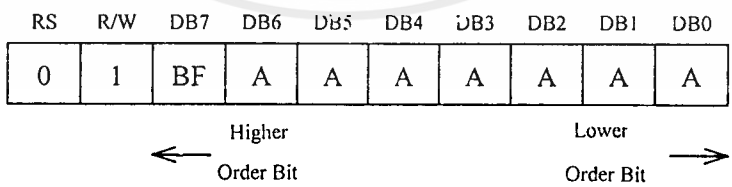
N =0 (1 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-4FH

N =1 (2 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H-67H สำหรับบรรทัดที่ 2 ซึ่งในโครงงานนี้ใช้แบบ 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 3.10 แสดงแอดเดรสของ DD RAM แบบ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด

9. READ BUSY AND ADDRESS



รูปที่ 3.11 แสดงคำสั่ง READ BUSY AND ADDRESS

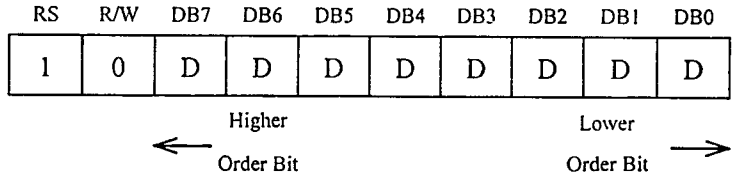
เป็นคำสั่งอ่านค่า BUSY FLAG ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD44780 นี้อยู่ในขบวนการทำงานภายในอยู่หรืออยู่ในสภาพพร้อมจะรับข้อมูล โดย

BF = 0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้

BF = 1 อยู่ในขบวนการภายในไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

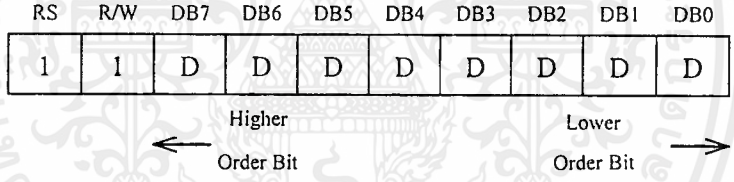
10. WRITE DATA TO CG RAM OR DD RAM



รูปที่ 3.12 แสดงคำสั่ง WRITE DATA TO CG RAM OR DD RAM

เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG RAM หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลหรือ ADDRESS จะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติ ตามคำสั่งที่เซ็ตใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

11. READ DATA FROM CG RAM OR DD RAM



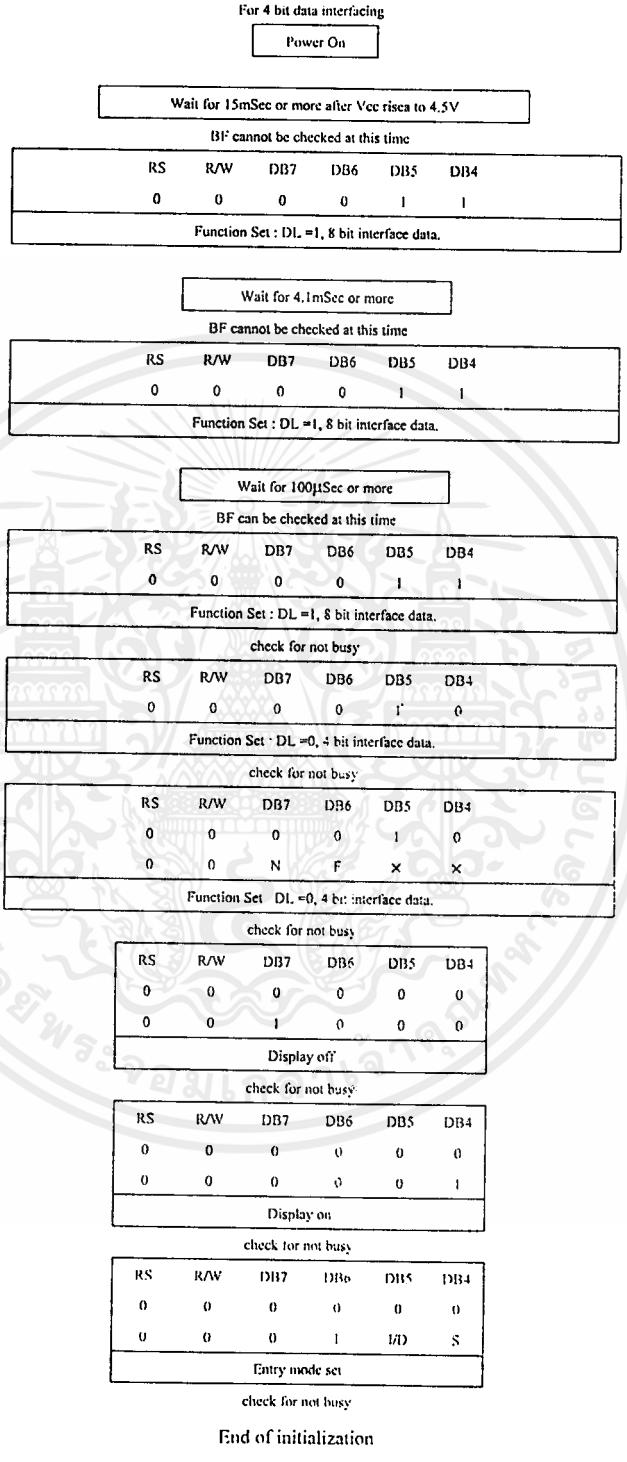
รูปที่ 3.13 แสดงคำสั่ง READ DATA FROM CG RAM OR DD RAM

เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าจาก CG RAM หรือDD RAM นี้ควรใช้คำสั่ง SET ADDRESS ก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น CG RAM หรือDD RAM จากตารางการทำงานจะเห็นว่าการใช้งาน LCD MODULE นั้นง่ายเพียงแต่เราส่งคำสั่งเริ่มแรกและเซ็ตความต้องการขนาดตัวอักษร, CURSOR หลังจากนั้นเราก็สามารถเขียนตัวอักษรเข้าไปในDD RAM ตามตารางตัวอักษรที่ให้มานั้น ก็จะเกิดอักษรที่จอภาพ LCD เรายังสามารถกำหนดตำแหน่งตัวอักษรที่จะให้เกิดบนจอได้โดยการ SET DD RAM ADDRESS

เมื่อเริ่มใช้งานแอลซีดีโมดูลแต่ละครั้ง ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องส่งคำสั่งควบคุมเพื่อให้ แอลซีดีโมดูลพร้อมทำงาน โดยในโครงงานนี้ใช้การควบคุมการแสดงผลแบบ 4 บิต เพื่อประหยัดพอร์ตในการใช้งาน โปรแกรมการควบคุมแบบ 4 บิตเพื่อให้แอลซีดีโมดูลเริ่มทำงาน สามารถดูได้ที่ภาคผนวกในส่วนของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งควบคุมแบบ 4 บิตเพื่อให้แอลซีดีโมดูลเริ่มทำงาน



รูปที่ 3.14 ลำดับของคำสั่งควบคุมแบบ 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when fcp or fosc is 250 kHz)
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DD RAM address 0 in address counter.	1.64 ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Sets DD RAM address 0 in address counter. Also returns display being shifted to original position. DD RAM contents remain unchanged.	1.64 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies shift of display. These operations are performed during data write and read.	40μs
Display On/Off Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of entire display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40μs
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves cursor and shifts display without changing DD RAM contents.	40μs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL), number of display lines (L) and character font (F).	40μs
Set CG RAM Address	0	0	0	1	ACG						Sets CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40μs
Set DD RAM Address	0	0	1	ADD							Sets DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40μs
Read Busy Flag & Address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	0μs
Write Data to CG or DD RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40μs
Read Data from CG or DD RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40μs
	I/D = 1: Increment I/D = 0: Decrement S = 1: Accompanies display shift S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move R/L = 1: Shift to the right R/L = 0: Shift to the left DL = 1: 8 bits, DL = 0: 4 bits N = 1: 2 lines, N = 0: 1 line F = 1: 5×10 dots, F = 0: 5×7 dots BF = 1: Internally operating BF = 0: Can accept instruction										DD RAM: Display data RAM CG RAM: Character generator RAM ACG: CG RAM address ADD: DD RAM Address: Corresponds to cursor address AC: Address counter used for both DD and CG RAM address.	Execution time changes when frequency changes Example: When fcp or fosc is 270 kHz: $40\mu s \times \frac{250}{270} = 37\mu s$

* No effect

ตารางที่ 3.3 ตารางสรุปคำสั่งของ HD44780

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบวงจร

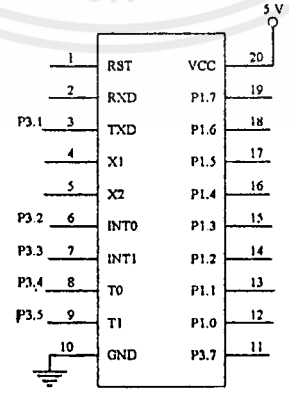
การออกแบบวงจรเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรลในโครงงานนี้ แบ่งการออกแบบออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ ฮาร์ดแวร์วงจรและซอฟแวร์ควบคุมวงจร โดยฮาร์ดแวร์วงจรใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นหัวใจหลักในการประมวลผลสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล และควบคุมส่วนของการแสดงผล ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 นับว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมเนื่องจากมีอุปกรณ์ต่อร่วมน้อย มีพอร์ตในตัว ใช้งานง่ายและราคาถูก ในโครงงานนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 เนื่องจากมีขนาดเล็ก และมีหน่วยความจำโปรแกรม 2 Kbyte ซึ่งเพียงพอกับโครงงานนี้ ทางด้านซอฟแวร์ควบคุมวงจรใช้ภาษาแอสเซมบลีของ MCS-51 ในการเขียนโปรแกรมเพื่อ กำหนดการรับสัญญาณอินฟราเรด อ่านสัญญาณอินฟราเรดที่รับเข้ามาแสดงผลที่จอแอลซีดี ทดสอบค่าที่รับเข้ามาเพื่อความถูกต้องของสัญญาณอินฟราเรด

4.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์วงจร

วงจรเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรลประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1.1 ส่วนประมวลผล

การออกแบบส่วนประมวลผลในโครงงานนี้ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C2051 ของบริษัท ATMEL ซึ่งมีขนาดเล็ก ราคาถูก และอุปกรณ์ต่อร่วมน้อยขาต่างๆในการใช้งานมีดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 แสดงขาการต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 1 เป็นขารีเซ็ต (Reset) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เริ่มต้นทำงานของโปรแกรมใหม่ทั้งหมด

ขา 3 คือพอร์ต 3.1 ในโครงงานนี้ใช้พอร์ต 3.1 ในการควบคุมการส่งสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรลที่อ่านได้นั้น ออกมาใหม่เพื่อทดสอบว่าค่าที่อ่านได้นั้นถูกต้องหรือไม่

ขา 4, ขา 5 ต่อคริสตอลเพื่อเป็นฐานเวลาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยอาศัยความถี่ของคริสตอลเป็นตัวกำหนดฐานเวลา และฐานเวลานี้เองที่เป็นตัวบอกให้ทราบว่า ในคำสั่งหนึ่งคำสั่งใช้เวลาประมวลผลเท่าไร

ขา 6 คือพอร์ต 3.2 ทำหน้าที่รับสัญญาณอินฟราเรด ที่ส่งมาจากตัวรับสัญญาณอินฟราเรด เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล

ขา 7 คือพอร์ต 3.3 ต่อ LED เพื่อแสดงผลการรับและทดสอบสัญญาณรีโมทคอนโทรล

ขา 8 คือพอร์ต 3.4 ต่อกับขาอีนาเบิ้ล (ENABLE) ของ LCD MODULE เพื่อใช้ในการกำหนดสภาพการรับเขียนอ่านข้อมูล

ขา 9 คือพอร์ต 3.5 ต่อกับขา RS (REGISTER SELECTION) ของ LCD MODULE เพื่อใช้ในการเซ็ตการทำงานภายในของ LCD MODULE

ขา 10 เป็นขากราวด์ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ขา 12 ถึง ขา 14 คือ พอร์ต 1.0 ถึง พอร์ต 1.2 ต่อสวิตซ์เพื่อเลือกหน้าที่การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

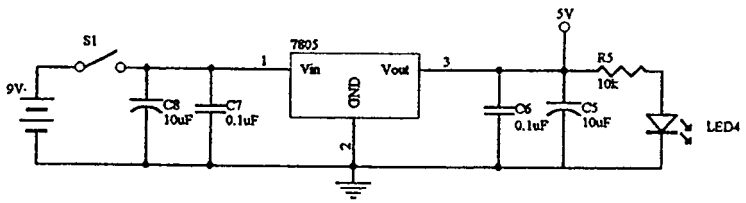
ขา 16 ถึง ขา 19 คือ พอร์ต 1.4 ถึง พอร์ต 1.7 ต่อกับขา D4 ถึง D7 เพื่อส่งข้อมูลให้กับ DD RAM ของ LCD MODULE เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณควบคุมการแสดงผล

ขา 20 ต่อกับแรงดันไฟ 5 โวลท์

4.1.2 ภาคจ่ายไฟ

ในโครงงานนี้ใช้ IC เร็กกูเลต (REGURATE) เบอร์ 7805 เพื่อแปลงแรงดันจาก 9 โวลท์ให้เหลือแรงดัน 5 โวลท์และป้อนให้กับวงจรในส่วนต่างๆ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จอแอลซีดี และตัวรับสัญญาณรีโมทคอนโทรล

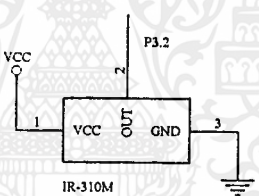
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงวงจรภาคจ่ายไฟ

4.1.3 ส่วนวงจรรับสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล

ตัวรับสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล ทำหน้าที่รับสัญญาณรีโมทคอนโทรลและส่งไปยังพอร์ต 3.2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการประมวลผล

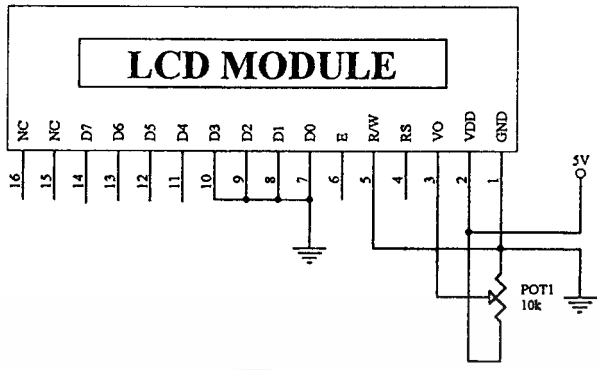


รูปที่ 4.3 แสดงส่วนรับสัญญาณอินฟราเรด

4.1.4 ส่วนแสดงผล

ส่วนแสดงผลใช้ DOT MATRIX LCD MODULE ขนาด 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด เพื่อแสดงผลซึ่งภายในตัว LCD MODULE ประกอบด้วย HD44780 ซึ่งเป็นคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ควบคุมการแสดงผล รูปแบบตัวอักษร หรือ สัญญลักษณ์ต่างๆ โดยที่การต่อ LCD MODULE เราสามารถติดต่อกับ LCD MODULE แบบ 4 บิต หรือ แบบ 8 บิต ก็ได้ ซึ่งในโครงงานนี้ใช้การติดต่อแบบ 4 บิต คือ D4-D7 เพื่อประหยัดพอร์ตในการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนบิตที่เหลือคือ D0-D3 ต่อลงกราวด์ การต่อวงจรแสดงดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

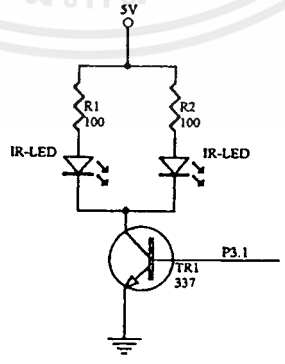


รูปที่ 4.4 แสดงการต่อวงจรเพื่อควบคุมจอแอลซีดี

4.1.5 ส่วนวงจรส่งสัญญาณอินฟาเรดรีโมทคอนโทรล

วงจรส่งสัญญาณรีโมทคอนโทรลใช้ตัวทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่เหมือนสวิตซ์เพื่อ เปิด-ปิด วงจรทำให้ LED อินฟราเรดส่งสัญญาณอินฟราเรดออกมาตามค่าที่อ่านได้

เนื่องจากโครงงานนี้ตอบสนองการอ่านค่าในย่านกว้าง ค่าสัญญาณที่อ่านได้และเก็บไว้ใน RAM(สัญญาณถูกถอดคลื่นพาหะแล้ว) เมื่อนำมาสร้างใหม่ที่ส่วนวงจรส่งสัญญาณอินฟาเรดรีโมทคอนโทรล ความละเอียดของสัญญาณใหม่นี้อาจจะไม่เท่ากับสัญญาณต้นแบบ



รูปที่ 4.5 แสดงวงจรควบคุมการส่งสัญญาณรีโมทคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การออกแบบซอฟแวร์ควบคุมวงจร

การออกแบบซอฟแวร์ในโครงงานเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรลนั้น เมื่อกำหนดขอบเขตหน้าที่การทำงานของเครื่องแล้วสามารถแบ่งการออกแบบเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ที่สำคัญคือ

4.2.1 การออกแบบซอฟแวร์ควบคุมการแสดงผลที่หน้าจอแอลซีดี

4.2.2 การออกแบบซอฟแวร์ส่วนรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรล

4.2.3 การออกแบบซอฟแวร์ส่วนทดสอบค่าสัญญาณอินฟราเรดที่รับเข้ามา

การออกแบบซอฟแวร์แต่ละส่วนนั้น สามารถเขียนเป็นโฟวชาร์ทการทำงานได้ดังนี้

4.2.1 การออกแบบซอฟแวร์ควบคุมการแสดงผลที่หน้าจอแอลซีดี

การออกแบบซอฟแวร์ส่วนนี้เป็นส่วนเกี่ยวกับ การแสดงผลอักษรวิ่งชื่อโปรแกรม การแสดงผลฐานเวลา การแสดงผลเลือกการทำงานหน้าที่ต่างๆ ซึ่งกำหนดให้อยู่ในส่วนของโปรแกรมหลัก ในโปรแกรมที่ภาคผนวก

การแสดงผลที่หน้าจอ แอลซีดีนั้นมีอยู่ 2 แบบ คือ การแสดงผลโดยแสดงอักษรข้อความธรรมดา และการแสดงผลรหัสสัญญาณ ซึ่งการแสดงผลรหัสสัญญาณต้องนำค่าที่เก็บไว้ในแรม มาแสดงผล การออกแบบซอฟแวร์สามารถดูได้จากโฟลว์ชาร์ตการทำงานในบทนี้

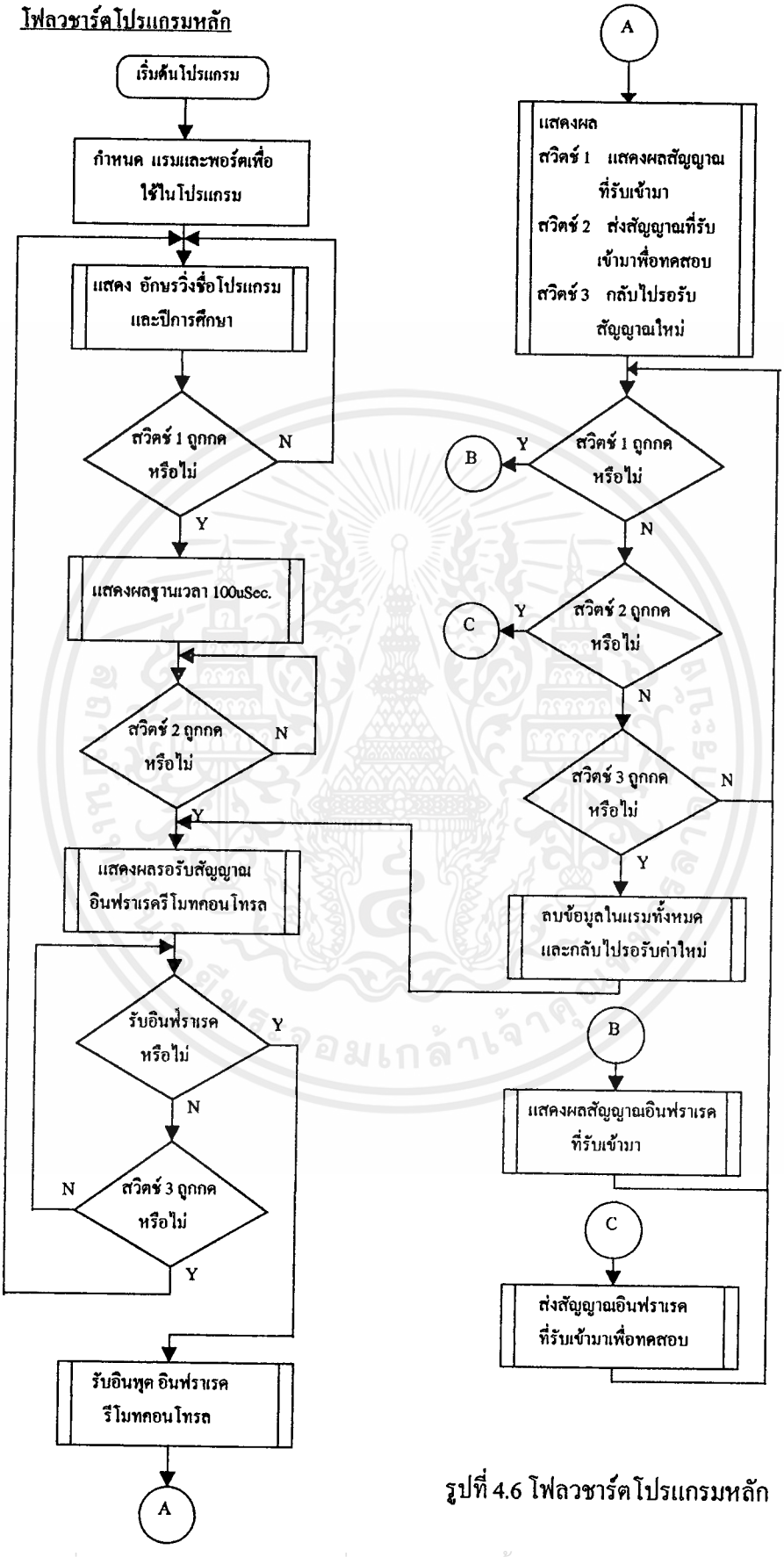
4.2.2 การออกแบบซอฟแวร์ส่วนรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรล

การออกแบบซอฟแวร์ส่วนรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลนั้น เมื่อเริ่มมีข้อมูลเข้ามาจะทำการเซ็ตไทเมอร์ แล้วถ้าสถานะของอินพุตเปลี่ยนไปให้นำค่าไทเมอร์นั้นไปเก็บไว้ในแรม และเริ่มเซ็ตไทเมอร์ใหม่ การออกแบบซอฟแวร์ส่วนรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลสามารถดูได้จาก โปรแกรมย่อยส่วนรับสัญญาณอินฟราเรดในบทนี้

4.2.3 การออกแบบซอฟแวร์ส่วนทดสอบค่าสัญญาณอินฟราเรดที่รับเข้ามา

การออกแบบซอฟแวร์ส่วนทดสอบค่าสัญญาณอินฟราเรดต้องนำค่าสัญญาณที่เก็บไว้ในแรมส่งออกมา ซึ่งใช้ความถี่ 38 KHz เป็นความถี่พาหะ เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ใช้อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลในการควบคุมนิยมใช้ความถี่นี้ในการส่งสัญญาณควบคุม การส่งสัญญาณที่มีลอจิก “1” โปรแกรมจะทำการสร้างความถี่ 38 KHz ส่งออกทางพอร์ต 3.1 แล้วหน่วงเวลาที่ส่งนานตามค่าเวลาที่เก็บไว้ในแรม ส่วนสัญญาณที่เป็นลอจิก “0” โปรแกรมจะทำการเคลียพอร์ตนานตามค่าเวลาที่เก็บไว้ในแรม การออกแบบซอฟแวร์ส่วนทดสอบค่าสัญญาณอินฟราเรดที่รับเข้ามาสามารถดูได้จาก โฟวชาร์ทโปรแกรมย่อยการส่งสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อทดสอบ

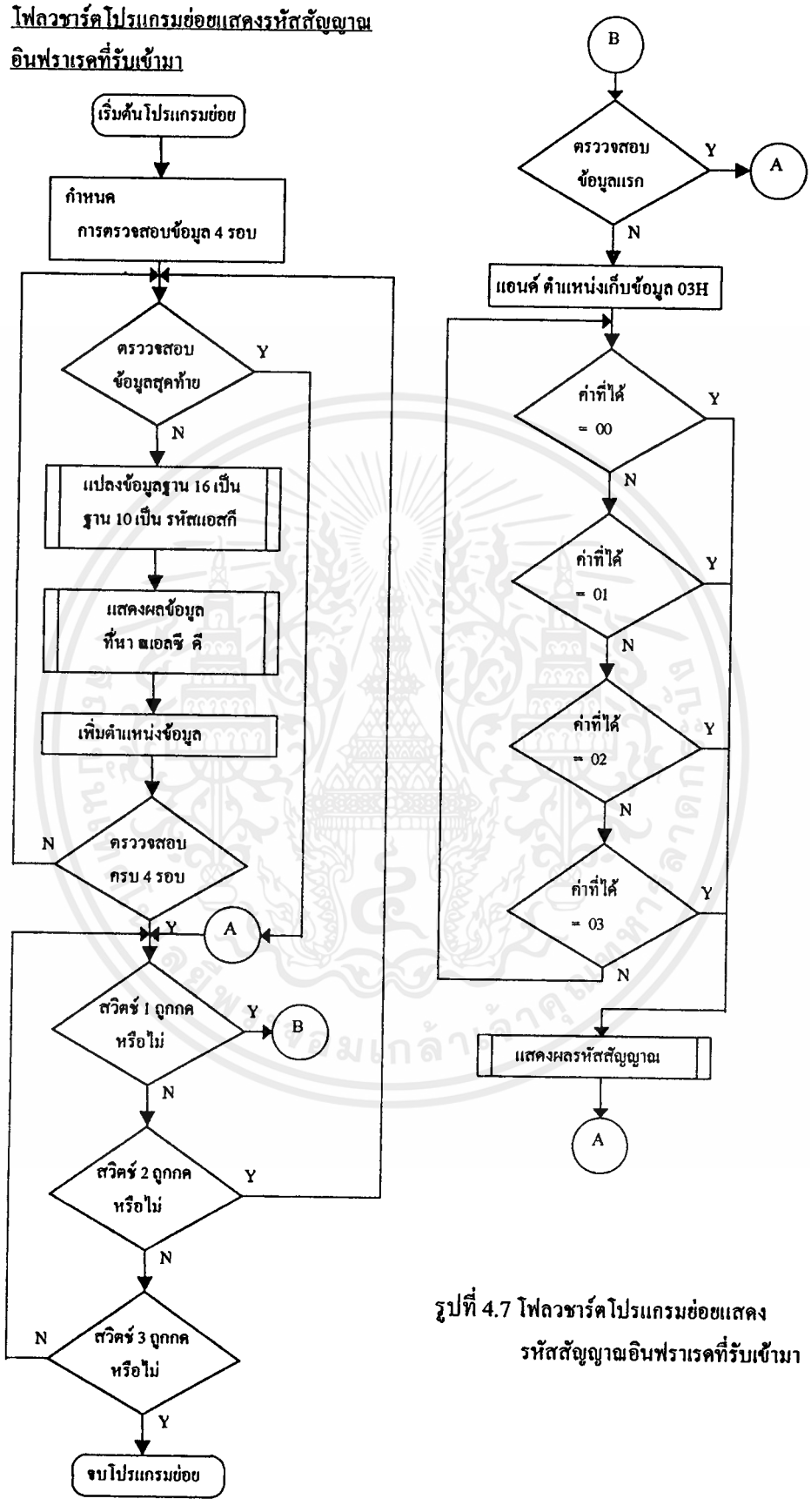
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 โฟลวชาร์ตโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยแสดงรหัสสัญญาณอินฟราเรดที่รับเข้ามา</u>

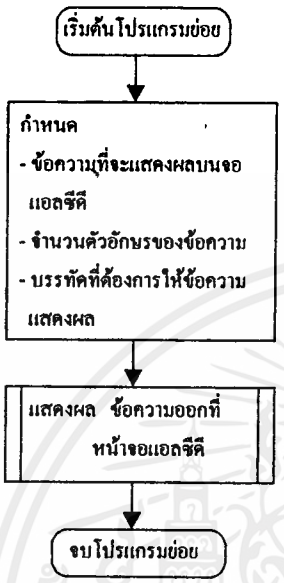


รูปที่ 4.7 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยแสดงรหัสสัญญาณอินฟราเรดที่รับเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยการแสดงผลข้อความ</u>

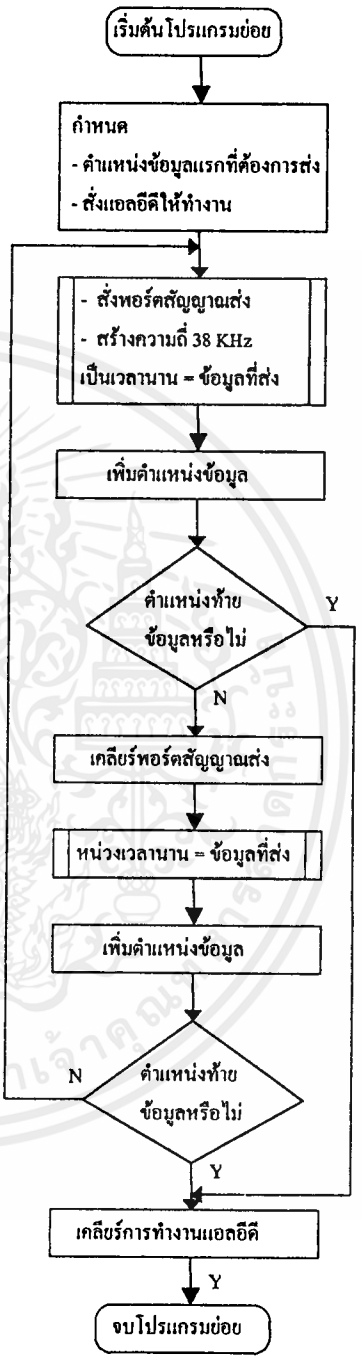
โฟลวชาร์ตแสดงผลข้อความ เช่น ฐานเวลา 100 uSec. รอรับสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล รับอินพุตอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล เป็นต้น



รูปที่ 4.8 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยการแสดงผลข้อความ

***โปรแกรมย่อยแสดงผลข้อความออกที่หน้าจอแอลซีดี ศึกษาได้จากวิธีการใช้งานแอลซีดีโมดูล ในบทที่ 3

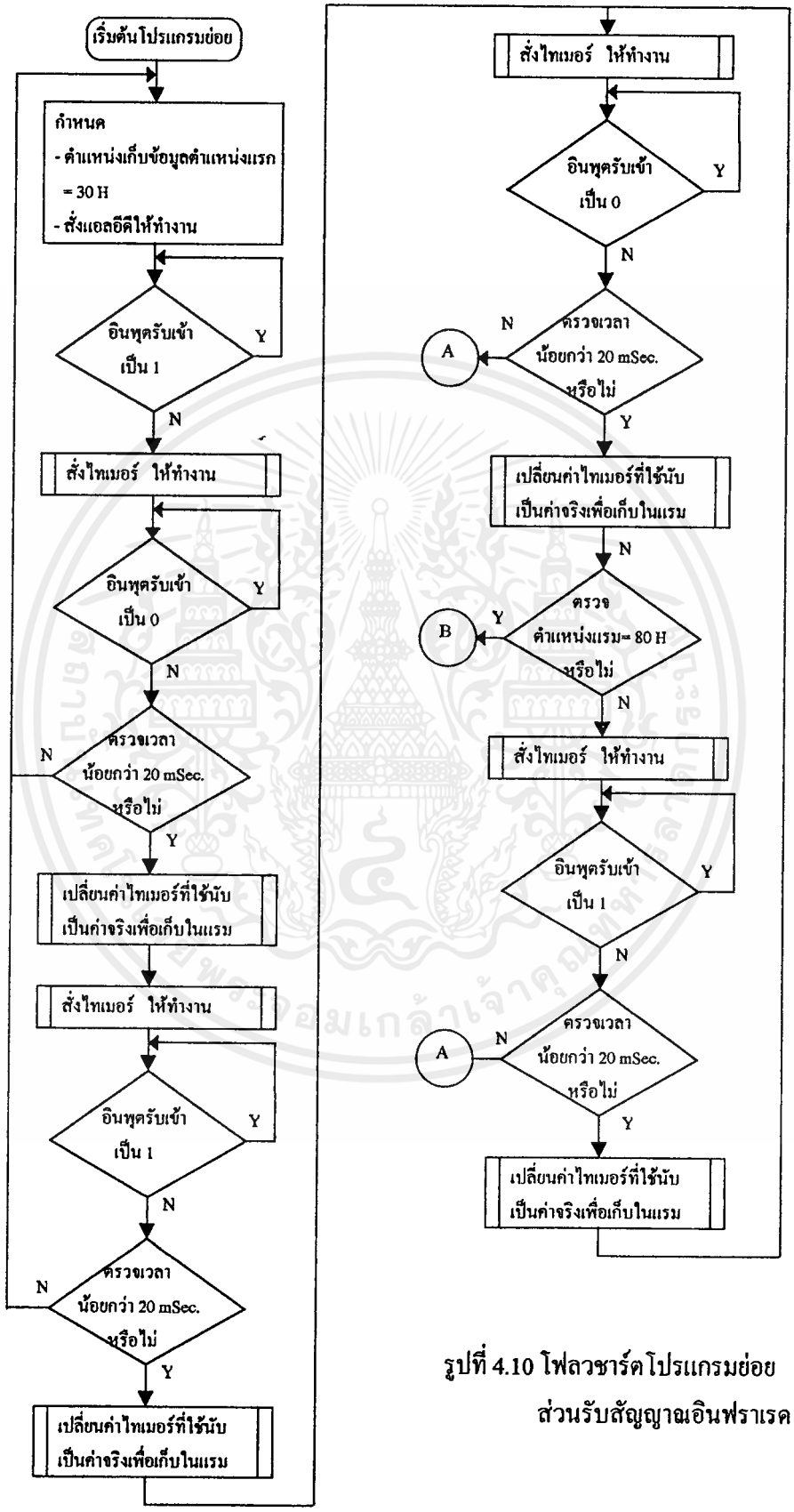
<u>โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยการส่งสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อทดสอบ</u>



รูปที่ 4.9 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยการส่งสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

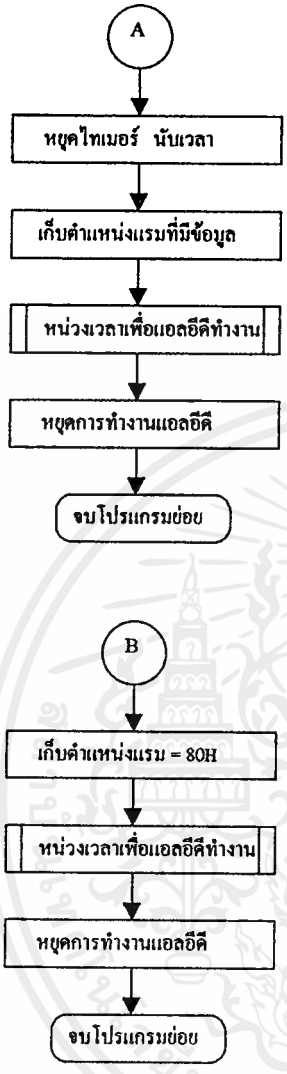
โปรแกรมย่อยส่วนรับสัญญาณอินฟราเรด



รูปที่ 4.10 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อย
ส่วนรับสัญญาณอินฟราเรด

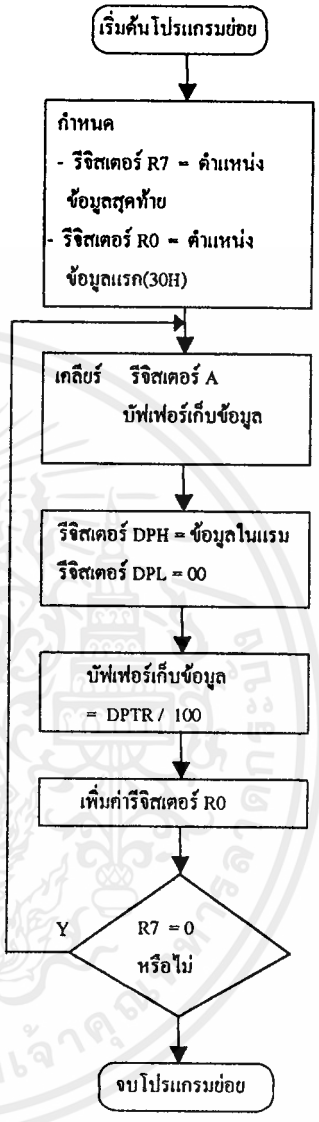
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยรับสัญญาณอินฟราเรด(ต่อ)



รูปที่ 4.10(ต่อ) โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อย
ส่วนรับสัญญาณอินฟราเรด

โปรแกรมย่อยสุ่มเก็บสัญญาณ(Sampling Pulse)ด้วยฐานเวลา 100 uSec.



รูปที่ 4.11 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยสุ่มเก็บ
สัญญาณด้วยฐานเวลา 100 uS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

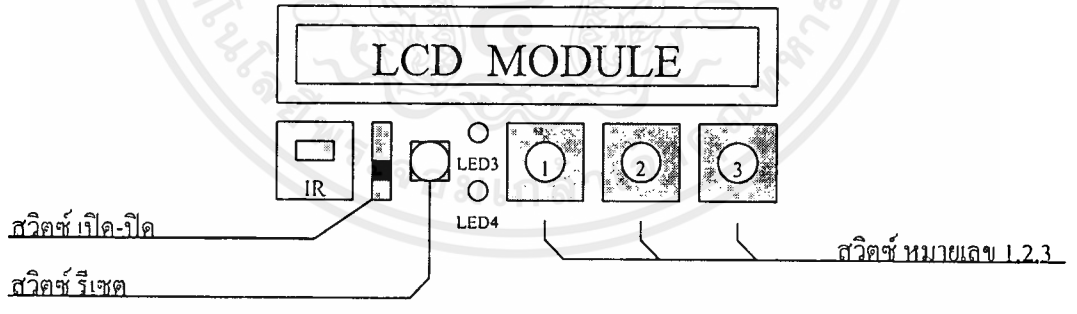
บทที่ 5
การใช้งานและสรุปผล

5.1 คุณสมบัติเครื่องอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรล

- รับรหัสสัญญาณอินฟราเรดไม่เกิน 20 มิลลิวินาที
- เก็บรหัสสัญญาณอินฟราเรดได้ 80 ตำแหน่ง
- ทดสอบสัญญาณที่รับเข้ามาได้ทางอินฟราเรดแอลอีดีตัวส่ง
- แสดงผลการทำงานเป็นค่ารหัสสัญญาณ ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบค่า
- ใช้แรงดัน 9 โวลท์ในการทำงาน โดยเรกกูเลเตอร์เปลี่ยนแรงดันเหลือ 5 โวลท์
- ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สะดวกต่อการพกพา

5.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องอ่านสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล

การใช้งานเครื่องอ่านสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรลนั้นไม่ยาก ผู้ใช้สามารถอ่านรหัสจากรีโมทคอนโทรลได้ หรือ ส่งค่าที่อ่านนั้นออกมาเพื่อใช้ทดสอบ โดยการควบคุมต่างๆใช้สวิตซ์เพียง 3 ตัวในการควบคุมการทำงานของเครื่อง

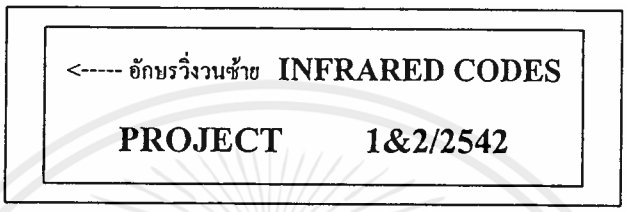


รูปที่ 5.1 แสดงด้านหน้าของเครื่องและสวิตซ์ควบคุมต่างๆ

1. เปิดสวิตซ์ แอลอีดี 4 ติดสว่างบอกสถานะการทำงานของภาคจ่ายไฟ และแอลอีดี 3 ติดสว่างบอกสถานะการรีเซ็ทไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 รอสักครู่ แอลอีดี 3 ดับ แสดงว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ แอลซีดีโมดูล และกำหนดค่าในโปรแกรมส่วนต่างๆเสร็จ

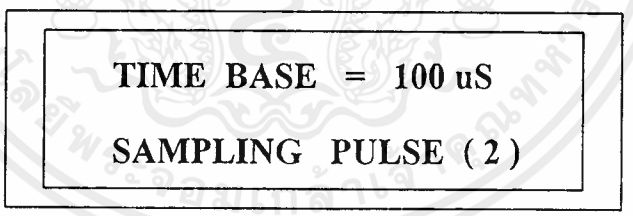
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน้าจอแสดงผลแอลซีดี แสดงอักษรวิ่งชื่อโปรแกรม "INFRARED CODES REMOTE CONTROL READING (1)" ในบรรทัดที่ 1 บรรทัดที่ 2 แสดงภาคเรียน,ปีการศึกษา "PROJECT 1&2/2542" ดังแสดงในรูปที่ 5.2 และเครื่องจะรอรับการกดสวิตซ์หมายเลข 1 เพื่อเข้าสู่การทำงานต่อไป



รูปที่ 5.2 แสดงหน้าจอเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง

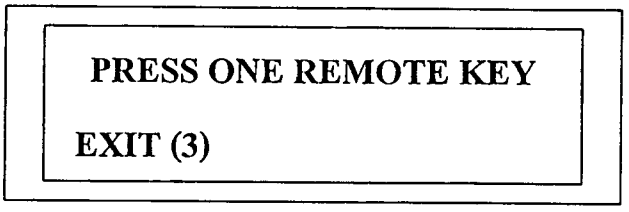
3. เมื่อกดสวิตซ์หมายเลข 1 แล้วหน้าจอแสดงผลแอลซีดี จะแสดงฐานเวลาซึ่งใช้สุ่มสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรล "TIME BASE = 100 uS" ดังแสดงในรูปที่ 5.3 และรอรับการกดสวิตซ์หมายเลข 2 เพื่อเข้าสู่การพร้อมรับสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล



รูปที่ 5.3 หน้าจอแสดงฐานเวลาที่ใช้

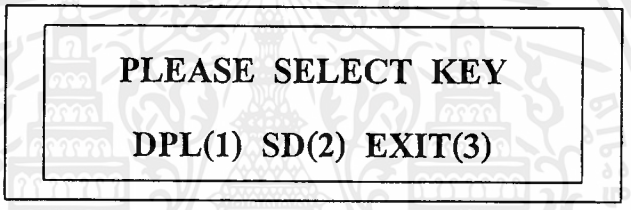
4. เมื่อกดสวิตซ์หมายเลข 2 แล้วหน้าจอแสดงผลแอลซีดีจะแสดงผล การพร้อมรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรล ดังแสดงในรูปที่ 5.4 ให้นำรีโมทคอนโทรลที่ต้องการทราบค่ามาแล้วกดรีโมทคอนโทรลให้กับตัวรับอินฟราเรด เพื่อให้เครื่องอ่านค่าสัญญาณเข้าไปเก็บไว้ หรือเลือกการกดหมายเลข 3 เพื่อกลับไปหน้าจอแสดงผลชื่อโปรแกรมซึ่งเป็นหน้าจอแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงหน้าจอเมื่อเครื่องพร้อมรับสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล

5. เมื่อเครื่องรับค่าสัญญาณเข้าไปเก็บไว้ในเครื่องเรียบร้อยแล้ว หน้าจอแสดงผลแอลซีดี จะแสดงข้อความ "PLEASE SELECT KEY" ในบรรทัดที่ 1 และ"DPL(1) SD(2) EXIT(3)" ในบรรทัดที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 5.5 เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกการทำงานดังนี้



รูปที่ 5.5 แสดงหน้าจอเมื่อเครื่องรับสัญญาณเรียบร้อยแล้ว

5.1 DPL(1) คือ DISPLAY กดสวิตซ์หมายเลข 1 เมื่อต้องการให้แสดงผลข้อมูลสัญญาณอินฟราเรดที่รับเข้ามาทางจอแอลซีดี

5.2 SD(2) คือ SEND กดสวิตซ์หมายเลข 2 เมื่อต้องการทดสอบข้อมูลสัญญาณอินฟราเรดที่อ่านได้

5.3 EXIT(3) กดสวิตซ์หมายเลข 3 เมื่อต้องการรับสัญญาณจากอินฟราเรดรีโมทคอนโทรลใหม่

6. เมื่อกดสวิตซ์หมายเลข 1 จากหน้าจอแสดงผลรูปที่ 5.5 หน้าจอแสดงผลแอลซีดี จะแสดงผลค่าที่อ่านได้จากอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล และแสดงข้อความ "L(1) R(2) EXIT(3)" ในบรรทัดที่ 2

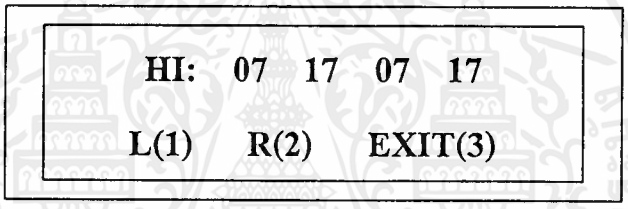
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 L(1) คือ LEFT เมื่อกดสวิตซ์หมายเลข 1 หน้าจอจะเลื่อนไปแสดงข้อมูลทางซ้ายของ ข้อมูลเดิม

6.2 R(2) คือ RIGHT เมื่อกดสวิตซ์หมายเลข 2 หน้าจอจะเลื่อนไปแสดงข้อมูลทางขวาของ ข้อมูลเดิม

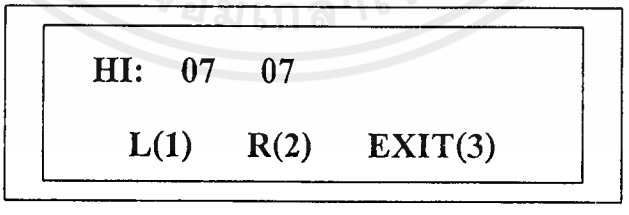
6.3 EXIT (3) กดสวิตซ์หมายเลข 3 เมื่อต้องการกลับไปยังหน้าจอที่แสดงข้อความ "PLEASE SELECT KEY"

ตัวอย่าง การอ่านค่าสัญญาณโดยเครื่องอ่านรหัสรีโมทคอนโทรล



(ก)

กดสวิตซ์หมายเลข 2 หน้าจอจะเลื่อนไปแสดงข้อมูลทางขวาของรูป 5.6 (ก) แสดงดังรูป 5.6 (ข)



(ข)

รูปที่ 5.6 แสดงหน้าจอที่แสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านค่าสามารถคำนวณได้จาก

ค่าตัวเลขที่แสดงผล × ฐานเวลา 100 μSec. = เวลาที่ใช้ในพัลซ์แต่ละลูก

ดังนั้นจากหน้าจอแสดงผลสามารถอ่านค่าได้ว่า

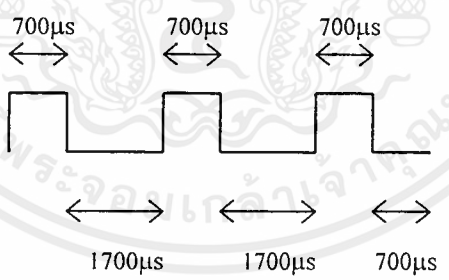
เป็น HI 7×100 uS = 700 μS
เป็น LO 17×100 uS = 1700 μS
เป็น HI 7×100 uS = 700 μS
เป็น LO 17×100 uS = 1700 μS

} ค่าที่อ่านได้จากรูปที่ 5.6 (ก)

เป็น HI 7×100 μS = 700 μS
เป็น LO 7×100 μS = 700 μS

} ค่าที่อ่านได้จากรูปที่ 5.6 (ก)

ดังนั้นค่าที่อ่านได้จากเครื่องแสดงเป็นพัลซ์ได้ดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 แสดงพัลซ์ที่อ่านได้

6. เมื่อกดสวิตซ์หมายเลข 2 (SD(2):SEND) จากหน้าจอที่แสดงผลดังรูปที่ 5.5 (หน้าจอ PLEASE SELECT KEY) เครื่องจะนำค่าที่อ่านได้ทั้งหมด ทำการส่งออกที่แอลอีดีอินฟราเรดตัวส่งของเครื่อง และสังเกตุว่าแอลอีดี 3 จะสว่างตลอดเวลาที่กดสวิตซ์หมายแลข 2 ค้างไว้เพื่อบอกสถานะการส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1. ปัญหา การออกแบบแผ่น PCB โดยใช้โปรแกรม PROTEL ช่วยในการออกแบบแบบอัตโนมัติ ปรากฏว่าพบปัญหา คือ บางครั้งโปรแกรมไม่สามารถออกแบบลายวงจรบนแผ่น PCB ได้ครบทั้งหมด

แนวทางแก้ไข ต้องตรวจสอบการกำหนดจุดต่ออุปกรณ์ให้ละเอียดถี่ถ้วน ไม่ควรละเลยการกำหนดจุดต่อแหล่งจ่ายไฟ จุดต่อสัญญาณภายนอก เป็นต้น เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้องมากขึ้น และควรตรวจสอบซ้ำอีกครั้งเมื่อโปรแกรมออกแบบเสร็จ

2. ปัญหา ฐานเวลาที่ใช้ในการประมวลผลคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์และสุ่มสัญญาณโดยปกติทั่วไปใช้ คริสตัลความถี่ 11.059 MHz ทำให้การคำนวณฐานเวลาในโครงงานยุ่งยาก

แนวทางแก้ไข โครงงานเลือกใช้คริสตัลความถี่ 12 MHz เพื่อง่ายในการคำนวณฐานเวลาประมวลผลคำสั่งและง่ายต่อการสร้างฐานเวลาสุ่มสัญญาณ 100 ไมโครวินาที

3. ปัญหา การแสดงผลข้อความบนจอแอลซีดี เมื่อสังเกตเห็นว่าข้อความไม่ชัดเจน

แนวทางแก้ไข ให้ปรับตัวต้านทานปรับค่าในวงจรเพื่อปรับแรงดันที่ป้อนแก่ขา Vo ทำให้จอแอลซีดีแสดงผลข้อความเข้มขึ้น

4. ปัญหา การใช้หน่วยความจำข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์ค่อนข้างยุ่งยาก สำหรับ ผู้ใช้งานมือใหม่ การอธิบายถึงตำแหน่งข้อมูลในหนังสืออ้างอิงเล่มต่างๆ ไม่ชัดเจน

แนวทางแก้ไข ควรใช้เวลาศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยการทดลองจริงกับวงจรเล็กๆ

5.4 สรุปผลการทดลอง

จากการนำเครื่องอ่านรหัสสัญญาณรีโมทคอนโทรลที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์แล้ว ไปทดสอบอ่านค่ากับรีโมทอินฟราเรดของเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถอ่านค่าได้เป็นอย่างดี และถูกต้องในระดับหนึ่ง ผู้ใช้สามารถนำค่าที่อ่านได้ไปสร้างวงจรรับการควบคุมเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตามต้องการ

การทดสอบสัญญาณที่รับเข้ามาว่าถูกต้องหรือไม่สามารถทดสอบได้ โดยการส่งค่าที่รับเข้ามาผสมกับความถี่พาหะ 38 KHz ซึ่งสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อนำไปทดสอบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่คู่กับรีโมทตัวที่นำมาอ่านค่า หากสามารถควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าในหน้าที่ที่รับสัญญาณได้แสดงว่าค่าที่อ่านได้นั้นถูกต้อง และมีความถี่พาหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

38 KHz ผู้ใช้งานเครื่องสามารถนำค่าที่อ่านได้และความถี่พาหะไปสร้างเป็นวงจรควบคุมได้ทันทีและถูกต้อง

หากสัญญาณที่อ่านได้ผสมกับความถี่พาหะ 38 KHz แล้วส่งออกมาไม่สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ เมื่อลองนำสัญญาณอินฟราเรดนั้นไปอ่านค่าด้วยออสซิลโลสโคป จากการทดสอบอ่านค่าปรากฏว่าค่าที่อ่านได้นั้นถูกต้องใกล้เคียงกัน แต่ความถี่พาหะที่อ่านได้นั้นไม่เท่ากับ 38 KHz ซึ่งเป็นค่าที่โปรแกรมสร้างขึ้น ทำให้การทดสอบส่งค่านั้นไม่สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ ดังนั้นหากผู้ใช้ต้องการนำค่าที่อ่านได้ไปใช้งาน จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบคริสตัลที่ต่อในเครื่องอินฟราเรดรีโมทคอนโทรลด้วยจึงสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง

<u>ตัวอย่างสัญญาณอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล</u>

รีโมทปุ่มเลือกแชนแนล. 1 ควบคุมการทำงานโทรทัศน์ของ SONY ตัวเลขในวงเล็บเป็นการระบุตำแหน่ง

- ตัวอย่างค่าสัญญาณที่อ่านจากออสซิลโลสโคป

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
6.25	14	6.25	5	6.25	14	6.25	5	6.25	5	6.25	5

(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
6.25	5	6.25	14	6.25	14	6.25	5	6.25

หน่วย 100 uSec.

- ตัวอย่างค่าสัญญาณที่อ่านด้วยเครื่องอ่านรหัสอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล หน้าจอแอลซีดีแสดงดังนี้

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
07	15	07	05	07	15	07	05	07	05	07	05

(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
07	05	07	15	07	15	07	05	07

หน่วย 100 uSec.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. เจน สงสมพันธุ์, โทรทัศน์สีภาคสนาม, โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพ, เมษายน 2534

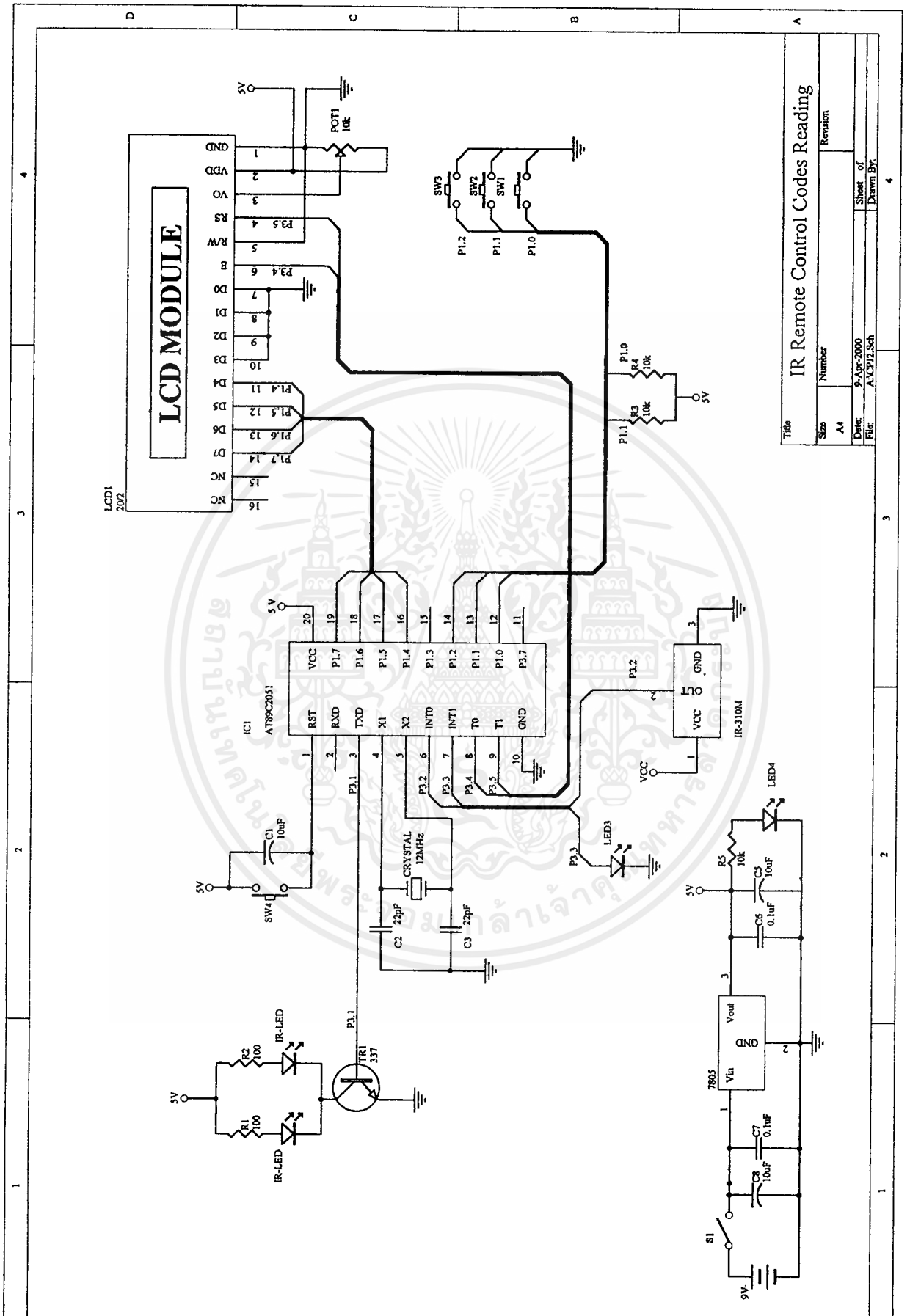
2. คู่มือ DOT MATRIX LCD MODULE, ETT CO.,LTD.

3. รัชนัย อินทุใส, ไตรภพ อินทุใส, ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051, หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                1     ;*****************************************************************
                2     ;  PROGRAM  INFRARED CODES REMOTE CONTROL READING
                3     ;
                4     ;CREATIVE       ****  B.Tech.Ind Major Electronic
                5     ;                     41012013 & 41012017 Year 2542
                6     ;PROG.          ****  Mr.PRAYOUT  DUMRONGSUWAT
                7     ;HARDWARE       ****  Mr.PUCHONG  JIRACHAISOPHON
                8     ;START          ****  15/10/2542
                9     ;END            ****  10/04/2543
               10     ;*****************************************************************
0000           11                    ORG  0000H
               12
               13     ;******************* SET PORT *********************************
0090=          14          KEY_1     BIT  P1.0    ;KEY 1
0091=          15          KEY_2     BIT  P1.1    ;KEY 2
0092=          16          KEY_3     BIT  P1.2    ;KEY 3
00B1=          17          TX_IRF    BIT  P3.1    ;TX_IRF FOR TEST
00B2=          18          RX_IRF    BIT  P3.2    ;INPUT IRF
00B3=          19          LED_WORK  BIT  P3.3    ;LED STATUS
00B4=          20          E_LCD     BIT  P3.4    ;P3.4 CONNECT AT E_LCD
00B5=          21          RS_LCD    BIT  P3.5    ;P3.5 CONNECT AT RS_LCD
               22
               23     ;**************** SET ADD.INTERNAL RAM **********************
               24     ;BUFFER DISPLAY DATA AT RAM ADDRESS 2AH - 2FH ( 6  ADD.)
               25     ; - SAVE SHOW DATA AT RAM ADD. 2AH - 2BH
               26     ; - SHOW DATA TO DISPLAY LCD AT RAM ADD. 2CH - 2FH
               27     ;BUFFER SAVE DATA AT RAM ADDRESS 30H - 7FH  (80 ADD.)
               28
0002=          29          LINE          EQU  02H     ;LINE LCD
0021=          30          COUNT_TABLE   EQU  21H     ;COUNT TABLE FOR DISPLAY
0022=          31          COUNT_DATA    EQU  22H     ;COUNT DATA AT RECEIVE RX_IRF
0023=          32          COUNT_H2D     EQU  23H     ;COUNT HEX DATA AT SHOW DPL.
0024=          33          DD_SHOW       EQU  24H     ;TELL ADD. SHOW AT LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0025=      34          CHK_LEFT        EQU  25H    ;CHK DATA INIT FOR DISPLAY LCD
0026=      35          BUFF    EQU  26H       ;BUFFER FOR SUB PROGRAM
           36
           37  ;*************** SET DATA INITIAL ***************************
0000 D2B2  38                  SETB   RX_IRF
0002 C2B3  39                  CLR    LED_WORK
0004       40          BUFF_INIT:
0004 787F  41                  MOV    R0,#127
0006       42          LOOP_BUFF_INIT:
0006 7600  43                  MOV    @R0,#00
0008 D8FC  44                  DJNZ   R0,LOOP_BUFF_INIT
000A 752330 45                 MOV    COUNT_H2D,#30H
000D 758901 46                 MOV    TMOD,#00000001B
0010 1202D3 47                 CALL   LCD_INIT
           48
           49  ;*************** MAIN PROGRAM ****************************
0013 C290  50          MAIN: CLR    P1
0015 900391 51              MOV    DPTR,#TB_NAME2    ;SHOW " PROJECT  1&2/2542 "
0018 752114 52              MOV    COUNT_TABLE,#20
001B 750202 53              MOV    LINE,#02
001E 1202B7 54              CALL   SEND_LINE
           55
0021 7B00  56          DP_L:   MOV    R3,#00
0023 7A14  57          DP_LEFT: MOV   R2,#20                ;COUNTER DISPLAY 20 ADD.
0025 EB    58                  MOV    A,R3            ;AT 27H - 3BH
0026 F8    59                  MOV    R0,A
0027 7926  60                  MOV    R1,#BUFF
0029 900341 61      MOV    DPTR,#TB_NAME1    ;SHOW " INFRARED CODES REMOTE
002C E8    62          DP_LFT1: MOV    A,R0      ;     CONTROL READING (1) "
002D 93    63                  MOVC   A,@A+DPTR
002E F7    64                  MOV    @R1,A
002F 08    65                  INC    R0
0030 09    66                  INC    R1
0031 DAF9  67                  DJNZ   R2,DP_LFT1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                68
0033 12032F     69                  CALL   SET_KEY
0036 209003     70                  JB     KEY_1,WR_DP
0039 020052     71                  JMP    K_01
              72
003C 7826       73          WR_DP:  MOV    R0,#BUFF
003E 7480       74                  MOV    A,#80H
0040 1202F4     75                  CALL   WR_INS
0043 7A14       76                  MOV    R2,#20
0045 E6         77          WR_DP1: MOV    A,@R0
0046 12030F     78                  CALL   WR_LCD
0049 08         79                  INC    R0
004A DAF9       80                  DJNZ   R2,WR_DP1
004C 0B         81                  INC    R3
004D BB3CD3     82                  CJNE   R3,#60,DP_LEFT
0050 80CF       83                  JMP    DP_L
              84    ;-------------------------------------------------------------------------------
0052 C290       85          K_01:   CLR    P1
0054 9003A5     86                  MOV    DPTR,#TB_TIME      ;SHOW " TIME BASE = 100 uS "
0057 752114     87                  MOV    COUNT_TABLE,#20
005A 750201     88                  MOV    LINE,#01
005D 1202B7     89                  CALL   SEND_LINE
0060 9003B9     90                  MOV    DPTR,#TB_SAM       ;SHOW "SAMPLING PULSE (2)"
0063 752114     91                  MOV    COUNT_TABLE,#20
0066 750202     92                  MOV    LINE,#02
0069 1202B7     93                  CALL   SEND_LINE
006C 12032F     94                  CALL   SET_KEY
              95    ;-------------------------------------------------------------------------------
006F 2091FD     96          K_11:   JB     KEY_2,$
0072 C290       97          K_111:  CLR    P1
0074 9003CD     98                  MOV    DPTR,#TB_ONE       ;SHOW "PRESS ONE REMOTE KEY"
0077 752114     99                  MOV    COUNT_TABLE,#20
007A 750201    100                  MOV    LINE,#01
007D 1202B7    101                  CALL   SEND_LINE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0080 9003E1   102          MOV   DPTR,#TB_QUIT     ;SHOW " EXIT(3)       "
0083 752114   103          MOV   COUNT_TABLE,#20
0086 750202   104          MOV   LINE,#02
0089 1202B7   105          CALL  SEND_LINE
008C 12032F   106          CALL  SET_KEY
              107          ;-------------------------------------------------------------------------------
008F 20B224   108     K_21: JB    RX_IRF,K_22
0092 1201D4   109           CALL  IN_REMOTE
0095          110     END_IN_REMOTE:
0095 12023D   111           CALL  HEX_INPUT_RX
0098 9003F5   112 END_PT: MOV   DPTR,#TB_SELC1  ;SHOW "PLEASE SELECT KEY"
009B 752114   113           MOV   COUNT_TABLE,#20
009E 750201   114           MOV   LINE,#01
00A1 1202B7   115           CALL  SEND_LINE
00A4 900409   116           MOV   DPTR,#TB_SELC2  ;SHOW "DPL(1) SD(2)  EXT(3)"
00A7 752114   117           MOV   COUNT_TABLE,#20
00AA 750202   118           MOV   LINE,#02
00AD 1202B7   119           CALL  SEND_LINE
00B0 12032F   120           CALL  SET_KEY
00B3 0200BB   121           JMP   K_31
              122
00B6 2092D6   123     K_22: JB    KEY_3,K_21
00B9 0113     124           JMP   MAIN            ;BACK MAIN PROGRAM
              125     ;-------------------------------------------------------------------------------
00BB 209003   126     K_31: JB    KEY_1,K_32      ;RUN DISPLAY(1)
00BE 020123   127           JMP   RUN_RR
              128
00C1 209105   129     K_32: JB    KEY_2,K_33      ;SEND DATA(2)
00C4 0522     130           INC   COUNT_DATA
00C6 02018D   131           JMP   TX_DATA
              132
00C9 2092EF   133     K_33: JB    KEY_3,K_31      ;BACK ONE REMOTE KEY(3)
00CC 020181   134           JMP   CLEAR_RAM
              135
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                136         ;********************* SUB PROGRAM ************************
                137         ;****** SUB SHOW DATA TO DISPLAY LCD (LEFT OR RIGHT) *****
                138
00CF 20904E     139     RUN_L:  JB    KEY_1,RUN_R     ;LEFT(1)
00D2 C3         140             CLR   C
00D3 E523       141             MOV   A,COUNT_H2D
00D5 B43402     142             CJNE  A,#34H,LEFT0    ;CHK LEFT INIT
00D8 5041       143             JNC   LEFT_END
00DA 5403       144     LEFT0:  ANL   A,#00000011B
                145
00DC B40009     146     CHK_L00: CJNE  A,#00H,CHK_L01       ;CHK LEFT DATA RAM
00DF E523       147              MOV   A,COUNT_H2D          ;FOR SHOW LCD
00E1 9408       148              SUBB  A,#08H
00E3 F525       149              MOV   CHK_LEFT,A
00E5 020109     150              JMP   CHK_L
                151
00E8 B40109     152     CHK_L01: CJNE  A,#01H,CHK_L02
00EB E523       153              MOV   A,COUNT_H2D
00ED 9405       154              SUBB  A,#05H
00EF F525       155              MOV   CHK_LEFT,A
00F1 020109     156              JMP   CHK_L
                157
00F4 B40209     158     CHK_L02: CJNE  A,#02H,CHK_L03
00F7 E523       159              MOV   A,COUNT_H2D
00F9 9406       160              SUBB  A.#06H
00FB F525       161              MOV   CHK_LEFT,A
00FD 020109     162              JMP   CHK_L
                163
0100 B403D9     164     CHK_L03: CJNE  A,#03H,CHK_L00
0103 E523       165              MOV   A,COUNT_H2D
0105 9407       166              SUBB  A,#07H
0107 F525       167              MOV   CHK_LEFT,A
                168
0109 752604     169     CHK_L:  MOV   BUFF,#04
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
010C 75247F   170                MOV   DD_SHOW,#7FH
010F 852523   171                MOV   COUNT_H2D,CHK_LEFT
0112 120150   172                CALL  DISPLAY_LRQ
              173
0115 12016E   174      LEFT1:    CALL  WR_LEFT_RIGHT
0118 D526FA   175                DJNZ  BUFF,LEFT1
              176
011B 12032F   177      LEFT_END: CALL  SET_KEY
011E 80AF     178                JMP   RUN_L
              179      ;-------------------------------------------------------------------------------------
0120 209122   180      RUN_R:    JB    KEY_2,RUN_Q   ; RIGHT(2)
0123 752604   181      RUN_RR:   MOV   BUFF,#04
0126 75247F   182                MOV   DD_SHOW,#7FH
0129 E523     183                MOV   A,COUNT_H2D
012B B52202   184                CJNE  A,COUNT_DATA,RIGHT0
012E 5010     185                JNC   RIGHT_END
0130 120150   186      RIGHT0:   CALL  DISPLAY_LRQ
              187
0133 E523     188      RIGHT1:   MOV   A,COUNT_H2D
0135 B52202   189                CJNE  A,COUNT_DATA,RIGHT2 ;CHK END DATA
0138 5006     190                JNC   RIGHT_END
              191
013A 12016E   192      RIGHT2:   CALL  WR_LEFT_RIGHT
013D D526F3   193                DJNZ  BUFF,RIGHT1
0140          194      RIGHT_END:
0140 12032F   195                CALL  SET_KEY
0143 808A     196                JMP   RUN_L
              197   ;-------------------------------------------------------------------------------------
0145 209287   198      RUN_Q:    JB    KEY_3,RUN_L   ;EXIT(3)
0148 752330   199                MOV   COUNT_H2D,#30H
014B 12032F   200                CALL  SET_KEY
014E 0198     201                JMP   END_PT
              202      ;-------------------------------------------------------------------------------------
0150          203      DISPLAY_LRQ:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0150 7401     204                MOV   A,#01H                ;CLEAR DISPLAY LCD
0152 1202F4   205                CALL  WR_INS
0155 90041D   206               MOV   DPTR,#TB_HI       ;SHOW "HI:"
0158 752103   207                MOV   COUNT_TABLE,#03
015B 750201   208                MOV   LINE,#01
015E 1202B7   209                CALL  SEND_LINE
0161 900420   210               MOV   DPTR,#TB_LRQ      ;SHOW "L(1) R(2)  EXIT(3)"
0164 752114   211                MOV   COUNT_TABLE,#20
0167 750202   212                MOV   LINE,#02
016A 1202B7   213                CALL  SEND_LINE
016D 22       214                RET
              215  ;-------------------------------------------------------------------------------
016E          216          WR_LEFT_RIGHT:
016E A823     217                MOV   R0,COUNT_H2D
0170 8682     218                MOV   DPL,@R0
0172 120278   219                CALL  HEX2DEC2ASCII
0175 E524     220                MOV   A,DD_SHOW
0177 2404     221                ADD   A,#04H
0179 F524     222                MOV   DD_SHOW,A
017B 1202CA   223                CALL  SD_LINE
017E 0523     224                INC   COUNT_H2D
0180 22       225                RET
              226
              227          ;********************* SUB CLEAR RAM ************************
0181          228          CLEAR_RAM:
0181 787F     229                MOV   R0,#127
0183 .        230          CLEAR_1:
0183 7600     231                MOV   @R0,#00
0185 D8FC     232                DJNZ  R0,CLEAR_1
0187 752330   233                MOV   COUNT_H2D,#30H
018A C3       234                CLR   C
018B 0172     235                JMP   K_111
              236
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                237  ;************** SUB SEND DATA TO TX_IRF(P3.1) ****************
018D 7830       238  TX_DATA: MOV   R0,#30H
018F D2B3       239           SETB  LED_WORK
0191 8626       240  TX_LOOP: MOV   BUFF,@R0
0193 1201B5     241           CALL  CARRIER
0196 08         242           INC   R0
0197 E8         243           MOV   A,R0
0198 B52202     244           CJNE  A,COUNT_DATA,TX_LOOP1
019B 500C       245           JNC   END_TX
019D 8626       246  TX_LOOP1: MOV  BUFF,@R0
019F C2B1       247           CLR   TX_IRF
01A1 1201CB     248           CALL  DE_100US
01A4 08         249           INC   R0
01A5 E8         250           MOV   A,R0
01A6 B522E8     251           CJNE  A,COUNT_DATA,TX_LOOP
01A9 12032F     252  END_TX:  CALL  SET_KEY
01AC 3091DE     253           JNB   KEY_2,TX_DATA
01AF 1522       254           DEC   COUNT_DATA
01B1 C2B3       255           CLR   LED_WORK
01B3 01BB       256           JMP   K_31
                257  ;-------------------------------------------------------------------------------
01B5 7F04       258  CARRIER: MOV   R7,#04          ;INPUT = BUFF
01B7 7E02       259  CARRIER1 MOV   R6,#02          ;DELAYTIME BUFF*100US
01B9 D2B1       260  CARR:    SETB  TX_IRF          ;TIME = T_HI +T_LOW
01BB 00         261           NOP
01BC DEFB       262           DJNZ  R6,CARR         ;TIME_HI  = 09 uS(4*2)+1
01BE 7E04       263           MOV   R6,#04          ;TIME_LOW = 17 uS(4*4)+1
01C0 C2B1       264  CARR1:   CLR   TX_IRF         ;CARRIER = 1/TIME
01C2 00         265           NOP                   ; _   _
01C3 DEFB       266           DJNZ  R6,CARR1        ; ||  ||
01C5 DFF0       267           DJNZ  R7,CARRIER1     ; ||  ||
01C7 D526EB     268           DJNZ  BUFF,CARRIER    ; _||___||___
01CA 22         269           RET
                270  ;-------------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
01CB 7F20      271   DE_100US: MOV   R7,#32              ;INPUT = BUFF
01CD 00        272   DE_1:   NOP                        ;DELAYTIME BUFF*100US
01CE DFFD      273           DJNZ  R7,DE_1
01D0 D526F8    274           DJNZ  BUFF,DE_100US
01D3 22        275           RET
               276
               277   ;******************** SUB IN REMOTE ************************
               278   ;------------------ CHECK START PULSE ----------------------------------------
01D4 7830      279   IN_REMOTE: MOV  R0,#30H            ;INIT RAM SAVE DATA
01D6 D2B3      280           SETB  LED_WORK
01D8 20B2FD    281           JB    RX_IRF,$
               282   ;---------------- SAVE START PULSE RX(L) ----------------------------------
01DB 120228    283           CALL  LOAD_TIMER
01DE 30B2FD    284           JNB   RX_IRF,$
01E1 208DF0    285           JB    TF0,IN_REMOTE
01E4 120235    286           CALL  SUBB_TH0
               287   ;---------------- SAVE START PULSE RX(H) ----------------------------------
01E7 120228    288           CALL  LOAD_TIMER
01EA 20B2FD    289           JB    RX_IRF,$
01ED 208DE4    290           JB    TF0,IN_REMOTE
01F0 120235    291           CALL  SUBB_TH0
               292   ;---------------- SAVE DATA PULSE RX(L) -----------------------------------
01F3           293   RX_LOW_PULSE:
01F3 120228    294           CALL  LOAD_TIMER
01F6 30B2FD    295           JNB   RX_IRF,$
01F9 208D1F    296           JB    TF0,ERROR_PULSE
01FC 120235    297           CALL  SUBB_TH0
01FF B8810B    298           CJNE  R0,#81H,RX_HIGH_PULSE
0202 752280    299           MOV   COUNT_DATA,#80H
0205 7DFF      300           MOV   R5,#0FFH             ;DELAY LED_WORK
0207 120336    301           CALL  DELAY
020A C2B3      302           CLR   LED_WORK
020C 22        303           RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                304     ;---------- SAVE DATA PULSE RX(H) ----------
020D            305     RX_HIGH_PULSE:
020D 120228     306             CALL    LOAD_TIMER
0210 20B2FD     307             JB      RX_IRF,$
0213 208D05     308             JB      TF0,ERROR_PULSE
0216 120235     309             CALL    SUBB_TH0
0219 80D8       310             JMP     RX_LOW_PULSE
                311     ;-------------------------------------------------------------------------------
021B            312     ERROR_PULSE:
021B C28C       313             CLR     TR0
021D 8822       314             MOV     COUNT_DATA,R0
021F 7DFF       315             MOV     R5,#0FFH
0221 120336     316             CALL    DELAY
0224 C2B3       317             CLR     LED_WORK
0226 0195       318             JMP     END_IN_REMOTE
                319     ;-------------------------------------------------------------------------------
0228 C28C       320     LOAD_TIMER:CLR  TR0             ;LOAD TIMER FOR CHEAK
022A C28D       321             CLR     TF0             :RX_INFARED <= 20 mSec.
022C 758CB1     322             MOV     TH0,#0B1H
022F 758AE0     323             MOV     TL0,#0E0H
0232 D28C       324             SETB    TR0
0234 22         325             RET
                326     ;-------------------------------------------------------------------------------
0235 E58C       327     SUBB_TH0: MOV   A,TH0
0237 C3         328             CLR     C
0238 94B1       329             SUBB    A,#0B1H
023A F6         330             MOV     @R0,A
023B 08         331             INC     R0
023C 22         332             RET
                333
                334     ;*** SUB CHANGE RX_IRF TO REAL HEX DATA & SAVE RAM ****
023D            335     HEX_INPUT_RX:
023D AF22       336             MOV     R7,COUNT_DATA
023F 7830       337             MOV     R0,#30H                 ;ANS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0241          338    LOOP_HEX_INPUT_RX:
0241 752600   339            MOV   BUFF,#00              ;REST
0244 8683     340            MOV   DPH,@R0
0246 758200   341            MOV   DPL,#00H
0249 E4       342            CLR   A
024A 7600     343            MOV   @R0,#00
024C 7E10     344            MOV   R6,#10H
              345    ;-------------------------------------------------------------------------------
024E 75D000   346    DIV:    MOV   PSW,#00
0251 E582     347            MOV   A,DPL
0253 33       348            RLC   A
0254 F582     349            MOV   DPL,A
0256 E583     350            MOV   A,DPH
0258 33       351            RLC   A
0259 F583     352            MOV   DPH,A
              353
025B E6       354            MOV   A,@R0
025C 23       355            RL    A
025D F6       356            MOV   @R0,A
025E E526     357            MOV   A,BUFF
0260 33       358            RLC   A
0261 F526     359            MOV   BUFF,A
0263 B46402   360            CJNE  A,#64H,CHK_FLAG       ; IF=1 REST < 64H
0266 5002     361            JNC   CHK_1
0268 4008     362    CHK_FLAG: JC   CHK_0
026A 9464     363    CHK_1:  SUBB  A,#64H
026C F526     364            MOV   BUFF,A
026E E6       365            MOV   A,@R0
026F 2401     366            ADD   A,#01H
0271 F6       367            MOV   @R0,A
0272 DEDA     368    CHK_0:  DJNZ  R6,DIV
0274 08       369    CHK_PASS: INC  R0
0275 DFCA     370            DJNZ  R7,LOOP_HEX_INPUT_RX
0277 22       371            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                372
                373   ;*************** SUB CHANGE HEX2DEC2ASCII ******************
0278            374   HEX2DEC2ASCII:
0278 E4         375           CLR   A
0279 F52A       376           MOV   2AH,A
027B F52B       377           MOV   2BH,A
                378
027D 7A08       379           MOV   R2,#08            ;SHIFT 8 BIT
027F E582       380   HTOD1:  MOV   A,DPL
0281 33         381           RLC   A
0282 F582       382           MOV   DPL,A
0284 7902       383           MOV   R1,#2             ;ADD DECIMAL
0286 782B       384           MOV   R0,#2BH           ;INDEX RAM ADD. 2BH
0288 E6         385   HTOD2:  MOV   A,@R0
0289 35E0       386           ADDC  A,ACC
028B D4         387           DA    A
028C F6         388           MOV   @R0,A
028D 18         389           DEC   R0
028E D9F8       390           DJNZ  R1,HTOD2
0290 DAED       391           DJNZ  R2,HTOD1
                392
0292 08         393           INC   R0                ;R0 = 2AH
0293 792C       394           MOV   R1,#2CH
0295 7F02       395           MOV   R7,#02
0297            396   ASCII_LOOP:
0297 E6         397           MOV   A,@R0
0298 C4         398           SWAP  A
0299 1202B0     399           CALL  ASCZ
029C E6         400           MOV   A,@R0
029D 1202B0     401           CALL  ASCZ
02A0 08         402           INC   R0
02A1 DFF4       403           DJNZ  R7,ASCII_LOOP
                404
02A3 7F02       405           MOV   R7,#02
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
02A5 782D    406                MOV    R0,#2DH
02A7 B63002  407    CHK_ZERO: CJNE  @R0,#'0',CHK_ZERO1
02AA 7620    408                MOV    @R0,#20H
02AC 18      409    CHK_ZERO1: DEC    R0
02AD DFF8    410                DJNZ   R7,CHK_ZERO
02AF 22      411                RET
02B0 540F    412    ASCZ:   ANL    A,#0FH
02B2 2430    413            ADD    A,#'0'
02B4 F7      414                MOV    @R1,A
02B5 09      415                INC    R1
02B6 22      416                RET
             417
             418    ;*************** SUB SEND DATA TO LCD **********************
             419    ; SUB SEND_LINE   USED  SEND TABLE
             420    ; SUB SD_LINE    USED  SEND DATA AT RAM
             421
02B7 E502    422    SEND_LINE: MOV    A,LINE
02B9 B40105  423               CJNE   A,#01,SEND_LINE2   ;SET ADD. LINE1
02BC 7480    424               MOV    A,#80H              ; AT 00H
02BE 0202C3  425               JMP    SS1
02C1 74C0    426    SEND_LINE2:MOV    A,#0C0H             ;SET ADD. LINE2
02C3 1202F4  427    SS1:       CALL   WR_INS              ; AT 40H
02C6 1202F9  428               CALL   W_LCD1
02C9 22      429               RET
             430
02CA E524    431    SD_LINE: MOV    A,DD_SHOW
02CC 1202F4  432             CALL   WR_INS
02CF 120303  433             CALL   W_LCD2
02D2 22      434             RET
             435
             436   ;****************** SUB CONFIG FOR LCD **********************
             437   ;------------------ SUB LCD_INIT 4 BIT ----------------------------------------
02D3 C2B5    438    LCD_INIT:  CLR    RS_LCD
02D5 7433    439             MOV    A,#33H                ;SET DL=1  3-TIME
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
02D7 1202F4   440              CALL   WR_INS            ;SET DL=0  1-TIME
02DA 7432     441              MOV    A,#32H
02DC 1202F4   442              CALL   WR_INS
02DF 7428     443              MOV    A,#28H            ;FUNCTION SET 4 BIT
02E1 1202F4   444              CALL   WR_INS            ;DL=0 ,N=1 ,F=0
02E4 740F     445              MOV    A,#0FH            ;DISPLAY ON/OFF
02E6 1202F4   446              CALL   WR_INS            ;D=1 ,C=1 ,B=1
02E9 7406     447              MOV    A,#06H            ;SET ENTRY MODE
02EB 1202F4   448              CALL   WR_INS            ;I/D=1 ,S=0
02EE 7401     449              MOV    A,#01H            ;CLEAR DISPLAY
02F0 1202F4   450              CALL   WR_INS
02F3 22       451              RET
              452       ;---------- SUB WRITE INSTRUCTION LCD ----------
02F4 C2B5     453       WR_INS: CLR   RS_LCD
02F6 020311   454              JMP    WRITE
              455  ;---------- SUB WRITE DATA TO LCD ----------
02F9 E4       456       W_LCD1: CLR    A
02FA 93       457              MOVC   A,@A+DPTR
02FB 12030F   458              CALL   WR_LCD
02FE A3       459              INC    DPTR
02FF D521F7   460              DJNZ   COUNT_TABLE,W_LCD1
0302 22       461              RET
              462
0303 792C     463       W_LCD2: MOV    R1,#2CH
0305 7C04     464              MOV    R4,#04
0307 E7       465       WLCD:   MOV    A,@R1
0308 12030F   466              CALL   WR_LCD
030B 09       467              INC    R1
030C DCF9     468              DJNZ   R4,WLCD
030E 22       469              RET
              470
030F D2B5     471       WR_LCD:  SETB   RS_LCD
0311 F5F0     472       WRITE:   MOV    B,A              ;SEND DATA OUT
0313 54F0     473              ANL    A,#0F0H                  ;AT DB4 - DB7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0315 F590    474                MOV   P1,A          ;HIGH BYTE
0317 120325  475                CALL  EN_LCD
031A E5F0    476                MOV   A,B           ;LOW BYTE
031C C4      477                SWAP  A
031D 54F0    478                ANL   A,#0F0H
031F F590    479                MOV   P1,A
0321 120325  480                CALL  EN_LCD
0324 22      481                RET
             482  ;---------- SUB ENABLE PLUSE LCD ----------
0325 C2B4    483  EN_LCD: CLR   E_LCD             ;ENABLE=0
0327 7D05    484                MOV   R5,#05        ;DELAY 5mSec
0329 120336  485                CALL  DELAY
032C D2B4    486                SETB  E_LCD         ;ENABLE=1
032E 22      487                RET
             488
             489  ;********** SUB SET_KEY INPUT **********
032F D290    490  SET_KEY: SETB  KEY_1
0331 D291    491                SETB  KEY_2
0333 D292    492                SETB  KEY_3
0335 22      493                RET
             494
             495  ;********** SUB DELAYTIME at 12MHz **********
0336 7E04    496  DELAY: MOV    R6,#04        ;DELAYTIME R5*1mSec
0338 7F7B    497  DE:    MOV    R7,#7BH       ;INPUT = R5
033A DFFE    498  DE1:   DJNZ   R7,DE1
033C DEFA    499              DJNZ  R6,DE
033E DDF6    500              DJNZ  R5,DELAY
0340 22      501              RET
             502
             503  ;********** SUB TABLE SHOW DISPLAY **********
0341 20202020 504 TB_NAME1: DB "          "
0345 20202020
0349 20202020
034D 20202020
```

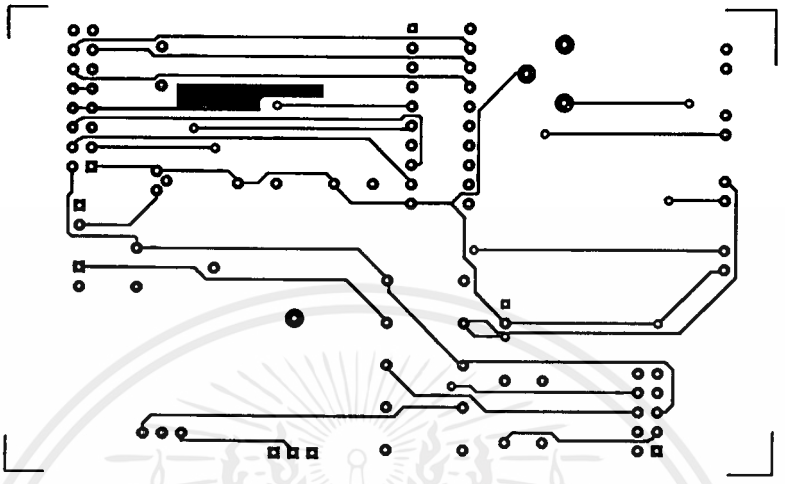
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0351 20202020
0355 494E4652  505              DB  "INFRARED CODES REMOT"
0359 41524544
035D 20434F44
0361 45532052
0365 454D4F54
0369 4520434F  506              DB  "E CONTROL READING(1)"
036D 4E54524F
0371 4C205245
0375 4144494E
0379 47283129
037D 20202020  507              DB  "                   "
0381 20202020
0385 20202020
0389 20202020
038D 20202020
0391 2050524F  508      TB_NAME2: DB  " PROJECT  1&2/2542 "
0395 4A454354
0399 20202031
039D 26322F32
03A1 35343220
             509
03A5 2054494D  510      TB_TIME:  DB  " TIME BASE = 100 uS "
03A9 45204241
03AD 5345203D
03B1 20313030
03B5 20755320
03B9 2053414D  511      TB_SAM:   DB  " SAMPLING PULSE (2) "
03BD 504C494E
03C1 47205055
03C5 4C534520
03C9 28322920
             512
03CD 50524553  513      TB_ONE:   DB  "PRESS ONE REMOTE KEY"
```

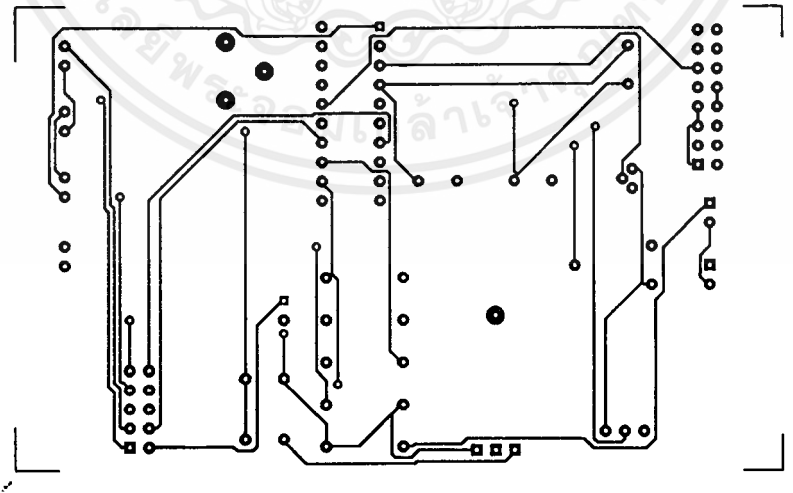
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
03D1 53204F4E
03D5 45205245
03D9 4D4F5445
03DD 204B4559
03E1 20455849   514        TB_QUIT:  DB " EXIT(3)        "
03E5 54283329
03E9 20202020
03ED 20202020
03F1 20202020
                515
03F5 20504C45   516        TB_SELC1: DB " PLEASE SELECT KEY "
03F9 41534520
03FD 53454C45
0401 4354204B
0405 45592020
0409 44504C28   517        TB_SELC2: DB "DPL(1) SD(2) EXIT(3)"
040D 31292053
0411 44283229
0415 20455849
0419 54283329
                518
041D 48493A     519        TB_HI:    DB "HI:"
0420 204C2831   520        TB_LRQ:   DB " L(1) R(2)  EXIT(3) "
0424 29205228
0428 32292020
042C 45584954
0430 28332920
0000=           521                   END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

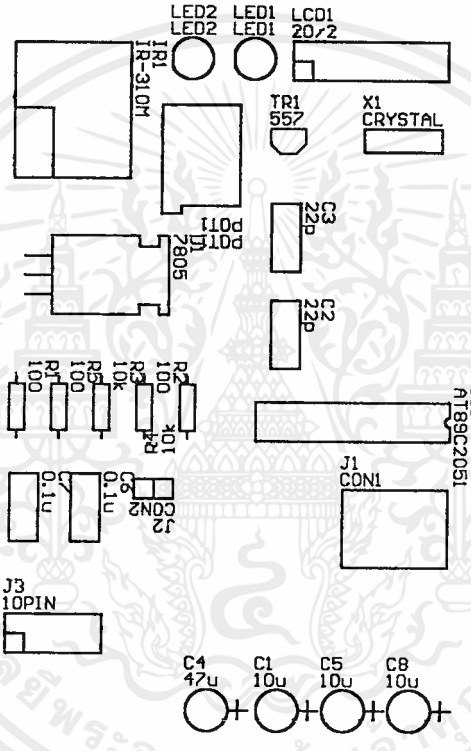


รูปที่ 1 แสดงลายวงจรด้านบน



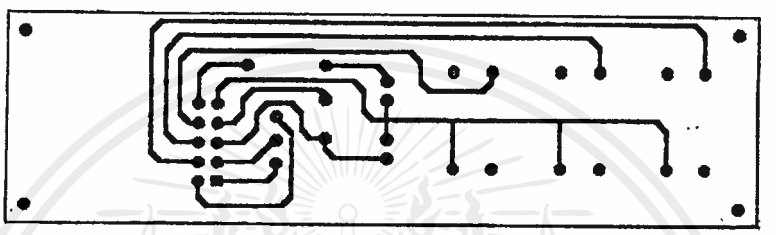
รูปที่ 2 แสดงลายวงจรด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

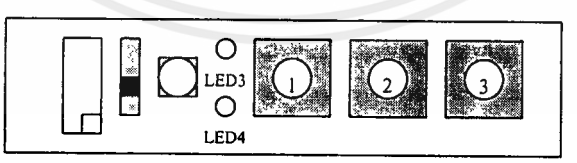


รูปที่ 3 แสดงการวางอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 แสดงลายวงจรของคีย์กด



รูปที่ 5 แสดงการวางอุปกรณ์ส่วนคีย์กด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 2K Bytes of Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2.7V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Two-Level Program Memory Lock
- 128 x 8-Bit Internal RAM
- 15 Programmable I/O Lines
- Two 16-Bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial UART Channel
- Direct LED Drive Outputs
- On-Chip Analog Comparator
- Low Power Idle and Power Down Modes

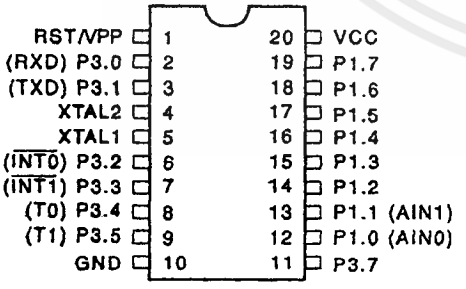
Description

The AT89C2051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 2K 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. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C2051 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The AT89C2051 provides the following standard features: 2K Bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 15 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, a precision analog comparator, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C2051 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 Configuration

PDIP/SOIC



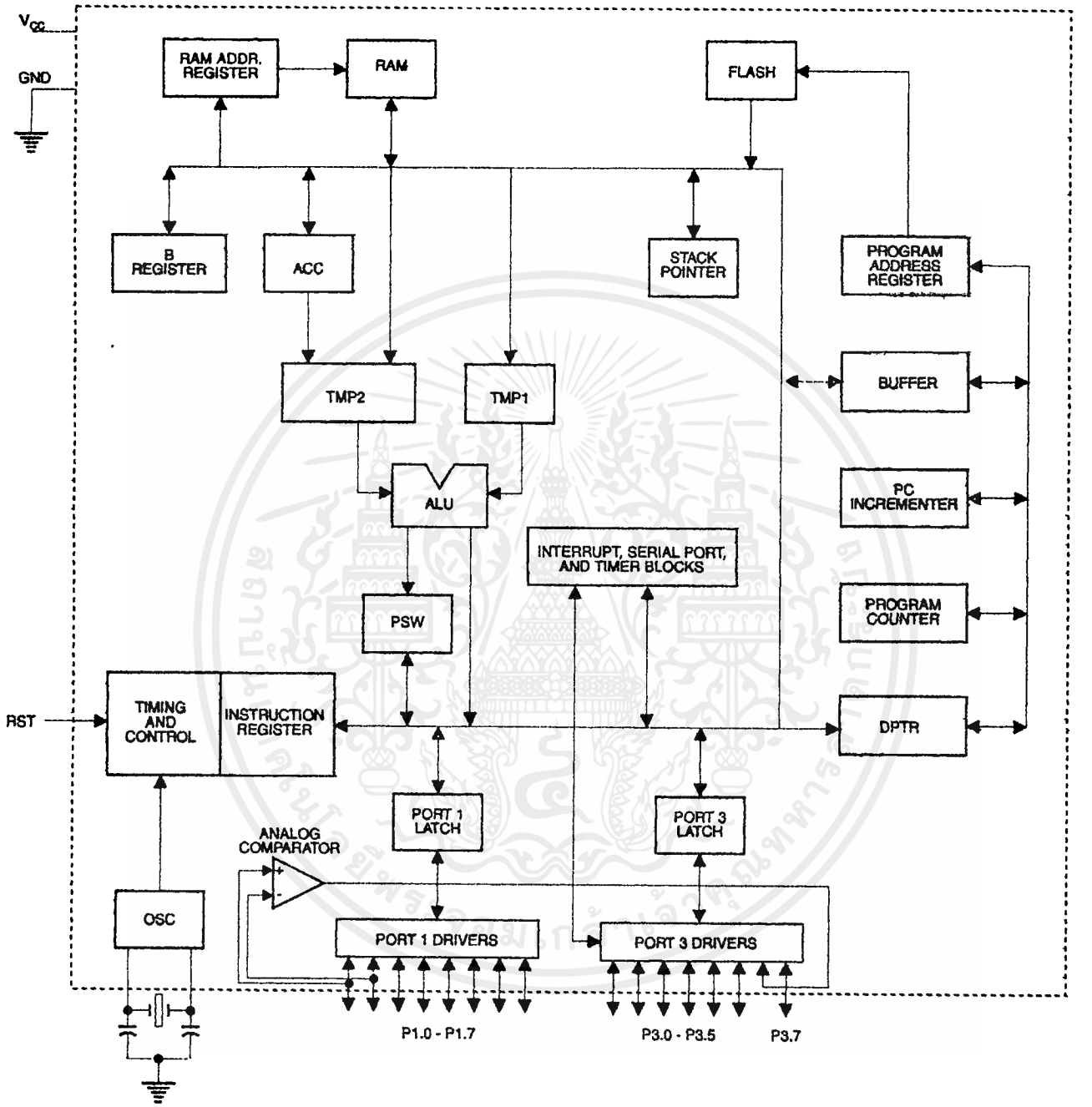
8-Bit Microcontroller with 2K Bytes Flash

AT89C2051

0368D-B–12/97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

V_{CC}
Supply voltage.

GND
Ground.

Port 1
Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port. Port pins P1.2 to P1.7 provide internal pullups. P1.0 and P1.1 require external pullups. P1.0 and P1.1 also serve as the positive input (AIN0) and the negative input (AIN1), respectively, of the on-chip precision analog comparator. The Port 1 output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When 1s are written to Port 1 pins, they can be used as inputs. When pins P1.2 to P1.7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives code data during Flash programming and verification.

Port 3
Port 3 pins P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bidirectional I/O pins with internal pullups. P3.6 is hard-wired as an input to the output of the on-chip comparator and is not accessible as a general purpose I/O pin. The Port 3 output buffers can sink 20 mA. 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 AT89C2051 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)

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

RST
Reset input. All I/O pins are reset to 1s as soon as RST goes high. Holding the RST pin high for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

Each machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

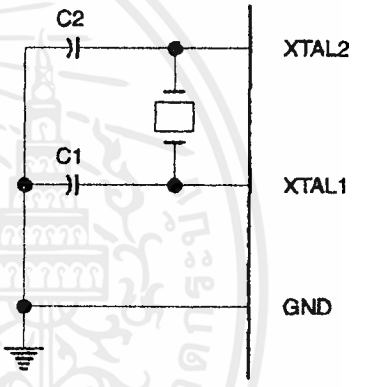
XTAL1
Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2
Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

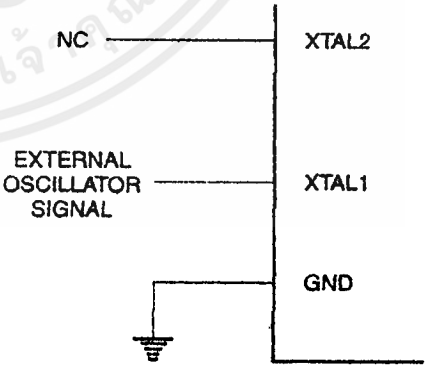
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected 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.

Figure 1. Oscillator Connections



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

Figure 2. External Clock Drive Configuration



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in the table below.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Table 1. AT89C2051 SFR Map and Reset Values

0F8H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DFH
0D0H	PSW 00000000							0D7H
0C8H								0CFH
0C0H								0C7H
0B8H	IP XXX00000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0XX00000							0AFH
0A0H								0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000		8FH
80H		SP 00000111	DPL 00000000	DPH 00000000				PCON 0XXX0000	87H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Restrictions on Certain Instructions

The AT89C2051 and is an economical and cost-effective member of Atmel's growing family of microcontrollers. It contains 2K bytes of flash program memory. It is fully compatible with the MCS-51 architecture, and can be programmed using the MCS-51 instruction set. However, there are a few considerations one must keep in mind when utilizing certain instructions to program this device.

All the instructions related to jumping or branching should be restricted such that the destination address falls within the physical program memory space of the device, which is 2K for the AT89C2051. This should be the responsibility of the software programmer. For example, LJMP 7E0H would be a valid instruction for the AT89C2051 (with 2K of memory), whereas LJMP 900H would not.

1. Branching instructions:
LCALL, LJMP, ACALL, AJMP, SJMP, JMP @A+DPTR

These unconditional branching instructions will execute correctly as long as the programmer keeps in mind that the destination branching address must fall within the physical boundaries of the program memory size (locations 00H to 7FFH for the 89C2051). Violating the physical space limits may cause unknown program behavior.

CJNE [...], DJNZ [...], JB, JNB, JC, JNC, JBC, JZ, JNZ With these conditional branching instructions the same rule above applies. Again, violating the memory boundaries may cause erratic execution.

For applications involving interrupts the normal interrupt service routine address locations of the 80C51 family architecture have been preserved.

2. MOVX-related instructions, Data Memory:
The AT89C2051 contains 128 bytes of internal data memory. Thus, in the AT89C2051 the stack depth is limited to 128 bytes, the amount of available RAM. External DATA memory access is not supported in this device, nor is external PROGRAM memory execution. Therefore, no MOVX [...] instructions should be included in the program.

A typical 80C51 assembler will still assemble instructions, even if they are written in violation of the restrictions mentioned above. It is the responsibility of the controller user to know the physical features and limitations of the device being used and adjust the instructions used correspondingly.

Program Memory Lock Bits

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

Lock Bit Protection Modes[1]

Program Lock Bits			
	LB1	LB2	Protection Type
1	U	U	No program lock features.
2	P	U	Further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	Same as mode 2, also verify is disabled.

Note: 1. The Lock Bits can only be erased with the Chip Erase operation.

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.

P1.0 and P1.1 should be set to '0' if no external pullups are used, or set to '1' if external pullups are used.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware 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.

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.

P1.0 and P1.1 should be set to '0' if no external pullups are used, or set to '1' if external pullups are used.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programming The Flash

The AT89C2051 is shipped with the 2K bytes of on-chip PEROM code memory array in the erased state (i.e., contents = FFH) and ready to be programmed. The code memory array is programmed one byte at a time. *Once the array is programmed, to re-program any non-blank byte, the entire memory array needs to be erased electrically.*

Internal Address Counter: The AT89C2051 contains an internal PEROM address counter which is always reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by applying a positive going pulse to pin XTAL1.

Programming Algorithm: To program the AT89C2051, the following sequence is recommended.

1. Power-up sequence:
   Apply power between V_{CC} and GND pins
   Set RST and XTAL1 to GND
2. Set pin RST to 'H'
   Set pin P3.2 to 'H'
3. Apply the appropriate combination of 'H' or 'L' logic levels to pins P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 to select one of the programming operations shown in the PEROM Programming Modes table.

To Program and Verify the Array:

4. Apply data for Code byte at location 000H to P1.0 to P1.7.
5. Raise RST to 12V to enable programming.
6. Pulse P3.2 once to program a byte in the PEROM array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.2 ms.
7. To verify the programmed data, lower RST from 12V to logic 'H' level and set pins P3.3 to P3.7 to the appropiate levels. Output data can be read at the port P1 pins.
8. To program a byte at the next address location, pulse XTAL1 pin once to advance the internal address counter. Apply new data to the port P1 pins.
9. Repeat steps 5 through 8, changing data and advancing the address counter for the entire 2K bytes array or until the end of the object file is reached.
10. Power-off sequence:
    set XTAL1 to 'L'
    set RST to 'L'
    Turn V_{CC} power off

Data Polling: The AT89C2051 features $\overline{\text{Data}}$ 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 data on P1.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{\text{Data}}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{\text{Busy}}$: The Progress of byte programming can also be monitored by the RDY/$\overline{\text{BSY}}$ output signal. Pin P3.1 is pulled low after P3.2 goes High during programming to indicate BUSY. P3.1 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed code data can be read back via the data lines for verification:

1. Reset the internal address counter to 000H by bringing RST from 'L' to 'H'.
2. Apply the appropriate control signals for Read Code data and read the output data at the port P1 pins.
3. Pulse pin XTAL1 once to advance the internal address counter.
4. Read the next code data byte at the port P1 pins.
5. Repeat steps 3 and 4 until the entire array is read.

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 PEROM array (2K bytes) and the two Lock Bits are erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding P3.2 low for 10 ms. The code array is written with all "1"s in the Chip Erase operation and must be executed before any non-blank memory byte can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 001H, and 002H, except that P3.5 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(001H) = 21H indicates 89C2051

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/VPP	P3.2/PROG	P3.3	P3.4	P3.5	P3.7
Write Code Data[1][3]		12V		L	H	H	H
Read Code Data[1]		H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	12V		H	H	H	H
	Bit - 2	12V		H	H	L	L
Chip Erase		12V	(2)	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	H	L	L	L	L

Notes:
1. The internal PEROM address counter is reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by a positive pulse at XTAL 1 pin.
2. Chip Erase requires a 10-ms $\overline{PROG}$ pulse.
3. P3.1 is pulled Low during programming to indicate RDY/$\overline{BSY}$.

Figure 3. Programming the Flash Memory

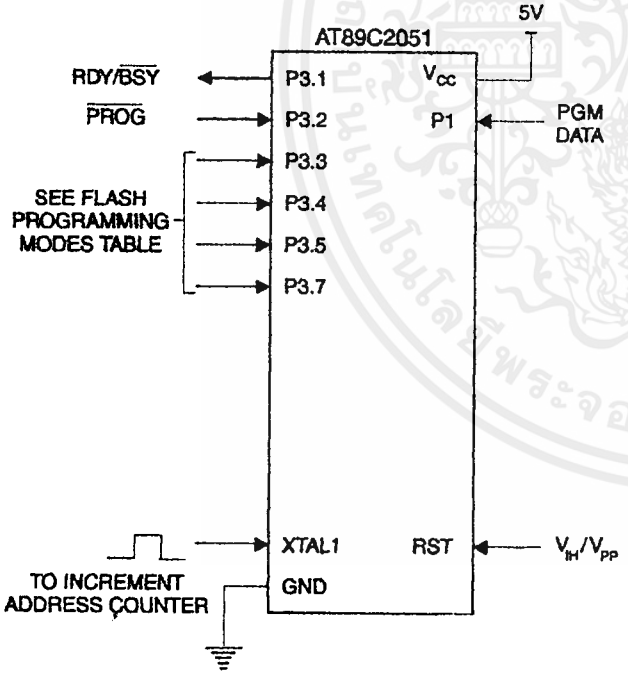
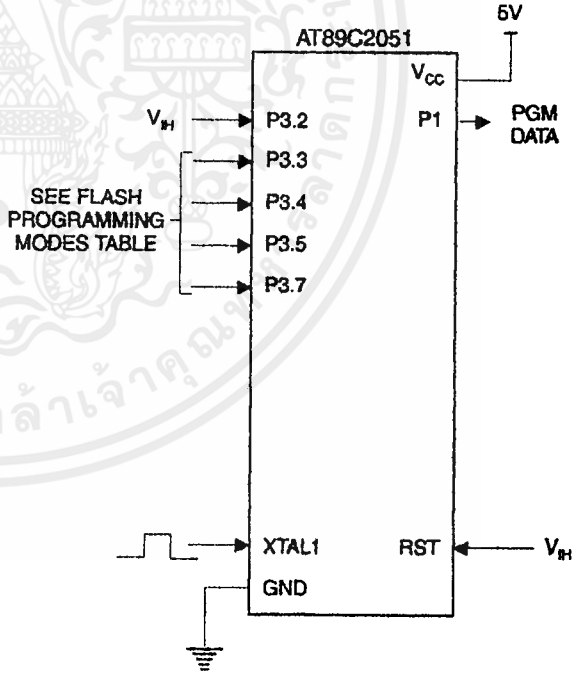


Figure 4. Verifying the Flash Memory



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

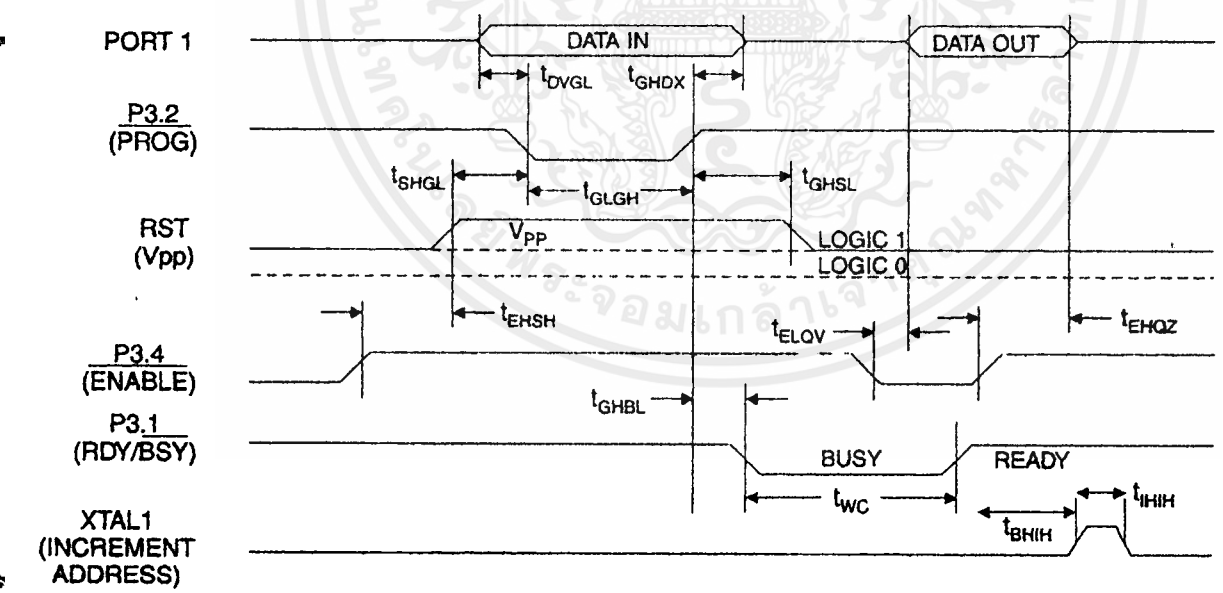
Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Enable Current		250	µA
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	1.0		µs
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{PROG}$	1.0		µs
t_{EHSH}	P3.4 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	1.0		µs
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold After $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		1.0	µs
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	1.0	µs
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		50	ns
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms
t_{BHIH}	RDY/$\overline{BSY}$\ to Increment Clock Delay	1.0		µs
t_{IHIL}	Increment Clock High	200		ns

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

Flash Programming and Verification Waveforms



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	25.0 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

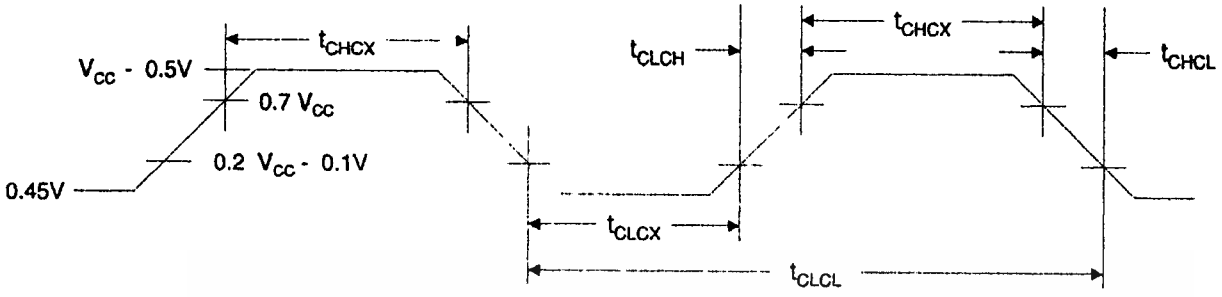
T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 2.0V to 6.0V (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage		-0.5	0.2 V_{CC} - 0.1	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, 3)	I_{OL} = 20 mA, V_{CC} = 5V I_{OL} = 10 mA, V_{CC} = 2.7V		0.5	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1, 3)	I_{OH} = -80 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -30 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -12 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1, 3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 3)	V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V ± 10%		-750	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port P1.0, P1.1)	0 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
V_{OS}	Comparator Input Offset Voltage	V_{CC} = 5V		20	mV
V_{CM}	Comparator Input Common Mode Voltage		0	V_{CC}	V
RRST	Reset Pulldown 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, V_{CC} = 6V/3V		15/5.5	mA
		Idle Mode, 12 MHz, V_{CC} = 6V/3V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		5/1	mA
	Power Down Mode(2)	V_{CC} = 6V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		100	µA
		V_{CC} = 3V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		20	µA

Notes:
1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
   Maximum I_{OL} per port pin: 20 mA
   Maximum total I_{OL} for all output pins: 80 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

External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	V_{CC} = 2.7V to 6.0V		V_{CC} = 4.0V to 6.0V		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	12	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	83.3		41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	30		15		ns
t_{CLCX}	Low Time	30		15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20		20	ns

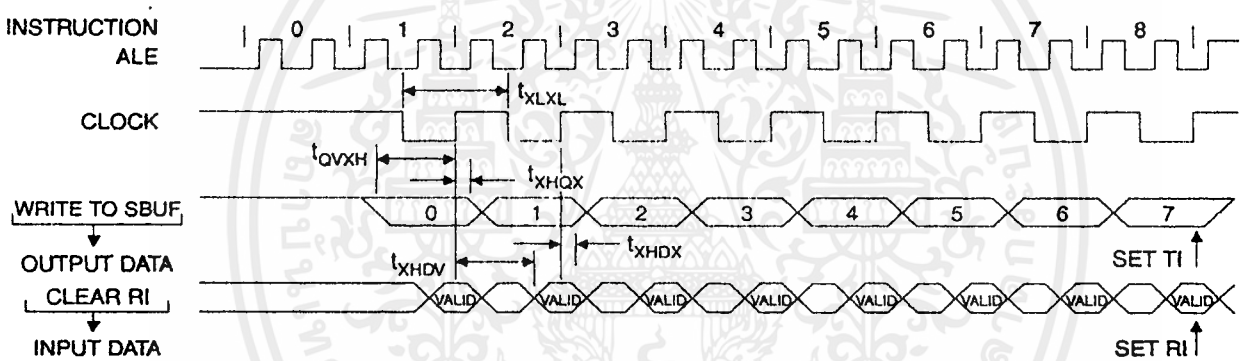
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

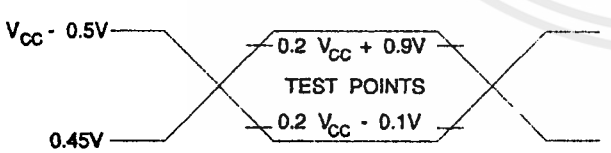
(V_{CC} = 5.0V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF)

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

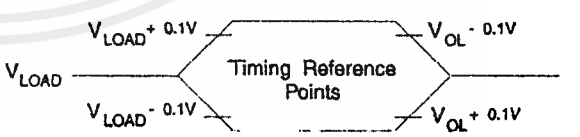


AC Testing Input/Output Waveforms(1)



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)

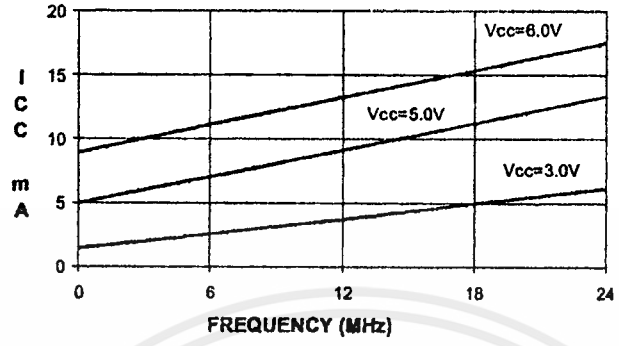


Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change frothe loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

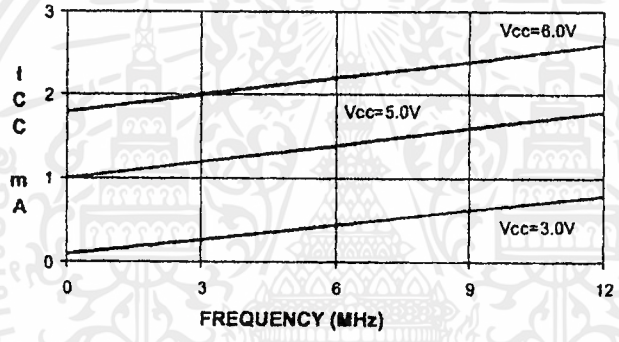
AT89C2051

TYPICAL ICC - ACTIVE (85°C)



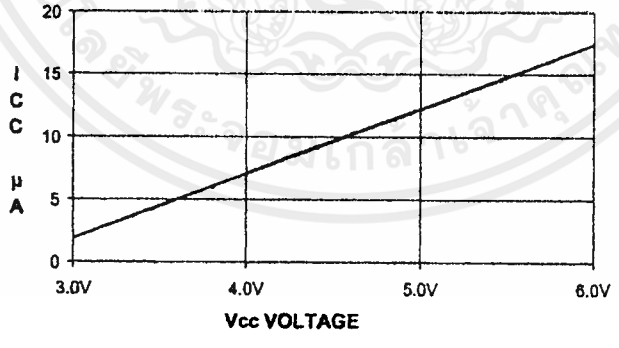
AT89C2051

TYPICAL ICC - IDLE (85°C)



AT89C2051

TYPICAL ICC vs. VOLTAGE- POWER DOWN (85°C)



Notes:
1. XTAL1 tied to GND for I_{CC} (power down)
2. P1.0 and P1.1 = V_{CC} or GND
3. Lock bits programmed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	2.7V to 6.0V	AT89C2051-12PC AT89C2051-12SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-12PI AT89C2051-12SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C2051-12PA AT89C2051-12SA	20P3 20S	Automotive (-40°C to 105°C)
24	4.0V to 6.0V	AT89C2051-24PC AT89C2051-24SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-24PI AT89C2051-24SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)

Package Type	
20P3	20 Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
20S	20 Lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้