สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์

UNIVERSAL REMOTE CONTROL DUPLICATOR

โดย

นายกฤษดา กังสนันท์

นายกีรติ เขียววิชัย

นางสาวจุฑามาส คงเทพ

ปน.
ก984ค
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72277
วัน,เดือน,ปี 13 มิ.ย. 2550

.b 11766608
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา
วิศวกรรมโท[illegible]

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว
(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์

UNIVERSAL REMOTE CONTROL DUPLICATOR

โดย

นายกฤษดา กังสนันท์ 46010021

นายกีรติ เขียววิชัย 46010054

นางสาวจุฑามาส คงเทพ 46010125

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ตร. พิพัฒน์ พรหมมี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **เครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์**

UNIVERSAL REMOTE CONTROL DUPLICATOR

ผู้จัดทำ

1. นายกฤษดา กังสนันท์ 46010021

2. นายกีรติ เขียววิชัย 46010054

3. นางสาวจุฑามาส คงเทพ 46010125

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. พิพัฒน์ พรหมมี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์

UNIVERSAL REMOTE CONTROL DUPLICATOR

โดย นายกฤษดา กังสนันท์ 46010021
นายกีรติ เขียววิชัย 46010054
นางสาวจุฑามาส ดงเทพ 46010125

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. พิพัฒน์ พรหมมี

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้นำเสนอเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ ส่วนตัวรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลต้นแบบ และส่วนของตัวส่งสัญญาณรีโมทควบคุมโดยใช้หลักการของระบบการรับส่งสัญญาณของรีโมทคอนโทรลแบบอินฟราเรด และไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งผู้ใช้สามารถนำเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ไปรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลต้นแบบ แล้วเครื่องจะทำการถอดรหัสสัญญาณและเก็บข้อมูลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะทำให้สามารถทำงานได้เหมือนรีโมทคอนโทรลต้นฉบับ

ABSTRACT

This project presents the Universal Remote Control Duplicator. It consists of 2 parts, part one is a signal receiver from prototype remote control. Part two is a signal transmitter. This project based on infrared signal transceiver and microcontroller. The user can be used Universal Remote Control Duplicator to receive signal from any prototype remote control then decode and retrain their codes by microcontroller. The desired functions are actually same as a prototype remote control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 คุณลักษณะพื้นฐานของ MCS-51	2
2.2 ลักษณะการจัดขาของ MCS-51	2
2.3 พอร์ตอินพุทและพอร์ตเอาท์พุท	5
2.3.1 การใช้งานพอร์ตเป็นอินพุท	5
2.3.2 การใช้งานพอร์ตเป็นเอาท์พุท	5
2.4 หน่วยความจำโปรแกรมของ MCS-51	6
2.5 หน่วยความจำข้อมูลของ MCS-51	7
2.5.1 หน่วยความจำข้อมูลภายใน	7
2.5.2 หน่วยความจำขนาด 128ไบต์แรก	7
2.5.3 หน่วยความจำขนาด 128 ไบต์ถัดไป	8
2.6 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ	9
2.6.1 แอกคิวมูเลเตอร์ (Accumulator)	9
2.6.2 รีจิสเตอร์ B	9
2.6.3 โปรแกรมเคาน์เตอร์(Program Counter)	9
2.6.4 สแต็กพอยน์เตอร์(Stack Pointer)	9
2.6.5 ตัวชี้ข้อมูลหรือดาต้าพอยน์เตอร์(Data Pointer)	9
2.6.6 โปรแกรมสเตตัสเวิร์ด(PSW)	9
2.6.7 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับพอร์ต(Port Register)	9
2.6.8 รีจิสเตอร์ IP,IE,TMOD,SCON	10
2.7 อินฟราเรด	10
2.8 ระบบอินฟราเรด	11
2.9 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอล(Infrared Remote Control Protocol)	12
2.9.1 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอลของโซนี(Sony)	12
2.9.2 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอลของเอ็นอีซี(NEC)	18
2.9.3 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอลของอาร์ซี5(RC5)	22
2.9.4 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอลของเจวีซี(JVC)	24
2.10 เอสแอลซีดี (โมดูลแอลซีดีแบบอนุกรม)	26
2.10.1 การใช้งานเอสแอลซีดี (โมดูลแอลซีดีแบบอนุกรม)	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.11 ระบบบัส I^2C 27

2.11.1 คุณสมบัติทั่วไปของบัส I^2C 27

2.11.2 หลักการของ I^2C 28

2.11.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C 28

2.11.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2CBUS 28

2.11.5 การเขียนอ่านข้อมูลอุปกรณ์แบบ I^2CBUS 29

2.11.6 การรับ-ส่งข้อมูลแบบ I^2CBUS MCU 29

2.11.7 การกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I^2CBUS 30

2.11.8 รหัสควบคุมของ I^2CBUS 30

2.11.9 ช่วงเวลารับส่งบิตข้อมูลของ I^2CBUS 31

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 33

3.1 ขั้นตอนการทดลอง 33

3.1.1 ส่วนของการส่งสัญญาณอินฟราเรด 33

3.1.2 ส่วนของการคัดลอกสัญญาณอินฟราเรด 34

3.2 ส่วนของฮาร์ดแวร์ 35

3.2.1 วงจรโดยรวมของเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรล 35

3.2.2 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด 36

3.2.3 วงจรภาครับสัญญาณอินฟราเรด 37

3.2.4 วงจรโดยรวมของเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรล 38

3.3 ส่วนของซอฟท์แวร์ 39

3.3.1 การทำงานโดยรวม 39

3.3.2 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมดต่างๆ 40

3.3.2.1 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด TV1 41

3.3.2.2 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด TV2 42

3.3.2.3 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด VCD1 43

3.3.2.4 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด VCD2 44

3.3.2.5 โฟลวชาร์ตแสดงกระบวนการการคัดลอกสัญญาณ 45

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 46

4.1 รูปแบบสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1 เปรียบเทียบกับสัญญาณ ที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

4.2 รูปแบบสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง 49

4.3 รูปแบบสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง 52

4.4 รูปแบบสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง 55

4.5 ตัวอย่างแสดงสถานะ การทำงานบนจอแอลซีดี 58

บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป 63

5.1 ส่วนสรุปผลของโครงงาน 63

5.2 แนวทางการปรับปรุงและแก้ไข 64

ภาคผนวก

หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของรีโมทอินฟราเรด	1
รูปที่ 2.1 แสดงรายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช	2
รูปที่2.2 แสดงการจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
รูปที่ 2.3 แสดงการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอินพุทและเอาท์พุทพอร์ต	5
รูปที่ 2.4 แสดงการจัดพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	6
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยความจำข้อมูล	7
รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำแบบไบต์และแบบบิต	8
รูปที่ 2.7 แสดงสเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	10
รูปที่ 2.8 แสดงวงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย	11
รูปที่ 2.9 แสดงการเข้ารหัสอินฟราเรดรีโมทโปรโตคอลของโซนี(Sony)	12
รูปที่ 2.10 แสดงรูปคลื่นที่ส่งออกจากรีโมทคอนโทรลของโซนี(Sony)	13-14
รูปที่ 2.11 แสดงรูปคลื่นรูปแบบอื่นๆของโซนี(Sony)	15-16
รูปที่ 2.12 แสดงการเข้ารหัสแบบพัลส์ดิสแทรน	18
รูปที่ 2.13 แสดงโปรโตคอลต่างๆของเอ็นอีซี(NEC)	19-20
รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างรูปคลื่นของเอ็นอีซี(NEC)	21
รูปที่ 2.15 แสดงการกำหนดแอดเดรส	21
รูปที่ 2.16 แสดงเข้ารหัสแบบไบเฟสทรานมิสชันเทคนิคโปรโตคอล	22
รูปที่ 2.17 แสดงโปรโตคอลต่างๆของอาร์ซี5(RC5)	23
รูปที่ 2.18 แสดงการเข้ารหัสแบบพัลส์ดิสแทรนโค้ดดิง	25
รูปที่ 2.19 แสดงโปรโตคอลของเจวีซี (JVC)	25
รูปที่ 2.20 แสดงรูปคลื่นของเจวีซี(JVC)	25
รูปที่ 2.21 แสดงเอสแอลซีดี(โมดูลแอลซีดีแบบอนุกรม)	26
รูปที่ 2.22 ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2CBUS	29
รูปที่ 2.23 รูปแบบการเขียน/อ่านข้อมูลแบบ I^2CBUS	29
รูปที่ 2.24 สถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I^2CBUS	30
รูปที่ 2.25 บัส (รหัสควบคุม)	30
รูปที่ 2.26 การรับส่งบิตข้อมูลของ I^2CBUS	31
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรโดยรวมของรีโมทอินฟราเรดภาคส่ง	35
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด	36
รูปที่ 3.3 แสดงรายละเอียดภายในวงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.4 แสดงวงจรภาครับสัญญาณอินฟราเรด 37
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรโดยรวมของเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรล 38
รูปที่ 3.6 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานโดยรวม 39
รูปที่ 3.7 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมดต่างๆ 40
รูปที่ 3.8 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด TV1 41
รูปที่ 3.9 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด TV2 42
รูปที่ 3.10 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด VCD1 43
รูปที่ 3.11 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด VCD2 44
รูปที่ 3.12 โฟลวชาร์ตแสดงกระบวนการการคัดลอกสัญญาณ 45
รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน TV on/off 46
รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Volume 47
รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Down Volume 47
รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Channel 48
รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Down Channel 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Menu 49

รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน channel 0 49

รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน TV/AV 50

รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Mute 50

รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Menu Right Side 51

รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Menu Left Side 51

รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Show Channel 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Power 52

รูปที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Volume 53

รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Down Volume 53

รูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Tape A Play 54

รูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Tape B Play 54

รูปที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Sleep 55

รูปที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Play 55

รูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Pause 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Stop 56

รูปที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Backward 57

รูปที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Forward 57

รูปที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Disc Skip 58

รูปที่ 4.25 แสดงโหมดการทำงาน 58

รูปที่ 4.26 แสดงการเลือกเข้าสู่โหมด TV1 59

รูปที่ 4.27 แสดงการเลือกเข้าสู่โหมด TV2 59

รูปที่ 4.28 แสดงการเลือกเข้าสู่โหมด VCD1 60

รูปที่ 4.29 แสดงการเลือกเข้าสู่โหมด VCD2 60

รูปที่ 4.30 แสดงการเลือกโหมด TV1 เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Volume 61

รูปที่ 4.31 แสดงการเลือกโหมด TV2 เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน channel 0 61

รูปที่ 4.32 แสดงการเลือกโหมด VCD1 เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Power 62

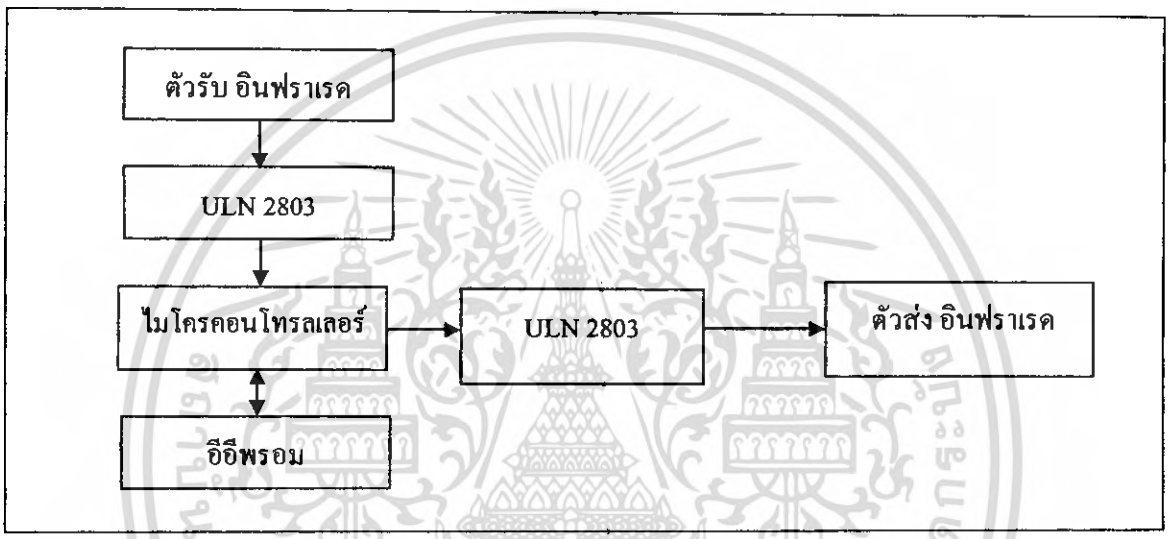
รูปที่ 4.33 แสดงการเลือกโหมด VCD2 เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Forward 62

รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Volume 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันได้มีการนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งานอย่างกว้างขวาง ส่วนใหญ่จะนำมาใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เตาอบไมโครเวฟ วิทยุติดรถยนต์ วิทยุมือถือ รีโมทควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เหตุที่นำมาประยุกต์ใช้งานเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีขีดความสามารถสูงทำงานได้รวดเร็ว มีขนาดเล็ก การเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันในการทำงานเพียงแต่เปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น โดยไม่ต้องเปลี่ยนฮาร์ดแวร์เลย โครงสร้างไมโครโปรเซสเซอร์ที่นำมาใช้งานจะต้องต่อร่วมกับหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทพอร์ต



รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของรีโมทอินฟราเรด

จากรูปเป็นการแสดงการทำงาน 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของการส่งสัญญาณอินฟราเรดซึ่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมขึ้นมาก่อนโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วนำสัญญาณที่ได้ไปขยายโดยใช้ ULN2803 หลังจากนั้นจึงทำการส่งสัญญาณควบคุมโดยใช้การส่งแบบอินฟราเรด อีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนของกระบวนการการคัดลอกสัญญาณซึ่งมีการทำงาน คือ เมื่อรับสัญญาณจากตัวรับสัญญาณอินฟราเรดแล้วจะผ่าน ULN 2803 เพื่อขยายสัญญาณแล้วส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อจะทำการส่งข้อมูลไปเก็บยังอีอีพรอมต่อไป

เครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์นี้ ใช้หลักการของระบบการรับส่งสัญญาณของรีโมทคอนโทรลแบบอินฟราเรด และไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งผู้ใช้สามารถนำเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ไปรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลต้นแบบ ผ่านกระบวนการคัดลอกสัญญาณและเก็บข้อมูลไว้ในอีอีพรอมยังตำแหน่งอ้างอิงที่ถูกต้องโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะทำให้สามารถทำงานได้เหมือนรีโมทคอนโทรลต้นแบบ จะเป็นประโยชน์ในการสำรองรีโมทคอนโทรลกรณีที่รีโมทคอนโทรลต้นแบบไม่สามารถใช้งานได้ ทั้งยังสามารถรองรับการใช้งานของฟังก์ชันต่างๆได้หลากหลายและสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้หลายชนิด โดยใช้รีโมทควบคุมเพียงเครื่องเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

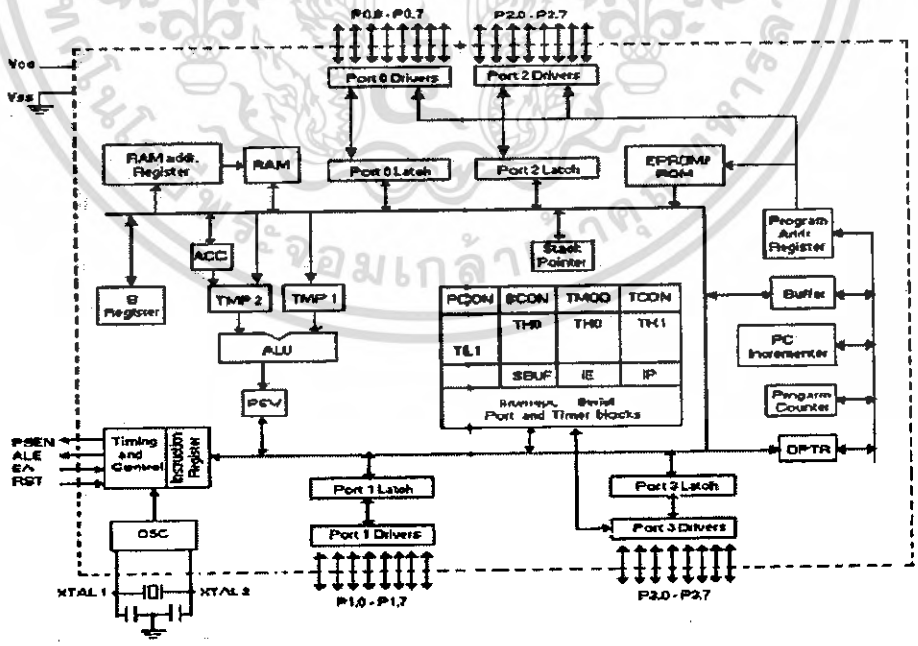
2.1 คุณลักษณะพื้นฐานของ MCS-51

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม P89xx

1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
2) ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลช สามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
3) หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
4) ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุท
5) มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
6) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต อย่างน้อย 2 ตัว
7) สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
8) สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
9) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิป

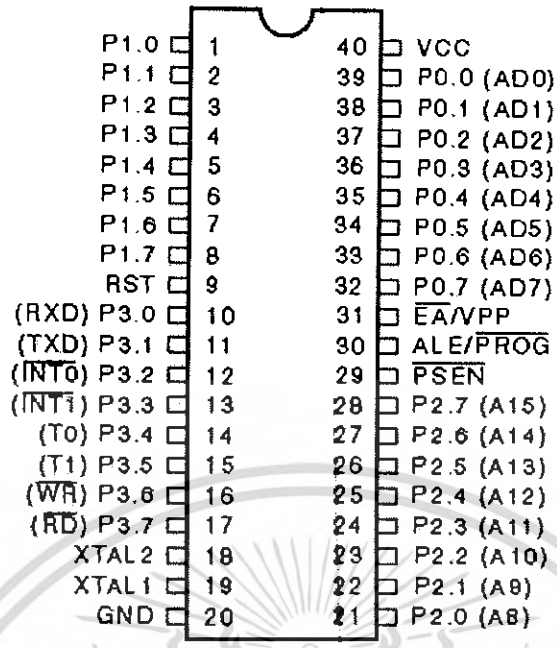
2.2 ลักษณะการจัดขาของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.1 และ 2.2 โดยมีรายละเอียดขั้นต้นดังนี้



รูปที่ 2.1 แสดงรายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.2 แสดงการจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

แสดงรายละเอียดพอร์ตของMCS-51 ดังนี้

ขา VCC ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มีขา 8 ขา สามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุท สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิดของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุทอิมพิแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุทได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรส และขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มีขา 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มีขา 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุทสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุทอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุทได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุทสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุทอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุทได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นตอนต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RXD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TXD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา $\overline{\text{INT0}}$

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา $\overline{\text{INT1}}$

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับสัญญาณไทม์เมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับสัญญาณไทม์เมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{\text{WR}}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{\text{RD}}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้การป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ขา $\overline{\text{ALE}}$ /PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆออกมา

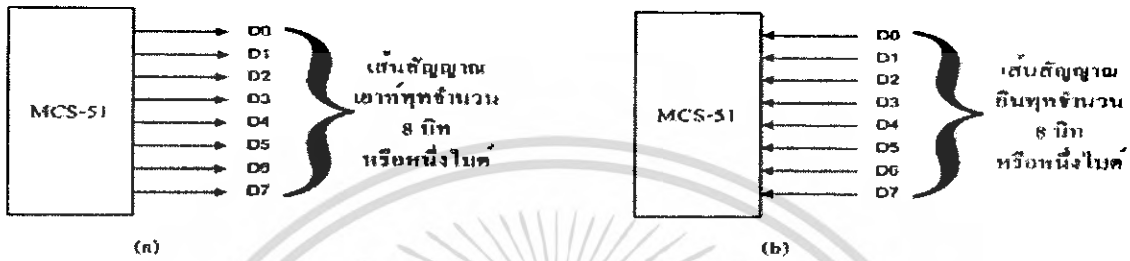
ขา $\overline{\text{EA}}$ /VPP (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหาขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น "1" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +5V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พอร์ตอินพุทและพอร์ตเอาท์พุท

พอร์ต คือ แอดเดรสหนึ่งที่ได้รับการกำหนดไว้เพื่อการโอนย้ายข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก การกำหนดประเภทของการติดต่อขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของข้อมูล เมื่อพิจารณาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก จากรูปที่ 2.3(a) เป็นการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเอาท์พุทพอร์ต และจากรูป 2.3(b) เป็นการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอินพุทพอร์ต



รูปที่ 2.3 แสดงการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอินพุทและเอาท์พุทพอร์ต

2.3.1 การใช้งานพอร์ตเป็นอินพุท

การใช้งานพอร์ตเป็นการอินพุทข้อมูลจะต้องเริ่มต้นด้วยการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมาทางบิตของพอร์ตสั้นก่อนเป็นอันดับแรก เพื่อหยุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุทของบิตนั้น ทำให้ขาสัญญาณของบิตถูกต่อเข้ากับตัวต้านทานซึ่งทำหน้าที่พูลอัปภายในซึ่งมีผลทำให้บิตนั้นของพอร์ต 1, 2 และ 3 เป็นสภาวะลอจิกสูง ตัวต้านทานนี้มีค่าประมาณ 50 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากและทำให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถขับสัญญาณของพอร์ตเหล่านี้เป็นลอจิกต่ำได้ง่าย สำหรับบิตของพอร์ต 0 นั้นแม้ว่าจะมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกันกับบิตของพอร์ตอื่นๆ แต่เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานซึ่งทำหน้าที่พูลอัปภายในไว้ ทำให้เมื่อทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุทนั้นหยุดการทำงาน ก็จะเป็นผลให้สัญญาณนี้อยู่ในสภาวะอิมพีแดนซ์สูงแทน

2.3.2 การใช้งานพอร์ตเป็นเอาท์พุท

เมื่อมีการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 0 ให้กับแต่ละบิตของพอร์ตทุกพอร์ต ข้อมูลนี้จะถูกส่งให้กับฟลิปฟลอป ซึ่งจะค้างค่านี้ไว้ และมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุทนั้นทำงาน ดังนั้นขาสัญญาณก็จะมีสภาวะลอจิกเป็นลอจิกต่ำด้วย

ส่วนการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมานั้น ในกรณีที่เป็นการทำงานในแต่ละบิตของพอร์ต 1 , 2 หรือ 3 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุทนั้นหยุดทำงาน มีผลทำให้ขาของสัญญาณเป็นลอจิกสูงด้วยตัวต้านทานที่พูลอัปอยู่ภายในนั้น แต่สำหรับการใช้งานในแต่ละบิตทางพอร์ต 0 นั้นจะมีผลแตกต่างออกไป โดยขาสัญญาณจะมีสภาวะอิมพีแดนซ์สูงแทน เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานภายในเชื่อมต่ออยู่นั้นเอง ดังนั้นการใช้งานพอร์ต 0 เป็นการนำข้อมูลออกทางเอาท์พุท จึงจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานภายนอกพูลอัปสัญญาณไว้กับลอจิกสูงแทน

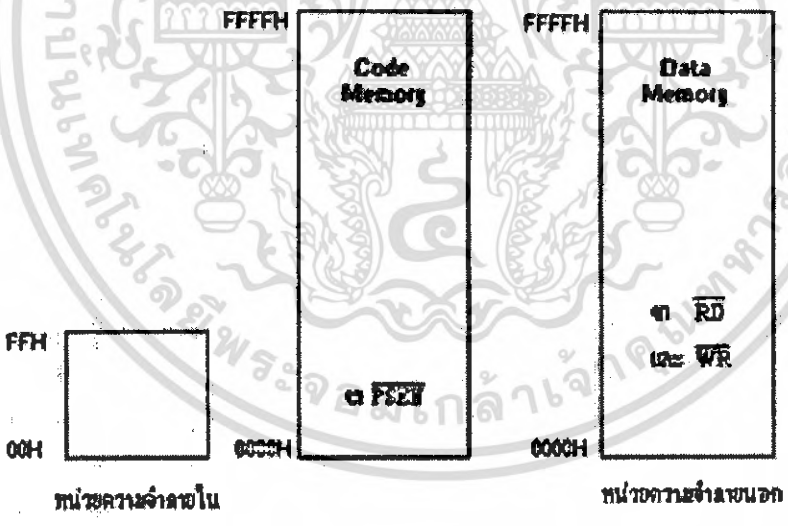
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หน่วยความจำโปรแกรมของ MCS-51

หน่วยความจำโปรแกรม(Program Memory) มีไว้เพื่อบรรจุคำสั่งหรือโปรแกรมที่ผู้ใช้พัฒนาขึ้น จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำ โดยอาจจะประกอบอยู่ภายในตัวของไอซี 89C51 เอง หรือเป็นไอซีหน่วยความจำอีพรอม(EPROM) หรือรอม(ROM) แยกออกต่างหากได้ ในกรณีหลังจำเป็นต้องมีการใช้พอร์ตอินพุทเอาท์พุท ทำหน้าที่เป็นบัสแอดเดรส และบัสข้อมูลเพื่อให้สามารถติดต่อกับหน่วยความจำมาตรฐานทั่วไปได้

หน่วยความจำโปรแกรมของ 89C51 เป็นบริเวณหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลและคำสั่งใช้งานต่างๆ ซึ่งแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ระบบข้อมูลเหล่านี้ก็ยังไม่สูญหายโครงสร้างของหน่วยความจำโปรแกรมมีลักษณะเช่นเดียวกับหน่วยความจำที่บรรจุอยู่ในไอซีหน่วยความจำประเภทต่างๆ เช่น หน่วยความจำแบบรอมหรืออีพรอม

การจัดพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 จะมีการจัดพื้นที่ดังรูปที่ 2.4 โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 สามารถอ่านข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรมสูงสุดได้ไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภทของหน่วยความจำโปรแกรมเป็น 2 ลักษณะตามตำแหน่งของหน่วยความจำนั้น คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Internal Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำรอมหรืออีพรอมที่อยู่ภายในตัวไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์เองและหน่วยความจำภายนอก (External Program Memory) ซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำมาทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมของระบบ

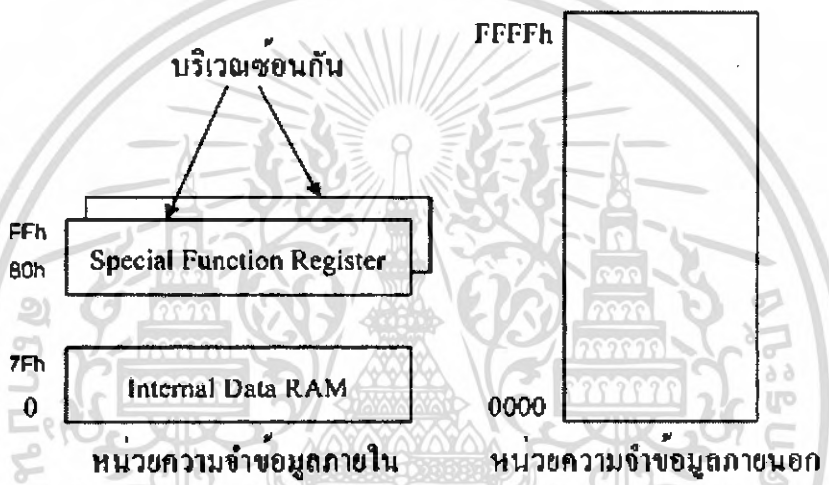


รูปที่ 2.4 แสดงการจัดพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หน่วยความจำข้อมูลของ MCS-51

หน่วยความจำข้อมูลมีหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูลหรือตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผลโปรแกรมไว้เป็นการชั่วคราว โดยที่หน่วยความจำข้อมูลจะมีลักษณะเป็นหน่วยความจำแรม(RAM) แบบสแตติก (Static) ดังนั้นเมื่อไม่มีการจ่ายไฟให้กับระบบ ก็จะมีผลทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำนี้สูญหายไป พื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลของ 89C51 สามารถมีได้ไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภทออกเป็นสองลักษณะตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยความจำนั้นดังลักษณะในรูปที่ 2.5 คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Internal Date Memory) หรือ แรมที่อยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง และหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data Memory) ซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำ แรมมาเพิ่มเติมเข้าไปในวงจร ลักษณะเดียวกับการนำไอซี อีพรอมมาใช้งานเป็นหน่วยความจำโปรแกรมนั่นเอง



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยความจำข้อมูล

2.5.1 หน่วยความจำข้อมูลภายใน

หน่วยความจำข้อมูลภายใน 89C51 มีจำนวนทั้งหมด 256 ไบต์ โดยจำแนกออกได้เป็นสองลักษณะคือ พื้นที่เฉพาะสำหรับตัวประมวลผลกลางใช้งานเท่านั้นซึ่งเรียกว่ารีจิสเตอร์ และพื้นที่ใช้งานทั่วไปสำหรับโปรแกรมใช้งานที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมา จากรูปที่ 2.6 แสดงถึงการจัดพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในของ 89C51 ซึ่งแบ่งเป็นสองส่วน คือ หน่วยความจำขนาด 128 ไบต์แรก และหน่วยความจำขนาด 128 ไบต์ถัดไป

2.5.2 หน่วยความจำขนาด 128ไบต์แรก

บริเวณนี้จะมีตำแหน่งแอดเดรสอยู่ในช่วง 00H ซึ่งแบ่งได้เป็นอีกสามส่วนดังนี้

* บริเวณแอดเดรส 00H-1FH จำนวน 32 ไบต์ จำแนกออกเป็นกลุ่มหรือแบงก์ข้อมูลจำนวน 8 ไบต์ รวมทั้งหมดสี่กลุ่ม พื้นที่ข้อมูลในแต่ละกลุ่มจะถูกใช้งานในฐานะของรีจิสเตอร์ทั่วไป เรียกว่า รีจิสเตอร์ R0-R7

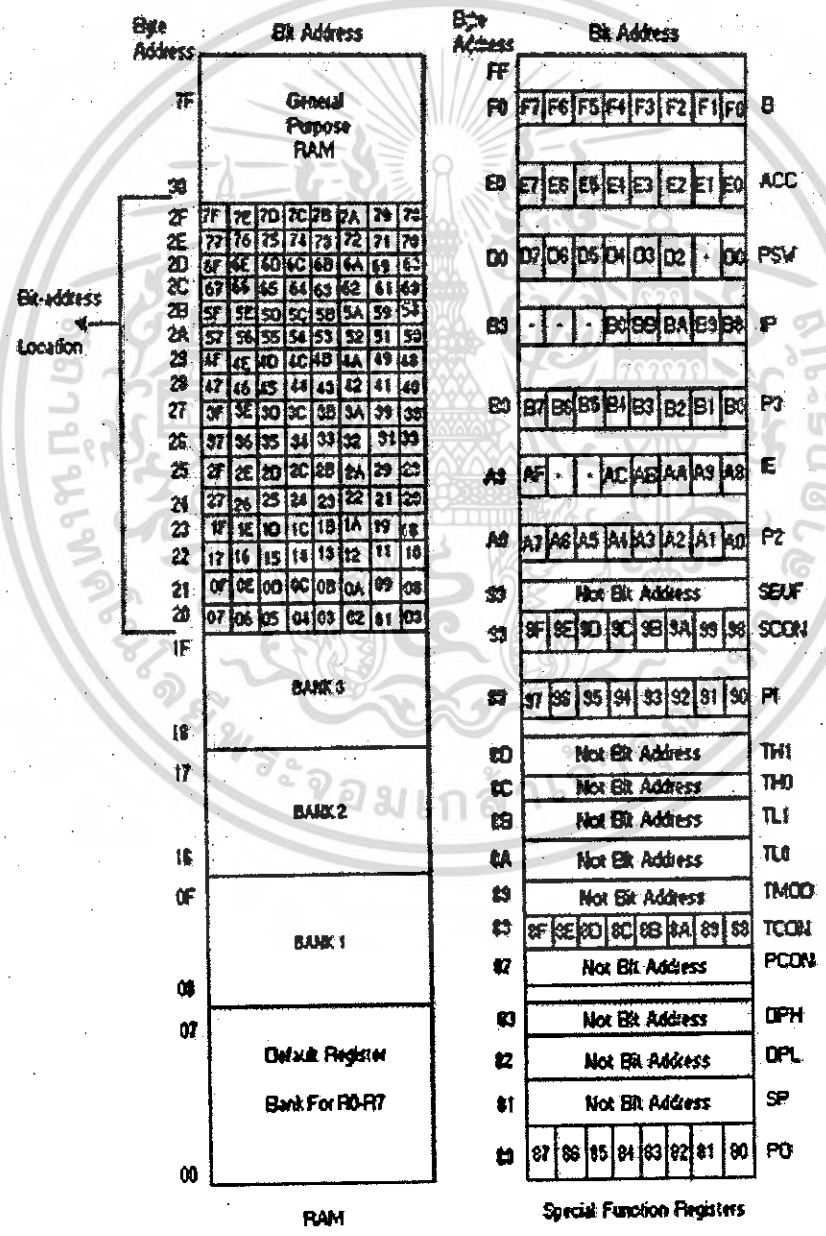
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* บริเวณแอดเดรส 20H-2FH จำนวน 16 ไบต์ จะเป็นพื้นที่ส่วนสำหรับผู้ใช้ที่สามารถอ้างถึงข้อมูลได้ทั้งแบบไบต์และแบบบิต

* บริเวณแอดเดรส 30H-7FH เป็นบริเวณที่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างอิสระ โดยสามารถอ้างอิงได้เฉพาะในลักษณะของไบต์ข้อมูลตามปกติเท่านั้น

2.5.3 หน่วยความจำขนาด 128 ไบต์ถัดไป

พื้นที่ตั้งแต่แอดเดรส 80H-FFH เป็นหน่วยความจำที่นำมาใช้งานเป็นรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ แต่ก็ยังมีบริเวณของหน่วยความจำที่อยู่บริเวณนี้ที่ผู้ใช้สามารถเก็บข้อมูลได้ แต่การเรียกใช้งานจะต้องมีการเข้าถึงข้อมูลแบบโดยอ้อมเท่านั้น



รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำแบบไบต์และแบบบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือพอร์ตของ 89C51 ทั้งหมด โดยมีตำแหน่งอยู่ในบริเวณแอดเดรส 80H-FFH การใช้งานรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษเหล่านี้สามารถทำได้ทั้งการระบุถึงชื่อรีจิสเตอร์หรือตำแหน่งแอดเดรสที่เป็นของรีจิสเตอร์นั้นก็ได้

2.6.1 แอกคิวมูเลเตอร์ (Accumulator)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ส่งให้หน่วยทำงานในซีพียูและเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานนั้น การใช้งานในโปรแกรมจะเรียกว่า รีจิสเตอร์ A

2.6.2 รีจิสเตอร์ B

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับการทำคำสั่งการคูณหารตัวเลข ในกรณีที่ไม่ใช้การคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์ ก็สามารถนำไปใช้งานเช่นเดียวกับรีจิสเตอร์ทั่วไปได้

2.6.3 โปรแกรมเคาน์เตอร์(Program Counter)

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับการชี้ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรม ซึ่งจะต้องไปทำงานในลำดับถัดไป การใช้งานในโปรแกรมจะเรียกว่า รีจิสเตอร์ PC

2.6.4 สแต็กพอยน์เตอร์(Stack Pointer)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ทำหน้าที่เก็บตำแหน่งของตัวชี้หรือพอยน์เตอร์ของบริเวณสแต็กสำหรับเก็บข้อมูลแอกคิวมูเลเตอร์ รีจิสเตอร์ต่างๆ รวมทั้งข้อมูลจากโปรแกรม ค่าเริ่มต้นของสแต็กจะอยู่ที่ตำแหน่ง 07H การใช้งานในโปรแกรมจะเรียกว่ารีจิสเตอร์ SP

2.6.5 ตัวชี้ข้อมูลหรือดาต้าพอยน์เตอร์(Data Pointer)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งเรียกว่า รีจิสเตอร์ DPTR และสามารถใช้งานแยกออกเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต สองตัว คือ รีจิสเตอร์ DPH และ DPL เพื่อเก็บค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่จะต้องใช้งานภายในโปรแกรม หรืออาจเป็นแอดเดรสของอุปกรณ์ภายนอก

2.6.6 โปรแกรมสเตตัสเวิร์ด(PSW)

รีจิสเตอร์นี้ทำหน้าที่บอกถึงแฟลกสภาวะการทำงานต่างๆ รวมทั้งบิตสำหรับการกำหนดเลือกแบงก์(Bank) ของรีจิสเตอร์ที่ใช้งานด้วย

2.6.7 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับพอร์ต(Port Register)

รีจิสเตอร์เหล่านี้จะมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอินพุทเอาท์พุทโดยตรงซึ่งจะเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต สามารถใช้งานได้ทั้งในลักษณะการอินพุทหรือการเอาท์พุทข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.8 รีจิสเตอร์ IP,IE,TMOD,SCON

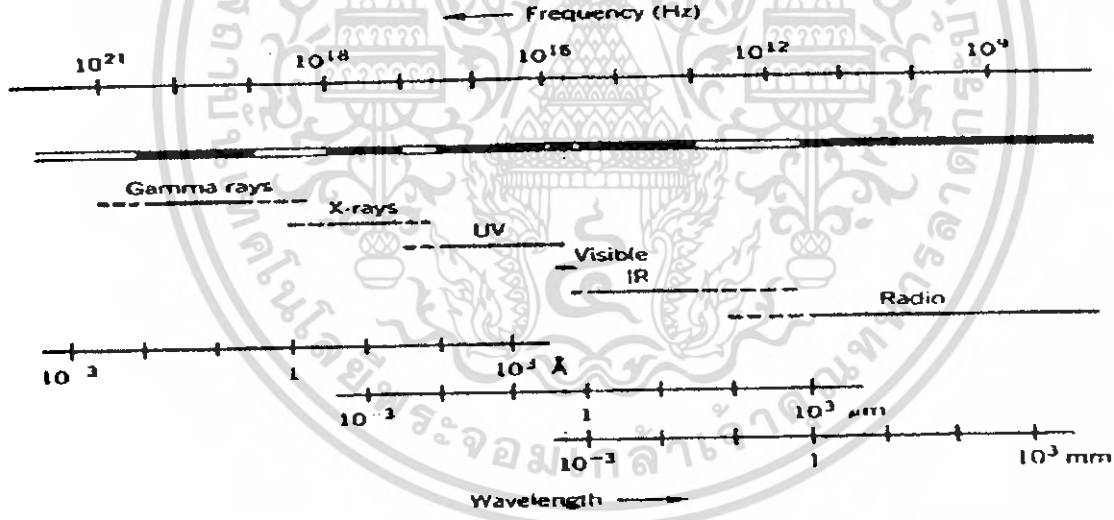
เป็นกลุ่มรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอินเตอร์รัปต์ต่างๆ

2.7 อินฟราเรด

การแผ่รังสีของอินฟราเรดเป็นรูปแบบหนึ่งของการแผ่คลื่นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า และมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับแสงทั่วไป คลื่นวิทยุ รังสีเอ็กซ์ ในความเป็นจริงแล้ว ความแตกต่างระหว่างอินฟราเรดกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไปก็แค่ความยาวคลื่น

ระหว่างอินฟราเรด อินฟราเรดระยะไกล และคลื่นมิลลิเมตรมีความก้ำกึ่งกัน ยังไม่สามารถระบุขอบเขตของมันได้อย่างแน่ชัด แสงทั่วไปคือแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ ตั้งแต่ 0.7 ไมโครเมตร ถึง 1000 ไมโครเมตร

อินฟราเรดมีคุณสมบัติคร่าว ๆ คือ เดินทางเป็นเส้นตรง ไม่สามารถทะลุผ่านโลหะเว้นแต่จะบางมาก แต่สามารถผ่านผลึกหลาย ๆ อย่าง พลาสติก และอากาศธาตุ (เช่น บรรยากาศโลก)



รูปที่ 2.7 แสดงสเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

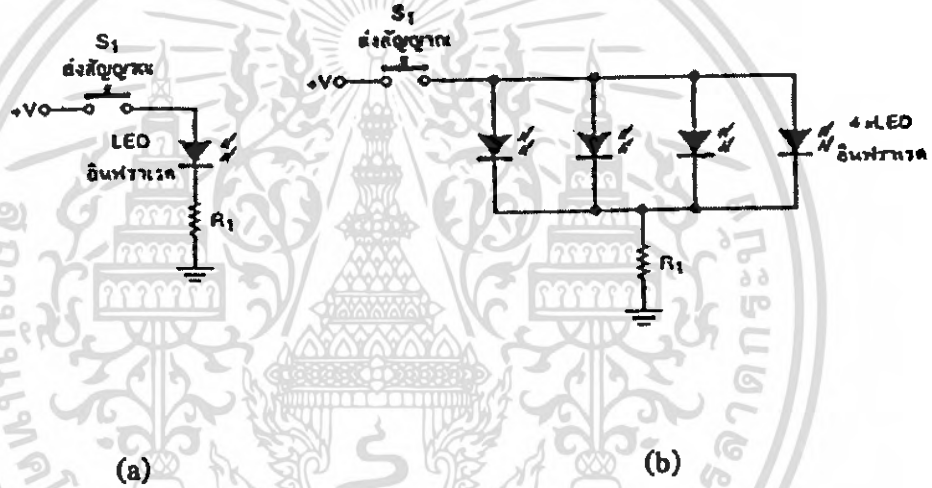
การถ่ายเทความร้อนมี 3 วิธี คือ การแผ่รังสี เช่นการแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การนำ เช่นโลหะ การพา เช่นอากาศ การส่งผ่านรังสีมีความสำคัญมากเพราะ เครื่องรับอินฟราเรดจะวัดจากการส่งผ่านของความร้อน(หรือโฟตอน) ที่อุณหภูมิสูงมีผลให้การแผ่รังสีของอินฟราเรดมีกำลังงานมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ตัวรับส่วนใหญ่จะทำงานได้ดีภายใต้อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ระบบอินฟราเรด

การใช้แสงอินฟราเรดสามารถตัดปัญหาการรบกวนของแสงภายนอกอื่น ๆ ที่มองไม่เห็น ลงไปได้โดยเด็ดขาด ยิ่งไปกว่านั้นวงจรใช้งานของระบบอินฟราเรดยังเป็นวงจรที่ไม่ซับซ้อนและมีความเชื่อถือสูงอีกด้วย

การส่งสัญญาณแสงย่านอินฟราเรดสามารถกระทำได้ดังในรูป 2.8 a ซึ่งประกอบด้วย แอลอีดี (LED) ที่เปล่งแสงในย่านอินฟราเรด เช่น การต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ โดยมีตัวต้านทาน(R1) ทำหน้าที่จำกัดกระแส สัญญาณที่ส่งออกโดยแอลอีดีเพียงตัวเดียว จะเหมาะกับการใช้งานในระยะไม่กี่เมตรเท่านั้น การเพิ่มกำลังส่งของอินฟราเรดให้ไปได้ไกลขึ้นทำได้โดยใช้แอลอีดีหลายตัวต่อขนานกันดังรูปที่ 2.8 b โดยที่ตัวต้านทาน(R1) จะต้องมีค่าลดลงจากเดิมเพราะต้องขับกระแสมากขึ้น



รูปที่ 2.8 แสดงวงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย

a) การไบอัสอินฟราเรดธรรมดา

b) การไบอัสอินฟราเรดเพื่อเพิ่มปริมาณความเข้มแสง

ปัจจุบันมีแอลอีดีย่านอินฟราเรดรุ่นใหม่ที่ให้กำลังส่งหรือความเข้มสูง ช่วยในการส่งสัญญาณให้ไปได้ไกลกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอล (Infrared Remote Control Protocol)

2.9.1 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอลของโซนี (Sony)

สำหรับ อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอลของโซนีนั้น อาศัยการเข้ารหัส ด้วยวิธีพัลส์วิด(Pulse-Width) โดยใช้แคเรียร์(Carrier) 40 กิโลเฮิร์ต, ส่งข้อมูล 14 บิต โดยข้อมูลจะเรียงตามลำดับดังนี้ คือ

1) สตาร์ทพัลส์(Start Pulse) มีความกว้าง 2.4 มิลลิวินาที หรือ เท่ากับ 4 เท่าของ T โดยที่ T จะเท่ากับ 600 ไมโครวินาที

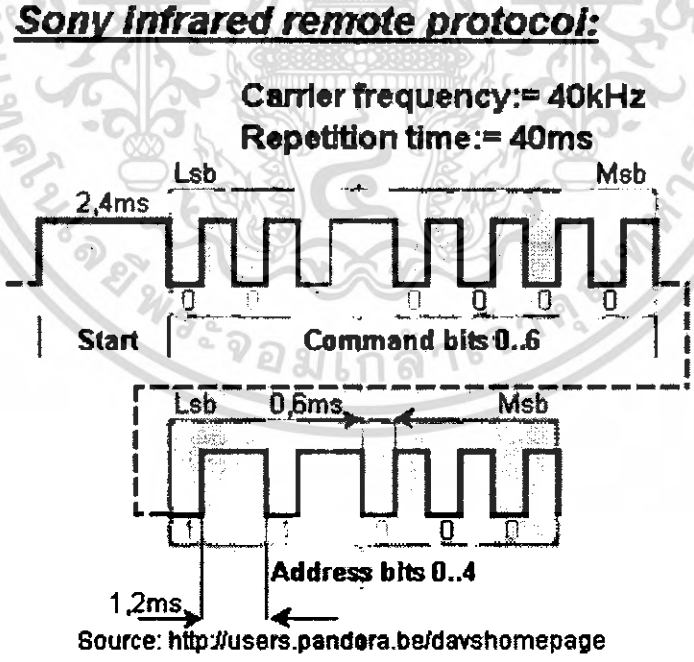
2) เฮดเดอร์(Header) จะประกอบด้วยคำสั่ง 7 บิต และ แอดเดรส 5 บิต คำสั่งและแอดเดรสจะเข้ารหัสด้วยลอจิก 0 และ 1

โดยถือว่า

0 = สเปซ(Space 600 ไมโครวินาที(1T)) แล้วตามด้วยพัลส์ 1200 ไมโครวินาที (2T)

1 = สเปซ(Space 600 ไมโครวินาที(1T)) แล้วตามด้วยพัลส์ 600 ไมโครวินาที (1T)

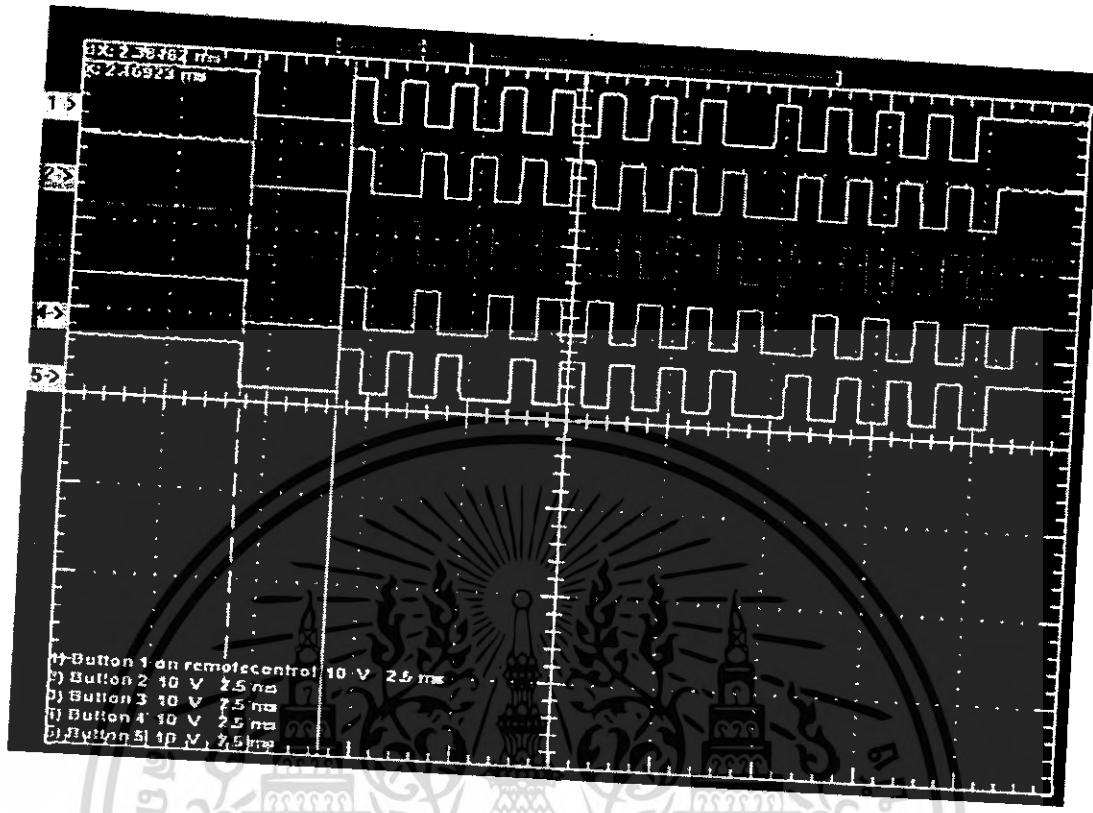
หากมีการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่อง จะมีช่องว่างระหว่างข้อมูลเท่ากับ 40 มิลลิวินาที



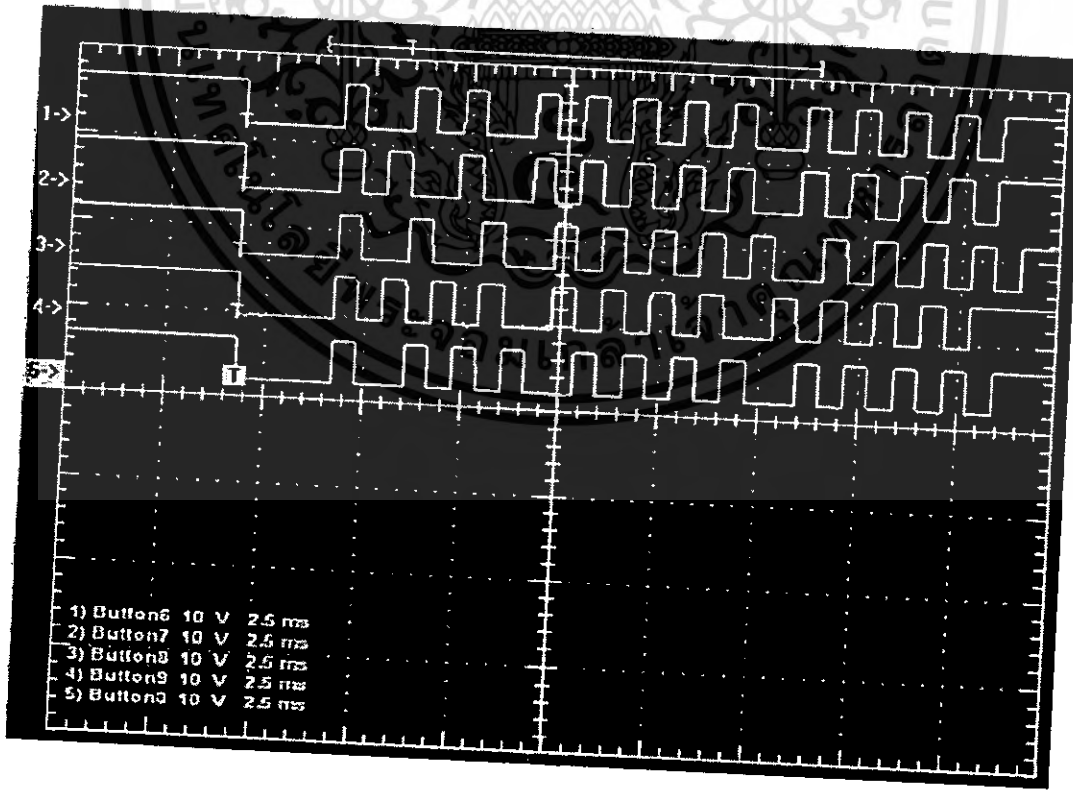
รูปที่ 2.9 แสดงการเข้ารหัสอินฟราเรดรีโมทโปรโตคอลของโซนี(Sony)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากเราใช้ดิจิตอลออสซิลโลสโคป (Digital Oscilloscope) จับ รูปคลื่น(waveform) ที่ส่งออกจากรีโมทคอนโทรลของโซนีจะเห็นรูปดังนี้

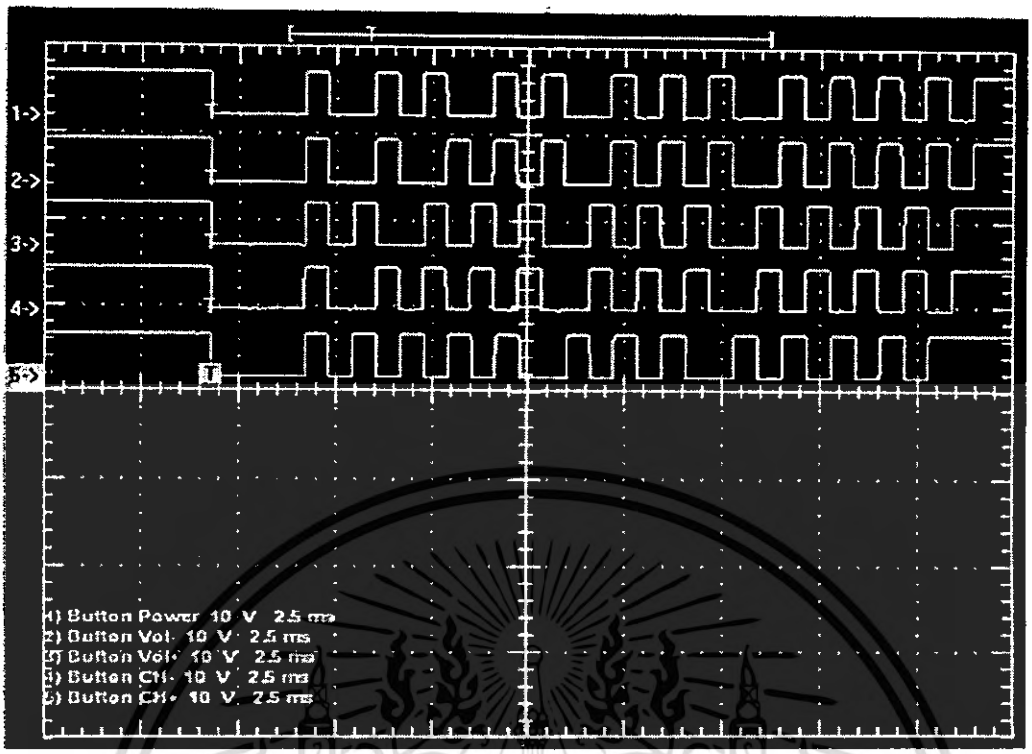


(a)



(b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(c)

รูปที่ 2.10 แสดงรูปคลื่น(waveform) ที่ส่งออกจากรีโมทคอนโทรลของโซนี(Sony)

นอกจากรูปแบบ ที่กล่าวมา โซนี ยังมีอีก 4 รูปแบบ รวมๆเรียกว่าเป็นโซนี เอสไออาร์ซี โปรโตคอล(Sony SIRC protocol) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

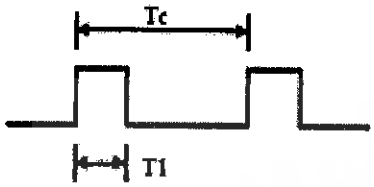
1) SONY D7C5 (ข้อมูล 7 บิต, คำสั่ง 5 บิต , ตอนที่ 1)
2) SONY D7C6 (ข้อมูล 7 บิต, คำสั่ง 6 บิต)
3) SONY D7C8 (ข้อมูล 7 บิต, คำสั่ง 8 บิต)
4) SONY D7C13 (ข้อมูล 7 บิต, คำสั่ง 13 บิต)
5) SONY 50119P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด รูปคลื่น(waveform) สำหรับรูปแบบอื่นๆ มีดังนี้

SONY - D7C6

A single pulse, modulated with 40KHz signal at 480KHz



Carrier frequency

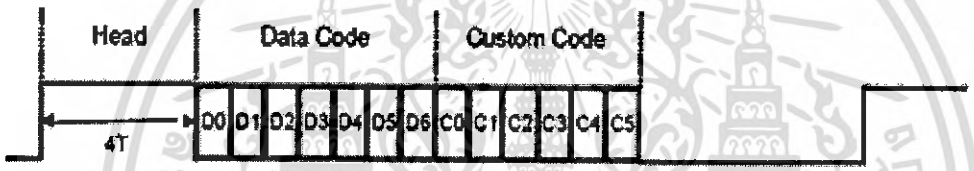
$f_{CAR} = 1/Tc = f_{OSC}/12$

Duty ratio = T1/Tc = 1/3

Time Unit = T = 24Tc = T

- Configuration of Flame

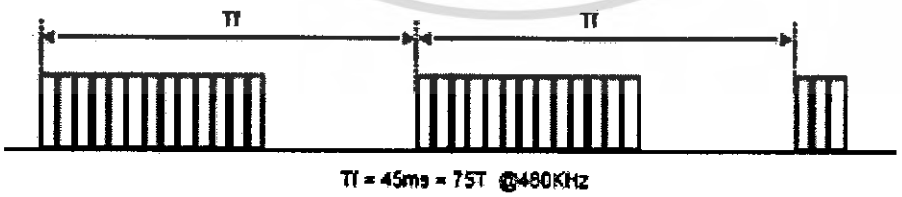
1st flame



- Bit Description

- Flame Interval : Tf

The transmitted waveform as long as a key is depressed

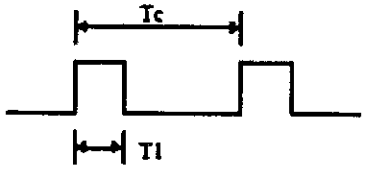


(a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SONY - D7C8

A single pulse, modulated with 40KHz signal at 480KHz



Carrier frequency

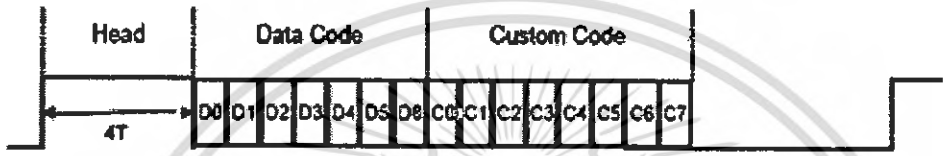
$f_{CAR} = 1/Tc = f_{OSC}/12$

Duty ratio = T1/Tc = 1/3

Time Unit = T = 24Tc

- Configuration of Flame

1st flame



- Bit Description

- Flame Interval : Tf

The transmitted waveform as long as a key is depressed

(b)

รูปที่ 2.11 แสดงรูปคลื่นรูปแบบอื่นๆของโซนี(Sony)

ส่วน D7C13 คล้ายกับ D7C5, D7C6, D7C8 เพียงแต่มีข้อมูล 13 บิตนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดแอดเดรสและคำสั่งต่างๆ สำหรับ รูปแบบ D7C5

แอดเดรส(Address)	ดีไวซ์(Device)
1	TV
2	VCR 1
3	VCR 2
6	Laser Disc Unit
12	Surround Sound
16	Cassette deck / Tuner
17	CD Player
18	Equalizer

ปุ่มกด (Command	Function)
0	Digit key 1
1	Digit key 2
2	Digit key 3
3	Digit key 4
4	Digit key 5
5	Digit key 6
6	Digit key 7
7	Digit key 8
8	Digit key 9
9	Digit key 0
16	Channel +
17	Channel -
18	Volume +
19	Volume -
20	Mute
21	Power
22	Reset
23	Audio Mode
24	Contrast +
25	Contrast -
26	Colour +

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72277

27	Colour -
30	Brightness +
31	Brightness -
38	Balance Left
39	Balance Right
47	Standby

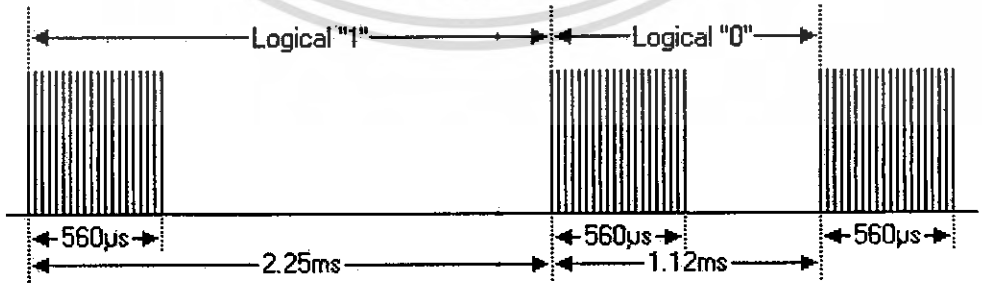
2.9.2 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอลของเอ็นอีซี(NEC)

รูปแบบนี้ ใช้แพร่หลายในรีโมทคอนโทรลของเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยเฉพาะโทรทัศน์มากมายหลายยี่ห้อ มีข้อสังเกต ดูจากไอซี ที่ใช้ ส่วนใหญ่ไอซีของเอ็นอีซี เบอร์ uPD6121, uPD6122 หรือ อาจจะเป็นเบอร์ จากไต้หวัน หรือ จีน เช่น HT6221 จะต่างกันก็ตรงแอดเดรสหรือโค้ด(custom code)ที่ถูกกำหนดโดยการต่อขาไอซีในรูปแบบต่างๆกัน

คุณสมบัติ

* แอดเดรสขนาด 8 บิต และคำสั่ง มีขนาด 8 บิต
* เพื่อความเชื่อถือได้ของข้อมูลแอดเดรส และ คำสั่งจะถูกส่งไป 2 ครั้ง
* ใช้การเข้ารหัสแบบพัลส์ดิสแทรน (Pulse Distance)
* ใช้ความถี่แคเรียร์ 38 กิโลเฮิร์ต
* ใช้คาบเวลาของบิต คือ 1.12 มิลลิวินาที และ 2.25 มิลลิวินาที

การเข้ารหัสแบบ พัลส์ดิสแทรน

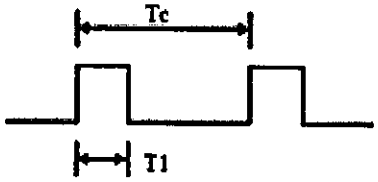


รูปที่ 2.12 แสดงการเข้ารหัสแบบพัลส์ดิสแทรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

uPD6121G with simple repeat code

A single pulse, modulated with 37.91KHz signal at 455KHz



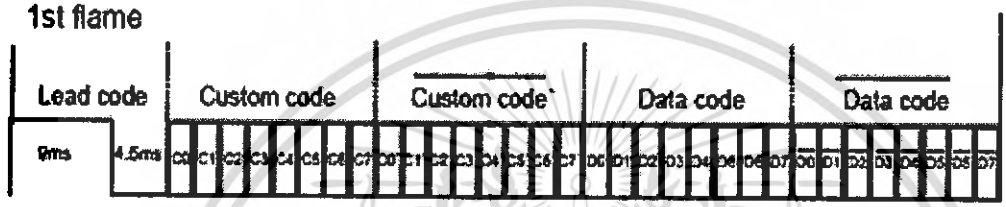
Carrier frequency

$f_{CAR} = 1/Tc = f_{OSC}/12$

Duty ratio = T1/Tc = 1/3

- Configuration of Flame

1st flame

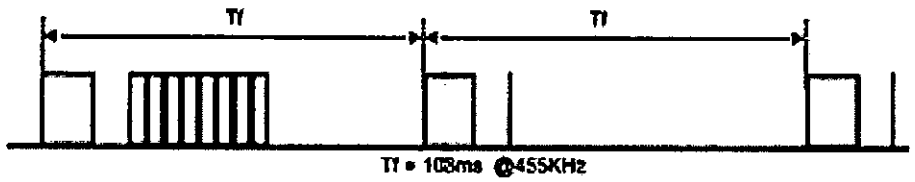


- Repeat code

- Bit Description

- Flame Interval : Tf

The transmitted waveform as long as a key is depressed

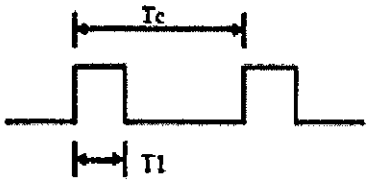


(a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

uPD6121G with full repeat code

A single pulse, modulated with 37.91KHz signal at 455KHz



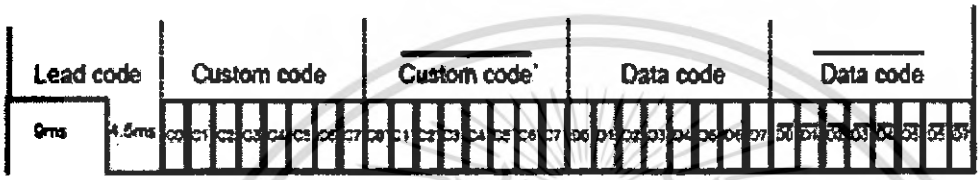
Carrier frequency

$f_{CAR} = 1/Tc = f_{OSC}/12$

Duty ratio = T1/Tc = 1/3

- Configuration of Flame

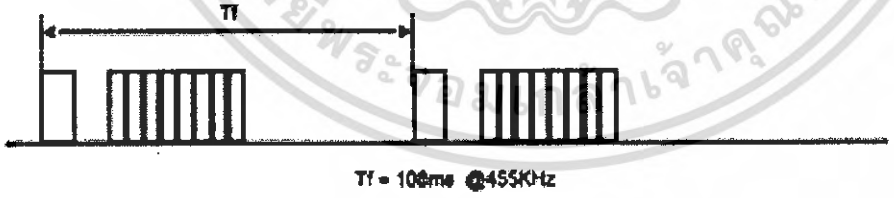
1st flame



- Bit Description

- Flame Interval : Tf

The transmitted waveform as long as a key is depressed

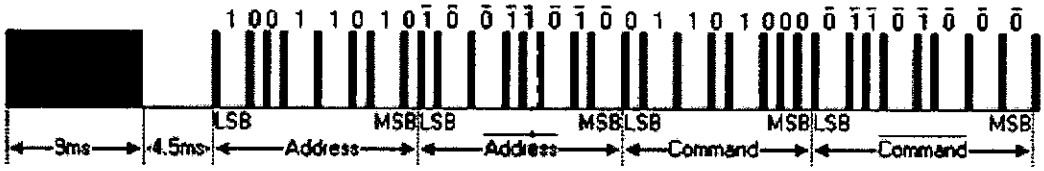


(b)

รูปที่ 2.13 แสดงโปรโตคอลต่างๆของเอ็นอีซี(NEC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

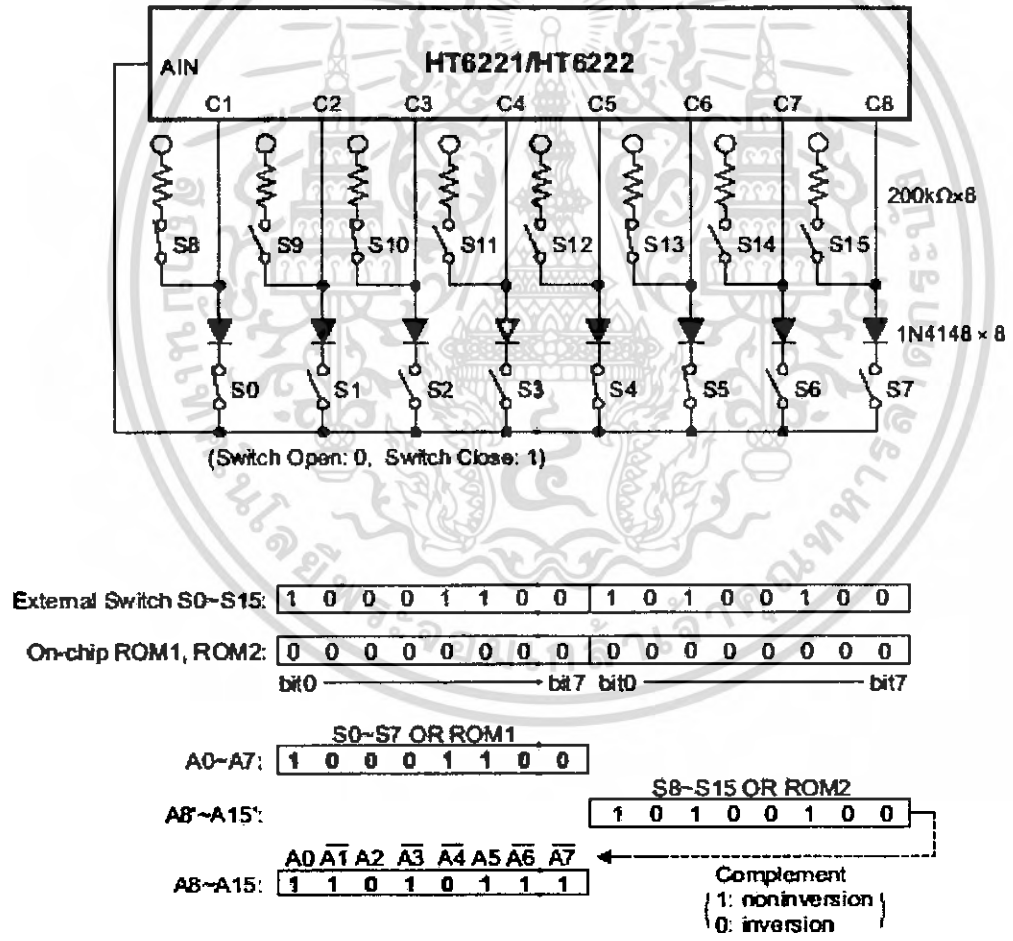
ตัวอย่าง รูปคลื่น(waveform)



รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างรูปคลื่นของเอ็นอีซี(NEC)

จากรูปแอดเดรส คือ 59H และคำสั่งคือ 16H

วิธีกำหนดแอดเดรส หรือโค้ด(custom code) โดยการเลือกต่อวงจรที่ขา AIN, C1-C8 ในแบบต่างๆ



รูปที่ 2.15 แสดงการกำหนดแอดเดรส

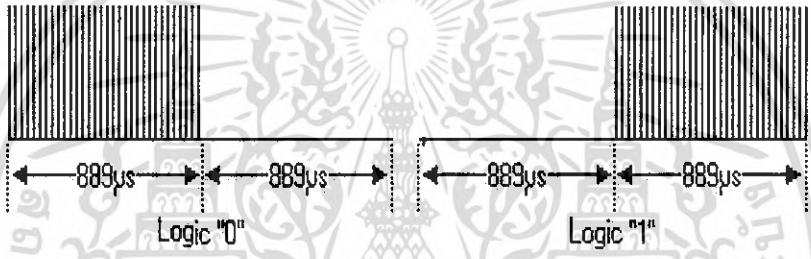
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอลของอาร์ซี5(RC5)

คุณสมบัติ

* แอดเดรสขนาด 5 บิต และคำสั่งมีขนาด 6 บิต
* ใช้การเข้ารหัสแบบไบเฟสโค้ดดิง(Biphase Coding) / แมนเชสเตอร์โค้ดดิง(Manchester Coding)
* ใช้ความถี่แคเรียร์ 36 กิโลเฮิร์ต
* ใช้คาบเวลาของบิต คือ 1.778 มิลลิวินาที (64 ไซเคิล ของ 36 กิโลเฮิร์ต)

การเข้ารหัสแบบไบเฟสทรานมิสชันเทคนิค(Biphase Transmission Technique) หรือแมนเชสเตอร์โค้ดดิง *(Manchester coding)*



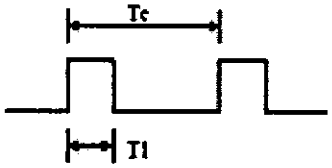
รูปที่ 2.16 แสดงเข้ารหัสแบบไบเฟสทรานมิสชันเทคนิคโปรโตคอล

จะเริ่มต้นด้วย สตาร์ทบิต(Start Bit) จากนั้นตามด้วย เอนลาจบิต(Enlarge Bit) ตามด้วยสิ่งที่แตกต่างจากรูปแบบ อื่นๆ คือ ทอกเกิลบิต(Toggle Bit) โดยบิตนี้จะถูกทอกเกิล ให้มีสภาวะสลับกันทุกครั้งที่กดปุ่มใดๆของรีโมทคอนโทรลทำให้ เราสามารถใช้เป็นข้อสังเกตได้ว่า ข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามานั้นเป็นของการกดปุ่มใหม่หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SAA3010(RC-5)

A single pulse, modulated with 37.917KHz signal at 455KHz



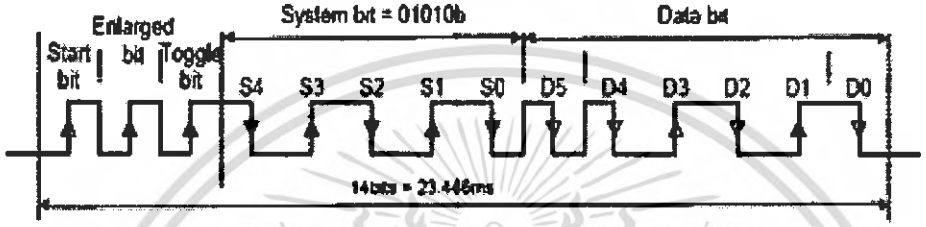
Carrier frequency

$f_{CAR} = 1/Tc = f_{OSC}/12$

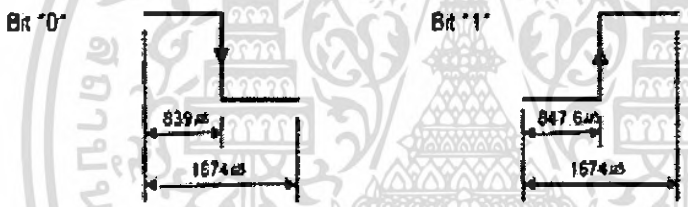
Duty ratio = T1/Tc = 1/3

- Configuration of Flame

1st flame



- Bit Description



- Flame Interval : Tf

The transmitted waveform as long as a key is depressed

รูปที่ 2.17 แสดงโปรโตคอลต่างๆของอาร์ซี5(RC5)

การกำหนดคำสั่ง ในรูปแบบอาร์ซี5 โดย ฟิลลิปส์(Philips) ได้ออกกำหนดมาตรฐานของอาร์ซี5 (RC5 Remote Control Command)ตามตารางข้างล่าง ทำให้เราสามารถหารูปคลื่นของแต่ละปุ่มกดได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงรูปคลื่นของแต่ละปุ่มกดของอาร์ซี5(RC5)

RC-5 Address	Device
$00 - 0	TV1
$01 - 1	TV2
$02 - 2	Teletext
$03 - 3	Video
$04 - 4	LV1
$05 - 5	VCR1
$06 - 6	VCR2
$07 - 7	Experimental
$08 - 8	Sat1
$09 - 9	Camera
$0A - 10	Sat2
$0B - 11	
$0C - 12	CDV
$0D - 13	Camcorder
$0E - 14	
$0F - 15	
$10 - 16	Pre-amp
$11 - 17	Tuner
$12 - 18	Recorder1
$13 - 19	Pre-amp
$14 - 20	CD Player
$15 - 21	Phono
$16 - 22	SatA
$17 - 23	Recorder2
$18 - 24	
$19 - 25	
$1A - 26	CDR
$1B - 27	
$1C - 28	
$1D - 29	Lighting
$1E - 30	Lighting
$1F - 31	Phone

RC-5 Command	TV Command	VCR Command
$00 - 0	0	0
$01 - 1	1	1
$02 - 2	2	2
$03 - 3	3	3
$04 - 4	4	4
$05 - 5	5	5
$06 - 6	6	6
$07 - 7	7	7
$08 - 8	8	8
$09 - 9	9	9
$0A - 10	-/--	-/--
$0C - 12	Standby	Standby
$0D - 13	Mute	
$10 - 16	Volume +	
$11 - 17	Volume -	
$12 - 18	Brightness +	
$13 - 19	Brightness -	
$20 - 32	Program +	Program +
$21 - 33	Program -	Program -
$32 - 50		Fast Rewind
$34 - 52		Fast Forward
$35 - 53		Play
$36 - 54		Stop
$37 - 55		Recording

2.9.4 อินฟราเรดรีโมทคอนโทรลโปรโตคอลของเจวีซี(JVC)

สำหรับ รูปแบบนี้ ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทเจวีซี

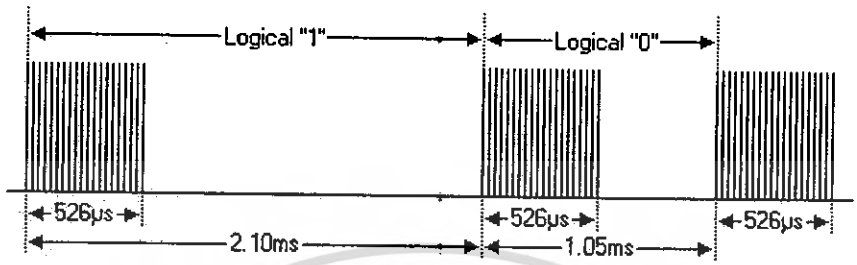
คุณสมบัติ

* แอดเดรสขนาด 8 บิตและ คำสั่งมีขนาด 8 บิต
* ใช้การเข้ารหัสแบบพัลส์ดิสแทรนโค้ดดิง
* ใช้ความถี่แคเรียร์ 38 กิโลเฮิร์ต
* ใช้คาบเวลาของบิต 1.05 มิลลิวินาที หรือ 2.10 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้ารหัสแบบพัลส์ดิสแทรน

สำหรับเจวีซีจะมีรายละเอียดการเข้ารหัสดังนี้



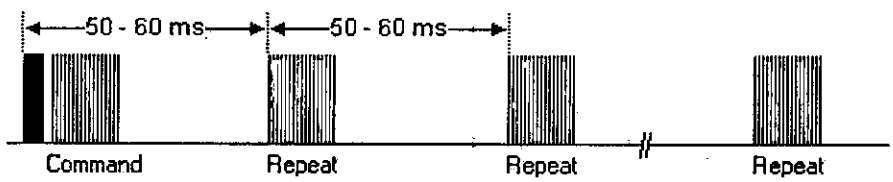
รูปที่ 2.18 แสดงการเข้ารหัสแบบพัลส์ดิสแทรนโค้ดดิง

โปรโตคอล

จะเริ่มต้นด้วยสตาร์ทพัลส์กว้าง 8.4 มิลลิวินาที จากนั้นตามด้วยช่องว่าง 4.2 มิลลิวินาที จากนั้นก็จะตามด้วย แอดเดรส 8 บิตและคำสั่ง 8 บิตและหากเรายังกดปุ่มอยู่ ก็จะส่งข้อมูลชุดต่อไปๆ (เฉพาะแอดเดรสและคำสั่ง) โดยจะเว้นช่องว่างระหว่างชุดประมาณ 50-60 มิลลิวินาที

รูปที่ 2.19 แสดงโปรโตคอลของเจวีซี(JVC)

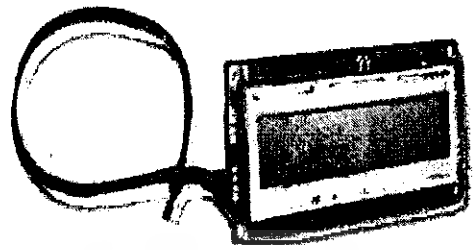
จากตัวอย่างเป็นรูปคลื่นของเจวีซีที่ส่งข้อมูลแอดเดรส 59(H) และคำสั่ง 35(H) จากนั้นหากเรายังคงกดปุ่มค้างไว้ ก็จะมีข้อมูลส่งต่อๆออกมา โดยเว้นช่วงห่างระหว่างชุดประมาณ 50-60 มิลลิวินาที



รูปที่ 2.20 แสดงรูปคลื่นของเจวีซี(JVC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 เอสแอลซีดี(โมดูลแอลซีดีแบบอนุกรม)



รูปที่ 2.21 แสดงเอสแอลซีดี(โมดูลแอลซีดีแบบอนุกรม)

แนวคิดในการสร้างโมดูลแอลซีดีแบบอนุกรมคือ นำโมดูลแอลซีดี แบบขนานมาเชื่อมต่อเข้ากับแผงวงจรแปลงการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเป็นขนาน เมื่อเบสิกแสตมป์ ส่งข้อมูลอนุกรมเข้ามาแผงวงจรดังกล่าวจะทำการแปลงเป็นข้อมูลแบบขนานแล้วส่งต่อไปยังโมดูลแอลซีดี เพื่อให้ทำงานตามที่กำหนดต่อไป

คุณสมบัติทางเทคนิคของเอสแอลซีดี(โมดูลแอลซีดีแบบอนุกรม)

* แสดงผลได้ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด
* เชื่อมต่อกับพอร์ตของเบสิกแสตมป์ได้โดยตรง (ในกรณีต่อเข้าที่ขา P0 – P7 ขาใดขาหนึ่ง)
* เชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้โดยตรง
* สามารถเลือกสัญญาณเชื่อมต่อเป็นแบบโดยตรง(direct) หรือแบบกลับลอจิก (invert) ได้
* เลือกบอดเรตได้ 2 ค่า คือ 2400 และ 9600 บิต ต่อ วินาที ในรูปแบบข้อมูล 8 บิต ไม่มีพาริตี้บิตหยุด 1 บิต (8N1)
* เลือกชุดคำสั่งในการควบคุมได้ทั้งแบบมาตรฐานและแบบเพิ่มเติม
* ใช้สัญญาณเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น คือ +VCC(+) , GND(G) และอินพุท(Serial input)
* สามารถเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทุกตระกูล โดยใช้ขาพอร์ตในการติดต่อเพียง 1 เส้น
* ใช้ไฟเลี้ยงได้ตั้งแต่ +5 ถึง +12 V

2.10.1 การใช้งานเอสแอลซีดี(โมดูลแอลซีดี แบบอนุกรม)

ในรูปแบบด้านล่างแสดงรายละเอียดของแผงวงจรด้านหลังของเอสแอลซีดีบนบอร์ดมีจัมเปอร์เพื่อควบคุมการทำงานทั้ง 4 ตัว มีดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) จัมเปอร์เลือกโหมดคำสั่ง (mode command jumper) ใช้สำหรับเลือกโหมดคำสั่งเพื่อควบคุมการแสดงผลของโมดูลแอลซีดี ซึ่งเลือกได้ 2 โหมด คือ โหมดคำสั่งมาตรฐาน(ST) ซึ่งจะตรงกับโมดูลแอลซีดีของ สก็อต เอ็ดเวิดส์ ที่ได้รับความนิยมทั่วโลก และโหมดคำสั่งเพิ่มเติม (Extended mode command : EX) สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในหัวข้อชุดคำสั่งของเอสแอลซีดีปกติจะเลือกโหมดคำสั่งมาตรฐาน(ST)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) จัมเปอร์เลือกบรรทัดของการแสดงผล (Lines Jumper) ใช้เลือกจำนวนบรรทัดของการแสดงผล มีด้วยกัน 2 แบบ คือ 1/8 ดิวตี(Duty) หมายถึงเลือกแสดงผล 8 หลักต่อบรรทัด และแบบ 1/16 ดิวตี หมายถึงเลือกแสดงผล 16 หลักหรือตัวอักษรต่อบรรทัดหรือมากกว่า ปกติจะเลือกไว้ที่ 1/16 ซึ่งหมายถึง เลือกการแสดงผลแบบหลายบรรทัด

3) จัมเปอร์เลือกบอดเรตหรืออัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม(baudrate select jumper) เลือกได้ 2 ค่า คือ 2400 บิตต่อวินาที และ 9600 บิตต่อวินาที ในรูปแบบจำนวนบิตข้อมูล 8 บิต ไม่มีบิตพาริตี้ และมีบิตหยุด 1 บิต

4) จัมเปอร์เลือกรูปแบบของสัญญาณเชื่อมต่อ(interface signal jumper) เลือกได้ 2 ค่า คือ แบบกลับลอจิก และ RS-232 (invert logic TTL/CMOS level or RS-232 : IN) กับแบบเชื่อมต่อโดยตรง (direct logic TTL/CMOS level : DI) ถ้าหากนำเอสแอลซีดีไปเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ต้องเลือกไปที่ IN ถ้าหากเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง สามารถเลือกใช้ได้ทั้ง IN และ DI การปรับความสว่างของจอแสดงผลทำได้โดยปรับที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ในตำแหน่งไบรท์เนสส์ (BRIGHTNESS) จุดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกมี 3 จุด คือ จุดต่อไฟเลี้ยง +VCC(+) , อินพุตสัญญาณอนุกรม(Serial input : S) และจุดต่อกราวด์ (GND : G)

2.11 ระบบบัส I^2C

I^2C ย่อมาจาก Inter-IC Communication หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างไอซีโดยบัส I^2C ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยฟิลลิปส์ โดยจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อ สั่งงาน และควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือสายข้อมูล อีกเส้นหนึ่งคือสายติดต่อสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์บนบัส I^2C ทำได้ง่ายมาก เพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับการติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัว จะใช้รหัสข้อมูล และการกำหนดสภาวะลอจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว

สายข้อมูลบนบัส I^2C มีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการว่า สายข้อมูลอนุกรม หรือ SDA (Serial Data line) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกามีชื่อเรียกว่า สายสัญญาณนาฬิกาอนุกรม หรือ SCL (Serial Clock line)

2.11.1 คุณสมบัติทั่วไปของบัส I^2C

สาย SDA และ SCL เป็นสายสัญญาณ 2 ทิศทาง ต้องมีการต่อตัวต้านทานพูลอัปเกรดกับแรงดัน +5V ไว้ตลอดเวลา เพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งาน ทั้งยังช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I^2C ต้องมีลักษณะเป็นวงจรเดรนเปิด (Open-drain) หรือคอลเล็กเตอร์เปิด(Open-collecter) อัตราการถ่ายทอดข้อมูลบนบัส I^2C สูงถึง 100 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดปกติ(Standard mode) และสูงถึง 400 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดความเร็วสูง (Fast mode) อุปกรณ์ที่ต่ออยู่ร่วมอยู่บนบัส I^2C จะต้องมีค่าความจุไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นระหว่างสาย SDA และ SCL ไม่เกิน 400 พิโกฟารัด การเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I^2C มี 2 แบบคือแบบ 7 บิต (7-bit addressing) หรือ 8 บิต (8-bit addressing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของ I^2C คือ สามารถที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ไฟเลี้ยงที่ไม่เท่ากันให้สามารถติดต่อสื่อสานกันได้โดยใช้อุปกรณ์บนบัส I^2C ตัวหนึ่งอาจใช้ไฟเลี้ยง +5v ในขณะที่อีกตัวหนึ่งอาจใช้ไฟเลี้ยงที่ +12v การต่อร่วมกันบนบัส I^2C สามารถที่จะใช้ได้ในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่อุปกรณ์ทั้งสองใช้ไฟเลี้ยงที่เท่ากัน กล่าวคือ ให้ต่อสาย SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกัน และต้องต่อตัวต้านทานพูลอัป (Rp) เข้ากับแรงดัน +5v ไว้ด้วยเสมอ ในกรณีที่มีแรงดันไฟกระชากขนาดใหญ่ปะปนเข้ามาในบัส I^2C ที่ขา SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวต้องต่อตัวต้านทานอนุกรมเข้ากับขา SDA และ SCL เรียกว่า Rs ก่อนต่อเข้าสู่บัส I^2C

2.11.2 หลักการของ I^2C

ประกอบด้วยสายสัญญาณสองเส้น คือ SDA และ SCL อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงบนบัสสามารถที่จะมีได้มากมาย ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของการติดต่อบนบัส หรือเรียกว่า โปรโตคอล (protocol) เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า ขณะนี้มีอุปกรณ์ใดติดต่อกันอยู่และอุปกรณ์ใดเป็นตัวรับหรือตัวส่ง ต่อไปนี้จะอธิบายลักษณะหน้าที่และนิยามของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I^2C

- อุปกรณ์ที่เป็นผู้สร้างข้อมูลหรือส่งข้อมูลเรียกว่า ตัวส่ง (Transmitter)
- อุปกรณ์ที่เป็นผู้รับข้อมูล เรียกว่า ตัวรับ (Receiver)

ในอุปกรณ์บนบัส I^2C สามารถที่จะเป็นได้ทั้งตัวรับ และตัวส่ง บางอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับเพียงอย่างเดียว จะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I^2C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งเพียงอย่างเดียว อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการทำงานหรือการติดต่อบนบัส I^2C เรียกว่า มาสเตอร์ (Master)

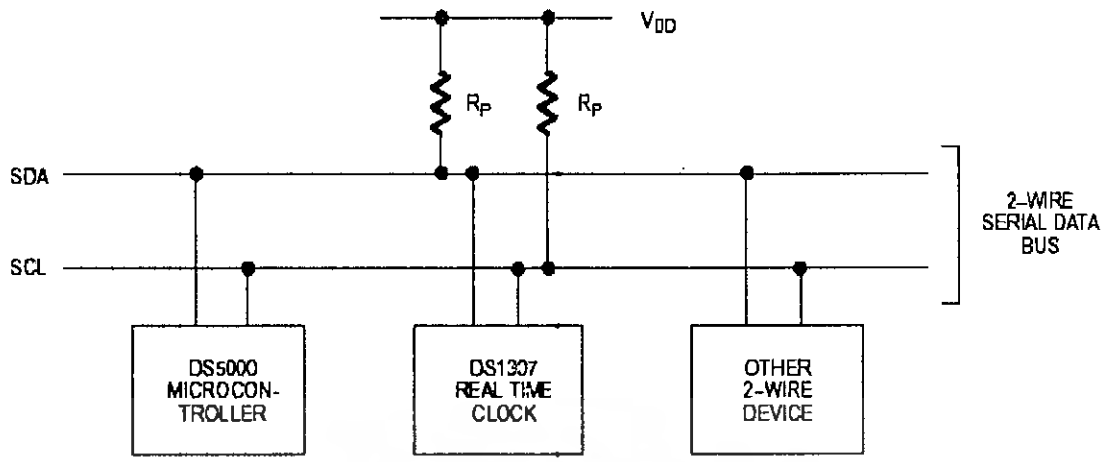
2.11.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C

I^2CBUS เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ ติดต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทฟิลลิปส์เซมิคอนดักเตอร์ โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ SDA และสาย SCL ซึ่งสามารถ เชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวนหลายๆ ตัว เข้าด้วยกันได้ ทำให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้น

2.11.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2CBUS

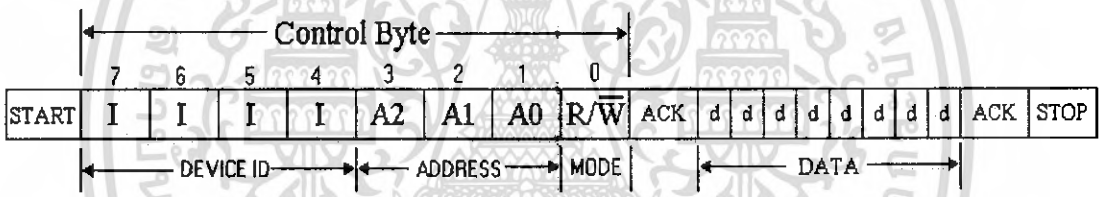
I^2CBUS ใช้สายสัญญาณ 2 เส้น คือ SCL และSDA สำหรับติดกับอุปกรณ์แบบ 2 ทิศทาง โดยที่ขาสัญญาณทั้ง 2 จะต้องต่อกับตัวต้านทานแบบพูลอัป 2-10 กิโลโอห์ม เนื่องจากเอาต์พุตมีลักษณะเป็นแบบวงจรเดรนเปิด หรือเป็นแบบคอลเล็กเตอร์เปิด เพื่อให้เอาต์พุตเชื่อมต่อกันได้หลายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I²CBUS

2.11.5 การเขียน-อ่านข้อมูลกับอุปกรณ์แบบ I²CBUS



รูปที่ 2.23 รูปแบบการเขียน/อ่านข้อมูลแบบ I²CBUS

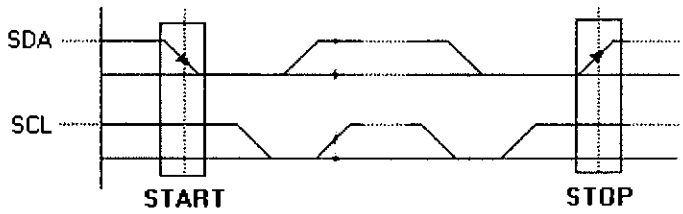
2.11.6 การรับ-ส่งข้อมูลแบบ I²CBUS MCU

- ส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส
- แล้วตามด้วย รหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบ ด้วยรหัส ประจำตัวอุปกรณ์ ดีไวซ์ไอดี (Device ID) ,ดีไวซ์แอดเดรส(Device Address) ,และโหมด(Mode) ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล
- เมื่ออุปกรณ์ รับทราบว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องการ จะติดต่อด้วยก็ต้องส่งสถานะรับรู้ (Acknowledge) หรือแจ้งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง
- และเมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูลไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่า สิ้นสุดการใช้บัส

สถานะบัสว่าง คือเมื่อบัสไม่ได้ถูกใช้งาน ทั้ง SCL และ SDA จะเป็น 1 ทั้งคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.7 การกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I^2CBUS (START and STOP Conditions)

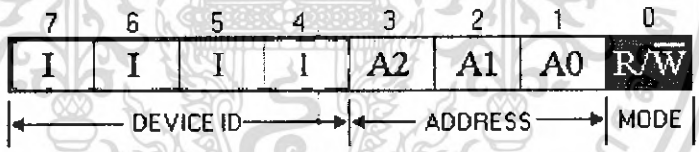


รูปที่ 2.24 สถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I^2CBUS

ลักษณะการกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I^2CBUS

- เมื่อต้องการส่งข้อมูลไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก I มาเป็น 0 ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น I
- เมื่อสิ้นสุดการการใช้บัสไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 0 มาเป็น 1ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

2.11.8 รหัสควบคุมของ I^2CBUS (Control Byte)



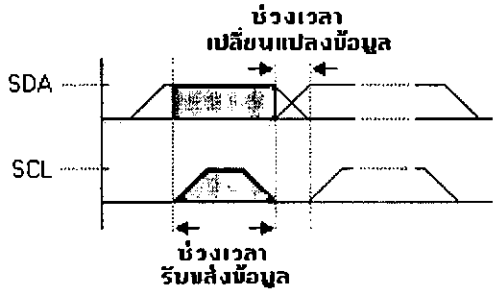
รูปที่ 2.25 บัส(รหัสควบคุม)

รหัสควบคุมของ I^2CBUS ประกอบด้วยรหัสประจำตัวของอุปกรณ์ (Device ID) ประกอบด้วย บิต 1-7 และบิต 0 เป็นบิตควบคุมการเขียนอ่าน

- รหัสประจำตัวของอุปกรณ์ ประกอบด้วยรหัสประจำตัวจากผู้ผลิต (Product ID) 4 บิต (บิต 4-7) ที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขไม่ได้ และ ดีไวซ์แอดเดรส 3 บิต (บิต 1-3) ซึ่งผู้ใช้ สามารถ กำหนด เองได้ รวมแล้วเป็นรหัส 7 บิต ใช้ระบุตัวอุปกรณ์ ที่ต่ออยู่บนบัส จะมีค่าซ้ำกันไม่ได้
- บิตควบคุมการเขียนอ่าน (Mode) บิต 0 เมื่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 0 ต้องการ อ่านข้อมูล จากอุปกรณ์ ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.9 ช่วงเวลารับส่งบิตข้อมูลของ I^2CBUS



รูปที่ 2.26 การรับส่งบิตข้อมูลของ I^2CBUS

- สภาวะการรับ-ส่งข้อมูล จะกระทำในขณะที่ขา SCL เป็น 1
- สภาวะการเปลี่ยนแปลงข้อมูล จะกระทำในขณะที่ขา SCL เป็น 0

2.12 อีอีพรอม(EEPROM)

อีอีพรอม(EEROM หรือ Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) คือหน่วยความจำรอมที่ผู้ใช้สามารถลบหรือแก้ไขหรือเขียนซ้ำข้อมูลที่บรรจุอยู่ภายในได้ และสามารถกระทำซ้ำได้หลายครั้ง โดยอาศัยแอพพลิเคชันที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงกว่าปกติ อีอีพรอมจะต่างจากอีพรอมตรงที่ไม่จำเป็นต้องถอดออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแก้ไขข้อมูล การลบข้อมูลใน อีอีพรอมจะเป็นการลบข้อมูลทั้งหมด ไม่สามารถเลือกลบเฉพาะบางส่วนได้ อย่างไรก็ตามมันมีอายุการใช้งานจำกัดขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งในการลบหรือแก้ไขข้อมูล เช่น 10 ครั้งหรือ 100 ครั้ง รูปแบบพิเศษของ อีอีพรอม คือหน่วยความจำแฟลช (Flash Memory) ซึ่งใช้ระดับไฟปกติในเครื่องพีซีสำหรับการลบหรือเขียนหรือแก้ไขข้อมูล

อีอีพรอม เป็นหน่วยความจำแบบอ่านอย่างเดียว ที่ผู้ใช้ปรับปรุงได้ ซึ่งสามารถลบ และโปรแกรมใหม่ได้ด้วยการประยุกต์ของความต่างศักย์ที่สูงกว่าปกติ แต่ไม่เหมือนกันอีพรอม โดยอีอีพรอมจะต้องโปรแกรมใหม่ทั้งหมดไม่สามารถเลือกได้ และอายุการใช้ขึ้นกับจำนวนครั้งในการโปรแกรม ตั้งแต่หลายสิบครั้ง หลายหมื่นครั้ง ใน อีอีพรอมที่มีความถี่ในการโปรแกรมใหม่ ขณะที่คอมพิวเตอร์ใช้งาน ต้องพิจารณาอายุของอีอีพรอม ในการออกแบบรูปแบบพิเศษของอีอีพรอม คือ หน่วยความจำแฟลชซึ่งใช้ความต่างศักย์ปกติของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในการแก้โปรแกรมใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีพีรอม (EPROM)

อีพีรอมหน่วยความจำแบบอ่านอย่างเดียวที่สามารถลบและเขียนคำสั่งใหม่ได้ การลบทำได้โดยใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตผ่านช่องเข้าไปยังหน่วยความจำ (แสงไฟฟ้าธรรมดามีแสงอุลตร้าไวโอเลตไม่เพียงพอที่จะลบได้ แต่แสงอาทิตย์สามารถทำให้เกิดการลบได้ ดังนั้น ที่ช่องดังกล่าวจะมีการปิดผนึกไว้ เมื่อยังไม่ได้ติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์)

รอม(ROM)

รอม(ROM) เป็นหน่วยความจำที่ติดมากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเก็บข้อมูลประเภทที่ตามปกติให้อ่านอย่างเดียว รอม มีโปรแกรมที่ยินยอมให้คอมพิวเตอร์บูทหรือเรียกใช้เมื่อเปิดเครื่อง รอมจึงแตกต่างจากแรมโดยที่ข้อมูลของรอมไม่เคยหายไปเมื่อปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

เราจะแบ่งการคำนวณและการสร้างเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟท์แวร์

3.1 ขั้นตอนการทดลอง

เริ่มการทดลองโดยการสร้างฮาร์ดแวร์เพื่อเป็นเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ที่สามารถ คัดลอกสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลต้นแบบ และสามารถส่งสัญญาณอินฟราเรดได้ โดยกระบวนการทำงานผ่านทางการกดปุ่มสวิตช์โดยมีจอแอลซีดีแสดงผลการทำงานและมีหลอดแอลอีดีแสดงสถานะการทำงาน หลังจากนั้นทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการด้วยภาษาซี สำหรับการใช้งานจริงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1.ส่วนของการส่งสัญญาณอินฟราเรดสามารถทำได้ด้วยการกดปุ่มสวิตช์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการประมวลผล แล้วส่งรหัสสัญญาณต่างๆ ที่ได้เก็บเอาไว้ตามสวิตช์ที่กด 2.ส่วนของการคัดลอกสัญญาณสามารถทำได้ด้วยการกดปุ่มสวิตช์ และมีหลอดแอลอีดีที่จะติดเมื่ออยู่ในสถานะพร้อมคัดลอกสัญญาณ และ จะดับเมื่อทำการคัดลอกสัญญาณเสร็จแล้ว

3.1.1 ส่วนของการส่งสัญญาณอินฟราเรด

เริ่มต้นด้วยการต่อสวิตช์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสวิตช์เหล่านี้จะเป็นส่วนสำคัญในการใช้งาน ซึ่งสวิตช์ที่ได้ต่อเข้าไปนั้นจะแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของสวิตช์ที่จะใช้ในการเลือกโหมดการทำงาน ส่วนของสวิตช์ที่จะใช้กดเพื่อเลือกฟังก์ชั่นการทำงานที่ต้องการเมื่อผ่านการกดสวิตช์เลือกโหมดการทำงานเรียบร้อยแล้ว ซึ่งการกดสวิตช์แต่ละตัวนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการดึงข้อมูลของสัญญาณอินฟราเรดจากอีอีพรอมมาใช้ แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนข้อมูลของสัญญาณอินฟราเรดที่ได้เก็บไว้ในอีอีพรอมก็สามารถทำได้โดยการกดสวิตช์ส่วนที่ 3 เป็นสวิตช์ที่เมื่อกดแล้วหลอดแอลอีดีจะแสดงสถานะพร้อมที่จะคัดลอกข้อมูลเก็บไปไว้ในอีอีพรอม ซึ่งในการทำงานในขั้นตอนต่างๆนั้นจะมีจอแอลซีดีแสดงผลตลอด

หลังจากต่อสวิตช์แล้วก็เป็นส่วนของการส่งสัญญาณอินฟราเรด ซึ่งจะทำการต่อเอาท์พุทจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังไอซี เบอร์ ULN2803 ที่เป็นตัวขยายสัญญาณ และต่อเอาท์พุทจาก ไอซี เบอร์ ULN2803 ไปยังตัวส่งสัญญาณอินฟราเรดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ส่วนของการคัดลอกสัญญาณอินฟราเรด

สำหรับในส่วนนี้นั้นเป็นส่วนของการคัดลอกข้อมูลไปยังอีอีพรอมตามตำแหน่งของสวิตช์ที่ได้เลือก ดังนั้นจะต้องทำการต่ออีอีพรอมเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีเพื่อให้สามารถที่จะทำการคัดลอกข้อมูลไปยังอีอีพรอมตามตำแหน่งของสวิตช์ที่จะกด กล่าวคือ เมื่อกดสวิตช์เลือกโหมดการทำงานแล้วกดสวิตช์เพื่อเลือกฟังก์ชั่นการทำงาน โดยสวิตช์ที่ใช้ในการเลือกฟังก์ชั่นการทำงานนั้นจะมีตำแหน่งอ้างอิงในอีอีพรอมที่แตกต่างกัน ซึ่งก็คือ เมื่อกดสวิตช์เลือกฟังก์ชั่นการทำงานใดๆ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการประมวลผลแล้วทำการดึงข้อมูลให้ตรงกับตำแหน่งในอีอีพรอมของสวิตช์นั้นๆ

สำหรับกระบวนการในการคัดลอกสัญญาณ จะสามารถทำได้โดยขั้นตอนแรกจะทำการสร้างภาครับสัญญาณด้วยวงจรรับสัญญาณอินฟราเรดซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ ULN2803 ต่อกับตัวรับสัญญาณอินฟราเรดและต่อเอาท์พุทที่ได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วทำการเขียนโปรแกรมโดยจะเขียนโปรแกรมให้มีการประกาศ ตัวแปรอาเรย์ขนาด 8 บิต 150 ตัวแปรเพื่อเอาไว้เก็บข้อมูลของรีโมทอินฟราเรดต้นแบบที่ส่งเข้ามายังภาครับสัญญาณอิฟราเรด เมื่อมีสัญญาณเข้ามาจะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจสอบหาตำแหน่งแรกของสัญญาณเมื่อได้ตำแหน่งเริ่มต้นที่จะเก็บสัญญาณแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะตรวจสอบว่าสัญญาณที่เข้ามานั้นมีค่าเป็น 1 หรือ 0 เมื่อตรวจสอบแล้วก็จะเก็บค่าเป็น 1 หรือ 0 ลงในตัวแปรจนครบ 150 ตัว เมื่อครบแล้วจะทำการส่งค่าไปยังอีอีพรอมเพื่อเก็บค่าที่ได้จากตัวแปร ซึ่งการเก็บค่านี้จะเป็นการเก็บค่าไว้ที่ตำแหน่งอ้างอิงของสวิตช์เลือกฟังก์ชั่นการทำงานที่ได้ทำการกดไว้ก่อนการเริ่มกระบวนการคัดลอกสัญญาณ

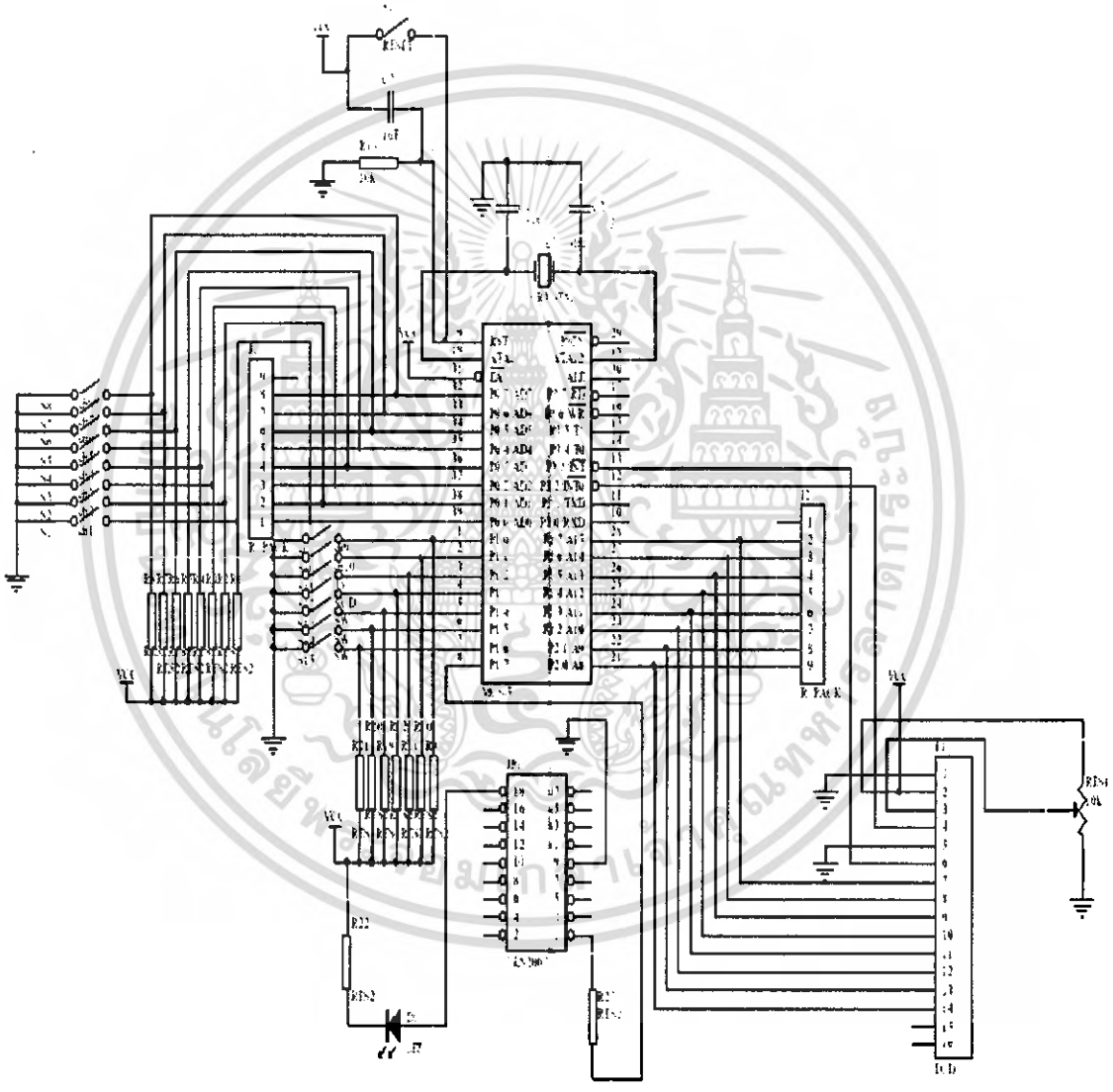
ในกระบวนการคัดลอกสัญญาณนั้นจะมีหลอดแอลอีดีไว้แสดงสถานะด้วย คือ ถ้าได้กดสวิตช์เพื่อทำการคัดลอกสัญญาณ หลอดแอลอีดีจะติดเพื่อแสดงสถานะว่าพร้อมที่จะเข้าสู่กระบวนการคัดลอกสัญญาณ และเมื่อนำรีโมทต้นแบบมาส่งสัญญาณไปยังภาครับสัญญาณอินฟราเรด และในขณะที่รับสัญญาณไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตรวจสอบค่าของสัญญาณที่เข้ามาว่ามีค่ามากเกินกว่าค่าของตัวแปรที่ได้ประกาศไว้ 150 ตัวหรือไม่ ถ้าสามารถเก็บข้อมูลได้พอ หลอดแอลอีดีก็จะดับลง แต่ถ้าสัญญาณที่รับเข้ามานั้นเมื่อแปลงเป็นเลขฐานสองเก็บในตัวแปรแล้วตัวแปร 150 ที่ได้ประกาศไว้ไม่พอที่จะเก็บข้อมูลได้ทั้งหมด หลอดแอลอีดีก็จะกระพริบเพื่อแสดงสถานะว่าไม่สามารถเก็บข้อมูลของรีโมทต้นแบบได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนของฮาร์ดแวร์

3.2.1 วงจรโดยรวมของรีโมทอินฟราเรดภาคส่ง

จะทำการสร้างสัญญาณควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ P89C51 โดยทำการสร้างสัญญาณควบคุมออกมาจากการกดปุ่มต่างๆดังนี้



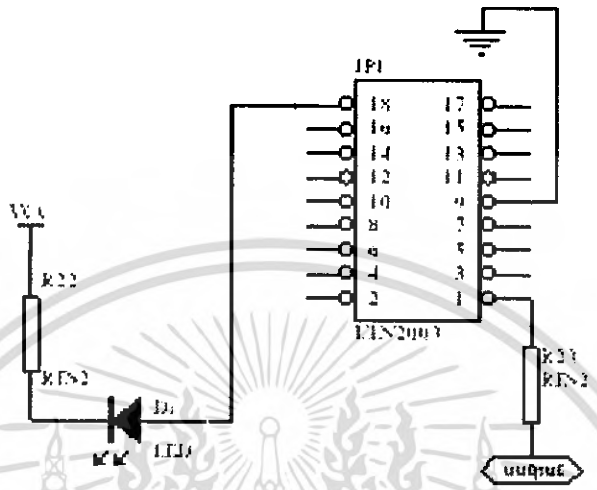
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรโดยรวมของรีโมทอินฟราเรดภาคส่ง

- พอร์ต 1.2-1.5 เป็นสวิตช์ใช้เลือกโหมดในการทำงานรีโมทคอนโทรล
- พอร์ต 0.0-0.5 เป็นสวิตช์ใช้เลือกฟังก์ชันการทำงานของรีโมทคอนโทรล

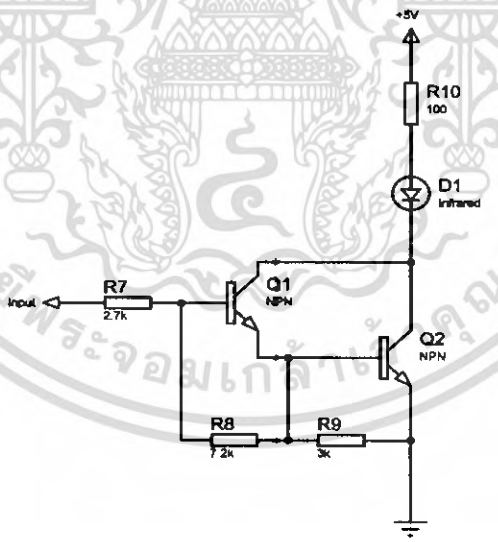
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด

ออกแบบวงจรส่งอินฟราเรดตาม คาค้าชีทของไอซีเบอร์ ULN2803 ได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด



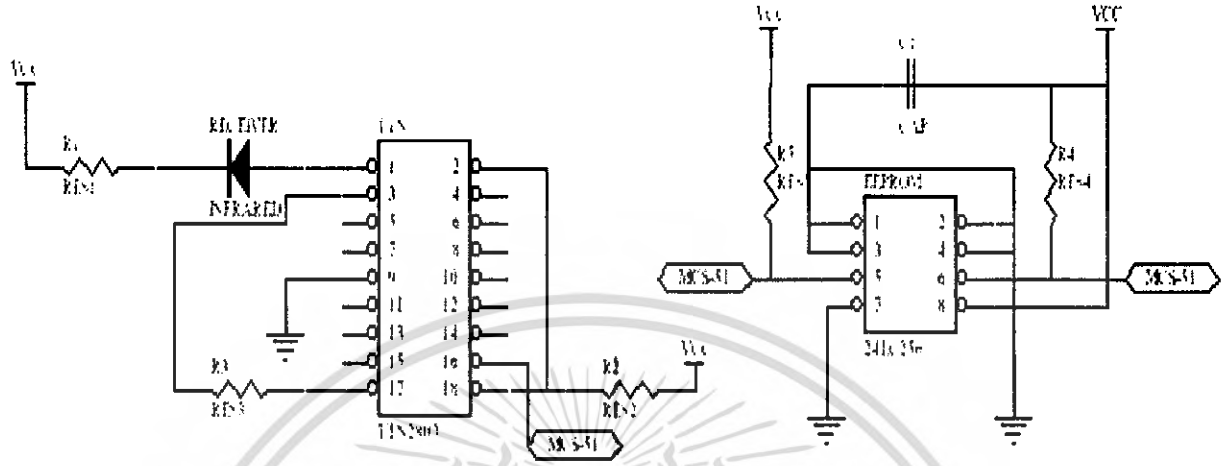
รูปที่ 3.3 แสดงรายละเอียดภายในวงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด

วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรดนี้ประกอบด้วย ULN2803 ซึ่งทำหน้าที่ขยายสัญญาณ ทำให้สัญญาณมีกำลังแรงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วงจรภาครับสัญญาณอินฟราเรด

ออกแบบวงจรรับอินฟราเรดตาม คาต้าชีทของไอซีเบอร์ ULN2803 และ อีอีพรอมเบอร์ 24LC256 ได้ดังนี้



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรภาครับสัญญาณอินฟราเรด

- ULN2803 เป็นตัวรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลต้นแบบ แล้วทำการขยายสัญญาณและส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์
- เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสัญญาณแล้ว ก็จะตรวจสอบหาตำแหน่งเริ่มต้นของสัญญาณ และเก็บค่าสัญญาณไว้ในตัวแปร หลังจากนั้นส่งต่อไปยังอีอีพรอม
- ในกระบวนการคัดลอกสัญญาณจะมีแอลอีดี บอกสถานะการทำงานซึ่งจะมีการบอกสถานะ 3 สถานะด้วยกัน ดังนี้

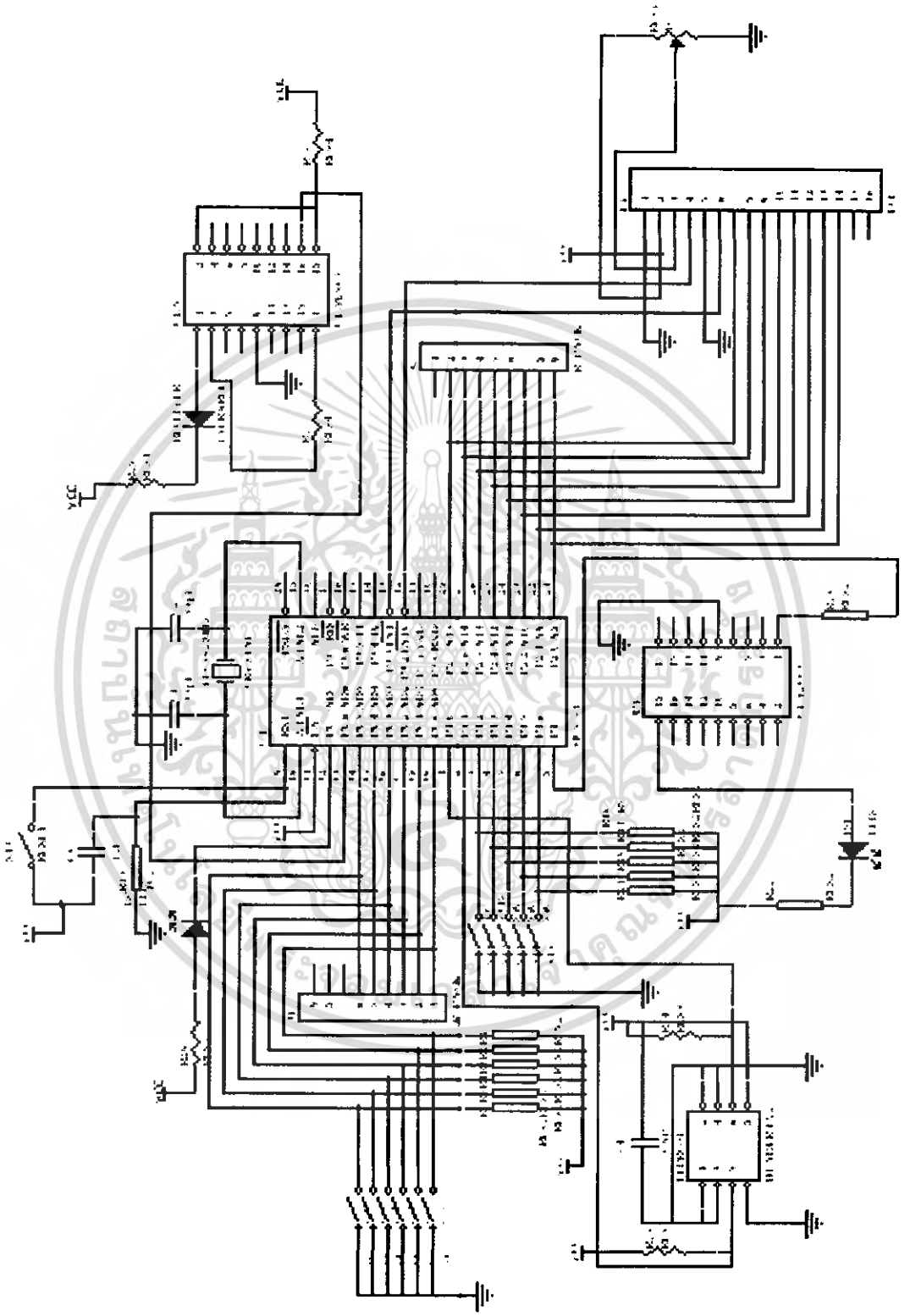
(1) แสดงสถานะที่จะพร้อมเก็บข้อมูล คือแอลอีดีจะสว่าง

(2) แสดงสถานะที่เก็บข้อมูลเสร็จแล้วและเก็บสัญญาณได้ครบถ้วนคือ แอลอีดีจะดับ

(3) แสดงสถานะที่เก็บข้อมูลเสร็จแล้วแต่สัญญาณที่เก็บได้นั้นไม่ครบถ้วนคือ แอลอีดีจะกระพริบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจรโดยรวมของเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรล



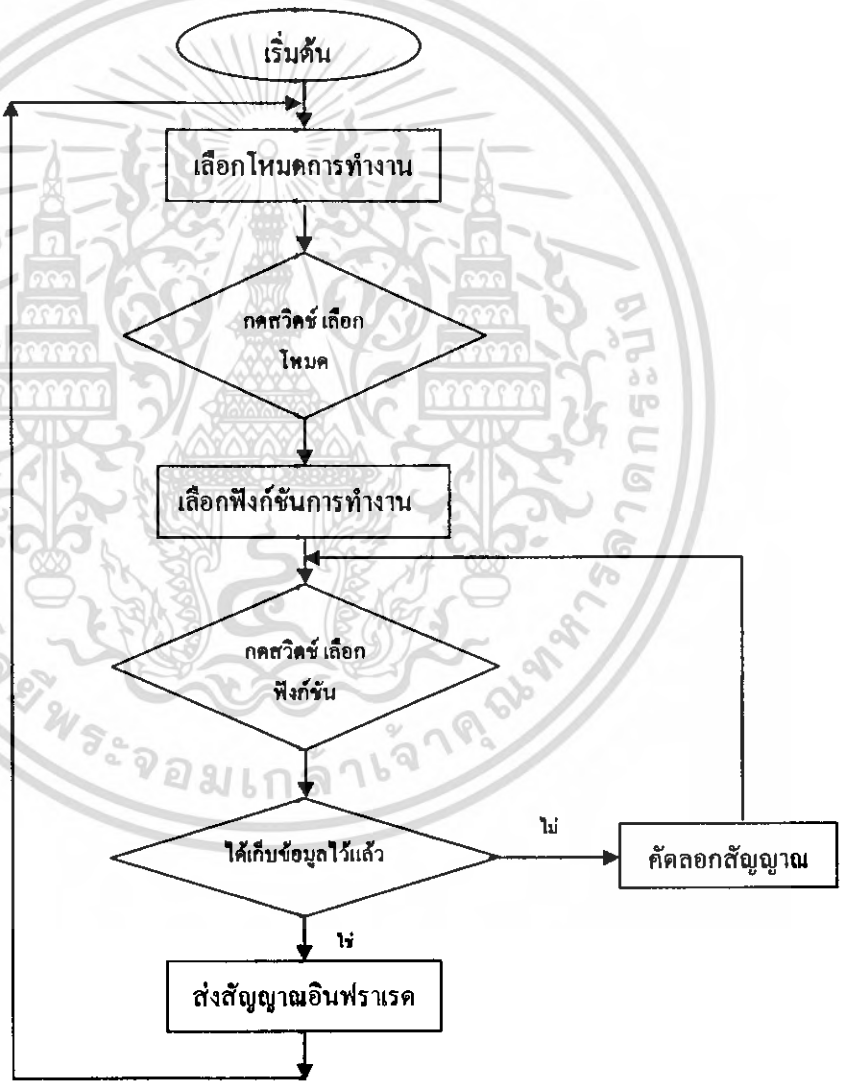
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรโดยรวมของเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนของซอฟท์แวร์

3.3.1 การทำงานโดยรวม

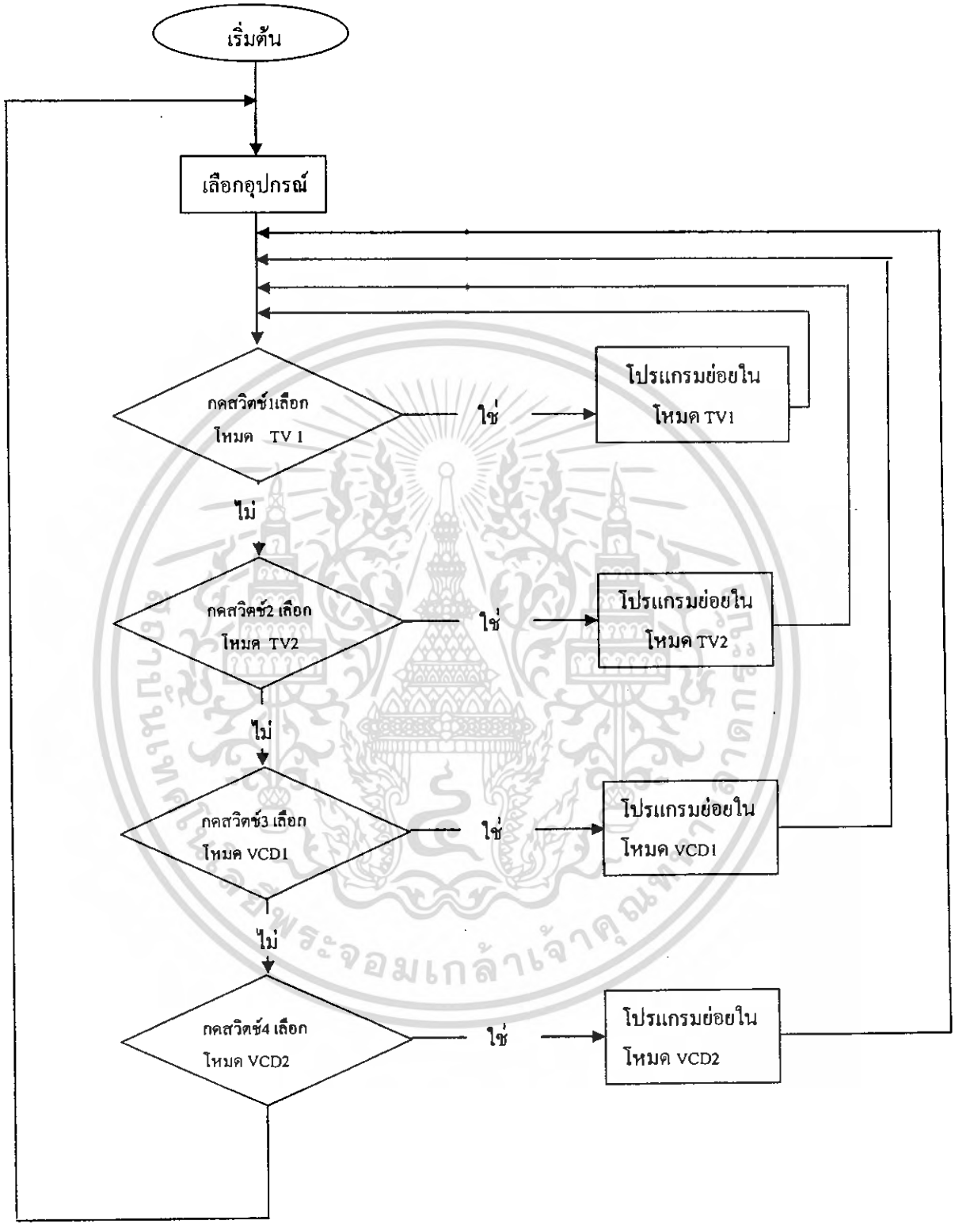
เมื่อเริ่มการทำงาน จะทำการเลือกโหมดการทำงานโดย ในโครงงานนี้จะมีโหมดการทำงานอยู่ 4 โหมดด้วยกัน คือ โหมดของ TV1, TV2, VCD1 และ VCD2 เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกโหมดการทำงานแล้วก็จะเข้าสู่โหมดการทำงานนั้นๆ หลังจากนั้นจะทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชันการทำงานที่ต้องการ แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลแล้วส่งสัญญาณออกไป แต่ถ้ายังไม่มีการเก็บสัญญาณหรือต้องการเก็บสัญญาณใหม่ ก็จะต้องเข้าสู่กระบวนการคัดลอกสัญญาณ ก่อน



รูปที่ 3.6 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมดต่างๆ

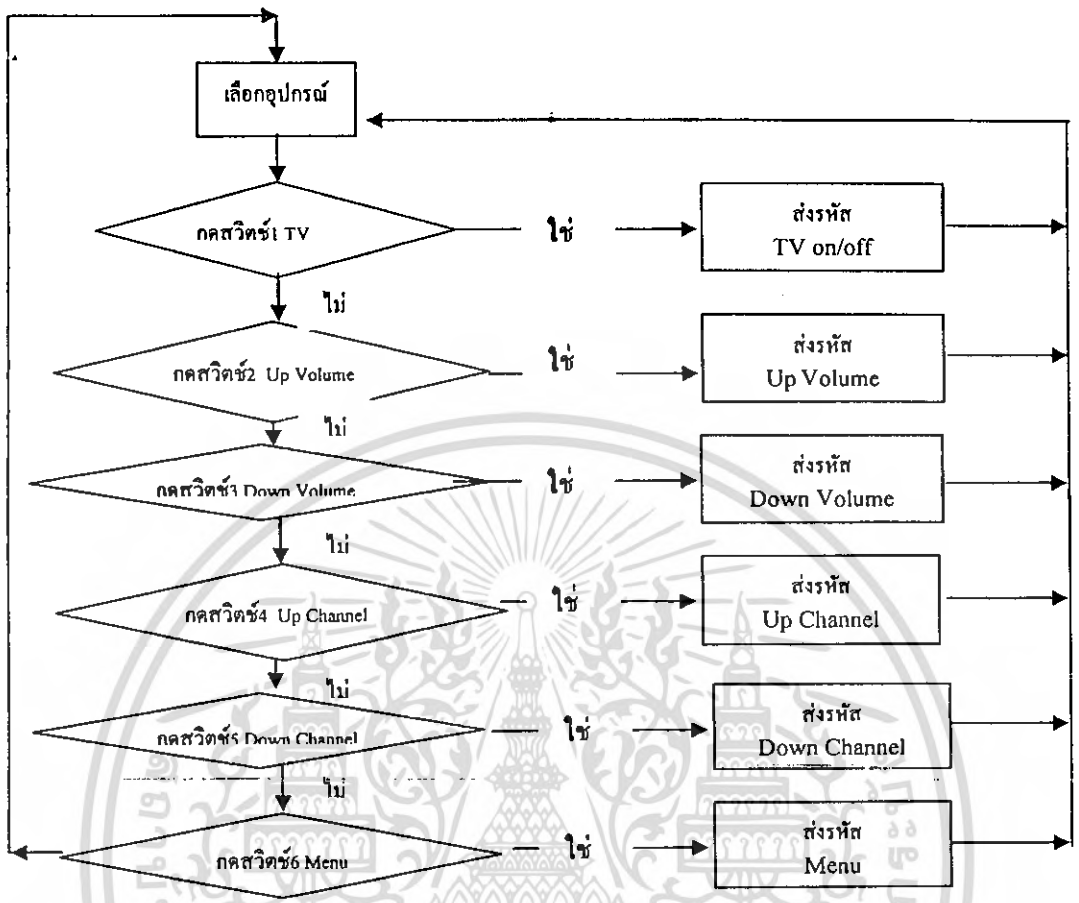


รูปที่ 3.7 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมดต่างๆ

หลังจากเลือกโหมดการทำงานแล้วจะเข้าสู่การทำงานโดยจะมีสวิตช์ให้เลือกฟังก์ชันการทำงาน ซึ่งจะมีสวิตช์อยู่ 6 ตัว ให้เลือกใช้ สำหรับรายละเอียดการทำงานในแต่ละโหมด มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด TV1

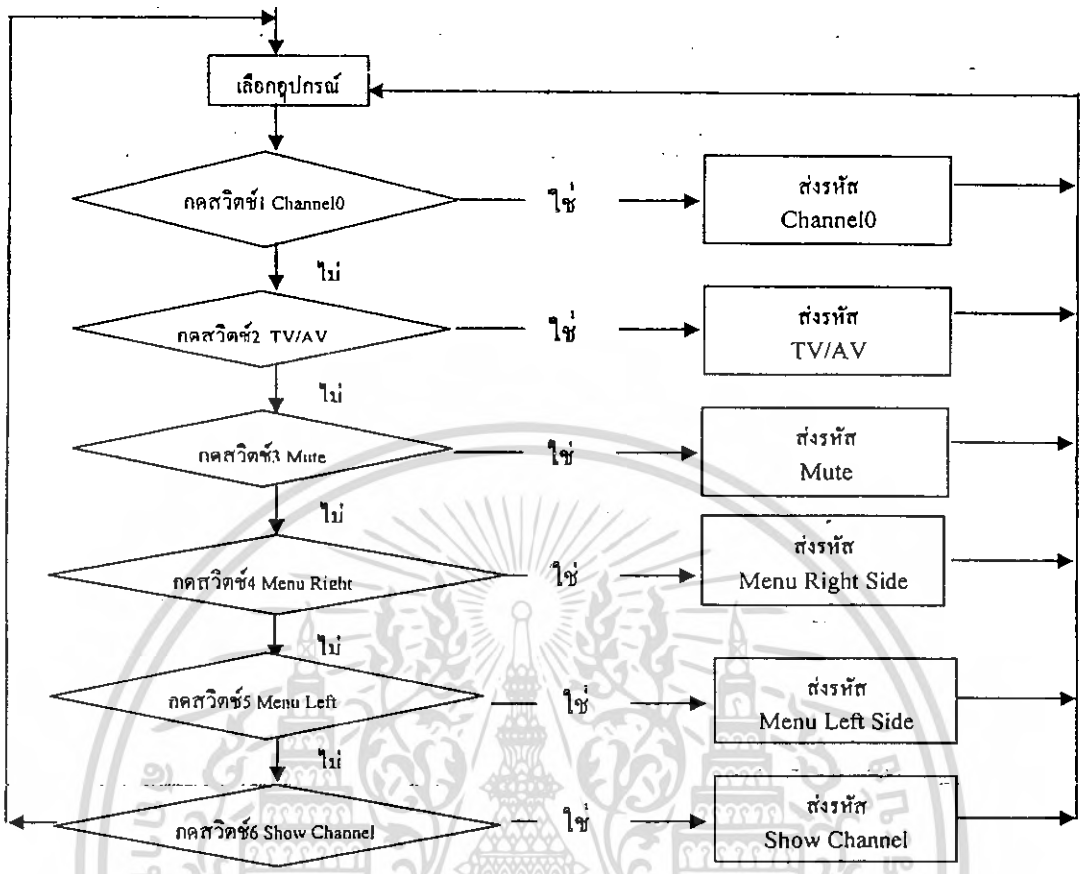


รูปที่ 3.8 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด TV1

ในการทำงานโหมด TV1 จะมีสวิตช์ให้เลือกอยู่ 6 ตัว โดยจะมีฟังก์ชัน ดังต่อไปนี้ TV on/off, Up Volume, Down Volume, Up Channel, Down Channel และ Menu เมื่อกดสวิตช์เลือกฟังก์ชันแต่ละฟังก์ชันแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการประมวลผลรหัสสัญญาณของแต่ละฟังก์ชันนั้นส่งต่อไปยังภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด และโปรแกรมก็จะทำการรอรับการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชันต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด TV2

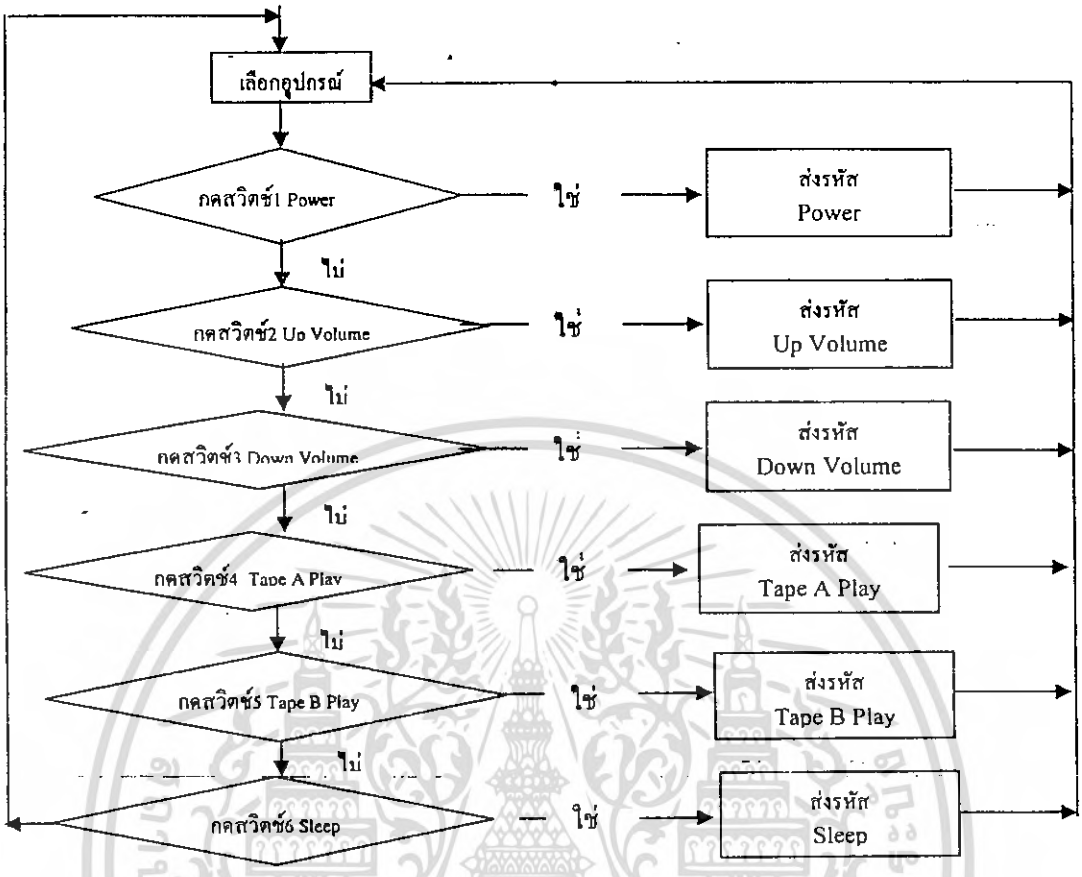


รูปที่ 3.9 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด TV2

ในการทำงานโหมด TV2 จะมีสวิตช์ให้เลือกอยู่ 6 ตัว โดยจะมีฟังก์ชัน ดังต่อไปนี้ Channel 0, TV/AV, Mute, Menu Right Side, Menu Left Side และ Show Channel เมื่อกดสวิตช์เลือกฟังก์ชันแต่ละฟังก์ชันแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการประมวลผลรหัสสัญญาณของแต่ละฟังก์ชันนั้นส่งต่อไปยังภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด และโปรแกรมก็จะทำการรอรับการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชันต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด VCD1

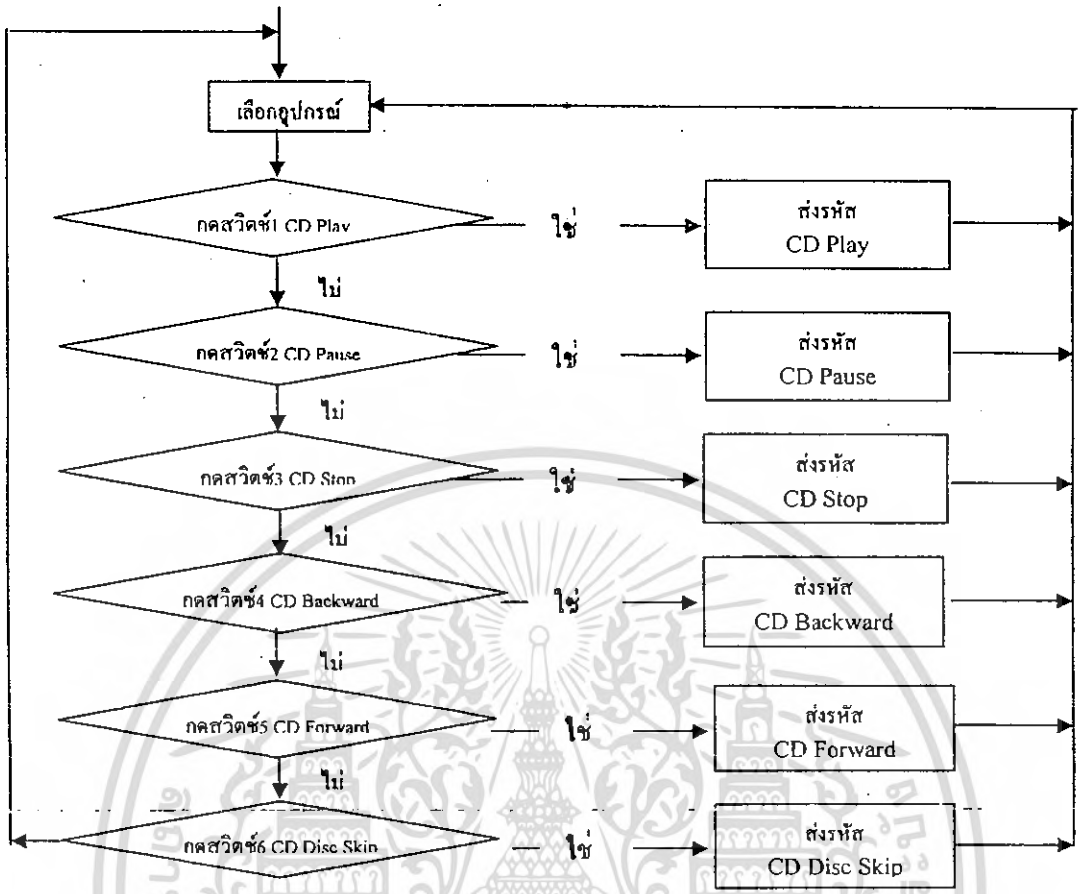


รูปที่ 3.10 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด VCD1

ในการทำงานโหมด VCD1 จะมีสวิตช์ให้เลือกอยู่ 6 ตัว โดยจะมีฟังก์ชันดังต่อไปนี้ Power ,UpVolume, Down Volume, Tape A Play, Tape B Play และ Sleep เมื่อกดสวิตช์เลือกฟังก์ชันแต่ละฟังก์ชันแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการประมวลผลรหัสสัญญาณของแต่ละฟังก์ชันนั้นส่งต่อไปยังภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด และโปรแกรมก็จะทำการรอรับการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชันต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.4 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด VCD2

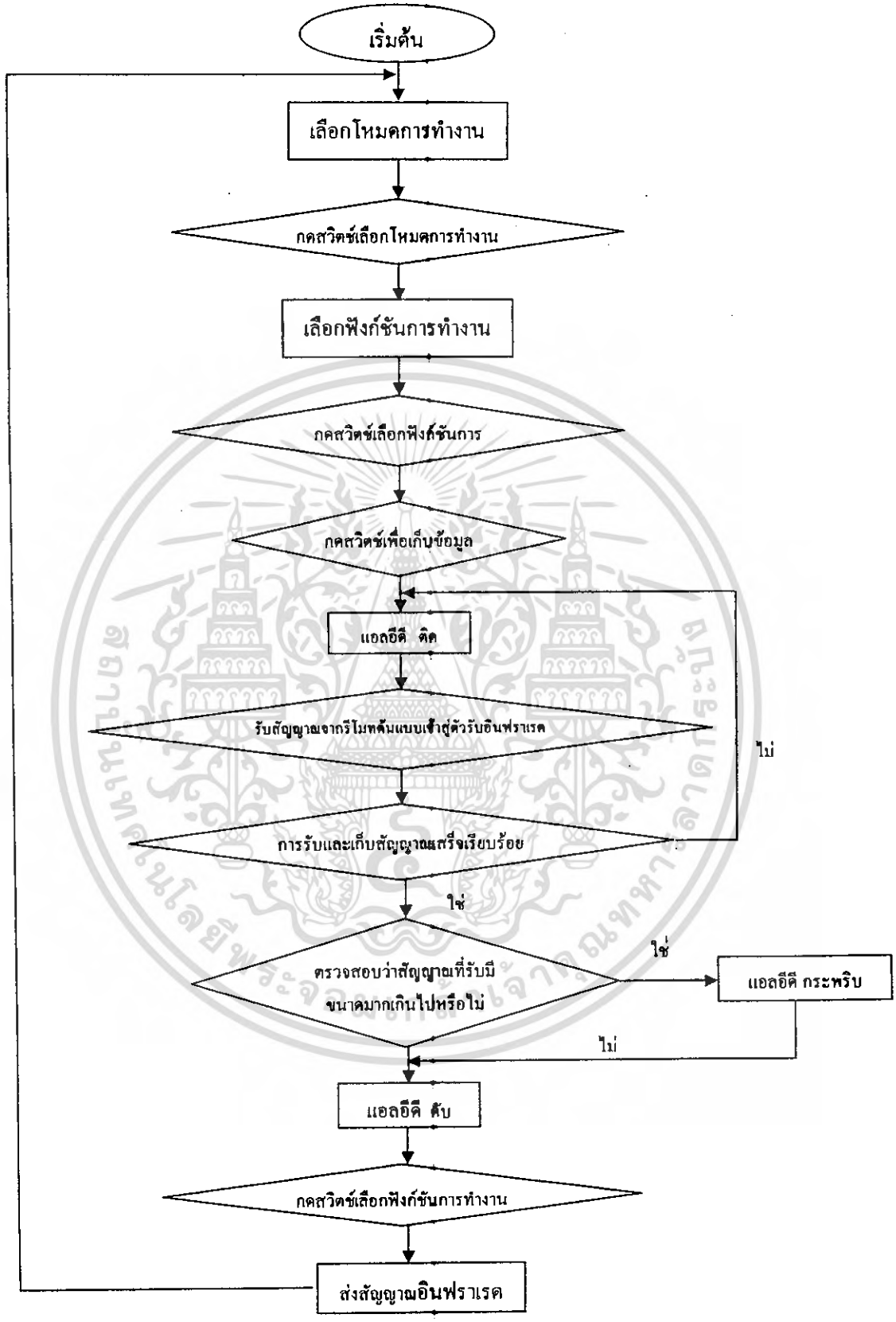


รูปที่ 3.11 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในโหมด VCD2

ในการทำงานโหมด VCD2 จะมีสวิตช์ให้เลือกอยู่ 6 ตัว โดยจะมีฟังก์ชัน ดังต่อไปนี้ CD Play, CD Pause, CD Stop, CD Backward, CD Forward และ CD Disc Skip เมื่อกดสวิตช์เลือกฟังก์ชันแต่ละฟังก์ชันแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการประมวลผลรหัสสัญญาณของแต่ละฟังก์ชันนั้นส่งต่อไปยังภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด และโปรแกรมก็จะทำการรอรับการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชันต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.5 โฟลวชาร์ตแสดงกระบวนการการคัดลอกสัญญาณ



รูปที่ 3.12 โฟลวชาร์ตแสดงกระบวนการการคัดลอกสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

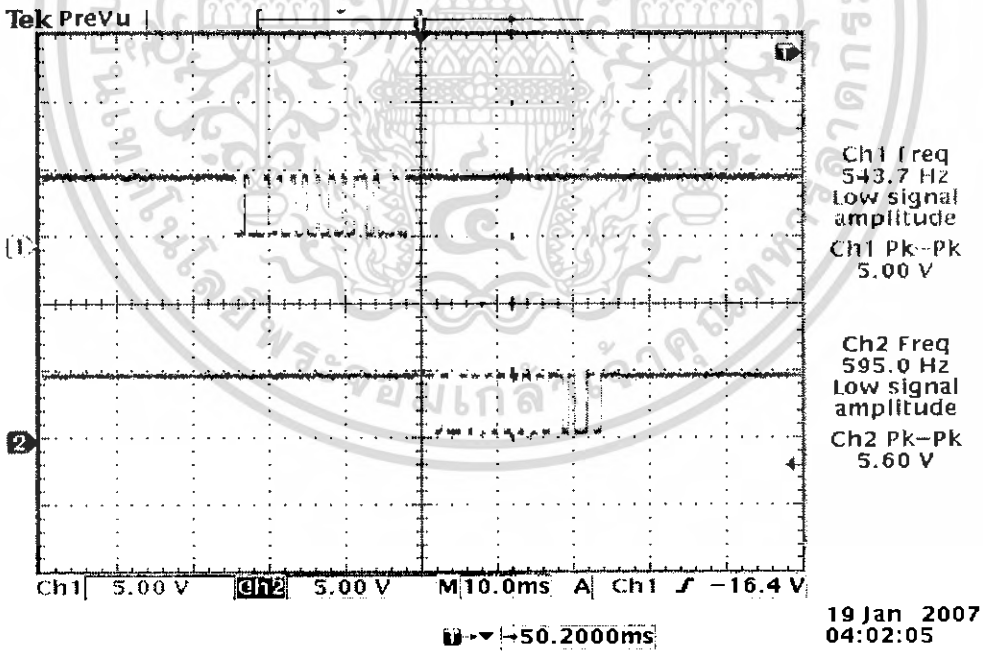
การทดลองและผลการทดลอง

เมื่อเริ่มการทำงาน จะทำการเลือกโหมดการทำงานโดย ในโครงงานนี้จะมีโหมดการทำงานอยู่ 4 โหมดด้วยกัน คือ โหมดของ TV1 , TV2, VCD1 และ VCD2 โดยจะสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้หลายชนิดโดยใช้รีโมทคอนโทรลร่วมกัน เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกโหมดการทำงานแล้วก็จะเข้าสู่โหมดการทำงานนั้นๆ

หลังจากเลือกโหมดการทำงานแล้วจะเข้าสู่การทำงานโดยจะมีสวิตช์ให้เลือกฟังก์ชันการทำงาน ซึ่งจะมีสวิตช์อยู่ 6 ตัว ให้เลือกใช้ เมื่อกดสวิตช์แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการดึงข้อมูลจากอีอีพรอม ตามตำแหน่งที่อ้างอิงที่สอดคล้องกับสวิตช์ที่ได้เลือกไว้ ซึ่งถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลก็สามารถทำได้โดยการทำตามกระบวนการคัดลอกสัญญาณ

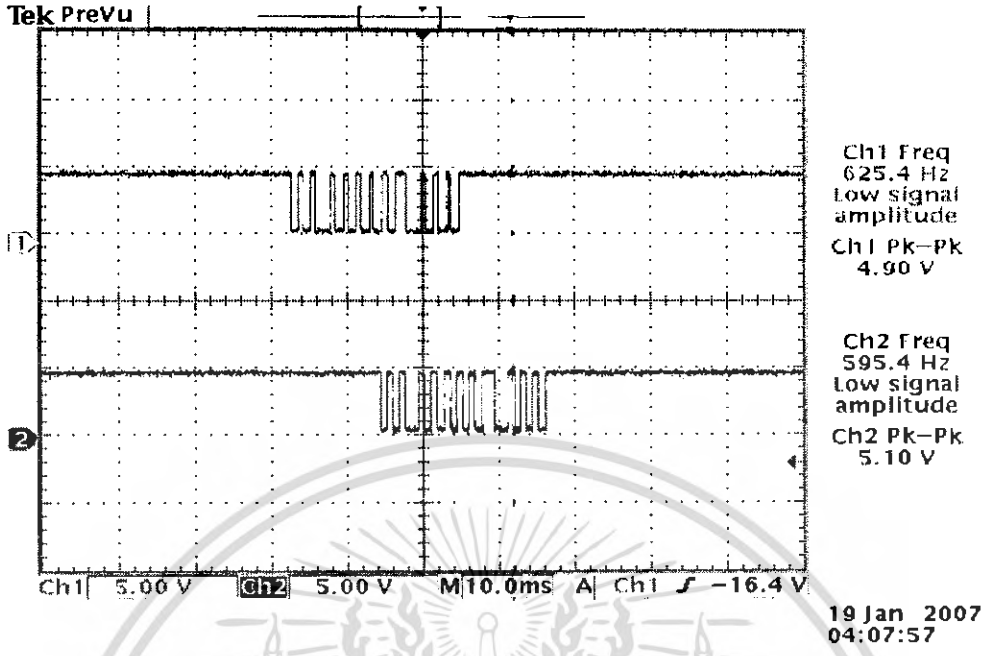
ภาพสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลโดยตรง แสดงได้ดังนี้

4.1 รูปแบบสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง

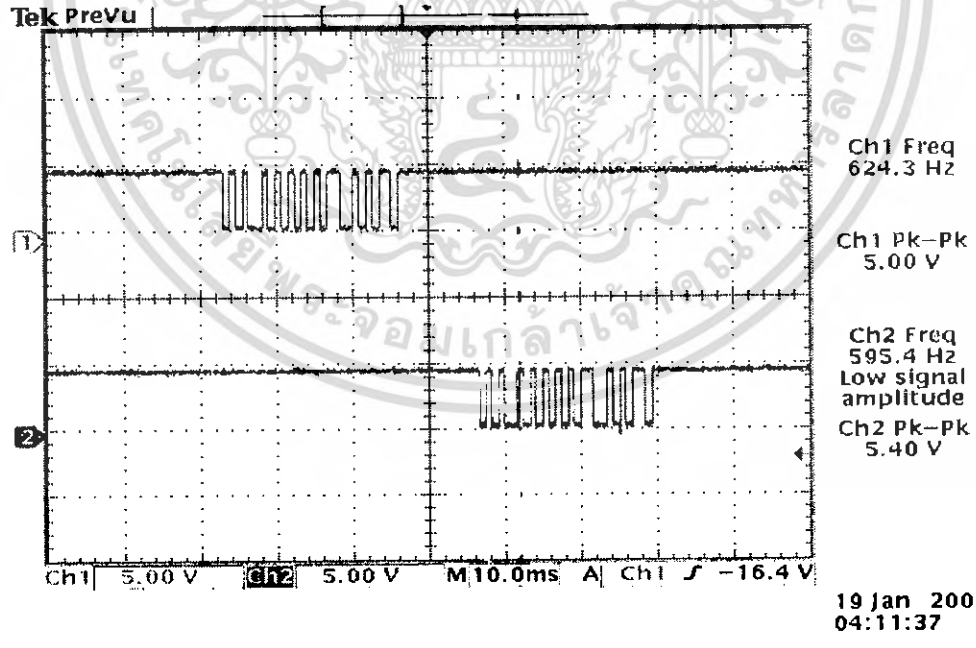


รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน TV on/off

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

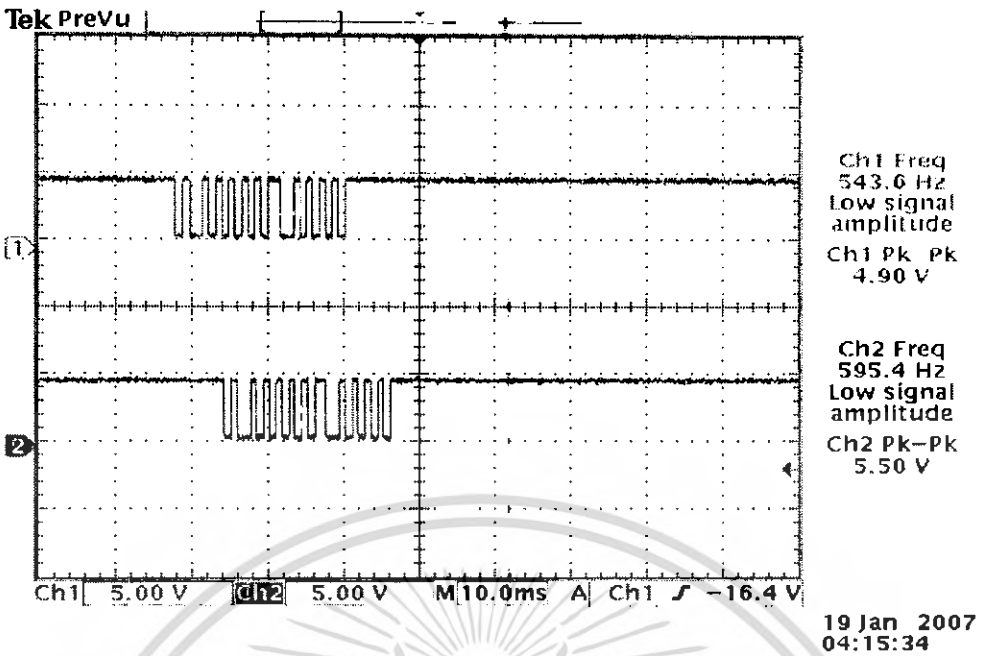


รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Volume

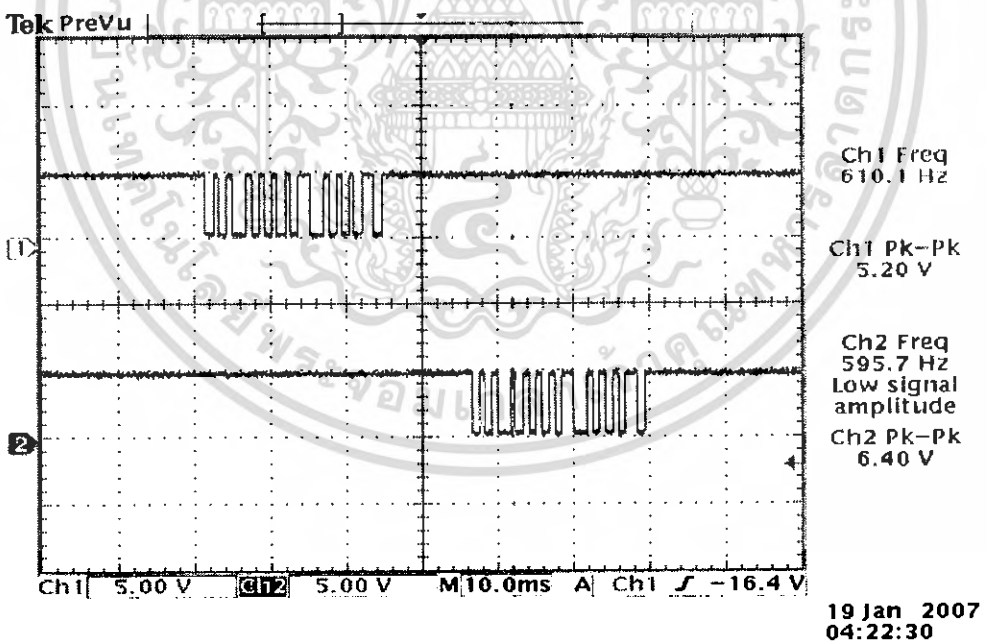


รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Down Volume

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

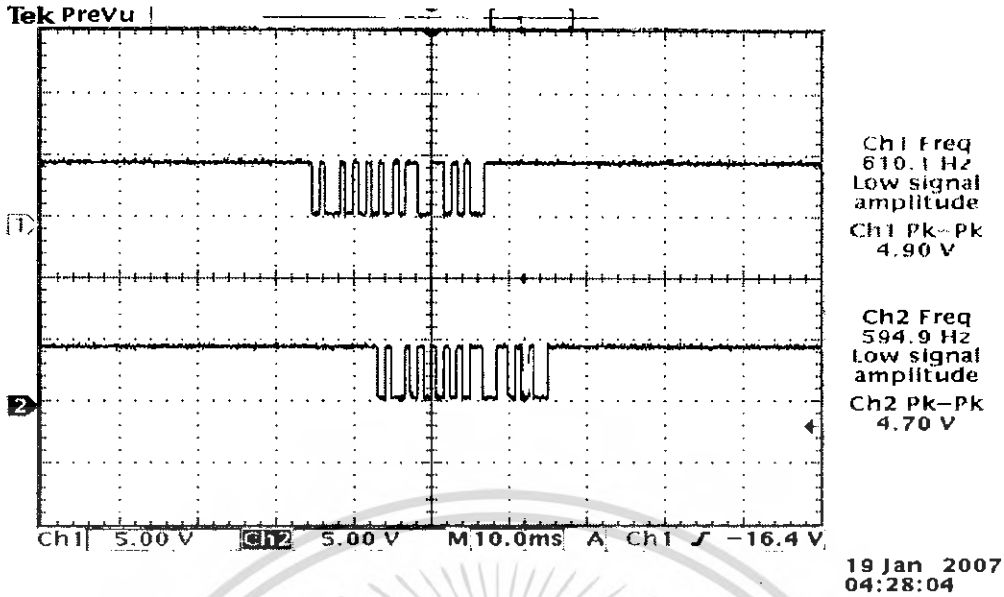


รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Channel



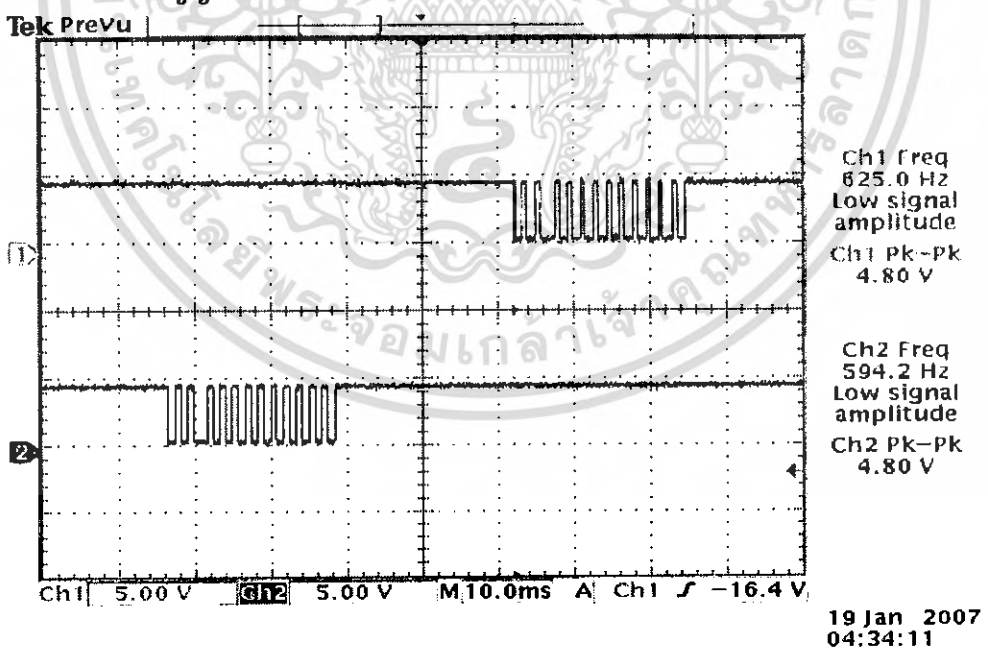
รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Down Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



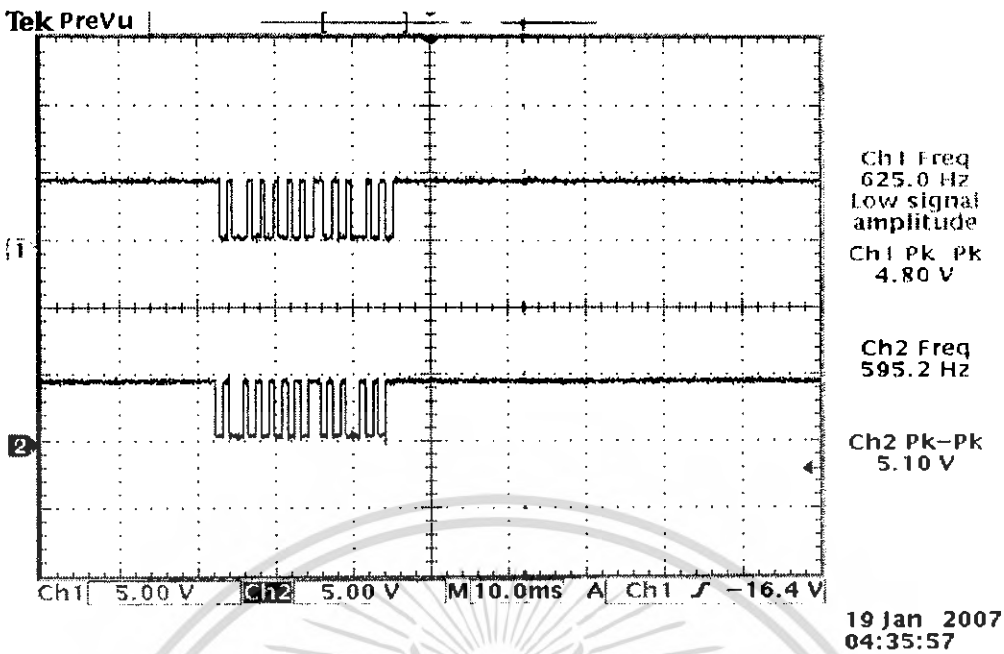
รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Menu

4.2 รูปแบบสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง

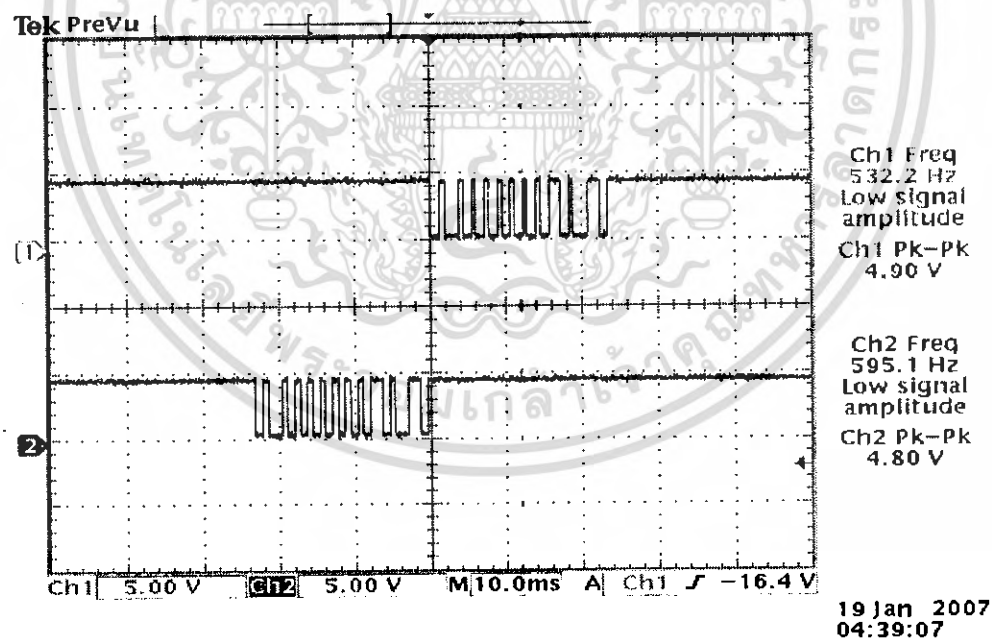


รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน channel 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

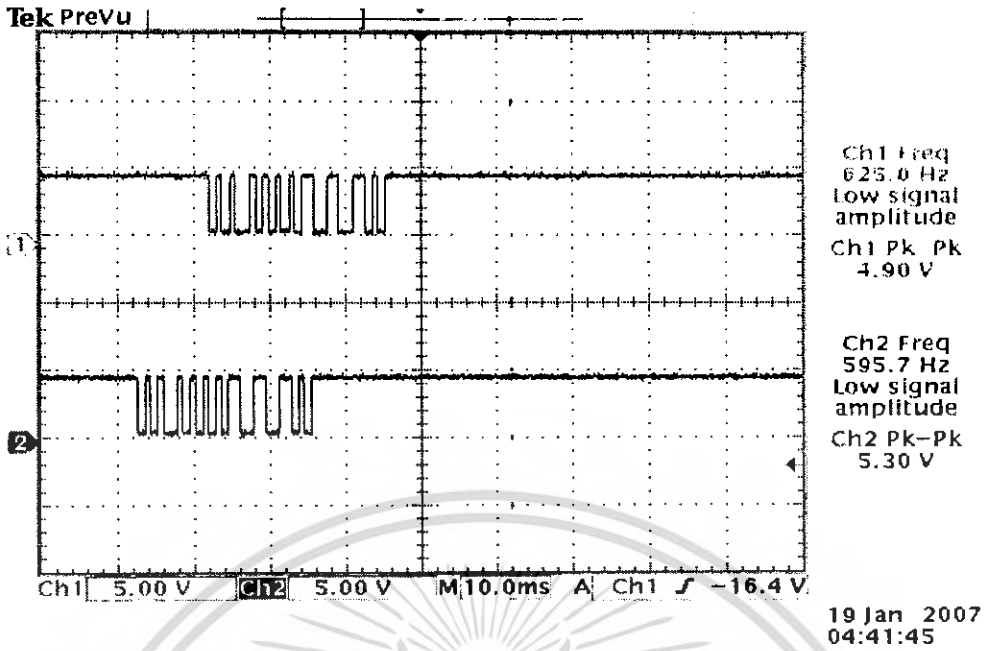


รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน TV/AV

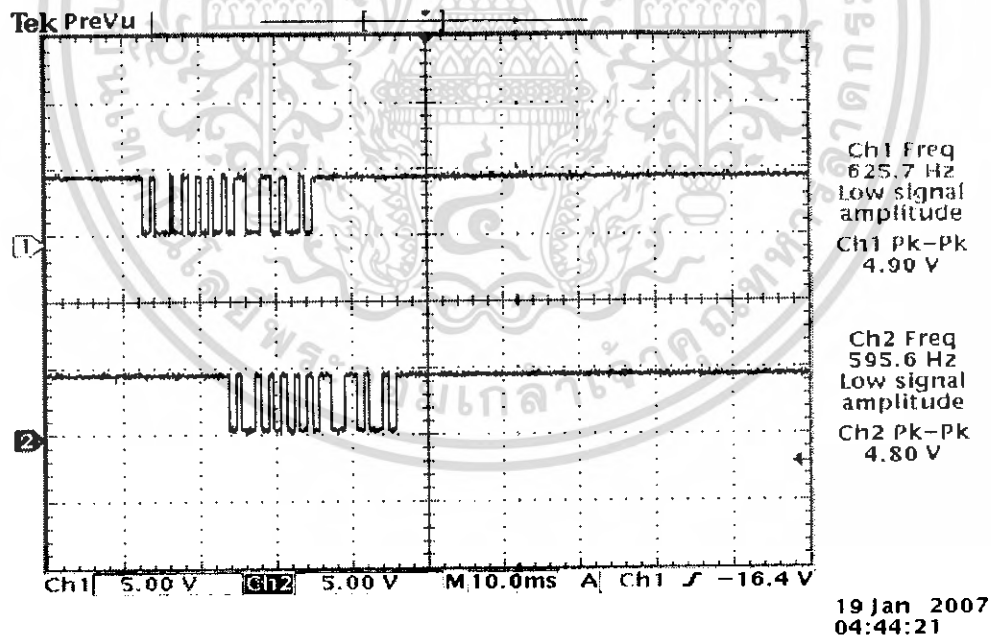


รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Mute

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

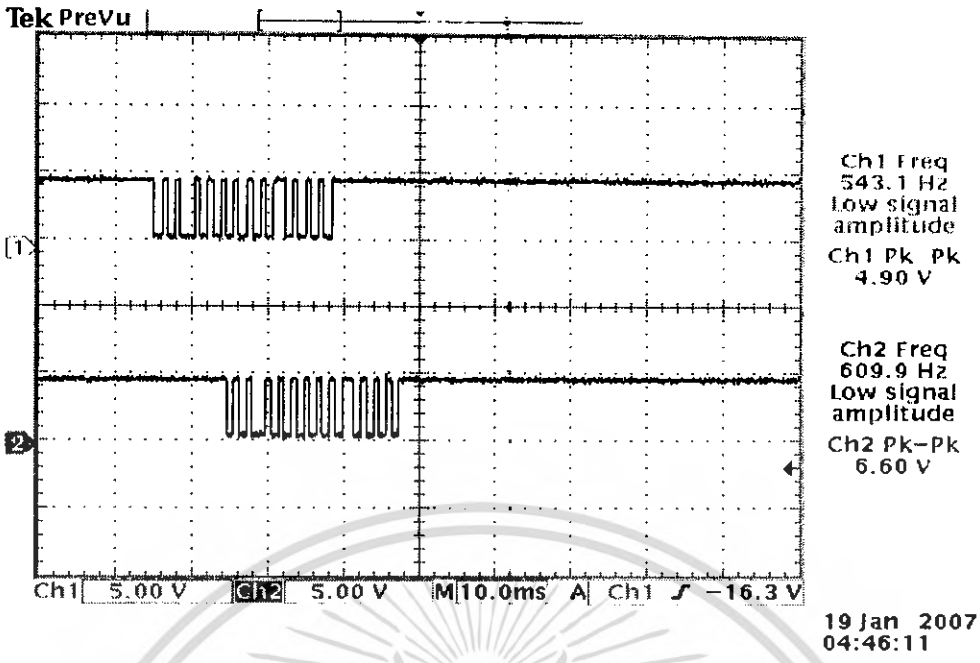


รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Menu Right Side



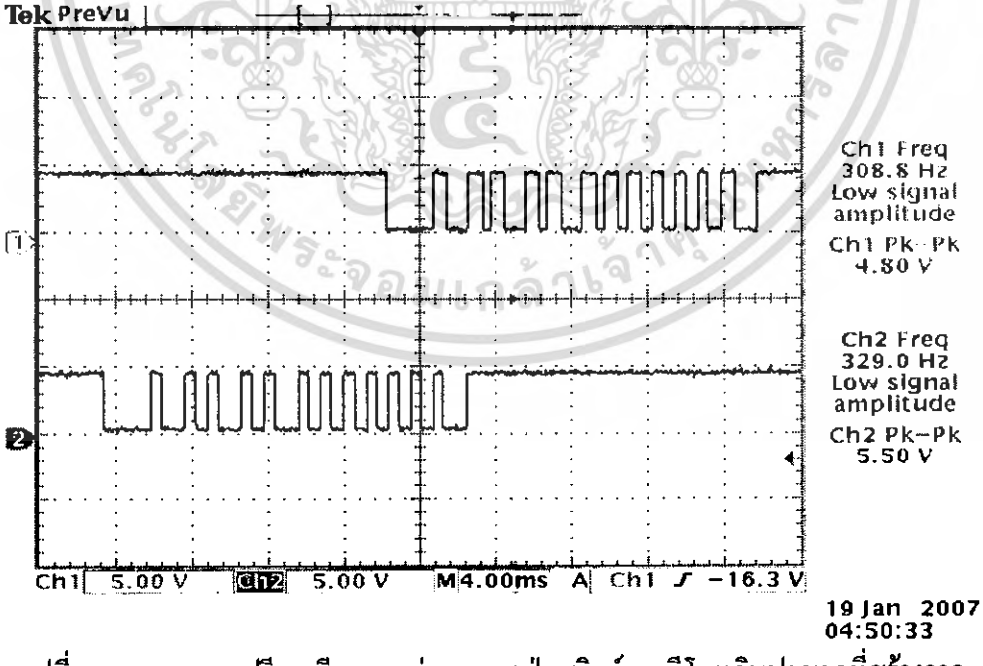
รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Menu Left Side

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



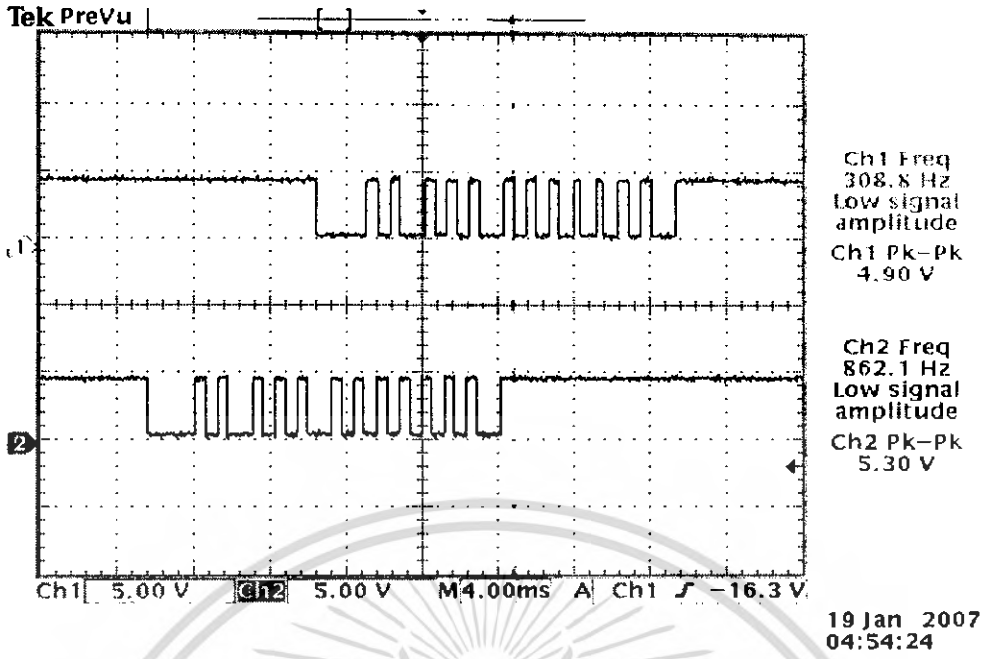
รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด TV2(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Show Channel

4.3 รูปแบบสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง

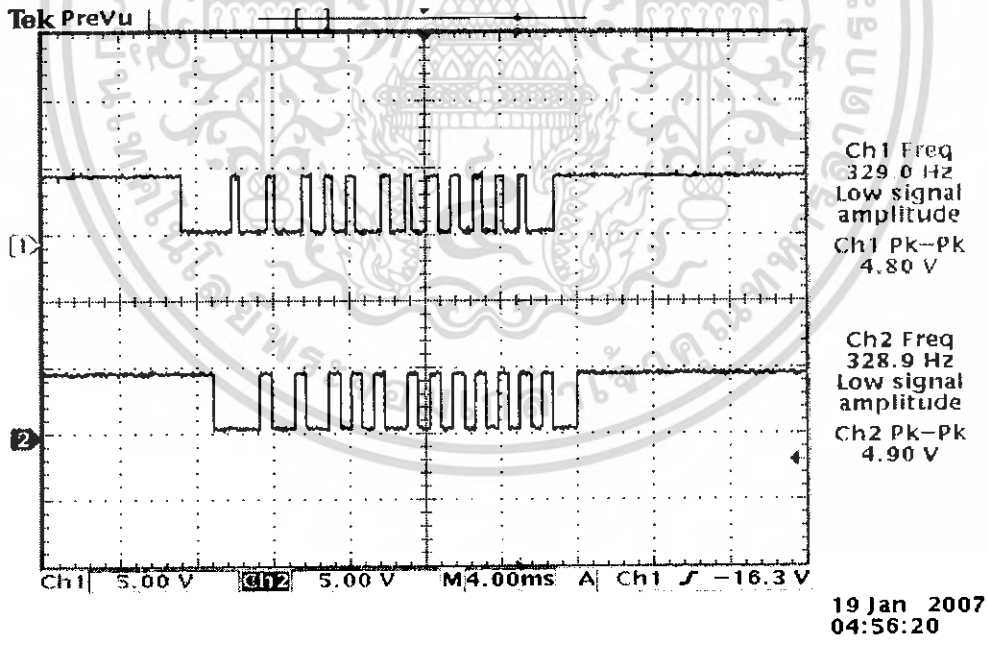


รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Power

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

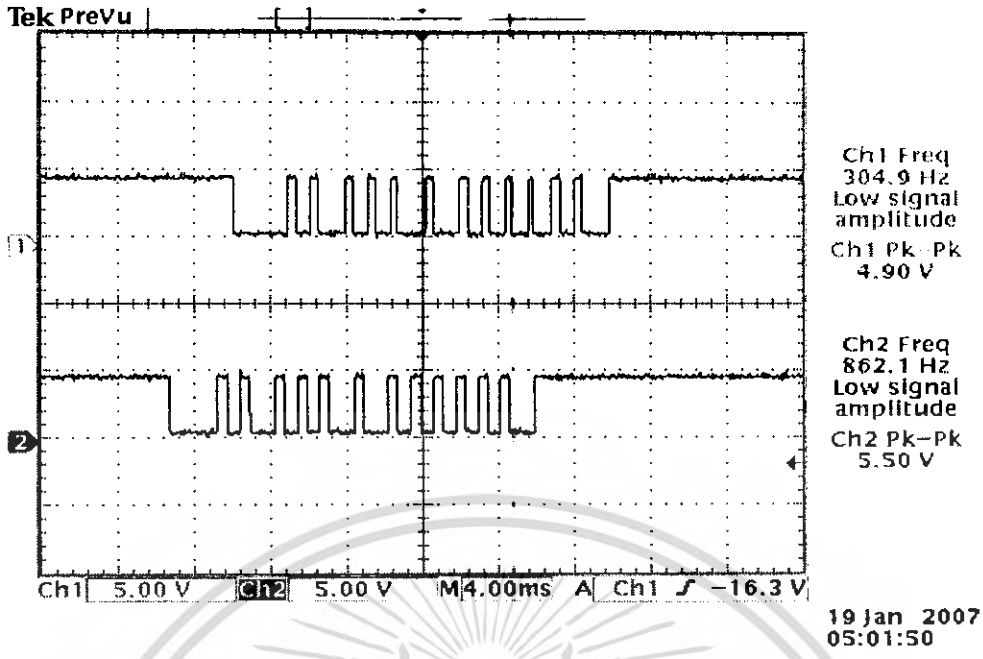


รูปที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Volume

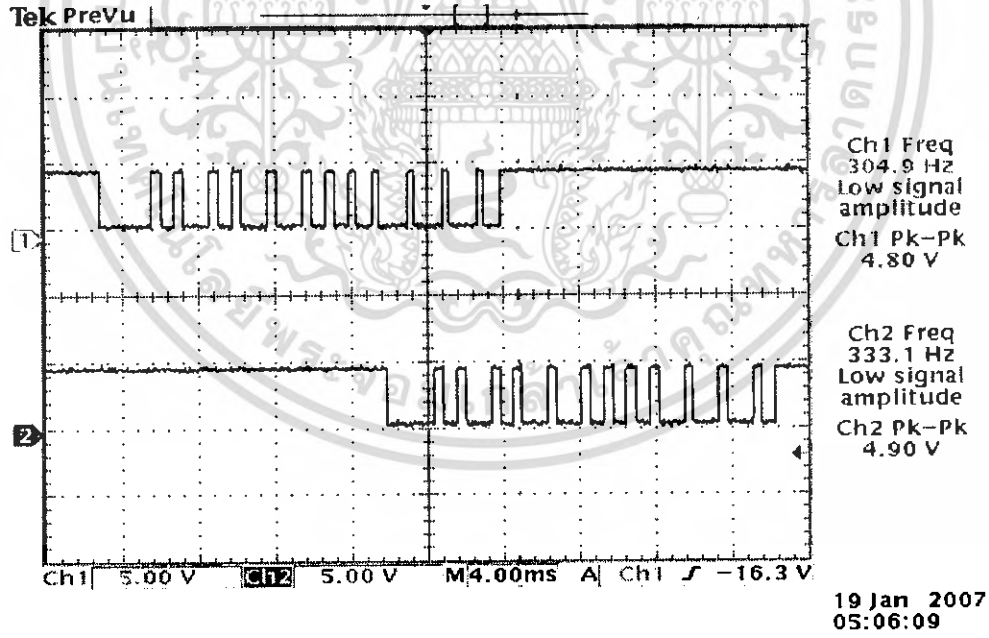


รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Down Volume

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

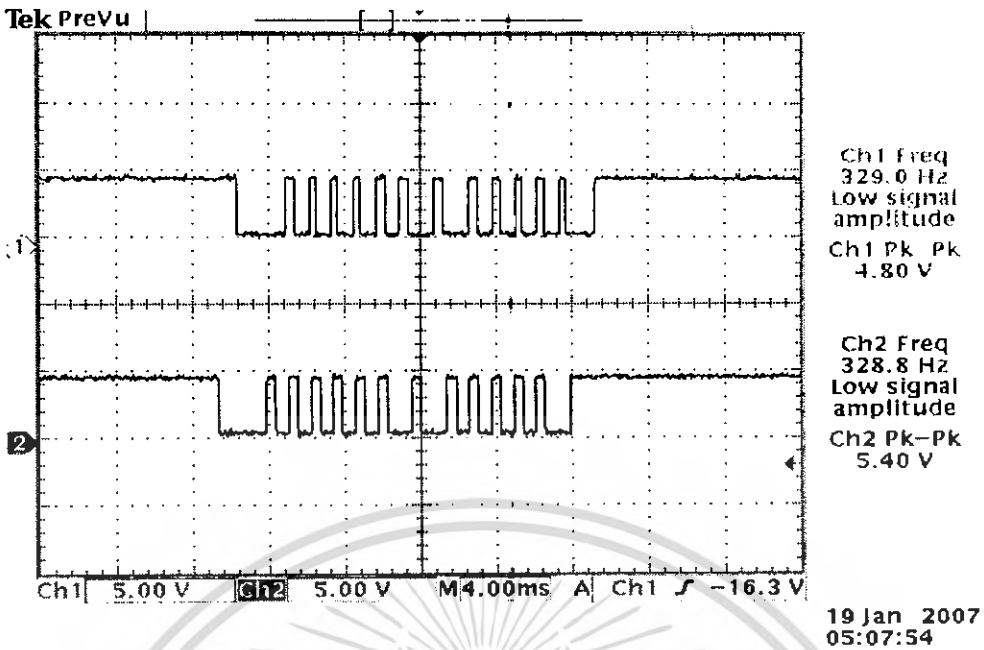


รูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Tape A Play



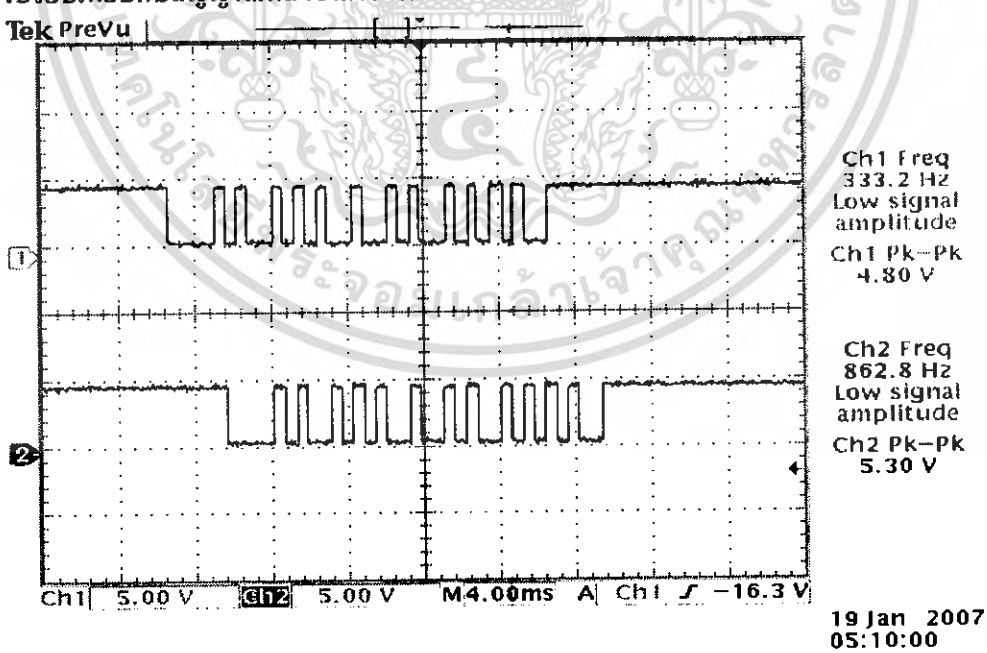
รูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Tape B Play

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



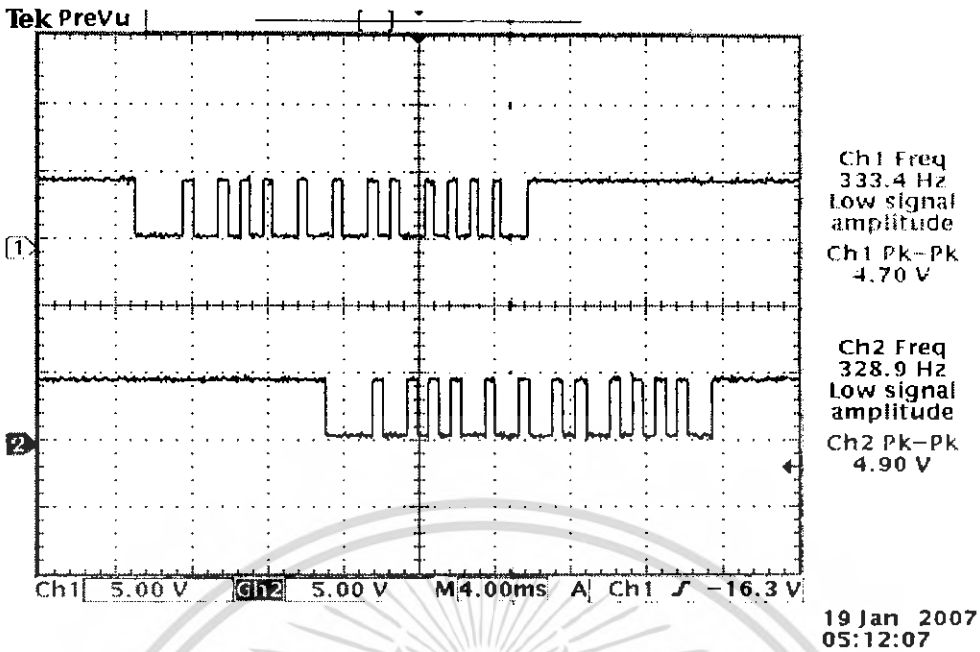
รูปที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Sleep

4.4 รูปแบบสัญญาณเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง

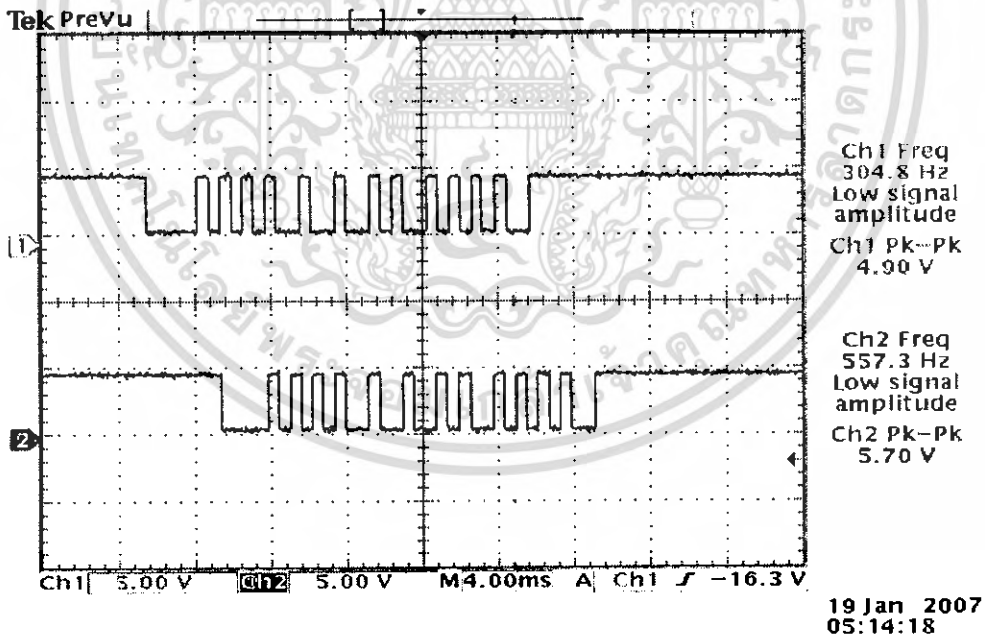


รูปที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Play

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

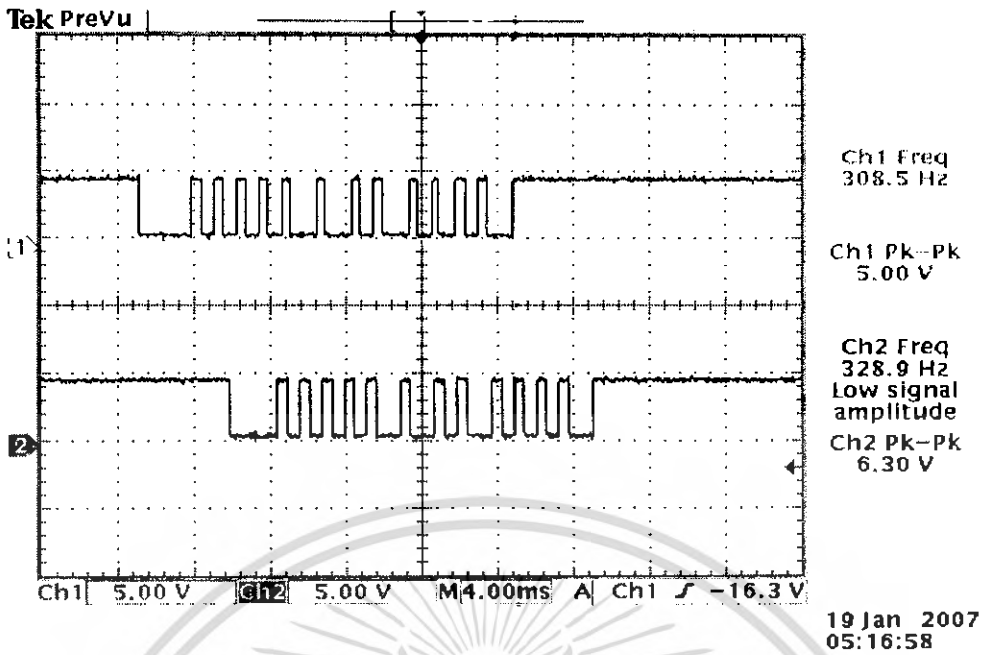


รูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Pause

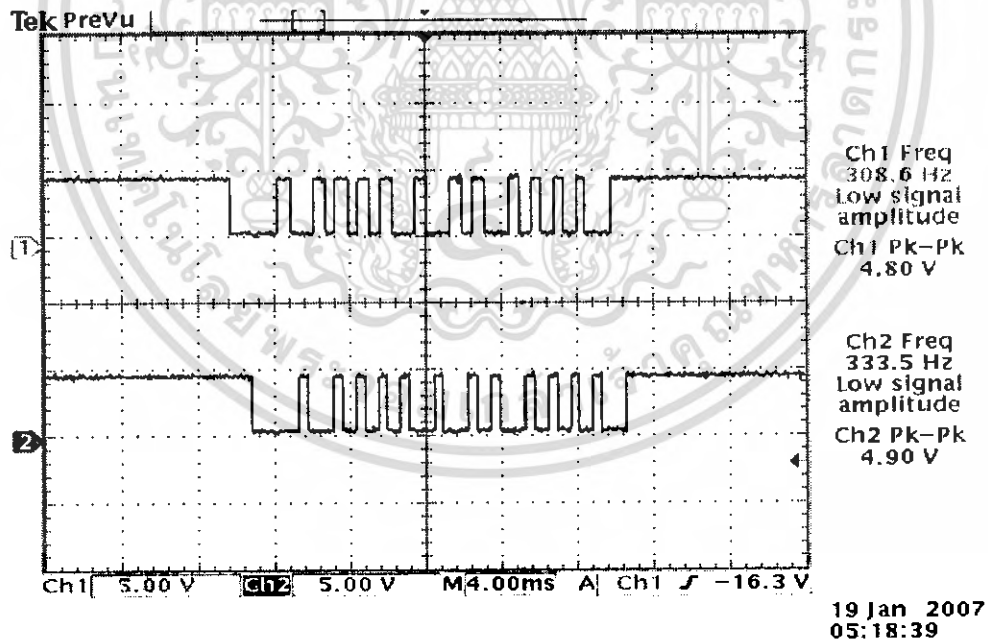


รูปที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Stop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

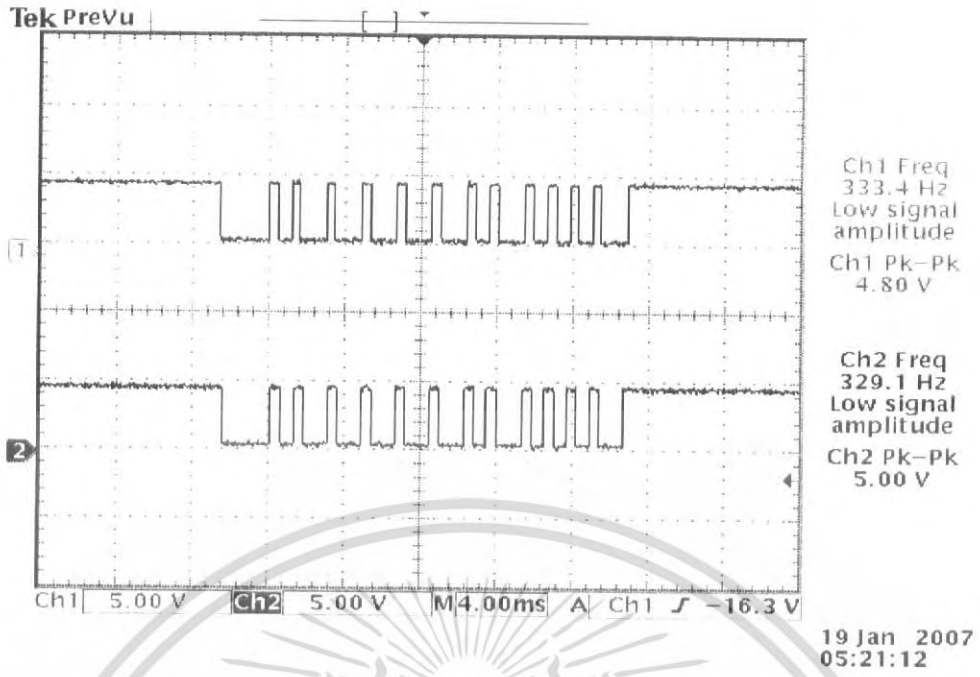


รูปที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Backward



รูปที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Forward

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

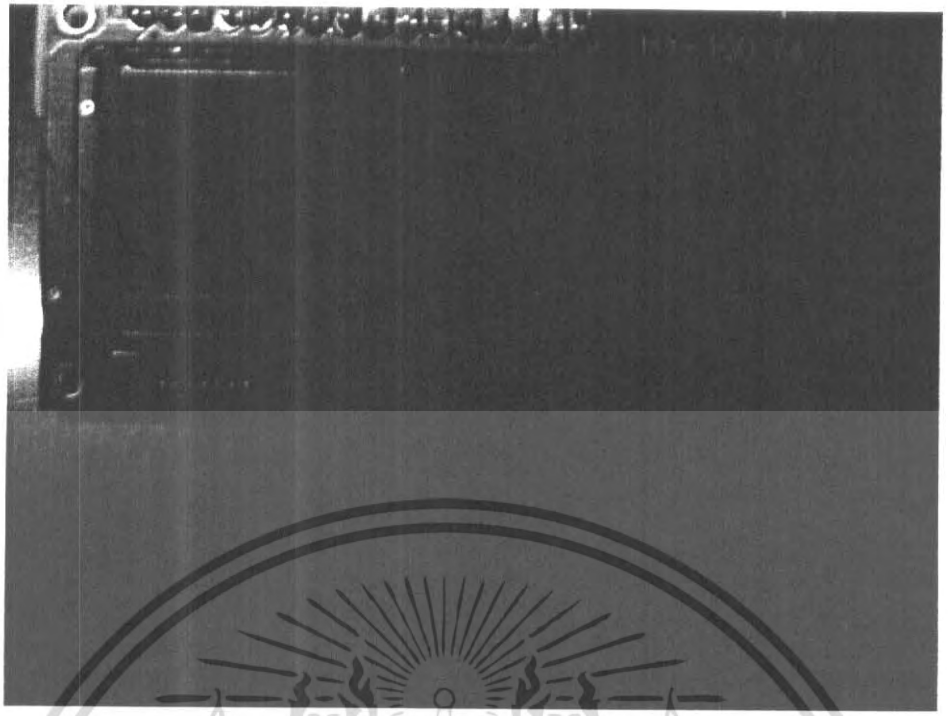


รูปที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD2(สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง(สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Disc Skip

4.5 ตัวอย่างแสดงสถานะ การทำงานบนจอแอลซีดี

รูปที่ 4.25 แสดงโหมดการทำงาน

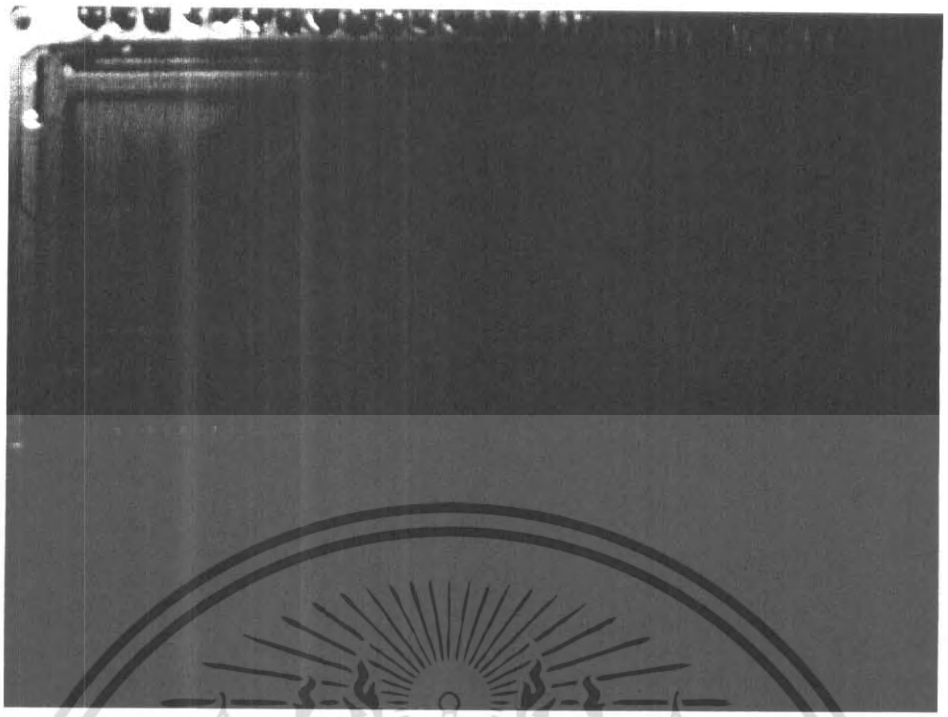
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 แสดงการเลือกเข้าสู่โหมด TV1

รูปที่ 4.28 แสดงการเลือกเข้าสู่โหมด TV2

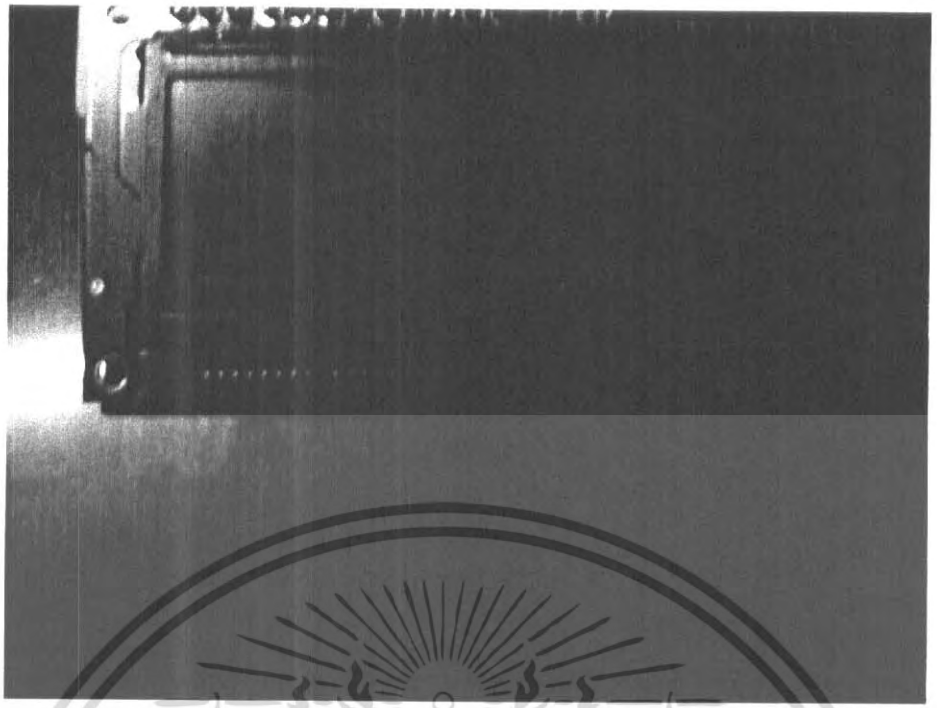
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 แสดงการเลือกเข้าสู่โหมด VCD1

รูปที่ 4.30 แสดงการเลือกเข้าสู่โหมด VCD2

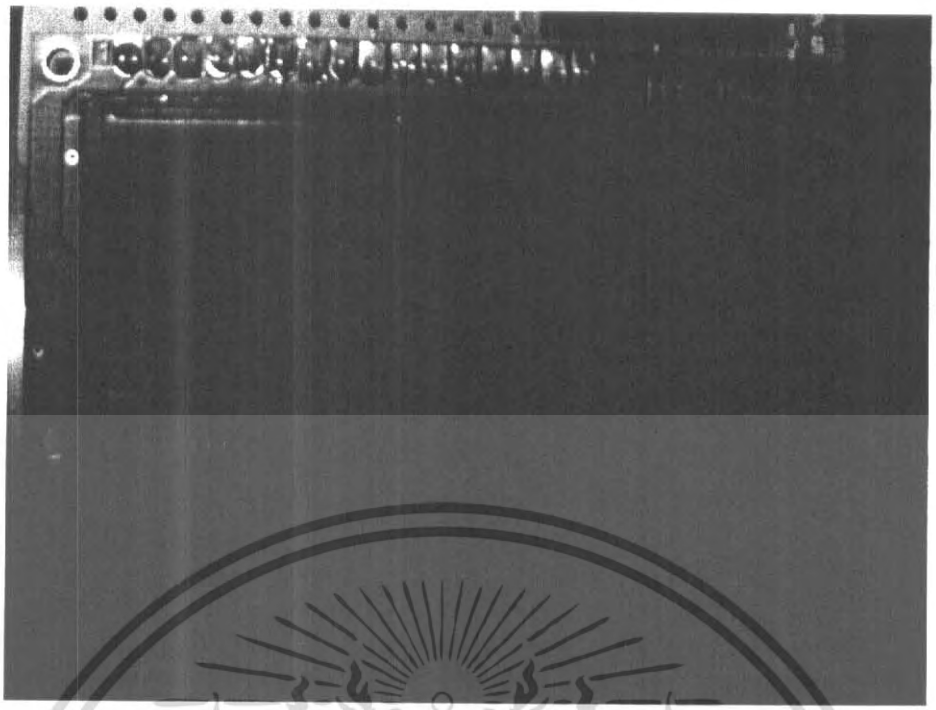
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 แสดงโหมดการทำงาน TV1เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Volume

รูปที่ 4.32 แสดงโหมดการทำงาน TV2 เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน channel 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 แสดงโหมดการทำงาน VCD1 เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Power

รูปที่ 4.35 แสดงโหมดการทำงาน VCD2 เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน CD Forward

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 ส่วนสรุปผลของโครงงาน

เครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์นี้ ใช้หลักการของระบบการรับส่งสัญญาณของรีโมทคอนโทรลแบบอินฟราเรด และไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งผู้ใช้สามารถนำเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ไปรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลต้นแบบ แล้วเครื่องจะทำการถอดรหัสสัญญาณและเก็บข้อมูลไว้ในอีอีพรอมตามตำแหน่งอ้างอิงที่สอดคล้องกับสวิตช์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะทำให้สามารถทำงานได้เหมือนรีโมทคอนโทรลต้นแบบ เมื่อเริ่มการทำงาน จะทำการเลือกโหมดการทำงานโดย ในโครงงานนี้จะมีโหมดการทำงานอยู่ 4 โหมดด้วยกัน คือ โหมดของ TV1 , TV2, VCD1 และ VCD2 โดยจะสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้หลายชนิดตามต้องการ โดยใช้รีโมทคอนโทรลร่วมกัน เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกโหมดการทำงานแล้วก็จะเข้าสู่โหมดการทำงานนั้นๆ โดยจะมีสวิตช์ให้เลือกฟังก์ชันการทำงานอยู่ 6 ตัวด้วยกัน

ถ้าผู้ใช้ต้องการคัดลอกสัญญาณใหม่ก็สามารถทำได้โดยการกดสวิตช์เลือกโหมดการทำงานก่อนแล้วต่อด้วยการกดสวิตช์เพื่อเลือกฟังก์ชันการทำงานแล้วจึงทำการกดสวิตช์เพื่อคัดลอกสัญญาณ ซึ่งเมื่อกดสวิตช์นี้แล้วหลอดแอลอีดีก็จะติดเพื่อแสดงสถานะว่าพร้อมที่จะทำการคัดลอกข้อมูลให้กับผู้ใช้ได้ทราบ และเมื่อผู้ใช้ได้ทำการป้อนสัญญาณรีโมทต้นแบบที่ต้องการไปยังตัวรับสัญญาณอินฟราเรดเรียบร้อยแล้ว หลอดแอลอีดีก็จะดับลงเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าได้ทำการคัดลอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วและพร้อมที่จะนำข้อมูลไปใช้ต่อไป แต่ถ้าสัญญาณที่ต้องการคัดลอกนั้นมีขนาดมากเกินไปแอลอีดีก็จะกระพริบเพื่อบอกให้ผู้ใช้รู้ว่าสัญญาณที่ต้องการคัดลอกนั้นไม่สามารถคัดลอกได้ทั้งหมด

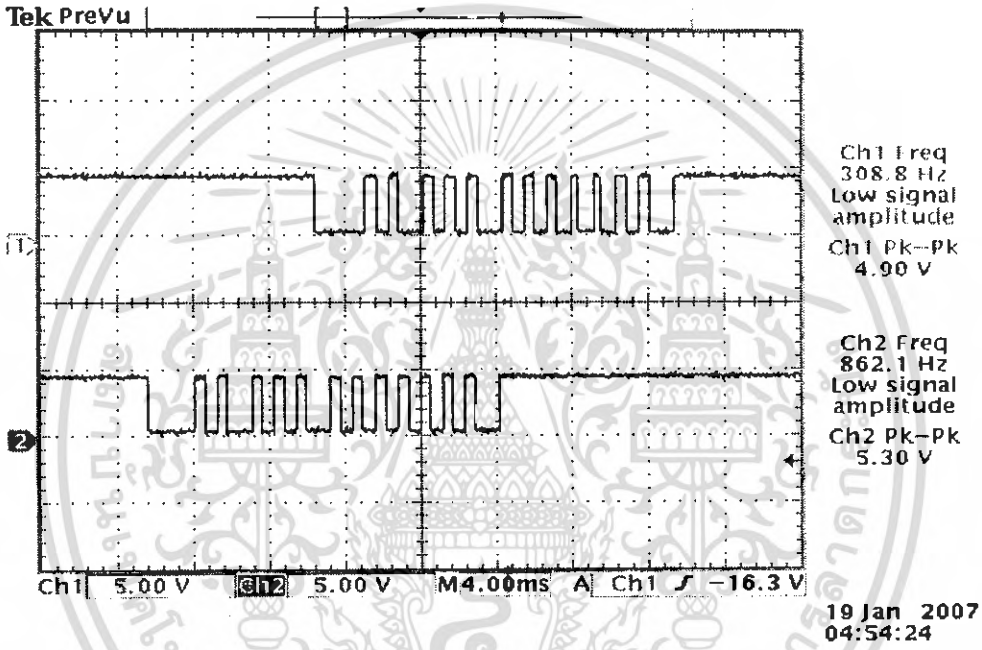
ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ตามต้องการ กล่าวคือ เครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ที่ได้จัดทำขึ้นนี้ จะมีโหมดการทำงานให้เลือกอยู่ 4 โหมดด้วยกัน และ ในแต่ละโหมดการทำงานก็จะมีฟังก์ชันการทำงานให้เลือกอยู่ 6 ฟังก์ชันการทำงาน ดังนั้นจะทำให้มีฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดเท่ากับ 24 ฟังก์ชันการทำงาน ซึ่งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันการทำงานได้เองตามต้องการว่า จะให้สวิตช์ตัวใด มีหน้าที่ทำอะไร โดยจะต้องทำตามกระบวนการคัดลอกสัญญาณให้เรียบร้อยก่อน

โครงงานนี้จะเป็นประโยชน์ในการสำรองรีโมทคอนโทรลกรณีรีโมทคอนโทรลไม่สามารถใช้งานได้ ทั้งยังสามารถรองรับการใช้งานของฟังก์ชันต่างๆ ได้หลากหลายและสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้หลายชนิด โดยใช้รีโมทควบคุมเพียงเครื่องเดียว แต่ในการนำไปใช้งานจริงนั้นยังไม่สามารถใช้ได้อย่างสมบูรณ์แบบ เนื่องจากเกิดปัญหาขึ้นในกระบวนการคัดลอกสัญญาณทำให้สัญญาณที่ได้นั้นมีความผิดเพี้ยนเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสัญญาณต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 แนวทางการปรับปรุงและแก้ไข

เนื่องจากเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ที่ได้จัดทำขึ้นนั้นสามารถที่จะทำการคัดลอกสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลต้นแบบแล้วประมวลผลและเก็บค่าที่ได้ลงในอีอีพรอมตามตำแหน่งอ้างอิงของสวิตช์ที่กด ในการใช้งานจริงนั้นเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์สามารถที่จะทำการรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลต้นแบบ แล้วนำสัญญาณที่ได้มาประมวลผลและเก็บค่าที่ได้ลงในอีอีพรอมได้จริง แต่เกิดปัญญาขึ้นในขั้นตอนของการแปลงสัญญาณที่รับมาได้ ก่อนที่จะบันทึกลงในอีอีพรอม ซึ่งทำให้เมื่อตรวจสอบสัญญาณที่ได้เก็บไว้กับสัญญาณจากรีโมทต้นแบบแล้ว จะพบว่ามีความผิดเพี้ยนขึ้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งสามารถสังเกตได้จากตัวอย่างผลการทดลอง ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการกดปุ่มสวิตช์ของรีโมทอินฟราเรดที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมด VCD1 (สัญญาณรูปบน) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรลของ TV โดยตรง (สัญญาณรูปล่าง) เมื่อทำการกดสวิตช์เลือกฟังก์ชัน Up Volume

จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นได้ว่าลักษณะสัญญาณที่ได้จากเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ (สัญญาณรูปบน) จะมีความผิดเพี้ยนเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลต้นแบบ (สัญญาณรูปล่าง) ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะมีสัญญาณ 2 บิตที่มีขนาดแตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำสัญญาณนี้ไปใช้ก็จะทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ตามต้องการ

ในส่วนของปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดขึ้นในกระบวนการคัดลอกสัญญาณ ซึ่งสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น คือ เนื่องจากในการเขียนโปรแกรมนั้นได้ทำการโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์แซมปลิ้งตัดสัญญาณออกเป็นช่วงๆ พร้อมกับทำการตรวจสอบว่าในช่วงของสัญญาณที่ตัดมาได้นั้นเป็นค่า 1 หรือ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อตรวจสอบเรียบร้อยแล้วก็จะทำการเก็บค่าที่ได้ไว้ในตัวแปร และ จะทำไปเรื่อยๆ จนครบ เมื่อครบทั้งหมดจึงค่อยนำตัวแปรเหล่านี้ไปบันทึกลงในอีอีพรอมต่อไป ซึ่งค่าในการแซมปลิ้งสัญญาณนั้นเป็นค่าที่ตายตัวขึ้นอยู่กับความถี่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่สามารถที่จะไปกำหนดเองได้ ซึ่งในการทดลองนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าในการแซมปลิ้งเท่ากับ 198 ไมโครวินาที ทำให้เกิดปัญหาขึ้นเมื่อช่วงสัญญาณที่ตัดมาได้นั้นเป็นช่วงของการเปลี่ยนบิตจากบิต 1 เป็น 0 หรือ จากบิต 0 เป็น 1 ซึ่งถ้าช่วงของสัญญาณที่ตัดมาได้นั้นเป็นช่วงของการเปลี่ยนบิตจาก 1 เป็น 0 ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะตรวจสอบที่ตำแหน่งสุดท้ายของช่วงสัญญาณ ดังนั้นในกรณีนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะถือว่าช่วงสัญญาณนี้เป็นช่วงของสัญญาณบิต 0 ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าในส่วนที่เป็นบิต 1 ก็จะหายไป ในทำนองเดียวกันถ้าช่วงของการเปลี่ยนบิตจากบิต 0 เป็น 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะถือว่าช่วงสัญญาณนี้เป็นช่วงสัญญาณบิต 1 ทั้งหมด ดังนั้นทำให้เกิดความผิดเพี้ยนขึ้น

สำหรับแนวทางในการแก้ปัญหา คือ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีความถี่ในการแซมปลิ้งสัญญาณมากขึ้นเพื่อทำให้ความผิดเพี้ยนของสัญญาณที่เก็บในอีอีพรอมหายไป

แม้ว่าเครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์ที่ได้จัดทำขึ้นนี้ สามารถควบคุมอุปกรณ์ได้ 4 โหมดการทำงานด้วยกัน ซึ่งจะมีฟังก์ชันการทำงานให้เลือกทั้งหมด 24 ฟังก์ชันการทำงาน แต่ยังสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้เพิ่มเติม ซึ่งสามารถทำได้เพียงแค่เพิ่มโหมดและฟังก์ชันการทำงาน ซึ่งในส่วนนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อให้เครื่องคัดลอกรีโมทคอนโทรลอเนกประสงค์มีความหลากหลายและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. อุดม รานอก. ภาษาซี สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. นนทบุรี : ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์, 2548.

2. สันติ นุราช และอุกฤษฎ์ ตันทสุทธานนท์. เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ฉบับภาษาซี. ปทุมธานี : Micro Research Technology, 2548.

3. http://www.wara.com

4. http://www.adisak51.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include<reg52.h>
#include<absacc.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
void Delay_lcd (int time);
void enable_lcd (void);
void initial (void);
void address (unsigned char ad);
void write_cmd (unsigned char cmd);
void write_data (unsigned char dat);
void write_str (unsigned char *str);
void refresh (void);
void write_int (int value);

sbit TV1 = P1^2;
sbit TV2 = P1^3;
sbit VCD1 = P1^4;
sbit VCD2 = P1^5;
sbit sw1=P0^0;
sbit sw2=P0^1;
sbit sw3=P0^2;
sbit sw4=P0^3;
sbit sw5=P0^4;
sbit sw6=P0^5;
sbit add = P0^6;
sbit show = P1^7;
sbit sw21 = P1^6;
sbit SDA = P1^1;
sbit SCL = P1^0;
sbit led = P0^7;

void delay(unsigned char t)
{
unsigned char a,b;
for(b=0;b<=t;b++){
for(a=0;a<=100;a++){}}
}

void write_int (int value)
{
      write_data (((value%1000)/100)+0x30);
      write_data (((value%100)/10)+0x30);
      write_data ((value%10)+0x30);
}

void address (unsigned char ad)
{
        write_cmd (ad);
}

void initial (void)
{
      P3 |= 0x08;       //set bit P3.3
      P3 &= 0xfa;       //clear bit P3.2
      write_cmd (0x33);
      write_cmd (0x32);
      write_cmd (0x28);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        write_cmd (0x0c);
        write_cmd (0x06);
        write_cmd (0x01);
}

void write_str (unsigned char *str)
{
        char i,count;
        count = strlen (str);
        for (i=0; i<count; i++)
        {
                write_data (str[i]);
        }
}

void write_data (unsigned char dat)
{
        P3 |= 0x04;                     //set bit P1.2
        P3 |= 0x08;                     // set bit P1.3

        P2 = (P2 &0x0f)| (dat &0xf0); /* Send Hi-nibble */
        enable_lcd();

        P2 = (P2&0x0f)|((dat<<4) & 0xF0); /* Send Lo-nibble */
        enable_lcd();
        write_cmd (0x0c);
}

void write_cmd (unsigned char cmd)
{
        P3 |= 0x08;       //set P1.3
        P3 &= 0xfa;       // clear bit P1.2

        P2 = (P2 &0x0f)| (cmd &0xf0); /* Send Hi-nibble */
        enable_lcd();

        P2 = (P2&0x0f)|((cmd<<4) & 0xF0); /* Send Lo-nibble */
        enable_lcd();
}

void refresh (void)
{
        write_cmd (0x0c);
}

void enable_lcd (void)
{
        P3 &= 0xF7; /* (P1.3=0 E ) */
        Delay_lcd (2);
        P3 |= 0x08; /* (P1.3=1 E ) */
}

void Delay_lcd (int time)
{
        unsigned int loops,inloops;
        for (loops = 0; loops<time; loops++)
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            for (inloops = 0; inloops <100; inloops++);
        }
}
void check (void)     /* delay 1 us */
{
      TMOD = 0x01;
      TH0 = 0xFF;
      TL0 = 0xFe;
      TF0 = 0;
        TR0 = 1;
        while (TF0 ==0);
        TR0=0;
}

void dusec()
{
 unsigned char i=20;
 while(i>0)
      {
            i--;
      }
}

// ******************** Function gen clock ***********************
void i2c_clk(void)
{
      dusec();
      SCL = 1;
      dusec();
      SCL = 0;
}

// ******************** Function Start i2c ***********************
void i2c_start(void)
{
      if(SCL)
      SCL = 0;
      SDA = 1;
      SCL = 1;                                    //  Bus not busy
      dusec();
      SDA = 0;                                    //    Start data
transfer
      dusec();
      SCL = 0;                                    //    Provide
transfer data
}

// ******************** Function Stop i2c ************************
void i2c_stop(void)
{
      if(SCL)
      SCL = 0;
      SDA = 0;
      dusec();
      SCL = 1;
      dusec();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      SDA = 1;                                          //    Stop data
transfer
}

// ************** Function write command 1 byte ******************
bit i2c_write(unsigned char data_write)
{
      bit data_bit;
      unsigned char i;

      for(i=0;i<8;i++)                                  //    Transfer data 8
bit
      {
            data_bit = data_write & 0x80;
            SDA = data_bit;                             //    Transfer
data 1 bit while SCL = 0
            i2c_clk();                                  //    Hole data
while SLC = 1
            data_write = data_write << 1; //    Shift data
      }
      SDA = 1;                                          //    Wait ACK
      dusec();
      SCL = 1;
      dusec();
      data_bit = SDA;                                   //    Check
Acknowledge from slave
      SCL = 0;
      dusec();
      return(data_bit);                                 //    IF  "0" i2c O.K
}

// ************** Function read command 1 byte ******************
unsigned char i2c_read(void)
{
      bit rd_bit;
      unsigned char i,data_read;
      data_read = 0x00;
      for(i=0;i<8;i++)                                  //    Read data 8 bit
      {
            dusec();
            SCL = 1;
            dusec();
            rd_bit = SDA;                               //    Check
Acknowledge from slave
            data_read = data_read << 1;
            data_read = data_read | rd_bit;
            SCL = 0;
      }
      return(data_read);
}

// *********** Function NO - Acknowladge by master *****************
void i2c_nack(void)
{
      SDA = 1;
      dusec();
      i2c_clk();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      SDA = 1;
}

// ******************** Read data from EEPROM ************************
unsigned char EEPROM_read(unsigned char address1,unsigned char
address2)
{
      unsigned char ret;
      i2c_start();
      i2c_write(0xa0);
      i2c_write(address1);
      i2c_write(address2);
      i2c_start();
      i2c_write(0xa1);
      ret=i2c_read();
      i2c_nack();
      i2c_stop();
      return(ret);
      delay(100);
}

// ******************** Write data to EEPROM ************************
void EEPROM_write(unsigned int address1 ,unsigned char address2
,unsigned char dat)
{
      i2c_start();
      i2c_write(0xa0);
      i2c_write(address1);
      i2c_write(address2);
      i2c_write(dat);
      i2c_stop();
      delay(100);
}

void main (void)
{
      unsigned char a,b,d,r,c,i,j,q[8],m,u,v,w,x,y,z;
      unsigned char idata k[150];
      add = 0x01 ;
      sw21=1;
      a=0;
      b=0;
      c=0;
      d=0;
      r=0;
      u=0;
      v=0;
      w=0;
      x=0;
      y=0;
      z=0;
    sw1=1;
      sw2=1;
      sw3=1;
      sw4=1;
      sw5=1;
      sw6=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      TV1=1;
      TV2=1;
      VCD1=1;
      VCD2=1;
      led=1;
      m=0x80;
      for(i=0;i<8;i++)     {  q[i]=m; m=m>>1; }
      for (i=0;i<150;i++)  {  k[i]=0xFF;      }

      Delay_lcd (50);
      initial ();
      address (0x84);
      write_str ("Welcome");
      address (0xc2);
      write_str ("Please select");
      Delay_lcd (1000);
    Delay_lcd (150);
      initial ();
      address (0x80);
      write_str ("sw1=TV1,2=TV2");
      address (0xc0);
      write_str ("sw3=VCD1,4=VCD2");

      while (1)
{

        if(TV1==0&&VCD1==1&&TV2==1&&VCD2==1)
     {a=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode TV1");
       while (a==1)
       {

if(sw1==0&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////
sw 1
       {
         u=1;
         initial ();
         address (0x80);
         write_str ("Mode TV1");
         address (0xc0);
         write_str ("TV on/off");
         while (u==1)
          {if (sw21==0)
             {
               r=1;
               led=0;

               if(r==1)
             {
                  for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                                {
                                          k[i]=k[i]<<1;
                                          if (add==1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        {
                                                k[i]=k[i] | 1;
                                          }
                                         if (add==0)
                                        {
                                                k[i]=k[i] & 0;
                                          }
                                    //check();
                               }
                                if((k[0]&k[1])==0xff)
                                {
                                      i=0;
                                }
                          }
                          j=0;
                          for (i=0;i<150;i++)
                        {
                                EEPROM_write(0,i,k[j++]);

                          }
                                r=0;
                                led=1;
                          if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                                {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                                }
         }
         }
                  if (sw1==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(0,i);
                     }
                        for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                                {

                                        b=k[i]& q[j];
                                if (b==q[j]){show=1;}
                                        if (b==0x00){show=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        q[j]=q[j];
                                        //check();
                                }

                        }
                        delay(10);
                }
                if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        }
        }
            ///end sw1

if(sw1==1&&sw2==0&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 2
      {
        v=1;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode TV1");
        address (0xc0);
        write_str ("Up Volume");
        while (v==1)
         {if (sw21==0)
            {
             r=1;
             led=0;

            if(r==1)
           {
                for (i=0;i<150;i++)
                   {
                      for (j=0;j<8;j++)
                          {
                            k[i]=k[i]<<1;
                            if (add==1)
                           {
                                  k[i]=k[i] | 1;
                             }
                            if (add==0)
                           {
                                  k[i]=k[i] & 0;
                             }
                      //check();
                }
                 if((k[0]&k[1])==0xff)
                 {
                      i=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        }
                    }
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                {
                        EEPROM_write(1,i,k[j++]);

                    }
                        r=0;
                        led=1;
                    if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                        {

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                        }
        }
        }
                if (sw2==0)
                {
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                    {
                        k[j++]=EEPROM_read(1,i);
                    }
                    for (i=0;i<150;i++)
                    {
                    for (j=0;j<8;j++)
                            {
                                    b=k[i]& q[j];
                                if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                        }

                    }
                    delay(10);
                }
                if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        }
      }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==0&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 3
      {
        w=1;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode TV1");
        address (0xc0);
        write_str ("Down Volume");
        while (w==1)
         {if (sw21==0)
            {
              r=1;
              led=0;

              if(r==1)
             {
                  for (i=0;i<150;i++)
                    {
                       for (j=0;j<8;j++)
                                {
                                      k[i]=k[i]<<1;
                                      if (add==1)
                                    {
                                          k[i]=k[i] | 1;
                                    }
                                    if (add==0)
                                    {
                                          k[i]=k[i] & 0;
                                    }
                                //check();
                          }
                          if((k[0]&k[1])==0xff)
                          {
                                i=0;
                          }
                    }
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                 {
                          EEPROM_write(2,i,k[j++]);

                    }
                          r=0;
                          led=1;
                    if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                          {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                              }
         }
         }
                  if (sw3==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(2,i);
                     }
                       for (i=0;i<150;i++)
                     {
                       for (j=0;j<8;j++)
                                {
                                        b=k[i]& q[j];
                                    if (b==q[j]){show=1;}
                                        if (b==0x00){show=0;}
                                        q[j]=q[j];
                                        //check();
                           }

                     }
                     delay(10);
                  }
                  if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                  if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                  if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                  if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
         }
       }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==0&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 4
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x=1;
initial ();
address (0x80);
write_str ("Mode TV1");
address (0xc0);
write_str ("Up Channel");
while (x==1)
 {if (sw21==0)
    {
      r=1;
      led=0;

      if(r==1)
    {
          for (i=0;i<150;i++)
             {
                for (j=0;j<8;j++)
                      {
                                k[i]=k[i]<<1;
                                if (add==1)
                              {
                                      k[i]=k[i] | 1;
                                }
                                if (add==0)
                                {
                                      k[i]=k[i] & 0;
                                 }
                           //check();
                      }
                 if((k[0]&k[1])==0xff)
                 {
                       i=0;
                 }
            }
            j=0;
            for (i=0;i<150;i++)
          {
                 EEPROM_write(3,i,k[j++]);

            }
                 r=0;
                 led=1;
            if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                 {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                                  }
         }
         }
                  if (sw4==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(3,i);
                     }
                        for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                                 {

                                       b=k[i]& q[j];
                                    if (b==q[j]){show=1;}
                                       if (b==0x00){show=0;}
                                       q[j]=q[j];
                                       //check();
                              }

                     }
                     delay(10);
                  }
                  if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                  if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                  if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                  if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
         }
        }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==0&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 5
       {
         y=1;
         initial ();
         address (0x80);
         write_str ("Mode TV1");
         address (0xc0);
         write_str ("Down Channel");
         while (y==1)
          {if (sw21==0)
             {
               r=1;
               led=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if(r==1)
           {
                 for (i=0;i<150;i++)
                    {
                       for (j=0;j<8;j++)
                                {
                                          k[i]=k[i]<<1;
                                          if (add==1)
                                         {
                                                k[i]=k[i] | 1;
                                          }
                                          if (add==0)
                                         {
                                                k[i]=k[i] & 0;
                                          }
                                      //check();
                                }
                                 if((k[0]&k[1])==0xff)
                                 {
                                      i=0;
                                 }
                       }
                       j=0;
                       for (i=0;i<150;i++)
                    {
                       EEPROM_write(4,i,k[j++]);

                       }
                       r=0;
                       led=1;
                      if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                       {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                                }
         }
         }
                  if (sw5==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(4,i);
                     }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        for (i=0;i<150;i++)
                      {
                        for (j=0;j<8;j++)
                                {

                                        b=k[i]& q[j];
                                  if (b==q[j]){show=1;}
                                        if (b==0x00){show=0;}
                                        q[j]=q[j];
                                        //check();
                             }

                        }
                        delay(10);
                    }
                    if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                    if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                    if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                    if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                    if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                    if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                    if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          }
        }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==0)//////////////////////
///// sw 6
       {
         z=1;
         initial ();
         address (0x80);
         write_str ("Mode TV1");
         address (0xc0);
         write_str ("MENU");
         while (z==1)
          {if (sw21==0)
             {
               r=1;
               led=0;

               if(r==1)
             {
                   for (i=0;i<150;i++)
                      {
                        for (j=0;j<8;j++)
                                {
                                        k[i]=k[i]<<1;
                                        if (add==1)
                                      {
                                              k[i]=k[i] | 1;
                                       }
                                        if (add==0)
                                      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                                k[i]=k[i] & 0;
                                          }
                                    //check();
                              }
                               if((k[0]&k[1])==0xff)
                               {
                                    i=0;
                               }
                        }
                        j=0;
                        for (i=0;i<150;i++)
                  {
                        EEPROM_write(5,i,k[j++]);

                        }
                        r=0;
                        led=1;
                        if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                        {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                        }
         }
         }
                  if (sw6==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                          k[j++]=EEPROM_read(5,i);
                     }
                        for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                              {

                                    b=k[i]& q[j];
                              if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                        }

                     }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                delay(10);
              }
            if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
              if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
              if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
              if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
              if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        }
      }
      if (TV1==0)     {a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
      if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
      if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
      if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
   }// while TV1 command
 }// TV1 command
     if(TV1==1&&TV2==0&&VCD1==1&&VCD2==1)
    {b=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;
       initial ();
       address (0x80);
       write_str ("Mode TV2");
      while (b==1)
     {

if(sw1==0&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////
sw 1
     {
       u=1;
       initial ();
       address (0x80);
       write_str ("Mode TV2");
       address (0xc0);
       write_str ("channel 0");
       while (u==1)
        {if (sw21==0)
           {
             r=1;
             led=0;

             if(r==1)
           {
                for (i=0;i<150;i++)
                   {
                      for (j=0;j<8;j++)
                              {
                                      k[i]=k[i]<<1;
                                      if (add==1)
                                    {
                                           k[i]=k[i] | 1;
                                     }
                                     if (add==0)
                                    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        k[i]=k[i] & 0;
                                    }
                                //check();
                            }
                             if((k[0]&k[1])==0xff)
                             {
                                    i=0;
                             }
                        }
                        j=0;
                        for (i=0;i<150;i++)
                    {
                            EEPROM_write(6,i,k[j++]);

                        }
                            r=0;
                            led=1;
                        if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                            {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                            }

          }
          }
                    if (sw1==0)
                    {
                        j=0;
                        for (i=0;i<150;i++)
                        {
                            k[j++]=EEPROM_read(6,i);
                        }
                           for (i=0;i<150;i++)
                        {
                           for (j=0;j<8;j++)
                                {

                                        b=k[i]& q[j];
                                if (b==q[j]){show=1;}
                                        if (b==0x00){show=0;}
                                        q[j]=q[j];
                                        //check();
                            }

                    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    delay(10);
                  }
                  if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                  if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                  if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                  if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        }
        }
            ///end sw1

if(sw1==1&&sw2==0&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 2
      {
        v=1;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode TV2");
        address (0xc0);
        write_str ("TV/AV");
        while (v==1)
         {if (sw21==0)
            {
             r=1;
             led=0;

             if(r==1)
            {
                for (i=0;i<150;i++)
                  {
                    for (j=0;j<8;j++)
                          {
                                k[i]=k[i]<<1;
                                if (add==1)
                                {
                                    k[i]=k[i] | 1;
                                }
                                if (add==0)
                                {
                                    k[i]=k[i] & 0;
                                }
                          //check();
                  }
                   if((k[0]&k[1])==0xff)
                   {
                          i=0;
                   }
                }
                j=0;
                for (i=0;i<150;i++)
                {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        EEPROM_write(7,i,k[j++]);

                    }
                        r=0;
                        led=1;
                    if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                        {

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                        }
        }
        }
                if (sw2==0)
                {
                  j=0;
                  for (i=0;i<150;i++)
                  {
                      k[j++]=EEPROM_read(7,i);
                  }
                   for (i=0;i<150;i++)
                  {
                    for (j=0;j<8;j++)
                            {
                                b=k[i]& q[j];
                            if (b==q[j]){show=1;}
                                if (b==0x00){show=0;}
                                q[j]=q[j];
                                //check();
                        }

                  }
                  delay(10);
                }
                if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                if (TV1==0)
 {a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        }
      }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==0&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 3
      {
        w=1;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode TV2");
        address (0xc0);
        write_str ("Mute");
        while (w==1)
         {if (sw21==0)
            {
              r=1;
              led=0;

              if(r==1)
            {
                  for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                           {
                              k[i]=k[i]<<1;
                              if (add==1)
                             {
                                 k[i]=k[i] | 1;
                              }
                              if (add==0)
                              {
                                 k[i]=k[i] & 0;
                              }
                           //check();
                     }
                        if((k[0]&k[1])==0xff)
                        {
                           i=0;
                        }
                     }
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                  {
                           EEPROM_write(8,i,k[j++]);

                     }
                           r=0;
                           led=1;
                     if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                           {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                              }
         }
         }
                  if (sw3==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(8,i);
                     }
                        for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                              {

                                    b=k[i]& q[j];
                                 if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                              }

                     }
                     delay(10);
                  }
                  if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                  if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                  if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                  if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
         }
       }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==0&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 4
       {
         x=1;
         initial ();
         address (0x80);
         write_str ("Mode TV2");
         address (0xc0);
         write_str ("Menu Right side");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
        while (x==1)
         {if (sw21==0)
            {
              r=1;
              led=0;

              if(r==1)
            {
                  for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                              {
                                          k[i]=k[i]<<1;
                                          if (add==1)
                                        {
                                                k[i]=k[i] | 1;
                                         }
                                          if (add==0)
                                        {
                                                k[i]=k[i] & 0;
                                         }
                                    //check();
                                }
                                 if((k[0]&k[1])==0xff)
                                 {
                                    i=0;
                                 }
                              }
                              j=0;
                              for (i=0;i<150;i++)
                           {
                                 EEPROM_write(9,i,k[j++]);

                              }
                                 r=0;
                                 led=1;
                              if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                                 {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                                 }
          }
          }
                    if (sw4==0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    {
                       j=0;
                       for (i=0;i<150;i++)
                       {
                             k[j++]=EEPROM_read(9,i);
                       }
                          for (i=0;i<150;i++)
                       {
                          for (j=0;j<8;j++)
                                   {

                                          b=k[i]& q[j];
                                      if (b==q[j]){show=1;}
                                          if (b==0x00){show=0;}
                                          q[j]=q[j];
                                          //check();
                                }

                       }
                       delay(10);
                    }
                    if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                    if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                    if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                    if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                    if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                    if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                    if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                 if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                 if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                 if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
             }
          }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==0&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 5
         {
           y=1;
           initial ();
           address (0x80);
           write_str ("Mode TV2");
           address (0xc0);
           write_str ("Menu Left Side");
           while (y==1)
            {if (sw21==0)
               {
                 r=1;
                 led=0;

                 if(r==1)
               {
                     for (i=0;i<150;i++)
                        {
                           for (j=0;j<8;j++)
                                    {
                                          k[i]=k[i]<<1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        if (add==1)
                                        {
                                                k[i]=k[i] | 1;
                                         }
                                        if (add==0)
                                        {
                                                k[i]=k[i] & 0;
                                         }
                                //check();
                        }
                         if((k[0]&k[1])==0xff)
                         {
                                i=0;
                         }
                    }
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                  {
                         EEPROM_write(10,i,k[j++]);

                    }
                         r=0;
                         led=1;
                    if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                         {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                         }

          }
          }
                  if (sw5==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(10,i);
                     }
                        for (i=0;i<150;i++)
                        {
                        for (j=0;j<8;j++)
                                {

                                        b=k[i]& q[j];
                                if (b==q[j]){show=1;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        if (b==0x00){show=0;}
                                        q[j]=q[j];
                                        //check();
                                }

                        }
                        delay(10);
                }
                if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
    }
  }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==0)//////////////////////
///// sw 6
  {
    z=1;
    initial ();
    address (0x80);
    write_str ("Mode TV2");
    address (0xc0);
    write_str ("Show channel");
    while (z==1)
     {if (sw21==0)
        {
          r=1;
          led=0;

          if(r==1)
        {
             for (i=0;i<150;i++)
                {
                   for (j=0;j<8;j++)
                        {
                                        k[i]=k[i]<<1;
                                        if (add==1)
                                       {
                                              k[i]=k[i] | 1;
                                         }
                                        if (add==0)
                                       {
                                              k[i]=k[i] & 0;
                                         }
                                //check();
                        }
                 if((k[0]&k[1])==0xff)
                 {
                        i=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        }
                    }
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                  {
                        EEPROM_write(11,i,k[j++]);

                    }
                        r=0;
                        led=1;
                    if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                        {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                        }
          }
          }
                if (sw6==0)
                {
                   j=0;
                   for (i=0;i<150;i++)
                   {
                        k[j++]=EEPROM_read(11,i);
                   }
                    for (i=0;i<150;i++)
                   {
                      for (j=0;j<8;j++)
                                {
                                        b=k[i]& q[j];
                                  if (b==q[j]){show=1;}
                                        if (b==0x00){show=0;}
                                        q[j]=q[j];
                                        //check();
                                }

                   }
                   delay(10);
                }
              if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                    if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            }
         }
              if (TV1==0)     {a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
      }// while TV2
   }// TV2
     if(TV1==1&&TV2==1&&VCD1==0&&VCD2==1)
      {c=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;
         initial ();
         address (0x80);
         write_str ("Mode VCD1");
        while (c==1)
       {

if(sw1==0&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////
sw 1
       {
         u=1;
         initial ();
         address (0x80);
         write_str ("Mode VCD1");
         address (0xc0);
         write_str ("Power");
         while (u==1)
          {if (sw21==0)
              {
                r=1;
                led=0;

                if(r==1)
              {
                    for (i=0;i<150;i++)
                        {
                            for (j=0;j<8;j++)
                                {
                                    k[i]=k[i]<<1;
                                    if (add==1)
                                   {
                                          k[i]=k[i] | 1;
                                     }
                                    if (add==0)
                                   {
                                          k[i]=k[i] & 0;
                                     }
                                //check();
                            }
                             if((k[0]&k[1])==0xff)
                             {
                                    i=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        }
                    }
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                {
                        EEPROM_write(12,i,k[j++]);

                    }
                        r=0;
                        led=1;
                    if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                        {

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                        }
        }
        }
                if (sw1==0)
                {
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                    {
                        k[j++]=EEPROM_read(12,i);
                    }
                    for (i=0;i<150;i++)
                    {
                    for (j=0;j<8;j++)
                            {
                                    b=k[i]& q[j];
                                if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                        }

                    }
                    delay(10);
                }
                if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                    if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          }
          }
               ///end sw1

if(sw1==1&&sw2==0&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 2
       {
          v=1;
          initial ();
          address (0x80);
          write_str ("Mode VCD1");
          address (0xc0);
          write_str ("Up Volume");
          while (v==1)
           {if (sw21==0)
              {
               r=1;
               led=0;

               if(r==1)
              {
                   for (i=0;i<150;i++)
                    {
                        for (j=0;j<8;j++)
                             {
                                  k[i]=k[i]<<1;
                                  if (add==1)
                                 {
                                       k[i]=k[i] | 1;
                                  }
                                 if (add==0)
                                 {
                                       k[i]=k[i] & 0;
                                  }
                             //check();
                        }
                        if((k[0]&k[1])==0xff)
                        {
                              i=0;
                        }
                   }
                   j=0;
                   for (i=0;i<150;i++)
                  {
                        EEPROM_write(13,i,k[j++]);

                   }
                        r=0;
                        led=1;
                   if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                              }
         }
         }
                  if (sw2==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(13,i);
                     }
                        for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                              {

                                    b=k[i]& q[j];
                              if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                              }

                     }
                     delay(10);
                  }
                  if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                  if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                  if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                  if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
         }
       }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==0&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 3
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
w=1;
initial ();
address (0x80);
write_str ("Mode VCD1");
address (0xc0);
write_str ("Down Volume");
while (w==1)
 {if (sw21==0)
    {
      r=1;
      led=0;

      if(r==1)
    {
          for (i=0;i<150;i++)
             {
                for (j=0;j<8;j++)
                      {
                            k[i]=k[i]<<1;
                            if (add==1)
                           {
                                 k[i]=k[i] | 1;
                            }
                            if (add==0)
                           {
                                 k[i]=k[i] & 0;
                            }
                       //check();
                }
               if((k[0]&k[1])==0xff)
               {
                    i=0;
               }
          }
          j=0;
          for (i=0;i<150;i++)
        {
               EEPROM_write(14,i,k[j++]);

          }
               r=0;
               led=1;
          if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
               {

     delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

     delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

     delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

     delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                              }
         }
         }
                  if (sw3==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(14,i);
                     }
                        for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                              {

                                    b=k[i]& q[j];
                                 if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                              }

                     }
                     delay(10);
                  }
                  if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                  if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                  if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                  if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
         }
       }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==0&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 4
      {
        x=1;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode VCD1");
        address (0xc0);
        write_str ("Tape A Play");
        while (x==1)
         {if (sw21==0)
            {
              r=1;
              led=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if(r==1)
            {
                  for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                              {
                                          k[i]=k[i]<<1;
                                          if (add==1)
                                          {
                                                k[i]=k[i] | 1;
                                           }
                                          if (add==0)
                                          {
                                                k[i]=k[i] & 0;
                                                }
                                       //check();
                                 }
                                  if((k[0]&k[1])==0xff)
                                  {
                                       i=0;
                                  }
                              }
                              j=0;
                              for (i=0;i<150;i++)
                             {
                                  EEPROM_write(15,i,k[j++]);

                              }
                              r=0;
                              led=1;
                              if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                                {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                                }
         }
         }
                  if (sw4==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(15,i);
                     }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    for (i=0;i<150;i++)
                  {
                    for (j=0;j<8;j++)
                          {

                                  b=k[i]& q[j];
                            if (b==q[j]){show=1;}
                                  if (b==0x00){show=0;}
                                  q[j]=q[j];
                                  //check();
                          }

                    }
                    delay(10);
                 }
                 if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                 if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                 if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                 if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                 if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                 if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                 if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        }
      }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==0&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 5
     {
       y=1;
       initial ();
       address (0x80);
       write_str ("Mode VCD1");
       address (0xc0);
       write_str ("Tape B Play");
       while (y==1)
        {if (sw21==0)
           {
             r=1;
             led=0;

             if(r==1)
           {
                for (i=0;i<150;i++)
                   {
                      for (j=0;j<8;j++)
                            {
                              k[i]=k[i]<<1;
                              if (add==1)
                             {
                                    k[i]=k[i] | 1;
                               }
                              if (add==0)
                             {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        k[i]=k[i] & 0;
                                    }
                                //check();
                            }
                             if((k[0]&k[1])==0xff)
                             {
                                    i=0;
                             }
                        }
                        j=0;
                        for (i=0;i<150;i++)
                    {
                             EEPROM_write(16,i,k[j++]);

                        }
                             r=0;
                             led=1;
                        if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                             {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                             }
          }
          }
                    if (sw5==0)
                    {
                       j=0;
                       for (i=0;i<150;i++)
                       {
                            k[j++]=EEPROM_read(16,i);
                       }
                          for (i=0;i<150;i++)
                       {
                          for (j=0;j<8;j++)
                                {

                                       b=k[i]& q[j];
                                  if (b==q[j]){show=1;}
                                       if (b==0x00){show=0;}
                                       q[j]=q[j];
                                       //check();
                             }

                       }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    delay(10);
                   }
                   if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                   if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                   if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                   if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                   if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                   if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                   if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          }
        }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==0)//////////////////////
///// sw 6
      {
        z=1;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode VCD1");
        address (0xc0);
        write_str ("Sleep");
        while (z==1)
         {if (sw21==0)
            {
              r=1;
              led=0;

              if(r==1)
            {
                  for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                                 {
                                       k[i]=k[i]<<1;
                                       if (add==1)
                                      {
                                            k[i]=k[i] | 1;
                                       }
                                       if (add==0)
                                       {
                                            k[i]=k[i] & 0;
                                       }
                                  //check();
                             }
                              if((k[0]&k[1])==0xff)
                              {
                                    i=0;
                              }
                     }
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                  {
                        EEPROM_write(17,i,k[j++]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        r=0;
                        led=1;
                    if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                        {

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

    delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                        }
        }
        }
            if (sw6==0)
            {
               j=0;
               for (i=0;i<150;i++)
               {
                   k[j++]=EEPROM_read(17,i);
               }
                 for (i=0;i<150;i++)
               {
                 for (j=0;j<8;j++)
                       {

                            b=k[i]& q[j];
                        if (b==q[j]){show=1;}
                            if (b==0x00){show=0;}
                            q[j]=q[j];
                            //check();
                       }

               }
               delay(10);
            }
          if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
            if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
            if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
            if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
            if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
      }
    }
        if (TV1==0)     {a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
   }// while VCD1
 }// VCD1
 if(TV1==1&&TV2==1&&VCD1==1&&VCD2==0)
   {d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;
     initial ();
     address (0x80);
     write_str ("Mode VCD2");
    while (d==1)
    {

if(sw1==0&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////
sw 1
     {
       u=1;
       initial ();
       address (0x80);
       write_str ("Mode VCD2");
       address (0xc0);
       write_str ("CD Play");
       while (u==1)
        {if (sw21==0)
          {
            r=1;
            led=0;

            if(r==1)
          {
              for (i=0;i<150;i++)
                 {
                    for (j=0;j<8;j++)
                                {
                                  k[i]=k[i]<<1;
                                  if (add==1)
                                 {
                                       k[i]=k[i] | 1;
                                  }
                                  if (add==0)
                                 {
                                       k[i]=k[i] & 0;
                                   }
                            //check();
                  }
                   if((k[0]&k[1])==0xff)
                   {
                         i=0;
                   }
              }
              j=0;
              for (i=0;i<150;i++)
            {
                   EEPROM_write(18,i,k[j++]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        }
                              r=0;
                              led=1;
                        if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                              {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                              }
         }
         }
                  if (sw1==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(18,i);
                     }
                        for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                              {

                                    b=k[i]& q[j];
                              if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                              }

                     }
                     delay(10);
                  }
                  if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                  if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                  if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                  if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
            ///end sw1

if(sw1==1&&sw2==0&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 2
      {
        v=1;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode VCD2");
        address (0xc0);
        write_str ("CD Pause");
        while (v==1)
         {if (sw21==0)
            {
              r=1;
              led=0;

              if(r==1)
            {
                  for (i=0;i<150;i++)
                    {
                       for (j=0;j<8;j++)
                             {
                                    k[i]=k[i]<<1;
                                    if (add==1)
                                   {
                                        k[i]=k[i] | 1;
                                    }
                                    if (add==0)
                                   {
                                        k[i]=k[i] & 0;
                                    }
                                 //check();
                          }
                         if((k[0]&k[1])==0xff)
                         {
                              i=0;
                         }
                    }
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                  {
                          EEPROM_write(19,i,k[j++]);

                    }
                          r=0;
                          led=1;
                    if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                          {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                              }
         }
         }
                  if (sw2==0)
                  {
                     j=0;
                     for (i=0;i<150;i++)
                     {
                           k[j++]=EEPROM_read(19,i);
                     }
                        for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                              {

                                    b=k[i]& q[j];
                                 if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                              }

                     }
                     delay(10);
                  }
                  if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                  if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                  if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                  if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                  if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
               if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
         }
       }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==0&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 3
      {
        w=1;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode VCD2");
        address (0xc0);
        write_str ("CD Stop");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        while (w==1)
         {if (sw21==0)
            {
              r=1;
              led=0;

              if(r==1)
            {
                  for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                              {
                                       k[i]=k[i]<<1;
                                       if (add==1)
                                     {
                                            k[i]=k[i] | 1;
                                      }
                                       if (add==0)
                                       {
                                            k[i]=k[i] & 0;
                                            }
                                    //check();
                               }
                              if((k[0]&k[1])==0xff)
                              {
                                    i=0;
                              }
                        }
                        j=0;
                        for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        EEPROM_write(20,i,k[j++]);

                        }
                              r=0;
                              led=1;
                        if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                              {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                              }
          }
          }
                    if (sw3==0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                    {
                          k[j++]=EEPROM_read(20,i);
                    }
                       for (i=0;i<150;i++)
                    {
                       for (j=0;j<8;j++)
                                {

                                        b=k[i]& q[j];
                                   if (b==q[j]){show=1;}
                                        if (b==0x00){show=0;}
                                        q[j]=q[j];
                                        //check();
                          }

                    }
                    delay(10);
                 }
                 if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                 if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                 if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                 if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                 if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                 if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                 if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
          }
        }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==0&&sw5==1&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 4
       {
         x=1;
         initial ();
         address (0x80);
         write_str ("Mode VCD2");
         address (0xc0);
         write_str ("CD Backward");
         while (x==1)
          {if (sw21==0)
             {
               r=1;
               led=0;

               if(r==1)
             {
                  for (i=0;i<150;i++)
                     {
                        for (j=0;j<8;j++)
                                 {
                                        k[i]=k[i]<<1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
                                        if (add==1)
                                        {
                                                k[i]=k[i] | 1;
                                         }
                                        if (add==0)
                                        {
                                                k[i]=k[i] & 0;
                                         }
                                //check();
                            }
                             if((k[0]&k[1])==0xff)
                             {
                                    i=0;
                             }
                        }
                        j=0;
                        for (i=0;i<150;i++)
                    {
                            EEPROM_write(21,i,k[j++]);

                        }
                            r=0;
                            led=1;
                         if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                            {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                            }

          }
          }
                    if (sw4==0)
                    {
                       j=0;
                       for (i=0;i<150;i++)
                       {
                             k[j++]=EEPROM_read(21,i);
                       }
                          for (i=0;i<150;i++)
                       {
                          for (j=0;j<8;j++)
                                {

                                        b=k[i]& q[j];
                                if (b==q[j]){show=1;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        if (b==0x00){show=0;}
                                        q[j]=q[j];
                                        //check();
                                }

                        }
                        delay(10);
                }
                if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
            if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        }
      }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==0&&sw6==1)//////////////////////
///// sw 5
      {
        y=1;
        initial ();
        address (0x80);
        write_str ("Mode VCD2");
        address (0xc0);
        write_str ("CD Forward");
        while (y==1)
         {if (sw21==0)
            {
            r=1;
            led=0;

            if(r==1)
           {
                for (i=0;i<150;i++)
                    {
                        for (j=0;j<8;j++)
                            {
                                k[i]=k[i]<<1;
                                if (add==1)
                               {
                                      k[i]=k[i] | 1;
                                 }
                                if (add==0)
                               {
                                      k[i]=k[i] & 0;
                                 }
                        //check();
                }
                 if((k[0]&k[1])==0xff)
                 {
                        i=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        }
                    }
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                {
                        EEPROM_write(22,i,k[j++]);

                    }
                        r=0;
                        led=1;
                    if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                        {

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                        }
          }
          }
                if (sw5==0)
                {
                    j=0;
                    for (i=0;i<150;i++)
                    {
                        k[j++]=EEPROM_read(22,i);
                    }
                    for (i=0;i<150;i++)
                    {
                    for (j=0;j<8;j++)
                            {
                                    b=k[i]& q[j];
                                if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                        }

                    }
                    delay(10);
                }
                if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        }
      }

if(sw1==1&&sw2==1&&sw3==1&&sw4==1&&sw5==1&&sw6==0)//////////////////////
///// sw 6
     {
       z=1;
       initial ();
       address (0x80);
       write_str ("Mode VCD2");
       address (0xc0);
       write_str ("CD Disc Skip");
       while (z==1)
        {if (sw21==0)
           {
             r=1;
             led=0;

             if(r==1)
            {
                for (i=0;i<150;i++)
                 {
                    for (j=0;j<8;j++)
                       {
                          k[i]=k[i]<<1;
                          if (add==1)
                          {
                             k[i]=k[i] | 1;
                          }
                          if (add==0)
                          {
                             k[i]=k[i] & 0;
                          }
                       //check();
                 }
                    if((k[0]&k[1])==0xff)
                    {
                       i=0;
                    }
                }
                j=0;
                for (i=0;i<150;i++)
               {
                    EEPROM_write(23,i,k[j++]);

                }
                    r=0;
                    led=1;
                if((k[146]&k[147]&k[148])!= 0xff)
                    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;

      delay(1000);delay(1000);delay(1000);led=0;delay(1000);delay(1000)
;delay(1000);led=1;
                              }
     }
     }
                if (sw6==0)
                {
                   j=0;
                   for (i=0;i<150;i++)
                   {
                         k[j++]=EEPROM_read(23,i);
                   }
                      for (i=0;i<150;i++)
                   {
                      for (j=0;j<8;j++)
                                 {

                                    b=k[i]& q[j];
                                if (b==q[j]){show=1;}
                                    if (b==0x00){show=0;}
                                    q[j]=q[j];
                                    //check();
                           }

                   }
                   delay(10);
                }
               if (sw1==0){u=1;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                 if (sw2==0){u=0;v=1;w=0;x=0;y=0;z=0;}
                 if (sw3==0){u=0;v=0;w=1;x=0;y=0;z=0;}
                 if (sw4==0){u=0;v=0;w=0;x=1;y=0;z=0;}
                 if (sw5==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=1;z=0;}
                 if (sw6==0){u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=1;}
                 if (TV1==0)
{a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
              if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
        }
      }
           if (TV1==0)     {a=1;b=0;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
           if (TV2==0) {a=0;b=1;c=0;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
           if (VCD1==0) {a=0;b=0;c=1;d=0;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
           if (VCD2==0) {a=0;b=0;c=0;d=1;u=0;v=0;w=0;x=0;y=0;z=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
    }// while VCD2
  }// VCD2
}// while main
}// main
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET

P89C51RA2xx/RB2xx/RC2xx/RD2xx

80C51 8-bit Flash microcontroller family

8KB/16KB/32KB/64KB ISP/IAP Flash with
512B/512B/512B/1KB RAM

Preliminary data
Supersedes data of 2002 May 20

2002 Jul 18

Philips
Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESCRIPTION

The P89C51RA2/RB2/RC2/RD2xx contains a non-volatile 8KB/16KB/32KB/64KB Flash program memory that is both parallel programmable and serial In-System and In-Application Programmable. In-System Programming (ISP) allows the user to download new code while the microcontroller sits in the application. In-Application Programming (IAP) means that the microcontroller fetches new program code and reprograms itself while in the system. This allows for remote programming over a modem link. A default serial loader (boot loader) program in ROM allows serial In-System programming of the Flash memory via the UART without the need for a loader in the Flash code. For In-Application Programming, the user program erases and reprograms the Flash memory by use of standard routines contained in ROM.

The device supports 6-clock/12-clock mode selection by programming a Flash bit using parallel programming or In-System Programming. In addition, an SFR bit (X2) in the clock control register (CKCON) also selects between 6-clock/12-clock mode.

Additionally, when in 6-clock mode, peripherals may use either 6 clocks per machine cycle or 12 clocks per machine cycle. This choice is available individually for each peripheral and is selected by bits in the CKCON register.

This device is a Single-Chip 8-Bit Microcontroller manufactured in an advanced CMOS process and is a derivative of the 80C51 microcontroller family. The instruction set is 100% compatible with the 80C51 instruction set.

The device also has four 8-bit I/O ports, three 16-bit timer/event counters, a multi-source, four-priority-level, nested interrupt structure, an enhanced UART and on-chip oscillator and timing circuits.

The added features of the P89C51RA2/RB2/RC2/RD2xx make it a powerful microcontroller for applications that require pulse width modulation, high-speed I/O and up/down counting capabilities such as motor control.

FEATURES

- 80C51 Central Processing Unit
- On-chip Flash Program Memory with In-System Programming (ISP) and In-Application Programming (IAP) capability
- Boot ROM contains low level Flash programming routines for downloading via the UART
- Can be programmed by the end-user application (IAP)
- Parallel programming with 87C51 compatible hardware interface to programmer
- Supports 6-clock/12-clock mode via parallel programmer (default clock mode after ChipErase is 12-clock)
- 6-clock/12-clock mode Flash bit erasable and programmable via ISP
- 6-clock/12-clock mode programmable "on-the-fly" by SFR bit
- Peripherals (PCA, timers, UART) may use either 6-clock or 12-clock mode while the CPU is in 6-clock mode
- Speed up to 20 MHz with 6-clock cycles per machine cycle (40 MHz equivalent performance); up to 33 MHz with 12 clocks per machine cycle
- Fully static operation
- RAM expandable externally to 64 kbytes
- Four interrupt priority levels
- Seven interrupt sources
- Four 8-bit I/O ports
- Full-duplex enhanced UART
  - Framing error detection
  - Automatic address recognition
- Power control modes
  - Clock can be stopped and resumed
  - Idle mode
  - Power down mode
- Programmable clock-out pin
- Second DPTR register
- Asynchronous port reset
- Low EMI (inhibit ALE)
- Programmable Counter Array (PCA)
  - PWM
  - Capture/compare

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SELECTION TABLE

Type	Memory				Timers				Serial Interfaces				ADC bits/ch.	I/O Pins	Interrupts (Ext.)/Levels	Program Security	Default Clock Rate[1]	Optional Clock Rate[1]	Reset active low/high?	Max. Freq. at 6-clk / 12-clk (MHz)	Freq. Range at 3V (MHz)	Freq. Range at 5V (MHz)
	RAM	ROM	OTP	Flash	# of Timers	PWM	PCA	WD	UART	I2C	CAN	SPI										
P89C51RD2xx	1K	–	–	64K	4	√	√	√	√	–	–	–	–	32	7(2)/4	√	12-clk	6-clk	H	20/33	–	0-20/33
P89C51RC2xx	512B	–	–	32K	4	√	√	√	√	–	–	–	–	32	7(2)/4	√	12-clk	6-clk	H	20/33	–	0-20/33
P89C51RB2xx	512B	–	–	16K	4	√	√	√	√	–	–	–	–	32	7(2)/4	√	12-clk	6-clk	H	20/33	–	0-20/33
P89C51RA2xx	512B	–	–	8K	4	√	√	√	√	–	–	–	–	32	7(2)/4	√	12-clk	6-clk	H	20/33	–	0-20/33

NOTE:
1. P89C51Rx2Hxx devices have a 6-clk default clock rate (12-clk optional). Please also see Device Comparison Table.

DEVICE COMPARISON TABLE

Item	1st generation of Rx2 devices	2nd generation of Rx2 devices (this data sheet)	Difference
Type description	P89C51Rx2Hxx(x)	P89C51Rx2xx(x)	No more letter 'H'
Programming algorithm	When using a parallel programmer, be sure to select P89C51Rx2Hxx(x) devices	When using a parallel programmer, be sure to select P89C51Rx2xx(x) devices (no more letter 'H')	Different programming algorithm due to process change
Clock mode (I)	**6-clk default, OTP** configuration bit to program to **12-clk** mode using parallel programmer (**cannot** be programmed back to 6-clk)	**12-clk default, Flash** configuration bit to program to **6-clk** mode using parallel programmer or ISP (**can** be reprogrammed)	More flexibility for the end user, more compatibility to older P89C51Rx+ parts
Clock mode (II)	N/A	6-clock/12-clock mode programmable "on the fly" by SFR bit X2 (CKCON.0)	Clock mode can be changed by software
Peripheral clock modes	N/A	Peripherals can be run in 12-clk mode while CPU runs in 6-clk mode	More flexibility, lower power consumption
Flash block structure	Two 8-Kbyte blocks 1–3 16-Kbyte blocks	2–16 4-Kbyte blocks	More flexibility

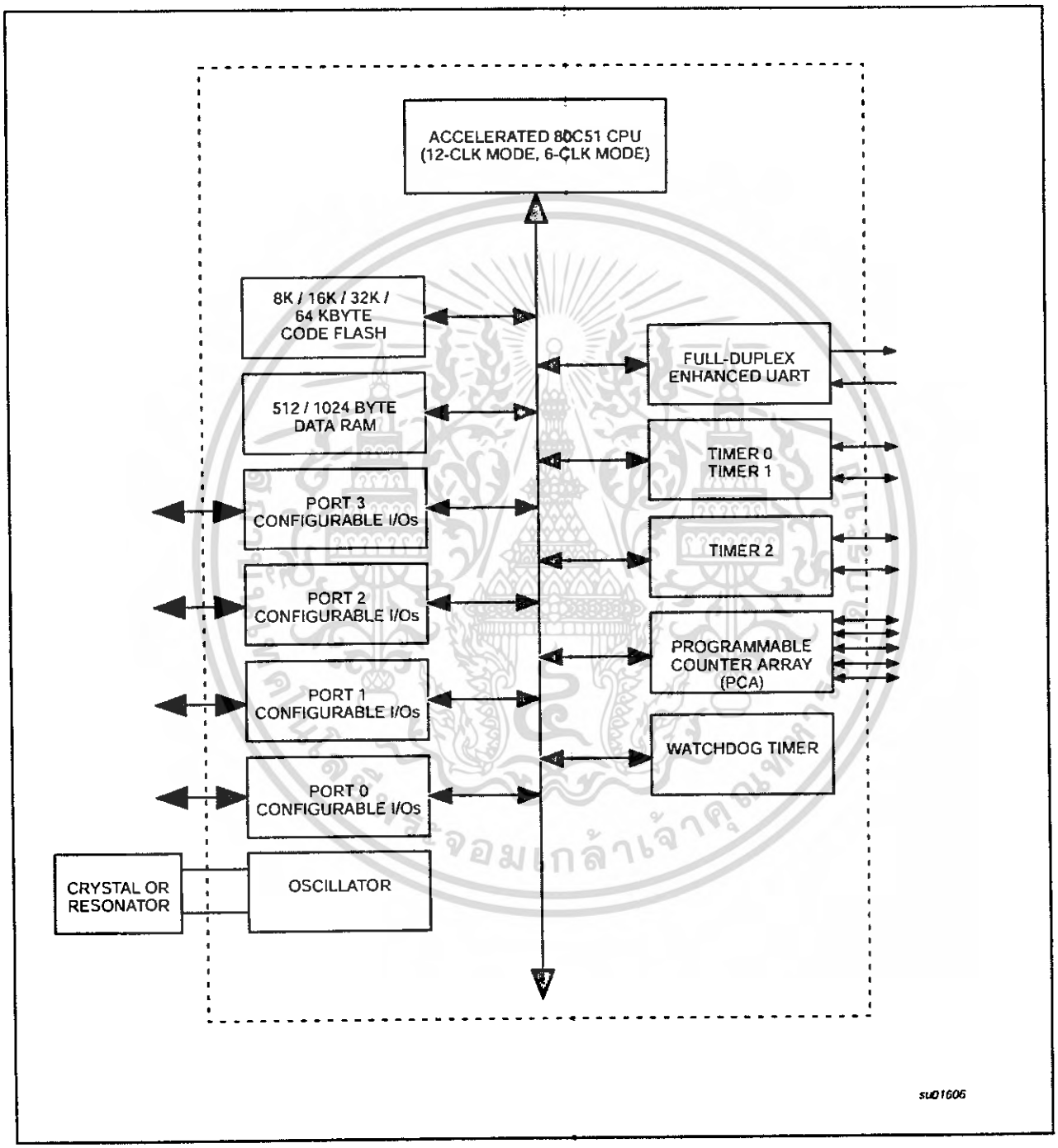
ORDERING INFORMATION

	PART ORDER NUMBER[1]	MEMORY		TEMPERATURE RANGE (°C) AND PACKAGE	VOLTAGE RANGE	FREQUENCY (MHz)		DWG #
		FLASH	RAM			6-CLOCK MODE	12-CLOCK MODE	
1.	P89C51RA2BA/01	8 KB	512 B	0 to +70, PLCC	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT187-2
2.	P89C51RA2BBD/01	8 KB	512 B	0 to +70, LQFP	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT389-1
3.	P89C51RB2BA/01	16 KB	512 B	0 to +70, PLCC	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT187-2
4.	P89C51RB28BD/01	16 KB	512 B	0 to +70, LQFP	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT389-1
5.	P89C51RC2BN/01	32 KB	512 B	0 to +70, PDIP	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT129-1
6.	P89C51RC2BA/01	32 KB	512 B	0 to +70, PLCC	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT187-2
7.	P89C51RC2FA/01	32 KB	512 B	–40 to +85, PLCC	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT187-2
8.	P89C51RC2BBD/01	32 KB	512 B	0 to +70, LQFP	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT389-1
9.	P89C51RC2FBD/01	32 KB	512 B	–40 to +85, LQFP	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT389-1
10.	P89C51RD2BN/01	64 KB	1024 B	0 to +70, PDIP	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT129-1
11.	P89C51RD2BA/01	64 KB	1024 B	0 to +70, PLCC	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT187-2
12.	P89C51RD2BBD/01	64 KB	1024 B	0 to +70, LQFP	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT389-1
13.	P89C51RD2FA/01	64 KB	1024 B	–40 to +85, PLCC	4.5–5.5 V	0 to 20 MHz	0 to 33 MHz	SOT187-2

NOTE:
1. The Part Marking will not include the "/01".

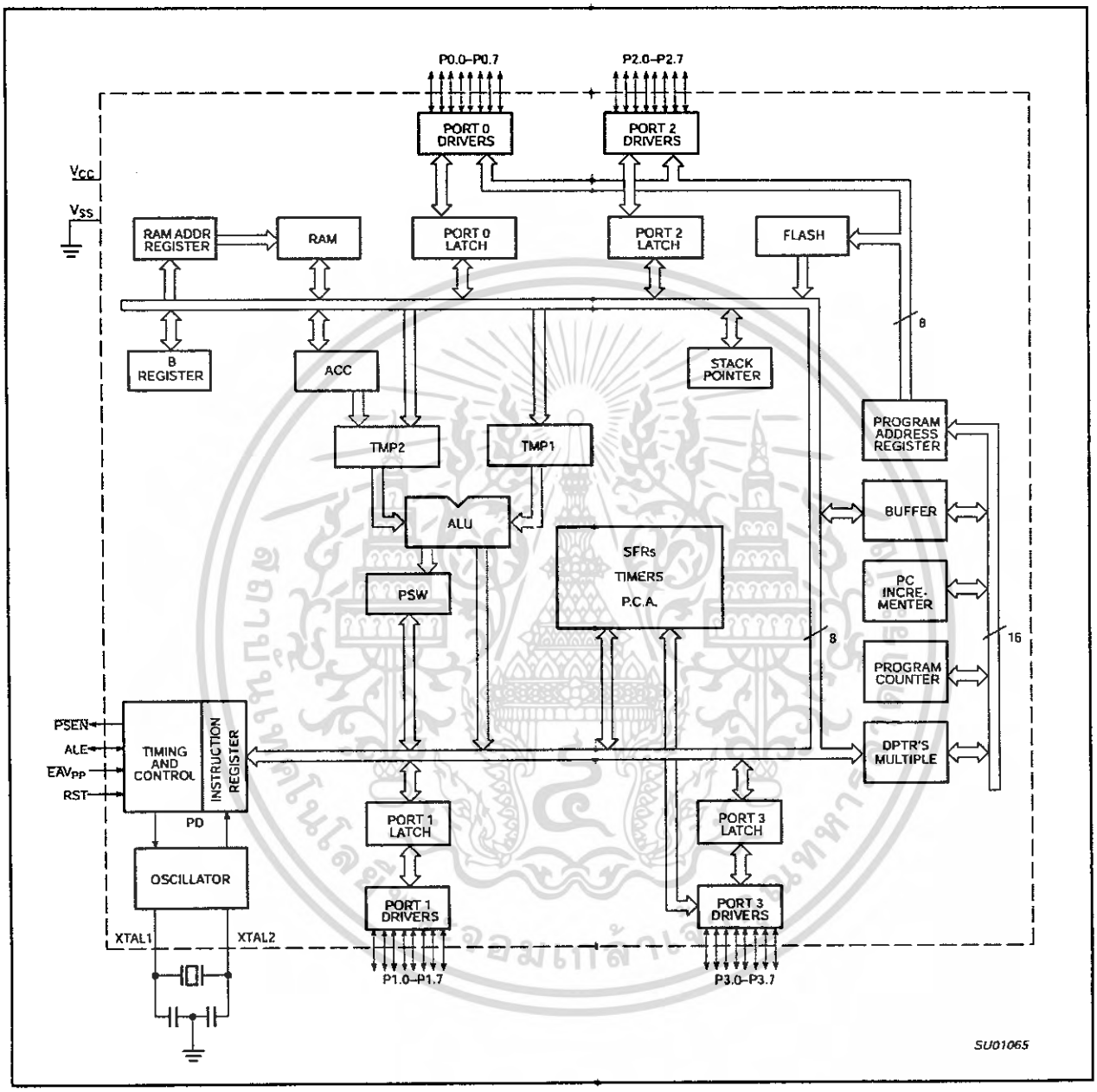
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOCK DIAGRAM 1



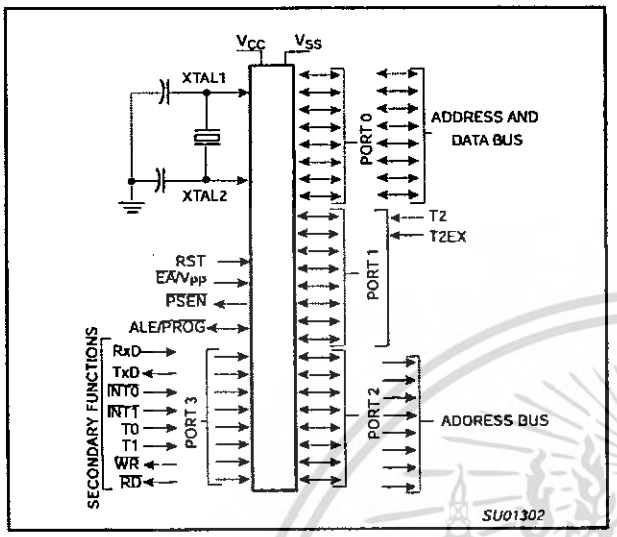
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOCK DIAGRAM – CPU ORIENTED

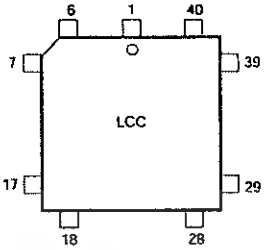


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC SYMBOL



Plastic Leaded Chip Carrier



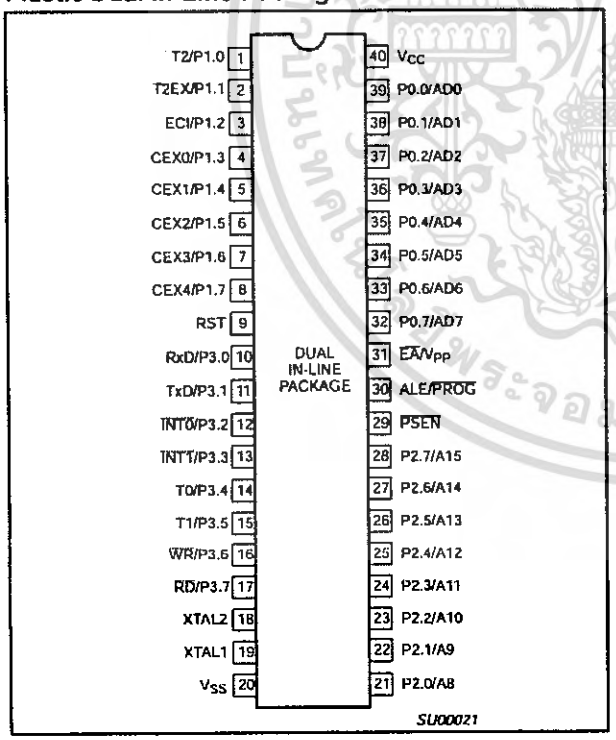
Pin	Function	Pin	Function	Pin	Function
1	NIC*	16	P3.4/T0	31	P2.7/A15
2	P1.0/T2	17	P3.5/T1	32	PSEN
3	P1.1/T2EX	18	P3.6/WR	33	ALE/PROG
4	P1.2/ECI	19	P3.7/RD	34	NIC*
5	P1.3/CEX0	20	XTAL2	35	EA/VPP
6	P1.4/CEX1	21	XTAL1	36	P0.7/AD7
7	P1.5/CEX2	22	VSS	37	P0.6/AD6
8	P1.6/CEX3	23	NIC*	38	P0.5/AD5
9	P1.7/CEX4	24	P2.0/A8	39	P0.4/AD4
10	RST	25	P2.1/A9	40	P0.3/AD3
11	P3.0/RxD	26	P2.2/A10	41	P0.2/AD2
12	NIC*	27	P2.3/A11	42	P0.1/AD1
13	P3.1/TxD	28	P2.4/A12	43	P0.0/AD0
14	P3.2/INT0	29	P2.5/A13	44	VCC
15	P3.3/INT1	30	P2.6/A14		

* NO INTERNAL CONNECTION

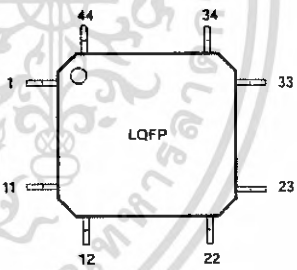
SU00023

PINNING

Plastic Dual In-Line Package



Plastic Quad Flat Pack



Pin	Function	Pin	Function	Pin	Function
1	P1.5/CEX2	16	VSS	31	P0.6/AD6
2	P1.6/CEX3	17	NIC*	32	P0.5/AD5
3	P1.7/CEX4	18	P2.0/A8	33	P0.4/AD4
4	RST	19	P2.1/A9	34	P0.3/AD3
5	P3.0/RxD	20	P2.2/A10	35	P0.2/AD2
6	NIC*	21	P2.3/A11	36	P0.1/AD1
7	P3.1/TxD	22	P2.4/A12	37	P0.0/AD0
8	P3.2/INT0	23	P2.5/A13	38	VCC
9	P3.3/INT1	24	P2.6/A14	39	NIC*
10	P3.4/T0	25	P2.7/A15	40	P1.0/T2
11	P3.5/T1	26	PSEN	41	P1.1/T2EX
12	P3.6/WR	27	ALE/PROG	42	P1.2/ECI
13	P3.7/RD	28	NIC*	43	P1.3/CEX0
14	XTAL2	29	EA/VPP	44	P1.4/CEX1
15	XTAL1	30	P0.7/AD7		

* NO INTERNAL CONNECTION

SU01400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTIONS

MNEMONIC	PIN NUMBER			TYPE	NAME AND FUNCTION
	PDIP	PLCC	LQFP		
V_{SS}	20	22	16	I	**Ground:** 0 V reference.
V_{CC}	40	44	38	I	**Power Supply:** This is the power supply voltage for normal, idle, and power-down operation.
P0.0–0.7	39–32	43–36	37–30	I/O	**Port 0:** Port 0 is an open-drain, bidirectional I/O port. Port 0 pins that have 1s written to them float and can be used as high-impedance inputs. Port 0 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external program and data memory. In this application, it uses strong internal pull-ups when emitting 1s.
P1.0–P1.7	1–8	2–9	40–44, 1–3	I/O	**Port 1:** Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups on all pins. Port 1 pins that have 1s written to them are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, port 1 pins that are externally pulled low will source current because of the internal pull-ups. (See DC Electrical Characteristics: I_{IL}).
					Alternate functions for P89C51RA2/RB2/RC2/RD2xx Port 1 include:
	1	2	40	I/O	**T2 (P1.0):** Timer/Counter 2 external count input/Clockout (see Programmable Clock-Out)
	2	3	41	I	**T2EX (P1.1):** Timer/Counter 2 Reload/Capture/Direction Control
	3	4	42	I	**ECI (P1.2):** External Clock Input to the PCA
	4	5	43	I/O	**CEX0 (P1.3):** Capture/Compare External I/O for PCA module 0
	5	6	44	I/O	**CEX1 (P1.4):** Capture/Compare External I/O for PCA module 1
	6	7	1	I/O	**CEX2 (P1.5):** Capture/Compare External I/O for PCA module 2
	7	8	2	I/O	**CEX3 (P1.6):** Capture/Compare External I/O for PCA module 3
	8	9	3	I/O	**CEX4 (P1.7):** Capture/Compare External I/O for PCA module 4
P2.0–P2.7	21–28	24–31	18–25	I/O	**Port 2:** Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. Port 2 pins that have 1s written to them are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, port 2 pins that are externally being pulled low will source current because of the internal pull-ups. (See DC Electrical Characteristics: I_{IL}). Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @DPTR). In this application, it uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOV @Ri), port 2 emits the contents of the P2 special function register.
P3.0–P3.7	10–17	11, 13–19	5, 7–13	I/O	**Port 3:** Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. Port 3 pins that have 1s written to them are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, port 3 pins that are externally being pulled low will source current because of the pull-ups. (See DC Electrical Characteristics: I_{IL}). Port 3 also serves the special features of the P89C51RA2/RB2/RC2/RD2xx, as listed below:
	10	11	5	I	**RxD (P3.0):** Serial input port
	11	13	7	O	**TxD (P3.1):** Serial output port
	12	14	8	I	**INT0 (P3.2):** External interrupt
	13	15	9	I	**INT1 (P3.3):** External interrupt
	14	16	10	I	**T0 (P3.4):** Timer 0 external input
	15	17	11	I	**T1 (P3.5):** Timer 1 external input
	16	18	12	O	**WR (P3.6):** External data memory write strobe
	17	19	13	O	**RD (P3.7):** External data memory read strobe
RST	9	10	4	I	**Reset:** A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running, resets the device. An internal resistor to V_{SS} permits a power-on reset using only an external capacitor to V_{CC}.
ALE	30	33	27	O	**Address Latch Enable:** Output pulse for latching the low byte of the address during an access to external memory. In normal operation, ALE is emitted twice every machine cycle, and can be used for external timing or clocking. Note that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory. ALE can be disabled by setting SFR auxiliary.0. With this bit set, ALE will be active only during a MOVX instruction.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MNEMONIC	PIN NUMBER			TYPE	NAME AND FUNCTION
	PDIP	PLCC	LQFP		
$\overline{PSEN}$	29	32	26	O	**Program Store Enable:** The read strobe to external program memory. When executing code from the external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory. $\overline{PSEN}$ is not activated during fetches from internal program memory.
$\overline{EA}/V_{PP}$	31	35	29	I	**External Access Enable/Programming Supply Voltage:** $\overline{EA}$ must be externally held low to enable the device to fetch code from external program memory locations. If $\overline{EA}$ is held high, the device executes from internal program memory. The value on the $\overline{EA}$ pin is latched when RST is released and any subsequent changes have no effect. This pin also receives the programming supply voltage (V_{PP}) during Flash programming.
XTAL1	19	21	15	I	**Crystal 1:** Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock generator circuits.
XTAL2	18	20	14	O	**Crystal 2:** Output from the inverting oscillator amplifier.

NOTE:
To avoid "latch-up" effect at power-on, the voltage on any pin (other than V_{PP}) must not be higher than V_{CC} + 0.5 V or less than V_{SS} – 0.5 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Special Function Registers

SYMBOL	DESCRIPTION	DIRECT ADDRESS	BIT ADDRESS, SYMBOL, OR ALTERNATIVE PORT FUNCTION MSB							LSB	RESET VALUE
ACC*	Accumulator	E0H	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	00H
AUXR#	Auxiliary	8EH	–	–	–	–	–	–	EXTRAM	AO	xxxxxx00B
AUXR1#	Auxiliary 1	A2H	–	–	ENBOOT	–	GF2	0	–	DPS	xxxxxxx0B
B*	B register	F0H	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	00H
CCAP0H#	Module 0 Capture High	FAH									xxxxxxxxB
CCAP1H#	Module 1 Capture High	FBH									xxxxxxxxB
CCAP2H#	Module 2 Capture High	FCH									xxxxxxxxB
CCAP3H#	Module 3 Capture High	FDH									xxxxxxxxB
CCAP4H#	Module 4 Capture High	FEH									xxxxxxxxB
CCAP0L#	Module 0 Capture Low	EAH									xxxxxxxxB
CCAP1L#	Module 1 Capture Low	EBH									xxxxxxxxB
CCAP2L#	Module 2 Capture Low	ECH									xxxxxxxxB
CCAP3L#	Module 3 Capture Low	EDH									xxxxxxxxB
CCAP4L#	Module 4 Capture Low	EEH									xxxxxxxxB
CCAPM0#	Module 0 Mode	DAH	–	ECOM	CAPP	CAPN	MAT	TOG	PWM	ECCF	x0000000B
CCAPM1#	Module 1 Mode	DBH	–	ECOM	CAPP	CAPN	MAT	TOG	PWM	ECCF	x0000000B
CCAPM2#	Module 2 Mode	DCH	–	ECOM	CAPP	CAPN	MAT	TOG	PWM	ECCF	x0000000B
CCAPM3#	Module 3 Mode	DDH	–	ECOM	CAPP	CAPN	MAT	TOG	PWM	ECCF	x0000000B
CCAPM4#	Module 4 Mode	DEH	–	ECOM	CAPP	CAPN	MAT	TOG	PWM	ECCF	x0000000B
			DF	DE	DD	DC	DB	DA	D9	D8	
CCON*#	PCA Counter Control	D8H	CF	CR	–	CCF4	CCF3	CCF2	CCF1	CCF0	00x00000B
CH#	PCA Counter High	F9H									00H
CKCON#	Clock control	8FH	–	WDX2	PCAX2	SIX2	T2X2	T1X2	T0X2	X2	x0000000B
CL#	PCA Counter Low	E9H									00H
CMOD#	PCA Counter Mode	D9H	CIDL	WDTE	–	–	–	CPS1	CPS0	ECF	00xxx000B
DPTR:	Data Pointer (2 bytes)										
DPH	Data Pointer High	83H									00H
DPL	Data Pointer Low	82H									00H
			AF	AE	AD	AC	AB	AA	A9	A8	
IE*	Interrupt Enable 0	A8H	EA	EC	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0	00H
			BF	BE	BD	BC	BB	BA	B9	B8	
IP*	Interrupt Priority	B8H	–	PPC	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0	x0000000B
IPH#	Interrupt Priority High	B7H	–	PPCH	PT2H	PSH	PT1H	PX1H	PT0H	PX0H	x0000000B
			87	86	85	84	83	82	81	80	
P0*	Port 0	80H	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0	FFH
			97	96	95	94	93	92	91	90	
P1*	Port 1	90H	CEX4	CEX3	CEX2	CEX1	CEX0	ECI	T2EX	T2	FFH
			A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	
P2*	Port 2	A0H	AD15	AD14	AD13	AD12	AD11	AD10	AD9	AD8	FFH
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
P3*	Port 3	B0H	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	T1	T0	$\overline{INT1}$	$\overline{INT0}$	TxD	RxD	FFH
PCON#[1]	Power Control	87H	SMOD1	SMOD0	–	POF	GF1	GF0	PD	IDL	00xxx000B

* SFRs are bit addressable.
\# SFRs are modified from or added to the 80C51 SFRs.
– Reserved bits.
1. Reset value depends on reset source.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Special Function Registers (Continued)

SYMBOL	DESCRIPTION	DIRECT ADDRESS	BIT ADDRESS, SYMBOL, OR ALTERNATIVE PORT FUNCTION MSB							LSB	RESET VALUE
			D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
PSW*	Program Status Word	D0H	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	F1	P	00000000B
RCAP2H#	Timer 2 Capture High	CBH									00H
RCAP2L#	Timer 2 Capture Low	CAH									00H
SADDR#	Slave Address	A9H									00H
SADEN#	Slave Address Mask	B9H									00H
SBUF	Serial Data Buffer	99H									xxxxxxxxB
			9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	
SCON*	Serial Control	98H	SM0/FE	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	00H
SP	Stack Pointer	81H									07H
			8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88	
TCON*	Timer Control	88H	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0	00H
			CF	CE	CD	CC	CB	CA	C9	C8	
T2CON*	Timer 2 Control	C8H	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/T2	CP/RL2	00H
T2MOD#	Timer 2 Mode Control	C9H	–	–	–	–	–	–	T2OE	DCEN	xxxxxx00B
TH0	Timer High 0	8CH									00H
TH1	Timer High 1	8DH									00H
TH2#	Timer High 2	CDH									00H
TL0	Timer Low 0	8AH									00H
TL1	Timer Low 1	8BH									00H
TL2#	Timer Low 2	CCH									00H
TMOD	Timer Mode	89H	GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0	00H
WDTRST	Watchdog Timer Reset	A6H									

* SFRs are bit addressable.
\# SFRs are modified from or added to the 80C51 SFRs.
– Reserved bits.

OSCILLATOR CHARACTERISTICS

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier. The pins can be configured for use as an on-chip oscillator.

To drive the device from an external clock source, XTAL1 should be driven while XTAL2 is left unconnected. Minimum and maximum high and low times specified in the data sheet must be observed.

This device is configured at the factory to operate using 12 clock periods per machine cycle, referred to in this datasheet as "12-clock mode". It may be optionally configured on commercially available Flash programming equipment or via ISP or via software to operate at 6 clocks per machine cycle, referred to in this datasheet as "6-clock mode". (This yields performance equivalent to twice that of standard 80C51 family devices). Also see next page.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order this document by ULN2803/D

MOTOROLA

ULN2803
ULN2804

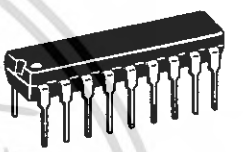
Octal High Voltage, High Current Darlington Transistor Arrays

OCTAL PERIPHERAL DRIVER ARRAYS

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

The eight NPN Darlington connected transistors in this family of arrays are ideally suited for interfacing between low logic level digital circuitry (such as TTL, CMOS or PMOS/NMOS) and the higher current/voltage requirements of lamps, relays, printer hammers or other similar loads for a broad range of computer, industrial, and consumer applications. All devices feature open–collector outputs and free wheeling clamp diodes for transient suppression.

The ULN2803 is designed to be compatible with standard TTL families while the ULN2804 is optimized for 6 to 15 volt high level CMOS or PMOS.



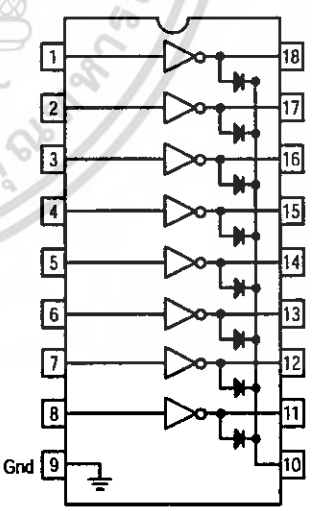
A SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C and rating apply to any one device in the package, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Output Voltage	V_O	50	V
Input Voltage (Except ULN2801)	V_I	30	V
Collector Current – Continuous	I_C	500	mA
Base Current – Continuous	I_B	25	mA
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	–55 to +150	°C
Junction Temperature	T_J	125	°C

$R_{\theta JA}$ = 55°C/W
Do not exceed maximum current limit per driver.

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Characteristics		
	Input Compatibility	V_{CE}(Max)/I_C(Max)	Operating Temperature Range
ULN2803A ULN2804A	TTL, 5.0 V CMOS 6 to 15 V CMOS, PMOS	50 V/500 mA	T_A = 0 to + 70°C

© Motorola, Inc. 1996

Rev 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Leakage Current (Figure 1)		I_{CEX}				μA
(V_O = 50 V, T_A = +70°C)	All Types		–	–	100	
(V_O = 50 V, T_A = +25°C)	All Types		–	–	50	
(V_O = 50 V, T_A = +70°C, V_I = 6.0 V)	ULN2802		–	–	500	
(V_O = 50 V, T_A = +70°C, V_I = 1.0 V)	ULN2804		–	–	500	
Collector–Emitter Saturation Voltage (Figure 2)		$V_{CE(sat)}$				V
(I_C = 350 mA, I_B = 500 μA)	All Types		–	1.1	1.6	
(I_C = 200 mA, I_B = 350 μA)	All Types		–	0.95	1.3	
(I_C = 100 mA, I_B = 250 μA)	All Types		–	0.85	1.1	
Input Current – On Condition (Figure 4)		$I_{I(on)}$				mA
(V_I = 17 V)	ULN2802		–	0.82	1.25	
(V_I = 3.85 V)	ULN2803		–	0.93	1.35	
(V_I = 5.0 V)	ULN2804		–	0.35	0.5	
(V_I = 12 V)	ULN2804		–	1.0	1.45	
Input Voltage – On Condition (Figure 5)		$V_{I(on)}$				V
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA)	ULN2802		–	–	13	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA)	ULN2803		–	–	2.4	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA)	ULN2803		–	–	2.7	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA)	ULN2803		–	–	3.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA)	ULN2804		–	–	5.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA)	ULN2804		–	–	6.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA)	ULN2804		–	–	7.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA)	ULN2804		–	–	8.0	
Input Current – Off Condition (Figure 3) (I_C = 500 μA, T_A = +70°C)	All Types	$I_{I(off)}$	50	100	–	μA
DC Current Gain (Figure 2) (V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA)	ULN2801	h_{FE}	1000	–	–	–
Input Capacitance		C_I	–	15	25	pF
Turn–On Delay Time (50% E_I to 50% E_O)		t_{on}	–	0.25	1.0	μs
Turn–Off Delay Time (50% E_I to 50% E_O)		t_{off}	–	0.25	1.0	μs
Clamp Diode Leakage Current (Figure 6) (V_R = 50 V)	T_A = +25°C T_A = +70°C	I_R	–	–	50 100	μA
Clamp Diode Forward Voltage (Figure 7) (I_F = 350 mA)		V_F	–	1.5	2.0	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST FIGURES

(See Figure Numbers in Electrical Characteristics Table)

Figure 1.

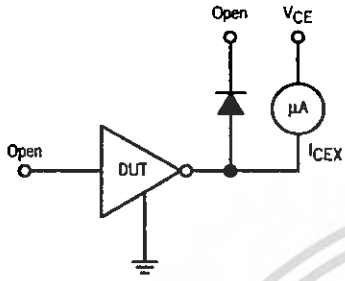


Figure 2.

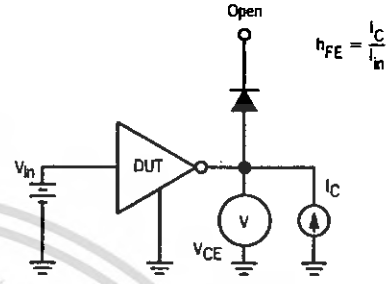


Figure 3.

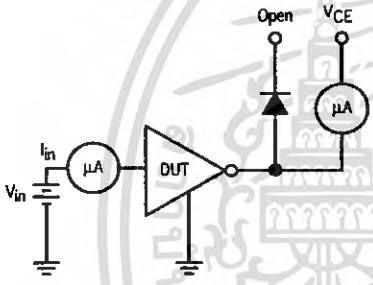


Figure 4.

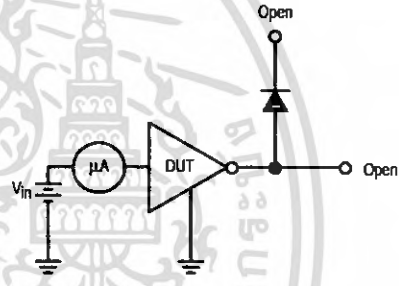


Figure 5.

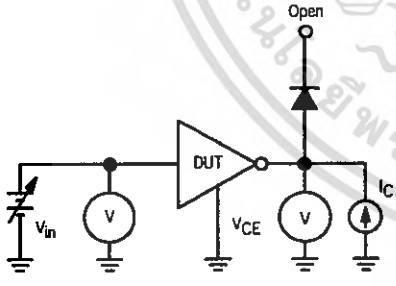


Figure 6.

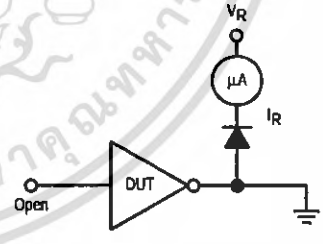
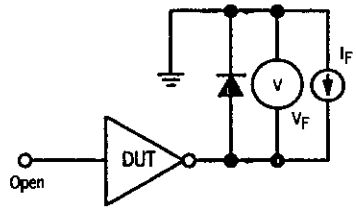


Figure 7.



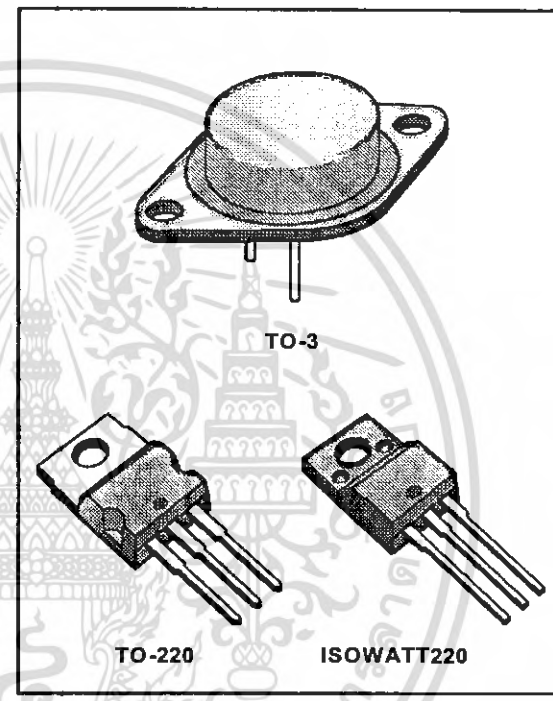
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

L7800 SERIES

POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

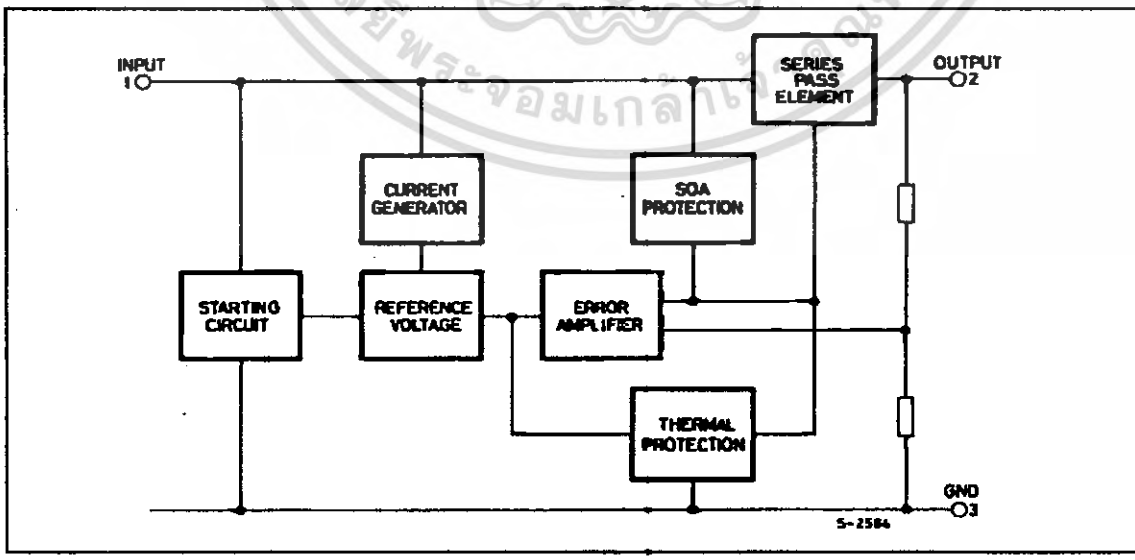
- OUTPUT CURRENT UP TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 12; 15; 18; 20; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSISTOR SOA PROTECTION



DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulator is available in TO-220, ISOWATT220 and TO-3 packages and with several fixed output voltages making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

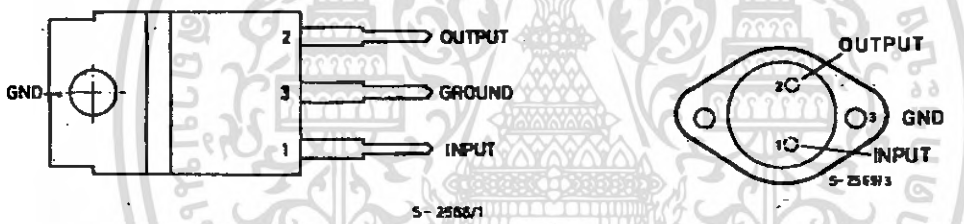
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_i	DC Input Voltage (for V_o = 5 to 18V) (for V_o = 20, 24V)	35 40	V V
I_o	Output Current	Internally limited	
P_{tot}	Power Dissipation	Internally limited	
T_{op}	Operating Junction Temperature (for **L7800**) (for **L7800C**)	– 55 to + 150 0 to + 150	°C °C
T_{stg}	Storage Temperature	– 65 to + 150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter		TO-220	ISOWATT220	TO-3	Unit
$R_{thj\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	3	4	4	°C/W
$R_{thj\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max	50	60	35	°C/W

CONNECTION DIAGRAM AND ORDERING NUMBERS (top view)

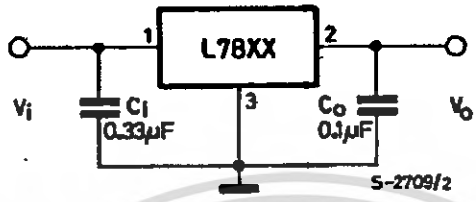


TO-220 & ISOWATT220 TO-3

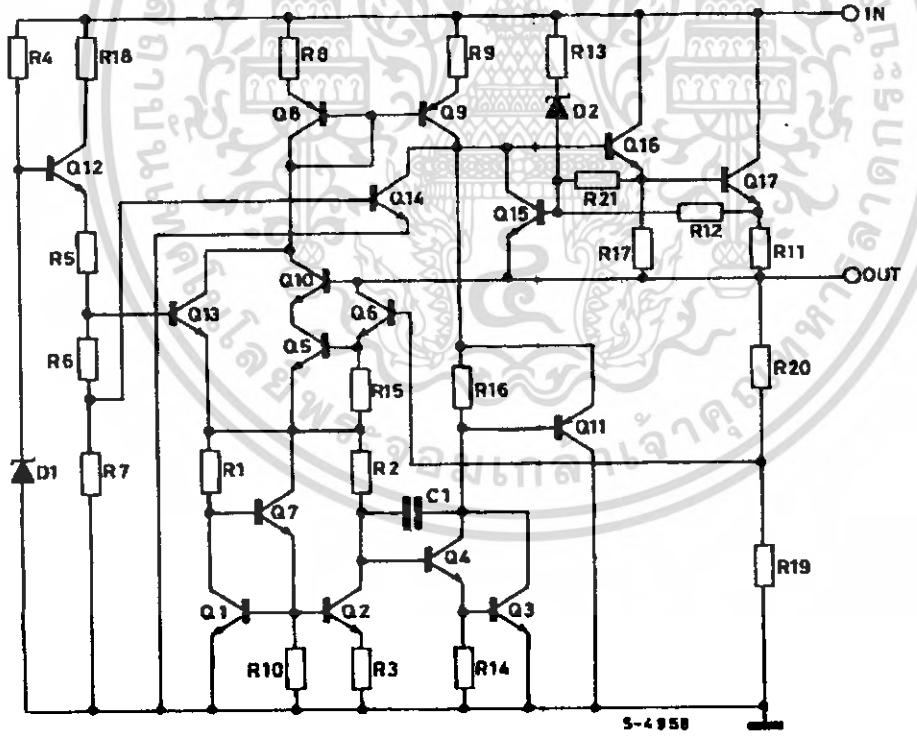
Type	TO-220	ISOWATT220	TO-3	Output Voltage
L7805			L7805T	5V
L7805C	L7805CV	L7805CP	L7805CT	5V
L7852C	L7852CV	L7852CP	L7852CT	5.2V
L7806			L7806T	6V
L7806C	L7806CV	L7806CP	L7806CT	6V
L7808			L7808T	8V
L7808C	L7808CV	L7808CP	L7808CT	8V
L7885C	L7885CV	L7885CP	L7885CT	8.5V
L7809C	L7809CV	L7809CP	L7809CT	9V
L7812			L7812T	12V
L7812C	L7812CV	L7812CP	L7812CT	12V
L7815			L7815T	15V
L7815C	L7815CV	L7815CP	L7815CT	15V
L7818			L7818T	18V
L7818C	L7818CV	L7818CP	L7818CT	18V
L7820			L7820T	20V
L7820C	L7820CV	L7820CP	L7820CT	20V
L7824			L7824T	24V
L7824C	L7824CV	L7824CP	L7824CT	24V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION CIRCUIT



SCHEMATIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP 24AA256/24LC256/24FC256

256K I^2C^{TM} CMOS Serial EEPROM

Device Selection Table

Part Number	Vcc Range	Max. Clock Frequency	Temp. Ranges
24AA256	1.8-5.5V	400 kHz(1)	I
24LC256	2.5-5.5V	400 kHz	I, E
24FC256	1.8-5.5V	1 MHz(2)	I

Note 1: 100 kHz for Vcc < 2.5V.
2: 400 kHz for Vcc < 2.5V.

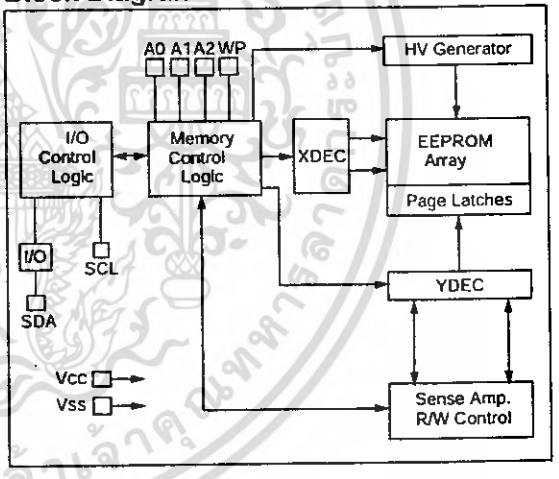
Features

- Low-power CMOS technology:
  - Maximum write current 3 mA at 5.5V
  - Maximum read current 400 µA at 5.5V
  - Standby current 100 nA typical at 5.5V
- 2-wire serial interface bus, I^2C^{TM} compatible
- Cascadable for up to eight devices
- Self-timed erase/write cycle
- 64-byte Page Write mode available
- 5 ms max. write cycle time
- Hardware write-protect for entire array
- Output slope control to eliminate ground bounce
- Schmitt Trigger inputs for noise suppression
- 1,000,000 erase/write cycles
- Electrostatic discharge protection > 4000V
- Data retention > 200 years
- 8-pin PDIP, SOIC, TSSOP, MSOP and DFN packages, 14-lead TSSOP package
- Standard and Pb-free finishes available
- Temperature ranges:
  - Industrial (I): -40°C to +85°C
  - Automotive (E): -40°C to +125°C

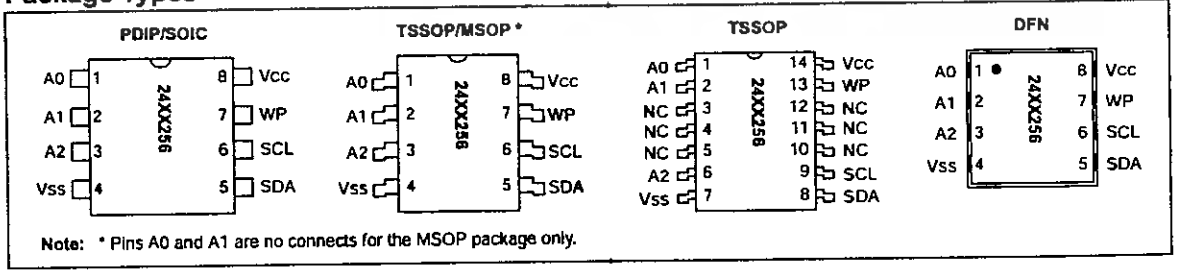
Description

The Microchip Technology Inc. 24AA256/24LC256/24FC256 (24XX256*) is a 32K x 8 (256 Kbit) Serial Electrically Erasable PROM, capable of operation across a broad voltage range (1.8V to 5.5V). It has been developed for advanced, low-power applications such as personal communications or data acquisition. This device also has a page write capability of up to 64 bytes of data. This device is capable of both random and sequential reads up to the 256K boundary. Functional address lines allow up to eight devices on the same bus, for up to 2 Mbit address space. This device is available in the standard 8-pin plastic DIP, SOIC, TSSOP, MSOP, DFN and 14-lead TSSOP packages.

Block Diagram



Package Types



Note: * Pins A0 and A1 are no connects for the MSOP package only.

*24XX256 is used in this document as a generic part number for the 24AA256/24LC256/24FC256 devices.

© 2004 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Absolute Maximum Ratings(†)

Vcc.....6.5V

All inputs and outputs w.r.t. Vss ..... -0.6V to Vcc +1.0V

Storage temperature .....-65°C to +150°C

Ambient temperature with power applied .....-40°C to +125°C

ESD protection on all pins .....≥ 4 kV

† NOTICE: Stresses above 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 above those indicated in the operational listings of this specification is not implied. Exposure to Absolute Maximum Rating conditions for extended periods may affect device reliability.

TABLE 1-1: DC CHARACTERISTICS

DC CHARACTERISTICS			Electrical Characteristics: Industrial (I): Vcc = +1.8V to 5.5V TA = -40°C to +85°C; Automotive (E): Vcc = +2.5V to 5.5V TA = -40°C to +125°C			
Param. No.	**Sym**	**Characteristic**	**Min**	**Max**	**Units**	**Conditions**
D1	—	A0, A1, A2, SCL, SDA and WP pins:	—	—	—	—
D2	VIH	High-level input voltage	0.7 Vcc	—	V	—
D3	VIL	Low-level input voltage	—	0.3 Vcc 0.2 Vcc	V V	Vcc ≥ 2.5V Vcc < 2.5V
D4	VHYS	Hysteresis of Schmitt Trigger inputs (SDA, SCL pins)	0.05 Vcc	—	V	Vcc ≥ 2.5V **(Note)**
D5	VOL	Low-level output voltage	—	0.40	V	IOL = 3.0 ma @ Vcc = 4.5V IOL = 2.1 ma @ Vcc = 2.5V
D6	ILI	Input leakage current	—	±1	µA	VIN = Vss or Vcc, WP = Vss VIN = Vss or Vcc, WP = Vcc
D7	ILO	Output leakage current	—	±1	µA	VOUT = Vss or Vcc
D8	CIN, COUT	Pin capacitance (all inputs/outputs)	—	10	pF	Vcc = 5.0V **(Note)** TA = 25°C, fc = 1 MHz
D9	ICC Read	Operating current	—	400	µA	Vcc = 5.5V, SCL = 400 kHz
	ICC Write		—	3	mA	Vcc = 5.5V
D10	ICCS	Standby current	—	1	µA	TA = -40°C to +85°C SCL = SDA = Vcc = 5.5V A0, A1, A2, WP = Vss
			—	5	µA	TA = -40°C to +125°C SCL = SDA = Vcc = 5.5V A0, A1, A2, WP = Vss

Note: This parameter is periodically sampled and not 100% tested.

© 2004 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1-2: AC CHARACTERISTICS

AC CHARACTERISTICS			Electrical Characteristics: Industrial (I): VCC = +1.8V to 5.5V TA = -40°C to +85°C Automotive (E): VCC = +2.5V to 5.5V TA = -40°C to +125°C			
Param. No.	**Sym**	**Characteristic**	**Min**	**Max**	**Units**	**Conditions**
1	FCLK	Clock frequency	—	100	kHz	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			—	400		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			—	400		1.8V ≤ VCC < 2.5V 24FC256
			—	1000		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
2	THIGH	Clock high time	4000	—	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			600	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			600	—		1.8V ≤ VCC < 2.5V 24FC256
			500	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
3	TLOW	Clock low time	4700	—	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			1300	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			1300	—		1.8V ≤ VCC < 2.5V 24FC256
			500	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
4	TR	SDA and SCL rise time (Note 1)	—	1000	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			—	300		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			—	300		1.8V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
5	TF	SDA and SCL fall time (Note 1)	—	300	ns	All except, 24FC256
			—	100		1.8V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
6	THD:STA	Start condition hold time	4000	—	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			600	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			600	—		1.8V ≤ VCC < 2.5V 24FC256
			250	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
7	TSU:STA	Start condition setup time	4700	—	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			600	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			600	—		1.8V ≤ VCC < 2.5V 24FC256
			250	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
8	THD:DAT	Data input hold time	0	—	ns	(Note 2)
9	TSU:DAT	Data input setup time	250	—	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			100	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			100	—		1.8V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
10	TSU:STO	Stop condition setup time	4000	—	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			600	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			600	—		1.8V ≤ VCC < 2.5V 24FC256
			250	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
11	TSU:WP	WP setup time	4000	—	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			600	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			600	—		1.8V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
12	THD:WP	WP hold time	4700	—	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V
			1300	—		2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V
			1300	—		1.8V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256

Note 1: Not 100% tested. CB = total capacitance of one bus line in pF.

2: As a transmitter, the device must provide an internal minimum delay time to bridge the undefined region (minimum 300 ns) of the falling edge of SCL to avoid unintended generation of Start or Stop conditions.

3: The combined TSP and VHYS specifications are due to new Schmitt Trigger inputs, which provide improved noise spike suppression. This eliminates the need for a TI specification for standard operation.

4: This parameter is not tested but ensured by characterization. For endurance estimates in a specific application, please consult the Total Endurance™ Model, which can be obtained from Microchip's web site: www.microchip.com.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC CHARACTERISTICS (Continued)			Electrical Characteristics: Industrial (I): VCC = +1.8V to 5.5V TA = -40°C to +85°C Automotive (E): VCC = +2.5V to 5.5V TA = -40°C to +125°C			
Param. No.	**Sym**	**Characteristic**	**Min**	**Max**	**Units**	**Conditions**
13	TAA	Output valid from clock **(Note 2)**	— — — —	3500 900 900 400	ns	1.8 V ≤ VCC < 2.5V 2.5 V ≤ VCC ≤ 5.5V 1.8V ≤ VCC < 2.5V 24FC256 2.5 V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
14	TBUF	Bus free time: Time the bus must be free before a new transmission can start	4700 1300 1300 500	— — — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 1.8V ≤ VCC < 2.5V 24FC256 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
15	TOF	Output fall time from VIH minimum to VIL maximum CB ≤ 100 pF	10 + 0.1CB	250 250	ns	All except, 24FC256 **(Note 1)**
16	TSP	Input filter spike suppression (SDA and SCL pins)	—	50	ns	All except, 24FC256 **(Notes 1 and 3)**
17	TWC	Write cycle time (byte or page)	—	5	ms	—
18	—	Endurance	1,000,000	—	cycles	25°C **(Note 4)**

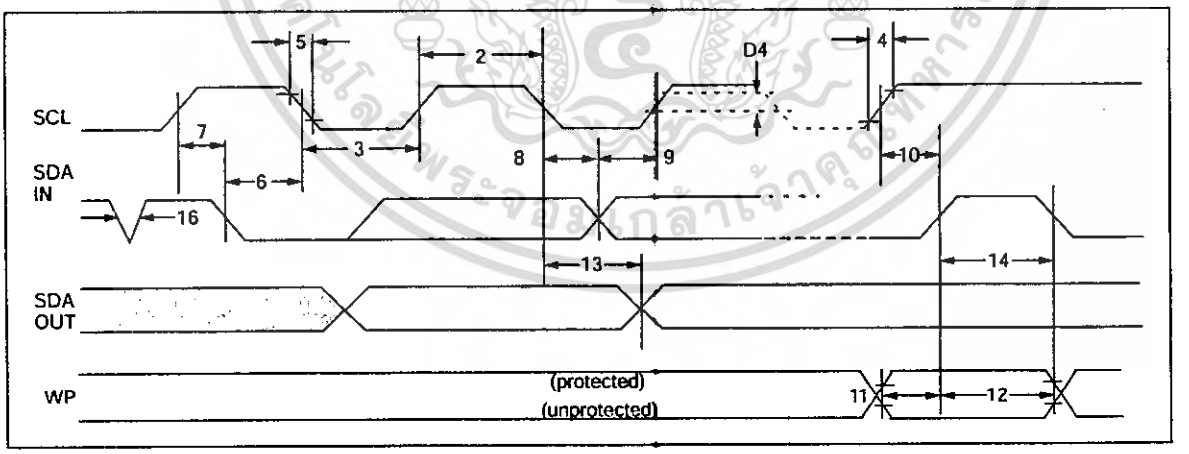
Note 1: Not 100% tested. CB = total capacitance of one bus line in pF.

2: As a transmitter, the device must provide an internal minimum delay time to bridge the undefined region (minimum 300 ns) of the falling edge of SCL to avoid unintended generation of Start or Stop conditions.

3: The combined TSP and VHYS specifications are due to new Schmitt Trigger inputs, which provide improved noise spike suppression. This eliminates the need for a TI specification for standard operation.

4: This parameter is not tested but ensured by characterization. For endurance estimates in a specific application, please consult the Total Endurance™ Model, which can be obtained from Microchip's web site: www.microchip.com.

FIGURE 1-1: BUS TIMING DATA



© 2004 Microchip Technology Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.0 PIN DESCRIPTIONS

The descriptions of the pins are listed in Table 2-1.

TABLE 2-1: PIN FUNCTION TABLE

Name	8-pin PDIP	8-pin SOIC	8-pin TSSOP	14-pin TSSOP	8-pin MSOP	8-pin DFN	Function
A0	1	1	1	1	—	1	User Configurable Chip Select
A1	2	2	2	2	—	2	User Configurable Chip Select
(NC)	—	—	—	3, 4, 5	1, 2	—	Not Connected
A2	3	3	3	6	3	3	User Configurable Chip Select
Vss	4	4	4	7	4	4	Ground
SDA	5	5	5	8	5	5	Serial Data
SCL	6	6	6	9	6	6	Serial Clock
(NC)	—	—	—	10, 11, 12	—	—	Not Connected
WP	7	7	7	13	7	7	Write-Protect Input
Vcc	8	8	8	14	8	8	+1.8V to 5.5V (24AA256) +2.5V to 5.5V (24LC256) +1.8V to 5.5V (24FC256)

2.1 A0, A1, A2 Chip Address Inputs

The A0, A1 and A2 inputs are used by the 24XX256 for multiple device operations. The levels on these inputs are compared with the corresponding bits in the slave address. The chip is selected if the compare is true.

For the MSOP package only, pins A0 and A1 are not connected.

Up to eight devices (two for the MSOP package) may be connected to the same bus by using different Chip Select bit combinations. If these pins are left unconnected, the inputs will be pulled down internally to Vss. If they are tied to Vcc or driven high, the internal pull-down circuitry is disabled.

In most applications, the chip address inputs A0, A1 and A2 are hard-wired to logic '0' or logic '1'. For applications in which these pins are controlled by a microcontroller or other programmable device, the chip address pins must be driven to logic '0' or logic '1' before normal device operation can proceed.

2.2 Serial Data (SDA)

This is a bidirectional pin used to transfer addresses and data into and out of the device. It is an open drain terminal. Therefore, the SDA bus requires a pull-up resistor to Vcc (typical 10 kΩ for 100 kHz, 2 kΩ for 400 kHz and 1 MHz).

For normal data transfer, SDA is allowed to change only during SCL low. Changes during SCL high are reserved for indicating the Start and Stop conditions.

2.3 Serial Clock (SCL)

This input is used to synchronize the data transfer to and from the device.

2.4 Write-Protect (WP)

This pin can be connected to either Vss, Vcc or left floating. Internal pull-down circuitry on this pin will keep the device in the unprotected state if left floating. If tied to Vss or left floating, normal memory operation is enabled (read/write the entire memory 0000-7FFF).

If tied to Vcc, write operations are inhibited. Read operations are not affected.

3.0 FUNCTIONAL DESCRIPTION

The 24XX256 supports a bidirectional 2-wire bus and data transmission protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The bus must be controlled by a master device which generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the Start and Stop conditions while the 24XX256 works as a slave. Both master and slave can operate as a transmitter or receiver, but the master device determines which mode is activated.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.0 BUS CHARACTERISTICS

The following **bus protocol** has been defined:

- Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is high. Changes in the data line, while the clock line is high, will be interpreted as a Start or Stop condition.

Accordingly, the following bus conditions have been defined (Figure 4-1).

4.1 Bus not Busy (A)

Both data and clock lines remain high.

4.2 Start Data Transfer (B)

A high-to-low transition of the SDA line while the clock (SCL) is high, determines a Start condition. All commands must be preceded by a Start condition.

4.3 Stop Data Transfer (C)

A low-to-high transition of the SDA line, while the clock (SCL) is high, determines a Stop condition. All operations must end with a Stop condition.

4.4 Data Valid (D)

The state of the data line represents valid data when, after a Start condition, the data line is stable for the duration of the high period of the clock signal.

The data on the line must be changed during the low period of the clock signal. There is one bit of data per clock pulse.

Each data transfer is initiated with a Start condition and terminated with a Stop condition. The number of the data bytes transferred between the Start and Stop conditions is determined by the master device.

4.5 Acknowledge

Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an Acknowledge signal after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this Acknowledge bit.

Note:	The 24XX256 does not generate any Acknowledge bits if an internal programming cycle is in progress.

A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable low during the high period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. During reads, a master must signal an end of data to the slave by NOT generating an Acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave (24XX256) will leave the data line high to enable the master to generate the Stop condition.

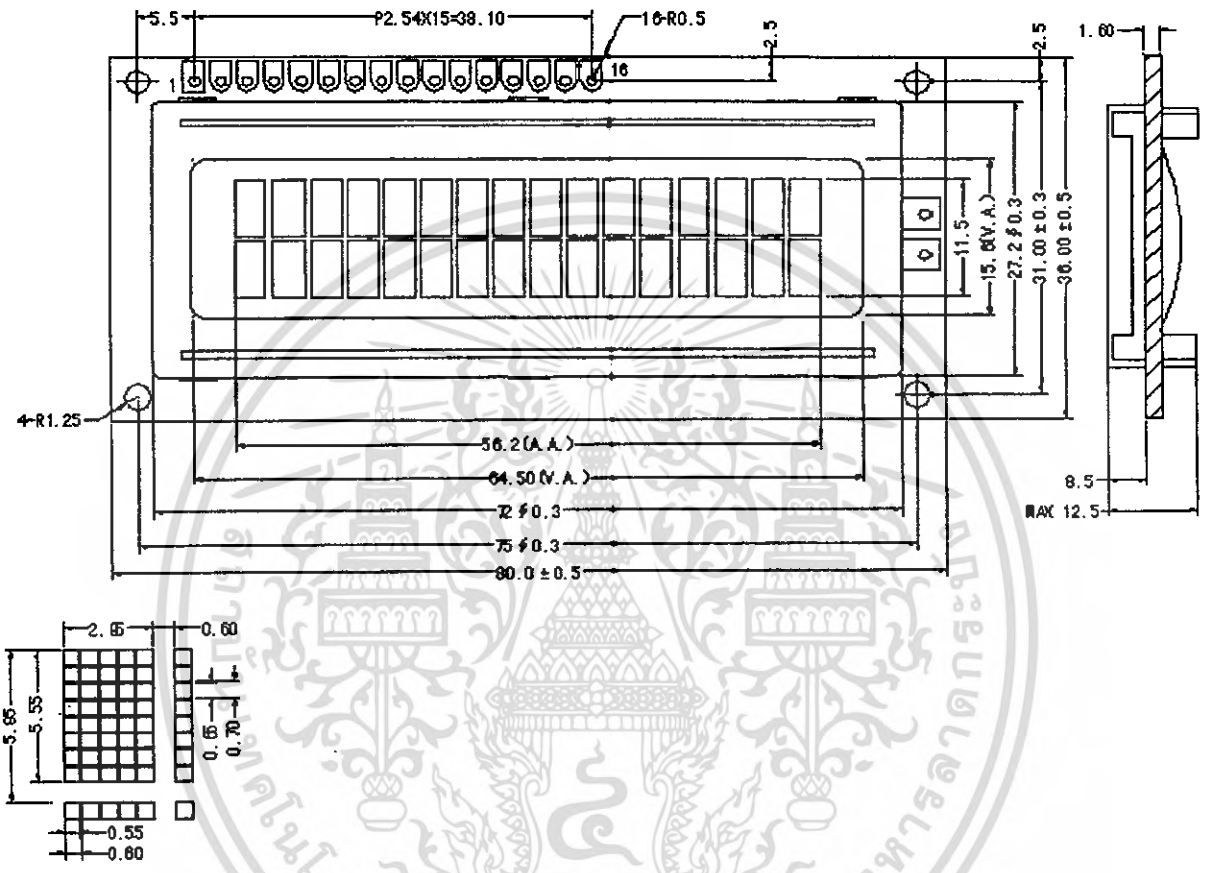
© 2004 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIGITRON SC162A

2x16 LCD with back-light

Dimentions:



Pin Configuration :

I/O Pin	Symbol	Description
Pin 1	V_{SS}	GND (0V)
Pin 2	V_{DD}	Voltage Supply (+ 5V, ± 5%)
Pin 3	V_O	LCD Driving Voltage
Pin 4	RS	Register Select
Pin 5	R/W	Read / Write
Pin 6	E	Enable Signal
Pin 7	DB0	Data Bit 0
Pin 8	DB1	Data Bit 1
Pin 9	DB2	Data Bit 2
Pin 10	DB3	Data Bit 3
Pin 11	DB4	Data Bit 4
Pin 12	DB5	Data Bit 5
Pin 13	DB6	Data Bit 6
Pin 14	DB7	Data Bit 7
Pin 15	BLA	Back-light "+ ve" supply (+ 4.2V)
Pin 16	BLK	Back-light "- ve" supply (0V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้