สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบรักษาความปลอดภัยโดยใช้บัตรแม่เหล็ก

SECURITY SYSTEM BY USING MAGNETIC CARD

โดย

นายนิพนธ์ จิระพัฒน์พิศาล

นายประสาร โพธิ์ศรีทอง

นายปรัชญา ทรรศนีย์กุลกิจ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50378
วัน,เดือน,ปี 13 พ.ค. 2547

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรักษาความปลอดภัยโดยใช้บัตรแม่เหล็ก

SECURITY SYSTEM BY USING MAGNETIC CARD

โดย

นายนิพนธ์	จิระพัฒน์พิศาล	รหัสประจำตัว	42010172
นายประสาร	โพธิ์ศรีทอง	รหัสประจำตัว	42010187
นายปรัชญา	ทรรศนีย์กุลกิจ	รหัสประจำตัว	42010189

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.สุชาติ คูณทวีเทพ

ปริญญานิพนธ์นี้สำหรับปริญญาวิศวกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรักษาความปลอดภัยโดยใช้บัตรแม่เหล็ก

SECURITY SYSTEM BY USING MAGNETIC CARD

โดย

นายนิพนธ์	จิระพัฒน์พิศาล	รหัสประจำตัว 42010172
นายประสาร	โพธิ์ศรีทอง	รหัสประจำตัว 42010187
นายปรัชญา	ทรรศนีย์กุลกิจ	รหัสประจำตัว 42010189

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบพร้อมที่ทำการสอบได้

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.สุชาติ คุณทวีเทพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรักษาความปลอดภัยโดยใช้บัตรแม่เหล็ก

นายนิพนธ์ จิระพัฒน์พิศาล
นายประสาร โพธิ์ศรีทอง
นายปรัชญา ทรรศนีย์กุลกิจ
ผศ.สุชาติ คูณทวีเทพ อาจารย์ที่ปรึกษา
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก แล้วทำการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ โดยผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232C สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการรักษาความปลอดภัย เช่น การเข้าออกภายในอาคาร โดยใช้บัตรแม่เหล็กมารูดที่เครื่องอ่านบัตร ระบบจะทำการตรวจสอบรหัสบัตร และแสดงประวัติผู้นั้น จากนั้นผู้ใช้จะต้องกดรหัสผ่าน (password) เพื่อเป็นการยืนยันอีกครั้ง จึงสามารถผ่านได้ โดยการใช้โปรแกรม visual basic เป็นตัวแสดงผลในการบันทึกข้อมูลและภาพของผู้เข้ามาภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SECURITY SYSTEM BY USING MAGNETIC CARD

Mr.Nipon Jirapatpisan

Mr.Prasan Posrithong

Mr.Pratya Tassaneekulkij

Asst.Suchart Khuntaweetep

Academic year 2002

Abstract

This project is an applying magnetic card for security system. Magnetic card reader is used to read data from card and send to computer via serial port to processed. The software to control the security system by using Visual Basic Version 6 and assembly program. In this system, it can capture picture and use with there magnetic card readers to access any I/O.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

สารบัญ

สารบัญภาพ

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 2

2.1 คุณสมบัติของบัตรแม่เหล็ก 2

2.2 ตำแหน่งแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็ก 3

2.2.1 ชุดรหัสข้อมูลในแทร็กที่สอง 3

2.2.2 รูปแบบของข้อมูลที่บันทึกในแทร็กที่สอง 3

2.3 การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก 5

2.4 การอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก 7

2.5 หลักการและวิธีการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก 9

2.5.1 การอ่านข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก 9

2.5.2 หลักในการเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตร 10

2.6 การส่งและการรับข้อมูล 11

2.6.1 รูปแบบของการส่งและการรับข้อมูล 12

2.7 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม 13

2.7.1 RS-232 มาตรฐานเพื่อการสื่อสาร 14

2.7.2 คำบรรยายลักษณะวงจรของ RS-232 16

2.7.3 ข้อกำหนดของขาสัญญาณ 11 ขา 16

2.7.4 ลักษณะทางฮาร์ดแวร์ 18

2.7.5 RS-232C 19

2.7.6 การเชื่อมต่อสัญญาณของ RS-232C 20

บทที่ 3 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 21

3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 อนุกรม AT89Cxx 21

3.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 22

3.3 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต 25

3.4 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาท์พุท 29

3.5 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 35
3.7 การทำงานเป็นไทเมอร์ 35
3.8 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 36
3.9 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 42
3.10 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส 42
3.11 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51 43
3.11.1 รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรมหรือ SBUF 43
3.11.2 รีจิสเตอร์ที่ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมหรือ SCON 43
3.12 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51
3.12.1 การทำงานในโหมด 0 ของวงจรพอร์ตอนุกรม 45
3.12.2 การทำงานในโหมด 1 ของวงจรพอร์ตอนุกรม 47
3.12.3 การทำงานในโหมด 2 และ 3 ของวงจรพอร์ตอนุกรม 49
3.13 การกำหนดค่าของไทเมอร์เพื่อเลือกอัตราบอด 52
3.14 การเขียนหรือส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรม 55
3.15 การอ่านหรือรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม 55
3.16 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ 56
3.17 Visual Basic เขียนโปรแกรมติดต่อ I/O Serial Port 66
บทที่ 4 การออกแบบ 72
4.1 กล่าวนำ 72
4.2 การออกแบบวงจร 73
4.3 การออกแบบส่วนควบคุมไฟฟ้าและขดลวดโซลินอยด์ 74
4.4 การออกแบบ Soft Ware บน Board MCS-51 76
4.5 โครงสร้างและการทำงานของระบบ 78
4.6 ขั้นตอนการทำงาน 78
4.7 การออกแบบทางด้าน Soft Ware 79
4.8 กำหนดชื่อแฟ้มของฐานข้อมูล(Databasename) 80
4.9 การใช้ Data ConTrol 80
4.10 รูปแบบการใช้ฟังก์ชันSeek 83
บทที่ 5 ผลการทดลอง 90
5.1 การเข้า MENU เริ่มต้น 90
5.2 แสดงการทำงานเมื่อเลือก MENU เริ่มต้น 91
5.3 ทำการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล โดยการกดปุ่มเพิ่มฐานข้อมูล 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 เมื่อกดดูข้อมูลย้อนหลัง 93
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 94
6.1 บทสรุป 94
6.2 ปัญหาที่พบและวิธีแก้ไข 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็ก (ISO 7811/5) 3
รูปที่ 2.2 แสดงหัวบันทึกและแถบแม่เหล็กในกระบวนการบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก 5
รูปที่ 2.3 แสดงสนามแม่เหล็กรอบช่องว่างของหัวบันทึก 6
รูปที่ 2.4 แสดงกระแสพัลส์ รูปแบบของแทร็กที่ถูกบันทึก 6
รูปที่ 2.5 แสดงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากหัวอ่านและถูกขยายสัญญาณด้วยอัตราขยาย ประมาณ 100 เท่า 7
รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบของวงจรพื้นฐานสร้างสัญญาณรูปแบบ ISO จากบัตรแม่เหล็ก 7
รูปที่ 2.7 แสดงแผนภาพของวงจรอ่านบัตรแม่เหล็ก 8
รูปที่ 2.8 แสดงรูปคลื่นสัญญาณของ ISO ที่ถูกดีมอดูเลต 8
รูปที่ 2.9 การกำหนดเส้นทางสัญญาณได้ 11
รูปที่ 2.10 การกำหนดเส้นทางสัญญาณไม่ได้ 12
รูปที่ 2.11 แบบทิศทางทางเดียว 12
รูปที่ 2.12 แบบกึ่งทางคู่ 12
รูปที่ 2.13 แบบทางคู่ 13
รูปที่ 2.14 (ก) คอนเน็ตเตอร์แบบ DB-25 19
รูปที่ 2.14 (ข) คอนเน็ตเตอร์แบบ DB-9 19
รูปที่ 2.15 (ก) การต่ออุปกรณ์ DTE เข้ากับ DCE 20
รูปที่ 2.15 (ข) การต่ออุปกรณ์ DTE เข้ากับ DTE 20
รูปที่ 3.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx 23
รูปที่ 3.2 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 26
รูปที่ 3.3 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 27
รูปที่ 3.4 วงจรพูลอัปภายในพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 29
รูปที่ 3.5 ไซเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 31
รูปที่ 3.6 ไดอะแกรมแสดงการติดต่อและเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 34
รูปที่ 3.7 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 0 ของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 39
รูปที่ 3.8 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 1 ของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 40
รูปที่ 3.9 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 2 ของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.10 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 3 ของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 41
รูปที่ 3.11 รูปแบบข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 42
รูปที่ 3.12 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 0 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 46
รูปที่ 3.13 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 1 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 49
รูปที่ 3.14 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 2 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 50
รูปที่ 3.15 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 3 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 51
รูปที่ 3.16 รายละเอียดเบื้องต้นของ IC แปลงสัญญาณเพื่อเชื่อต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ 56
รูปที่ 3.17 วงจรเชื่อม ต่อ MAX232 หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 56
รูปที่ 3.18 แผนผังการอินนิเชียลของโปรแกรมการอ่านค่าจากบัตรแม่เหล็ก 58
รูปที่ 3.19 แผนผังหลักในการอ่านค่าจากบัตรแม่เหล็กแล้วส่งไปทาง RS-232 59
รูปที่ 3.20 แผนผังโปรแกรมย่อยในการเช็ค ERROR ต่างๆ ที่อ่านได้จากบัตรแม่เหล็ก 60
รูปที่ 3.21 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลักการอ่านค่าข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก 61
รูปที่ 3.22 แผนผังการทำงานของโปรแกรมย่อยการเช็คพาริตี้ของบัตรแม่เหล็ก 62
รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงาน โปรแกรมย่อยในการเช็ค LRC ของท้ายอักขระบนบัตรแม่เหล็ก 63
รูปที่ 3.24 แผนผังการทำงานของโปรแกรมย่อยในการเช็คบิตเริ่มต้น(Start Sentinel) และบิตสุดท้าย(End Sentinel) 64
รูปที่ 3.25 แผนผังการทำงานหลักในการเปลี่ยนข้อมูลที่อ่านได้จากบัตรแม่เหล็กเป็นรหัสแอสกี้(ASCII) แล้วส่งไปทาง Serial Port RS-232 65
รูปที่ 4.1 โครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมการเข้าโดยบัตรแม่เหล็ก 72
รูปที่ 4.2 วงจรหัวอ่านบัตรแถบแม่เหล็ก 73
รูปที่ 4.3 วงจรเชื่อมต่อส่วนควบคุมการทำงานของระบบ และการต่อสายสัญญาณจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก 74
รูปที่ 4.4 แสดงการทำงานของส่วนระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 แผนผังแสดงการทำงานของระบบ 76
รูปที่ 4.6 แผนผังโปรแกรมควบคุมการทำงานบนไมโครคอนโทรลเลอร์ 77
รูปที่ 4.7 แบบฟอร์ม Data Control 81
รูปที่ 4.8 การออกแบบคอนโทรล 83
รูปที่ 4.9 Flow Chart แสดงขั้นการทำงานของเครื่องบัตรเครื่องที่ 1 86
รูปที่ 4.10 Flow Chart แสดงขั้นการทำงานของเครื่องบัตรเครื่องที่ 2 87
รูปที่ 4.11 Flow Chart แสดงขั้นตอนการ ADD ข้อมูล 88
รูปที่ 4.12 Flow Chart แสดงขั้นตอนการ Search ข้อมูล 89
รูปที่ 5.1 เป็น Menu เข้าสู่ระบบการทำงานต่างๆ 90
รูปที่ 5.2 แสดงรูปแบบของ Form เมื่อเข้าสู่เมนูเริ่มต้น 91
รูปที่ 5.3 แสดงการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล 92
รูปที่ 5.4 Formการดูข้อมูลย้อนหลัง 93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน	2
ตารางที่ 2.2 รูปแบบข้อมูลที่บันทึกในแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็กของธนาคารพาณิชย์ทั่วๆไป	3
ตารางที่2.3 แสดงรหัสข้อมูลตัวเลขสำหรับแทร็กที่สอง	4
ตารางที่2.4 แสดงรายการคุณลักษณะเฉพาะสำหรับการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232	15
ตารางที่2.5 ตำแหน่งขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม	18
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติของ RS-232C	19
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 แบบแฟลช	24
ตารางที่ 3.2 การเลือกอัตราบอดของวงจรพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51	54
ตารางที่ 4.1 กำหนดค่าคุณสมบัติ	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาของโครงงาน

ในปัจจุบัน การอ่านและการบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก ถูกนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นบัตรเครดิต บัตรเอทีเอ็ม บัตรประจำตัวประชาชน รวมถึงการนำเอาไปใช้งานทางด้านการรักษาความปลอดภัย เช่น บัตรรูดเปิด-ปิดประตู การใช้บัตรแม่เหล็กในการเช็คเวลาเข้าออก หรือใช้เพื่อตรวจสอบข้อมูลต่างๆ โดยผู้ถือบัตรจะมีสิทธ์ในการที่จะใช้บริการต่างๆได้ ซึ่งมีข้อดีกว่าแบบบาร์โค้ด หรือสมาร์ดการ์ด เพราะไม่จำเป็นต้องหาซื้อ เนื่องจากมีอยู่แล้วทุกคน

โดยในโครงงานนี้จะเป็นการทดลองอ่านข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กแล้วทำการส่งข้อมูลที่ได้ไปยังคอมพิวเตอร์ ผ่านพอร์ตอนุกรม เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงบนคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ได้จากบัตรสามารถนำไปใช้งานได้เช่น การนำไปใช้ควบคุมการผ่านเข้าออกประตูตามอาคารต่างๆซึ่งผู้ที่มีบัตรที่ถูกต้องเท่านั้น ที่ได้รับอนุญาต ให้เข้าออกได้

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการทำงานและการเขียนโปรแกรม ใช้งานเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กเพื่อติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232 ซึ่ง จะเป็นการติดต่อส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลกับวงจรควบคุมระบบไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งจะต้องให้มีการส่งข้อมูลตอบรับไปมาผ่านพอร์ตอนุกรมโดยมีการผิดพลาดน้อยที่สุด และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้งานเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กในงานด้านต่างๆต่อไป

ขอบเขตของโครงงาน

เป็นการใช้บัตรแม่เหล็กร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 เป็นตัวเขียนโปรแกรม โดยเชื่อมต่อกันผ่านพอร์ตอนุกรม ซึ่งมีหน้าที่การทำงาน คือ เก็บข้อมูลผู้ถือบัตร และควบคุมการเปิดปิดประตูเข้าและออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีบัตรแม่เหล็ก

ในการนำบัตรแม่เหล็กมาใช้งานเป็นบัตรตรวจสอบการเข้าออก โดยใช้ข้อมูลบนบัตรแม่เหล็กเป็นข้อมูลประจำตัวผู้ถือบัตร สำหรับการพัฒนาระบบในขั้นต้นนี้ ได้นำบัตรแม่เหล็กของธนาคารพาณิชย์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้งานกับระบบ ซึ่งบัตรแม่เหล็ก ดังกล่าวมีรูปแบบของข้อมูลที่บันทึกอยู่บนแถบแม่เหล็กและคุณลักษณะต่างๆ ของบัตรแม่เหล็ก เป็นไปตามมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization : ISO) โดยรายละเอียดของบัตรแม่เหล็กจะนำเสนอในหัวข้อ 2.2 สำหรับรูปแบบการอ่านข้อมูลจากแถบแม่เหล็ก ได้นำเสนอการอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็กเพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งรายละเอียดจะนำเสนอในหัวข้อ 2.4

2.1 คุณสมบัติของบัตรแม่เหล็ก ATM

แถบแม่เหล็กของบัตรแม่เหล็กธนาคารพาณิชย์ต่างๆ ทั่วโลก จะมีแทร็ก(Track)บันทึกข้อมูลจำนวนสามแทร็ก โดยที่แทร็กที่สองของแถบแม่เหล็กบันทึกตัวเลขที่อ้างอิงกับหมายเลขที่อ้างอิงกับหมายเลขบัญชีของผู้ถือบัตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลดิบ(Raw Date)สำหรับการคำนวณรหัส PIN (Personal Identification Number) ของบัตรแม่เหล็กใบนั้นๆ โดยข้อมูลในแทร็กที่สองนี้ จะเป็นตัวเลขชุดเดียวกันกับตัวเลขที่ปั๊มนูนอยู่บนบัตรแม่เหล็ก อาทิ บัตรแม่เหล็กของธนาคารกรุงเทพ จำกัด บัตรเครดิตและวีซ่า เป็นต้น จากข้อมูลดังกล่าว บนบัตรจะบันทึกข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ของบัตรไว้ในรูปของเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux) โดยแถบแม่เหล็กบนบัตรซึ่งเรียกว่าแทร็กนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งแต่ละส่วนจะใช้เก็บข้อมูลซึ่งมีความหนาแน่น และลักษณะข้อมูลที่มีความแตกต่างกันแสดงดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน

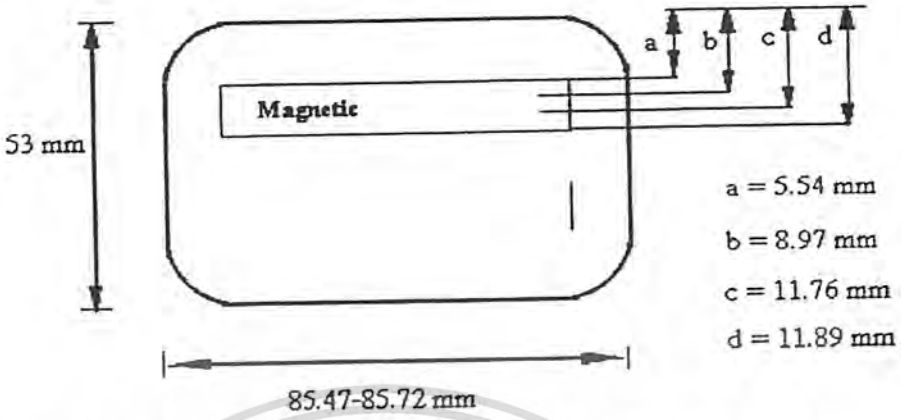
แถบแม่เหล็ก	ความหนาแน่น	การเข้ารหัส	จำนวนตัวอักษร	ลักษณะของข้อมูลที่เก็บ
TRACK 1	210 BPI	ALPHA	79	ชื่อเจ้าของบัตรและหมายเลขบัตร
TRACK 2	75 BPI	BCD	40	หมายเลขบัตรและวันหมดอายุ
TRACK 3	210 BPI	BCD	107	หมายเลขบัตรและรหัสพิเศษ

หมายเหตุ ความหนาแน่นของการบันทึกข้อมูลมีหน่วยเป็น BPI (Bit Per Inch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ตำแหน่งแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็ก

ตำแหน่งที่สองของบัตรแม่เหล็ก เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 7811 ดังแสดงในรูปที่2.1



รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็ก (ISO 7811/5)

2.2.1 ชุดรหัสข้อมูลในแทร็กที่สอง

ข้อมูลที่บันทึกในแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็กเป็นตัวเลขอย่างเดียว โดยที่ตัวเลขหนึ่งตัวจะประกอบด้วยบิต (Bit) ข้อมูลแบบ BCD 4 บิตและบิตเสมอมูล (Parity Bit) 1 บิต ซึ่งใช้ในการตรวจสอบข้อมูลของแต่ละตัวเลข โดยตรวจสอบแบบภาวะเสมอมูลคี่ ISO ได้ระบุจำนวนข้อมูลสูงสุดที่สามารถบันทึกในแทร็กที่สองไว้ไม่เกิน 40 ตัว (รวมสัญลักษณ์เริ่มและสิ้นสุด) แสดงในตารางที่2.2 ส่วนชุดรหัสข้อมูลตัวเลขแต่ละตัวสำหรับแทร็กที่สอง แสดงในตารางที่2.3

2.2.2 รูปแบบของข้อมูลที่บันทึกในแทร็กที่สองบนบัตรแม่เหล็ก

ตารางที่ 2.2 รูปแบบข้อมูลที่บันทึกในแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็กของธนาคารพาณิชย์ทั่วๆไป

SYN	B1 (SS)	ข้อมูล	B2 (FS)	ข้อมูล	B3 (FS)	ข้อมูล	B4 (ES)	LRC	SYN

หมายเหตุ SYN : Synchonization characters LRC: Longitudinal redundancy check

ข้อมูลในแทร็กที่ 2 ของบัตรแม่เหล็กจะมีรายละเอียดดังนี้

1. ก่อนถึงส่วนที่เป็นข้อมูลจริงของแทร็ค จะประกอบด้วยตัวอักขระที่เป็นศูนย์ทั้งหมด (Synchonization characters) โดยจะมีประมาณ 22 ตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวอักขระที่เป็นตัวบอกจุดเริ่มต้นของข้อมูลในแทร็กที่ 2 ของบัตร SS (Start Sentineคือ 01011 หรือ "B" ในเลขฐาน 16

3. จะมีส่วนที่เป็นข้อมูลของบัตร (ไม่รวมอักขระเริ่มต้น ตัวอักขระปิดท้าย และตัวอักขระตรวจสอบความผิดพลาด) จะมีทั้งหมด 37 ตัวอักษร โดยข้อมูลทั้งหมดจะบอกเป็น ตัวเลขเท่านั้น

4. ตัวอักขระที่บอกถึงการจบของชุดข้อมูล FS (Field Seperator) คือ 1101 หรือ "D" ในเลขฐาน 16

5. ตัวอักขระที่บอกถึงจุดสิ้นสุดของข้อมูล ES (End Sentinel) คือ 1111 หรือ "F" ในเลขฐาน 2

6. หลังจากตัวอักขระปิดท้ายข้อมูลแล้ว จะมีตัวอักขระ LRC (Longtitudinal Redendancy Check) ซึ่งจะเป็นตัวอักษรที่ใช้ตรวจสอบความผิดพลาดในการอ่านข้อมูลจากบัตร

7. ส่วนที่เหลือของบัตรหลังจาก LRC แล้ว จะเป็นตัวอักขระที่เป็น 0 ทั้งหมดจนสุดบัตร (Trailing Clock Zeros) โดยจะมีประมาณ 22 ตัวอักษรเหมือนกัน

8. ข้อมูลทุกตัว (ยกเว้น ส่วนที่เป็น Leading Clock Zeros และ Trailing Clock Zeros) จะมีส่วนที่เป็นข้อมูลจริงๆ 4 บิต และจะมีบิตพาริตี้คู่ โดยจะมีรูปแบบดังนี้

ตารางที่2.3 แสดงรหัสข้อมูลตัวเลขสำหรับแทร็กที่สอง

P	b4	b3	b2	b1	รหัส
1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	2
1	0	0	1	1	3
0	0	1	0	0	4
1	0	1	0	1	5
1	0	1	1	0	6
0	0	1	1	1	7
0	1	0	0	0	8
1	1	0	0	1	9
1	1	0	1	0	A
0	1	0	1	1	B1
1	1	1	0	0	A
0	1	1	0	1	B2
0	1	1	1	0	A
1	1	1	1	1	B3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่2.3

A เป็นตำแหน่งของสัญลักษณ์ที่ใช้เฉพาะในระบบควบคุมทางฮาร์ดแวร์(Hard Ware)

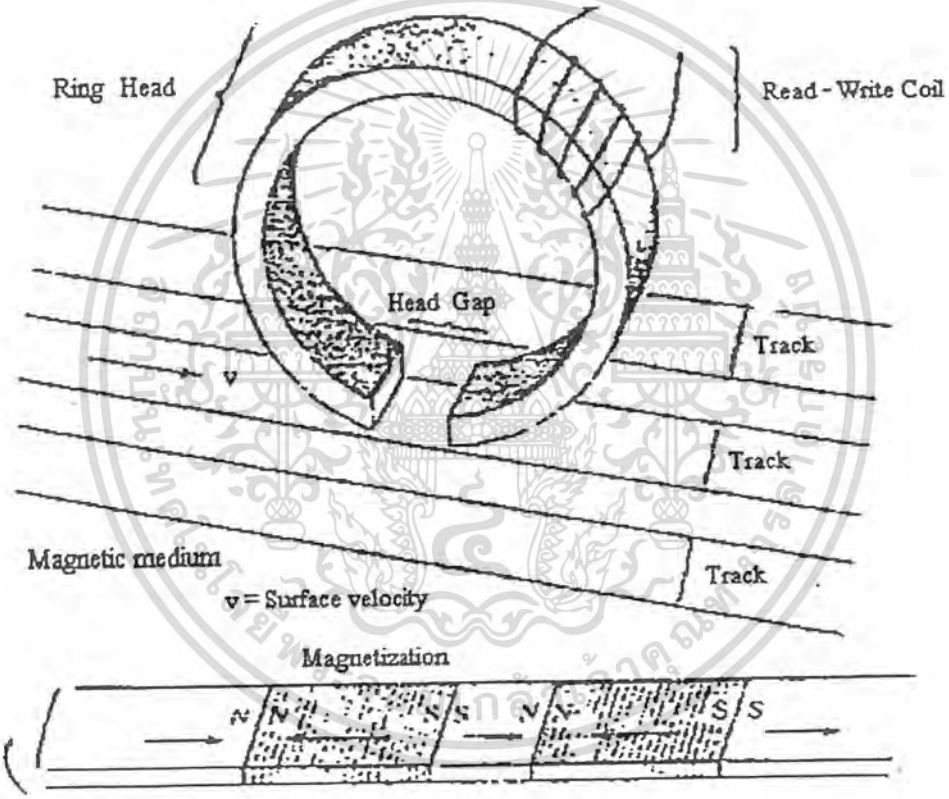
B1 เป็นสัญลักษณ์การเริ่มต้นของข้อมูล(Start Sentinel)

B2 เป็นสัญลักษณ์ตัวแยกข้อมูล(Separator)

B3 เป็นสัญลักษณ์การสิ้นสุดของข้อมูล(Stop Sentinel)

2.3 การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก

การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็กประกอบด้วย แถบแม่เหล็กที่ใช้ตัวกลางและหัวแม่เหล็กที่ใช้เป็นหัวบันทึก ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ดังแสดงในรูปที่2.2

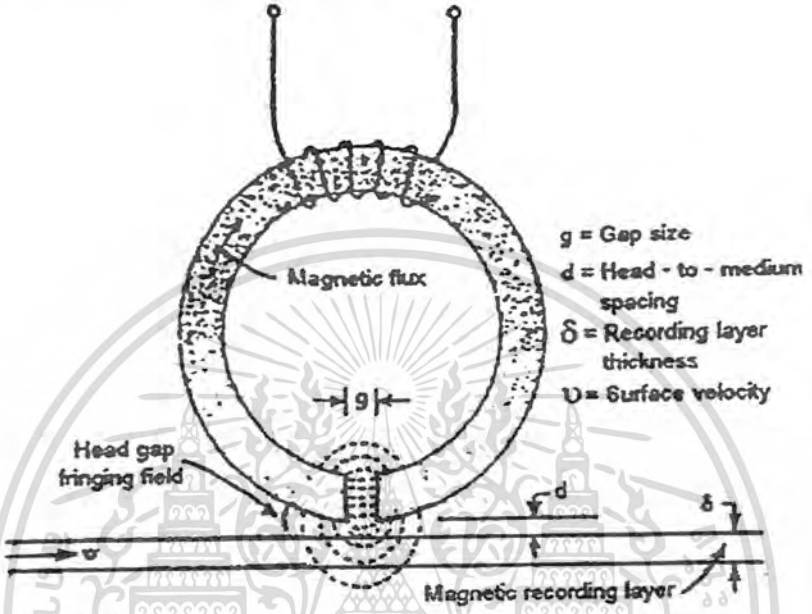


รูปที่ 2.2 แสดงหัวบันทึกและแถบแม่เหล็กในกระบวนการบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก

จากรูปที่ 2.2 การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารแม่เหล็กในแถบแม่เหล็กและหัวแม่เหล็กที่นำมาใช้เป็นหัวบันทึก โดยที่แกนของหัวบันทึกทั่วไปจะเป็นแกนที่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็กอย่างอ่อนๆ พันด้วยขดลวด และที่แกนมีช่องว่าง (Gap) อยู่บริเวณของสารแม่เหล็กที่จะถูกบันทึกข้อมูล เรียกว่า แทร็ก โดยแต่ละแทร็กจะเรียงขนานกันบนแถบแม่เหล็ก สัญญาณเอาท์พุทจากขดลวดที่พันรอบแกน จะเป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ (Flux) ของหัวบันทึก ความกว้างของหัวบันทึก และความกว้างของแทร็ก การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่

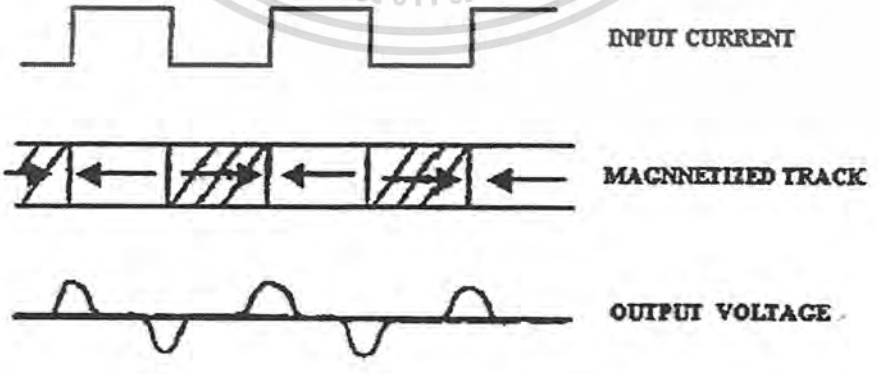
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กจะใช้วิธีการป้อนกระแสพัลส์ (Pulse) ทั้งด้านบวกและด้านลบ พร้อมทั้งมีขนาดเพียงพอเข้าที่ขดลวดของหัวบันทึกที่วางอยู่ใกล้กับแถบแม่เหล็ก เมื่อป้อนกระแสพัลส์จะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบบริเวณช่องว่างของแกนหัวบันทึกที่วางอยู่ใกล้กับแถบแม่เหล็กซึ่งสนามแม่เหล็กนี้ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ส่วนรูปแบบของกระแสพัลส์ แรงดันไฟฟ้า และขั้วแม่เหล็กในแถบแม่เหล็ก เมื่อมีการบันทึกแล้ว แสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 แสดงสนามแม่เหล็กรอบช่องว่างของหัวบันทึก

จากรูปที่2.3 ค่าความกว้างของช่องว่าง ต้องมีค่าน้อยกว่าความกว้างของแทร็กข้อมูลเสมอ โดย ISO ได้ระบุความกว้างของช่องว่างหัวบันทึกฯ ไว้มีค่าประมาณ 0.00625 มิลิเมตร (0.00025 นิ้ว) หรือน้อยกว่า และค่าช่องว่างของหัวอ่านมีค่าประมาณ 0.025 มิลลิเมตร (0.001 นิ้ว) หรือน้อยกว่า สำหรับค่าความหนาแน่นของแถบแม่เหล็ก(δ) ISO ระบุไว้มีค่าไม่เกิน 0.038 มิลลิเมตร



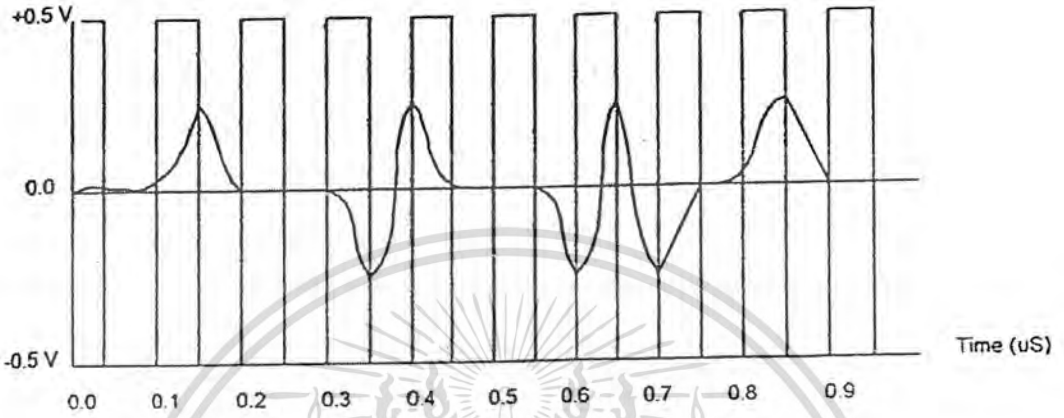
รูปที่ 2.4 แสดงกระแสพัลส์ รูปแบบของแทร็กที่ถูกบันทึก

ฟลักซ์แม่เหล็กที่พื้นผิวแทร็กข้อมูลและลักษณะแรงดันไฟฟ้าของการบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก

การอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็กสามารถทำได้โดยให้แถบแม่เหล็กสัมผัสกับหัวอ่าน ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ฟลักซ์แม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะผ่านจากช่องแกนหัวอ่านไปยังขดลวดที่พันรอบแกนอยู่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กตามข้อมูลที่บันทึกจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดของหัวอ่านตามข้อมูลนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.5

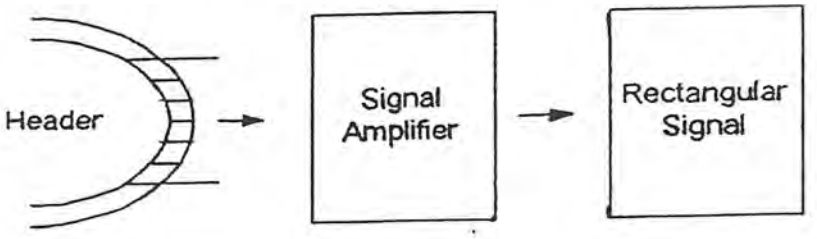


รูปที่ 2.5 แสดงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากหัวอ่านและถูกขยายสัญญาณด้วยอัตราขยายประมาณ 100 เท่า

จากรูปที่ 2.5 ตำแหน่งสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จะตรงกับตำแหน่งที่สนามแม่เหล็กบนบัตรแม่เหล็ก มีการกลับทิศทาง ทำให้สามารถนำตำแหน่งนี้มาสร้างสัญญาณพัลส์ เพื่ออ่านข้อมูลบันทึกอยู่บนบัตรแม่เหล็กได้

2.4.1 วงจรพื้นฐานสำหรับสร้างสัญญาณรูปแบบ ISO จากบัตรแม่เหล็ก

ส่วนประกอบของวงจรพื้นฐาน สำหรับสร้างสัญญาณรูปแบบ ISO จากบัตรแม่เหล็ก แสดงดังรูป 2.6

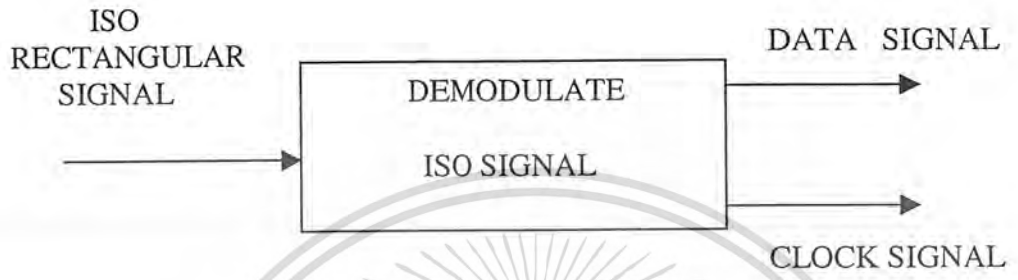


รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบของวงจรพื้นฐานสร้างสัญญาณรูปแบบ ISO จากบัตรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

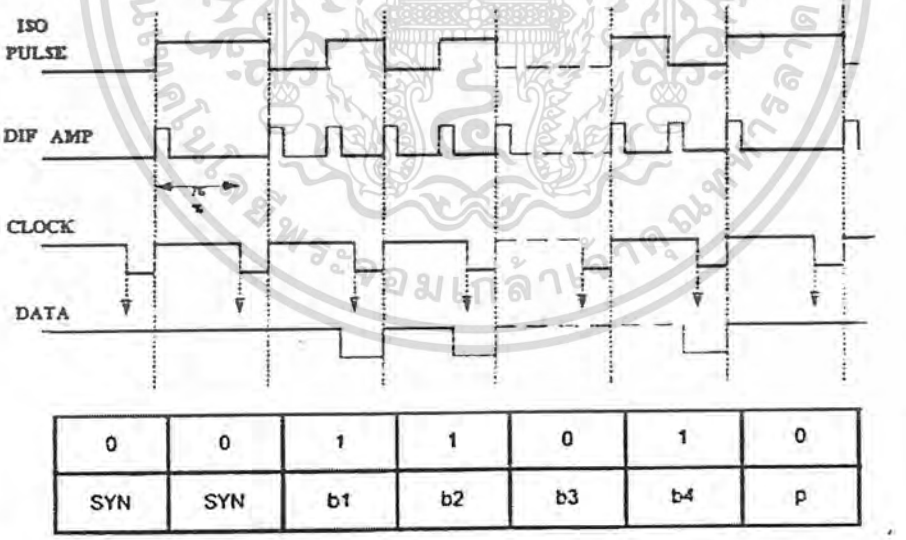
2.4.2 วงจรอ่านข้อมูลบัตรแม่เหล็ก

วงจรพื้นฐานในหัวข้อมูล 2.4.1 สามารถนำสัญญาณดังกล่าวมาประยุกต์ใช้งานต่อเนื่องได้ เพื่อให้อ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็กได้สะดวกขึ้น โดยการดีมอดูเลเลต (Demodulate) สัญญาณรูปสามเหลี่ยม ISO เพื่อให้ได้สัญญาณนาฬิกาสำหรับการอ่านและสัญญาณข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 2.8



รูปที่ 2.7 แสดงแผนภาพของวงจรอ่านบัตรแม่เหล็ก

การแยก สัญญาณข้อมูลออกจากสัญญาณนาฬิกา โดยใช้หลักการดีมอดีเลตสัญญาณ ISO สามารถพิจารณาได้จากรูปคลื่นสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่2.8 แสดงรูปคลื่นสัญญาณของ ISO ที่ถูกดีมอดูเลต

จากรูปที่ 2.8 การแยกสัญญาณข้อมูลออกจากสัญญาณรูปเหลี่ยม ISO ได้นั้น จะต้องพิจารณาการกลับขั้วของสัญญาณรูปเหลี่ยม ISO ในช่วงเวลามาตรฐาน (Strandard Time) หรือไม่ ถ้ามีการกลับขั้วของสัญญาณรูปเหลี่ยม ISO แสดงว่าข้อมูลมีค่าตรรกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"1" และถ้าไม่มีการกลับขั้วของสัญญาณรูปเหลี่ยม ISO แสดงว่าข้อมูลมีค่าตรรกเป็น"0" โดยที่ค่าเวลามาตรฐาน มีค่าประมาณ 75 % ของคาบเวลา 1 บิต ส่วนสัญญาณที่ได้จากการดีมอดูเลตจะมีสัญญาณข้อมูล และสัญญาณนาฬิกาสำหรับการอ่านข้อมูลโดยที่ทุกๆ ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา บิตข้อมูลจริงจะกลับตรรกกับสัญญาณข้อมูลที่อ่านได้

2.5 หลักการและวิธีการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก

เครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กจะมีสายสัญญาณสำคัญอยู่ 3 เส้น คือ สายสัญญาณข้อมูล (Data) สายสัญญาณควบคุมการรับข้อมูล (Strobe) และสายสัญญาณตรวจสอบว่ามีบัตรเข้ามาหรือไม่ (Card Present) โดยการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กสามารถทำได้ดังนี้

- ต่อสายสัญญาณ Strobe จากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กเข้ากับพอร์ทของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถทำการเขียนโปรแกรมเพื่อตรวจจับสัญญาณนาฬิกาขาลงได้ (Negative-edge)

- ต่อสัญญาณ Data จากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กเข้ากับพอร์ทใดพอร์ทหนึ่งของไมโครคอนโทรลเลอร์

- ต่อสายสัญญาณ Card Present ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีการผ่านบัตรเข้ามาที่หัวอ่านหรือไม่ เข้ากับอีกพอร์ทหนึ่งของไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยสายสัญญาณแต่ละเส้นมีความหมายดังนี้

- สัญญาณ Data เป็นสายสัญญาณของข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก ข้อมูลที่อ่านได้จากสายสัญญาณนี้ก็คือข้อมูลจากบัตรแม่เหล็กนั่นเอง

- สัญญาณ Strobe เป็นสายสัญญาณที่ควบคุมการอ่านข้อมูลจากสายสัญญาณ Data โดยเราจะสามารถอ่านข้อมูลได้เมื่อสัญญาณ Strobe เปลี่ยนสภาวะจาก high เป็น low (Negative-edge)

- สัญญาณ Card Present เป็นสายสัญญาณที่บอกให้รู้ว่าขณะนี้มีบัตรผ่านเข้ามายังเครื่องอ่านหรือไม่ โดยสัญญาณนี้จะเปลี่ยนสภาวะเป็น low เมื่อตรวจพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ที่หัวอ่าน จากนั้นจะเปลี่ยนสถานะกลับไปเป็น high อีกครั้ง หลังจากที่บัตรเคลื่อนที่พ้นหัวอ่านไปแล้วประมาณ 150 ms

2.5.1 การอ่านข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก

ในสภาวะปกติที่ยังไม่มีการรูดบัตร สัญญาณทั้งสามช่องจะมีสถานะเป็น high แต่เมื่อมีการรูดบัตรแม่เหล็ก สัญญาณ Card Present จะเปลี่ยนสถานะเป็น low หลังจากนั้นก็จะมีสัญญาณนาฬิกาปรากฏขึ้นที่ช่องสัญญาณ Strobe ใช้ในการตรวจจับเพื่ออ่านข้อมูล โดยจะทำการอ่านข้อมูลทุกครั้งที่สัญญาณ Strobe มีสภาวะเปลี่ยนจาก high เป็น low ข้อมูลที่อ่านได้นั้น จะมีลักษณะกลับกับความเป็นจริง กล่าวคือ ถ้าอ่านค่าจากสัญญาณ Data ได้สภาวะ low แสดงว่าข้อมูลจริงมีค่าเป็น 1 เมื่ออ่านข้อมูลได้หนึ่งตัวแล้วก็จะมีการนำข้อมูลนั้นไปเก็บไว้ในหน่วยความจำก่อนที่จะเริ่มรับข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลตัวต่อไป และจะทำการรับข้อมูลไปเรื่อยๆ จนกว่า สัญญาณ Strobe จะหยุดไปเนื่องจากไม่มีแถบแม่เหล็กเคลื่อนผ่านหัวอ่าน และสัญญาณ Card Present จะกลับเข้าสู่สภาวะ high เหมือนเดิม เมื่อเป็นดังนี้แล้วก็จะนำข้อมูลที่อ่านได้ทั้งหมดมาตรวจสอบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่ โดยจะตรวจสอบบิตพาริตี้ (Parity Bit) และ LRC (Longtitudinal Redundancy Check) ถ้าหากไม่ตรวจพบข้อผิดพลาดใดๆ ก็จะทำการเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่สามารถนำไปใช้งานได้ เช่น เปลี่ยนข้อมูลในรูปของรหัส ASCII

ในการเก็บข้อมูลที่อ่านได้ลงในหน่วยความจำนั้นมีวิธีการอยู่ 2 วิธี วิธีแรก เราจะเก็บข้อมูลที่อ่านได้ในแต่ละครั้งไว้ในหน่วยความจำ 1 ไบต์ ซึ่งวิธีนี้จะมีข้อดี คือสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการกับข้อมูลได้ง่าย แต่จะมีข้อเสีย คืออาจมีบางบิตในหน่วยไม่ถูกใช้ อาจเนื่องมาจากข้อมูลที่อ่านไดในแต่ละครั้งมีขนาดไม่ถึง 8 บิต (1 ไบต์) และด้วยการเก็บข้อมูลแบบนี้ เราไม่สามารถอ่านข้อมูลในทิศทางย้อนกลับได้ อีกวิธีที่หนึ่งคือ จะทำการเก็บข้อมูลที่อ่านได้เรียงไปเรื่อยๆ ในหน่วยความจำ (วิธีนี้จะทำให้ไม่มีบิตที่ไม่ถูกใช้ในหน่วยความจำเลย) แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือ การเขียนโปรแกรมเพื่อแยกข้อมูลในแต่ละตัวนั้นจะทำได้ยาก ในกรณีที่ข้อมูลในแต่ละครั้งมีขนาดไม่เท่ากับ 8 บิต (1 ไบต์) เช่น ข้อมูลในแทร็คที่ 2 ของบัตรแม่เหล็ก จะประกอบด้วย 5 บิต ดังนั้นข้อมูลที่อ่านได้ในแต่ละครั้งจะมี 5 บิต เมื่ออ่านข้อมูลครั้งแรก ข้อมูล 5 บิต นี้จะถูกเก็บไว้ในไบต์แรกของหน่วยความจำ ซึ่งจะมีบิตที่เหลืออยู่ 3 บิต จากนั้นเมื่อเราอ่านข้อมูลชุดที่สองจากบัตรแม่เหล็ก ก็จะนำข้อมูล 3 บิต มาเก็บไว้ในหน่วยความจำไบต์แรกที่เหลือ และนำข้อมูลอีก 2 บิต ไปเก็บว้าใน 2 บิตแรกของหน่วยความจำไบต์ที่สองต่อไป จะเห็นว่าเป็นการยากในการเขียนโปรแกรมเพื่อแยกข้อมูลแต่ละชุดออกจากกัน อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะใช้วิธีใด ข้อมูลที่เราอ่านได้นั้นจะมีลักษณะกลับกันกับความเป็นจริง นั่นคือ ถ้าข้อมูลเก็บเป็น 1011 ในการอ่านข้อมูลจริงๆ จะอ่านได้ในลักษณะนี้คือ **** ตามลำดับ

2.5.2 หลักในการเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตร

เริ่มแรกเราจะทำการเขียนโปรแกรมเพื่อตรวจจับสัญญาณ Card Present ก่อน เมื่อใดที่สัญญาณนี้เปลี่ยนสถานะเป็น low จะเริ่มตรวจสอบสัญญาณ Strobe ต่อไป โดยเมื่อใดที่สัญญาณ Strobe เปลี่ยนจากสถานะจาก high เป็น low เราจะทำการอ่านข้อมูลจากสายสัญญาณ data ช่วงตอนต้นของบัตร ข้อมูลที่อ่านได้จะมีค่าเป็น 0 ทั้งหมดเนื่องมาจาก เป็น leading clocking zeros (ดังกล่าวไว้ในทฤษฎีตอนต้น) ในขณะที่ตัวอักขระแรกที่เราจะอ่านได้ก็คือ SS (Start Sentinel) ซึ่งมีค่า 01011 จากที่เคยกล่าวในตอนต้นแล้วว่าการอ่านข้อมูลจากเครื่องอ่านนั้นเราจะได้ข้อมูลดังนี้คือ 1-1-0-1-0 ดังนั้นเมื่อเราอ่านข้อมูลเข้ามาแล้วจะต้องทำการตรวจสอบว่า เมื่อใดที่ข้อมูลเปลี่ยนจาก 0 (ซึ่งเป็น leading clocking zeros) เป็น 1 บิตแรกของ SS ที่เราอ่านได้ แสดงว่าเราตรวจพบ SS แล้ว ก็จะทำการเก็บค่าข้อมูล 1 นั้นไว้ในหน่วยความจำและทำการรับข้อมูลบิตถัดไปจนครบ 5 บิต (1 อักขระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแทร็กที่ 2 จะมีข้อมูล 5 บิต) แล้วก็จะทำการเลื่อนตำแหน่งของหน่วยความจำออกไปเพื่อเก็บข้อมูลอักขระถัดไป ตรวจสอบจนรับครบ 40 ตัวอักขระแล้วก็จะทำการหยุดรับค่าจากบัตร เนื่องจากในแทร็กที่ 2 จะมีข้อมูลแค่ 40 ตัวอักขระเท่านั้น เมื่อรับข้อมูลครบแล้วก็จะทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่รับมา โดยจะทำการตรวจสอบบิตพาริตี้ และ LRC ในการตรวจสอบบิตพาริตี้ จะใช้แฟลกพาริตี้ผ่านแล้ว ก็จะทำการตรวจสอบ LRC ต่อไป โดยนำข้อมูลทั้งหมดมา XOR (Exclusive OR) กัน แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเทียบกับอักขระ LRC ที่อ่านได้จากบัตรแม่เหล็กว่าตรงกันหรือไม่ (ในที่นี้จะไม่ทำการตรวจสอบบิตพาริตี้ของ LRC)

หากตรงกันแสดงว่าข้อมูลที่รับมาครั้งนั้นถูกต้อง ก็จะนำข้อมูลที่ได้นั้นไปแปลงเป็นรหัส ASCII (ตารางในการแปลงแสดงไว้ในภาคผนวก) เพื่อที่เมื่อส่งผ่านทางพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์แล้วจะสามารถตีความเป็นตัวอักษรที่ถูกต้องได้

2.6 การส่งและการรับข้อมูล (Data Transmission)

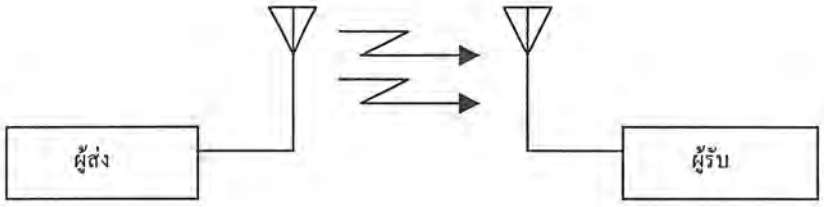
การส่ง-การรับข้อมูลเพื่อโอนถ่ายหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างผู้ส่งและผู้รับ จะทำสำเร็จขึ้นได้ต้องประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ คุณภาพของที่ส่งรับกัน และคุณสมบัติของสายสื่อสำหรับการส่งผ่านข้อมูล

การส่งสัญญาณข้อมูล หมายถึง การส่ง ข้อมูลหรือข่าวสารจากเครื่องส่งหรือผู้ส่ง ผ่านทางสื่อหรือตัวกลางไปยังเครื่องรับหรือผู้รับ ข้อมูลหรือข่าวสารที่ส่งออกไปอาจจะอยู่ในรูปของสัญญาณเสียงสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสงก็ได้ โดยที่สื่อสารหรือตัวกลางของสัญญาณสามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

1. แบบสามารถกำหนดเส้นทางสัญญาณได้ ได้แก่ สายเกลียวคู่ สายโคแอคเชียล และสายไฟเบอร์ออปติค
2. แบบไม่สามารถกำหนดเส้นทางสัญญาณได้ ได้แก่ ชั้นบรรยากาศ สุญญากาศ และน้ำ

รูปที่ 2.9 การกำหนดเส้นทางสัญญาณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การกำหนดเส้นทางสัญญาณไม่ได้

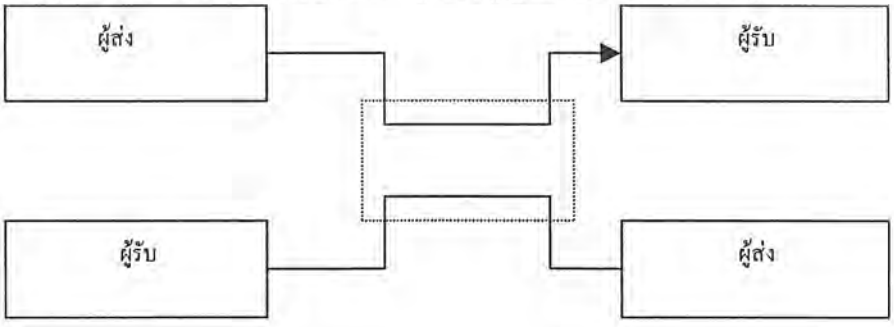
2.6.1 รูปแบบของการส่งสัญญาณข้อมูล

เราสามารถจัดรูปแบบของการส่งสัญญาณข้อมูลได้เป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1. แบบทิศทางเดียวหรือซิมเพล็ก(One-way หรือ Simplex) ในการส่งสัญญาณข้อมูลแบบ Simplex ข้อมูลจะถูกส่งไปในทางเดียวเท่านั้น เช่น การกระจายเสียงของสถานีวิทยุ หรือ การแพร่ภาพทางโทรทัศน์

รูปที่ 2.11 แบบทิศทางทางเดียว

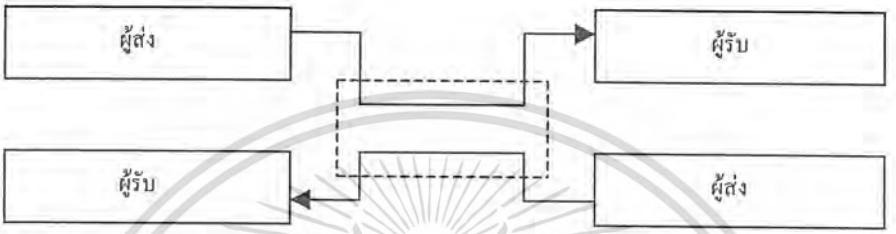
2. แบบกึ่งทางคู่หรือครึ่งดูเพล็ก(Either-Way of Two Ways หรือ Half Duplex) การสื่อสารแบบครึ่งดูเพล็กซ์ เราสามารถส่งข้อมูลสวนทางกันได้ แต่ต้องสลับกันส่ง จะทำในเวลาเดียวกันไม่ได้ เช่น วิทยุสื่อสารของตำรวจ ซึ่งต้องอาศัยการสลับสวิตซ์เพื่อแสดงการส่งสัญญาณ และให้ทางอีกด้านหนึ่งเป็นผู้รับสัญญาณ คือ ต้องผลัดกันพูด



รูปที่ 2.12 แบบกึ่งทางคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบทางคู่หรือดูเพล็กเต็ม(Both-Way หรือ Full Duplex) ในแบบนี้เราสามารถส่งข้อมูลได้เวลาเดียวกันทั้งสองทาง เช่น การพูดโทรศัพท์ สามรถพูดพร้อมกันได้ ประโยชน์การใช้งานของการส่งสัญญาณดูเพล็กเต็มย่อมให้ประโยชน์ใช้สอยได้ดีกว่า รวมทั้งลดเวลาในการส่งสัญญาณ อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและอุปกรณ์ของระบบการส่งสัญญาณแบบดูเพล็กเต็มย่อมแพงกว่า และยุ่งยากกว่าเช่นนั้น



รูปที่ 2.13 แบบทางคู่

2.7 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมนั้น มีข้อยุ่งยากมากกว่าการใช้พอร์ตขนาน สำหรับอุปกรณ์ทั่วๆไป แล้วจะต้องการข้อมูลในการประมวลผลแบบขนาน ดังนั้นจึงเพิ่มอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลแบบอนุกรมมาเป็นข้อมูลขนาน และซอฟแวร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานก็จะยุ่งยากการควบคุมผ่านพอร์ตมาตรฐานแบบขนาน แต่การสื่อสารโดยใช้พอร์ตอนุกรมนั้นมีข้อดีอยู่ไม่น้อยเช่นกัน

1. การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมสามารถใช้สายได้ยาวกว่าการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตขนาน โดยที่พอร์ตอนุกรมจะใช้ระดับแรงดันในช่วง -3 ถึง -25V แทนลอจิก “1” และใช้แรงดันในช่วง +3 ถึง +25 แทนลอจิก “0” ดังนั้นจะเป็นว่าช่วงการสวิงแรงดันของพอร์ตอนุกรมจะมีค่าประมาณ 50 v ส่วนพอร์ตขนานจะมีช่วงสวิง 5 V เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าหากมีการสูญเสียในสายแล้วการสื่อสารของพอร์ตอนุกรมจะสามารถส่งข้อมูลไปได้ไกลกว่าแน่นอน

2. ใช้จำนวนสายน้อยกว่าการส่งข้อมูลแบบขนาน ในกรณีที่อุปกรณ์อยู่ห่างจากคอมพิวเตอร์มากๆ ย่อมจะสะดวกและประหยัดว่าหากจะเดินสายเพียง 3 เส้น ซึ่งเป็นลักษณะโครงสร้างของนัลโมเด็ม (Null Modem) เมื่อเทียบกับ การเดินสายจำนวน 19 หรือ 25 เส้นในการใช้พอร์ตขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปัจจุบันอุปกรณ์ที่ใช้อินฟาเรด ได้รับความนิยมมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากอุปกรณ์ประเภทสมุดบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์แบบโน๊ตบุ๊ก ฯลฯ จะมีการติดต่อสื่อสารโดยใช้อินฟาเรดร่วมอยู่ด้วยและแน่นอนว่าการใช้อินฟาเรดก็จะใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม เนื่องจากความไม่สะดวกอย่างยิ่งในการที่จะส่งข้อมูลแบบขนานด้วยอินฟาเรด

2.7.1 RS-232 มาตรฐานเพื่อการสื่อสาร

มาตรฐาน RS-232 ประกาศและได้กำหนดการอินเตอร์เฟสระหว่างอุปกรณ์เทอร์มินอลของข้อมูล (Data Terminal Equipment, DTE) กับอุปกรณ์ส่วนปลายของวงจรข้อมูล(Data Circuit Terminating Equipment,DCT) อุปกรณ์ DTE ตามปกติแล้วจะเป็นอุปกรณ์เทอร์มินอลที่พูดไม่ได้ (dumb terminal) เป็นอุปกรณ์ที่มีความฉลาด เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ความฉลาดในการสร้างบิตข้อมูลเป็นแบบอนุกรมได้อุปกรณ์ DCE จะรับบิตข้อมูลที่อุปกรณ์ DTE ส่งออกมาผ่านทางการอินเตอร์เฟสแบบRS-232 และแปลงให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมสำหรับถ่ายทอดผ่านตัวกลางการสื่อสารจากระยะไกล เช่น ผ่านทางสายโทรศัพท์

ถ้าคิดตามมาตรฐาน RS-232 ต่อไปจะพบว่าในทางกายภาพแล้วขั้วต่อพอร์ตของอุปกรณ์ DTE จะเป็นข้อต่อตัวผู้และขั้วต่อพอร์ตของอุปกรณ์ DCE จะเป็นข้อต่อตัวเมีย พอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลปกติแล้วจะเป็นอุปกรณ์ DTE และพอร์ตของโมเด็มก็มักจะมีโครงสร้างเป็นอุปกรณ์ DCE

พอร์ตอนุกรมของเครื่องพีซีจะเป็นตัวผู้ไม่ว่าจะเป็นขั้วต่อแบบ 9 ขาหรือ 25 ขาส่วนข้อต่อของโมเด็มส่วนมากแล้วแล้วจะเป็นขั้วต่อแบบตัวเมีย 25 ขา แม้ว่าขั้วต่อแบบ 9 ขา จะไม่ได้มาตรฐานRS-232 ของ EIA แต่ในปัจจุบันนี้ก็มีการใช้อยู่ทั่วไป ในการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232 การอินเตอร์เฟสที่ใช้ขั้วต่อแบบ 9 ขา พบจำหน่ายเป็นครั้งแรกในเครื่องพีซีรุ่น AT ในตอนต้นทศวรรษ 1980

มาตรฐาน RS-232 ยังกำหนดคุณลักษณะสำหรับการสื่อสารผ่านทางสายส่งสัญญาณเสียงด้วยอัตราความเร็วสูงถึง 9600 bps ซึ่งช่วยให้สามารถมีการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะในขณะนั้นได้

มาตรฐาน RS-232 กำหนดวงจร 21 วงจร ในการอินเตอร์เฟส ตาราง 1 คือ สรุปคำบรรยายหน้าที่ของขาในมาตรฐาน RS-232 A,B และ C

ในระหว่างการส่งข้อมูล สภาวะมีข้อมูล (mark condition) บ่งชี้ด้วยสถานะ"1"ในระบบเลขฐานสอง และสภาวะช่องว่าง(space condition) บ่งชี้ด้วยสถานะ"0" ในระบบเลขฐานสอง

สำหรับวงจรกำหนดจังหวะเวลาและควบคุมการแลกเปลี่ยนข้อมูลแล้วการทำงานของมันจะเป็น "ON"เมื่อแรงดันไฟฟ้าเป็นบวกมากกว่า +3 V และจะเป็น"OFF"เมื่อแรงดันไฟฟ้าเป็นลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่า -3 V เมื่อเทียบกับกราวน์ การทำงานนี้จะไม่สามารถกำหนดได้ถ้าแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วงการเปลี่ยนแปลงระหว่าง -3 ถึง +3 V เมื่อเทียบกับกราวด์

คำว่า "mark" และ "space" จะใช้อยู่ทั่วไปในเอกสารกำหนดคุณลักษณะ เพื่อบรรยายสภาวะของสายนำข้อมูลหรือสายสัญญาณควบคุมในระบบ RS-232

ตารางที่2.4 แสดงรายการคุณลักษณะเฉพาะสำหรับการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232

หมายเลขขาสัญญาณ	ชื่อของสายสัญญาณ	ทิศทางของสัญญาณ
1	Positive Ground	N.A.
2	Transmitted Data	To DCE
3	Received Data	To DCE
4	Request To Send	To DCE
5	Clear To Send	To DCE
6	Data Set Ready	To DCE
7	Signal Ground	N.A.
8	Recived Line Signal Detector (RS-232C) Data Carrier Detect (RS-232)	To DCE
9	Select Standby	To DCE
10	Secondary Recived Line Signal Detector	To DTE
11	Secondary Clear To Send	To DTE
12	Second Transmitted Data	To DCE
13	New Sync	To DCE
14	Transmitted Signal Elecment Timming	To DTE
15	Seconddary Received Data	To DTE
16	Receiver Signal Element Timing	To DTE
17	Test	To DCE
18	Secondary Requst To Send	To DCE
19	Data Terminal Ready	To DCE
20	Signal Quality Detector	To DTE
21	Ring/Calling Indicator	To DTE
22	Data Signal Rate Selector	To DCE
23	Data Signal Rate Selector	To DTE
24	Transmitter Signal Element Timing	To DCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันนี้อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่มีวางจำหน่ายอยู่จะเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 หรือ RS-232D (มาตรฐาน CCITT V.24 และ V.28 ก็ยังคงมีใช้อยู่ทั่วไปอย่างกว้างขวาง)วงจรของ RS-232 ส่วนมากไม่ได้ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องเทอร์มินอล 2 เครื่องหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องโดยตรง

2.7.2 คำบรรยายลักษณะวงจร RS-232

สิ่งแรกที่คุณอาจสังเกตเห็นก็คือ ตาราง 3 จะแสดงสายสัญญาณ 11 เส้น จาก 25 เส้นที่เป็นไปได้ของระบบ RS-232 ที่ต้องการใช้ในการทำการสื่อสารระหว่าง DTE ไปยังDCE ให้สมบูรณ์ ส่วนมากแล้วคุณสามารถจะทิ้งสายวงจรตัวตรวจจับอัตราสัญญาณข้อมูล(Data Signal Rate) และสายวงจรกราวด์(Protective Ground) ออกไปได้ ทำให้เหลือสายสัญญาณที่ต้องต่อเพียง 9 เส้น

RS-232 เป็นข้อกำหนดการอินเตอร์เฟสมาตรฐาน และสามารถใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นๆ ต่างกัน ไปเช่น การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Communication) และรูปแบบการสื่อสารสามารถทำให้มีการสนทนากันจาก DTE ไปยัง DCE โดยใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น จาก 11 เส้นที่แสดงในตารางที่ 3 ถ้าอุปกรณ์ DTE และ DCE

ใช้ซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นตามความต้องการลูกค้า(Custom-Write Software) ก็จะใช้เพียงสาย TD,RD และสายกราวน์สัญญาณเท่านั้นในการย้ายข้อมูลไปยังสายตัวนำ 3 เส้น

2.7.3 ข้อกำหนดของขาสัญญาณ 11 ขา

1. ขา 1 (Protective Ground Circuit, AA) ขานี้จะต่อเข้ากับตัวถังของอุปกรณ์ และสามารถต่อเข้ากับกราวด์ภายนอกถ้าอุปกรณ์อื่นๆ ต้องใช้ขานี้

2. ขา 2 (Transmited Data Circuit,TD) เป็นขาสัญญาณข้อมูลที่ออกมาจากอุปกรณ์ DTE กระแสบิตข้อมูลอนุกรมจากขานี้ คือ ข้อมูลที่จะถูกถอดรหัสโดยอุปกรณ์ DCE

3. ขา 3 (Received Data Circuit BB, RD) สัญญาณจากขานี้จะถูกสร้างจากอุปกรณ์DCE กระแสบิตข้อมูลอนุกรมนี้จะกำเนิดขึ้นที่อุปกรณ์ DTE ปลายทาง และเป็นผลผลิตของวงจรนับข้อมูลของอุปกรณ์ DCE สัญญาณนี้มักจะเป็นข้อมูลดิจิตอลที่ถูกสร้างขึ้นโดยอุปกรณ์ DCE ที่มีความฉลาดหรือจากวงจรถอดสัญญาณ (demodulation) ของโมเด็ม

4. ขา 4 (Request to Send Circuit CA,RTS) สัญญาณนี้จะเตรียมอุปกรณ์ DCEสำหรับการทำส่งข้อมูล เมื่อมีสัญญาณ RTS นี้อยู่ในสภาวะ"ON" จะทำให้อุปกรณ์ DCE อยู่ในโหมดส่งข้อมูล (transmit mode) ในขณะที่สัญญาณนี้อยู่ในสภาวะ "OFF" จะทำให้อุปกรณ์ DCE อยู่ในโหมดรับข้อมูล (receive mode) อุปกรณ์ DCE ควรจะตอบสนองต่อสัญญาณ RTS ON โดยการทำให้สัญญาณ Clear to Send (CTS) อยู่ในสภาวะ "ON" ด้วยเมื่อสัญญาณ RTS อยู่ในสภาวะ "OFF" สัญญาณไม่ควรจะ "ON" ขึ้นอีก จนกว่าสัญญาณ CTS จะอยู่ในสภาวะ "OFF" เสียก่อนสัญญาณนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จะถูกใช้ร่วมกับสัญญาณ DTR,DSR และ DCD ขาสัญญาณ RTS จะถูกใช้อย่างมากในการควบคุมการไหลข้อมูล

5. ขา 5 (Clear to Send Circuit CB, CSR) สัญญาณนี้จะตอบรับกลับไปยังอุปกรณ์DTE เมื่อได้รับสัญญาณ RTS และข้อมูลสามารถส่งออกไปได้ ข้อมูลจะถูกส่งไปตามตัวกลางที่ใช้สื่อสารได้ก็ต่อเมื่อสัญญาณ CTS นี้อยู่ในสภาวะ "ON" เท่านั้น สัญญาณนี้จะใช้ร่วมกับขา DTR,DSR และ DCD ขาสัญญาณCTS นี้จะร่วมกับขา RTS สำหรับควบคุมการไหลข้อมูล

6. ขา 6 (Data Set Ready Circuit CC, DSR) สัญญาณจะบอกต่ออุปกรณ์ DTE ว่าอุปกรณ์ DCE ได้ต่อกับตัวกลางสื่อสารที่ถูกต้องแล้วและในบางกรณีจะบ่งชี้ว่าสายโทรศัพท์อยู่ในสภาวะ "OFF HOOK" สภาวะ "OFF HOOK" นี้จะเป็นตัวบ่งชี้อุปกรณ์ DCE กำลังอยู่ในโหมด dialing หรือกำลังติดต่อกับอุปกรณ์ DCE อีกตัวหนึ่งเมื่อสัญญาณ DSR นี้อยู่สภาวะ "OFF " อุปกรณ์ DTE ก็ควรจะถูกกำหนดให้ไม่สนใจสัญญาณอื่นๆ ทั้งหมดจากอุปกรณ์ DCE ถ้าสัญญาณนี้ถูกทำให้อยู่ในสภาวะ "OFF " ก่อนอุปกรณ์ DTR แล้วอุปกรณ์ DTE ก็จะสรุปว่าการสื่อสารกันนั้นสิ้นสุดลง

7. ขา 7 (Signal Common Circuit, AB) สายตัวนี้จะให้สัญญาณอ้างอิงของกราวด์ร่วมกันสำหรับวงจรการแลกเปลี่ยนข้อมูลทั้งหมด ยกเว้นวงจร AA หรือ protective ground ข้อกำหนด RS-232 จะอนุญาตให้วงจรนี้ถูกให้อยู่สภาวะ "OFF " ก่อนอุปกรณ์ DTR แล้ว อุปกรณ์ DTE ก็จะสรุปว่าการสื่อสารกันนั้นสิ้นสุดลง

8. ขา 8 (Data Carrier Detect Circuit CF, DCD) ขานี้ยังรู้จักกันในนามของ Received Line Signal Detect (RLSD) หรือขา Carrier Detect (CD) สัญญาณนี้จะแอกทีฟเมื่อเกิดสัญญาณพาหะที่เหมาะสมระหว่างอุปกรณ์ DCE ที่สถานีหับที่อยู่ในระยะไกลเมื่อสัญญาณนี้อยู่ในสภาวะ"OFF " สัญญาณที่ขา RD ควรจะถูกทำให้ค้างอยู่ในสภาวะ "Mark " (สถานะ "1 " ในเลขฐานสอง)

9. ขา 20 (Data Terminal Ready Circuit CD, DTR) สัญญาณ DTR ถูกควบคุมในการสวิทซ์อุปกรณ์ DCE เข้ากับตัวกลางในการสื่อสารสัญญาณ DTR ON บ่งชี้ว่าอุปกรณ์ DCE ที่กำลังต่อเชื่อมกันอยู่ ก็ยังคงเชื่อมต่ออยู่ และถ้าไม่มีการต่อเชื่อมกับครั้งใหม่ได้ปกติแล้วสัญญาณ DTR อยู่ในสภาวะ "OFF " เพื่อกระตุ้นให้เกิดสภาวะ ON HOOK(วางสาย) อุปกรณ์ DCE โดยปกติแล้วจะตอบสนองต่อการกระตุ้นจากสัญญาณ DTR โดยการทำให้สัญญาณ DSR แอกทีฟ

10. ขา 22 (Ring Indicatior Circuit CE, RI) สภาวะ "ON" ของสัญญาณนี้จะบ่งชี้ได้ว่ารับสัญญาณเรียกสายโทรศัพท์จากตัวกลางในการสื่อสาร (สายโทรศัพท์) ปกติแล้วจะขึ้นอยู่กับโปรแกรมควบคุมในการที่จะทำให้เกิดสัญญาณนี้ขึ้นหรือไม่

11. ขา 23 (Data Signal Rate Detector Circuit CH/CI,DSRD) วงจร CH ประกอบของ DTE และวงจร CI เป็นส่วนประกอบของ DCE สัญญาณที่ขานี้ถูกใช้ในการเลือกค่าอัตราการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50378

สัญญาณข้อมูลค่าใดค่าหนึ่งในสองค่าในกรณีที่ใช้โมเด็มที่มีอัตราการส่งข้อมูลได้ 2 ค่า(dual-rate modem) ถ้าสัญญาณที่ขานี้เป็น "ON" ก็จะเป็นตัวเลือกอัตราการส่งข้อมูลที่มีค่าสูงสุดใน 2 ค่านั้น

2.7.4 ลักษณะทางฮาร์ดแวร์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ DCE (Data Communication Equipment) อุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ โมเด็ม ฯลฯ และ DTE (Data Terminal Equipment) ซึ่งก็คือคอมพิวเตอร์นั่นเอง

ข้อกำหนดทางไฟฟ้าของพอร์ตอนุกรมได้ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานโดย EIA (Electronics Industry Association) หรือ RS-232 ซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งต่างๆ เหล่านี้

1. ช่วงไม่มีข้อมูล(space) หรือลอจิก "0" ต้องมีแรงดันอยู่ในช่วง +3 ถึง -25 V
2. ช่วงมีข้อมูล (mark) หรือลอจิก "1" ต้องมีแรงดันอยู่ในช่วง +3 ถึง +25 V
3. แรงดันในช่วง -3 ถึง +3 V ไม่มีการนิยามไว้
4. แรงดันในขณะเปิดวงจรต้องมีค่าไม่เกิน 25 V
5. กระแสขณะช็อตวงจรมีค่าไม่เกิน 500 mA

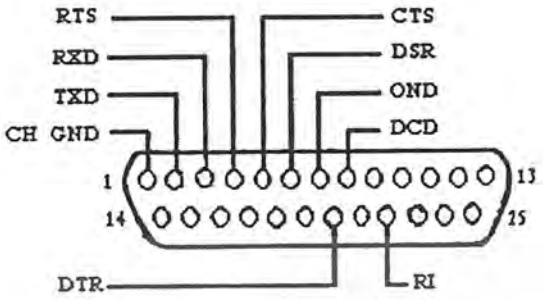
ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่ใช่ข้อกำหนดที่ครอบคลุมมาตรฐานของ RS-232 ทั้งหมดมาตรฐานของ RS-232 นั้น นอกจากจะมีคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้วยังจะต้องประกอบด้วยค่าปาซิเตนซ์ของสาย อัตราบอดสูงสุด

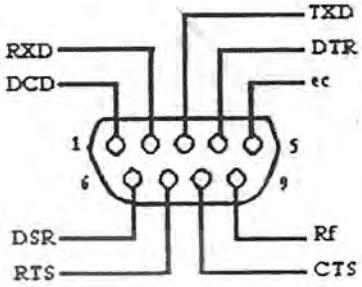
พอร์ตอนุกรมนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ขนาด คือคอนเน็ตเตอร์แบบ D-type ตัวผู้ขนาด 25 pin รูปที่ 2.23(ก) และมีคอนเน็ตเตอร์แบบ D-type ตัวผู้เช่นกันขนาน 9 pin รูปที่ 2.23(ขซึ่งคอนเน็ตเตอร์ทั้ง 2 แบบนี้จะติดอยู่ที่ด้านหลังของคอมพิวเตอร์ ตารางที่ 1 แสดงตำแหน่งขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม

D-type 25 pin No.	D-type 9 pin No.	Abbreviation	Full Name
Pin 2	Pin 3	TD	Transmit Data
Pin 3	Pin 2	RD	Receive Data
Pin 4	Pin 7	RTS	Request to Send
Pin 5	Pin 8	CTS	Clear to Send
Pin 6	Pin 6	DSR	Data Set Ready
Pin 7	Pin 5	SG	Signal Ground
Pin 8	Pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 20	Pin 4	DTR	Data Terminal Ready

ตารางที่2.5 ตำแหน่งขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.14 (ก) คอนเน็ตเตอร์แบบ DB-25 รูปที่ 2.14 (ข) คอนเน็ตเตอร์แบบ DB-9

2.7.5 RS-232C

ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติของ RS-232C

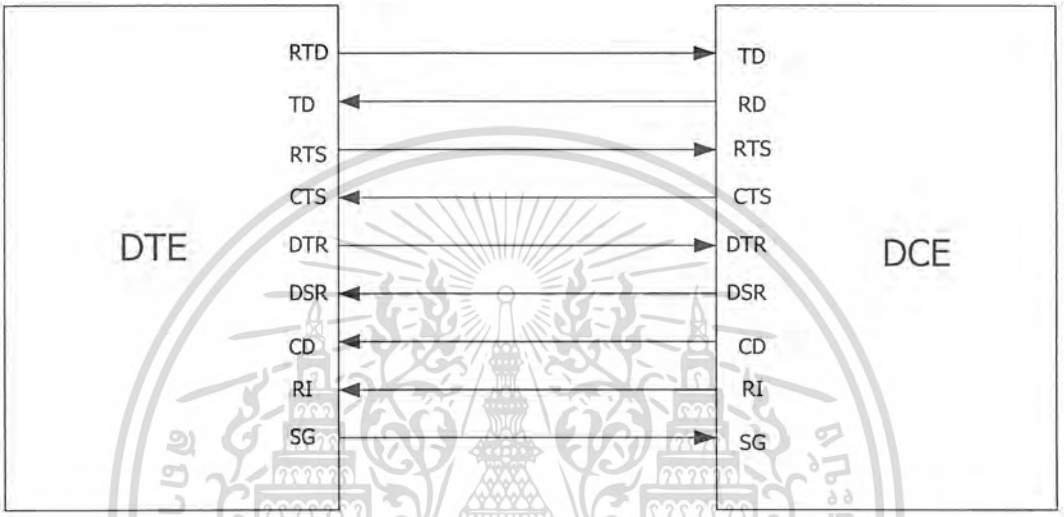
คุณสมบัติ	
อัตรารับส่งข้อมูล	0-20000 บิต/วินาที
ระดับแรงดันเอาต์พุตสูงสุดในภาวะไม่มีโหลด	-25 โวลต์ (ลอจิก 1) +25 โวลต์ (ลอจิก 0)
ระดับแรงดันเอาต์พุตสำหรับโหลด 3-7 กิโลโอห์ม	ลอจิก "1" -15 โวลต์ (7 กิโลโอห์ม) +15 โวลต์ (3 กิโลโอห์ม) ลอจิก "0" +15 โวลต์ (7 กิโลโอห์ม) +5 โวลต์(3 กิโลโอห์ม)
กระแสเอาต์พุตเมื่อลัดวงจร	สูงสุด 500 มิลลิแอมป์
เอาต์พุตอิมพีแดนซ์เมื่อไม่จ่ายไฟเลี้ยง	ต่ำสุด 300 โอห์ม
สลูเรตทางเอาต์พุตสูงสุด	30 โวลต์/ไมโครวินาที
ความต้านทานอินพุตของภาครับ	สูงสุด 7 กิโลโอห์ม ต่ำสุด 3 กิโลโอห์ม
ย่านแรงดันอินพุตของภาครับ	-25 โวลต์ ถึง +25 โวลต์
ค่าความจุอินพุตของภาครับ	สูงสุด 2500 กิโลฟารัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

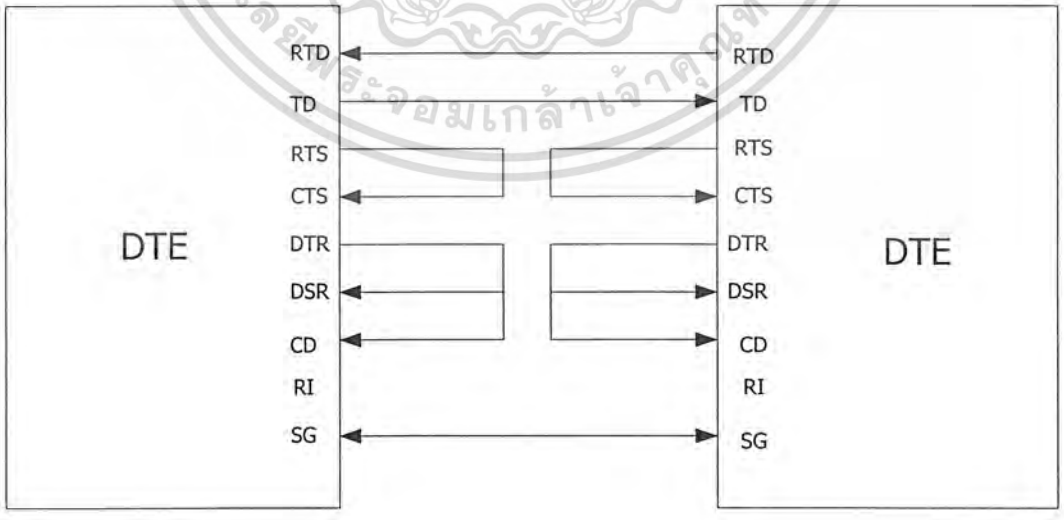
2.18 การเชื่อมต่อสัญญาณของ RS-232C

มีลักษณะเชื่อมต่อ 2 แบบด้วยการ

1. การเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) เช่น คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ DCE (Data Circuit Terminal) เช่น โมเด็ม แสดงดังรูป



รูปที่ 2.15 (ก) การต่ออุปกรณ์ DTE เข้ากับ DCE



รูปที่ 2.15 (ข) การต่ออุปกรณ์ DTE เข้ากับ DTE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช (flash memory) ของ Atmel Corporation มีเบอร์ขึ้นต้นด้วย AT89 เหตุผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบนี้ในการเรียนรู้เพื่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายประการดังนี้

1. หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง จึงสามารถใช้งานในรูปแบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยวไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอก ส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงอย่างมาก เนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือพัฒนาจำพวกอีมูเลตอร์และเครื่องโปรแกรมอีพรอม

3. บริษัทผู้ผลิตได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ออกมาหลายเบอร์ และมีความสามารถแตกต่างกันไป ทำให้มีทางเลือกในการใช้งานสูง

4. ด้วยการใช้หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

5. ในบางเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดย Atmel สามารถทำการโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมได้โดยที่ไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่หรือเรียกว่า **การโปรแกรมในวงจร หรือ ในระบบ (In-system programming)** ทำให้การพัฒนาหรือการซ่อมบำรุง ตลอดจนการปรับปรุงหรืออัปเกรดข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมทำได้อย่างสะดวกภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงมากนัก

6. ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิตอื่น ไม่ว่าจะเป็นอินเทล, ซีเมนส์ หรือดัลลัส

3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89Cxx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ในภายชิป

ในรูปที่ 3.1 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89Cxx จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของ AT89Cxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 พื้นฐาน หากแต่แตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามา หากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบอีพรอม และบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว

3.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

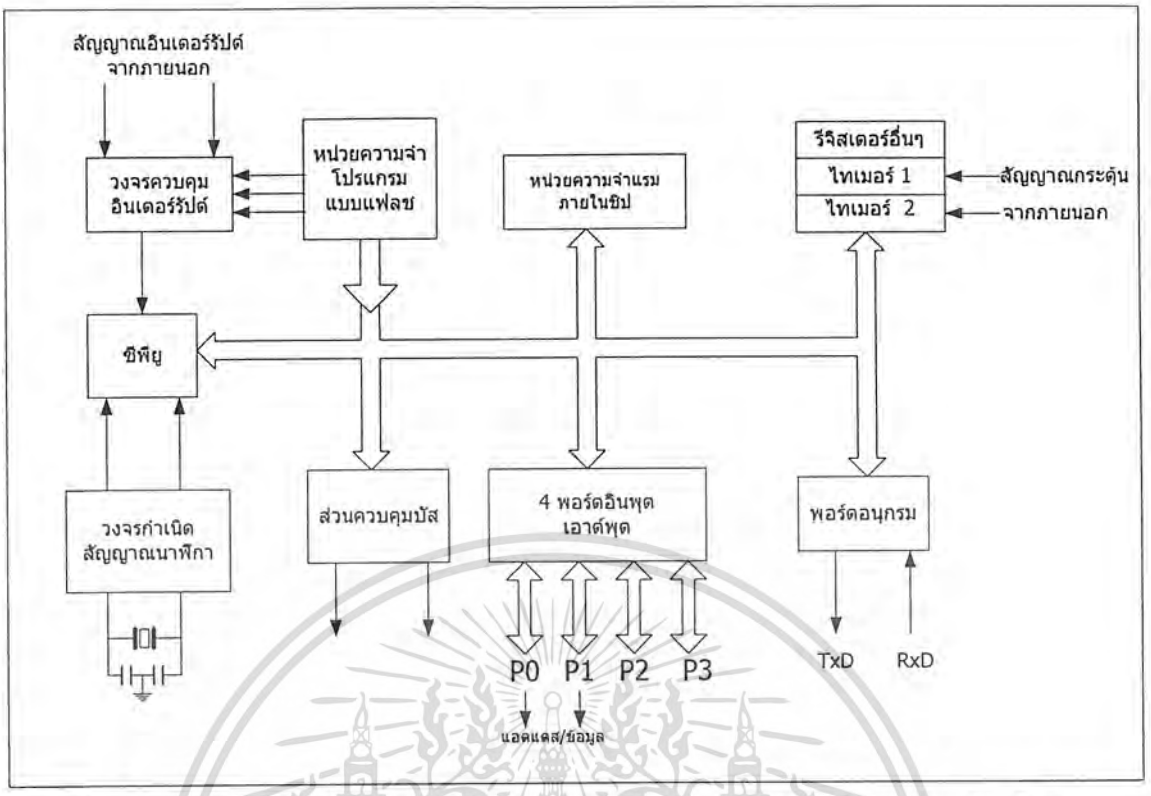
ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกันดังแสดงในรูปที่ 3.2 โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้

ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็น ได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ mcs51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx

ถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวยการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล ตารางที่ 3.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล"I" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ของไมโครคอนโทรเลอร์	หน่วยความจำโปรแกรม	หน่วยความจำข้อมูล	จำนวนไทเมอร์/เคาน์เตอร์
AT89C1051	แบบแฟลช ขนาด 1 KByte	แรม 64 Bytes	1
AT89C2051	แบบแฟลช ขนาด 2 KByte	แรม 128 Bytes	2
AT89C4051	แบบแฟลช ขนาด 4 KByte	แรม 128 Bytes	2
AT89C51	แบบแฟลช ขนาด 4 KByte	แรม 128 Bytes	2
AT89C52	แบบแฟลช ขนาด 8 KByte	แรม 256 Bytes	3
AT89C55	แบบแฟลช ขนาด 20 KByte	แรม 256 Bytes	3
AT89S8252	แบบแฟลช ขนาด 8 KByte	แรม 256 Bytes อีอีพรอม 2 KBytes	3
AT89S53	แบบแฟลช ขนาด 12 KByte	แรม 256 Bytes	3

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 แบบแฟลชของ **Atmel**

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล"1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float)จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล"1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

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

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

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตซ์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชีน ไซเกิลแต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา

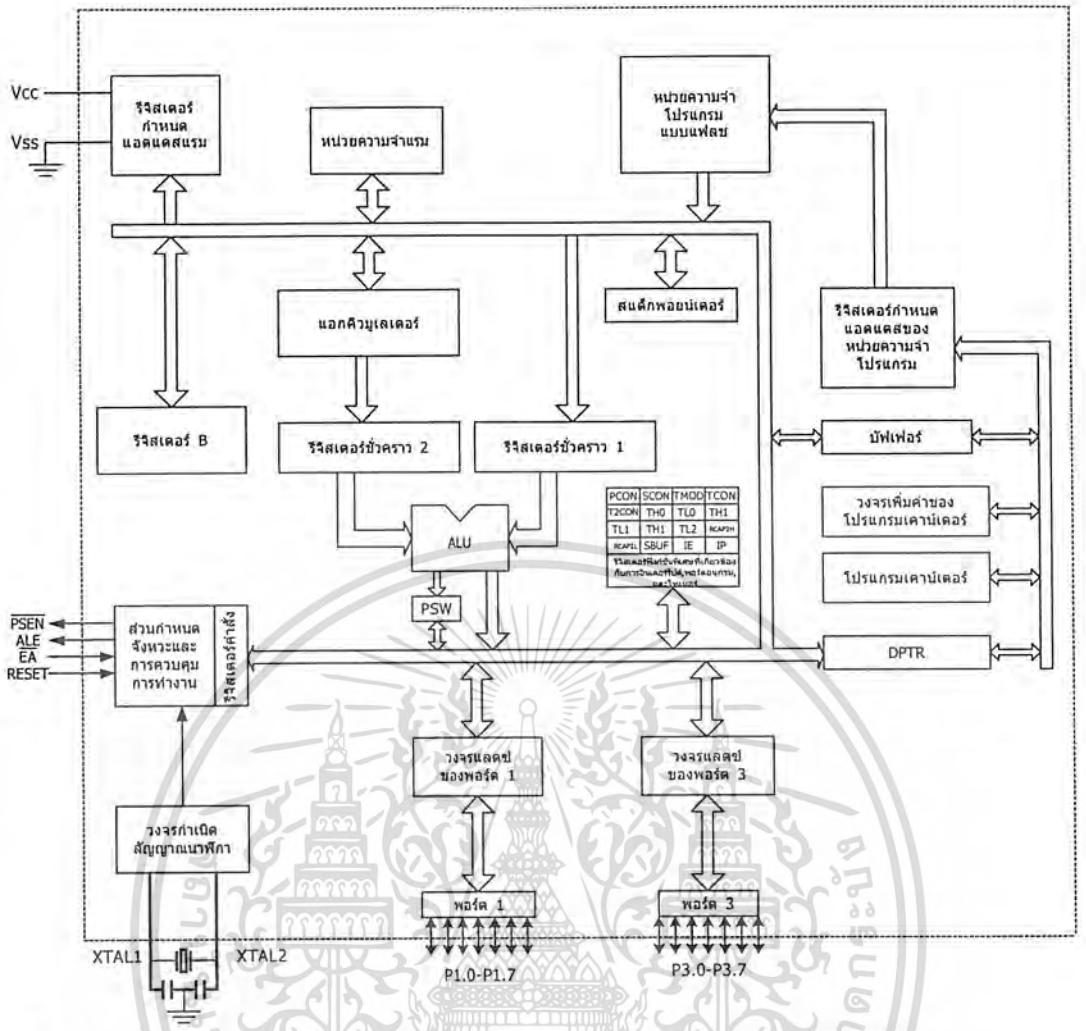
ขา EA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม+12V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ตคือ พอร์ต 0 ถึงพอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง กล่าวคือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตสำหรับรับสัญญาณข้อมูลเข้าและเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณข้อมูลออก ทุกพอร์ตของไมโครคอน-โทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีวงแลตซ์และวงจรขับตลอดจนบัฟเฟอร์อินพุต ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



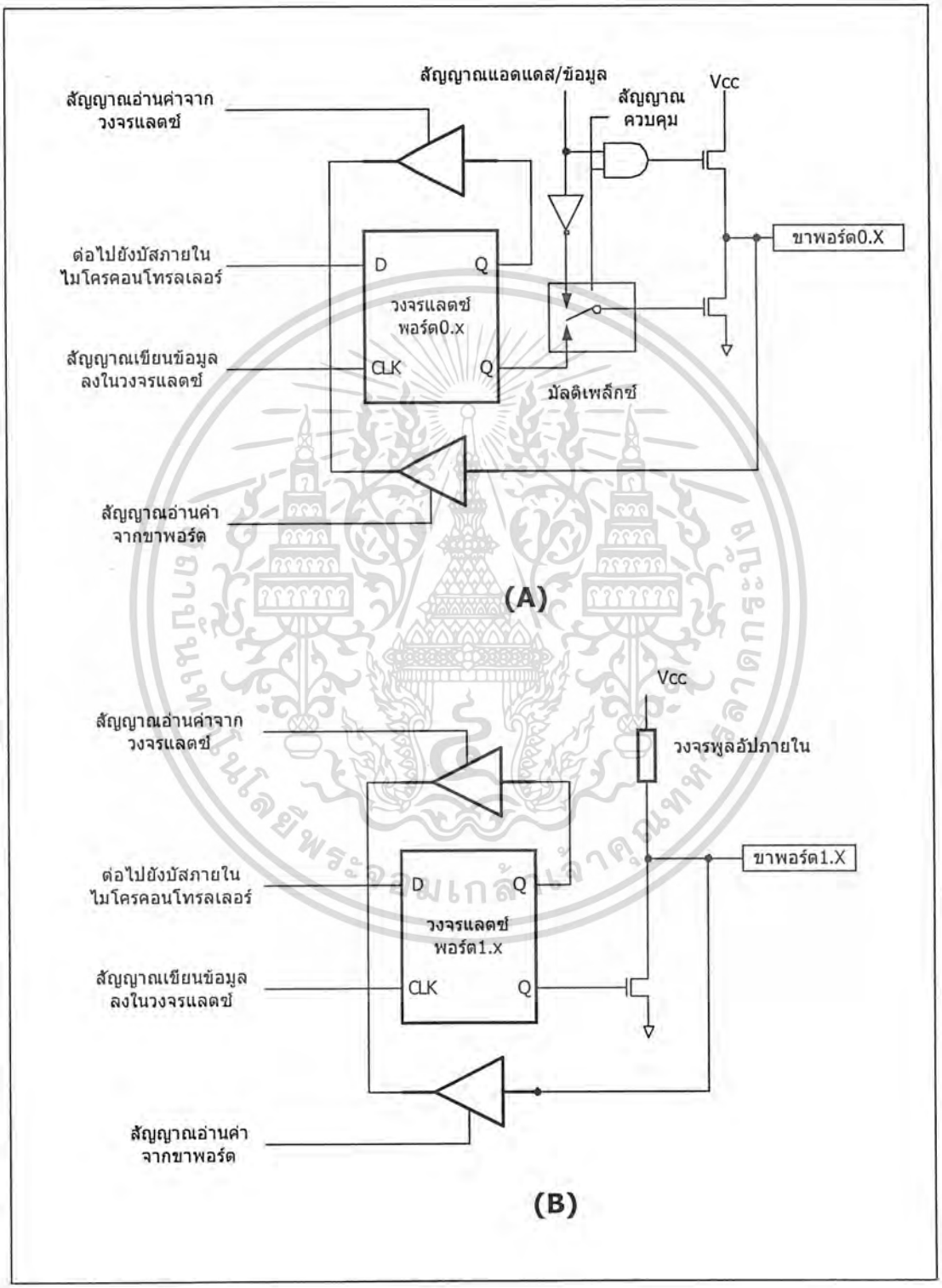
รูปที่ 3.2 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ที่พอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตสำหรับงานทั่วไป และใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก สำหรับพอร์ต 3 ทั้งพอร์ตและพอร์ต 1 บางขานอกจากจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติแล้ว ยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษได้อีก ขึ้นอยู่กับว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ใด ดังสรุปได้ในตารางที่ 3.1

ในรูปที่ 3.3 แสดงวงจรภายในของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดยในรูปที่ 3.3 (ก) เป็นวงจรของพอร์ต 0 วงจรแลตช์ของแต่ละบิตในแต่ละพอร์ตก็คือวงจรดีฟลิฟลอปนั่นเอง การอ่านค่าสถานะของพอร์ตและสถานะของวงจรแลตช์สามารถกระทำได้อย่างอิสระด้วยสัญญาณที่แยกจากกัน นั่นคือสัญญาณอ่านข้อมูลจากขาพอร์ต และสัญญาณอ่านข้อมูลจากวงจรแลตช์ ส่วนการเขียนข้อมูลมายังพอร์ตต้องส่งสัญญาณมายังขา CLK ของดีฟลิปฟลอป ในขณะที่ข้อมูลจะผ่านมาทางขาบัสข้อมูลภายในเข้าสู่ขา D ของดีฟลิฟลอป

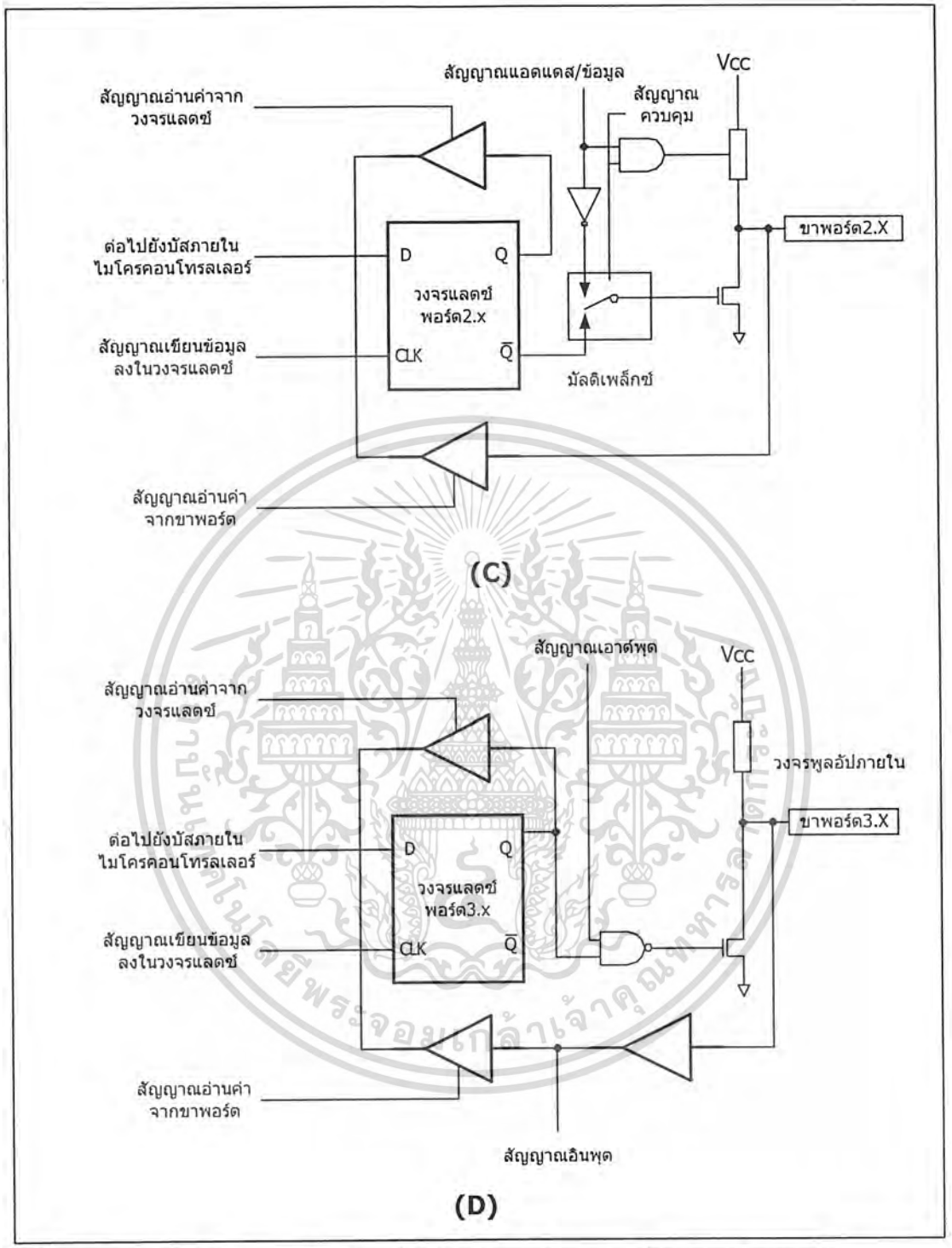
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่พอร์ตนี้มีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตว่า ต้องการใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตปกติหรือใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

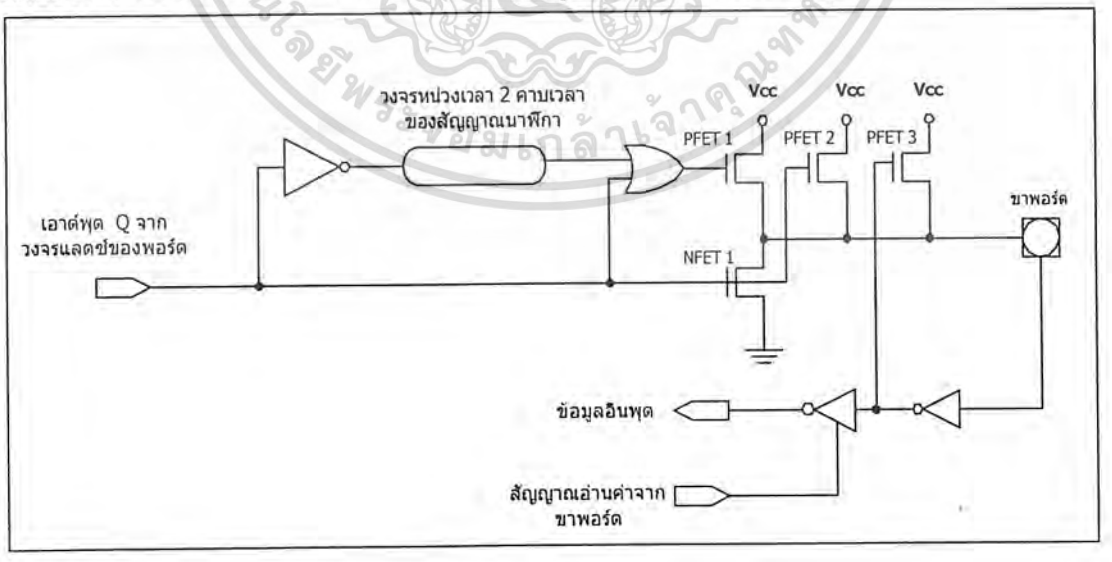
เนื่องจากที่ขาพอร์ต 0 ไม่มีวงจรพูลอัปภายใน หากมีการนำพอร์ต 0 ไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปภายนอกเข้าที่ขาพอร์ต 0 ทุกขาด้วย

ในรูปที่ 3.3 (ข) เป็นวงจรของพอร์ต 0 ซึ่งมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับพอร์ต 0 หากแต่ไม่มีวงจรมัลติเพล็กซ์ เนื่องจากพอร์ตนี้จะไม่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก แต่จะมีวงจรพูลอัปภายในที่แต่ละบิตของพอร์ตนี้แทน สำหรับรายละเอียดของวงจรพูลอัปแสดงในรูปที่ 3.4

ในรูปที่ 3.3 (ค) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 2 จะคล้ายกับพอร์ต 0 มาก ต่างกันเพียงมีวงจรพูลอัปเพิ่มเติมเข้ามา ส่วนในรูปที่ 3.3 (ง) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 3 จะเห็นได้ว่าคล้ายกับพอร์ต 1มีการเพิ่มเติมวงจรบัฟเฟอร์และวงจรอินพุตเอาต์พุตเมื่อทำงานในฟังก์ชั่นพิเศษเข้ามา เนื่องจากพอร์ต 3สามารถนำไปใช้งานในหน้าที่พิเศษได้ทุกขา

3.4 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต

โดยปกติแล้ว ขาพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล “0” ออกไปทางเอาต์พุตก็ให้เขียนข้อมูล “0” ไปยังวงจรแลตช์ ซึ่งก็จะส่งต่อไปขับเฟต ทำให้เฟตทำงาน ที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก “0” ขึ้น ในทางตรงข้ามหากต้องการส่งข้อมูล “1” ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล“1” ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล “1” ไปยังวงจรแลตช์ วงจรขับก็จะหยุดทำงาน ทำให้ที่ขาพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัปภายในเกิดเป็นลอจิก “1” ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งจะคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมาก เพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มีการอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต



รูปที่ 3.4 วงจรพูลอัปภายในพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต แต่ละขา (หรือแต่ละบิต) ของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแสหรือที่เรียกว่า กระแสซอร์ส (source current) ได้สูงสุด 10 mA และทุกขารวมกันในแต่ละพอร์ต (ทั้ง 8 บิต) สูงสุด 26 mA สำหรับพอร์ต 0 และ 15 mA สำหรับพอร์ต 1-3 ในกรณีที่ใช้งานทุกพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71 mA ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแสจึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับกระแสอีกทางหนึ่ง

การอ่านค่าลอจิกจากพอร์ต

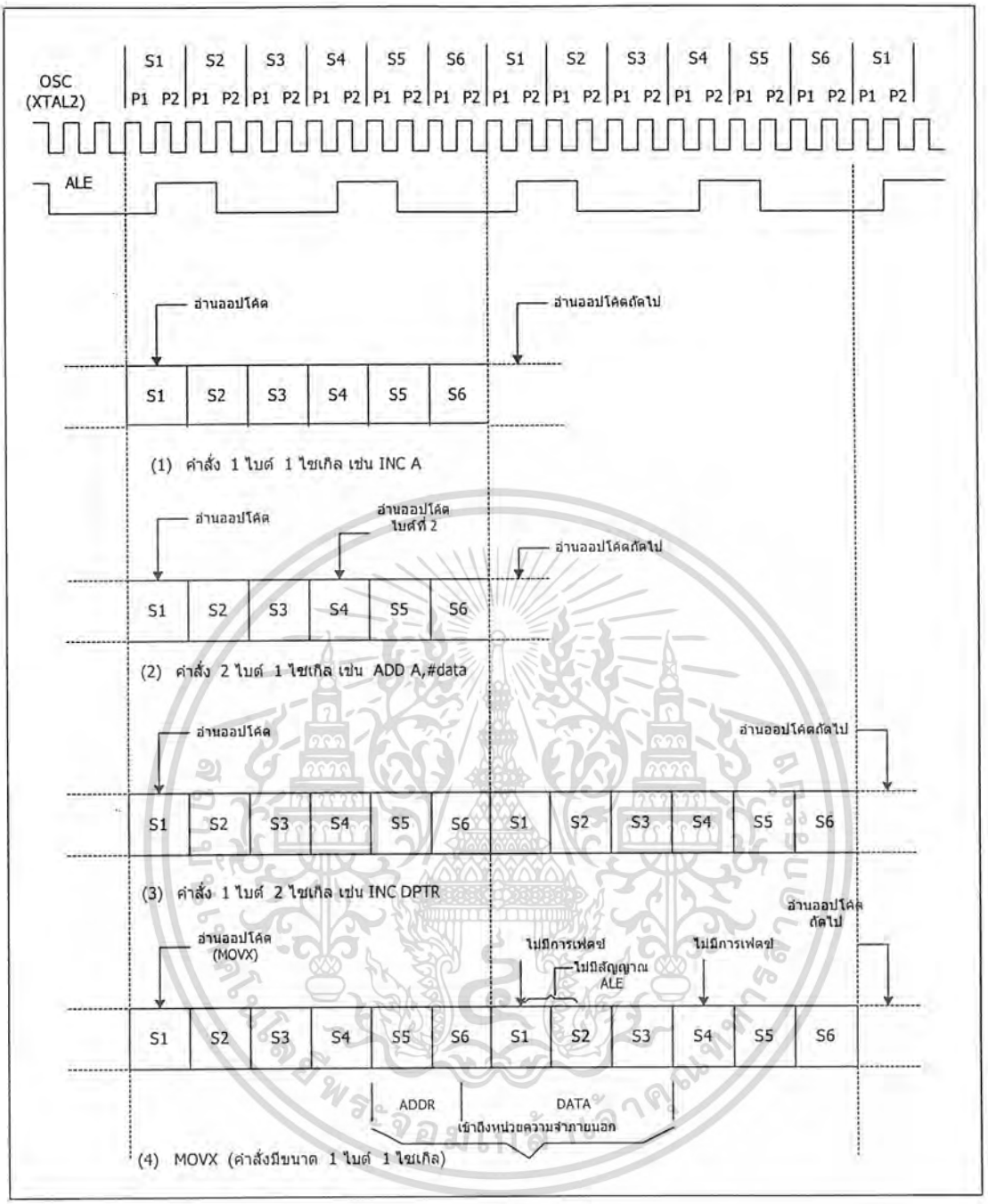
ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตได้ 2 ลักษณะคือ อ่านจากขาพอร์ตโดยตรง และอ่านจากวงจรแลตช์ของแต่ละพอร์ต

ในกรณีที่พอร์ตต่อกับขาเบสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวนั้นต่อลงกราวด์ หากมีการส่งข้อมูล "1" ไปยังทรานซิสเตอร์ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานสถานะลอจิกที่ขาพอร์ตจะเป็น "0" เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานจะเสมือนว่าขาพอร์ตนั้นถูกต่อลงกราวด์ ทำให้หากอ่านค่าลอจิคที่ขาพอร์ตจะได้ผลตรงข้ามกับที่ส่งออกมา แต่ถ้าหากทำงานอ่านค่าลอจิกที่วงจรแลตช์ จะได้ค่าที่ตรงกับค่าที่ต้องการส่งจริง ดังนั้น ในการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตจึงต้องเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่นำมาต่อด้วย

3.5 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะต้องทำความเข้าใจถึงจังหวะการทำงานของซีพียูและลำดับขั้นตอนการประมวลผลคำสั่ง ในการประมวลผลคำสั่งของซีพียูจะมีขั้นตอนหลัก ๆ 2 ขั้นตอนคือ **กระบวนการเฟตช์ (fetch)** เป็นการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปลงหรัสคำสั่งนั้นเป็นภาษาเครื่องเพื่อเตรียมการประมวลผล ขั้นตอนต่อมาคือ **กระบวนการเอ็กซิคิวต์ (execute)** เป็นการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดหรือตามที่เฟตช์ขึ้นมา โดยกระบวนการก่อนหน้านี้เมื่อทำการเอ็กซิคิวต์คำสั่งเรียบร้อยแล้ว ก็จะไปเริ่มกระบวนการเฟตช์คำสั่งใหม่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ไซเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเกิดการรีเซตในลักษณะที่เรียกว่า เพาเวอร์ออนรีเซต (poweron reset) ซีพียูเริ่มต้นการทำงานที่แอดเดรส 0000H ของหน่วยความจำโปรแกรม จังหวะการทำงานของซีพียูจะเป็นไปตามรูปแบบ โดยได้รับการกำหนดมาจากรอบการทำงานหรือแมชีนไซเกิล (macihine cycle) ในรูปที่ 3.5 เป็นไดอะแกรมเวลาแสดงจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยใน 1 รอบการทำงานหรือแมชีนไซเกิลจะแบ่งย่อยออกเป็น 6 สเตต (state) กำหนดชื่อเป็น S1-S6 ในแต่ละสเตตมีค่าเวลาเท่ากับ 2 คาบเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสัญญาณนาฬิกา ถ้าสัญญาณนาฬิกามีความถี่ 12 MHz จะมีคาบเวลาเท่ากับ 1 ms คาบเวลาทั้งสองภายในหนึ่งสเตตจะเรียกว่า เฟส 1 (phase 1) และเฟส 2 (phase 2)

ในรูปที่ 3.5 (ก) และ (ข) จะเป็นการเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่ใช้เวลา 1 ไซเกิล เริ่มต้นที่สเตต 1 จะเป็นการอ่านค่าออปโค้ด อันเป็นกระบวนการแลตช์ค่าของออปโค้ดส่งไปให้รีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register : IR) การเฟตช์ครั้งที่สองจะเกิดขึ้นที่สเตต 4 ภายในแมชีนไซเกิลเดียวกัน ในกรณีที่เป็นคำสั่งไบต์เดียว การเฟตช์ครั้งที่ 2 ภายในแมชีนไซเกิลเดียวกันจะถูกตัดทิ้งไป ในคำสั่งที่มีใช้เวลา 1 ไซเกิล จะสิ้นสุดการทำงานลงในสเตต 6 ของแมชีนไซเกิลเดียวกัน

ในกรณีที่คำสั่งใช้เวลา 2 ไซเกิล การทำงานของคำสั่งนั้นจะสิ้นสุดลงในสเตต 6 ของแมชีนไซเกิลที่สองดังในไดอะแกรมรูปที่ 3.5 (ค) สำหรับในการกระทำคำสั่ง MOVX ซึ่งเป็นคำสั่งขนาด 1 ไบต์ 2 ไซเกิล จะไม่มีการเฟตช์เกิดขึ้นในไซเกิลที่สองของคำสั่ง MOVX นี้ เนื่องจากซีพียูจะไปทำการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกดังแสดงในไดอะแกรมรูปที่ 3.5 (ง) จะเห็นได้เวลาในการเอ็กซิคิวต์จะไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าทำการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือภายนอก

ในรูปที่ 3.6 แสดงสัญญาณและไดอะแกรมเวลาขอบการเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก โดยในรูปที่ 3.6 (ก) เป็นไดอะแกรมเวลาในขณะที่ยังไม่มีการกระทำคำสั่ง MOVX สัญญาณที่

ขา ALE และ $\overline{\text{PSEN}}$ จะเกิดการแอกตีฟ 2 ครั้งภายในหนึ่งแมชีนไซเกิล ในทุกครั้งที่ ALE เกิดการแอกตีฟที่พอร์ต 0 (P0) จะมีค่าของรีจิสเตอร์ PC ในไบต์ต่ำออกมา ในขณะที่พอร์ต 2 (P2) ก็จะมี

ค่าของ PC ในไบต์สูงเพื่อชี้ไปยังแอดเดรสต่อไปที่ต้องไปดำเนินการ สำหรับขา $\overline{\text{PSEN}}$ ก็จะเกิดแอกตีฟเมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ในกรณีที่กระทำคำสั่ง MOVX เพื่อเข้าถึงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ที่ขา $\overline{\text{PSEN}}$ จะไม่เกิดการแอกตีฟ 2 ครั้งภายใน 1 แมชีนไซเกิลเนื่องจากบัสแอดเดรสและบัสข้อมูลจะถูกใช้ในการติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกแทน แต่สำหรับสัญญาณ ALE ยังคงแอกตีฟตามจังหวะการทำงานเหมือนเดิม

จากไดอะแกรมเวลาสามารถสรุปได้ว่า ในการทำงาน 1 รอบหรือ 1 แมชีนไซเกิล ซีพียูในไซเกิลมีค่าเท่ากับ 1ms หรือมีความเร็วในการทำงานภายใน 1MHz ในกรณีที่ใช้ความถี่สัญญาณนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 ไดอะแกรมเวลาแสดงการติดต่อและเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการหาค่าเวลาของ 1 รอบการทำงานหรือ 1 แมชีนไซเกิล สามารถทำได้โดยการหาส่วนกลับของความเร็ว

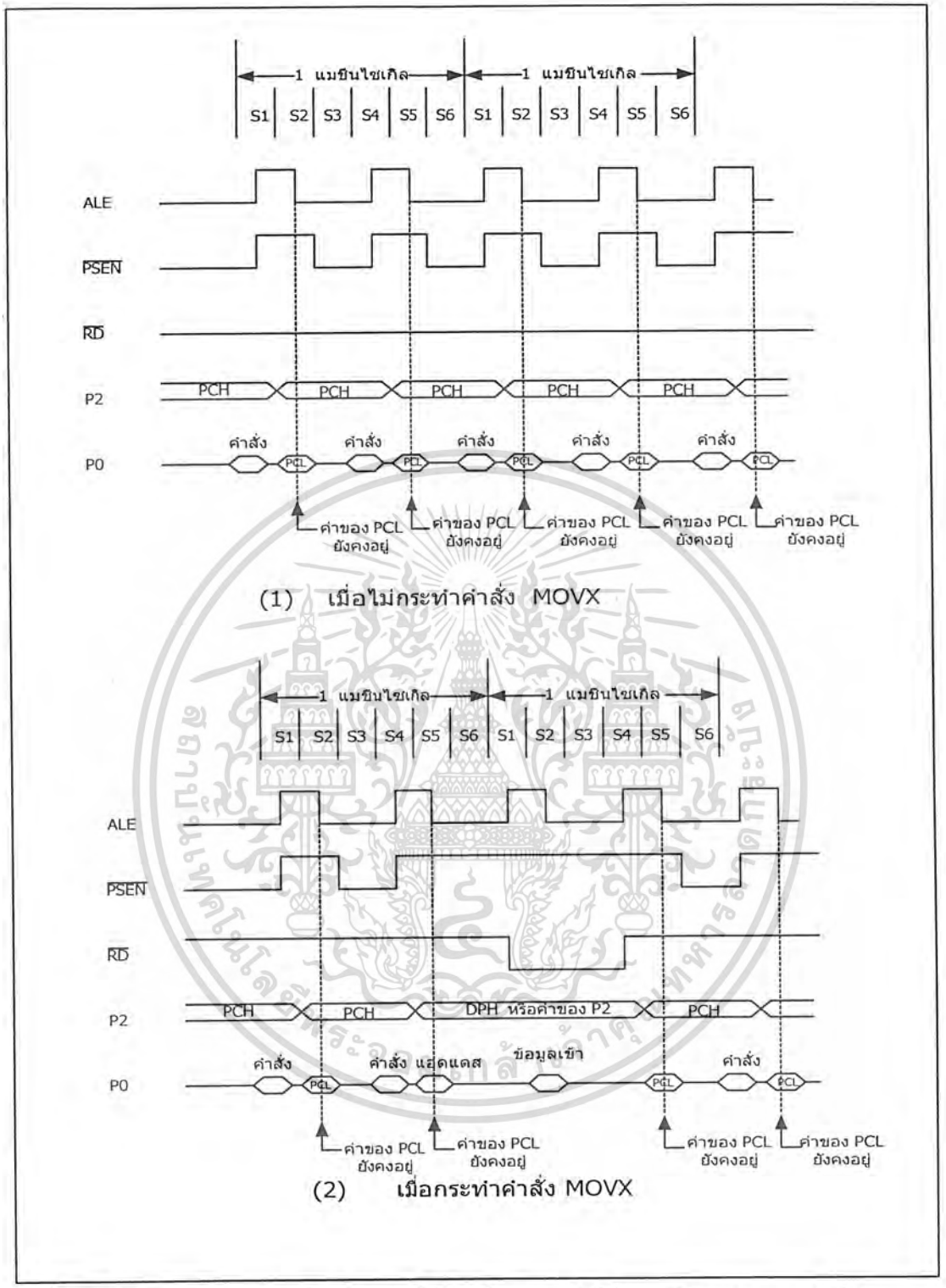
ในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถสรุปเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

ความเร็วในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เท่ากับ

ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา (ค่าของคริสตอลที่ต่ออยู่ที่ขา XTAL1 และ XTAL2)/12

เวลา 1 แมชีนไซเกิล = 1/ความเร็วในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ไดอะแกรมแสดงการติดต่อและเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไทเมอร์/เคาน์เตอร์(Timer/Counter)เป็นอีกหนึ่งส่วนประกอบที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากในการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์จะต้องมีการเก็บ และตรวจสอบค่าของเวลาและจำนวนของสัญญาณ นาฬิกาอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการสร้างฐานเวลา สร้างสัญญาณพัลส์ เปรียบเทียบค่าเวลา หรือเปรียบเทียบค่าของการนับ รวมไปถึงการกำหนดอัตราเร็ว ในการสื่อสารข้อมูล ของพอร์ต อนุกรมด้วย

ในไมโครคอนโทรเลอร์ MCS -51 แบบแฟลช์เบอร์ AT89C51 มีวงจรไทเมอร์/ เคาน์เตอร์ขนาด 16 bit สองตัวโดยค่าของไทเมอร์เคาน์เตอร์นี้จะเก็บไว้ในรีจีสเตอร์ ขนาด 16 bit ที่ชื่อ ไทเมอร์ 0 และ ไทเมอร์ 1 เรียกสั้นๆว่า T0,T1 ในไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C51 และอนุกรม AT89 Sxx จะมีไทเมอร์/เคาน์เตอร์ถึง 3ตัว คือ มีไทเมอร์ 2 (T2) เพิ่มเติมโดยรีจีสเตอร์ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ทั้ง 3ตัวสามารถกำหนดให้ทำงานเป็นตัวตั้งเวลาหรือไทเมอร์ และตัวนับหรือเคาน์เตอร์ ได้อย่างอิสระต่อกัน

3.7 การทำงานเป็นไทเมอร์

เมื่อกำหนดให้ทำงนเป็นตัวตั้งเวลา หรือ ไทเมอร์ ค่าของรีจีสเตอร์ จะเพิ่มขึ้นในทุกๆ แมชีนไซเกิลดั้งนั้นเมื่อทำงานเป็นไทเมอร์รีจีสเตอร์จะทำการนับค่าของแมชีนไซเกิล นั้นเอง และเนื่องจากแมชีนไซเกิลประกอบด้วยค่าเวลาของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 12 คาบเวลา ดั้งนั้นอัตราในการนับ ของรีจีสเตอร์จึงเท่ากับ 1/12 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา

3.7.1 การทำงานเป็นเคาน์เตอร์

เมื่อทำงานเป็นตัวนับหรือ เคาน์เตอร์ค่าของรีจีสเตอร์จะเพิ่มขึ้นก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของระดับลอจิกจาก 1 ไปเป็น 0 เกินขึ้นที่ขา อินพุทของฮาร์ดแวร์ ของวงจรไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ซึ่งก็คือขา T0(P34) และขา T1(P3.5) สำหรับไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C51 รวมทั้งขา T2 (P1.0)ในไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และอนุกรม AT8 xx โดยจะมีการสุ่มรับสัญญาณ จากขา input ในทุกๆค่าเวลาที่ 2 ของ สเตตที่ 5 (S5 P2)ในแต่ละแมชีนไซเกิล

เมื่ออินพุตเปลี่ยนแปลงจาก “1” เป็น “0”เป็นเวลาหนึ่งไซเกิลในไซเกิลต่อมาค่าของการนับจะเพิ่มขึ้นหนึ่งค่า และจะไปปรากฏในรีจิสเตอร์ภายในคาบเวลาที่ 1 ของสเตตที่ 3(S3P) ของแมชีนไซเกิลต่อไป หลังจากที่ตรวจจับพบการเปลี่ยนแปลงที่ขาไทเมอร์อินพุตแล้ว เมื่อเป็นเช่นนี้ในการะบวนการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตที่ขาไทเมอร์จะต้องใช้ 2 แมชีนไซเกิล อัตราการนับของเคาน์เตอร์จึงเท่ากับ 1/24 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา ดังนั้น ความถี่สูงสุดของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุตที่ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถตรวจจับได้จึงเท่ากับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาหารด้วย 24

3.8 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 และ 1

ในการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 และ 1 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีรีจิสเตอร์ที่ต้องเกี่ยวข้องเป็นพื้นฐานอยู่ 6 ตัว ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.8.1รีจิสเตอร์ไทเมอร์

มีด้วยกัน 4 ตัวคือ TL0 มีแอดเดรสอยู่ที่ 8AH, TH0 มีแอดแดรสอยู่ที่ 8CH และ TL1 มีแอดแดรสอยู่ที่ 8BH และ TH1 มีแอดแดรสอยู่ที่ 8DH รีจิสเตอร์ทั้ง 4 ตัวจะอยู่ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษหรือ SFR รีจิสเตอร์แต่ละตัวมีขนาด 8 บิต แต่ในการใช้มักงานโดยทั่วไปมักใช้ร่วมกันโดยจัดเป็นคู่คือ TL0 กับTH0 รวมกันเป็นรีจิสเตอร์ Timer 0 ขนาด 16 บิต และ TL1 กับ TH1 รวมกันเป็นรีจิสเตอร์ Timer 1 ขนาด 16 บิต โดยใน TL0 และ TL1เก็บข้อมูล 8 บิตล่าง ส่วน TH0 และ TH1 เก็บข้อมูล 8 บิตบน รีจิสเตอร์ไทเมอร์ทั้ง 2 คู่เมื่อนำมาใช้ร่วมกันจะสามารถเก็บค่าของการนับได้สูงสุด 65,536 หรือ FFFFH เมื่อนับถึงค่านี้แล้วจะวนไปเริ่มนับ 0000H ใหม่ และเมื่อเกิดการนับรอบใหม่ บิต TF0 หรือ TF1 ในรีจิสเตอร์ TCON ที่ใช้ควบคุมการทำงานของไทเมอร์จะเกิดการเซต เพื่อแจ้งให้ทราบว่า นับเกินค่าสูงสุดแล้ว การเซตบิต TF0 หรือ TF1 ขึ้นอยู่กับว่าเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ไทเมอร์ตัวใด

3.8.1.1รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์หรือ TCON(Timer/Counter Control Register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8บิต มีแอดแดรสอยู่ที่ 88H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิตมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

TF1(Timer 1 overflow flag):เซตด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อค่าของรีจิสเตอร์ Timer 1 เกิดการนับเกินหรือเกิดโอเวอร์โฟลว การเคลียร์บิตนี้ทำได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์เช่นกันโดยบิตนี้ยะเคลียร์เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

TR1(Timer 1 run control bit):ใช้ในการเปิดปิดการทำงานของไทเมอร์ 1 (เอ็นเอเบิลหรือดีสเอเบิล) ทำการเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ ถ้าต้องการให้ไทเมอร์ 1 ทำงานต้องเซตบิตให้เป็น '1'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TF0(Timer 0 overflow flag):เซตด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อค่าของรีจิสเตอร์ Timer 0 เกิดการนับเกินหรือเกิดโอเวอร์โฟลว การเคลียร์บิตนี้ทำได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์เช่นกันโดยบิตนี้ยะเคลียร์เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

TR0(Timer 0 run control bit):ใช้ในการเปิดปิดการทำงานของไทเมอร์ 1 (เอ็นเอเบิลหรือดีสเอเบิล) ทำการเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ ถ้าต้องการให้ไทเมอร์ 1 ทำงานต้องเซตบิตให้เป็น '1'

IE1(External Interrupt 1 edge flag):บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์ สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อสามารถตรวจจับขอบขาของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 1 (INT1) ได้ และจะทำการเคลียร์เมื่อมีการบริการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

IT1(Interrupt 1 type control bit):บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์โดยใช้ในการเลือกลักษณะของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จกาภายนอกที่ต้องการให้ทำการตอบสนองสำหรับขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 1 (INT1) การเซตและเคลียร์ทำได้ด้วยกระบวนการซอฟต์แวร์

"0"เลือกขอบขาลงของสัญญาณ(falling edge)

"1"เลือกระดับลอจิกต่ำ(low level triggered)

IE0(External Interrupt 0 edge flag):บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์ สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อสามารถตรวจจับขอบขาของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 0 (INT0) ได้ และจะทำการเคลียร์เมื่อมีการบริการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

IT0(Interrupt 0 type control bit):บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์โดยใช้ในการเลือกลักษณะของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จกาภายนอกที่ต้องการให้ทำการตอบสนองสำหรับขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 0 (INT0) การเซตและเคลียร์ทำได้ด้วยกระบวนการซอฟต์แวร์

"0"เลือกขอบขาลงของสัญญาณ(falling edge)

"1"เลือกระดับลอจิกต่ำ(low level triggered)

3.8.1.2 รีจิสเตอร์เลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์หรือTMOD(Timer/Counter Mode Control Register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดแดรสอยู่ที่ 89H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ 4 บิตล่างใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์ 0 และ 4 บิตบนใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์ 1 ดังนั้นในการอธิบายการทำงานจะขออธิบายเพียงส่วนเดียวดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
ไทเมอร์ 1				ไทเมอร์ 0			

GATE: ใช้ในการเลือกลักษณะการควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

"0" ไทเมอร์/เคาน์เตอร์จะทำงานเมื่อบิต TRx ในรีจิสเตอร์ TCON เป็น "1" เรียกการควบคุมแบบนี้ว่าการควบคุมทางซอฟต์แวร์

"1" ไทเมอร์/เคาน์เตอร์จะทำงานเมื่อบิต TRx ในรีจิสเตอร์ TCON เป็น "1"และสถานะลอจิกที่ขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ INT0 และ INT1 เป็น "1" เรียกการควบคุมแบบนี้ว่าการควบคุมทางฮาร์ดแวร์

C/T(Timer or Counter selector):ใช้เลือกลักษณะการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

"0" เลือกให้ทำงานเป็นไทเมอร์ โดยใช้สัญญาณอินพุตจากสัญญาณนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

"1" เลือกให้ทำงานเป็นเคาน์เตอร์ โดยรับสัญญาณอินพุตทางขา T0 หรือ T1

M1,M0(Mode selector bit): ใช้เลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

"00" เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 13 บิต

"01"เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 16 บิต

"10"เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 8 บิตแบบตั้งค่าอัตโนมัติ

"11"สำหรับไทเมอร์ 0 เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์แยกส่วน โดยแยกออกเป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 8 บิต 2 ตัว รีจิสเตอร์ TL0 จะได้รับการควบคุมการเปิดปิดจากบิต TR0 ในรีจิสเตอร์ TCON และรีจิสเตอร์ TH0 ซึ่งเป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 8 บิตอีกตัวหนึ่ง จะได้รับการควบคุมจกาบิต TR1 ในรีจิสเตอร์ TCON ในกรณีของไทเมอร์ 1 เป็นการสั่งให้ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 หยุดทำงาน

โหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 และ 1

ไทเมอร์ 0 และ ไทเมอร์ 1 สามารถเลือกโหมดการทำงานได้ 4 โหมด คือ โหมด 0: ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 13 บิต (13 bit timer/counter) โหมด1:ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 16 บิต (16 bit timer/counter), โหมด 2 :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

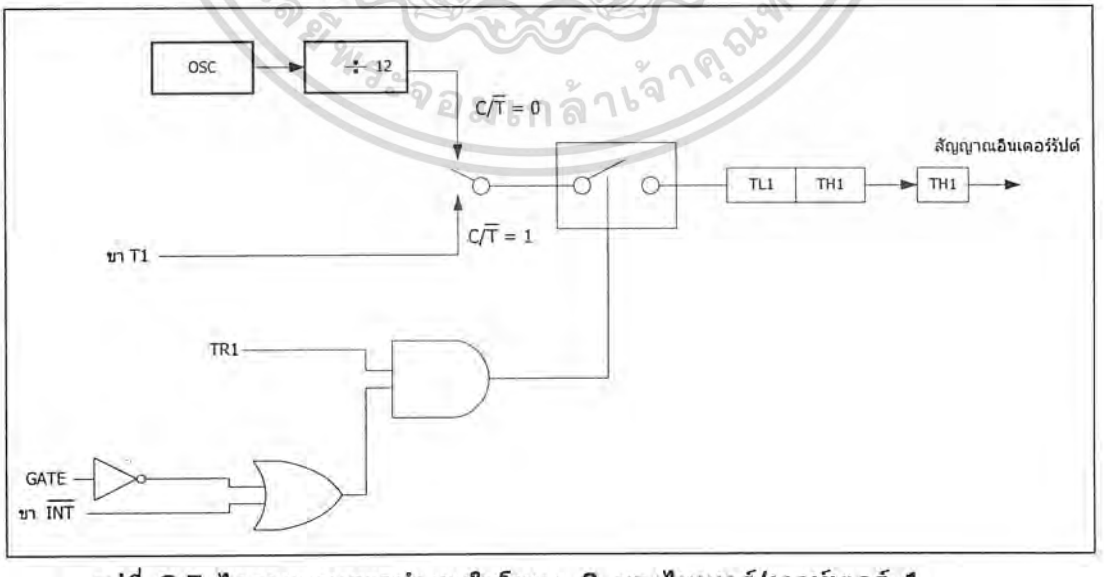
ตั้งค่าอัตโนมัติขนมด 8 บิต (8 bit auto-reload timer/counter) และโหมด 3 : ไทเมอร์/เคาน์เตอร์แยกส่วน(split time/counter) หรืออาจเรียกว่าโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 8 บิตก็ได้ ในขณะที่ไทเมอร์ 2 มีโหมดการทำงาน 3 โหมดคือ โหมดแคปเจอร์หรือตรวจจับสัญญาณ(capture) โหมดตั้งค่าอัตโนมัติ(auto-reload)และโหมดกำเนิดอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมหรืออัตราบอด (baud rate generator)

การเลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 และ 1 สามารถทำได้ที่รีจิสเตอร์ TCON และ TMOD ร่วมกัน โดย TCON ใช้ในการเอ็นเอเบิลหรือดิสเอเบิลไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ส่วน TMOD ใช้ในการเลือกโหมดและลักษณะการทำงาน ในขณะที่โหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 จะอธิบายแยกต่างหาก

การทำงานในโหมด 0 : ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 13 บิต

มีไดอะแกรมการทำงานแสดงในรูปที่ 3.7 ในที่นี้จะใช้ไทเมอร์/เคาน์เตอร์1 ในการอธิบาย โหมดนี้จะเป็นการกำหนดให้ใช้งานรีจิสเตอร์ TL1 เพียง 5 บิต และ TH1 ครบ 8 บิต โดย TL0 จะทำหน้าที่คล้ายกับเป็นปรีสเกลเลอร์หาร 32 สัญญาณอินพุตสำหรับการนับจะเลือกจากสัญญาณนาฬิกาภายในหรือภายนอกผ่านทางขา T1 ขึ้นอยู่กับการควบคุมของบิต C/T และ GATE ในรีจิสเตอร์ TMOD บิต TR1 ในรีจิสเตอร์ TCON และสถานะของลอจิกที่ขาอินพุต INT1 เมื่อ TL1 นับครบ 32 คือจาก 0-31 ก็จะส่งสัญญาณไปยัง TH1เพื่อทำการเพิ่มค่า ดังนั้นในโหมดนี้ค่าของการนับจะมีขนาด 13 บิต เมื่อทำการนับครบรอบ ก็จะทำการเซตบิต TF1 ในรีจิสเตอร์ TCON

ส่วนการทำงานในโหมดนี้ของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ เพียงแต่เปลี่ยนรีจีสเตอร์และขาสัญญาณที่เกี่ยวข้องให้เป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0

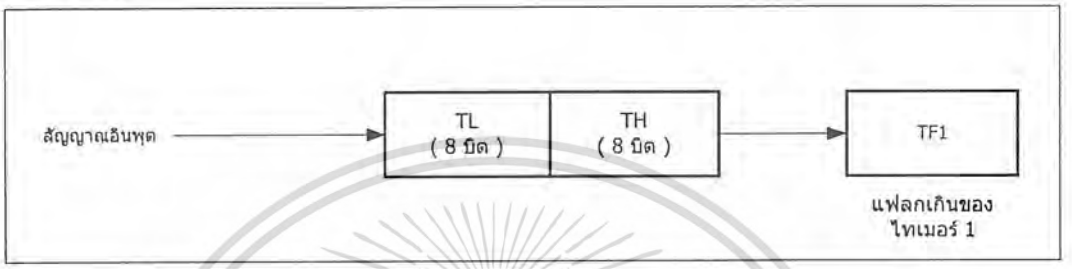


รูปที่ 3.7 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 0 ของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1

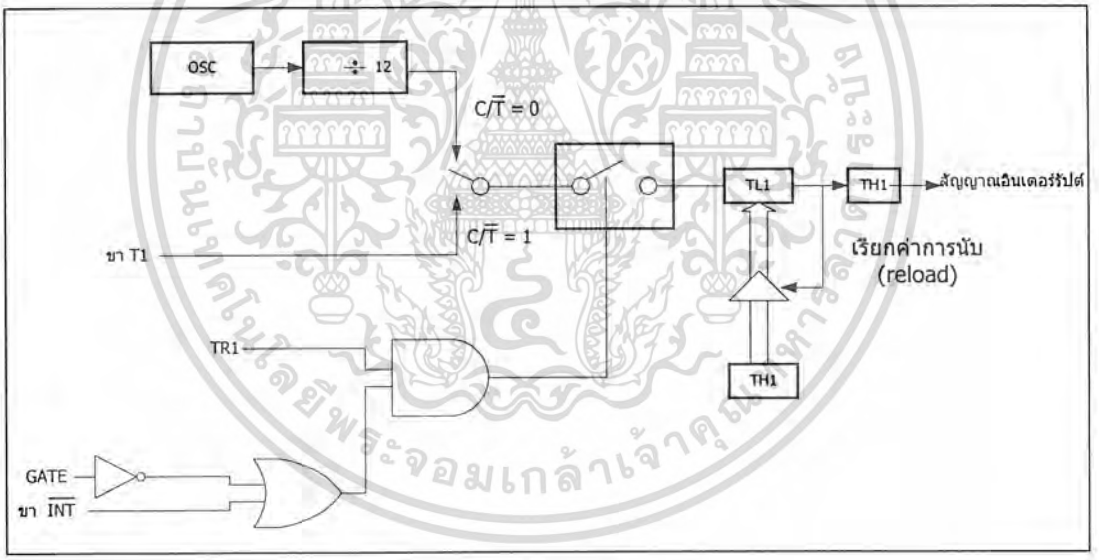
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในโหมด 1 : ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 16 bit

มีไดอะแกรมการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.8 ในที่นี้จะใช้ไทเมอร์1 ในการอธิบาย การทำงานในโหมดนี้จะคล้ายกับโหมด 0 แต่จะใช่งานรีจีสเตอร์ TL 1 และ TH 1 ครบ 8 bit ดังนั้นในโหมดนี้ค่าของการนับจะมีขนาด 16 bit คือ 0000H-FFFFH เมื่อทำการนับครบรอบ ค่าของการนับเปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H ก็จะเซต bit TF1 ในรีจีสเตอร์ TCON ส่วนการทำงานในโหมดนี้ของไทเมอร์ 0 มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ เพียงแต่เปลี่ยนรีจีสเตอร์และขาสัญญาณที่เกี่ยวข้องให้เป็นของไทเมอร์ 0



รูปที่ 3.8 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 1 ของ ไทเมอร์/เคาน์เตอร์



รูปที่ 3.9 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 2 ของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1

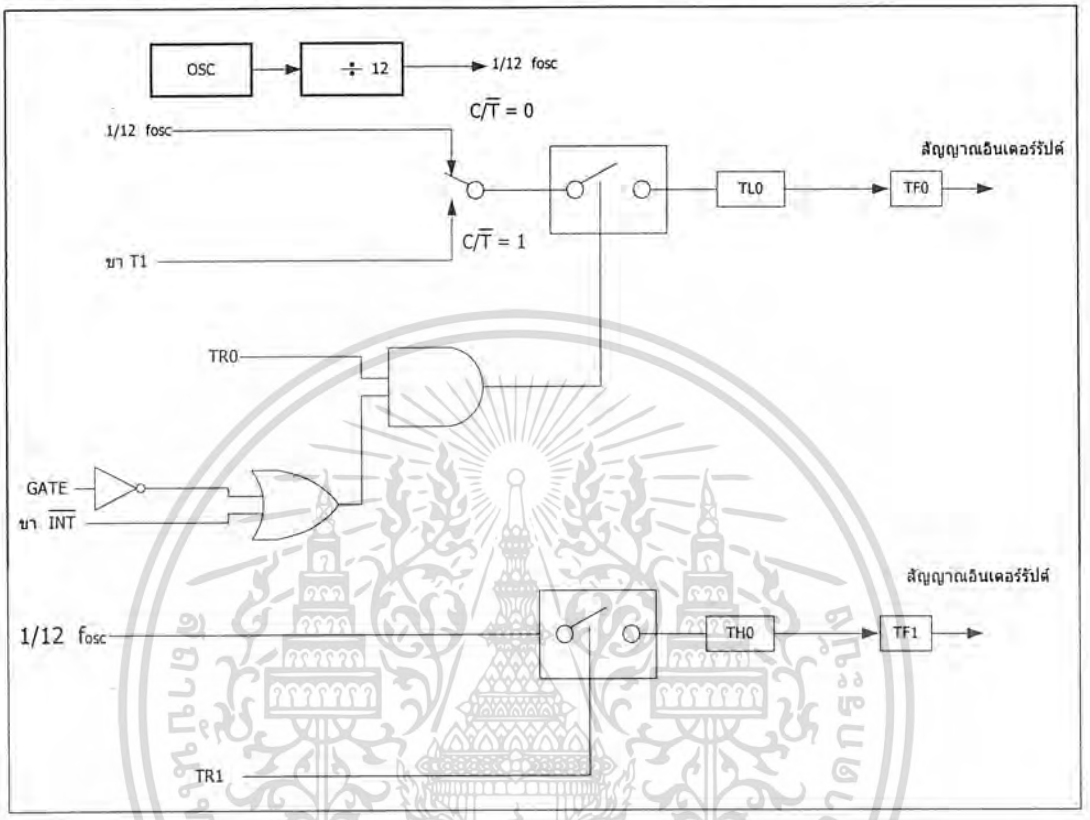
การทำงานในโหมด 2: ไทเมอร์เคาน์เตอร์ 8 bit แบบตั้งค่าอัตโนมัติ

มีไดอะแกรมการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.9 ในที่นี้จะใช้ไทเมอร์1 ในการอธิบาย การทำงานในโหมดนี้ จะแยกรีจีสเตอร์ไทเมอร์ออกเป็น 2 ตัว ตัวละ 8 bit โดยรีจีสเตอร์ TL 1 ทำหน้าที่เป็นตัวรับค่าส่วน TH1 ใช้ในการเก็บค่าเริ่มต้นของการนับ เมื่อเริ่มต้นการทำงานรีจีสเตอร์ TH1 จะถูกส่งไปยังรีจีสเตอร์ TL1 ทำให้เมื่อเริ่มต้นการทำงานค่าของรีจีสเตอร์ TH1 และ TL1 จะเหมือนกันเมื่อ TL1 นับถึง FFH และจะเริ่มต้นการนับรอบใหม่ จะทำการเซตbit TF1 พร้อมๆกับทำการรับค่าการนับเริ่มต้นจาก TH1 ใหม่โดยอัตโนมัติ หรือเรียกกกระบวนการนี้ว่า รีโหลด (reload) แม้ว่าจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการส่งค่าเริ่มต้นไปยัง TL1 แล้วก็ตาม ค่าของข้อมูลในรีจีสเตอร์ TH1 ก็ยังเป็นค่าคงเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง จนกว่าจะมีการกำหนดค่าใหม่ด้วยกระบวนการทาง software

ส่วนการทำงานในโหมดนี้ของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ เพียงแต่เปลี่ยนรีจีสเตอร์และขาสัญญาณที่เกี่ยวข้องให้เป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0



รูปที่ 3.10 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 3 ของ ไทเมอร์/เคาน์เตอร์

การทำงานในโหมด3 : ไทเมอร์เคาน์เตอร์ แยกส่วน หรือทำด้วยเคาน์เตอร์ 8 bit

ในโหมดนี้เป็นโหมดเดียวที่การทำงานของไทเมอร์ 0และ 1 ไม่เหมือนกันขออธิบายในส่วนของ ไทเมอร์1 ก่อน เมื่อเข้าสู่โหมดนี้จะเป็นกาสั่งให้ไทเมอร์เคาน์เตอร์ หยุดนับ ค่าของการนับก่อนหน้านี้จะถูกเก็บไว้ในรีจีสเตอร์ ไทเมอร์ 1 มีลักษณะการทำงานเหมือนกับ การดิสเอเบิล ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1ด้วยการ เคลียร์ bit TR1 ในรีจีสเตอร์ TCON

ส่วนการทำงานของไทเมอร์ 0 ในโหมดนี้มีไดอะแกรมแสดงดังรูปที่ 5.4 การทำงานในโหมดนี้จะแยกรีจิสเตอร์ไทเมอร์ 0ออกเป็น2 ตัวตัวละ 8 bit คือรีจีสเตอร์ TL0 และTH0 โดยแยกการทำงานอกจากกันรีจีสเตอร์ TL0 สามารถเลือกกการทำงานได้เหมือนกับ ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ปกติ ส่วนรีจีสเตอร์ TH0 สามารถทำงานในโหมดไทเมอร์ได้อย่างเดียวกล่าวคือ สามารถรับสัญญาณ input จากสัญญาณนาฬิกา ภายในเพียงทางเดียวเท่านั้น แต่การแจ้งการนับเกินยังคงเหมือนเดิม หากแต่ TL0 แจ้งผ่าน bit TF0 ในขณะที่ TH 0จะแจ้งผ่านทางbit TF1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

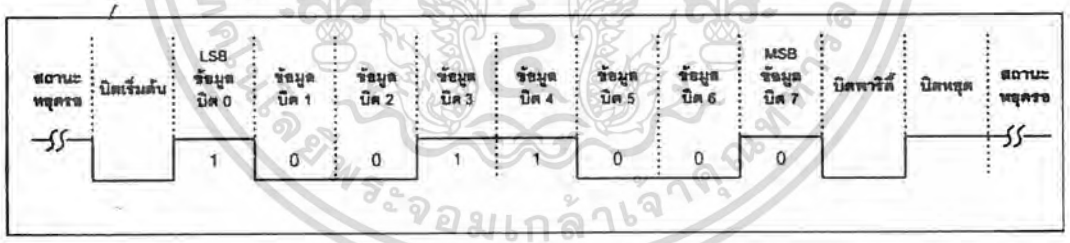
3.9 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ ฟูลดูเพล็กซ์ 1 ชุด (วงจรสื่อสารแบบ ฟูลดูเพล็กซ์ หมายถึง วงจรสื่อสารที่สามารถทำการรับส่งข้อมูลในลักษณะ 2 ทิศทาง ได้ในเวลาเดียวกัน) โดยใช้ขาสัญญาณของพลอร์ต 3 คือ ขา P3.0 เป็นขารับข้อมูลเข้าหรือ RxD และขา P3.1 เป็นขาส่งข้อมูลออกหรือ TxD โดยวงจรสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมของ MCS-51 เป็นแบบ แฟลช เป็นแบบอะซิงโครนัส ปกติแล้ว พอร์ตอนุกรมจะใช้ติดต่อสื่อสาร กับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยใช้มาตรฐาน RS-232 แต่ในปัจจุบัน สามารถติดต่อกับ RS-422 หรือ RS-485 ได้แล้ว โดยใช้ IC พิเศษ ทำหน้าที่ ในการแปลงสัญญาณการสื่อสารดังกล่าว

3.10 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ การรับและส่งข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย แต่ จะใช้การกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่า อัตราบอด หรือ บอดเรต (baud rate)มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bit per second : bps)
รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. บิตเริ่มต้น (start bit) มีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (stop bit) มีขนาด 1 บิต



รูปที่ 3.11 รูปแบบข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

รูปที่ 3.11 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา DATA จะมีสถานะ ลอจิก “1” เรียกสถานะนี้ว่า สถานะหยุดรอ (waiting stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก “0” ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่า บิตเริ่มต้น (start bit) จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดหรือบิต LSB ก่อน ซึ่งข้อมูลที่ต้องการส่งมีจำนวน 8 บิต จากนั้นตามด้วย บิตพาราตี้ (parity bit) ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือ บิตหยุด (stop bit) โดยจะเป็นการทำให้ขา DATA มีสถานะลอจิก “1” อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต, 1.5บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้วอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิงโครนัสหรืออัตราบอดที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่า ตั้งแต่ 110 ถึง 19,200 บิตต่อวินาที โดยมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากอัตราบอดคือค่าของจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที ถ้าความยาวข้อมูล 1 ไบต์ มีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการข้อมูลเท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที

การตรวจสอบพาราตี้บิตสามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (odd) หรือแบบคู่ (even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาราตี้ก็ได้ พาริตี้คี่หรือพาราตี้คู่แสดงถึงจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ รวมพาริตี้บิต ว่ามีจำนวนเป็นเลขคู่หรือคี่ บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART(Universal Asynchronous Reciever Transmitter) ซึ่งทางภาครับต้องกำหนดการตรวจสอบพาริตี้บิตที่ตรงกันเอาไว้ว่าจะตรวจสอบพาราตี้คี่หรือคู่ จากนั้นภาครับของ UART จะทำการตรวจสอบค่าพาริตี้ที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือคี่ โดยการนับจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมด รวมทั้งพาริตี้บิตด้วย ถ้ากำหนดไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ แต่กระบวนการนี้สามารถตรวจสอบความผิดพลาดได้เพียงบิตเดียวเท่านั้น

3.11 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51

3.11.1 รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรมหรือ SBUF (Serial data buffer register)

มีแอดเดรสอยู่ที่ 99H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษหรือ SFR มีขนาด 8 บิต แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล (transmit buffer register) และรับข้อมูล (receive buffer register) เมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล เพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา TxD หรือขา P3.1 ในกรณีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป สำหรับการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านมาทางขา RxD หรือขา P3.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

3.11.2 รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมหรือ SCON (Serial port Control Register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ทีแอดเดรสอยู่ที่ 98H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
SM 0	SM 1	SM 2	REN	TB8	RB8	TI	RI

SM0-SM1 (Serial port mode bit 0-1) : ใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

SM2 : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการสื่อสารในแบบมัลติโปรเซสเซอร์ ในการทำงานของโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรม ถ้าบิตนี้เป็น"1" บิต RI จะไม่แอกทีฟถ้าบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาเป็น "0" (ข้อมูลบิตที่ 9 เก็บไว้ที่บิต RB8) ในการโหมด 1 ถ้าบิตนี้เซต บิต RI จะไม่แอกทีฟถ้ายังไม่ได้รับบิตหยุด ส่วนในโหมด 0 บิตนี้ไม่มีการใช้งาน

REN (Enable serial reception) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม ทำการเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์ ถ้าต้องการให้มีการรับข้อมูลต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1"

TB8 : ใช้สำหรับเก็บข้อมูลบิตที่ 9 ที่ต้องการส่งออกไปในการทำงานโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรม เซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์

RB8 : ใช้สำหรับรับข้อมูลบิตที่ 9 ที่เข้ามาในการทำงานโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ถ้าทำงานอยู่ในโหมด 1 และ บิต SM2 เป็น "0" ข้อมูลที่บิต RB8 คือข้อมูลของบิตหยุด (stop bit) สำหรับในการทำงานโหมด 0 บิตนี้จะไม่ใช้งาน บิต RB8 นี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์

TI (Transmit Interrupt flag) : ใช้ในการแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการส่งข้อมูลออกจากพอร์ต อนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อทำการส่ง ข้อมูลบิตที่ 8 ไปเรียบร้อยแล้วในการทำงานโหมด 0 ส่วนในการทำงานโหมดอื่น บิตนี้จะเซตเมื่อมีการเริ่มต้นส่งบิตหยุดออกไป การเคลียร์บิตนี้ต้องใช้กระบวนการทางซอฟแวร์เท่านั้น

RI (Receive Interrupt flag) : ใช้แสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการรับข้อมูลเข้าสู่พอร์ตอนุกรม สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อทำการรับข้อมูลบิตที่ 8 เรียบร้อยแล้วในการทำงานโหมด 0 ส่วนในการทำงานโหมดอื่น บิตนี้เซตเมื่อมีการรับบิตหยุดของข้อมูลอนุกรมไปได้ครึ่งทางแล้ว ยกเว้นในกรณีที่บิต SM2 มีการเซต บิตนี้จะเซตได้ก็ต่อเมื่อการรับบิตหยุดหรือบิตที่ 9 เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้ว การเคลียร์บิตนี้ต้องใช้กระบวนการทางซอฟแวร์เท่านั้น

3.12 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51

พอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเลือกการทำงานได้ 4 โหมดคือ

1. โหมด 0 เป็นการกำหนดให้พอร์ตอนุกรมทำงานในลักษณะชิฟต์รีจิสเตอร์
2. โหมด 1 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 8 บิต สามารถเลือกอัตราบอดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โหมด 2 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิต โดยมีอัตราบอดคงที่

4. โหมด 3 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิต สามารถเลือกอัตราบอดได้

การเลือกโหมดทำได้ด้วยการกำหนดข้อมูลให้แก่บิต SM0 และ SM1 รีจิสเตอร์ SCON

3.12.1 การทำงานในโหมด 0 ของวงจรพอร์ตอนุกรม

มีไดอะแกรมการทำงานและไดอะแกรมเวลาแสดงในรูปที่ 3.12 ข้อมูลอนุกรมจะผ่านเข้าและออกทางขา RxD ส่วนขา TxD ทำหน้าที่เป็นสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูล (shift clock) ในโหมดนี้มีจำนวนข้อมูล 8 บิต โดยทำการรับและส่งข้อมูลในบิต LSB ก่อน อัตราในการรับส่งข้อมูลหรืออัตราบอดถูกกำหนดไว้คงที่ที่ 1/12 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา

เริ่มต้นการส่งข้อมูลด้วยการเขียนข้อมูลที่ต้องการส่งมายังรีจิสเตอร์ SBUF สัญญาณเขียนข้อมูล SBUF แอกทีฟเป็น "1" ที่สเตต 6 เฟส 2 ของแมชีนไซเกิล ส่งมายังวงจรควบคุมการส่ง (TX control) ทำให้วงจรควบคุมเริ่มต้นส่งข้อมูล สัญญาณ SEND จะแอกทีฟเป็น "1" ตลอดการส่งข้อมูล

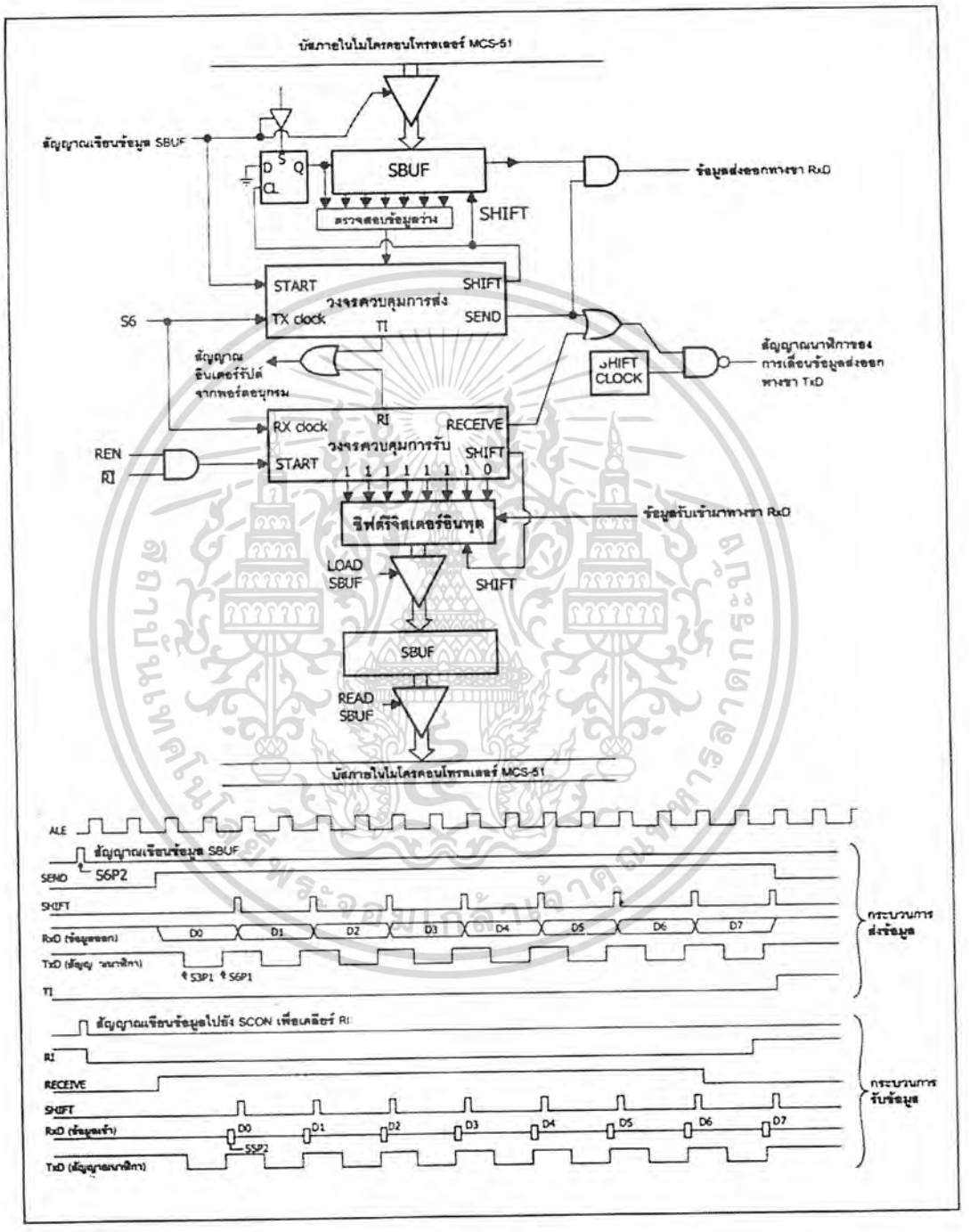
ข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF จะถูกเลื่อนออกที่ขา P3.0 หรือขา RxD ครั้งละบิต ตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกาที่ส่งออกมาทางขา P3.1 หรือTxD โดยสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูลจะมีขอบขาลงของสัญญาณที่สเตต 3 เฟส 1 และมีขอบขาขึ้นที่สเตต 6 เฟส 1 ของแต่ละแมชีนไซเกิลในกระบวนการส่งข้อมูล จนกระทั่งเมื่อส่งข้อมูลครบ 8 บิตแล้ว บิต TI ในรีจิสเตอร์ SCON จะเกิดการเซต เป็นการแจ้งให้ทราบว่าส่งข้อมูลครบแล้ว หากเกิดอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการรับข้อมูล สัญญาณ SEND จะกลายเป็น "0" จนกว่าจะเริ่มต้นกระบวนการรับข้อมูลใหม่

ในกระบวนการรับข้อมูล เริ่มต้นด้วยการเซต REN ให้เป็น "1" และเคลียร์บิต RI ในรีจิสเตอร์ SCON ก่อน ที่สเตต 6 เฟส 2 ของแมชีนไซเกิลถัดไป วงจรควบคุมการรับ (RX control) จะทำการเขียนข้อมูล 11111110 ไปยังชิฟต์รีจิสเตอร์สำหรับรับข้อมูลและทำการแอกทีฟสัญญาณ RECEIVE ให้เป็น "1" ในสัญญาณนาฬิกาลูกถัดไป

เมื่อสัญญาณ RECEIVE แอกทีฟ ก็จะเกิดการส่งสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูล ขึ้นผ่านทางขา P3.1 หรือ TxD เพื่อทำการกำหนดจังหวะการรับข้อมูลครั้งละบิต โดยสัญญาณนาฬิกานี้จะเกิดขึ้นในช่วงสเตต 3 เฟส 1 ถึงสเตต 6 เฟส 1 ของแต่ละแมชีนไซเกิล การรับข้อมูลเข้ามาทางขา P3.0 หรือ RxD จะเกิดขึ้นที่ สเตต 5 เฟส 2 ในแมชีนไซเกิลเดียวกับสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูล จนกระทั่งรับข้อมูลครบทั้ง 8 บิต บิต RI จะได้รับการเซตเพื่อแจ้งการเสร็จสิ้นการรับข้อมูล หากการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ ก็จะเกิดการอินเตอรัปต์ขึ้นในระบบ เมื่อเสร็จสิ้นการรับข้อมูล สัญญาณ RECEIVE จะกลายเป็น "0" จนกว่าจะเริ่มต้นกระบวนการรับข้อมูลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในโหมดนี้ของพอร์ตอนุกรมจะใช้ในการเชื่อมต่อกับไอซีรีจิสเตอร์ภายนอกเพื่อทำการขยายจำนวนพอร์ตอินพุตหรือเอาท์พุต แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้งานมากนัก เนื่องจากในไมโครคอนโทรลเลอร์เอง มีพอร์ตอยู่ค่อนข้างมาก และติดต่อกับพอร์ตเหล่านั้นได้ง่ายและเร็วกว่ามาก



รูปที่ 3.12 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 0 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนเทอร์เลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.2การทำงานในโหมด 1 ของวงจรพอร์ตอนุกรม

มีไดอะแกรมแสดงในรูปที่ 3.13 ในโหมดนี้ใช้ในการรับส่งข้อมูลรวม 10 บิต โดยส่งข้อมูลออกทางขา P3.1 หรือ TxD และรับข้อมูลเข้าทางขา P3.0 หรือ RxD ข้อมูลทั้ง 10 บิต ประกอบไปด้วย บิตเริ่มต้น (มีค่าเป็น "0") 1บิต บิตข้อมูล 8 บิต โดยรับหรือส่งข้อมูลในบิต LSB ก่อน และบิตหยุด (มีค่าเป็น "1") ในการรับข้อมูลบิตหยุดจะถูกเก็บไว้ในบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ SCON อัตราบอดในโหมดนี้ได้รับการกำหนดโดยอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 ใน AT89C51 ส่วนไมโครคอนเลอร์เบอร์AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx สามารถเลือกใช้อัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1 หรือ ไทเมอร์ 2 ในการกำหนดอัตราบอดได้

กระบวนการส่งข้อมูลเริ่มต้นด้วยการแอกทีฟสัญญาณเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ส่งมายังวงจรควบคุมการส่ง (TX control) จากนั้นวงจรควบคุมจะทำการแอกทีฟสัญญาณ SEND ที่สเตต 1 เฟส 1 ของแมชีนไซเกิลต่อมา โดยสัญญาณ SEND จะเป็น "0" ตลอดการส่งข้อมูลเมื่อสัญญาณSEND แอกทีฟ จะทำการส่งบิตเริ่มต้นก่อนเป็นบิตแรก โดยมีคาบเวลาของบิตเริ่มต้นเท่ากับ 1 แมชีนไซกิล จากนั้นตามด้วยการส่งบิตข้อมูล 8 บิต เรียงลำดับจากบิต LSB โดยข้อมูลที่ทำการส่งถูกเรียงออกมาจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับการส่งข้อมูล ในทุกๆบิตข้อมูลที่ทำการส่งออกไปจะเกิดสัญญาณพัลส์ SHIFT ขึ้น เพื่อให้เรียกข้อมูลในแต่ละบิตจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ การกำหนดจังหวะการส่งข้อมูลใช้สัญญาณนาฬิกาการส่ง (TX clock) เป็นตัวกำหนด โดยสัญญาณนาฬิกานี้ได้มาจากการหารสัญญาณ TCLK จากไทเมอร์ 1 ด้วย 16 หลังจากการส่งบิตข้อมูลก็จะทำการส่งบิตหยุด 1 บิต ดังนั้นการส่งข้อมูลจะใช้สัญญาณนาฬิกาทั้งหมด 10 ลูก เมื่อทำการส่งข้อมูลครบแล้ว จะทำการเซตบิต TI ในรีจิสเตอร์ SCON หากการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ หลังจากที่ทำการบริการอินเตอร์รัปต์หรือส่งข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการเคลียร์บิต TI ก่อนเป็นอันดับแรก เพื่อให้การรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมดำเนินต่อไปได้

ด้านการรับข้อมูล จะทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจาก "1" เป็น "0" ที่ขา RxD โดยใช้อัตราดารสุ่มเท่ากับ 1/16 เท่าของอัตราบอด เมื่อตรวจจับพบ ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ที่ใช้ในการกำหนดอัตราบอดจะรีเซท และทำการเขียนข้อมูล 1FFH ไปยังชิฟต์รีจิสเตอร์ ข้อมูลจะเริ่มเดินทางเข้าสู่พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา RxD ในการตีความว่าบิตที่เข้ามาเป็น "0" หรือ "1" จะใช้ผลการสุ่มข้างมาก โดยบิตของข้อมูลที่เข้ามาได้รับการแบ่งออกเป็น 16 สเตต การสุ่มข้อมูลจะทำการสุ่มสเตตที่ 7, 8 และ 9 หาก 2 ใน 3 ของการสุ่มพบว่าข้อมูลเป็นลอจิกใด จะตีความข้อมูลในบิตนั้นเป็นตามเสียงข้างมาก ยกตัวอย่าง สุ่มพบลอจิก "1" 2ใน 3 ครั้ง จะตีความว่าบิตของข้อมูลที่ได้รับนั้นเป็น "1"

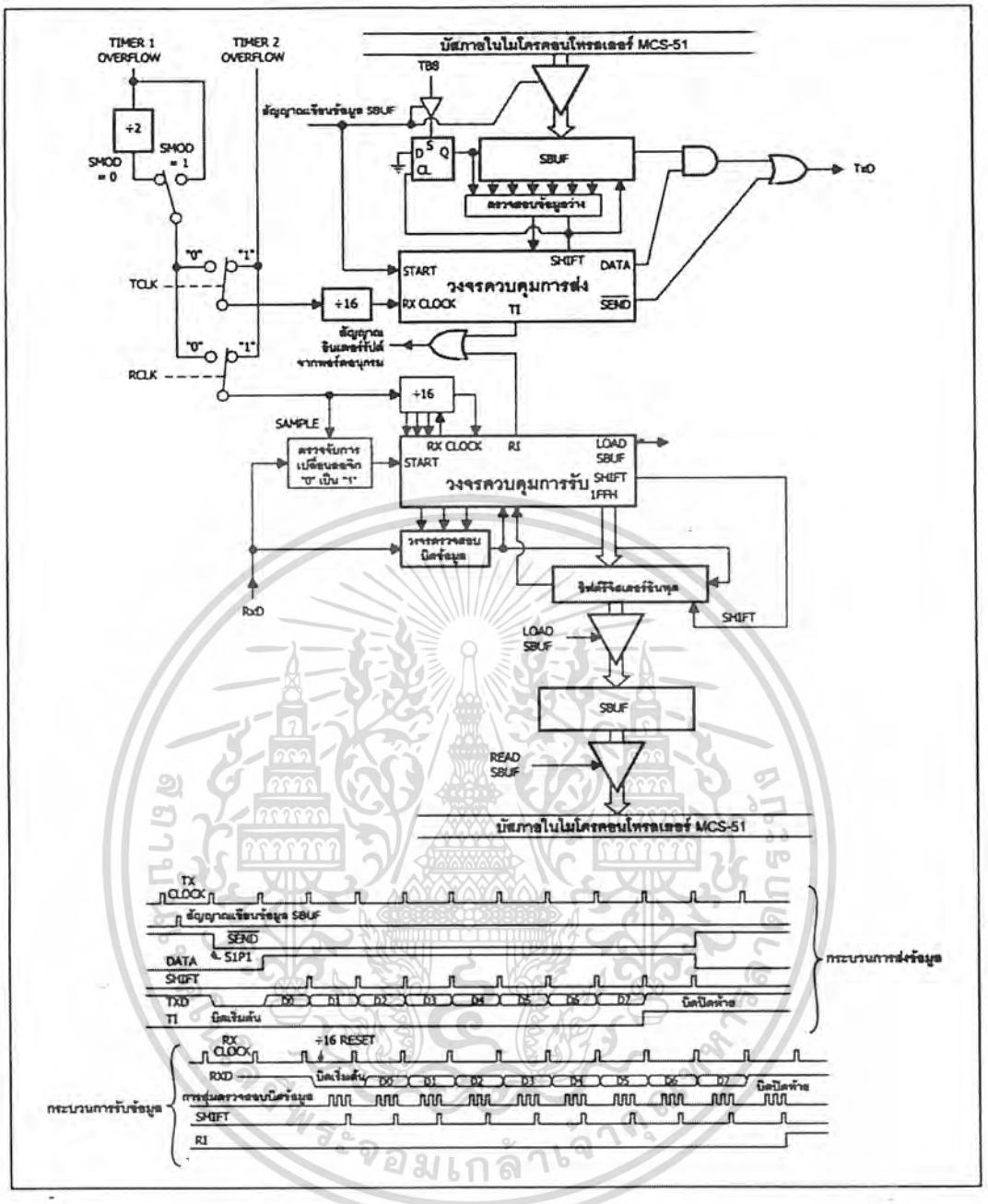
ลำดับของการรับข้อมูลมีลักษณะเดียวกับการส่งข้อมูลคือ เริ่มด้วยบิตเริ่มต้นก่อน ตามด้วยบิตข้อมูล และบิตปิดท้าย ในทุกๆการรับข้อมูลได้ 1 บิต จะมีพลัส์ SHIFT เกิดขึ้น เพื่อทำการเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเข้าสู่รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์การรับข้อมูล การกำหนดจังหวะการรับข้อมูลใช้สัญญาณนาฬิกาการรับข้อมูล (RX clock) หลังจากสัญญาณนาฬิกาลูกสุดท้าย อันหมายถึงสามารถรับข้อมูลได้ครบแล้ว วงจรควบคุมการรับข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ไปยังรีจิสเตอร์ SBUF และบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ SCON โดยข้อมูลในบิต RB8 ก็คือข้อมูลของบิตหยุดนั้นเอง พร้อมกันนั้นยังทำการเซตบิต RI ในรีจิสเตอร์ SCON ด้วย หากการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ หลังจากบริการอินเตอร์รัปต์หรือรับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการเคลียร์บิต RI ก่อน เพื่อให้การรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมดำเนินต่อไปได้

การทำงานในโหมดนี้ได้รับความนิยมสูงสุด เนื่องจากมีกระบวนการที่ไม่ซับซ้อนและสามารถทำการรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 1 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนเทอร์เลอร์ MCS-51

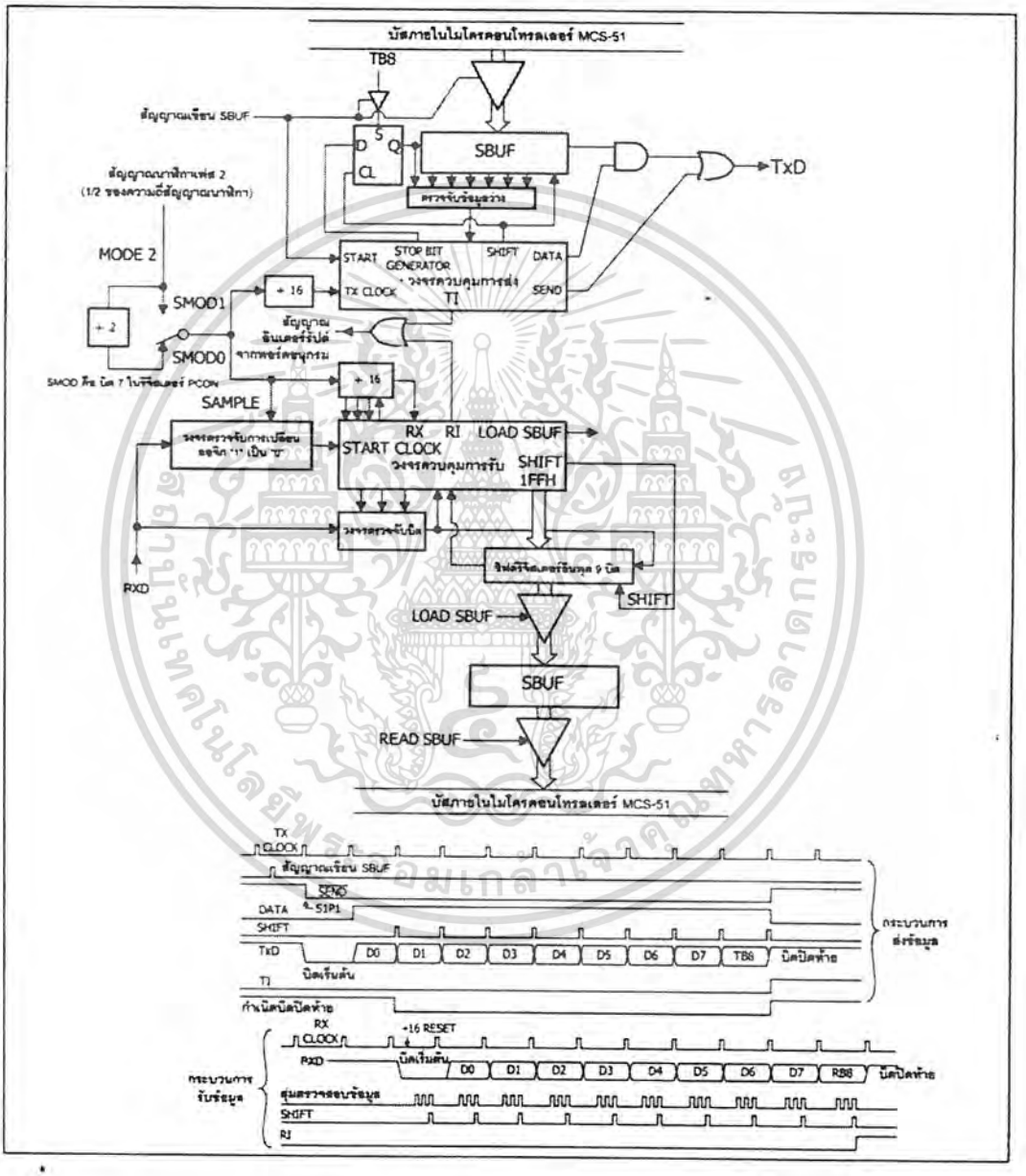
3.12.3การทำงานในโหมด 2 และ 3 ของวงจรพอร์ตอนุกรม

ในทั้งสองโหมดนี้จะใช้รูปแบบข้อมูลรวม 11 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้น มีค่าเป็น “0” จำนวน 1 บิต บิตข้อมูล 8 บิต โดยทำการรับและส่งบิต LSB ก่อน บิตข้อมูลบิตที่ 9 และบิตปิดท้ายมีค่าเป็น “1” จำนวน 1 บิต ในการส่งข้อมูล ข้อมูลบิตที่ 9 จะได้รับการเก็บไว้ในบิต TB8 ในรีจิสเตอร์ SCON และในการรับข้อมูล ข้อมูลบิตที่ 9 จะนำไปเก็บไว้ในบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ SCON สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

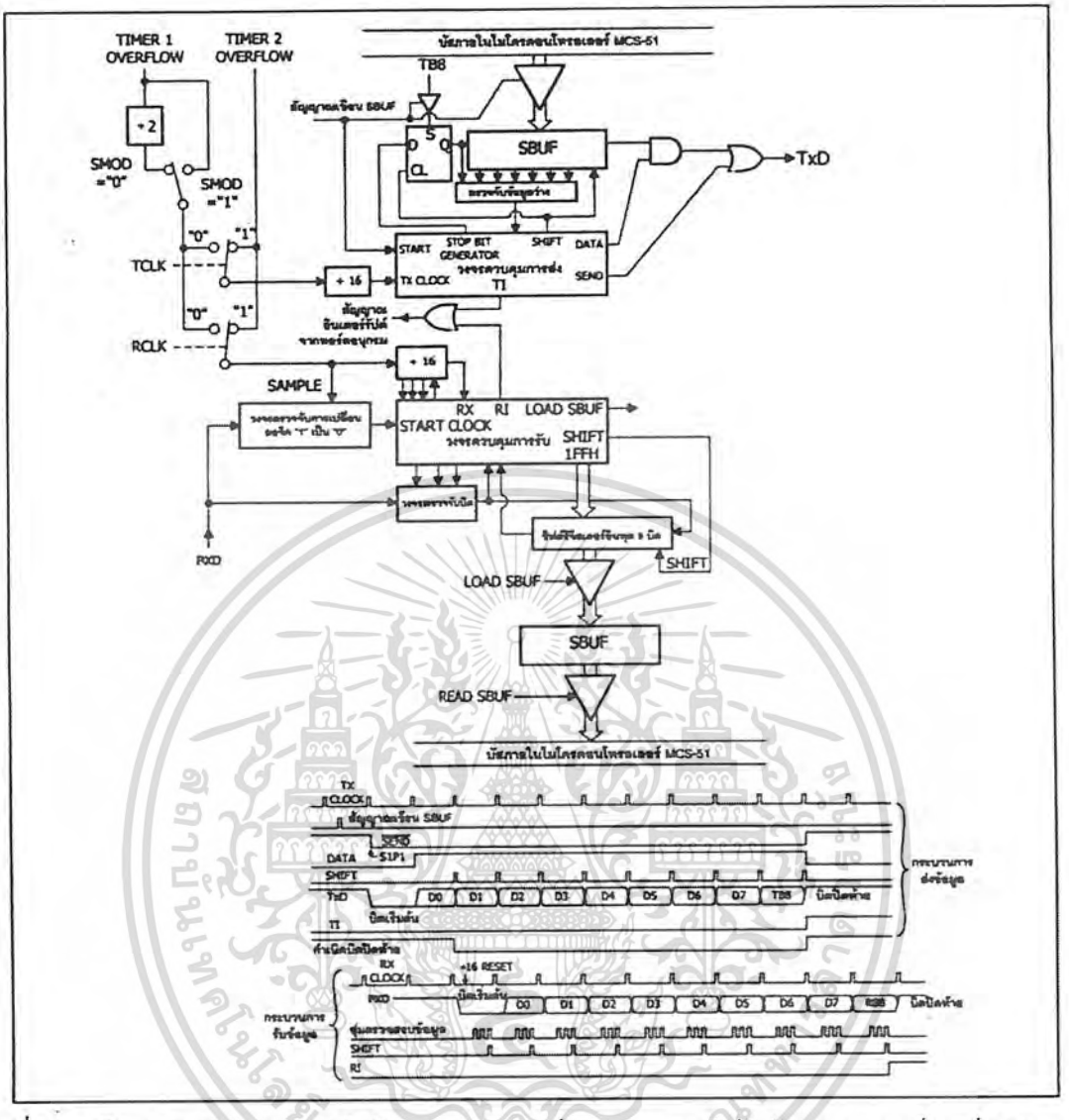
อัตราบอดในโหมด 2 จะคงที่โดยเลือกได้ 2 ค่า คือ 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา สำหรับในโหมด 3 อัตราบอดสามารถปรับได้เหมือนกับในโหมด 1

ในรูปที่ 3.14 และ 3.15 เป็นไดอะแกรมการทำงานและไดอะแกรมของการทำงานในโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรม การทำงานโดยรวมจะคล้ายกับการทำงานในโหมด 1 ส่วนที่แตกต่างกันคือจำนวนบิตของข้อมูลที่ในโหมด 2 และ 3 จะมีเพิ่มมาอีก 1 บิต โดยส่วนใหญ่จะใช้เป็นบิตตรวจสอบพาริตี้



รูปที่ 3.14 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 2 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนเทอร์เลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 3 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนเทอร์เลอร์ MCS-51

อัตราบอดของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โหมด 0

อัตราบอดของโหมดนี้มีค่าคงที่ โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

อัตราบอดในโหมด 0 = ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา/12 หน่วยเป็น บิตต่อวินาที

โหมด 1 และ 3

เนื่องจากทั้งสองโหมดนี้สามารถเลือกแหล่งกำเนิดอัตราบอดได้ 2 แหล่งคือ จากอัตราโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 และ 2 สำหรับอัตราบอดเมื่อใช้การโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 จะต้องใช้ค่าของบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON มาพิจารณาประกอบด้วย สามารถคำนวณค่าอัตราบอดได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราบอด = ($2^{\text{ค่าของบิต SMOD}}$/32) * อัตราโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1

ถ้าหากในไทเมอร์ 1 ไม่ได้เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ไว้ สามารถคำนวณค่าอัตราบอดได้จาก

อัตราบอด = ($2^{\text{ค่าในรีจิสเตอร์ SMOD}}$/32) * (ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา/{12*[256-(TH1)]})

ในตารางที่ ๐๐ แสดงการกำหนดอัตราบอดโดยใช้ไทเมอร์ 1

ในกรณีที่ใช้ไทเมอร์ 2 ในการกำหนดอัตราบอด โดยกำหนดให้ไทเมอร์ 2 ทำงานในโหมดกำเนิดอัตราบอด (baud rate generator) สามารถคำนวณหาค่าอัตราบอดได้จาก

อัตราบอด = อัตราโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 2/16 หน่วยเป็น บิตต่อวินาที

ถ้าหากกำหนดให้ไทเมอร์ 2 ทำงานในโหมดปกติ สามารถคำนวณหาค่าอัตราบอดได้จาก

อัตราบอด = ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา/(32 * (65536-(RCAP2H,RCAP2L)))

โดยที่ (RCAP2H,RCAP2L) เป็นค่าของรีจิสเตอร์ RCAP2H และ RCAP2L มีขนาด 16 บิต ไม่คิดเครื่องหมาย

โหมด 2

ในโหมดนี้อัตราบอดจะขึ้นอยู่กับค่าของบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON ถ้า SMOD เป็น "0" อัตราบอดจะเท่ากับ 1/64 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา ในกรณีที่ SMOD เป็น "1" อัตราบอดจะเท่ากับ 1/32 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา สามารถแสดงเป็นสูตรคำนวณได้ดังนี้

อัตราบอด = ($2^{\text{ค่าของบิต SMOD}}$/64) * ความถี่สัญญาณนาฬิกา

3.13การกำหนดค่าของไทเมอร์เพื่อเลือกอัตราบอด

ในการใช้งานพอร์ตอนุกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 สิ่งที่ต้องทำความเข้าใจมากที่สุดประการหนึ่งคือ **อัตราการถ่ายทอดข้อมูล** หรือ **อัตราบอด** ซึ่งการกำหนดอัตราบอดนั้นจะขึ้นกับอยู่กับค่าความถี่ของสัญญาณ นาฬิกาเป็นหลัก สำหรับโหมดการทำงานของพอรือนุกรมที่สามารถเลือกอัตราบอดได้อย่างอิสระคือในโหมด 1 และ 3โดยกำหนดได้จากอัตราอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1 ถ้าหากไทเมอร์ 1 มีการเกิดโอเวอร์โฟลวในอัตราที่สูงมากเท่าใด อัตราบอดก็จะสูงตามมากเท่านั้น นั่นหมายความว่าอัตราในการถ่ายทอดข้อมูลจะสูงขึ้นมากสามารถ สามารุถ่ายทอดข้อมูลได้อย่ารวดเร็ว

ในการใช้งานไทเมอร์ 1 เพื่อกำหนดอัตราบอดในโหมด 1 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมจะต้องกำหนดให้ไทเมอร์ 1ทำงานในโหมด 2หรือโหมด 8 บิตแบบตั้งค่า การนับอัตโนมัติ และการกำหนดค่ารีโหลดให้แก่ รีจีสเตอร์ TH1 จึงเป็นตัวแปรหลักที่ใช้ในการกำหนดอัตราบอด ให้แก่พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51

เริ่มด้วยการเคลียร์บิต SMOD ซึ่งเป็นบิต 7 ของรีจีสเตอร์ PCON ให้เป็น "0" ค่าของการรีโหลดให้แก่ TH1 สามารถคำนวณได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TH1 = 256- (ค่าความถี่ของคริสตอล/384)/อัตราบอด)

แต่ถ้าบิต SMOD เกิดการเซต จะเป็นการเอ็นเอเบิลการทวีคูณของอัตราบอด ดังนั้นการกำหนดค่าให้แก่ TH1 จึงต้องคำนวณจาก

TH1 = 256 -(ค่าความถี่ของคริสตอล/192)/อัตราบอด)

ตัวอย่าง ถ้าหากในไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 ใช้คริสตอล 11.0592 MHz ต้องการกำหนดอัตราบอดของพอร์อนุกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไว้ที่ 19,200 บิตต่อวินาที ในกรณีที่ไม่ใช่ เอ็นเอเบิลการทวีคูณ ของอัตราบอดค่ารีโหลดของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเท่ากับ

TH1 = 256-((ค่าความถี่ของคริสตอล /384)/อัตราบอด)

= 256-((11059200 /384)/19200)

= 256-(28800/19200)

= 256-1.5 =254.5

เนื่องจากผลลัพธ์ ที่ได้เป็นค่าที่ไม่เป็นจำนวนเต็ม ถ้ากำหนดค่าของ TH1 เป็น 254 เมื่อทำการแทนค่า เพื่อคำนวณหาค่าอัตราบอด จะได้อัตราบอดเท่ากับ 14,400 บิต ต่อ วินาที และถ้าหากกำหนดค่า TH1 เป็น 255 อัตราบอดจะมีค่าเท่ากับ 28,800 บิต ต่อ วินาที ดังนั้นจะเห็นได้ค่าของ TH1 ที่ไม่เป็นจำนวนเต็ม ไม่สามารถทำให้เกิดอัตราบอดตามที่ต้องการได้

ทางแก้ไขคือ ให้การเอ็นเอเบิลการทวีคูณอัตราบอด โดยการเซตบิต SMOD ในรีจีสเตอร์ PCON ให้เป็น "1" จากนั้นแทนค่าลงในสมการหาค่า TH1 เมื่อมีการเซตบิต SMOD ได้ผลดังนี้

TH1 = 256-((ค่าความถี่ของคริสตอล /192)/อัตราบอด)

= 256-((11059200 /192)/19200)

= 256-(57600/19200)

= 256-3 =253

นำค่าของ TH 1 ที่ได้ทำการแทนค่าคำนวณหาค่าตราบอดได้เท่ากับ 19,200 บิตต่อวินาที

สามารถสรุปขั้นตอนในการเลือกอัตราบอดโดยการกำหนดค่าไทเมอร์ 1ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การเลือกอัตราบอดของวงจรพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51

1. กำหนดให้พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 ทำงานในโหมด 1 หรือ 3

อัตราบอด (บิตต่อวินาที : bps)	ความถี่สัญญาณนาฬิกา	SMOD	ไทเมอร์ 1		
			C/T	โหมด	ค่ารีโหลด
โหมด 0: สูงสุด 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
โหมด 2: สูงสุด 375 K	12 MHz	1	X	X	X
โหมด 1, 3 : 62.5 K	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2K (19,200)	11.0592 MHz	0	0	2	FDH
9.6K(9,600)	11.0592 MHz	0	0	2	FDH
4.8K(4,800)	11.0592 MHz	0	0	2	FAH
2.4K(2,400)	11.0592 MHz	0	0	2	F4H
1.2K(1,200)	11.0592 MHz	0	0	2	E8H
137.5	11.0592 MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H
110	10 MHz	0	0	1	FEEBH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การกำหนดให้ไทเมอร์ 1 ทำงานในโหวด 2 หรือโหมด 8 บิตตั้งค่าอัตโนมัติ
3. กำหนดข้อมูล ให้แก่ TH 1 เท่ากับ 253 เพื่อให้สามารถกำเนิดอัตราบอดได้ 19,200บิตต่อวินาที ตามที่ต้องการ
4. ทำการเซตบิต SMOD ซึ่งเป็นบิต 7 ของรีจีสเตอร์ PCON เพื่อเอ็นเอเบิลการทวีคูณอัตราบอด

3.14 การเขียนหรือส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรม

ข้อมูลที่ต้องการส่งออกทุกค่าต้องนำไปเก็บไว้ รีจีสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรม ซึ่งก็คือ รีจีสเตอร์ SBUF ดังตัวอย่าง

```
MOVE SBUF,# 'A'
```

จากคำสั่งข้างต้นเป็นการส่งข้อมูลของตัวอักษร A ออกไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ อย่างไรก็ตามก่อนทำการส่งข้อมูลทุกครั้งต้องแน่ใจว่าบิต TI เคลียร์หรือมีค่าเป็น "0" และเมื่อทำการส่งข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการเซตบิต TI เพื่อแจ้งให้ทราบ ดังตัวอย่างโปรแกรมต่อไปนี้

```
CLR   TI          ; เคลียร์บิต TI เพื่อเตรียมการส่งข้อมูล
MOV   SBUF, # 'A'  ; ส่งข้อมูลของตัวอักษร A ไปยังพอร์ตอนุกรม
JNB   TI ,$       ; รอการเซตของบิต TI เพื่อแจ้งการส่งของข้อมูลที่เสร็จสมบูรณ์
```

3.15 การอ่านหรือรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม

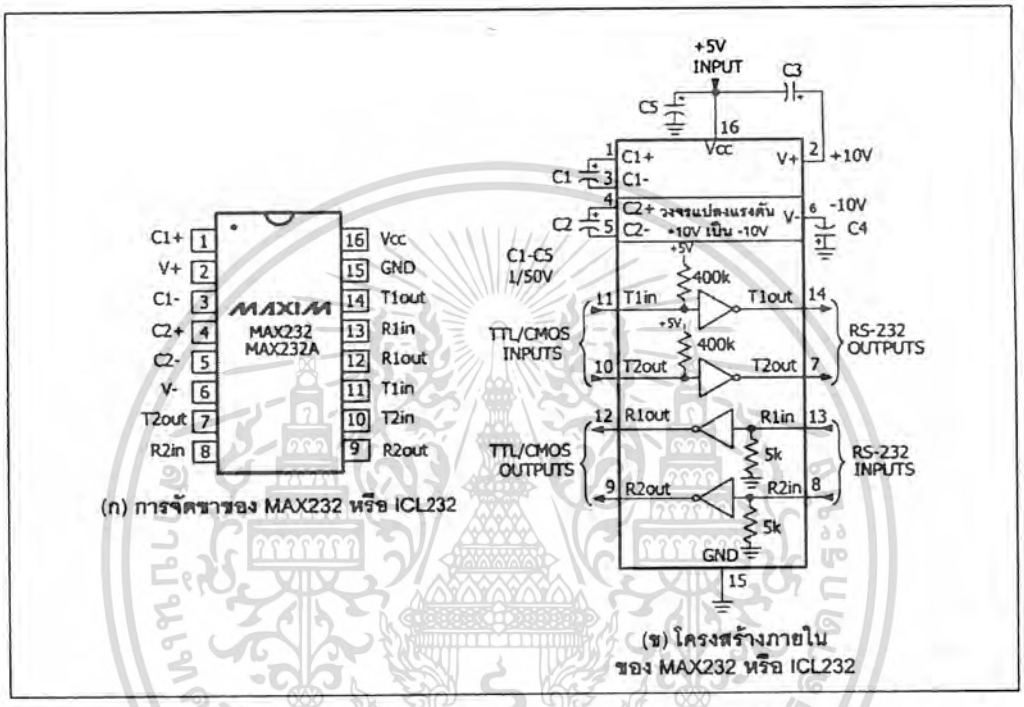
การรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมสามารถทำได้ง่ายมาก เพื่อทำการตรวจสอบว่า บิต RI เกิดการเซตขึ้นหรือไม่ ถ้าพบว่ามีการเซตเกิดขึ้นแล้ว ให้ทำการอ่านค่าจากรีจีสเตอร์ SBUF โดยต้องทำการ โอนย้ายข้อมูลผ่านทางแอกคิวมูเลเตอร์ หรือ รีจีสเตอร์ A ดังตัวอย่าง

```
CLR   RI          ; เคลียร์บิต TI เพื่อเตรียมการส่งข้อมูล
JNB   RI, $       ; รอคอยการเซตบิต RI อันเป็นการแจ้งให้ทราบว่า การรับข้อมูลเสร็จ
                  ; สมบูรณ์และมีข้อมูลเกิดขึ้นที่รีจีสเตอร์ SBUF
MOV A,SBUF        ; อ่านค่าจากรีจีสเตอร์โดยการโอนย้ายข้อมูลผ่านรีจีสเตอร์ A
CLR   RI          ; หลังจากทำการอ่านข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการเคลียร์บิตเสมอ
```

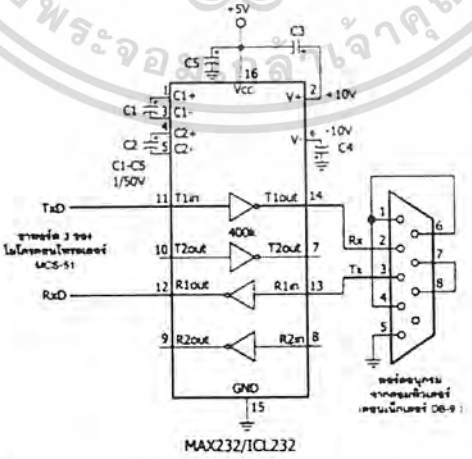
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.16 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

การใช้งานวงจรพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มักนิยมใช้ในการติดต่อเพื่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 เป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ ± 3 ถึง ± 12V ในขณะที่ระดับสัญญาณ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อต่อผ่าน IC พิเศษที่ทำหน้าที่ ในการแปลงระดับสัญญาณ



รูปที่ 3.16 รายละเอียดเบื้องต้นของ IC แปลงสัญญาณเพื่อเชื่อต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์



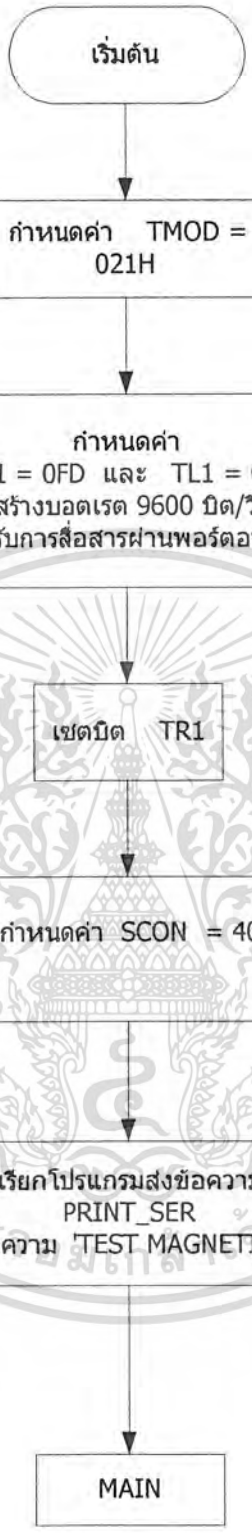
รูปที่ 3.17 วงจรเชื่อม ต่อ MAX232 หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC ที่ทำหน้าที่ ในการแปลงระดับสัญญาณ นี้ต้องทำการแปลงข้อมูลส่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 จากระดับ ทีทีแอล ไปเป็นระดับของ RS-232 และทำการแปลงข้อมูลรับจากคอมพิวเตอร์จากระดับของ RS-232 เป็นระดับทีทีแอลเพื่อให้สามารถถ่ายทอดไปยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 ได้อย่างสมบูรณ์ IC ดังกล่าวมีด้วยกันหลากหลายเบอร์ จากหลายผู้ผลิต อาทิ MAX232 จาก MAXIM หรือ ICL232 จาก HARRIS เป็นต้นในรูปที่ 3.16 แสดงการจัดขาของไอซี ICL232 ซึ่งใช้ในการแปลงสัญญาณ RS-232 ส่วนวงจรของการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 แสดงในรูป 3.17

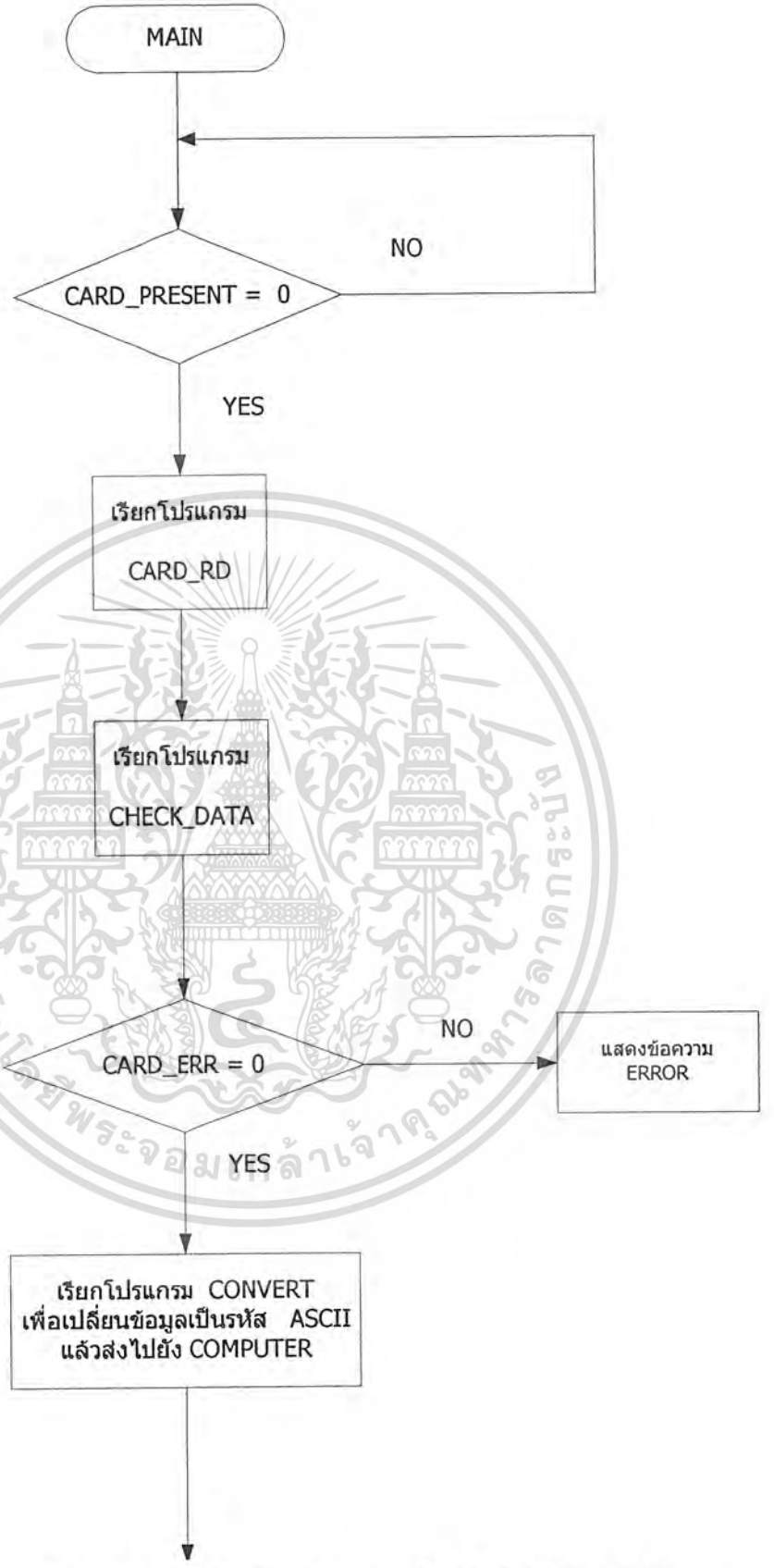
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แผนผังการอินนิเชียลของโปรแกรมการอ่านค่าจากบัตรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

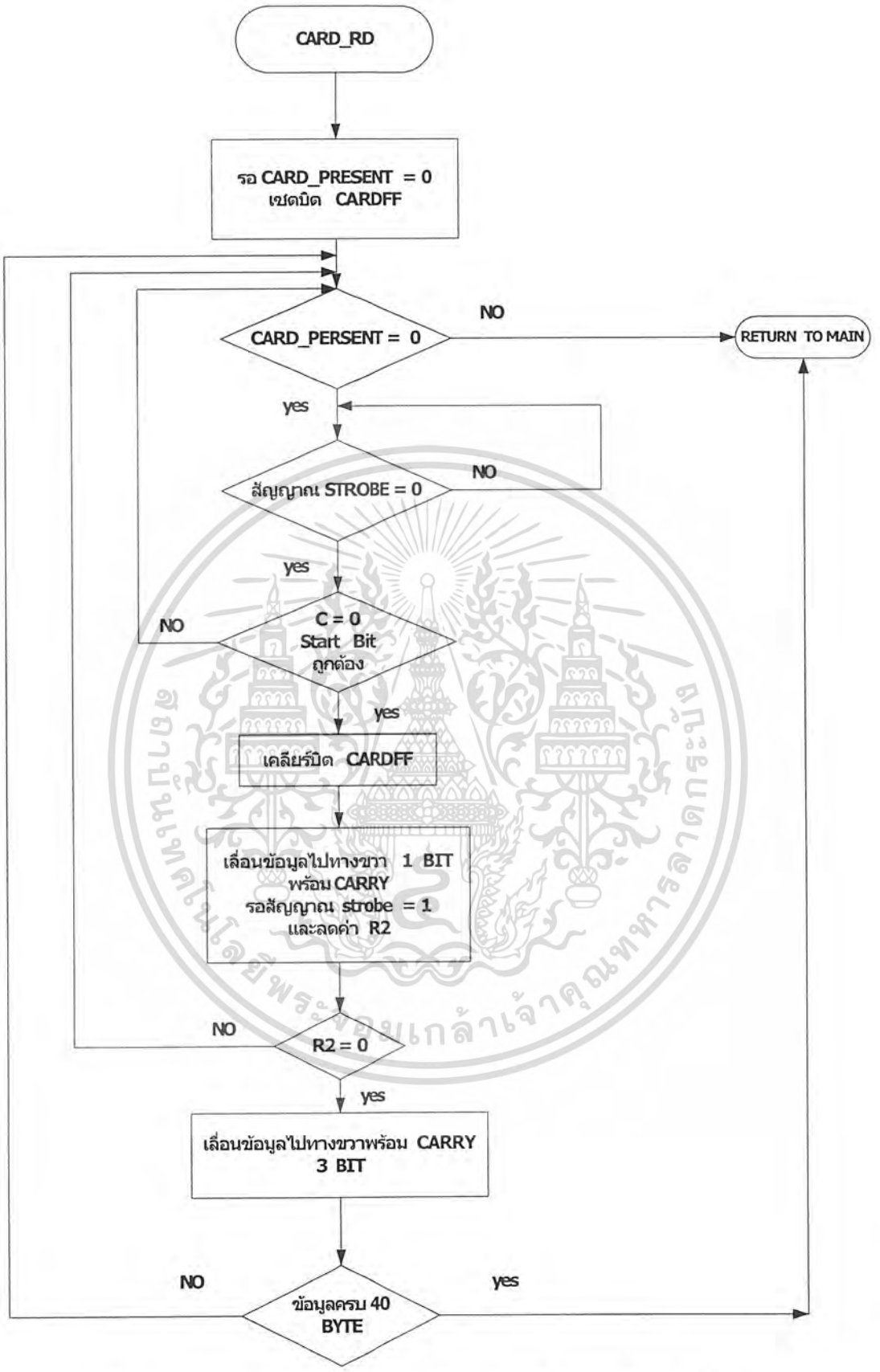


รูปที่ 3.19 แผนผังหลักในการอ่านค่าจากบัตรแม่เหล็กแล้วส่งไปทาง RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

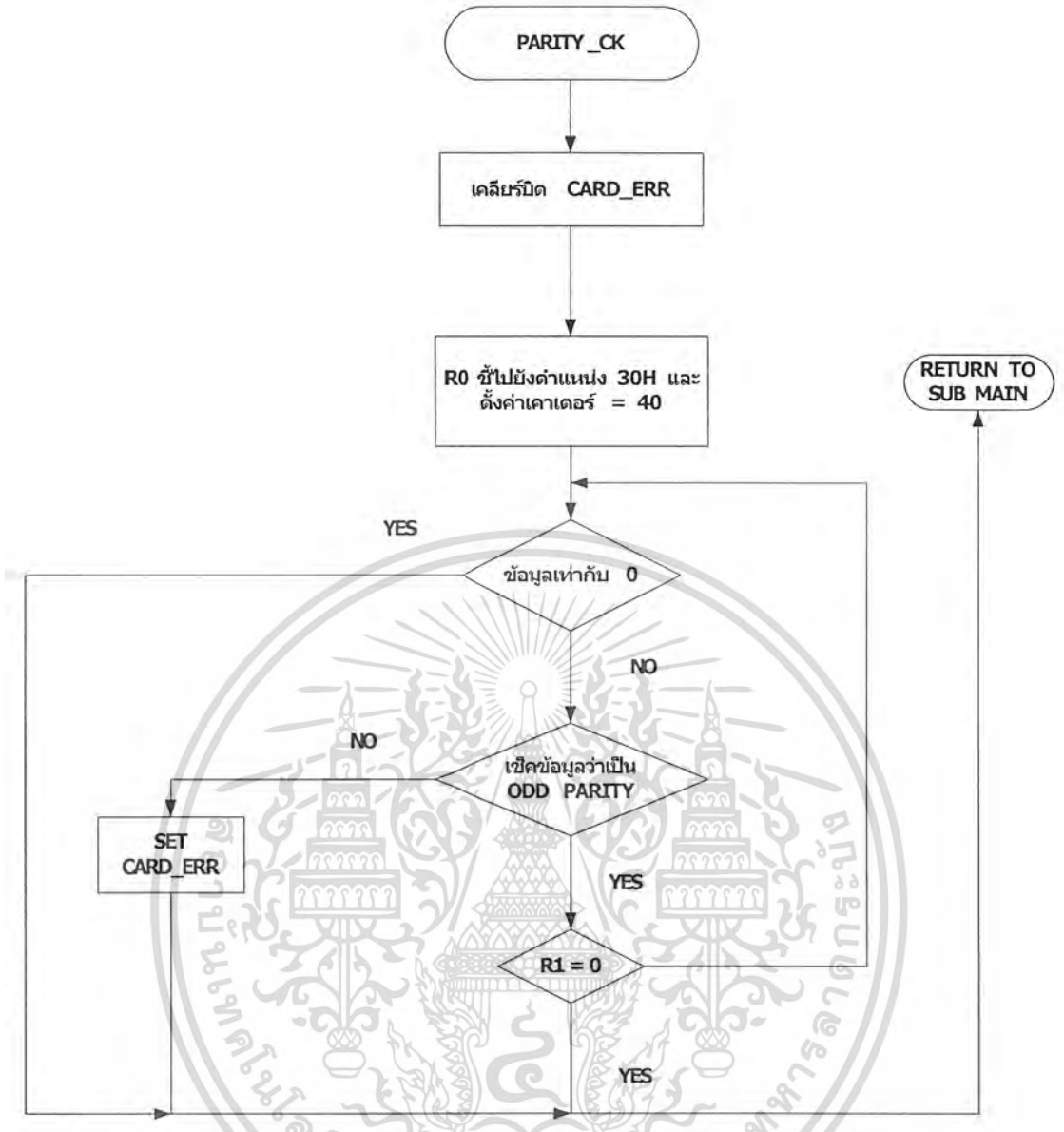
รูปที่ 3.20 แผนผังโปรแกรมย่อยในการเช็ค ERROR ต่างๆ ที่อ่านได้จากบัตรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



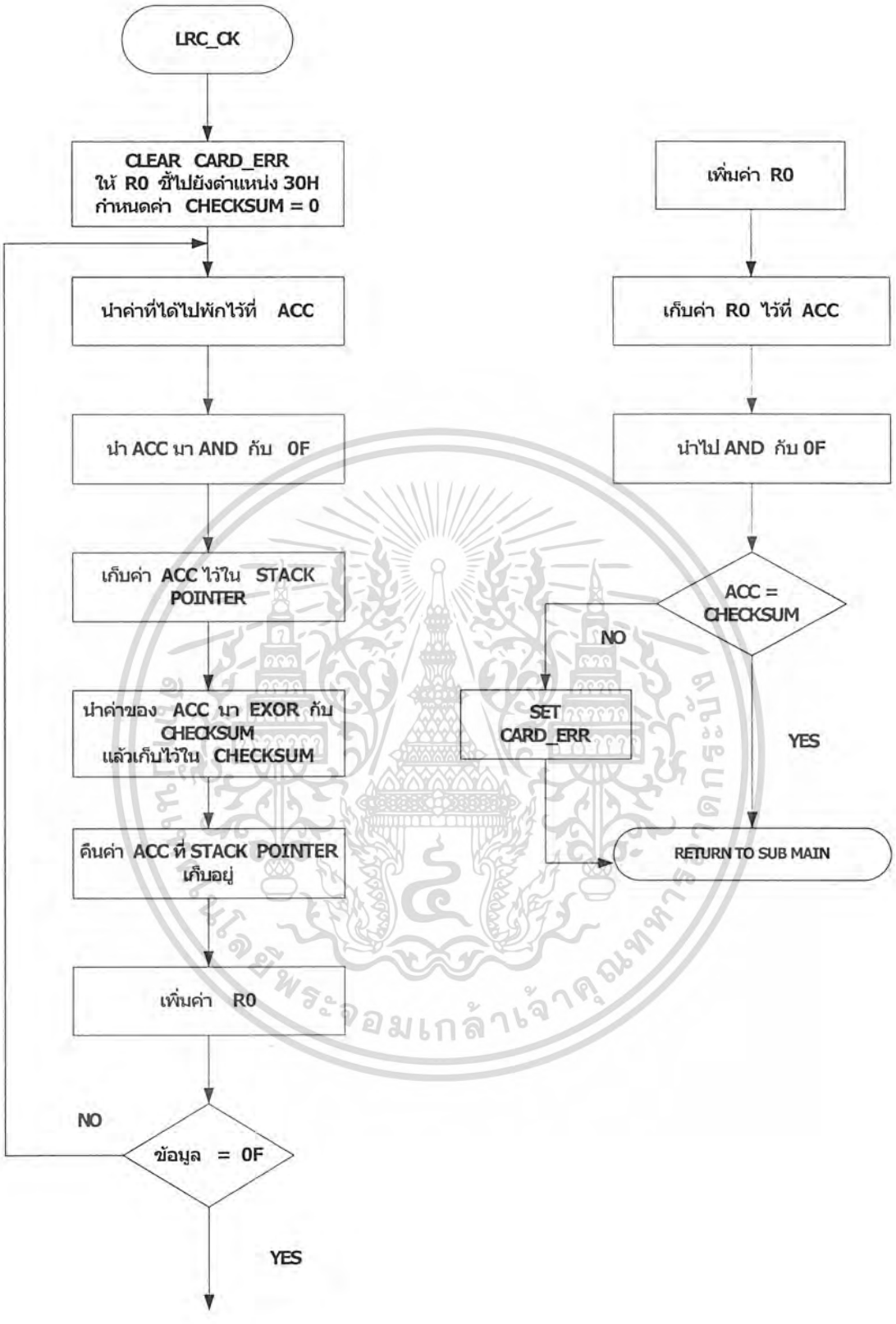
รูปที่ 3.21 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลักการอ่านค่าข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



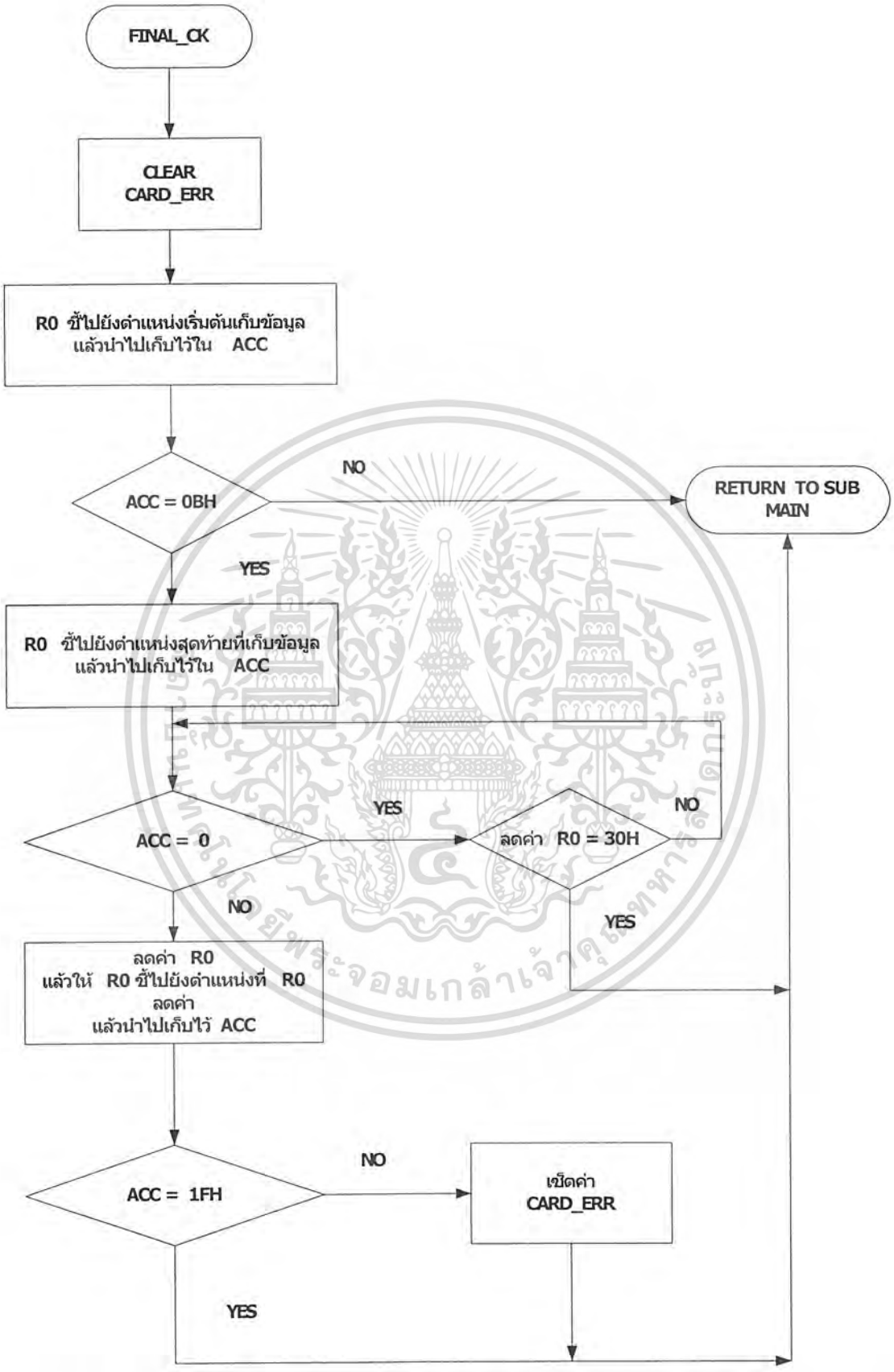
รูปที่ 3.22 แผนผังการทำงานของโปรแกรมย่อยการเช็คพาริตี้ของบัตรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



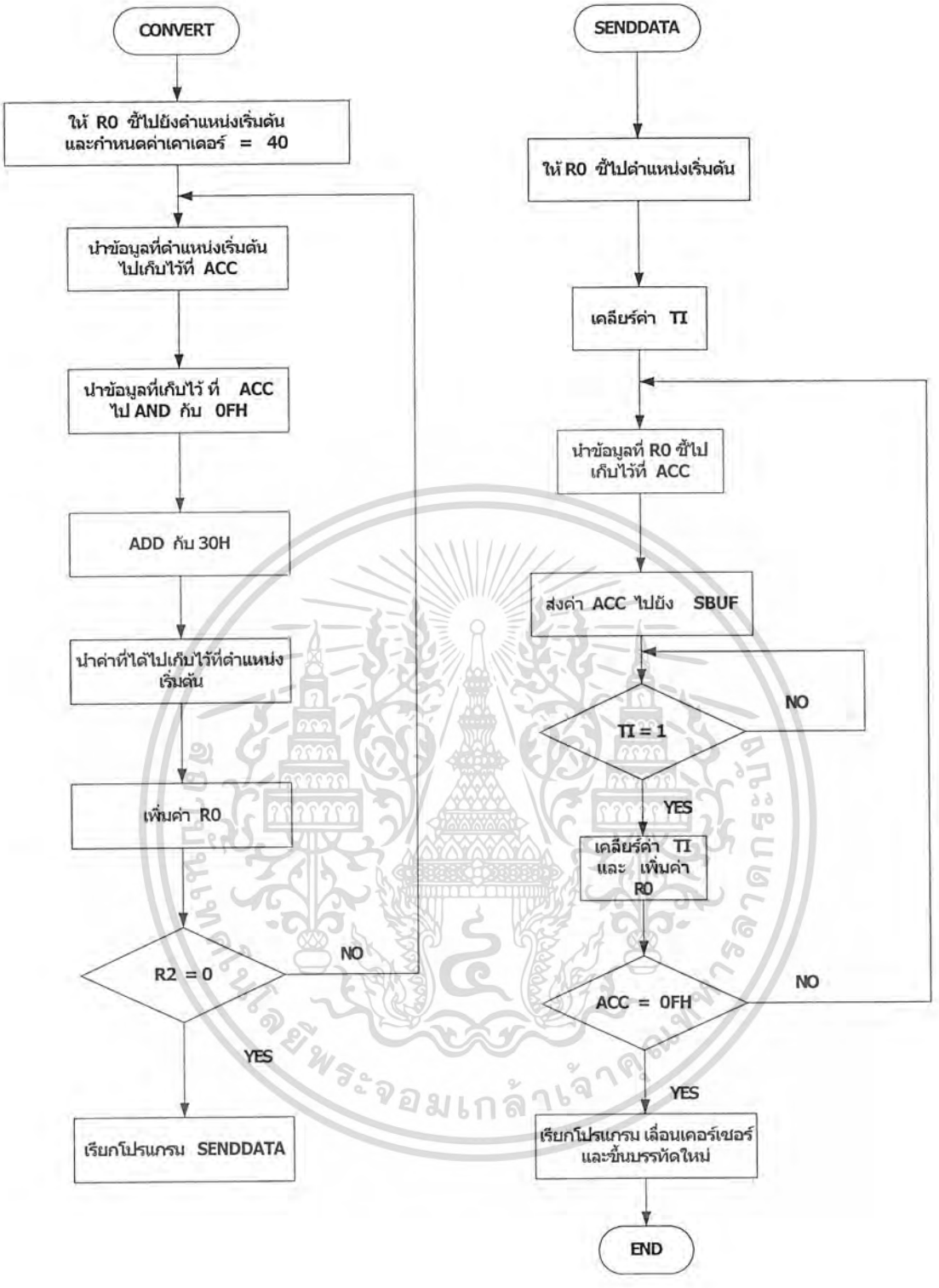
รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานโปรแกรมย่อยในการเช็ค LRC ของท้ายอักขระบนบัตรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 แผนผังการทำงานของโปรแกรมย่อยในการเช็คบิตเริ่มต้น(Start Sentinel)และบิตสุดท้าย (End Sentinel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



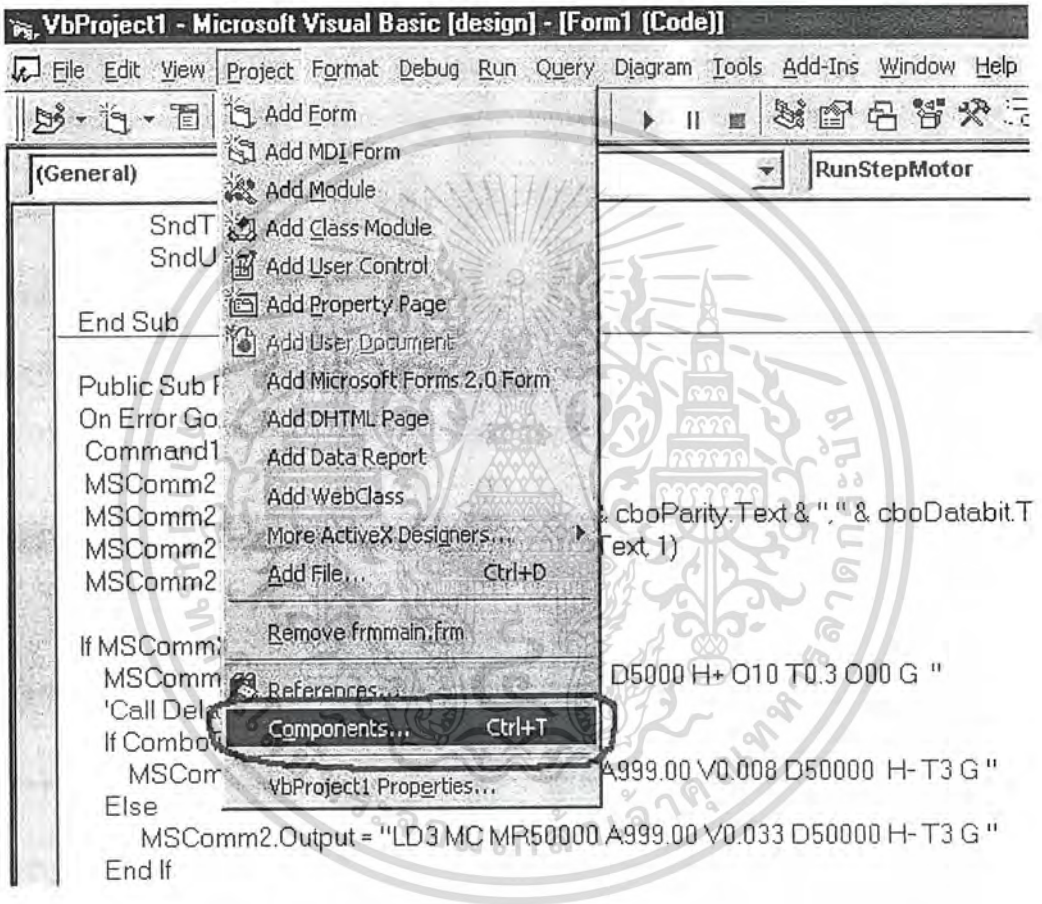
รูปที่ 3.25 แผนผังการทำงานหลักในการเปลี่ยนข้อมูลที่อ่านได้จากบัตรแม่เหล็กเป็นรหัสแอสกี้(ASCII) แล้วส่งไปทาง Serial Port RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.17 Visual Basic เขียนโปรแกรมติดต่อ I/O Serial Port

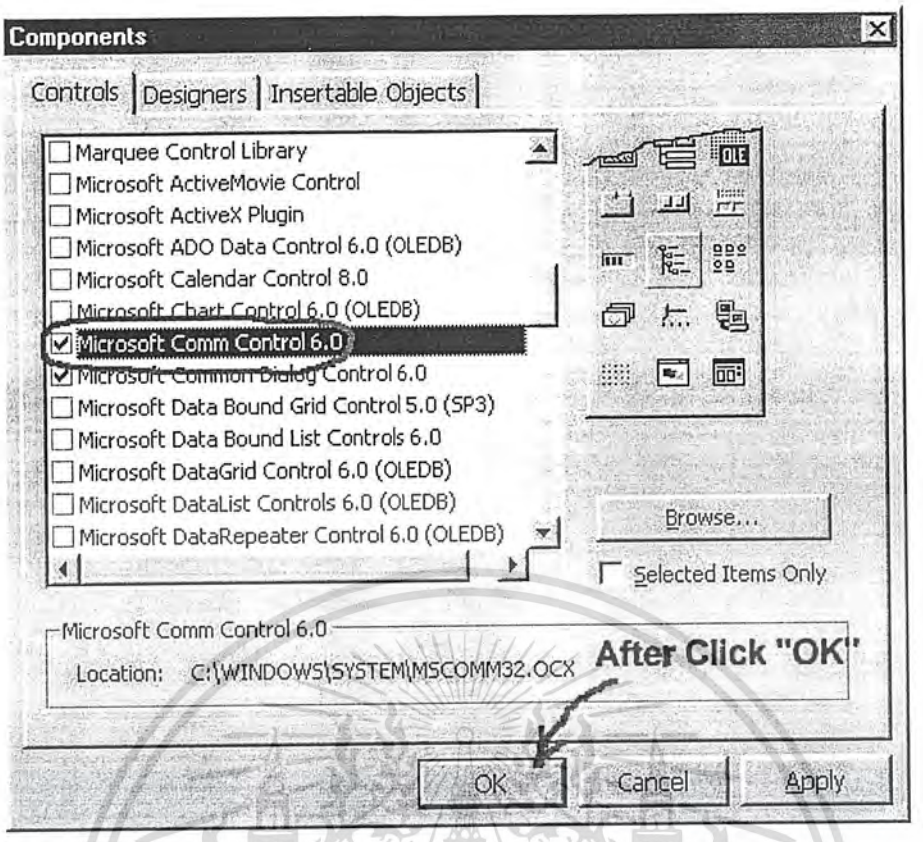
สามารถทำได้โดยใช้ VB Control ที่ชื่อว่า MSComm โดยต้อง กำหนด Custom Control เข้าไปที่ เมนู Project--->Companents แล้วเลือกที่ช่อง MSComm ก็จะปรากฏ เป็นรูปไอคอนโทรศัพท์สีเหลือง ให้คลิกที่ไอคอนลากนำมาไว้บน Form ใน Project ของโปรแกรม เรา โดยสามารถทำตามวิธีที่กล่าวมา ได้ดังรูปต่อไปนี้

3.17.1ขั้นที่ตอนแรก เลือกที่เมนูบาร์ด้านบนของโปรแกรม Visual Basic ดังรูปด้านล่าง

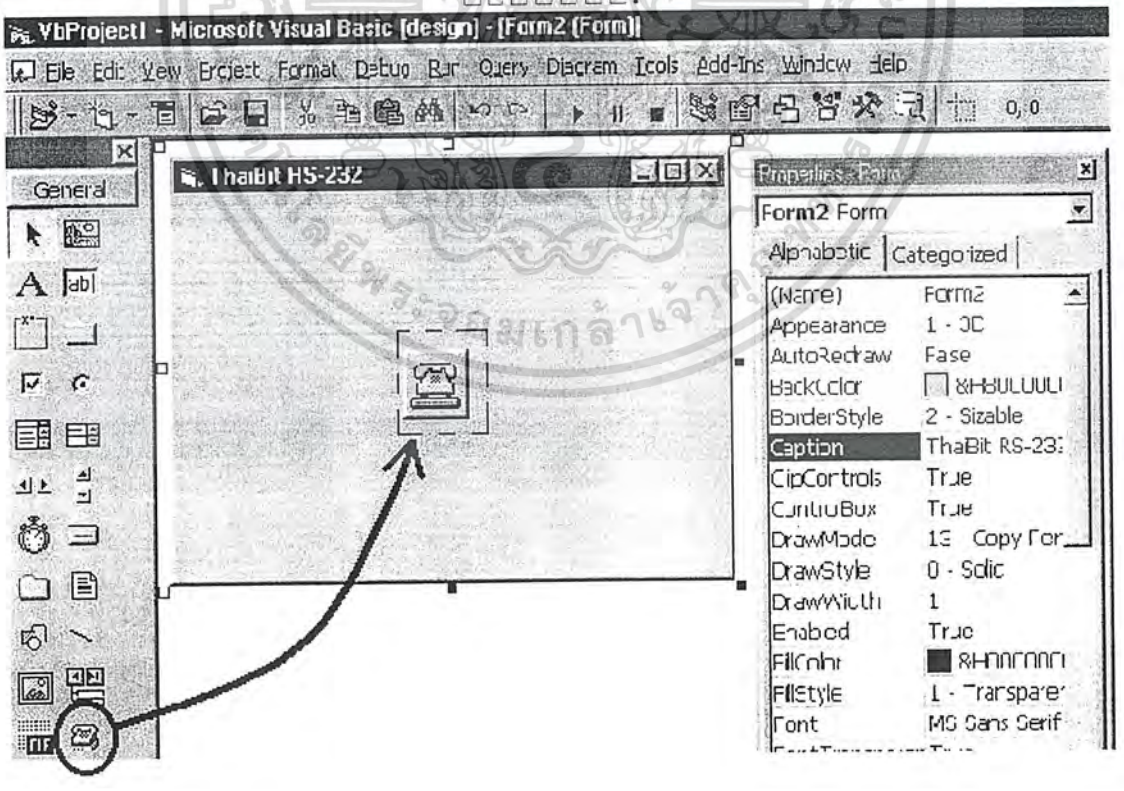


3.17.2ขั้นที่สอง เลือกชื่อ Control ชื่อ Microsoft Comm Control 6 ดังรูปด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.17.3 ขั้นที่สาม ลากControlชื่อMicrosoft Comm จากToolBox มาไว้บนFormดังรูปด้านล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Serial Port สามารถทำได้ 2 วิธี คือ</u>

1.การติดต่อแบบอินเตอร์รัพต์

ขบวนการอินเตอร์รัพท์ อุปกรณ์รอบข้างเกือบทุกชิ้นจะต้องปฏิบัติงานอยู่เพื่อส่งสัญญาณไปให้แก่ซีพียูเสมอ ถ้าอุปกรณ์นั้นพร้อมที่จะรับส่ง ที่เคยเจอจากการทำโครงงานอุปกรณ์ จะส่งเป็นรหัสแอสกี้ เราจะเขียนโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ โดยเมื่อที่ข้อมูลเข้ามาก็จะทำให้มี CommEvent กับ OnComm Event

2.การติดต่อแบบโพลลิ่ง

ในระบบพีซี การโพลมีบ้างที่ใช้การส่งผ่านข้อมูลระหว่าง Terminal กับ CPU กรณีข้อมูลเป็นประเภทไบท์ที่ส่งจากคีย์บอร์ด โดยวิธีการนี้จะตรวจสอบ คีย์บอร์ดว่ามีข้อมูลส่งมาหรือเปล่า โดยจะตรวจสอบตลอดเวลา การทำงานกับข้อมูลที่รับเข้ามาจะตรวจสอบด้วยความเร็วที่สูงกว่าอัตราความเร็วข้อมูลที่ส่งเข้ามาทาง คีย์บอร์ด การที่ CPU ส่งสัญญาณออกไปตรวจสอบพบว่ามีข้อมูลที่ต้องส่งเข้ามา เรียกว่า"Wet Poll" ซึ่งจะเสียช่วงเวลา 90 เปอร์เซ็นต์ คาบเวลาที่เสียไปนั้น เราเลี่ยงไปใช้เทคนิค การโพลแบบ "Round Robin" แทน แต่ในVBเราจะใช้การตรวจสอบข้อมูลที่มาจาก Serial Port ตลอด โดยจะใช้ Control Timer เข้ามาช่วยในการเขียนโปรแกรมซึ่งสามารถตรวจสอบได้ถึงระดับ 1 มิลลิวินาที หรือจะใช้ Do....Loop ก็ได้ในตัวคอนโทรล MSComm มี Event ที่ใช้เพียง Event เดียวเท่านั้นเอง ก็คือ OnComm Event ซึ่งจะใช้ในการติดต่อแบบอินเตอร์รัพต์ การเขียนโปรแกรมติดต่อ Serial Port แบบธรรมดาจะใช้ comEvent เพียง comEvReceive,comEvSend ถ้าเป็นการติดต่อสื่อสารแบบ โมเด็มจะใช้หลายตัวในการตรวจสอบสัญญาณ ผมไม่อยากแจ้งรายละเอียดเยอะเพราะมีใน Help Visual Basic อยู่แล้ว

<u>องค์ประกอบในการใช้ MSComm</u>

<u>การตั้งค่าติดต่อกับพอร์ต</u>

- **ComPort** คือ เราต้องกำหนดหมายเลข Port ที่ใช้ต่อRS-232 (Com1,Com2)รายละเอียดดูในเมนูด้านซ้าย Serial Port Detail
- **Setting** คือ เราต้องกำหนดอัตรา Baud,Parity,Data(จำนวนบิต),Stop ตัวอย่าง 1200,n,8,1 เป็นต้น
- **HandShaking** คือ เราจะกำหนดได้ 4 แบบ 1.comNone 2.comXonXoff 3. comRTS 4.comTRSXonXoff

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Buffer ในการรับส่งข้อมูล

-InBuffersize คือ การกำหนด Buffer ในการรับข้อมูลเข้ามา

-OutBuffersize คือ การกำหนด Buffer ในการส่งข้อมูลออกไป

- Rthreshold คือ การที่เรากำหนดการเกิด Event-driven ในการรับข้อมูลเข้ามา

- Sthreshold คือ การที่เรากำหนดการเกิด Event-driven ในการรับข้อมูลออกไป

- Inputlen คือ จำนวนของข้อมูลที่ไปอ่านใน Buffer รับข้อมูล

- EOFEnable คือ การที่บอกว่าสิ้นสุดของไฟล์(EOF) End of File

ด้านฮาร์ดแวร์

- ParityReplace คือ ค่าของคาเลกเตอร์ที่จะแทนในเมื่อเกิด Parity Error

- NullDiscard คือ การกำหนดให้รับหรือไม่รับ NULL CHARACTER

- RTSEnableคือ ทำให้มีสัญญาณ RTS (Request To Send)

- DTSEnableคือ ทำให้มีสัญญาณ DTR(Data Terminal Ready)

การกำหนดคุณสมบัติของ MSComm Control ให้สามารถติดต่อกับพอร์ตได้

1. Property ชื่อ CommPort คือ เลือกคอมพอร์ตที่เราจะต่อใช้งาน มาดูการเขียนโค๊ดกัน

ตัวอย่าง MSComm1.CommPort=1

ในที่นี้เลือกจะใช้ Com1อยู่ที่ด้านหลังเครื่องคอมฯ

2. Property ชื่อ Settingsคือ การตั้งค่าของการรับส่งข้อมูล ซึ่งจะต้องรู้ด้วยว่าอัตราบอด ของอุปกรณ์ที่จะติดต่อด้วยเป็นเท่าไร โดยมีรายละเอียดการใส่ต่างๆค่าดังนี้

MSComm1.Settings="Baud(อัตราการรับส่งข้อมูล),Parity(ถ้าไม่ใช้ใส่ N,จำนวนบิตข้อมูล,บิตสต๊อบ" มาดูการเขียนโค๊ดกัน

ตัวอย่าง MSComm1.Settings="1200,N,8,1"

3.Property ชื่อ InputLenคือ กำหนดขนาดขณะที่มีข้อมูลเข้ามาให้ไปอ่านข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในบัพเฟอร์ มาดูการเขียนโค๊ดกัน

ตัวอย่าง MSComm1.InputLen=1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Property ชื่อ PortOpen คือ จะเปิดให้พอร์ตใช้งานหรือไม่ ถ้าเปิด =True ถ้าปิด =False มาดูการเขียนโค๊ดกัน

ตัวอย่าง MSComm1.PortOpen=True

5. Property ชื่อ Rthresholdคือ ทำให้เกิดการกระตุ้นด้วย Event-driven เมื่อมีข้อมูลในบัฟเฟอร์รับข้อมูล(Comport)มันทำให้เกิดCommEvent ใน OnComm Event มาดูการเขียนโค๊ดกัน

ตัวอย่าง MSComm1.Rthreshold =1

จากรายละเอียดที่กล่าวมา เราจะมาเขียนใน โพรซีเดอร์ VB ซึ่งจะไว้ที่ Sub Form_Load() หรือจะสร้าง Sub ขึ้นใหม่ในกรณีที่จะเรียกใช้ภายหลัง

```
Private Sub Form_Load()
    MSComm1.Settings="1200,N,8,1"
    MSComm1.CommPort=1
    MSComm1.InputLen=1
    MSComm1.PortOpen=True
    MSComm1.Rthreshold =1
End Sub
```

วิธีของการรับส่งข้อมูลจาก Serial Port

จากวิธีเขียนโค๊ดด้านบนเป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับคอมพอร์ตและเปิดใช้การรับและส่งของพอร์ต RS-232 ดังนั้นก็สามารถจะรับและส่งข้อมูลทางพอร์ตได้ โดยใช้ Property ดังนี้

Output =ซึ่งจะเป็นการส่งข้อมูลไปที่พอร์ต

Input =เป็นส่วนของการรับข้อมูลจากพอร์ต แต่ในส่วนนี้จะต้องนำคำสั่งไปเขียนที่ Event Property OnComm จะอยู่ใน Sub MSComm_OnComm ซึ่ง จะอ่านข้อมูลเข้ามาจากทางพอร์ต RS232 นั้นเอง

ตัวอย่าง

เช่นถ้าต้องการที่จะพิมพ์ข้อมูลส่งออกพร้อมๆกับขณะที่เราพิมพ์ไปด้วยคุณก็เพียงไปเขียนโค๊ดไว้ที่ Event KeyPress ของ Control TextBox ที่เราจะให้เป็นตัวส่งข้อมูลโดยเขียนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Sub txtRXTX_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    MSComm1.Output=Chr$(KeyAscii)
End Sub
```

ส่วนการใช้ Prooerty Input ต้องนำมาไว้ที่ Event OnComm ดังนี้

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
Dim StrData As Variant 'กำหนดชนิดตัวแปรเพราะต้องการให้เป็นอะไรก็ได้
    Str=MSComm1.Input
    Text1.Text=StrData
End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบ

4.1 กล่าวนำ

การออกแบบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนประมวลผลและส่วนวงจรควบคุม ซึ่งส่วนประมวลผลได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และคอมพิวเตอร์ ส่วนวงจรได้แก่ วงจรอ่านข้อมูลจากบัตรแถบแม่เหล็ก วงจรควบคุมอุปกรณ์โซลินอยด์ โดยการทำงานทั้งหมดได้แสดงโดยโครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมในรูปที่ 3.1 ซึ่งมีการทำงาน ดังนี้

รูปที่ 4.1 โครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมการเข้าโดยบัตรแม่เหล็ก

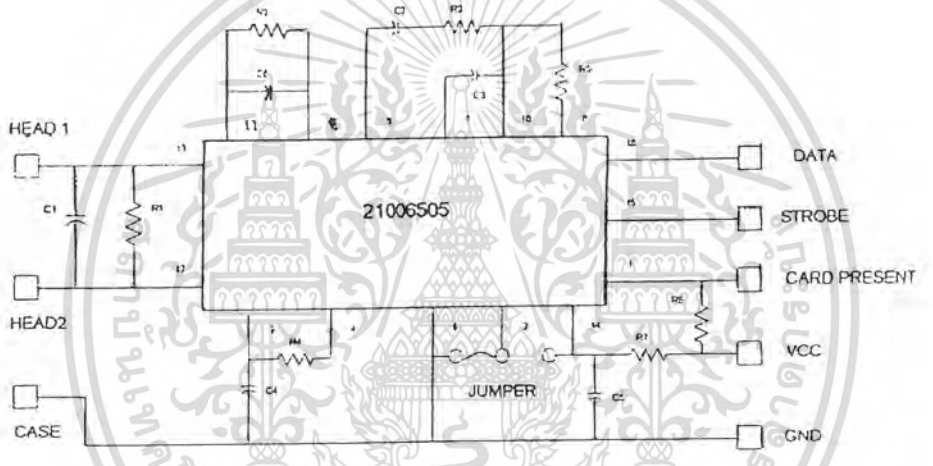
ส่วนของวงจรรับข้อมูลหัวอ่านแถบแม่เหล็ก จะต่ออยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ IC AT89S8252 หรือ AT89C52 เป็นตัวรับข้อมูลโดยผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS-232 และส่งสัญญาณข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลข้อมูล ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบการสร้างและการทำงานของระบบ โดยแยกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ส่วนวงจร (Hardware)
2. ส่วนโปรแกรม (Microcontroller)
   - Assembly
   - Visual Basic 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

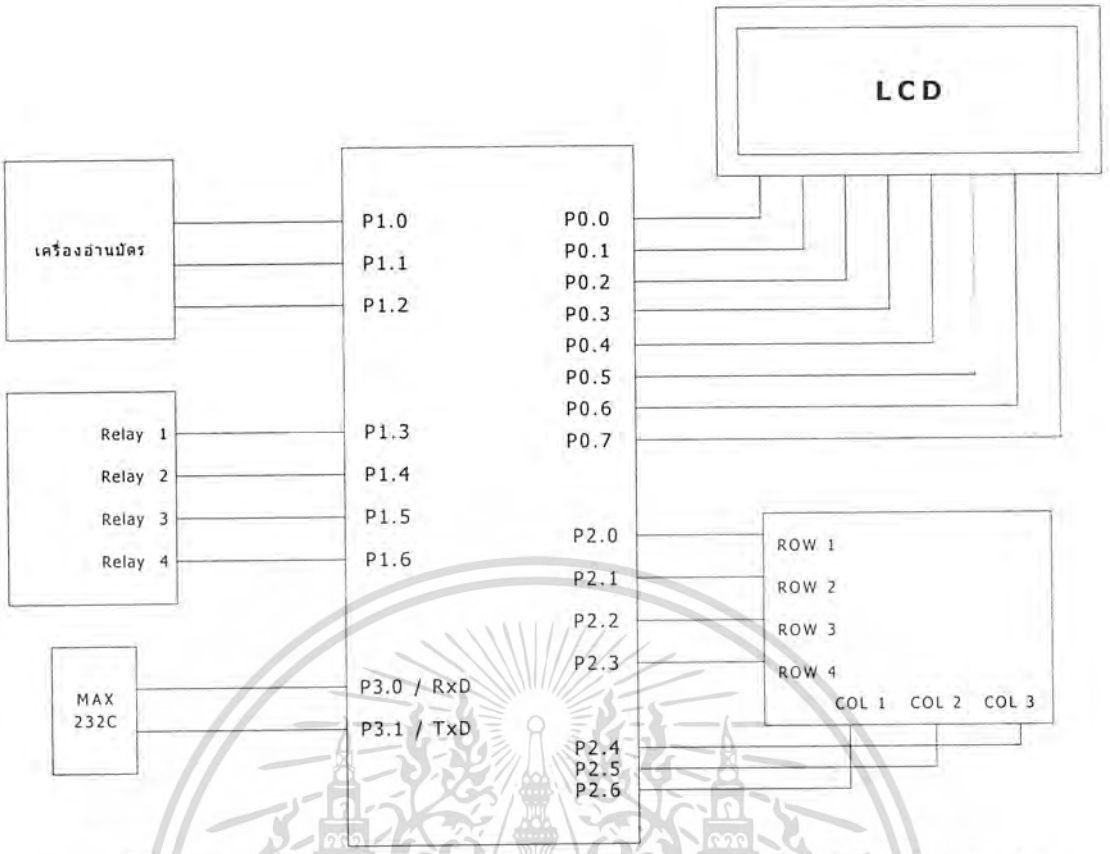
4.2 การออกแบบวงจร

วงจรรับข้อมูล ในวงจรรับข้อมูลจะใช้ IC 21006505 เป็นตัวทำการอ่านสัญญาณจากหัวเทปที่กำลังรูดผ่านบัตรแถบเหล็ก เมื่อสัญญาณจากหัวอ่านผ่านเข้าขา 12, 13 ของ IC โดยมี C1 และ R1 เป็น impedance matching ซึ่งใน IC จะประกอบด้วยวงจร Input Amplifier ซึ่งทำการขยายสัญญาณจากหัวเทปโดยมี R2 เป็นตัวกำหนด Gain การขยาย หลังจากนั้นสัญญาณที่ได้จะถูกป้อนผ่าน C2 , R3 ทำการ Coupling สัญญาณส่งไปยัง Summing Amp. ซึ่งทำการเปรียบเทียบระดับแรงดันให้ได้ระดับ "0" หรือ "1" ส่งผ่านไปยัง Schmitt Trigger เพื่อทำการเปลี่ยนระดับแรงดัน Pulse ให้มีค่าเป็นระดับแรงดัน TTL (0-5V) เพื่อจะส่งไปเข้าส่วนของ CPU เพื่อทำการ Decode สัญญาณต่อไป



รูปที่ 4.2 วงจรหัวอ่านบัตรแถบแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

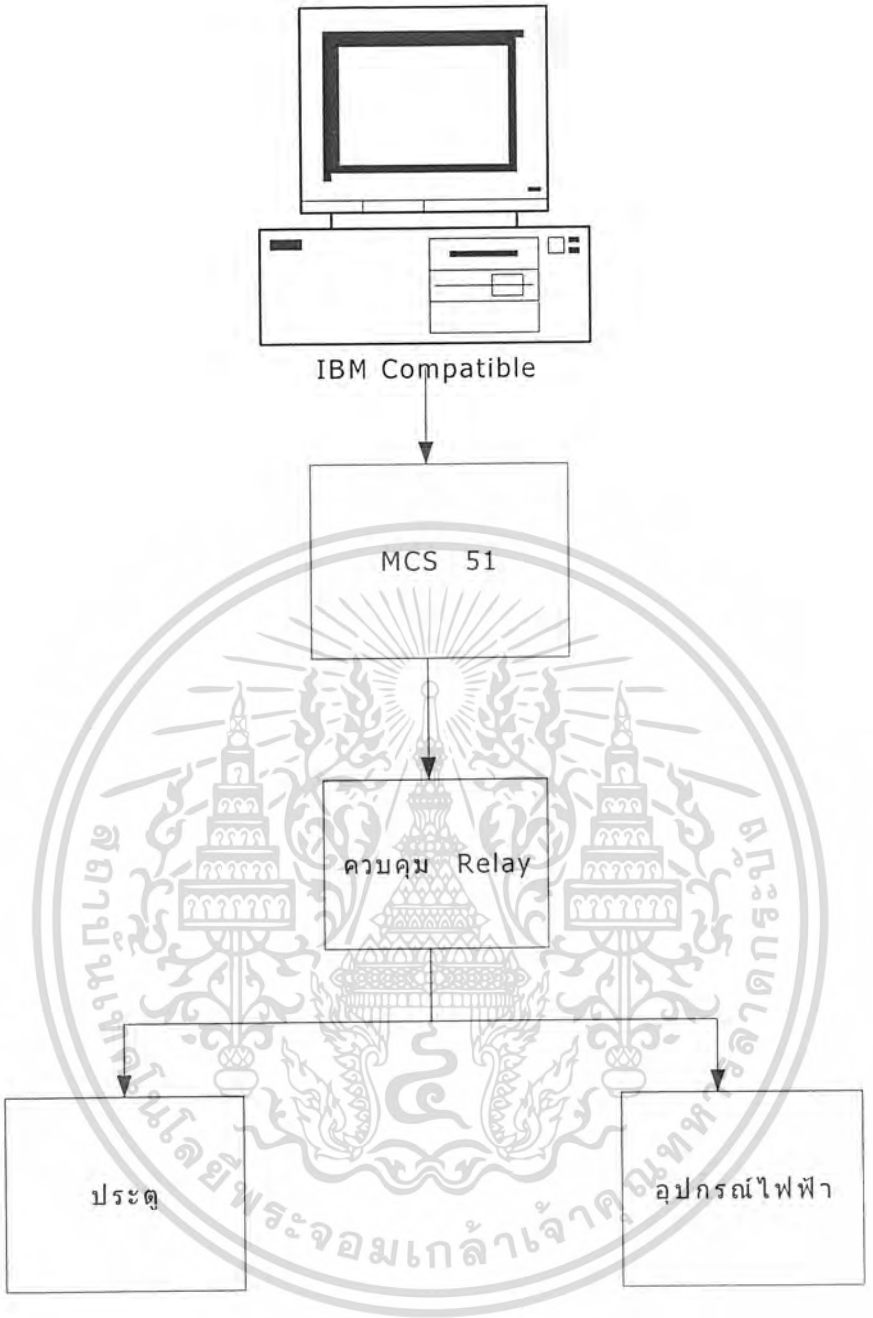


รูปที่ 4.3 วงจรเชื่อมต่อส่วนควบคุมการทำงานของระบบ และการต่อสายสัญญาณจาก เครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก

4.3 การออกแบบส่วนควบคุมไฟฟ้าและขดลวดโซลินอยด์

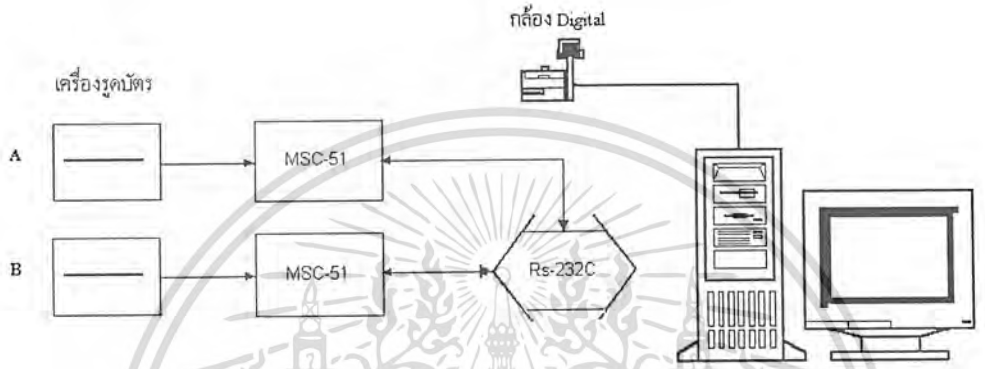
เมื่อคอมพิวเตอร์เช็ค PASSWORD ว่าถูกต้องจะส่งข้อมูล โดยผ่านการสื่อสารทาง RS-232C Computer แล้ว MCS-51 จะทำการประมวลผลแล้วส่งสัญญาณไปเปิดประตูในขณะเดียวกันก็จะเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงการทำงานของส่วนระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

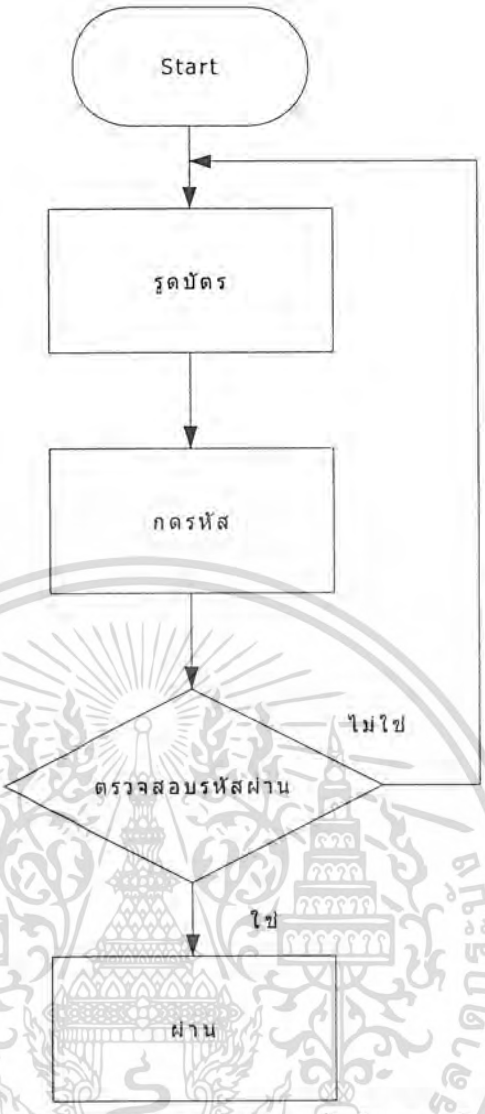


รูปที่ 4.5 แผนผังแสดงการทำงานของระบบ

4.4 การออกแบบ Soft Ware บน Board MCS-51

ใช้ภาษา Assembly ในการเขียนโปรแกรม โดยสามารถสั่งการไปยัง MCS-51 ได้ รูปแบบการใช้งานทั่วไปจะประกอบด้วย การอ้างอิงถึง Address ของ Memory ใน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แผนผังโปรแกรมควบคุมการทำงานบนไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมเริ่มทำงาน เมื่อมีการตั้งค่าต่าง ๆ ในการสื่อสารแบบอนุกรม เพื่อรอรับรหัสสัญญาณจากการรูดบัตรแถบแม่เหล็ก จนเมื่อมีการรูดบัตรแถบแม่เหล็ก โปรแกรมจะทำการอ่านรหัสข้อมูลที่เข้ามาแล้วทำการแปลงเป็นรหัสแอสกี และส่งข้อมูลไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผลและรอรับสัญญาณตอบรับข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อทำการควบคุมวงจรกำเนิดเสียงและวงจรควบคุมโซลินอยด์ จากนั้นไมโครโทรลเลอร์ก็จะไปรอรับสัญญาณที่เกิดจากการรูดบัตรใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 โครงสร้างและการทำงานของระบบ

ในหลักการทำงานของเครื่องรูดบัตรสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำเครื่องรูดบัตรติดตั้งที่ประตู เพื่อทำการตรวจเช็คจำนวนสมาชิกที่เข้ามา ติดตั้งระบบนิรภัยโดยยอมให้ผ่านเฉพาะคนที่กำหนด ซึ่งในขณะที่ทำงานอาจจะให้คนมาคอยทำการตรวจเช็คเท่านั้น หลักในการทำงาน คือ การใช้บัตรที่มีแถบแม่เหล็กมาผ่านการบันทึกข้อมูลและติดตั้ง Password เพื่อนำไปใช้งาน โดยมีโซลินอยด์ เป็นตัว Operate ในรูปที่ 3.8 จะแสดงลำดับการทำงานของระบบ

4.6 ขั้นตอนการทำงาน

การเพิ่มข้อมูล (Add Data) นำบัตรที่มีแถบแม่เหล็กมารูดที่เครื่องรูดบัตรซึ่งเชื่อมโยงอยู่กับ MCS-51 โดย MCS-51 จะนำค่าที่ได้จากบัตรซึ่งอยู่ในรูปของ Assembly ส่งไปยังคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์จะมีโปรแกรมที่ใช้เฉพาะในการบันทึก ข้อมูลที่ได้รับ โดยที่เราจะต้องกำหนด Password เพื่อทำการเก็บข้อมูลที่ได้ลงในฐานข้อมูล และทำการ บันทึกข้อมูล

การควบคุมการเข้าออก

1. นำบัตรมารูดที่เครื่องอ่านบัตร MCS-51 จะทำหน้าที่อ่านข้อมูลของบัตรและทำการส่งข้อมูลบัตรไปยังคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบข้อมูลของบัตร และเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลนั้นออกมา (ในกรณีที่มีข้อมูลของบัตรอยู่ในฐานข้อมูล)

2. ทำการกด Password จาก Keyboard เพื่อทำการส่งรหัสไปยังคอมพิวเตอร์ ตัวประมวลผลของคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจเช็ครหัสว่าตรงกันกับฐานข้อมูลหรือไม่หลังจากนั้นคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลมายัง MCS-51 เพื่อบอกว่ารหัสตรงกันหรือไม่ เพื่อส่งสัญญาณไปควบคุม โซลินอยด์

3. คอมพิวเตอร์จะทำการบันทึก วัน เวลา ลงในฐานข้อมูลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การออกแบบทางด้าน Soft Ware

การเขียนโปรแกรมควบคุมแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การเขียนโปรแกรมควบคุมบน Computer โดยใช้ Visual Basic version 6 และเขียนโปรแกรมบน Board Micro-controller ควบคุมการเข้า-ออก ซึ่งสามารถออกแบบได้ดังต่อไปนี้

4.7.1 การออกแบบทางด้าน Software ส่วนที่ทำงานบน PC

โดยปกติวิธีการสร้างฐานข้อมูลที่นำมาใช้งานในวิชวลเบสิกทำได้ 3 วิธี คือ

1. สร้างโดยอาศัยฐานข้อมูลของระบบจัดการฐานข้อมูลนั้น

โดยหากต้องการใช้ฐานข้อมูลของ dBase ก็ใช้เครื่องมือของ dBase เป็นตัวสร้างหรือหากต้องการฐานข้อมูลของ Paradox ก็ใช้โปรแกรม Paradox เป็นตัวสร้างฐานข้อมูล

2. ใช้โปรแกรม Visual Data manager

โปรแกรมนี้มีอยู่ในส่วนของ Visual Basic อยู่แล้วซึ่งใช้สร้างฐานข้อมูลในรูปแบบของ Jet 1.1 หรือ Access โดยตัวโปรแกรมสามารถทำได้เพียงลบหรือเพิ่มข้อมูลได้เท่านั้น ไม่สามารถทำการแก้ไขข้อมูลหรือเปลี่ยนแปลงรายละเอียดที่มีอยู่แล้วได้

3. ใช้ Data Control

Data Control เป็น Control ประเภทหนึ่งที่สามารถจัดใน Form ของ Visual Basic ได้ และใช้ในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม

การสร้างฐานข้อมูล

ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่สามารถทำได้ดังนี้

1. ต้องกำหนดตัวแปรสำหรับฐานข้อมูลนั้นขึ้นมาก่อน โดยให้มีประเภทเป็นออปเจ็คฐานข้อมูล หรือ Database เช่น Dim Data As Database

2. ใช้คำสั่ง Set ร่วมกับฟังก์ชัน Create Database เพื่อกำหนดค่าให้กับตัวแปรชนิดฐานข้อมูลดังตัวอย่าง เช่น Set Data = Create Database (C:\

กำหนดวิธีการติดต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล

การทำงานกับฐานข้อมูลใน Visual Basic นั้นจะต้องกำหนดรายละเอียดและวิธีการติดต่อกับระบบจัดการกับฐานข้อมูล ซึ่งทำได้โดยกำหนด Workspace Object เช่น

```
Dim  wrkWork  As  Workspace
Set wrkWork  =  DBEngine.Workspace(0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดฐานข้อมูล

ก่อนที่จะจัดการกับฐานข้อมูลที่อยู่ภายในฐานข้อมูลได้นั้นต้องการเปิดข้อมูลที่ต้องการก่อน ซึ่งทำได้โดยการเรียกใช้ฟังก์ชัน OpenDatabase จาก Workspace Object แล้วกำหนดรายละเอียดของฐานข้อมูลที่ต้องทำงาน สำหรับรูปแบบการเปิดฐานข้อมูลเป็นดังนี้

Set database = workspace.OpenDatabase(dbname,option,read-only,connect)

Database	ตัวแปรฐานข้อมูล
Dbname	ตัวแปรหรือค่าคงที่ที่กำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลของฐานข้อมูล
Option	กำหนดสถานะของฐานข้อมูลที่จะเปิดว่าเป็นแบบใช้คนเดียว(True)หรือใช้งานร่วมกับคนอื่น(False)
Read-only	กำหนดสถานะของฐานข้อมูลที่จะเปิดว่าสามารถแก้ไขข้อมูลได้หรือไม่ ปกติมีค่าเป็น False คือสามารถแก้ไขข้อมูลได้ ถ้าไม่ต้องการให้มีการแก้ไขข้อมูลกำหนดให้เป็น True
Connect	ตัวแปรหรือค่าคงที่ที่จะใช้เมื่อต้องการจะเปิดฐานข้อมูลภายนอก (External Database) ที่ไม่ใช่ MS access หรือกำหนดรายละเอียดในการติดต่อเพิ่มเติม

4.8 กำหนดชื่อแฟ้มของฐานข้อมูล (Databasename)

เป็นการระบุชื่อแฟ้มฐานข้อมูล รวมทั้งตำแหน่งหรือไดเร็กทอรี่ที่ต้องการ ในลักษณะเช่นเดียวกับการระบุชื่อแฟ้มข้อมูลทุกประการ

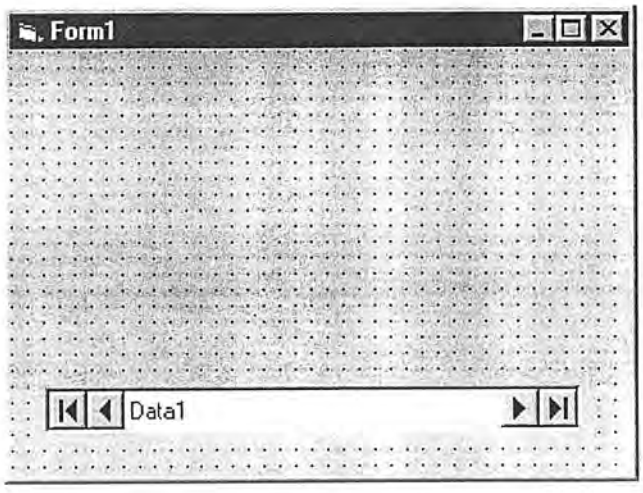
การใช้ Data Control นั้นมีข้อดีอยู่ว่าใช้งานค่อนข้างง่าย เพราะมีลักษณะการใช้เหมือน Control ประเภทอื่น ๆ เช่น คอนโทรลแสดงและรับตัวอักษร (Text Box) Data Control มีลักษณะแสดงเป็นฟอร์มเพื่อเป็นการตอบโต้กับผู้ใช้โดยตรง ซึ่งเกิดเป็นเหตุการณ์ขึ้นกับ Data Control นั้น ๆ

4.9 การใช้งาน Data Control

วิธีการใช้ Data Control ในการจัดการกับฐานข้อมูลมีดังนี้

1. กำหนด Data Control ขึ้นในฟอร์มที่เราต้องการจะใช้ จะได้ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แบบฟอร์ม Data Control

2. จากนั้นกำหนดคาคุณสมบัติ (property) ที่สำคัญบางตัวที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล

ตารางที่ 4.1 กำหนดค่าคุณสมบัติ

คุณสมบัติ	ความหมาย
Databasename	เพื่อบอกว่าเราต้องการจะใช้ดาต้าคอนโทรลนี้กับข้อมูลตัวใด โดยระบุชื่อฐานข้อมูลนั้นเลย
Recordsource	สำหรับกำหนดค่าที่จะกำหนดให้คุณสมบัติตัวนี้ อาจจะกำหนดเป็นชื่อของตาราง (table) ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลที่เรากำหนดใน databasename

คุณสมบัติ	ความหมาย
Read-Only	กำหนดให้เป็น True หากต้องการจะเปิดใช้ฐานข้อมูลให้อ่านเพียงอย่างเดียว โดยค่าเริ่มต้นที่กำหนดจะเป็น false
Connect	เป็นการระบุว่าฐานข้อมูลที่เราจะใช้นั้น เป็นฐานข้อมูลแบบใดเป็น MS-Access หรือว่าเป็น Dbase หรือว่าเป็นฐานข้อมูลภายนอกที่ต้องผ่าน ODBC ซึ่งค่าที่กำหนดในที่นี้ จะเหมือนกับค่าพารามิเตอร์ Connect ที่เราต้องกำหนดในตอนสั่ง OpenDatabace
Exclusive	กำหนดว่าเป็น True หรือ False เท่านั้น ซึ่งจะหมายถึงว่าฐานข้อมูลที่กำหนดให้กับดาต้าคอนโทรลตัวนี้เราต้องเปิดแบบให้ใช้คนเดียว (กำหนดให้เป็น True) หรือต้องการที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลร่วมกับผู้อื่นหรือดาต้าคอนโทรลตัวอื่น (กำหนดให้เป็น False)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กำหนดคอนโทรลอื่น ๆ ขึ้นบนฟอร์ม เพื่อใช้เป็นที่แสดงข้อมูลในฐานข้อมูล หรือรับข้อมูลผู้ใช้กลับเข้าไปในฐานข้อมูล ซึ่งในวิชวลเบสิกนี้จะมีคอนโทรลต่าง ๆ ดังนี้

คอนโทรลแสดงและรับตัวอักษร (Text Box)

คอนโทรลตัวนี้จะผูกกับฟิลด์ข้อมูลหลาย ๆ ประเภท เช่น ฟิลด์ชนิดตัวอักษร (Text) และตัวเลขฝนลักษณะต่าง ๆ

คอนโทรลแสดงตัวอักษร (Label)

ใช้ได้กับฟิลด์หลาย ๆ ประเภทเหมือนคอนโทรลแสดงและรับตัวอักษร แต่ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลที่แสดงนั้นได้

คอนโทรลสำหรับเลือก (Check Box)

จะใช้ได้กับข้อมูลประเภทตรรกะ (Boolean) เท่านั้น ซึ่งหากในฟิลด์มีค่าเป็นจริง (True) คอนโทรลจะแสดงในรูปของการถูกเลือก

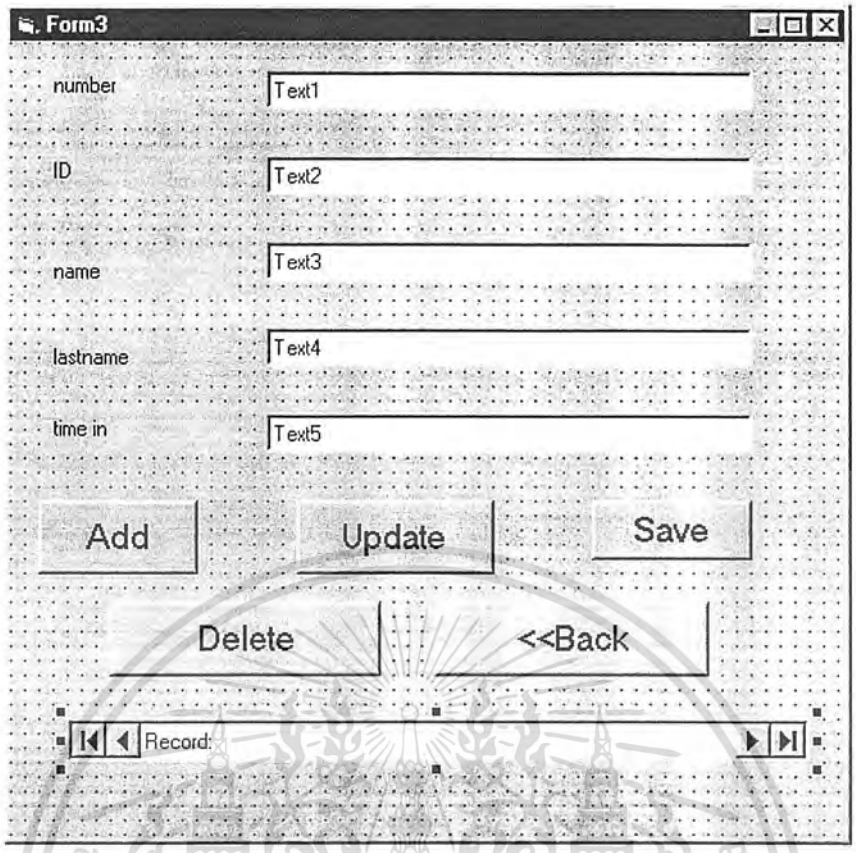
คอนโทรลแสดงรูป (Picture Box)

จะใช้ผูกเข้ากับฟิลด์ข้อมูลประเภทรูปภาพเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นฟิลด์ประเภทบันทึก (memo) หรือ Long Binary

คอนโทรลแสดงและรับตัวอักษรแบบควบคุม (Masked Edit)

ใช้กับฟิลด์ประเภทต่าง ๆ โดยเราสามารถจัดการรูปแบบการแสดงผลและรับตัวอักษรกลับตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 การออกแบบคอนโทรล

4.10 รูปแบบการใช้ฟังก์ชั่น Seek

Seek เป็นการหาข้อมูล หรือเรคคอร์ดที่ต้องการ โดยค้นหาจากดรรชนี แต่มีข้อจำกัดคือ จะใช้ได้กับออปเจ็คประเภทตารางเท่านั้น

ตัวอย่างรูปแบบการใช้

```
recordset.Index = index_name
recordset.Seek  = comparison_operate.comparison_value
```

index_name	คือตัวแปรค่าคงที่ที่เป็นชนิดตัวอักษร มีค่าเป็นชื่อของดรรชนี
comparison_operater	เป็นตัวแปรหรือค่าคงที่ชนิดตัวอักษร ระบุวิธีการเปรียบเทียบจะกำหนดได้เพียง =, <>, >, <, >=, =< เท่านั้น
comparison_value	เป็นตัวแปรชนิดของฟิลด์ที่ต้องการค้นหา

การอ่านค่าหรือกำหนดค่าของฟิลด์ในเรคคอร์ดในตำแหน่งนั้น

เมื่อระบุตำแหน่งที่ต้องการได้แล้ว เราจะอ่านค่าของฟิลด์ต่าง ๆ ในเรคคอร์ดตำแหน่งนั้นได้ หรือทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าของฟิลด์ในตำแหน่งนั้นให้เป็นตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีง่ายต่อการระบุค่าที่อยู่ในฟิลด์ ทำได้โดยอ้างถึงชื่อฟิลด์ที่ต้องการ ด้วยรูปแบบดังนี้

```
recordset.field(field_name).value
```

วิธีการกำหนดค่าให้กับฟิลด์

หากมองว่าในออปเจ็คเร็คคอร์ดเซ็ท ก็เป็นเหมือนตัวแปรใด ๆ ตัวหนึ่ง วิธีการกำหนดค่าก็ทำได้ลักษณะเดียวกับตัวแปรชนิดอื่น ๆ ต่างกันเพียงวิธีการอ้างฟิลด์เท่านั้น

ดังรูปแบบ

```
recordset.Fields(fields_name).value = value
```

ตัวอย่างเช่น

```
recordset.Fields(Firstname).value = "สมชาย"
```

การเพิ่มข้อมูลใหม่

วิธีการเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าไปในเรคคอร์ดเซ็ทนั้น ต้องเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานกับออปเจ็คเรคคอร์ดเซ็ทนั้น ๆ 2 ฟังก์ชันด้วยกัน คือ AddNew และ Update โดยมีรูปแบบการใช้ฟังก์ชันดังนี้

recordset.AddNew เป็นการสั่งให้เพิ่มเรคคอร์ดว่าง ๆ หนึ่งเรคคอร์ดแล้วตามด้วยคำสั่ง สำหรับกำหนดค่าให้กับฟิลด์ต่าง ๆ ตามต้องการ

การแก้ไขข้อมูลเดิม

ทำได้โดยต้องเรียกการทำงานฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชัน แต่ต้องเลื่อนตำแหน่งไปยังข้อมูลที่ต้องการแก้ไขเสียก่อน โดยอาจใช้ Move, Find, Bookmark

```
recordset.Edit                    'ประกาศว่าเริ่มแก้ไขข้อมูลที่ตำแหน่งตัวชี้
'กำหนดค่าให้กับฟิลด์ที่ต้องการเปลี่ยนค่า
recordset.Fields(Field_name) = new_value
.....
Recordset.update                  'สั่งให้เปลี่ยนข้อมูลในฐานข้อมูลได้
```

การลบข้อมูล

ให้เรียกฟังก์ชันการทำงาน Delete กับเรคคอร์ดเซ็ทนั้น โดยเลื่อนตำแหน่งไปยังเรคคอร์ดเซ็ทที่ต้องการเสียก่อน โดยมีรูปแบบการใช้งานดังนี้ recordset.Delete

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

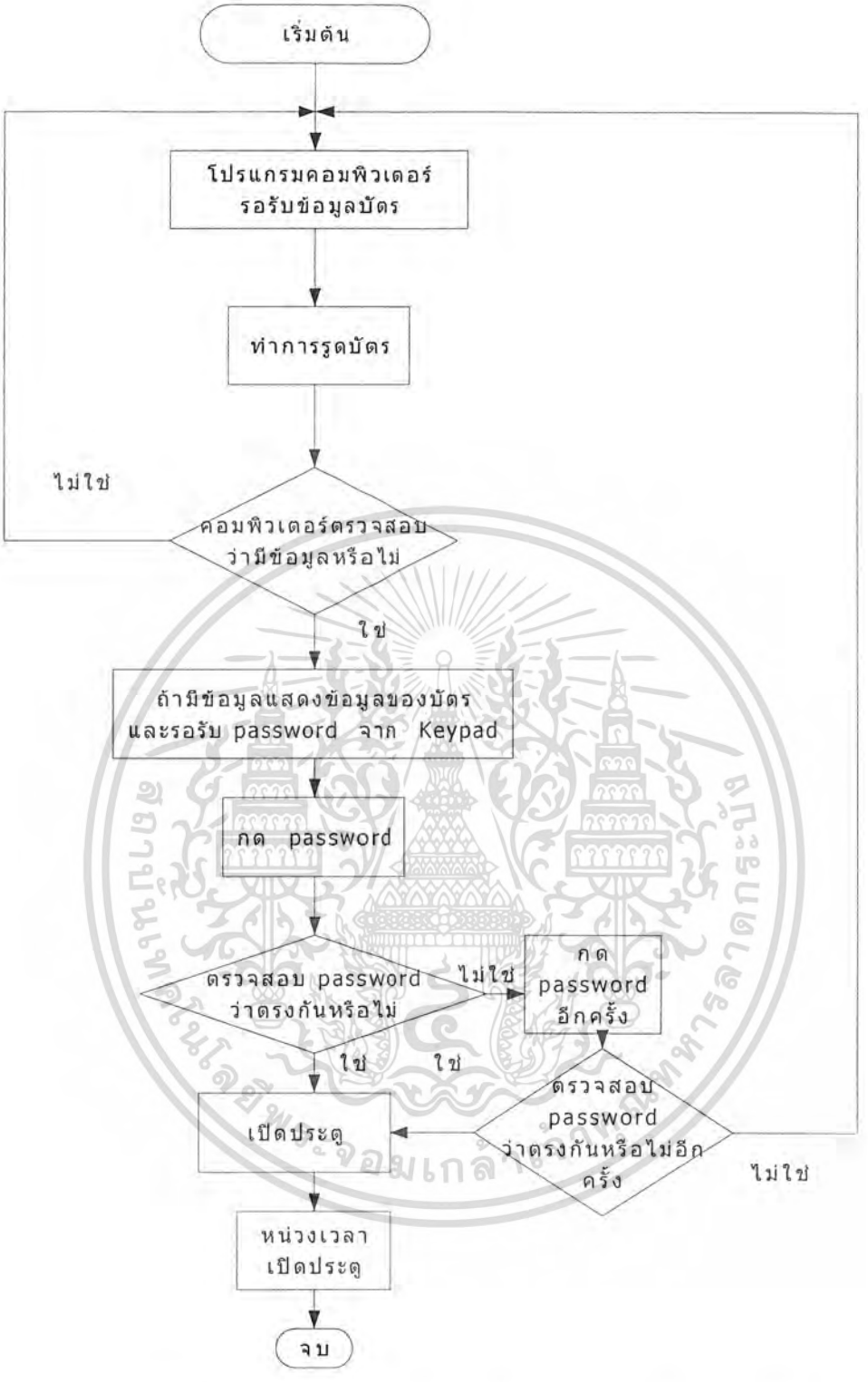
โปรแกรมเริ่มทำงานเมื่อมีข้อมูลส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทำการตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ เมื่อทำการตรวจสอบเสร็จสิ้นแล้ว หากข้อมูลถูกต้องโปรแกรมจะทำการบันทึกเวลาแล้วแสดงผล จากนั้นจะส่งสัญญาณตอบรับกลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อสิ้นสุดการทำงานโปรแกรมควบคุมจะกลับสู่สภาวะการทำงานเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง

โปรแกรมเริ่มทำงาน เมื่อมีการตั้งค่าต่าง ๆ ในการสื่อสารแบบอนุกรม เพื่อรอรับรหัสสัญญาณจากการรูดบัตรแถบแม่เหล็ก จนเมื่อมีการรูดบัตรแถบแม่เหล็ก โปรแกรมจะทำการอ่านรหัสข้อมูลที่เข้ามาแล้วทำการแปลงเป็นรหัสแอสกี และส่งข้อมูลไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผลและรอรับสัญญาณตอบรับข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อทำการควบคุมวงจรกำเนิดเสียงและวงจรควบคุมโซลินอยด์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะไปรอรับสัญญาณที่เกิดจากการรูดบัตรใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 Flow Chart แสดงขั้นการทำงานของเครื่องบัตรเครื่องที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 Flow Chart แสดงขั้นการทำงานของเครื่องบัตรเครื่องที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 Flow Chart แสดงขั้นตอนการ ADD ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

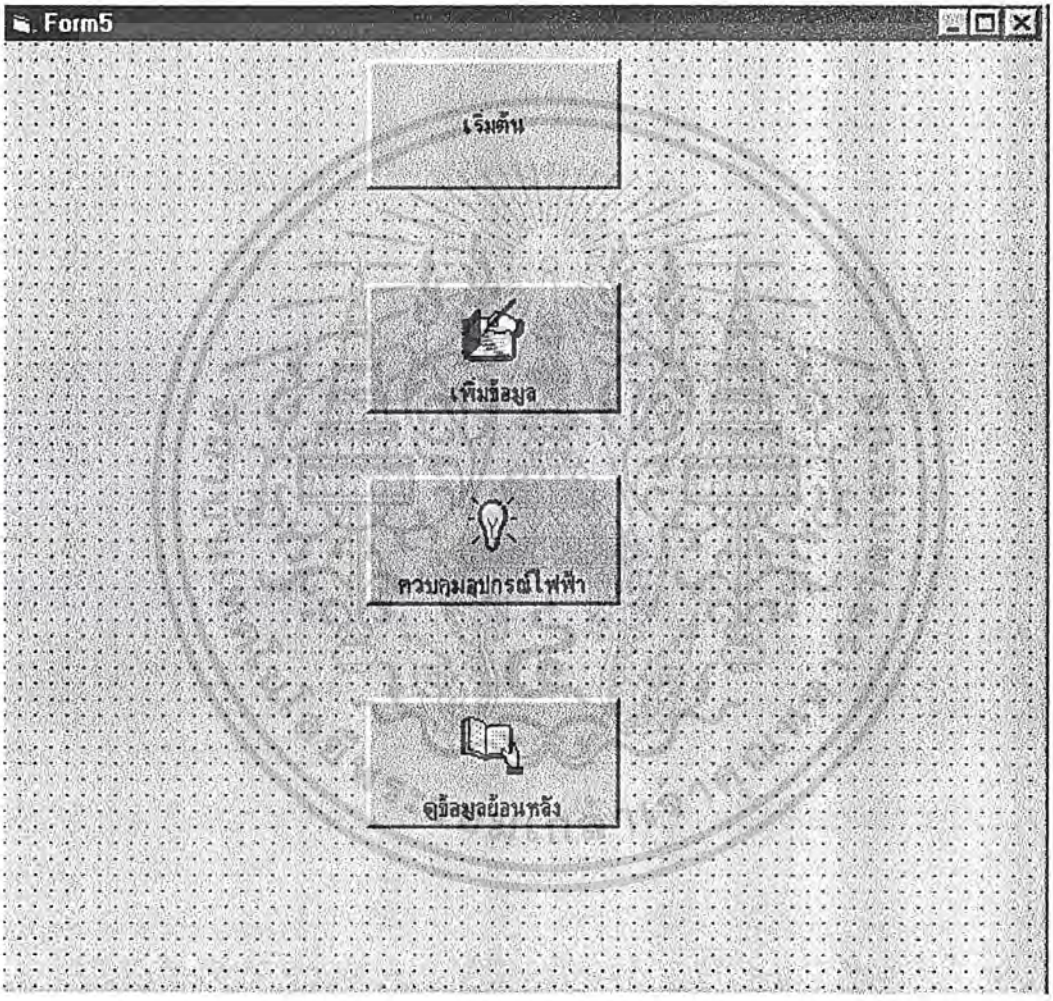
รูปที่ 4.12 Flow Chart แสดงขั้นตอนการ Search ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลอง

5.1 การเข้า MENU เริ่มต้น

5.1.1 รันโปรแกรมโดยการกดข้อมูลเริ่มต้นเพื่อเข้าสู่ ฟอร์มเริ่มต้นของการรักษาความปลอดภัย จะได้ดังรูปที่ 5.1

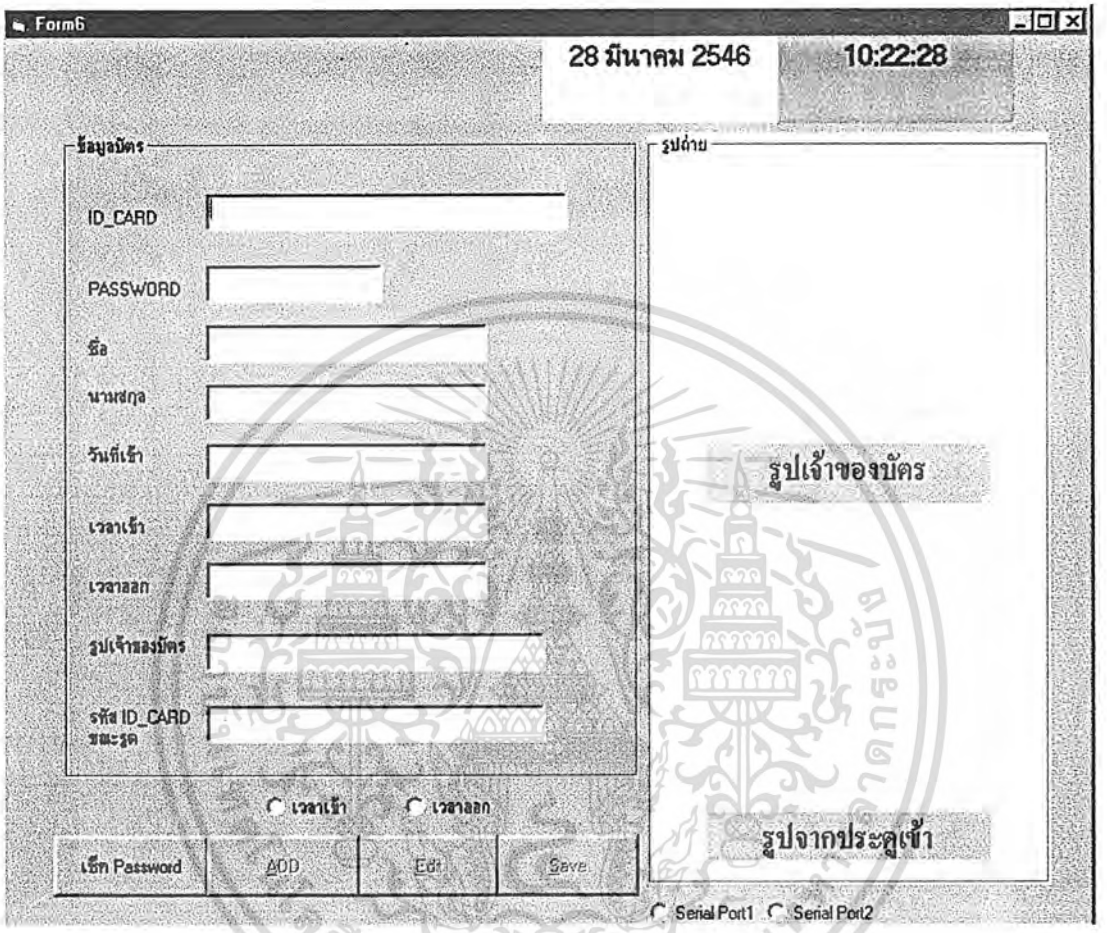


รูปที่ 5.1 เป็น Menu เข้าสู่ระบบการทำงานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 แสดงการทำงานเมื่อเลือก MENU เริ่มต้น

5.2.1 เมื่อเลือกที่ MENU เริ่มต้นแล้วจะเข้าสู่ฟอร์มการรักษาความปลอดภัย ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงรูปแบบของ Form เมื่อเข้าสู่เมนูเริ่มต้น

2.2 เมื่อทำการรูดบัตรไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลของบัตรผ่านเข้ามาทาง RS_232C เข้ามายังคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นก็กด PASSWORD เข้ามายังคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบว่า PASSWORD ตรงกับฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าตรงก็จะเปิดฐานข้อมูลของบุคคลคนนั้นแล้วจึงส่งสัญญาณไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจึงหน่วงเวลาการเปิดประตู ส่วนในกรณีที่เราทำการใส่รหัสไม่ถูกต้องนั้น จะต้องกลับไปเริ่มต้นใหม่และจะได้ From ดังรูปที่ 5.2

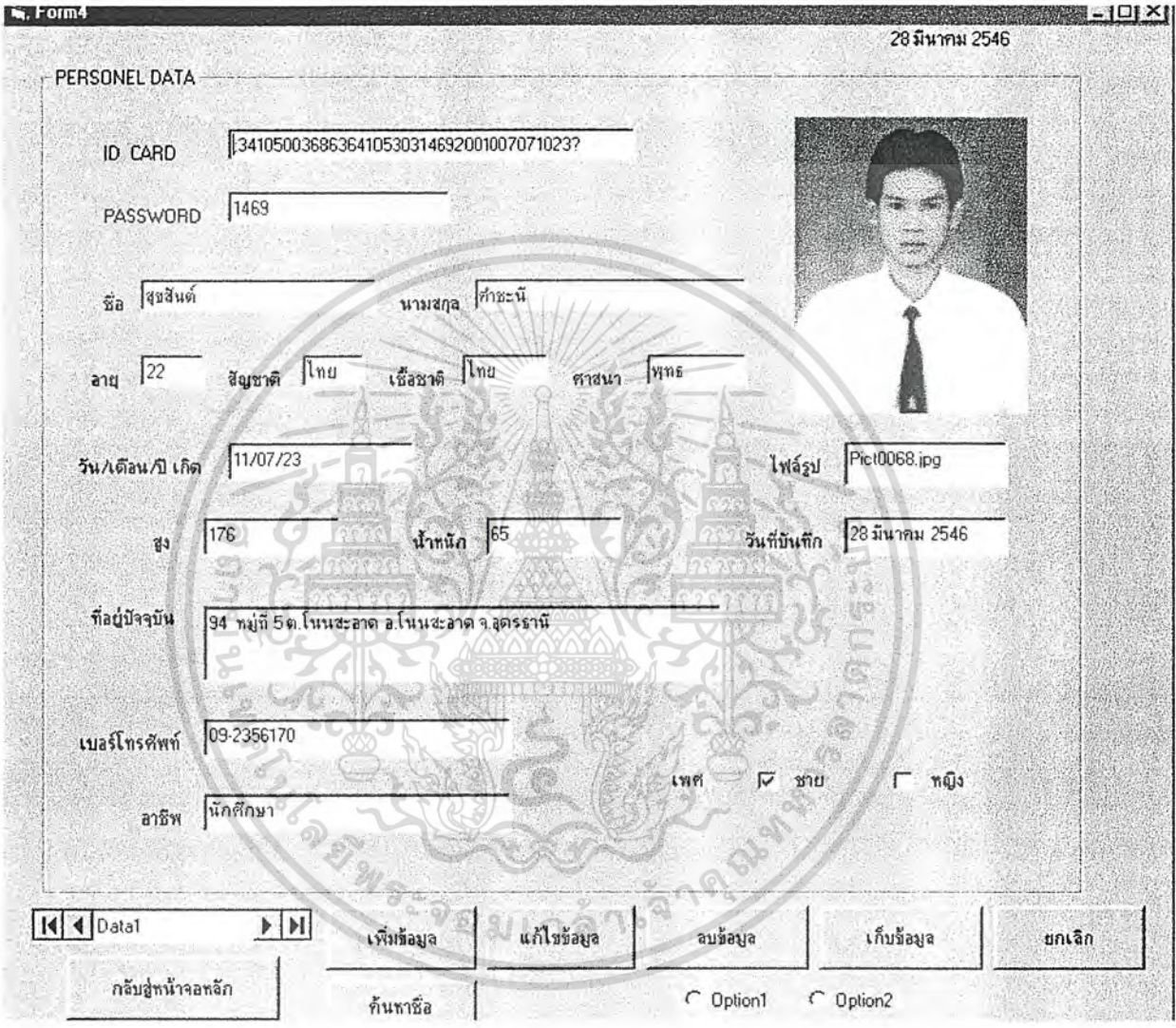
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ทำการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล โดยการกดปุ่มเพิ่มฐานข้อมูล

5.3.1 กดปุ่ม ADD เพื่อ เคลียร์ข้อมูลหน้าจอ

5.3.2 ทำการรูดบัตรและเขียนข้อมูลของเจ้าของบัตร

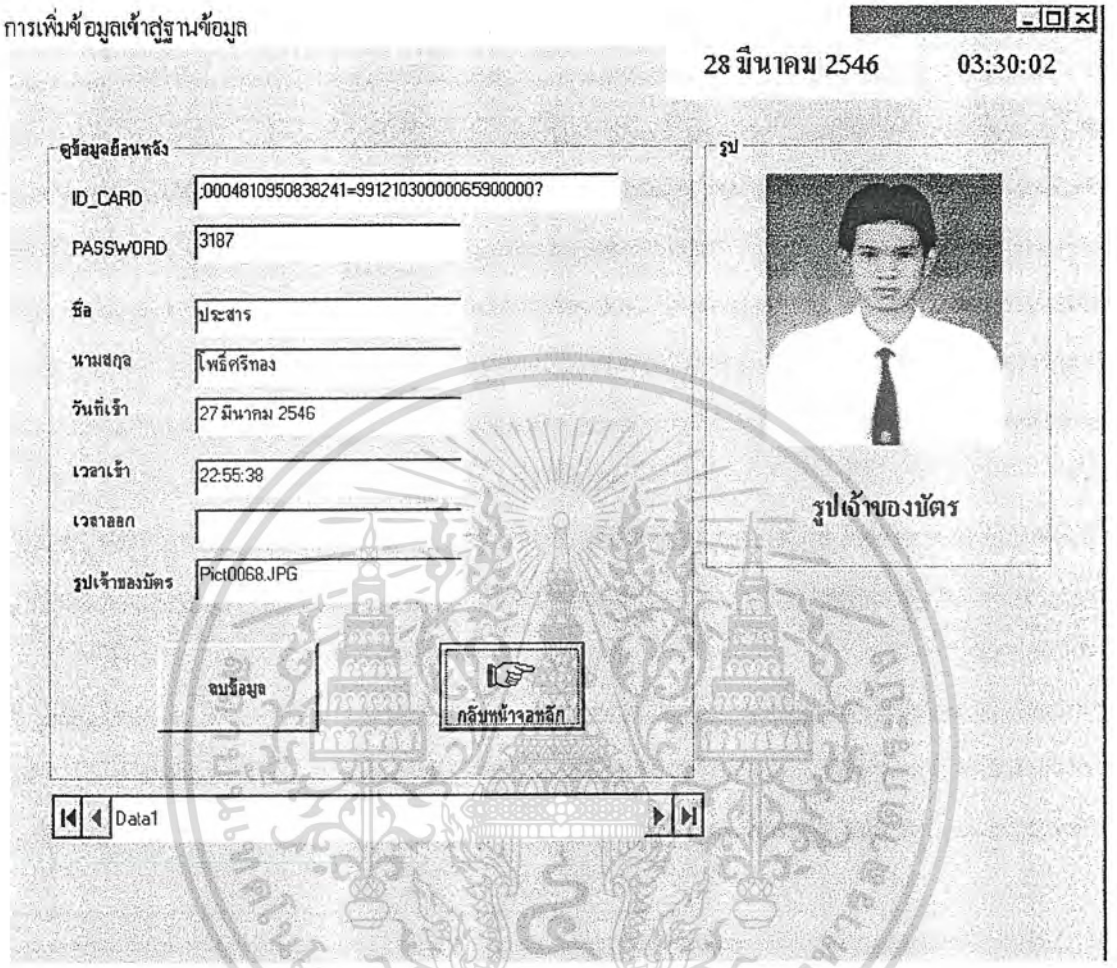
5.3.3 แล้วทำการบันทึกข้อมูลของบัตร



รูปที่ 5.3 แสดงการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 เมื่อกดดูข้อมูลย้อนหลัง



รูปที่ 5.4 Formการดูข้อมูลย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไข

6.1 บทสรุป

การทำงานของระบบรักษาความปลอดภัยโดยใช้บัตรแม่เหล็ก สามารถประยุกต์กับไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 โดยใช้ร่วมกับ RS-232C โดยมีหลักการการทำงานของระบบดังนี้ เราจะใช้ข้อมูลในบัตรแม่เหล็กมาเป็นฐานข้อมูลในการเก็บข้อมูลของบุคคลนั้นๆ แล้วบุคคลนั้นจะมี PASSWORD ประจำตัวในการที่จะใช้เป็นตัวผ่านการเข้า-ออกภายในอาคาร เมื่อทำการรูดบัตรข้อมูลจากบัตรจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ ข้อมูลจากบัตรจะเป็นตัวดึงฐานข้อมูลของบุคคลนั้นๆ ออกมาแสดงที่หน้าจอ หลังจากนั้นเจ้าของบัตรจะทำการกด PASSWORD แล้ว PASSWORD จะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะเป็นตัว CHECK ว่า PASSWORD ถูกต้องไหมถ้าถูกต้องก็จะไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการหน่วงเวลาเปิดประตู

6.2 ปัญหาที่พบและวิธีแก้ไข

6.2.1 ข้อมูลที่ถูกส่งไปยัง คอมพิวเตอร์ โดยผ่านRS-232 การส่งข้อมูล ทำให้ข้อมูลที่ถูกส่งไปไม่ครบ และอาจเกิดการสูญหาย แนวทางแก้ไขในการส่งข้อมูลจะต้องมีการหน่วงเวลาในการส่งข้อมูลแต่ละครั้ง

6.2.2 ระบบรักษาความปลอดภัยยังไม่ปลอดภัยเพียงพอถ้าบุคคล บุคคลนั้นให้บัตรคนอื่นและบอก Password คนนั้นมาแค่เทียบรูปจากฐานข้อมูลกับรูปกล้องไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นบุคคลบุคคลเดียวกันถ้าจะให้ปลอดภัยมากกว่านี้ต้องนำรูปจากกล้องและรูปจากฐานข้อมูลมาแสกนแต่ละจุด โดยใช้ Image Processing

6.2.3 ถ้ามีคนผ่านเข้าออกประตูอาจจะต้องรอนานกว่าประตูจะเปิดเพราะกว่าข้อมูลจะถูกส่งมายังคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบว่าบุคคลนั้นว่ามีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลนั้นหรือไม่ ถ้าฐานข้อมูลนั้นมีจำนวนน้อยก็ไม่ค่อยมีปัญหา แต่ถ้าฐานข้อมูลนั้นมีจำนวนมากก็อาจทำให้ช้ากว่าจะเจอข้อมูลของบุคคลนั้น วิธีแก้ไขควรจะแบ่งเซตของฐานข้อมูลเพื่อเพิ่มความเร็วในการค้นหาข้อมูล

6.2.4 ควรคำนึงถึงขนาด hard disk ในการเก็บข้อมูลว่าเพียงพอไหมกับจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่จะเก็บ เพราะต้องสำรอง hard disk ไว้เก็บวันเวลาเข้า-ออกอาคารของบุคคลนั้นเพื่อดูข้อมูลย้อนหลังการเข้า-ออกภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีต้องขอขอบพระคุณ ผศ.สุชาติ คูณทวีเทพ ที่ให้การแนะนำที่ดีเสมอมา รวมทั้งต้องขอบคุณ บิดา และมารดาที่คอยให้กำลังใจ และคอยสนับสนุนเรื่องเงินมาโดยตลอด

นายนิพนธ์ จิระพัฒน์พิศาล
นายประสาร โพธิ์ศรีทอง
นายปรัชญา ทรรศนีย์กุลกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAGTEK

Application Note - RS-232 Interface

RS-232 Interface

The most common serial interface used today by computer manufacturers is the RS-232 interface. It was originally issued in 1969 by the EIA (Electronics Industries Association) for a single purpose: to interconnect terminals (Data Terminal Equipment -DTE). When RS-232 is used to interface terminals to modems (Data Communication Equipment -DCE), it is simply connecting respective pins on the two devices (modem and terminal). However, RS-232 is often used to interconnect terminals to terminals or computers to peripheral equipment, and this interface connection requires special considerations.

The RS-232 is a pluggable signal interface located between the Host Device and Mag-Tek product. It consists of a cable (preferably no longer than 50 feet) and a D-shaped 9- or 25-pin connector. There are 25 pins in the specification, but almost all Mag-Tek products employ fewer than nine of these signals. Two signals are required for operation. The others are optional.

All signals in the specification are defined with respect to the DTE. For example, Transmit Data on the DTE connects to Transmit Data on the DCE. Thus when two DTE units are connected together, a null modem cable is required.

The following describes each Signal's function (see RS-232 Connectivity table for its proper connection).

Required Signals

Signal Ground

Signal Ground is basic in all RS-232 interfaces. Signal Ground is the reference for all signals. Signal Ground must be connected between the two devices.

Transmit and Receive Data (TXD / RXD)

Transmitted Data (TXD) is used to transmit data from one device to the other. The data is received by Receive Data (RXD).

Optional Signals

Protective Ground

Protective Ground may not be required in a product that does not contain metal chassis parts.

Request To Send and Clear To Send (RTS / CTS)

The Mag-Tek Device sends a control signal, Request to Send (RTS) to the Host Device, informing the Host Device that it is ready to send data. This signal is received by the Clear To Send (CTS) on the Host Device. In response to the RTS signal, the Host Device sends a CTS from its RTS allowing the Mag-Tek Device to proceed with transmission of data.

Data Terminal Ready and Data Set Ready (DTR / DSR)

The Mag-Tek Device sends Data Terminal Ready (DTR) to indicate that it is ready. The Host Device receives the DTR on Data Terminal Ready (DSR). Likewise the Host sends the DTR to the Mag-Tek Device, DSR. DTR is frequently used to indicate that power is applied.

Optional Signal Implementation

The following Procedures are described for the user whose devices do not implement DSR / DTR and / or RTS / CTS.

DTR / DSR Not Implemented

When DTR / DSR is not being employed in the Host Device, connect DTR to DSR in the end of the cable that connects to the Mag-Tek Device.

RTS / CTS Not Implemented

When RTS / CTS is not being employed in the Host Device, connect RTS to CTS in the end of the cable that connects to the Mag-Tek Device. Note: When this is done, the data characters will be transmitted the Host Device at full speed. Therefore the Host Device must be able to accept all the characters at the selected communications rate.

RS-232 Connectivity

Mag-Tek Device	DB25	DE9	Host Device	DB25	DE9
Signal GND	7	5	Signal GND	7	5
Protective GND	1			1	
TXD	2	3	RXD	3	2
RXD	3	2	TXD	2	3
RTS	4	7	CTS	5	8
CTS	5	8	RTS	4	7
DSR	20	6	DTR	6	4
DTR	6	4	DSR	20	6

MAGTEK
20725 South Annalee, Carson, CA. 90746
Phone: (310) 631-8602, Fax (310) 631-3956
http://www.magtek.com
P/N 99875064-1, 3/97 © Copyright 1997, Mag-Tek, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAGTEK

Application Note - Character Conversion

Track 1 Character Set

	Card Data							ASCII			
Character	P	B_6	B_5	B_4	B_3	B_2	B_1	P0	P1	EP	OP
Space	1	0	0	0	0	0	0	20	A0	A0	20
! (ND)	0	0	0	0	0	0	1	21	A1	21	A1
" (ND)	0	0	0	0	0	1	0	22	A2	22	A2
# (OG)	1	0	0	0	0	1	1	23	A3	A3	23
$	0	0	0	0	1	0	0	24	A4	24	A4
% (SS)	1	0	0	0	1	0	1	25	A5	A5	25
& (ND)	1	0	0	0	1	1	0	26	A6	A6	26
' (ND)	0	0	0	0	1	1	1	27	A7	27	A7
(	0	0	0	1	0	0	0	28	A8	28	A8
)	1	0	0	1	0	0	1	29	A9	A9	29
* (ND)	1	0	0	1	0	1	0	2A	AA	AA	2A
+ (ND)	0	0	0	1	0	1	1	2B	AB	2B	AB
, (ND)	1	0	0	1	1	0	0	2C	AC	AC	2C
-	0	0	0	1	1	0	1	2D	AD	2D	AD
.	0	0	0	1	1	1	0	2E	AE	2E	AE
/	1	0	0	1	1	1	1	2F	AF	AF	2F
0	0	0	1	0	0	0	0	30	B0	30	B0
1	1	0	1	0	0	0	1	31	B1	B1	31
2	1	0	1	0	0	1	0	32	B2	B2	32
3	0	0	1	0	0	1	1	33	B3	33	B3
4	1	0	1	0	1	0	0	34	B4	B4	34
5	0	0	1	0	1	0	1	35	B5	35	B5
6	0	0	1	0	1	1	0	36	B6	36	B6
7	1	0	1	0	1	1	1	37	B7	B7	37
8	1	0	1	1	0	0	0	38	B8	B8	38
9	0	0	1	1	0	0	1	39	B9	39	B9
: (ND)	0	0	1	1	0	1	0	3A	BA	3A	BA
; (ND)	1	0	1	1	0	1	1	3B	BB	BB	3B
< (ND)	0	0	1	1	1	0	0	3C	BC	3C	BC
= (ND)	1	0	1	1	1	0	1	3D	BD	BD	3D
> (ND)	1	0	1	1	1	1	0	3E	BE	BE	3E
? (ES)	0	0	1	1	1	1	1	3F	BF	3F	BF

	Card Data							ASCII			
Character	P	B_6	B_5	B_4	B_3	B_2	B_1	P0	P1	EP	OP
@ (ND)	0	1	0	0	0	0	0	40	C0	C0	40
A	1	1	0	0	0	0	1	41	C1	41	C1
B	1	1	0	0	0	1	0	42	C2	42	C2
C	0	1	0	0	0	1	1	43	C3	C3	43
D	1	1	0	0	1	0	0	44	C4	44	C4
E	0	1	0	0	1	0	1	45	C5	C5	45
F	0	1	0	0	1	1	0	46	C6	C6	46
G	1	1	0	0	1	1	1	47	C7	47	C7
H	1	1	0	1	0	0	0	48	C8	48	C8
I	0	1	0	1	0	0	1	49	C9	C9	49
J	0	1	0	1	0	1	0	4A	CA	CA	4A
K	1	1	0	1	0	1	1	4B	CB	4B	CB
L	0	1	0	1	1	0	0	4C	CC	CC	4C
M	1	1	0	1	1	0	1	4D	CD	4D	CD
N	1	1	0	1	1	1	0	4E	CE	4E	CE
O	0	1	0	1	1	1	1	4F	CF	CF	4F
P	1	1	1	0	0	0	0	50	D0	50	D0
Q	0	1	1	0	0	0	1	51	D1	D1	51
R	0	1	1	0	0	1	0	52	D2	D2	52
S	1	1	1	0	0	1	1	53	D3	53	D3
T	0	1	1	0	1	0	0	54	D4	D4	54
U	1	1	1	0	1	0	1	55	D5	55	D5
V	1	1	1	0	1	1	0	56	D6	56	D6
W	0	1	1	0	1	1	1	57	D7	D7	57
X	0	1	1	1	0	0	0	58	D8	D8	58
Y	1	1	1	1	0	0	1	59	D9	59	D9
Z	1	1	1	1	0	1	0	5A	DA	5A	DA
[(ND)	0	1	1	1	0	1	1	5B	DB	DB	5B
\ (ND)	1	1	1	1	1	0	0	5C	DC	5C	DC
] (ND)	1	1	1	1	1	0	0	5D	DD	DD	5D
^ (FS)	0	1	1	1	1	1	0	5E	DE	DE	5E
_ (ND)	1	1	1	1	1	1	1	5F	DF	5F	DF

Track 2 and 3 Character Set

	Card Data					ASCII			
Character	P	B_4	B_3	B_2	B_1	P0	P1	EP	OP
0	1	0	0	0	0	30	B0	30	B0
1	0	0	0	0	1	31	B1	B1	31
2	0	0	0	1	0	32	B2	B2	32
3	1	0	0	1	1	33	B3	33	B3
4	0	0	1	0	0	34	B4	B4	34
5	1	0	1	0	1	35	B5	35	B5
6	1	0	1	1	0	36	B6	36	B6
7	0	0	1	1	1	37	B7	B7	37

	Card Data					ASCII				
Character	P	B_4	B_3	B_2	B_1	P0	P1	EP	OP	Hex Character
8	0	1	0	0	0	38	B8	B8	38	
9	1	1	0	0	1	39	B9	39	B9	
: (AS)	1	1	0	1	0	3A	BA	3A	BA	A
; (SS)	0	1	0	1	1	3B	BB	BB	3B	B
< (ND)	1	1	1	0	0	3C	BC	3C	BC	C
= (FS)	0	1	1	0	1	3D	BD	BD	3D	D
> (ND)	0	1	1	1	0	3E	BE	BE	3E	E
? (ES)	1	1	1	1	1	3F	BF	3F	BF	F

P = Parity
EP = Even Parity
OP = Odd Parity
P0 = Parity bit set to 0
P1 = Parity bit set to 1
SS = Start Sentinel
ES = End Sentinel

FS = Field Separator
AS = Account Separator (Track 3 only)
ND = Character Not Defined by Credit Card Standards
OG = Optional Graphic

MAGTEK
20725 South Annalee, Carson, CA. 90746
Phone: (310) 631-8602, Help Line (888)624-8350
Fax (310) 631-3956
http://www.magtek.com
P/N 99875065-2, 1/00 © Copyright 2000, Mag-Tek, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-4323; Rev 10; 8/01

MAXIM

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

General Description

The MAX220–MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where ±12V is not available.

These parts are especially useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than 5µW. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

Portable Computers

Low-Power Modems

Interface Translation

Battery-Powered RS-232 Systems

Multidrop RS-232 Networks

Features

Superior to Bipolar

- ♦ Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)
- ♦ Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)
- ♦ Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications
- ♦ Multiple Drivers and Receivers
- ♦ 3-State Driver and Receiver Outputs
- ♦ Open-Line Detection (MAX243)

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering Information continued at end of data sheet.

**Contact factory for dice specifications.*

Selection Table

Part Number	Power Supply (V)	No. of RS-232 Drivers/Rx	No. of Ext. Caps	Nominal Cap. Value (µF)	SHDN & Three-State	Rx Active in SHDN	Data Rate (kbps)	Features
MAX220	+5	2/2	4	0.1	No	—	120	Ultra-low-power, industry-standard pinout
MAX222	+5	2/2	4	0.1	Yes	—	200	Low-power shutdown
MAX223 (MAX213)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	✓	120	MAX241 and receivers active in shutdown
MAX225	+5	5/5	0	—	Yes	✓	120	Available in SO
MAX230 (MAX200)	+5	5/0	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	5 drivers with shutdown
MAX231 (MAX201)	+5 and +7.5 to +13.2	2/2	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; same functions as MAX232
MAX232 (MAX202)	+5	2/2	4	1.0 (0.1)	No	—	120 (64)	Industry standard
MAX232A	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Higher slew rate, small caps
MAX233 (MAX203)	+5	2/2	0	—	No	—	120	No external caps
MAX233A	+5	2/2	0	—	No	—	200	No external caps, high slew rate
MAX234 (MAX204)	+5	4/0	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488
MAX235 (MAX205)	+5	5/5	0	—	Yes	—	120	No external caps
MAX236 (MAX206)	+5	4/3	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Shutdown, three state
MAX237 (MAX207)	+5	5/3	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Complements IBM PC serial port
MAX238 (MAX208)	+5	4/4	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488 and 1489
MAX239 (MAX209)	+5 and +7.5 to +13.2	3/5	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; single-package solution for IBM PC serial port
MAX240	+5	5/5	4	1.0	Yes	—	120	DIP or flatpack package
MAX241 (MAX211)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Complete IBM PC serial port
MAX242	+5	2/2	4	0.1	Yes	✓	200	Separate shutdown and enable
MAX243	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Open-line detection simplifies cabling
MAX244	+5	8/10	4	1.0	No	—	120	High slew rate
MAX245	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, two shutdown modes
MAX246	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, three shutdown modes
MAX247	+5	8/9	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, nine operating modes
MAX248	+5	8/8	4	1.0	Yes	✓	120	High slew rate, selective half-chip enables
MAX249	+5	6/10	4	1.0	Yes	✓	120	Available in quad flatpack package

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX220/222/232A/233A/242/243

Supply Voltage (V_{CC}) ..... -0.3V to +6V
Input Voltages
T_{IN} ..... -0.3V to (V_{CC} - 0.3V)
R_{IN} (Except MAX220) ..... ±30V
R_{IN} (MAX220) ..... ±25V
T_{OUT} (Except MAX220) (Note 1) ..... ±15V
T_{OUT} (MAX220) ..... ±13.2V
Output Voltages
T_{OUT} ..... ±15V
R_{OUT} ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Driver/Receiver Output Short Circuited to GND ..... Continuous
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) ... 842mW
18-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C) ... 889mW
20-Pin Plastic DIP (derate 8.00mW/°C above +70°C) .. 440mW
16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C) ... 696mW
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
18-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
20-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C) 640mW
16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
18-Pin CERDIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) 842mW
Operating Temperature Ranges
MAX2_ _AC_ _, MAX2_ _C_ _ ..... 0°C to +70°C
MAX2_ _AE_ _, MAX2_ _E_ _ ..... -40°C to +85°C
MAX2_ _AM_ _, MAX2_ _M_ _ ..... -55°C to +125°C
Storage Temperature Range ..... -65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec) ..... +300°C

Note 1: Input voltage measured with T_{OUT} in high-impedance state, $\overline{SHDN}$ or V_{CC} = 0V.
Note 2: For the MAX220, V+ and V- can have a maximum magnitude of 7V, but their absolute difference cannot exceed 13V.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243

(V_{CC} = +5V ±10%, C1–C4 = 0.1µF, MAX220, C1 = 0.047µF, C2–C4 = 0.33µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS						
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND		±5	±8		V
Input Logic Threshold Low				1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High	All devices except MAX220		2	1.4		V
	MAX220: V_{CC} = 5.0V		2.4			
Logic Pull-Up/Input Current	All except MAX220, normal operation			5	40	µA
	$\overline{SHDN}$ = 0V, MAX222/242, shutdown, MAX220			±0.01	±1	
Output Leakage Current	V_{CC} = 5.5V, $\overline{SHDN}$ = 0V, V_{OUT} = ±15V, MAX222/242			±0.01	±10	µA
	V_{CC} = $\overline{SHDN}$ = 0V, V_{OUT} = ±15V			±0.01	±10	
Data Rate				200	116	kb/s
Transmitter Output Resistance	V_{CC} = V+ = V- = 0V, V_{OUT} = ±2V		300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V_{OUT} = 0V		±7	±22		mA
RS-232 RECEIVERS						
RS-232 Input Voltage Operating Range					±30	V
RS-232 Input Threshold Low	V_{CC} = 5V	All except MAX243 $R2_{IN}$	0.8	1.3		V
		MAX243 $R2_{IN}$ (Note 2)	-3			
RS-232 Input Threshold High	V_{CC} = 5V	All except MAX243 $R2_{IN}$		1.8	2.4	V
		MAX243 $R2_{IN}$ (Note 2)		-0.5	-0.1	
RS-232 Input Hysteresis	All except MAX243, V_{CC} = 5V, no hysteresis in shdn.		0.2	0.5	1	V
	MAX243			1		
RS-232 Input Resistance			3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I_{OUT} = 3.2mA			0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I_{OUT} = -1.0mA		3.5	V_{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V_{OUT} = GND		-2	-10		mA
	Shrinking V_{OUT} = V_{CC}		10	30		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243 (continued)

(V_{CC} = +5V ±10%, C1–C4 = 0.1µF, MAX220, C1 = 0.047µF, C2–C4 = 0.33µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
TTL/CMOS Output Leakage Current	$\overline{SHDN}$ = V_{CC} or $\overline{EN}$ = V_{CC} ($\overline{SHDN}$ = 0V for MAX222), 0V ≤ V_{OUT} ≤ V_{CC}			±0.05	±10	µA
$\overline{EN}$ Input Threshold Low	MAX242			1.4	0.8	V
$\overline{EN}$ Input Threshold High	MAX242		2.0	1.4		V
Operating Supply Voltage			4.5		5.5	V
V_{CC} Supply Current ($\overline{SHDN}$ = V_{CC}), Figures 5, 6, 11, 19	No load	MAX220		0.5	2	mA
		MAX222/232A/233A/242/243		4	10	
	3kΩ load both inputs	MAX220		12		
		MAX222/232A/233A/242/243		15		
Shutdown Supply Current	MAX222/242	T_A = +25°C		0.1	10	µA
		T_A = 0°C to +70°C		2	50	
		T_A = -40°C to +85°C		2	50	
		T_A = -55°C to +125°C		35	100	
$\overline{SHDN}$ Input Leakage Current	MAX222/242				±1	µA
$\overline{SHDN}$ Threshold Low	MAX222/242			1.4	0.8	V
$\overline{SHDN}$ Threshold High	MAX222/242		2.0	1.4		V
Transition Slew Rate	C_L = 50pF to 2500pF, R_L = 3kΩ to 7kΩ, V_{CC} = 5V, T_A = +25°C, measured from +3V to -3V or -3V to +3V	MAX222/232A/233A/242/243	6	12	30	V/µs
		MAX220	1.5	3	30	
Transmitter Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 1	t_{PHLT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.3	3.5	µs
		MAX220		4	10	
	t_{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.5	3.5	
		MAX220		5	10	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (normal operation), Figure 2	t_{PHLR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.5	1	µs
		MAX220		0.6	3	
	t_{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	
		MAX220		0.8	3	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (shutdown), Figure 2	t_{PHLS}	MAX242		0.5	10	µs
	t_{PLHS}	MAX242		2.5	10	
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t_{ER}	MAX242		125	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t_{DR}	MAX242		160	500	ns
Transmitter-Output Enable Time ($\overline{SHDN}$ goes high), Figure 4	t_{ET}	MAX222/242, 0.1µF caps (includes charge-pump start-up)		250		µs
Transmitter-Output Disable Time ($\overline{SHDN}$ goes low), Figure 4	t_{DT}	MAX222/242, 0.1µF caps		600		ns
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t_{PHLT} - t_{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		300		ns
		MAX220		2000		
Receiver + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t_{PHLR} - t_{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		100		ns
		MAX220		225		

Note 3: MAX243 $R2_{OUT}$ is guaranteed to be low when $R2_{IN}$ is ≥ 0V or is floating.

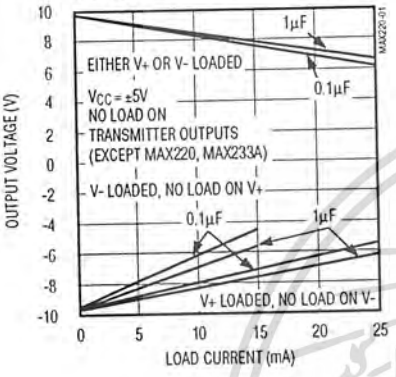
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

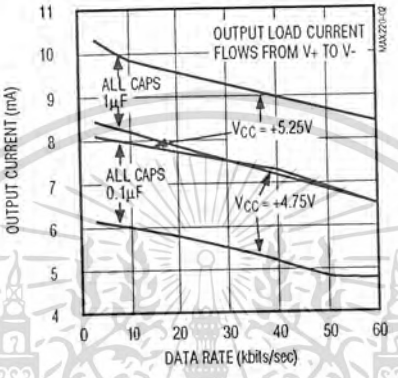
Typical Operating Characteristics

MAX220/MAX222/MAX232A/MAX233A/MAX242/MAX243

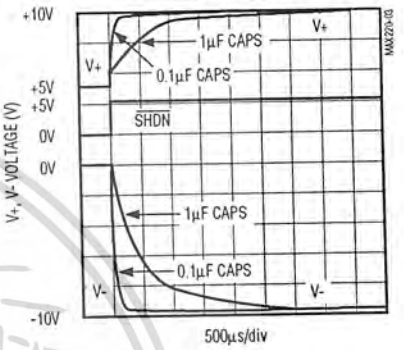
OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD CURRENT



AVAILABLE OUTPUT CURRENT vs. DATA RATE



MAX222/MAX242 ON-TIME EXITING SHUTDOWN



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX223/MAX230–MAX241

V_{CC} ..... -0.3V to +6V
V+ ..... (V_{CC} - 0.3V) to +14V
V- ..... +0.3V to -14V
Input Voltages
T_{IN} ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
R_{IN} ..... ±30V
Output Voltages
T_{OUT} ..... (V+ + 0.3V) to (V- - 0.3V)
R_{OUT} ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Short-Circuit Duration, T_{OUT} ..... Continuous
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C)....800mW
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)....842mW
20-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C)....889mW
24-Pin Narrow Plastic DIP
(derate 13.33mW/°C above +70°C) 1.07W
24-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C)..... 500mW
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C)..... 762mW
20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C)..... 800mW
24-Pin Wide SO (derate 11.76mW/°C above +70°C)..... 941mW
28-Pin Wide SO (derate 12.50mW/°C above +70°C) 1W
44-Pin Plastic FP (derate 11.11mW/°C above +70°C)..... 889mW
14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C)..... 727mW
16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C)..... 800mW
20-Pin CERDIP (derate 11.11mW/°C above +70°C)..... 889mW
24-Pin Narrow CERDIP
(derate 12.50mW/°C above +70°C) 1W
24-Pin Sidebraze (derate 20.0mW/°C above +70°C)..... 1.6W
28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C)..... 762mW
Operating Temperature Ranges
MAX2 _ _ C _ _ ..... 0°C to +70°C
MAX2 _ _ E _ _ ..... -40°C to +85°C
MAX2 _ _ M _ _ ..... -55°C to +125°C
Storage Temperature Range ..... -65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec) ..... +300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX223/MAX230–MAX241

(MAX223/230/232/234/236/237/238/240/241, V_{CC} = +5V ±10; MAX233/MAX235, V_{CC} = 5V ±5%, C1–C4 = 1.0µF; MAX231/MAX239, V_{CC} = 5V ±10%; V+ = 7.5V to 13.2V; T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to ground		±5.0	±7.3		V
V_{CC} Power-Supply Current	No load, T_A = +25°C	MAX232/233		5	10	mA
		MAX223/230/234–238/240/241		7	15	
		MAX231/239		0.4	1	
V+ Power-Supply Current		MAX231		1.8	5	mA
		MAX239		5	15	
Shutdown Supply Current	T_A = +25°C	MAX223		15	50	µA
		MAX230/235/236/240/241		1	10	
Input Logic Threshold Low	T_{IN}; EN, $\overline{SHDN}$ (MAX233); $\overline{EN}$, SHDN (MAX230/235–241)				0.8	V
Input Logic Threshold High	T_{IN}		2.0			V
	EN, $\overline{SHDN}$ (MAX223); $\overline{EN}$, SHDN (MAX230/235/236/240/241)		2.4			
Logic Pull-Up Current	T_{IN} = 0V			1.5	200	µA
Receiver Input Voltage Operating Range			-30		30	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้