สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครือข่ายเครื่องถอดรหัสแถบ

NETWORK BARCODE DECODER

T055445

โดย

นาย ภาคย์ วศินระพี

นาย สิริพงศ์ โชคชัยกวิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่ 55445
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี 9 พ.ค. 2548

b.
i.

เครือข่ายเครื่องถอดรหัสแถบ

NETWORK BARCODE DECODER

โดย

นาย ภาคย์ วศินระพี รหัส 43010321

นาย สิริพงศ์ โชคชัยกวิน รหัส 43010469

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. พลผดุง ผดุงกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายเครื่องถอดรหัสแถบ

จัดทำโดย

นายภาคย์ วสินระพี รหัส 43010321

นายสิริพงศ์ โชคชัยกวิน รหัส 43010469

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. พลผดุง ผดุงกุล

รายงานฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบแล้ว โดยอาจารย์ที่ปรึกษา

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 24/03/47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายเครื่องถอดรหัสแถบ

นาย ภาคย์ วศินระพี 43010321
นาย สิริพงศ์ โชคชัยกวิน 43010469

ผศ. พลผดุง ผดุงกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้ จัดทำขึ้นประกอบ Project ซึ่งศึกษาการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ การเขียนโปรแกรมภาษา แอสเซมบลี เพื่อนำมาใช้ในการแปลงรหัสแถบ (Barcode) ที่ได้จากหัวอ่าน Barcode และทำการแปลงรหัส 39 โดยจำลองโครงข่ายการทำงานโดยมีเครื่องรูดบัตร 2 เครื่อง แล้วส่งข้อมูลโดยระบบบัส RS-485 แล้วทำการจัดเก็บฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SQL จัดการฐานข้อมูล และ ใช้โปรแกรม Delphi จัดรูปแบบการใช้งาน โดยจำลองรูปแบบการทำงานของการตอกบัตรพนักงานเพื่อจัดเก็บฐานข้อมูล(วัน/เวลา เข้า/ออก) และนำข้อมูลที่จัดเก็บมาใช้ในกรณีต่างๆ เช่น แสดงข้อมูลการเข้าทำงานของพนักงานแต่ละคนการแจ้งเตือนการขาดงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NETWORK BARCODE DECODER

Mr. Paak Vasinrapee 43010321

Mr. Siripong Chokchaikawin 43010469

Asst.Prof. Pholphadung Phadungkul

Academic Year 2003

Abstract

This report presents as application of Network barcode decoder for studying the microcontroller operation and assembly language in order to converting barcode, Code39, from the Barcode reader. By simulated 2 barcode decoders (terminals), Network Barcode Decoder transfers data in RS-485 bus system. Data is collected and applied in data base respectively by SQL and Delphi program. In this case, there is simulation which record the recoded data (employee data) in the data base (date, time, in/out). In addition, the data is applied in many kinds of work such as show and alert absence of each employee etc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ทฤษฎีรหัสแท่ง	1
1.1วัตถุประสงค์	2
1.2 ขอบเขตของงาน (เทอม 1)	2
1.3 วิธีดำเนินงาน (เทอม 1)	2
1.4 ขอบเขตของงาน (เทอม 2)	2
1.5 ขอบเขตของงาน (เทอม 2)	2
บทที่ 2 ทฤษฎีรหัสแท่ง	3
2.1รหัส 39 (Code 39)	4
2.2รหัสแทรก 2 ใน 5(2 of 5)	5
2.3 รหัส 2 ใน 5 แบบสอดแทรก (Interleaved 2 of 5)	6
2.4 รหัสโคด้าบาร์ (Codabar)	7
2.5 รหัสยูพีซี (UPC, Universal Product Code)	8
2.6 รหัสเอียน (EAN, European-Article Numbering)	11
บทที่ 3 เครื่องอ่านรหัสแท่ง	15
3.1 หัวอ่านรหัสแท่ง (Bar Code Scanner)	16
3.2 ชนิดของหัวอ่านรหัสแท่ง	17
3.3 ส่วนถอดรหัสแท่ง (Barcode Decoder)	18
3.4 ชนิดของเครื่องอ่านรหัสแท่ง	19
บทที่ 4 องค์ประกอบวงจร	20
4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	20
4.2 การประยุกต์ใช้ส่วนแสดงผลชนิด LCD module กับ MCS-51	30
4.3 การใช้งานไอซีสร้างฐานเวลาจริง (Real time clock)	35
4.4 การเชื่อมต่อกับ computer	38
บทที่ 5 โครงสร้างและการออกแบบระบบ	45
5.1 โครงสร้าง	45
5.2 หลักการออกแบบโปรแกรม	47
5.3 Flow charts	50
บทที่ 6 การทดลองและผลการทดลอง	59
6.1หัวอ่านรหัสแท่ง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1หัวอ่านรหัสแท่ง 59
6.2 เครื่องอ่านรหัสแท่งบันทึกเวลา 61
6.3 การจัดการฐานข้อมูลบนไมโครคอมพิวเตอร์ 61
6.4 การรับ-ส่ง ข้อมูลเป็นเครือข่าย 61

บทที่ 7 สรุปผลการทดลอง 62

ภาคผนวก (cd rom)

ก . Source code บนไมโครคอนโทรลเลอร์

ข. Work instruction of microcomputer

ค. Source code of Delphi

ง. รูปวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1 เลขฐานสอง ของรหัส 3 ใน 9 5

ตาราง 2.2 เลขฐานสอง ของรหัส 2 ใน 5 6

ตาราง 2.3 เลขฐานสอง ของรหัส Codabar 8

ตาราง 2.4 การนำรหัส UPC มาใช้กับสินค้ารูปแบบต่างๆ 9

ตาราง 2.5 เลขฐานสอง ของรหัส UPC 10

ตาราง 2.6 เลขฐานสอง ของรหัส EAN 12

ตาราง 4.1 แสดงการทำงานของ Interrupt Enable-Register 27

ตาราง 4.2 แสดงการทำงานของ Interrupt Priority Register 28

ตาราง 4.3 แสดงการทำงานร่วมกันของ RS, R/W, E 32

ตาราง 4.4 คำสั่งแสดงการเขียนช่องว่าง 32

ตาราง 4.5 คำสั่งแสดงการใช้คำสั่ง RETURN HOME 33

ตาราง 4.6 คำสั่งแสดงการเลือกโหมดการป้อนข้อมูล 33

ตาราง 4.7 คำสั่งแสดงการควบคุมการแสดงผล 33

ตาราง 4.8 คำสั่งแสดงการเลื่อนเคอร์เซอร์และข้อมูลตัวอักษร 33

ตาราง 4.9 คำสั่งแสดงการกำหนดฟังก์ชันการทำงาน 34

ตาราง 4.10 ตารางการเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA 42

ตาราง 5.1 สถานะต่างของ สัญญาณที่ control bit หัวอ่าน ขาอินเทอร์รัพท์ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 เครื่องอ่าน Fix Beam Scanner 18

รูปที่ 4.1 ตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ mcs-51 23

รูปที่ 4.2 แผนภาพแสดงหน่วยความจำเก็บข้อมูลภายใน mcs-51 26

รูปที่ 4.3 ไดอะแกรมเวลาที่แสดงถึงการเกิดสภาวะต่างๆ บนบัส I2C 38

รูปที่ 4.4 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C 39

รูปที่ 4.5 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-422C 40

รูปที่ 4.6 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-485 41

รูปที่ 5.1 แสดงแผนภาพการทำงานของ โปรแกรมหลัก 50

รูปที่ 5.2 แสดงแผนภาพการทำงานของ โปรแกรมหลัก (ต่อ) 51

รูปที่ 5.3 แสดงแผนภาพการทำงานของการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ 52

รูปที่ 5.4 แสดงแผนภาพการทำงานของการทำอินเทอร์รัพท์จากภายนอก 53

รูปที่ 5.5 แสดงแผนภาพการทำงานของการทำอินเทอร์รัพท์จากภายนอก (ต่อ) 54

รูปที่ 5.6 แสดงแผนภาพการทำงานของการถอดรหัส 55

รูปที่ 5.7 แสดงแผนภาพการทำงานของการถอดรหัส (ต่อ) 56

รูปที่ 5.8 แสดงแผนภาพการใส่วัน, เวลา 57

รูปที่ 5.9 แสดงแผนภาพการทำงานของคอมพิวเตอร์ 58

รูปที่ 6.1 แสดงรูปสัญญาณที่อ่านได้จากหัวอ่านรหัสแถบ 59

รูปที่ 6.2 แสดงสัญญาณแถบหรือเส้นที่ขวางหน้าแถบบาร์โค้ด 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้มีผู้สั่งซื้ออุปกรณ์สำหรับใช้กับรหัสแถบ (BAR CODE) ทั้งเครื่องอ่านและเครื่องพิมพ์เข้ามาจำหน่ายภายในประเทศจำนวนมากและแนวโน้มการใช้งานของกิจการต่างๆก็มากตามไปด้วยเนื่องจากความสะดวกความเชื่อถือได้ของข้อมูล ความรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการใช้คนและมีราคาไม่สูงมาก ทำให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายและเป็นมาตรฐานทั่วโลก

ในระบบที่เป็นการปฏิบัติงานอัตโนมัติที่มีจำนวนงานมากๆ เครื่องจักรจะถูกนำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกโดยการเปลี่ยนรูปแบบจากเดิมที่มนุษย์เข้าใจเป็นรูปแบบของรหัสแทน ซึ่งรหัสนี้อาจใช้แทนตัวแปรเดียวหรือหลายๆ ตัวก็ได้ สำหรับงานที่แตกต่างกันไป

รหัสแถบ (Barcode) คือรหัสที่ใช้แทนสิ่งเหล่านั้นในรูปแบบของเครื่องจักร ที่อ่านแถบสี่เหลี่ยมทึบและช่องว่างสีขาวในอัตราส่วนที่กำหนด โดยมีตัวตรวจจับ (sensor) เป็นตัวอ่านความหมายจากแถบทึบและช่องว่างนั้นออกมา เพื่อประมวลผลต่อไปในขั้นตอนของสัญญาณทางไฟฟ้ากรรมวิธีในการทำงานนั้นอาจเปรียบเทียบได้กับกระบวนการทำงานในร่างกายของมนุษย์ที่มีสายตาเป็นตัวตรวจจับและสมองเป็นตัวประมวลผลหรือสั่งงาน

รหัสแถบจัดเป็นรูปแบบการใช้งานที่ง่ายที่สุด รวมถึงราคาและความน่าเชื่อถือได้ นับว่าเหมาะสมที่สุดที่จะใช้งานกับระบบข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างการนำรหัสแถบไปใช้งาน และก็ช่วยงานได้มากคือ ระบบไปรษณีย์อัตโนมัติ โดยการนำไปใช้คัดเลือกชนิดของจดหมายและปลายทางที่จะส่งไป บริษัท Bell telephone พบว่าความผิดพลาดที่เกิดจากการป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขล้วนๆ จะมีความผิดพลาดประมาณ 0.42-0.48 และผิดพลาดอย่างน้อย 1 ตัวอักษร ต่อการป้อนข้อมูลทั่วไปแบบตัวอักษรปนตัวเลขจำนวน 208-230 ตัว ซึ่งสถิตินี้ได้ทดลองกับพนังงานเก็บข้อมูลที่มีความชำนาญมากอยู่แล้ว

ส่วนการแสดงผลจะแสดงออกทางตัวแสดงผลแอลซีดี (LCD) หรือ จอแสดงผลแบบผลึกเหลว หรือต่อไปยังอินพุตของระบบคอมพิวเตอร์ โดยการต่อผ่านทางพอร์ต RS-485 มาตรฐาน

ในปัจจุบันรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลจะใช้คอมพิวเตอร์หมดแล้วซึ่งสะดวกรวดเร็วและเกิดความผิดพลาดน้อยกว่าแบบเดิม โดยโปรแกรมที่ใช้ก็มีมากมายขึ้นกับรูปแบบความต้องการของผู้ใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารหัสแถบแบบต่างๆ และการนำมาประยุกต์ใช้งาน

2. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS –51 ในการอ่านรหัสแถบและ แสดงออก LCD

3. ศึกษาระบบบัส RS-485 ซึ่งใช้เป็นโครงข่ายเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ศึกษาการใช้ภาษา SQL, Delphi ซึ่งใช้เก็บและเรียกฐานข้อมูลออกมาใช้

ขอบเขตของงาน (เทอม 1)

1. หัวอ่านรหัสแถบแบบลำแสงคงที่ (Fix Beam) จำนวน 1 หัวอ่าน สำหรับใช้รูดบัตรเพื่ออ่านค่ารหัสแถบ

2. เครื่องอ่านรหัสแถบและบันทึกเวลา ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นหน่วยประมวลผลกลางมีหน่วยความจำ (RAM) สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราว แสดงผลได้ด้วยจอแสดงผลผลึกเหลว (LCD, Liquid Crystal Display) ติดต่อไมโคคอมพิวเตอร์ด้วย RS- 232

3. ศึกษาโปรแกรม SQLโดยใช้เก็บฐานข้อมูลและศึกษาภาษา Delphi โดยเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดและเรียกดูหรือนำฐานข้อมูลมาใช้

วิธีดำเนินงาน (เทอม 1)

1. ศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และพัฒนาโปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องอ่านรหัสแถบบันทึกเวลา พร้อมทั้งการตรวจและปรับปรุงแก้ไข

2. จัดเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรม SQL และใช้โปรแกรม Delphi ในการเรียกใช้ข้อมูล

ขอบเขตของงาน (เทอม 2)

ศึกษาและเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย (2 module) โดยเชื่อมต่อเป็นระบบบัส RS-485 กับไมโครคอมพิวเตอร์

วิธีดำเนินงาน (เทอม 2)

1. แก้ไขข้อผิดพลาดของเทอม 1

- ปัญหาการส่งข้อมูล เนื่องจากเวลาส่งจ้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าเกิดการทำงานเป็นเครือข่ายจะเกิดการซ้อนทับของข้อมูลรูดบัตรอยู่ (external interrupt) แก้ไขโดยอาจใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อีก 1 ตัวทำการเรียกลูกข่ายซ้ำ หรืออาจจะใช้ serial interrupt ร่วมด้วย หรือไม่ให้เกิดการ interrupt ในเวลาเดียวกัน

2. เชื่อมต่อเป็นเครือข่าย (2 module) โดยเชื่อมต่อเป็นระบบบัส RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีรหัสแถบ

ความเป็นมาของรหัสแถบ เริ่มเมื่อปี ค.ศ. 1949 สหรัฐอเมริกา ได้ออกสิทธิบัตรรับรองรหัสแถบแบบที่เรียกว่า Circular bar code ในปี ค.ศ. 1960 ก็มีการรับรองรหัสแถบแบบที่เรียกว่า Rail identification symbol หลังจากนั้นเป็นต้นมา เทคนิคของรหัสแถบรูปแบบต่างๆ ก็มากขึ้น และเริ่มใช้งานจริงจังเมื่อปี ค.ศ. 1970 เมื่อคณะกรรมการบริหารด้านห้างสรรพสินค้าของสหรัฐอเมริกา ได้นำรหัสที่เรียกว่า UPC (Universal Product Code) ซึ่งเป็นรหัสที่ใช้กันมากในสินค้า ออกเผยแพร่และใช้กันแพร่หลาย ในสหรัฐอเมริกาและยุโรป ตั้งแต่ ค.ศ. 1973 และ ค.ศ. 1977 ตามลำดับ การใช้งานในด้านอื่นๆ เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา เมื่อหน่วยป้องกันประเทศของสหรัฐอเมริกา ใช้เพื่อเช็คอุปกรณ์เครื่องมือและยุทโธปกรณ์คงคลัง ขณะที่โรงงานอุตสาหกรรมนำไปใช้เพื่องานต่างๆ มากขึ้น แต่คนทั่วไปเริ่มคุ้นเคยกับรหัสแถบเป็นอย่างดีจากรหัสสินค้าและการชำระเงินที่คอมพิวเตอร์รวมออกมาจากการอ่านรหัสแถบบนสินค้าเหล่านั้น จากความสะดวกเหล่านี้ทำให้สามารถลดพนักงาน ณ จุดนี้ลงได้ นอกจากในห้างสรรพสินค้าแล้วยังนำรหัสแถบไปใช้ที่อื่นได้ เช่น ห้องสมุด บริการสุขภาพ งานเอกสาร งานการทหาร การวิจัย การเช็คคนงานเข้าออก

รหัสแถบ (Barcode) คือสัญลักษณ์พิเศษแบบหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อประโยชน์ทางด้านการบันทึกข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะข้อมูลที่ซ้ำๆ กันหรือข้อมูลที่อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย หรือต้องการพัฒนาความรวดเร็วในการทำงานด้านการบันทึกข้อมูลต่างๆ แต่อย่างไรก็ดี เป้าหมายหลักของรหัสแถบก็คือใช้แทนการบันทึกข้อมูลจากการกดแป้นพิมพ์

ทั้งนี้เนื่องจากการอ่านข้อมูลจากรหัสแถบจะทำงานได้เร็วกว่าการบันทึกข้อมูลเข้าเครื่องโดยการใช้แป้นพิมพ์ค่อนข้างมากสมมติว่า ถ้าเรามีข้อมูล “8850427130017” ที่จะต้องคีย์เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ จะเห็นว่าถ้าเราใช้วิธีการบันทึกข้อมูลจากแป้นพิมพ์ เราจะต้องกดแป้นตัวเลขทั้งหมด 13 ครั้ง ซึ่งสำหรับคนที่คีย์ข้อมูลได้เร็วมากและเกิดความผิดพลาดน้อยเวลาที่ใช้เฉลี่ยจะประมาณ 8 วินาที สำหรับใส่ข้อมูลชุดนี้เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ สาเหตุเกิดจากขณะที่เรากดแป้นพิมพ์แต่ละตัวนั้น ตามธรรมชาติของคนจะเกิดการชะงักขณะจะเลื่อนนิ้วไปกดแป้นพิมพ์ตัวถัดไป แต่ถ้าเราใช้วิธีการอ่านค่า (Scan) จากรหัสแถบ ที่ใช้แทนข้อมูลชุดนี้ เราจะใช้เวลาประมาณ 1 วินาที และสามารถรับประกันได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการอ่านรหัสแถบจะไม่ผิดเลย

รหัสแถบเป็นการแทนข้อมูลที่เป็นเลขฐานสอง(Binary code) โดยทั่วไปรหัสแถบจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลักอยู่ 2 อย่าง คือ แถบสี่เหลี่ยมแบบทึบ (หรือสีเข้ม) กับแถบสี่เหลี่ยมแบบสว่าง (หรือช่องว่าง) ที่มีความกว้างที่ต่างกันในแถบดำหรือแถบขาวที่มีความกว้างจะแทนค่าเป็นหนึ่งและแถบที่แคบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งขาวและดำจะมีค่าเป็นศูนย์ และองค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้ จะถูกนำมาผสมกันตามรูปแบบของรหัสแถบแต่ละชนิด (Type) ซึ่งในปัจจุบันมีรหัสแถบชนิดต่างๆ อยู่ด้วยกันหลายร้อยชนิด แต่มีเพียงไม่กี่ชนิดที่นิยมใช้กัน หรือเห็นกันอยู่ทั่วไป

นอกจากองค์ประกอบหลักๆ ตามที่กล่าวข้างต้นที่รหัสแถบทุกชนิดจะมีเหมือนกันแล้ว ในรหัสแถบแต่ละชนิดยังต้องประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญอีก 3 ส่วน ด้วยกันคือ

1. ส่วนเริ่มต้นเป็นแถบทึบที่อยู่ด้านซ้ายสุดของชุดรหัสแถบ แบบที่วางตัวในแนวเส้นตรง (มีรหัสแถบบางชนิดจะมีการวางแถบทึบรหัสแถบเป็นวงกลม) ซึ่งจะใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการอ่านรหัสแถบ นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวแบ่งแยกชนิดของรหัสแถบด้วย

2. แถบทึบเส้นรหัสแถบที่ใช้แทนข้อมูลเป็นแถบทึบรหัสแถบที่ใช้แทนข้อมูล ซึ่งรหัสแถบบางชนิดจะใช้แทนค่าตัวเลขได้เพียงอย่างเดียวเช่น รหัสเอียน 13, รหัสแทรก 2 ใน 5 เป็นต้น หรือบางชนิดสามารถใช้แทนข้อมูลได้ทั้งที่เป็นตัวเลขและตัวอักษรอื่นๆ เช่น รหัส 39 เป็นต้น

3. ส่วนปิดท้ายเป็นแถบทึบเส้นรหัสแถบที่อยู่ด้านขวาสุดของตัวรหัสแถบแบบที่วางตัวในแนวเส้นตรง ซึ่งจะใช้เป็นตัวบอกจุดสิ้นสุดของการอ่านรหัสแถบ และใช้ประกอบในการแยกชนิดของรหัสแถบในเครื่องอ่านรหัสแถบอีกด้วย

ในรหัสแถบทุกชนิดจะต้องมีส่วนประกอบหลักตามที่กล่าวมาข้างต้น แต่บางชนิดอาจจะมีส่วนประกอบพิเศษอื่นๆ เพิ่มขึ้นมา เช่น รหัสแถบในกลุ่ม ยูพีซี/เอียน จะมีส่วนที่เรียกว่า ส่วนกั้นกลาง (Center Bar) เพิ่มขึ้นมา

ความแตกต่างของรหัสแถบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้งานในทุกวันนี้ มีลักษณะรูปแบบต่างๆ มากมาย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับรูปแบบการตรวจเช็คความผิดพลาด ความหนาแน่นในการพิมพ์รหัสตัวอักขระต่อนิ้ว ชนิดของตัวอักขระที่ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นตัวอักขระหรือว่าตัวเลข ซึ่งสามารถนำมาเข้ารหัสและประยุกต์ใช้งานจริงได้ รูปแบบของรหัสแถบที่นิยมใช้กันในปัจจุบันดังนี้

2.1 รหัส 39 (Code 39)

รหัส 3 ใน 9 เป็นรหัสที่ใช้แทนตัวอักขระทั้งหมด 44 อักขระ เป็นตัวอักษรใหญ่ 26 รหัสเลข 0-9 10 รหัส และอักขระพิเศษอีก 8 รหัส เป็นการประยุกต์ใช้รหัส 2 ใน 5 โดยการนำเอาส่วนที่เป็นแถบดำ 5 แถบ และแถบขาว 4 แถบ รวมเป็น 9 แถบ แทน 1 รหัส ในแถบดำ 5 แถบนั้น ประกอบด้วยแถบกว้างที่เป็นบิท 1 อยู่ 2 แถบ และแถบแคที่เป็นบิท 0 อยู่ 3 แถบส่วนแถบว่างเป็นแถบกว้างที่เป็นบิท 1 อยู่ 1แถบ แถบแคบที่เป็นบิท 0 อยู่ 3 แถบรหัสแถบ 1 ชุด รวมเป็น 9 แถบโดยมีส่วนเริ่มต้น และสิ้นสุดเป็น * (Asterisk) ซึ่งมีรหัสฐานสองที่เป็นแถบสีดำเป็น 00110 และช่องว่าง1000 และแต่ละรหัสจะคั่นด้วยช่องว่างเป็นบิต 0 รหัส 39 หนึ่งชุดจะประกอบด้วย

1. บริเวณขอบเผื่อ (Quiet Zone) ที่อยู่แต่ละด้านของรหัสแห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนแสดงการเริ่มต้นและหยุดของรหัสแถบ
3. ข้อมูลของตัวอักขระ

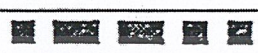
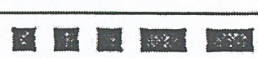
อักขระ	แพทเทิร์น	แถบ	ช่องว่าง	อักขระ	แพทเทิร์น	แถบ	ช่องว่าง
1		10001	0100	M		11000	0001
2		01001	0100	N		00101	0001
3		11000	0100	O		10100	0001
4		00101	0100	P		01100	0001
5		10100	0100	Q		00011	0001
6		01100	0100	R		10010	0001
7		00011	0100	S		01010	0001
8		10010	0100	T		00110	0001
9		01010	0100	U		10001	1000
0		00110	0100	V		01001	1000
A		10001	0010	W		11000	1000
B		01001	0010	X		00101	1000
C		11000	0010	Y		10100	1000
D		00101	0010	Z		01100	1000
E		10100	0010	–		00011	1000
F		01100	0010	*		10010	1000
G		00011	0010	SPACE		01010	1000
H		10010	0010	.		00110	1000
I		01010	0010	$		00000	1110
J		00110	0010	/		00000	1101
K		10001	0001	+		00000	1011
L		01001	0001	%		00000	0111

ตาราง 2.1 เลขฐานสอง ของรหัส 3 ใน 9

2.2 รหัสแทรก 2 ใน 5(2 of 5)

เป็นรหัสที่ใช้ตั้งแต่ ค.ศ. 1960 เป็นแบบที่ง่ายที่สุดในการใช้งาน การที่เรียกว่า 2 ใน 5 เพราะว่าใน 1 รหัส จะประกอบไปด้วยแถบ 5 แถบ (5 บิต) แต่จะมีแถบกว้างที่มีค่าเป็น 1 (แถบกว้าง) เพียง 2 แถบ (2 บิต) เท่านั้น ส่วนบิตที่เหลือเป็น 0 ทั้งหมด คือการแทนด้วยแถบแคบ (Narrow bar) 3แถบโดยที่ไม่นำส่วนที่เป็นช่องว่าง (Space bar) มาใช้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอักขระ	รหัสเลขฐานสอง	รูปแบบ
1	10001	
2	01001	
3	11000	
4	00101	
5	10100	
6	01100	
7	00011	
8	10010	
9	01010	
0	00110	

ตาราง 2.2 เลขฐานสอง ของรหัส 2 ใน 5

รหัส 2 ใน 5 นี้ เป็นรหัสที่ใช้แทนข้อมูลได้เฉพาะตัวเลข 0-9 เพียงแค่ 10 รหัสเท่านั้น เริ่มต้นจาก Start code 3 บิต คือ 110 (แถบกว้าง2 และ แถบแคบ 1) กับปิดท้ายด้วย Stop code 3 บิต คือ 101 ส่วนรหัสทั้ง 5 บิต ที่แทนเลข 0-9 ดูได้จากตารางในรหัส Interleaved 2 of 5

2.3 รหัส 2 ใน 5 แบบสอดแทรก (Interleaved 2 of 5)

รหัสแทรก 2 ใน 5 เป็นรหัสแถบที่ใช้ในการขนส่งพัสดุหีบห่อ รหัสที่ใช้มีเพียงตัวเลข 0-9 ดังที่แสดงไว้ในตาราง โดยมีความกว้าง 2 ระดับ ทั้งแถบทึบและช่องว่าง อัตราส่วนของความกว้างต่อความแคบอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3 เท่า ต่อ 1

รหัสอักขระแต่ละตัวถูกแทนด้วยส่วนกว้าง 2 ส่วน ในจำนวนทั้งหมด 5 ส่วน โดยที่แถบทึบและช่องว่างแคบถูกแทนด้วยเลขฐานสอง “0” เช่นเดียวกับแถบทึบหรือช่องว่างที่กว้างแทนด้วยเลขฐานสอง “1” รหัสแทรก 2 ใน 5 นี้จะเริ่มต้นด้วยรหัส 0000 และปิดท้ายด้วยรหัส 100 โดยข้อความจะบรรจุอยู่ระหว่างรหัสเริ่มต้นและรหัสสิ้นสุด คือ ถูกสอดแทรก (Interleaved) นั่นเองดังนั้นรหัสอักขระตัวแรกจะตามรหัสเริ่มต้น และรหัสอักขระตัวที่สองจะแทรกอยู่ในช่องว่าง ของอักขระตัวแรก (FSFSFSFSFS) โดยให้ F แทนรหัสอักขระตัวแรก และ S แทนรหัสอักขระตัวที่สอง

รหัสแทรก 2 ใน 5 เป็น รหัสแถบที่มีความจุสูง นั่นคือ จำนวนรหัสต่ออักขระน้อย ความจริงนั้นรหัสตัวอักขระที่ถูกแทรกเข้าไปนั้นยังหมายถึงการแบ่งแยกรหัส (รหัสเป็นลักษณะต่อเนื่อง) แต่ละรหัสอักขระจะมีการตรวจสอบตัวเอง โดยรหัสอักขระแต่ละตัวประกอบไปด้วยส่วนกว้าง 2 ส่วน และส่วนแคบ 3 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสนี้จะมีค่า check sum ที่เลือกขึ้นมาจากเกณฑ์การคูณด้วย 10 ตัวอย่างเช่น ข้อมูล "5764828" check sum ถูกคำนวณโดยกำหนดให้รหัสอักขระด้านขวาสุดเป็นตำแหน่ง E (even) ดังนั้นผลรวมของรหัสอักขระในตำแหน่ง 0 (odd) เท่ากับ 17 ส่วนผสมรวมในตำแหน่ง E (even) เท่ากับ 23 แล้วนำไปคูณด้วย 3 ได้ 69จากนั้นนำผลการคำนวณทั้งสองมารวมกัน ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 86 (69+17) ดังนั้นจะได้ check sum เท่ากับ 4 (check sum คือเลขจำนวนที่น้อยที่สุด ซึ่งบวกเข้ากับผลลัพธ์ทั้งหมดที่หาได้แล้วหารด้วย 10 ลงตัว (86+4=90)

ดังนั้นข้อมูลที่เพิ่มอักขระตรวจสอบคือ "576548234" อย่างไรก็ตาม จำนวนตัวอักขระที่จะเข้ารหัสต้องเป็นคู่ๆ ดังนั้นถ้าข้อมูลนั้นไม่เป็นคู่ เราจะทำให้เป็นจำนวนคู่โดยการเติม 0 ข้างหน้า ข้อมูลนั้น ฉะนั้นข้อมูลใหม่จะถูกเข้ารหัสเป็น "0576548234"

ตัวอย่างการเข้ารหัสของข้อมูล "0123" โดยไม่มี check sum ทำได้โดยการแบ่งข้อมูลออกเป็นคู่ คู่แรกของข้อมูลคือ "01" และคู่หนังสือ "23" จากนั้นก็แปลงข้อมูลคู่แรกคือ "01" เป็นรหัสเลขฐานสองโดยตัวเลข 0 แทนด้วยรหัส 00110 และตัวเลข 1 แทนด้วย 10001 แล้วนำรหัสที่ได้มารวมกันแบบสอดแทรก นั้นคือให้อักขระตัวหลัง (1) อยู่ในตำแหน่งคี่และอักขระตัวแรก (0) อยู่ในตำแหน่งคู่ ฉะนั้นจะได้รหัสของคู่แรกคือ 01 เป็น 0100101001 ส่วนการแปลงรหัสในคู่หลังนั้นก็เหมือนกับคู่แรกคือ อักขระเลข 2 แทนด้วยรหัส 01001 และอักขระเลข 3 แทนด้วย 11000 แล้วนำมาแทรกสอดกันได้รหัสของคู่หลังเป็น 0111000010

ผลสุดท้ายก็นำรหัสที่ได้จากข้อมูลในคู่แรกกับคู่หลังมารวมกัน โดยเพิ่มรหัสเริ่มต้นคือ 0000 ไว้ข้างหน้า และรหัสหยุดคือ 100 ไว้ข้างหลังสุด ดังนี้ 0000/0100101001011100010/100

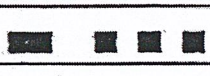
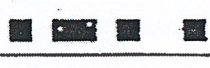
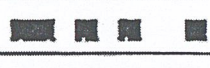
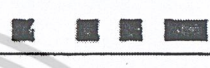
ส่วนแสดงการเริ่มต้นและสิ้นสุดของรหัสแถบ รหัสเริ่มต้นจะอยู่ทางซ้ายของข้อมูลทั้งหมด ประกอบด้วย 4 ส่วนแคบๆ (0000) โดยสลับกันระหว่างแถบทึบและช่องว่างรหัสหยุดจะอยู่ทางขวาของข้อมูลทั้งหมด ประกอบด้วยแถบทึบกว้างและช่องว่างแคบ ตามด้วยแถบทึบแคบ (100) และในส่วนประกอบของรหัสแถบจะมีส่วนช่องว่างที่เป็นขอบเผื่อ (Quit Zone) ที่อยู่ปิดหัวท้ายของรหัสแถบ

2.4 รหัสโคด้าบาร์ (Codabar)

รหัสโคด้าบาร์ มีความกว้าง 2 ระดับ สามารถใช้กับข้อมูลตัวเลข 0-9 และตัวอักขระพิเศษ 6 ตัว คือ S, -, :, /, . และ + และตัวอักษรอีก 4 ตัวที่ใช้เป็นรหัสแสดงการเริ่มต้นและหยุด คือ A, B, C และ D

รหัสโคดาบาร์แต่ละชุดประกอบด้วยขอบเขตแสดงการสิ้นสุด, ส่วนแสดงการเริ่มต้นหรือหยุด และส่วนของข้อมูล ซึ่งสามารถบรรจุข้อมูลได้ถึง 32 ตัวอักษร ตัวอย่างดังแสดงในตาราง รหัสอักขระแต่ละตัวแทนด้วยส่วนประกอบ 7 ส่วน แบ่งเป็นแถบทึบ 4 แถบและช่องว่าง 3 ช่อง เนื่องจากใช้ 7 บิตต่อ 1 อักขระ ดังนั้นจึงสามารถมีรหัสได้ถึง 27 = 128 รหัส แต่นำมาใช้เพียง 20 รหัสเท่านั้น ทำให้รหัสแบบนี้เป็นแบบตรวจสอบตัวเองโดยธรรมชาติและไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับรหัสตรวจสอบ (check sum)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอักขระ	รหัสฐานสอง	รูปแบบของรหัสแท่ง
0	0000011	
1	0000110	
2	0001001	
3	1100000	
4	0010010	
5	1000010	
6	0100001	
7	0100100	
8	0110000	
9	1001000	
-	0001100	
$	0011000	
:	1000101	
/	1010001	
.	1010100	
+	0010101	
A	0011010	
B	0101001	
C	0001011	
D	0001110	

ตาราง2.3 เลขฐานสอง ของรหัส Codabar

รหัสโคด้าบาร์ทั้งหมด แสดงไว้ในตารางที่ 3 ซึ่งส่วนกว้างแทนเลขฐานสอง “1” และส่วนแคบแทนเลขฐานสอง “0” สำหรับข้อมูล “2345” ถ้าเข้ารหัสแบบโคด้าบาร์ โดยมี “A” เป็นรหัสเริ่มต้นและจบ (“A2345A”)

2.5 รหัสยูพีซี (UPC, Universal Product Code)

เป็นรหัสที่นิยมใช้กับสินค้าที่มาจากต่างประเทศหรือสินค้าที่ส่งออกไปขายต่างประเทศรหัสแถบชนิดนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนซึ่งถูกแบ่งด้วยแถบสีดำเล็กๆ แต่ยาวกว่าแถบอ่านสองแถบรหัส UPC ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนตัวเลขที่มีจำนวนที่แน่นอนไม่สามารถใช้แทนตัวอักษรได้ จะใช้แทนรหัสสินค้าแบบ 10 หลัก โดย 5 หลักทางด้านซ้ายจะหมายถึงรหัสผู้ผลิต (Manufactury Code) และ 5 หลักทางด้านขวาจะใช้แทนลำดับที่ของชนิดสินค้าที่ผู้ผลิตออกจำหน่าย (Product Item) นอกจากนี้ยังมีตัวเลขเสริมอีก 2 หลัก คือ ตัวเลขระบบ (Number System) จะอยู่ทางด้านซ้ายก่อนรหัสผู้ผลิต สำหรับตัวเลขระบบนี้จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 9 ซึ่งในการใช้งานได้มีการกำหนดความหมายเฉพาะไว้ดังตาราง ส่วนตัวเลขอีกชุดหนึ่งเป็นตัวเลขสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของรหัส (Check Digit) ซึ่งจะอยู่ทางด้านซ้ายถัดจากเลขชุดลำดับของชนิดสินค้าของผู้ผลิต ซึ่งตัวเลขทั้งสองหลัก ทางผู้ผลิตจะแสดงค่าตัวเลขประจำหลักบนรหัสแถบหรือไม่ก็ได้ และไม่ว่าจะแสดงตัวเลขดังกล่าวให้มองเห็นหรือไม่ แต่เมื่ออ่านด้วยเครื่องอ่านก็สามารถตรวจสอบค่าทั้งสองได้เช่นกัน

ค่าตัวเลข	การนำไปใช้งาน
1	ใช้กับสินค้าอุปโภค
2	ใช้กับสินค้าอุปโภค
3	ใช้กับสินค้าอุปโภค
4	ใช้กับสินค้าทั่วไปที่ร้านค้ากำหนดขึ้นเอง
5	ใช้เป็นรหัสสำหรับคูปอง
อื่นๆ	สำรองไว้ใช้งาน

ตาราง 2.4 การนำรหัส UPC มาใช้กับสินค้ารูปแบบต่างๆ

รหัสยูพีซี เกิดจากการแทนด้วยเลขฐานสอง 7 บิต จำนวน 2 ชุดด้วยกัน โดยทั้ง 2 ชุดจะคอมพลีเมนท์ (Complement) ซึ่งกันและกัน ซึ่งชุดหนึ่งจะใช้แทนเลขทางด้านซ้าย (Manufactury Code) และอีกชุดหนึ่งจะใช้แทนตัวเลขที่อยู่ด้านขวา (Product Item) และจะแทนแถบทึบด้วยเลขฐานสองค่า “1” และแทนช่องว่างด้วยค่าเลขฐานสอง “0” ดังตาราง เป็นตารางรูปแบบของระบบเลขฐานสอง ที่ใช้แทนตัวเลขของรหัสยูพีซีทั้ง 2 ชุด โดยแสดงในรูปของแถบรหัสแถบจะพบข้อสังเกตอย่างหนึ่งคือรูปแบบรหัสด้านซ้ายจะจบด้วยแถบทึบเสมอ ส่วนชุดที่ใช้แทนรหัสด้านขวาจะจบด้วยช่องว่างเสมอ ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์อย่างหนึ่งในการกำหนดระบบเลขฐานสองที่ใช้แทนค่าตัวเลขของรหัสยูพีซี และเหตุผลที่รหัสทั้ง 2 ชุด เป็นคอมพลีเมนท์กัน ก็เพื่อให้การอ่านรหัสแถบโดยเครื่องอ่านสามารถทำการอ่านได้ ทั้งจากซ้ายไปขวา และจากขวามาซ้าย ซึ่งเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งในรหัสแถบหลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลข	รหัสเลขฐานสอง-ด้านซ้าย	รหัสเลขฐานสอง-ด้านขวา
0	0001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100011	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	1001000
9	0001011	1110100

ตาราง 2.5 เลขฐานสอง ของรหัส UPC

นอกจากนี้ในรหัสยูพีซียังมีรหัสที่ไม่สามารถอ่านค่าเป็นตัวเลขได้อีก 3 ชุดคือ

1. รหัสกั้นซ้าย (Left Guard Band) เป็นเส้นแถบที่อยู่ทางด้านซ้ายของตัวรหัสแถบจะใช้เป็นตัวบอกจุดเริ่มต้นของรหัสแถบ (หรือเป็นจุดสิ้นสุดการอ่านรหัสแถบ กรณีเริ่มอ่านจากด้านขวา) โดยเส้นแถบบริเวณนี้จะให้ค่าเป็นเลขฐานสอง 3 บิท หรือ 101

2. รหัสกั้นขวา (Right Guard Band) เป็นเส้นแถบที่อยู่ทางขวาสุด ใช้ในการบอกจุดสิ้นสุด (หรือจุดเริ่มในการอ่านจากขวามาซ้าย) ของการอ่านรหัสแถบเช่นเดียวกับรหัสกั้นซ้าย เส้นแถบบริเวณนี้จะให้ค่าเป็นเลขฐานสองซึ่งมีสองแบบคือ ถ้าเป็น ยูพีซี-เอ จะให้เป็นเลขฐานสอง 3 หลัก คือ 101 ถ้าเป็นยูพีซี-อี จะให้ค่าเป็นเลขฐานสอง 6 หลัก คือ 010101

3. รหัสกั้นกลาง (Center Bar) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแยกรหัสตัวเลขด้านซ้ายและด้านขวาโดยจะให้ค่าเป็นเลขฐานสอง 5 หลัก คือ 01010

การตรวจสอบความถูกต้องของรหัส (Check Digit) ของรหัสยูพีซี มีวิธีการคิดดังนี้

1. หาผลรวมของตัวเลขจากด้านขวาและซ้ายทีละหลักเว้นหลัก โดยไม่รวมตัว Check Digit
2. นำผลรวมจากข้อ 1 คูณด้วย 3
3. หาผลรวมของหลักที่เหลือ
4. นำข้อ 2 บวก ข้อ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หาตัวเลข 0-9 ที่เมื่อมาบวกกับข้อ 4 แล้วมีค่าเต็ม 10

รหัสยูพีซีแบ่งเป็นหลายประเภทดังนี้ คือ

2.1.1 รหัสยูพีซี-เอ (UPC-A)

รหัสยูพีซี-เอ เป็นรหัสพื้นฐานของรหัสยูพีซี ที่ได้ถูกสร้างขึ้นเป็นแบบแรก มีโครงสร้างที่เป็นพื้นฐานของรหัสยูพีซีแบบอื่น ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นิยมใช้ในสินค้าอุปโภค และบริโภคสำหรับประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนนาดา

2.5.2 รหัสยูพีซี-อี (UPC-E)

รหัสยูพีซี-อี เป็นรหัสที่ใช้ในการแทนค่ารหัสเหมือนกับรหัสยูพีซี-เอ แต่โครงสร้างจะแตกต่างกันเล็กน้อยคือ รหัสยูพีซี-อี จะมีจำนวนข้อมูลเพียง 6 ตัว ซึ่งเสมือนการตัดเอาเฉพาะข้อมูลด้านซ้ายของรหัสยูพีซี-เอมาใช้ คือมีเฉพาะรหัสกั้นซ้ายรหัสข้อมูลและรหัสกั้นกลาง

2.5.3 รหัสยูพีซี-บี (UPC-B)

รหัส ยูพีซี-บี เป็นรหัสยูพีซีแบบที่พัฒนาขึ้นมาจากรหัสยูพีซี-เอ เพื่อใช้ในงานด้านยา และสาธารณสุขแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยโครงสร้างของรหัสที่แตกต่างก็เพียงแต่ รหัสยูพีซี-บี จะไม่มีรหัสตรวจสอบ คือรหัสตัวสุดท้ายของข้อมูลด้านขวาจะไม่ใช่รหัสตรวจสอบ แต่จะเป็นรหัสข้อมูล

2.5.4 รหัสยูพีซี-ซี (UPC-C)

รหัสยูพีซี-ซี เป็นรหัสยูพีซีที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากเดิมโรงงานอุตสาหกรรมยังมิได้มีการนำรหัสแถบไปใช้งาน (ใช้รหัสตัวเลขธรรมดา) จึงได้มีการพัฒนารหัสยูพีซี-ซี ขึ้นมารองรับความต้องการ โดยโครงสร้างของรหัสที่แตกต่างจากรหัสยูพีซี แบบมาตรฐาน คือ จะมีรหัสข้อมูล 12 ตัว กับรหัสตรวจสอบและรหัสบอกชนิดสินค้า รวมทั้งหมด 14 ตัว

2.6 รหัสเอียน (EAN, European-Article Numbering)

รหัสเอียนมีลักษณะคล้ายกับรหัสยูพีซีโดยจะใช้จำนวนตัวเลข 5 หรือ 10 หลักเป็นรหัสหลัก และเพิ่มได้อีก 2 หรือ 5 หลัก โดยใช้เพียงอักขระตัวเลข 0-9 เท่านั้น รหัสเอียนมีความกว้าง 4 ระดับ คือ ในแต่ละแถบทึบหรือช่องว่างจะมีระดับความกว้าง 1, 2, 3 หรือ 4 โดยให้แถบทึบแทนด้วยเลขฐานสอง “1” ในขณะที่ช่องว่างแทนด้วยเลขฐานสอง “0” ตัวอย่างเช่น รหัส 00011 จะถูกแทนด้วยช่องว่างที่มีความกว้าง 3 ส่วน และตามด้วยแถบทึบที่มีความกว้าง 2 ส่วน

รหัสอักขระแต่ละตัวถูกสร้างขึ้นด้วยเลขฐานสองขนาด 7 บิท โดยรหัสแถบชุดหนึ่งๆ จะประกอบด้วยรหัสกั้นซ้าย รหัสกั้นกลาง และรหัสกั้นขวา รหัสที่อยู่ทางด้านซ้ายของรหัสกั้นกลางถูกเข้ารหัสโดยการใช้คอลัมน์ด้านซ้าย ดังแสดงในตาราง ดังนั้นอักขระที่อยู่ทางด้านด้านขวาของรหัสกั้นกลางก็จะเข้ารหัสโดยใช้คอมลัมน์ด้านขวา ความแตกต่างระหว่างสองคอลัมน์ทางด้านซ้ายนั้นคือ คอลัมน์ A จะใช้กับข้อมูลที่เป็นพาริตี้คี่ (odd parity) และคอลัมน์ B สำหรับข้อมูลที่เป็นพาริตี้คู่ (even parity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลข	รหัสเลขชุดที่สอง-ด้านซ้าย	รหัสเลขชุดที่สอง-ด้านขวา
0	0001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100011	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	1001000
9	0001011	1110100

ตาราง 2.6 เลขฐานสอง ของรหัส EAN

รหัสเอียนจะใช้ข้อมูล 3 หลักแรกเป็นรหัสประเทศ (country code) ของผู้ผลิตสินค้า รหัสเอียน -8 เป็นรหัสที่มีความยาวของข้อมูล 5 หลัก ส่วนรหัสเอียน –13 นั้นเป็นรหัสที่มีความยาวของข้อมูล 10 หลัก โดยที่ 4 หลัก เป็นรหัสของผู้ผลิตสินค้า (manufacture identify code) 5 หลัก ถัดมาเป็นรหัสสินค้า (product code) หลักสุดท้ายคือรหัสตรวจสอบ (check code) รหัสเอียนทั้ง 2 ชนิดนี้ก็ประกอบไปด้วยรหัสกั้นหน้า รหัสกั้นกลาง และรหัสกั้นหลัง รหัสแฟลก (Flag Character) 2 ตัว และอาจจะมี รหัส 2 หลัก คือ รหัส 5 หลักเพิ่มขึ้นมาอีก

2.6.1 รหัสเอียน-8

รหัสเอียน -8 นั้นประกอบไปด้วยส่วนต่างตามลำดับดังนี้

- รหัสกั้นหน้า ซึ่งเข้ารหัสด้วย 101
- อักขระแฟลก 2 ตัว เข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A (ดูตารางที่ 2.6)
- ข้อมูลอักขระสองตัวแรกเข้ารหัสด้วยรหัสคอลัมน์ด้านซ้าย A เช่นกัน
- รหัสกั้นกลาง ซึ่งการเข้ารหัสด้วย 01010
- ข้อมูลอักขระ 3 ตัวหลังเข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านขวา
- อักขระตรวจสอบซึ่งเข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านขวา
- รหัสกั้นหลังเข้ารหัสด้วย 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสเอียน –8 ซึ่งมีข้อมูลเป็น “80123453” สามารถแทนด้วยรหัสเลขฐานสองได้ดังนี้ คือ 101/0110111/0001101/0011001/0010011/01010/1000010/1011100/1001110/100010/101 (เพื่อให้ดูง่ายๆ จะใช้เครื่องหมาย “/” ขั้นระหว่างแต่ละรหัส)

อักขระตรวจสอบสามารถหาได้โดยการสมมติว่า ตัวอักขระขวาสุดเป็นตำแหน่งที่ (Odd) EOEOEO และบอกอักขระทั้งหมดในตำแหน่งคี่ (Odd) แล้วคูณด้วย 3 ได้เป็นผลลัพธ์แรก ส่วนผลลัพธ์ที่ 2 หาจากผลรวมของรหัสอักขระทั้งหมดในตำแหน่งคู่ (even) ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้คือ ผลรวมของทั้ง 2 กรณีข้างต้น

อักขระตรวจสอบคือจำนวนเลขที่น้อยที่สุดที่บวกเข้ากับผลลัพธ์และสามารถบวกเข้ากับจำนวนนั้นได้ 10 ลงตัว (หรือบวกให้หลักหน่วยเป็น 0)

2.6.2 รหัสเอียน -13

รหัสเอียน –13 นั้นก็มีส่วนประกอบคล้ายคลึงกับรหัสเอียน –8 ดังนี้

- รหัสกั้นหน้า ซึ่งเข้ารหัสด้วย 101
- อักขระแฟลกที่ 2 (second flag character) 1 ตัว รหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B
- ข้อมูลอักขระ 5 ตัวแรกเข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B
- รหัสกั้นกลาง ซึ่งการเข้ารหัสด้วย 01010
- ข้อมูลอักขระ 5 ตัวหลังเข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านขวา
- อักขระตรวจสอบซึ่งเข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านขวา
- รหัสกั้นหลังเข้ารหัสด้วย 101

อักขระแฟลกที่ 1 ของรหัสเอียน –13 ถูกเข้ารหัสด้วยการใช้รูปแบบพาริตี้ (Parity Pattern) ของอักขระแฟลกที่ 2 ข้อมูลอักขระ 5 ตัวแรกดังตารางที่ 2.8

ตัวอย่างรหัสเอียน –13 กำหนดให้อักขระแฟลก คือ “97” และมีข้อมูลเป็น “7095983300” ตำแหน่งของคู่/คี่ (Even/Odd) เป็นดังนี้ EOEOEOEOEOEO ดั้งนั้นผลรวมของเลขในตำแหน่งคี่คูณด้วย 3 จะได้เท่ากับ 69 ([7+0+5+8+2+0]*3) และผลรวมของเลขในตำแหน่งคู่เท่ากับ 37 (9+7+9+9+3+0) จากนั้นนำผลรวมทั้งสองข้างต้นมาบวกกัน ได้เป็นผลลัพธ์เท่ากับ 106 (69+37) ดังนั้นเมื่อนำ 4 บวกเข้ากับ 106 จะได้เท่ากับ 110 ซึ่งหารด้วย 10 ได้ลงตัวพอดีฉะนั้นอักขระตรวจสอบคือ 4 และได้ข้อความเต็มๆ ดังนี้ 9770959833004

2.6.3 รหัสเอียนแบบเพิ่ม 2 หลัก

รหัสสองหลักที่เพิ่มขึ้นมาซึ่งอยู่ด้านหน้าของรหัสหลักนั้นจะแสดงหมายเลขเดือน โดยเริ่มจาก 01 สำหรับเดือนมกราคม

รหัส 2 หลักที่เพิ่มขึ้นมานี้ จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ตามลำดับดังนี้

- รหัสกั้นซ้าย-ขวา เข้ารหัสด้วย 1011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลอักขระตัวแรก เข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B
- อักขระแยก (character delineator) เข้ารหัสด้วย 01
- ข้อมูลอักขระตัวสอง เข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B

ข้อมูลอักขระที่ถูกเข้ารหัสโดยใช้คอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B นั้นขึ้นอยู่กับหลักของอักขระนั้น ตัวอย่างเช่น ถ้าส่วนที่เพิ่มขึ้นมานั้นคือ 12 เราจะใช้ตารางที่ 2.9 ในการอ้างอิง ซึ่งจะใช้คอลัมน์ด้านซ้าย A ใช้สำหรับเลข 1 และ 3 ก็จะเข้ารหัสจากคอลัมน์ด้านซ้าย B (เลข 13 อยู่ในคอลัมน์ A-B)

2.6.4 รหัสเอียนแบบเพิ่ม 5 หลัก

รหัสเอียนแบบที่เพิ่มขึ้นมา 5 หลัก นั้นส่วนมากมักจะพบเห็นกันบนหนังสือ หรือนิตยสารที่ป้ายบอกราคาหรือปกหนังสือใน 5 หลักที่เพิ่มขึ้นมานั้นประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ตามลำดับดังนี้

- รหัสกั้นซ้าย-ขวา เข้ารหัสด้วย 1011
- ข้อมูลอักขระตัวแรก เข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B
- อักขระแยกเข้ารหัสด้วย 1
- ข้อมูลอักขระตัวที่สอง เข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B
- อักขระแยกเข้ารหัสด้วย 01
- ข้อมูลอักขระตัวที่สามเข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B
- อักขระแยกเข้ารหัสด้วย 1
- ข้อมูลอักขระตัวที่สี่ เข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B
- อักขระแยกเข้ารหัสด้วย 01
- ข้อมูลอักขระตัวที่ห้า เข้ารหัสด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย A หรือ B

เช่นเดียวกันตัวอักขระจะถูกเข้ารหัสโดยการใช้คอลัมน์ด้านซ้าย ซึ่งคอลัมน์ที่ใช้นั้นคิดจากค่า check sum ที่คิดเหมือนกับอักขระตรวจสอบของข้อความหลัก โดยสมมติให้อักขระด้านขวาสุดเป็นตำแหน่งที่ จากนั้นนำอักขระที่อยู่ในตำแหน่งคี่มาบวกกันแล้วคูณด้วย 3 และนำอักขระที่อยู่ตำแหน่งคู่มาบวกกันแล้วคูณด้วย 9 เสร็จแล้วนำผลลัพธ์ทั้งสองมาบวกกัน ก็จะได้ค่าๆ หนึ่ง โดยเราจะสนใจเฉพาะเลขในหลักหน่วยของค่าผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งก็คือหมายเลขของรูปแบบพาริตี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
เครื่องอ่านรหัสแถบ

เครื่องอ่านรหัสแถบใช้ในการแยกข้อมูลที่ถูกจัดเข้าเป็นรหัสแถบ และแปลงข้อมูลนั้นให้อยู่ในรูปแบบของสัญญาณดิจิตอล (0 และ 1) หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลมาทำการถอดรหัส ด้วยหน่วยประมวลผล (Microprocesser unit) ข้อมูลที่ถูกถอดรหัสแล้วจะถูกส่งตรงไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปประมวลผลต่อไปหรือเก็บข้อมูลไว้ก่อนเพื่อรอการเรียกใช้ภายหลัง หรือใช้กับโปรแกรมประยุกต์ที่อยู่ภายในตัวเครื่องอ่านรหัสแถบเอง

ชนิดของตัวอ่าน Bar code

1. **ไดโอดเปล่งแสง** (LED) ตัวอ่านแบบไดโอดเปล่งแสงจะมีราคาต่อหน่วยต่ำ แต่การทำงานนั้นอาจถูกรบกวนโดยแสงสว่างจากสภาพแวดล้อมได้ การใช้งานตัวอ่านต้องสัมผัสกับวัตถุที่จะอ่านและตัวฉลากบาร์โค้ดหากเกิดความสกปรกจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง โดยทั่วๆไปแล้วความลึกในการฉาย (depth of field) จะมีค่าอยู่ในระดับ 0.075 นิ้ว

2. **แสงอินฟราเรด (IR)** ตัวอ่านชนิดนี้จะคล้ายกับไดโอดเปล่งแสง แต่มีข้อดีกว่า มีผลรบกวนจากแสงสว่างจากสภาพแวดล้อมรอบๆ น้อยมาก และมักมีปัญหาในการอ่านเนื่องมาจากความสกปรก

3. **แสงเลเซอร์ (Laser)** ปัจจุบันนี้ตัวอ่านที่ใช้แสงเลเซอร์จะมีราคาแพงที่สุดในบรรดาตัวอ่านบาร์โค้ด มีความลึกในการฉายแสง (depth of field) จะมีค่าอยู่ในระดับ 3 นิ้ว ซึ่งหมายความว่าสามารถที่จะใช้งานอ่านบาร์โค้ดที่ระยะไกลออกไปได้ ตัวอ่านไม่จำเป็นต้องติดกับผิวป้ายบาร์โค้ดโดยทั่วไปจะใช้แสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 750 nm ซึ่งเป็นแสงที่อยู่ในช่วงที่ตามองมาเห็น แต่การทำงานจะมี LED สีแดงช่วยเล็งหาเป้าหมายขณะทำงาน

4. **ไฟเบอร์ออปติค** ใช้แสงสว่างจากสิ่งแวดล้อมมีราคาต่อหน่วยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

ตัวอ่านบาร์โค้ดจะมีช่องแสงเป็นทางให้แสงสะท้อนจากผิวบาร์โค้ดผ่านส่วนตรวจจับ และช่องแสงนี้ต้องมีขนาดเล็กกว่าความกว้างของแถบบาร์โค้ด แรงดับที่เอาท์พุทจะขึ้นอยู่กับขนาดของช่องแสง

ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญอีกค่าหนึ่งของตัวอ่านบาร์โค้ด คือ ค่าของดัชนีความละเอียด (resolution index หรือ RI) อัตราส่วนของสัญญาณแถบแคบ VD (narowbar signal) หารด้วยค่าของสัญญาณแถบกว้าง VS (widebar signal) โดยที่ค่าของสัญญาณแถบแคบ VD คือ ระดับของสัญญาณไฟฟ้าที่อ่านผ่านแถบที่แคบที่สุดของบาร์โค้ดและสัญญาณแถบกว้าง VS คือค่าความแตกต่างระหว่างขนาดของสัญญาณที่ได้จากบริเวณแถบดำและแถบขาวของป้ายบาร์โค้ดสัมพันธ์กับสัญญาณที่สร้างโดยความกว้างของบาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสเปซ สัญญาณที่วัดได้จากตัวอ่านบาร์โค้ดจะขึ้นกับความเร็วในการสแกนผ่านไปบนป้ายเวลาขาขึ้น (rise time) และเวลาขาลง (fall time) ของสัญญาณที่อยู่ระหว่าง 10% และ 90% ของสัญญาณภายในเวลา 40 ไมโครวินาที

โดยทั่วไปแล้วเครื่องอ่านรหัสแถบประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้คือ

- ส่วนหัวอ่าน เป็นส่วนข้อมูลเข้าประกอบด้วย แหล่งกำเนิดแสง (Light Source) และตัวตรวจจับแสง (Light Detector)
- ส่วนถอดรหัส เป็นส่วนประมวลข้อมูลที่ได้จากหัวอ่านซึ่งจะใช้ซอฟท์แวร์เป็นหลัก

ข้อกำหนดพื้นฐาน 5 ประการ สำหรับส่วนถอดรหัส

1. สามารถพิจารณาความกว้างแคบของแถบทึบ (Bar) และแถบขาวหรือช่องว่าง (Space)
2. สามารถจัดแบ่งระดับของความกว้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของรหัสแถบที่ใช้งาน เช่น
   - แบ่งความกว้างเป็น 2 ระดับ สำหรับรหัส 39, รหัสแทรก 2 ใน 5 เป็นต้น
   - แบ่งความกว้างเป็น 4 ระดับ สำหรับรหัสแถบกลุ่มยูพีซี/เอียน
3. ให้ความมั่นใจได้ว่าความกว้างที่ถูกจัดแบ่งเหมาะสมกับการถอดรหัสแต่ละชนิดสามเปรียบเทียบโครงสร้างความกว้างที่อ่านได้กับตารางรูปแบบหลักของรหัสแถบนั้นๆ เพื่อเปลี่ยนเป็นรหัสแอสกี้ (ASCII code)
4. ถ้าการกลับลำดับ (Reverse) มีผลต่อการถอดรหัส ทิศทางการอ่านจะถูกกำหนดโดย การตรวจสอบรหัสเริ่มต้น (Start code) และรหัสหยุด (Stop code)
5. ยืนยันได้ว่ามีบริเวณขอบเผื่อ (quite Zone) ที่ปลายทั้งสองข้างของรหัสแถบ

3.1 หัวอ่านรหัสแถบ (Bar Code Scanner)

เป็นส่วนนำเข้าข้อมูล (Input Device) ที่ใช้เทคนิคการเปลี่ยนแสงไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าในการสแกน (Scan) ผ่านรหัสแถบ ลักษณะการสแกนขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวมือของผู้ใช้หรือขึ้นกับการสแกนภายในหัวอ่านเอง สัญญาณเอาท์พุทที่ได้คือผลของการสะท้อนแสง ณ จุดที่ถูกสแกน

อุปกรณ์ส่วนนี้มักจะเป็นแบบแอคทีฟ (Active System) ซึ่งทำงานโดยการส่งพลังงานแสงไปยังรหัสแถบ แล้วตรวจสอบพลังงานแสงที่สะท้อนกลับมา ส่วนที่เป็นช่องว่างจะสะท้อนแสงได้มากกว่าส่วนที่เป็นแถบทึบ

พื้นที่ของรหัสแถบซึ่งถูกตรวจสอบนี้เรียกว่า สปอต (spot) สปอตควรจะประกอบด้วยความกว้างที่แคบที่สุดของรหัสแถบที่ถูกสแกน สปอตสามารถอยู่ในแบบที่มีการเก็บแสงแบบกว้าง จากแสงที่โฟกัสแม่นยำ หรือโดยการปล่อยแสงแบบกว้างแล้วให้แสงถูกโฟกัสผ่านช่องเก็บแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แสงที่สะท้อนจากสปอต จะถูกบังคับทิศทางไปยังตัวรับแสง (Light Detector) ซึ่งจะสร้างกระแสค่าหนึ่งไม่มากนักแต่เป็นสัดส่วนกับแสงที่สะท้อนมา วงจรขยายสัญญาณ (Amplifier) ในหัวอ่านจะขยายสัญญาณยากตัวรับแสงให้อยู่ในระดับใช้งาน แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับการสะท้อนแสงเพื่อจะแยกแถบขาวและดำ แรงดันไฟฟ้าจะถูกแปลงเป็นรูปคลื่นดิจิตอล (Digital Waveform) ด้วยวงจรแปลงรูปคลื่น (Wave shaper)

ในการสแกนด้วยความเร็วคงที่ จะสามารถตรวจสอบความกว้างและแคบของแถบขาวกับแถบทึบด้วยการวัดค่าเวลา หรือสามารถเปลี่ยนจากไทม์โดเมน (Time Domain) เป็นสเปซโดเมน (Space Domain) ได้ง่ายและแม่ยำ แต่ถ้าการสแกนมีความเร่งหรือมีความเร็วไม่คงที การวัดค่าเวลาจากความกว้าง-แคบของรหัสแถบขาวดำจะยากมากขึ้น (ความแม่นยำในการวัดน้อยลง) และจากการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าจริงจากหัวอ่าน ความแม่นยำและความถูกต้องในการวัดค่าจะขึ้นอยู่กับซอฟแวร์ในส่วนถอดรหัส (Decoder Part)

3.2 ชนิดของหัวอ่านรหัสแถบ

หัวอ่านรหัสแถบแบ่งตามลักษณะการใช้งานและการทำงานได้ดังนี้

3.2.1 หัวอ่านแบบลำแสงกวาด (Moving Beam Scanner)

หัวอ่านแบบลำแสงกวาด ใช้แสงเลเซอร์ (Laser) หรือฮีเลียม-นีออน เป็นแหล่งกำเนิดแสงโดยกวาดลำแสงผ่านรหัสแถบได้เอง (self scanning) ลักษณะการสแกนทางแนวนอน โดยมีกระจกสะท้อนแสงซึ่งหมุนได้มากกว่า 4 ทิศทาง เพื่อบันทึกการสะท้อนของลำแสงจากรหัสแถบถูกสร้างโดยการหมุนกระจกภายในหัวอ่านและฉายแสงกวาดไปยังรหัสแถบ มีทั้งแบบอยู่กับที่ (Fixed) และแบบมือถือ (Hand Held)

หัวอ่านแบบซีซีดี (CCD, Charged-Couple Device) ก็จัดเป็นหัวอ่านแบบนี้ แต่ใช้อุปกรณ์แบบพาสสีฟ (passive device) หลักการของมันก็คือ ฉายแสงคลุมทั้งรหัสแถบ แล้วทำการแยกสัญญาณ (digitize) โดยอาศัยแผงลิเนียร์โฟโตไดโอด (Linear photo diode array) ส่วนการสแกนจริงๆ ทำโดยวงจรการสแกน (Scanning circuitry) จากไดโอดแต่ละตัวในแบบลำดับ (sequential) และอาศัยเทคโนโลยีของอุปกรณ์ Charged-Couple Device

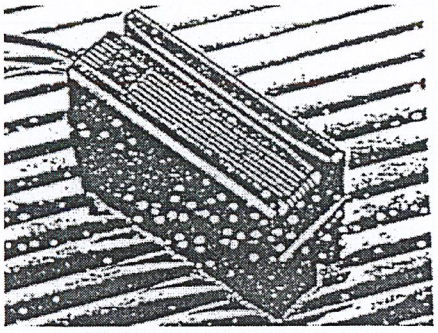
3.2.2 หัวอ่านแบบอยู่กับที่ลำแสงคงที่ (Fix Mount Fix Beam Scanner)

หัวอ่านแบบนี้จะอยู่กับที่ ลำแสงไม่เคลื่อนที่ การสแกนรหัสอาศัยการเคลื่อนตัวรหัสแถบผ่านแหล่งกำเนิดแสงซึ่งอยู่กับที่ ตัวอย่างของหัวอ่านแบบนี้คือ Barcode Slot Scanner

การประยุกต์ใช้งานหัวอ่านแบบลำแสงคงที่ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป คือติดรหัสแถบไว้บนวัสดุที่เคลื่อนไปบนสายพาน ดังนั้นจึงมีโอกาสสแกนเพียงครั้งเดียว จึงต้องใช้การพิมพ์รหัสแถบที่มีคุณภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55445



รูปที่ 3.1 เครื่องอ่าน Fix Beam Scanner

3.2.3 หัวอ่านแบบมือถือลำแสงคงที่ (Hand Held Fix Beam Scanner)

เป็นหัวอ่านแบบที่ใช้คนควบคุม การสแกนจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้เป็นหลัก ส่วนประกอบภายในของหัวอ่านแบบนี้จะไม่มีส่วนกลไกใดๆ ที่จะช่วยการสแกนให้เป็นแบบอัตโนมัติ ลำแสงที่ใช้จะอยู่กับที่ แบเป็น 2 แบบ คือ แบบสัมผัสรหัส (Contact) และไม่สัมผัสรหัส (Non Contact)

หัวอ่านแบบเพียงสัมผัสรหัสนั้น รอยสัมผัสระหว่างหัวอ่านกับตัวรหัสควรจะมีขนาดเล็กที่สุด เพื่อความเสียหายจากรอยขีดข่วนที่เกิดกับตัวรหัส ตัวอย่างหัวอ่านแบบสัมผัสระหว่าง คือ Wand หรือ Light Pen และ Contact Gun สำหรับหัวอ่านแบบไม่สัมผัสรหัส จะมทิศไฟกัสอยู่ห่างปลายทางหัวอ่านออกมาจึงไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับตัวรหัสแถบ

ข้อผิดพลาดที่มักจะเกิดขึ้นในการใช้งานของหัวอ่านแบบมือถือลำแสงคงที่

- การสแกนช้าไปทำให้เกิดการกระตุก
- การหยุดสแกนก่อนจะสิ้นสุดรหัสจริงๆ (บริเวณขอบเผื่อด้านขวา)
- ไม่เริ่มการสแกนที่จุดเริ่มต้นของรหัสแถบ (บริเวณขอบเผื่อด้านซ้าย)
- ต้องสแกนผ่านเลยแถบทึบแถบสุดท้าย

แม้ว่าจะมีข้อจำกัดในการใช้งาน แต่หัวอ่านชนิดนี้ก็เป็นที่นิยมใช้ เพราะมีราคาถูก

3.3 ส่วนถอดรหัสแถบ (Barcode Decoder)

ส่วนถอดรหัสของเครื่องอ่านรหัสแถบ จะทำหน้าที่วิเคราะห์สัญญาณดิจิตอล ที่ได้จากหัวอ่านแปลงสัญญาณนั้นให้ตรงรูปแบบของรหัสแถบด้วยขั้นตอนการถอดรหัส

ขั้นตอนการถอดรหัสมักจะใช้ซอฟแวร์ ที่ทำงานบนไมโครโปรเซสเซอร์ หรืออาจจะใช้ฮาร์ดแวร์แทนก็ได้ ใช้วิธีการใดก็ตามต้องมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แบ่งแยกแถบขาวและแถบทึบจากการสแกน
2. วัดความกว้างของแต่ละสัญญาณที่สแกนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบ่งแยกระดับความกว้างของสัญญาณโดยอาศัยอัลกอริทึม (Algorithm) แบบต่างๆ เปลี่ยนความกว้างเป็นรหัสเลขฐานสอง

4. ถอดรหัสจากรหัสเลขฐานสอง โดยนำไปเปรียบเทียบกับค่าในตารางรูปแบบรหัสแถบสำหรับแต่ละรหัสอักขระ

5. มีอัลกอริทึมบังคับทิศทางการสแกน ถ้ารหัสชนิดนั้นสแกนได้ทิศทางเดียว

6. ตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความถูกต้องของการสแกนรหัสแถบ

- บริเวณของเผื่อที่ถูกต้อง (Quiet Zone)
- อักขระตรวจสอบ (Check Digit)
- ความเร็วของการสแกนจะต้องอยู่ในค่าจำกัดที่กำหนดไว้แล้ว

7. การส่งข้อมูลที่ถอดรหัสได้ที่มีผลต่อการถอดรหัสครั้งต่อไป

3.4 ชนิดของเครื่องอ่านรหัสแถบ

เครื่องอ่านรหัสแถบแบ่งตามหน้าที่การใช้งานได้ 2 แบบ ดังนี้

3.4.1 เครื่องอ่านรหัสแถบแบบออนไลน์ (On line code readder)

เครื่องอ่านรหัสแถบแบบนี้ จะมีการสื่อสารถ่ายเทข้อมูลกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมวลผลอยู่ตลอดเวลา ตัวอย่างของเครื่องอ่านรหัสแบบนี้ ได้แก่ เครื่องอ่านรหัสแถบในระบบ POS (Point of Sale) ที่ใช้ในธุรกิจค้าปลีก

3.4.2 เครื่องอ่านรหัสแถบแบบพอร์ทเทเบิล (Portable barcode readder)

เครื่องอ่านรหัสแถบแบบพอร์ทเทเบิล ประกอบด้วย หน่วยประมวลผล หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลรหัสแถบ และส่วนแสดงผลรวมอยู่ภายในเครื่อง ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟ ตัวเครื่องมีขนาดเล็ก พกพาสะดวก มักจะนำไปใช้ในการตรวจสอบรหัสแถบที่อยู่กับที่ เช่น การตรวจสอบคลังสินค้า ข้อมูลที่ได้จะถูกเก็บเอาไว้ในเครื่องก่อน เมื่อต้องการนำข้อมูลไปประมวลผลจึงนำไปต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
องค์ประกอบวงจร

4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

4.1.1 สมาชิกของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ "MCS-51" หมายถึง ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 และเบอร์ที่สำคัญอื่นๆ ในตระกูล MCS-51 ด้วย เช่น เบอร์ 8052, 8131, 8132 หรือ 8751 เป็นต้น แต่ละเบอร์จะมีความสามารถพิเศษมากน้อยแตกต่างกันไป ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 4.1

คุณสมบัติของ MCS-51

คุณสมบัติที่สำคัญๆ ของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงาน อยู่ภายในชิปจำนวน 4 กิโลไบท์ (เบอร์ 8031, 8032 ไม่มีหน่วยความจำส่วนนี้ เบอร์ 8052 มีหน่วยความจำ 8 กิโลไบท์ และเบอร์ 83 C51FB จะมีหน่วยความจำ 16 กิโลไบท์)
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) อยู่ภายในชิปจำนวน 128 ไบท์ (ใน 8031,8051) หรือ 256 ไบท์ (ในเบอร์ 8032,8052)
- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม และข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปได้อย่างละ 64 กิโลไบท์แยกจากกัน
- คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกกะเฮิรตซ์
- มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ตๆ ละ 8 บิท หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิทแยกจากกัน ทำให้เสมือนมีพอร์ตขนาด 1 บิทใช้งาน รวมทั้งสิ้น 32 พอร์ต
- รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัวเอง โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูล (baud rate) ได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิทต่อวินาที
- จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้ 2 ระดับ
- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิป หรือนับการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอก ขนาด 16 บิท จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์ หรือใช้วัดช่วงเวลา (ส่วนเบอร์ 8052จะมี 3 ตัว)
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วน สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบท์และระดับบิท เพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบทำให้ง่ายขึ้น
- มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิทในตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถประมวลผลแบบบลูลีน เพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ
- ใช้โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSC-48 (upwardly compatible) ได้ด้วย

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ที่จัดว่าเป็นเบอร์พื้นฐานในตระกูลนี้ คือเบอร์ 8051,8031 และ 8751 มีจำวนวนขาภายนอก 40 ขาเท่ากันใช้เวลาและสัญญาณในการปฏิบัติคำสั่งแต่ละคำสั่งเท่ากัน (มีไทม์มิ่งไดอะแกรมเหมือนกัน) ใช้แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน สิ่งที่ต่างกันระหว่างเบอร์ทั้งสามคือขนาดหน่วนความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป (onchip program memory) มีไว้เพื่อตอบสนองความต้องการที่ไม่เหมือนกัน ดังจะกล่าวต่อไปนี้

เบอร์-8751 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น EPROM (Erasable Programable Read Only Memory) ขนาด 4 กิโลไบท์ ทำให้สามารถใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการลบโปรแกรมเก่าที่มีอยู่ และบรรจุโปรแกรมใหม่ลงไปได้ทันที เพื่อความสะดวกในการแก้ไขหรือปรับปรุงโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ –8751 จะใช้งานเป็นการพัฒนาเบื้องต้น (prototypeing) ซึ่งจำเป็นต้องทดสอบโปรแกรมเพื่อหาข้อผิดพลาด (bugs) และแก้ไขเรียบร้อยก่อนทำการผลิตจริง การแก้ไขโดยการใช้รังสีอัลตราไวโอเลตและการบรรจุโปรแกรมที่แก้ไขใหม่สามารถทำได้ในจำวนวนครั้งที่จำกัด ทั้งนี้เพราะหน่วยความจำที่เป็น EPROM เมื่อใช้ไปนานๆ จะเกิดเสื่อมสภาพ ทำให้ไม่สามารถบรรจุโปรแกรมเข้าไปได้

เบอร์ –8051 หลังจากทดสอบโปรแกรมจนไม่พบข้อผิดพลาดแล้ว จะเป็นช่วงของการผลิตจริง ซึ่งต้องพิจารณาถึงต้นทุนเป็นอันดับแรก และในการผลิตจริงจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในเป็น ROM (Read Only Memory) ขนาด 4 กิโลไบท์แทน เพราะราคาต่ำกว่ามาก แต่มีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรมที่ได้บรรจุไปแล้วไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม

เบอร์-8031 เบอร์นี้ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป แต่สามารถใช้หน่วยความจำเพื่อเก็บโปรแกรมที่อยู่ภายนอกได้มากถึง 64 กิโลไบท์ อาจจะใช้เป็น ROM,PROM, EPROM ตามความต้องการของผู้ผลิต เบอร์-8031 นี้มีไว้ใช้ในกรณีที่โปรแกรมมีขนาดเล็กกว่า 4 กิโลไบท์ หรือมากกว่า 4 กิโลไบท์มาก (เบอร์ 8751 และ8051 จะใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกได้เอง เมื่อโปรแกรมมีความยาวเกิน 4 กิโลไบท์ หรืออาจบังคับให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสองเบอร์ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกเพียงอย่างเดียว ด้วยการต่อขา 31 ลงกราวด์ ทำให้มีคุณสมบัติเหมือนเบอร์ 8031 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีสมาชิกในตระกูลหลายเบอร์ด้วยกัน แต่ละเบอร์จะมีคุณสมบัติพิเศษบางอย่างแตกต่างกัน เช่น มีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรม และข้อมูลภายในชิปเพิ่มขึ้น มีวงจรเปลี่ยนค่าสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital, A/D) ในตัว สามารถรับ

อินเตอร์รัพท์ได้หลายชนิด ทำกระบวนการ DMA (Direct Memory Access) ได้ในตัวมีรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทมเมอร์ หรือเคาน์เตอร์เพิ่มมากขึ้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ที่นับได้ว่าเป็นเบอร์พื้นฐานสำหรับตระกูล MCS-51 นี้ ได้แก่เบอร์ 8051, 8031, 8751 โดยเบอร์ 8051 จัดเป็นสมาชิกตัวแรกในตระกูล มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบท์ และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายใน MCS-51 (RAM) เองจำนวน 18 ไบท์ มีพอร์ตขนาด 8 บิต 4 พอร์ต มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิท รวม 2 ตัว รับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ จากภายนอกได้ 2 ชนิด สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม มีวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานในตัวเอง

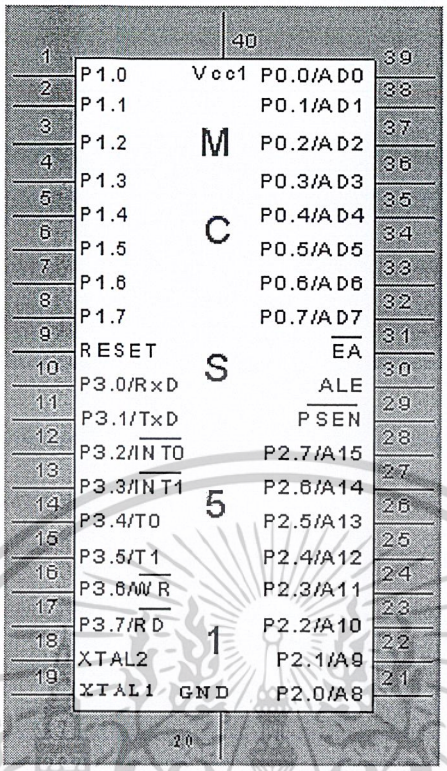
ส่วนเบอร์ –8751 จะมีคุณสมบัติเหมือน เบอร์ –8051 ทุกอย่าง ต่างกันเพียงชนิดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป เบอร์ –8751 จะเป็นอีพรอม (EPROM) แทนที่จะเป็นรอม (ROM) ส่วนเบอร์ –8031 จะเหมือนกับเบอร์ –8051 ต่างกันเพียงเบอร์ –8031 ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเท่านั้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์ใช้แรงดันไฟเพียง 5 โวลต์ ในการทำงานส่วนกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะแตกต่างกันไป ตามชนิดของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีตัวอักษร C อยู่ตรงกลางเบอร์ เช่น 80C31, 80C51 เป็นเบอร์ของชิปที่ผลิตโดยอาศัยเทคโนโลยี CHMOS ใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่า และสามารถควบคุมการใช้พลังงานของตัวชิปได้จากโปรแกรม เพื่อการประหยัดพลังงานในระบบ

4.1.3 ตำแหน่งขาของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์มีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ mcs-51

หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล มีดังนี้

- ขา Vss (ขา 20) สำหรับต่อลงกราวด์
- ขา Vcc (ขา 40) สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลต์ (DC 5V)
- ขาพอร์ต 0 (ขา 32-39) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 0 ขนาด 8 บิท (P0.0-P0.7) แบบ Open Drain Bidirectional พอร์ตนี้ สามารถใช้งานเป็นอินพุทเอาต์พุทพอร์ตทั่วไปได้โดยหากใช้งานเป็นอินพุทพอร์ตต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ตนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะถูกปล่อยลอย (มีสถานะ high impedance) นอกจากใช้งานเป็นอินพุทเอาต์พุทพอร์ตแล้ว พอร์ต 0 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และข้อมูลภายนอกชิปด้วยโดยส่งแอดเดรสบัสไบท์ต่ำ (A0-A7) และมัลติเพลกซ์กับการรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอก ในระหว่างการเขียนหรืออ่านข้อมูล โดยมีวงจรพูลอัพ (pull up) ภายใน
- ขาพอร์ต 1 (ขา 1-8) มี 8 ขาใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) สามารถใช้เป็นอินพุทหรือเอาต์พุทพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ high impedance โดยมีวงจรพูลอัพ (pull up) ภายใน
- ขาพอร์ต (ขา 21-28) มี 8 ขาใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) ขนาด 8 บิท แบบ Open Drain Bidirectional พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุทเอาต์พุทพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็นอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ตต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ตนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะ highimpedance นอกจากจะใช้งานเป็นอินพุทเอาต์พุทพอร์ตทั่วไปแล้ว พอร์ต 2 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยใช้สำหรับส่งค่าแอดเดรสบัสไบท์สูง (A8-A15) และมีวงจรพูลอัพ (pull up) ภายใน

- ขาพอร์ต 3 (ขา 10-17) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุทเอาต์พุทพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุทพอร์ตต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ high impedance โดยใช้วงจรพูลอัพ (pull up) ภายใน นอกจากนี้ยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ อีกหลายอย่างดังนี้

ขา P3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลออกไปภายนอกแบบอนุกรม

ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ชนิดที่ 0

ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ชนิดที่ 1

ขา P3.4 สัญญาณอินพุทให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0

ขา P3.5 สัญญาณอินพุทให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 1

ขา P3.6 สัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลนอกชิป

ขา P3.7 สัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

การใช้งานพอร์ต 3 ในหน้าที่พิเศษดังกล่าวนี้ จะต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทที่ต้องการใช้ก่อนทุกครั้ง

- ขา RST (ขา 9) ใช้สำหรับการรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิป เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ การรีเซตใช้เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานหรือเมื่อโปรแกรมเกิดทำงานผิดพลาด เมื่อต้องการรีเซตชิป MCS-51 ขานี้ต้องมีสถานะ 1 เป็นเวลาอย่างน้อย 2 แมนชีนไซเกิล ระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่โดยต้องต่อตัวต้านทานค่า 8.2 กิโลโอห์ม เพื่อจะทำหน้าที่พูลดาวน์ (รักษาค่าแรงดันไฟฟ้าให้มีสถานะเป็นกราวด์) และเพื่อให้ตัวชิปรีเซตเอง เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้ตัวเก็บประจุขนาด 10 mF คร่อมระหว่างขา RST กับ Vcc

- ขา ALE/PROG (ขา 30) เป็นขาสำหรับใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมแลตซ์แอดเดรสไบท์ต่ำ (address latch enable) จากพอร์ต 0 ในระหว่างการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลภายนอกโดยปกติ เมื่อไม่มีการติดต่อหน่วยความจำภายนอกขานี้จะลดลงครึ่งหนึ่งในระหว่างที่ติดต่ออยู่กับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป นอกจากนี้ขา ALE ยังใช้สำหรับควบคุมการเขียนโปรแกรมลงไปใน EPROM สำหรับ MCS-51 ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น EPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา PSEN (ขา 29) ใช้ส่งสัญญาณสโตรบ เพื่ออ่านคำสั่งการโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิป (program strobeenable) เมื่อชิปทำงานด้วยโปรแกรมจากภายนอกขานี้จะส่งสัญญาณสโตรปสองครั้งในแต่ละแมชชีนไซเกิล แต่ในช่วงการเขียน หรืออ่านข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอกหรือเมื่อใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปจะไม่มีสัญญาณออกมาจากขานี้

- ขา EA/Vpp (ขา 31) เป็นขาสำหรับใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมที่อยู่ภายในหรือภายนอกชิป โดยถ้าหากขานี้มีสถานะเป็น 0 ก็จะหมายถึงการให้ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภายนอก หากขานี้มีสถานะเป็น 7 หมายถึงบังคับให้ MCS-51 ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป และสำหรับ MCS-51 ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปสามารถเลือกให้ทำงานได้ ทั้งจากโปรแกรมที่เก็บในหน่วยความจำภายในชิปหรือจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิป ด้วยการต่อขา EA กับไฟเลี้ยงหรือกราวด์ตามลำดับ ส่วนใน MCS-51 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำเร็จเก็บโปรแกรมภายในชิป ให้ต่อขานี้ลงกราวด์เสมอ

- ขา XTAL (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลจากภายนอกโดยใช้เป็นขาอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

- ขา XTAL (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นขาเอาท์พุทออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์

4.1.4 โครงสร้างหน่วยความจำภายใน MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์ จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนคือ

- หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (program memory)
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (data memory)

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม จะใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของชิป MCS-51 บางเบอร์ มีหน่วยความจำส่วนนี้อยู่ภายในชิป แต่บางเบอร์ไม่มี ทำให้ต้องเก็บโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำภายนอกทั้งหมด ส่วนหน่วยความจำส่วนที่สอง คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลซึ่งใช้สำหรับเก็บข้อมูลระหว่างการทำงาน MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำส่วนนี้อยู่ภายในชิปจำนวนหนึ่งแต่จะมีจำนวนมากหรือน้อยเท่าใดขึ้นกับเบอร์ของชิปแสดงในรูป 4.2 โครงสร้างหน่วยความจำทั้งหมดของ MCS-51

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมในชิป MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป (internal program memory) และหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายนอกชิป (external program memory) ขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปมีได้ตั้งแต่ 0, 4, 8, 16 กิโลไบท์ ขึ้นอยู่กับเบอร์ของชิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

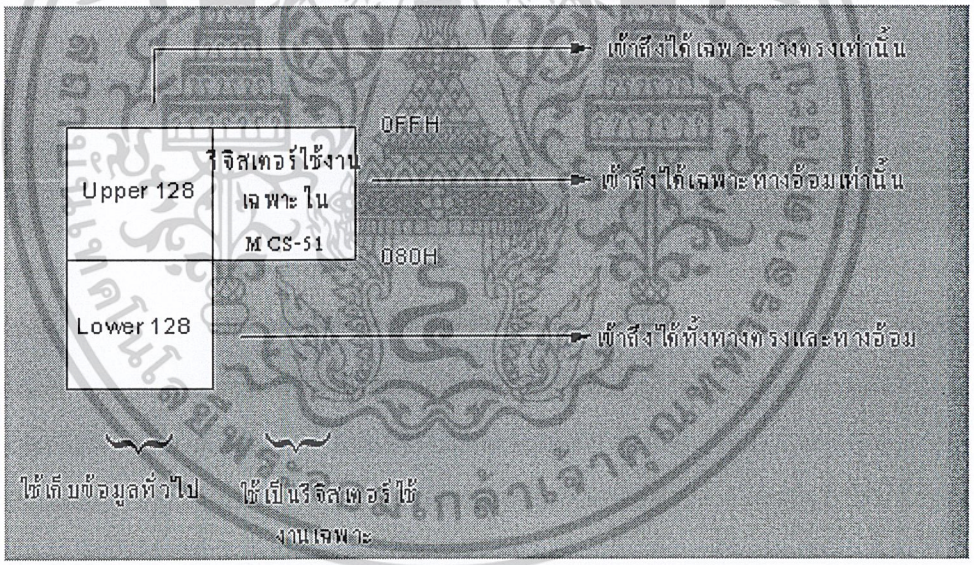
หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลของ MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิป และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปของ MCS-51 ยังแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อยดังนี้

ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป (internal ram) บริเวณ 128 ไบท์ล่าง (lower 128)

- ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป (internal ram) บริเวณ 128 ไบท์บน (upper 128)
- ส่วนที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (special function register)

หน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิป เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่มีอยู่ภายใน MCS-51 หน่วยความจำส่วนนี้มีไว้สำหรับเก็บข้อมูลในขณะทำงาน ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ ใช้งานเฉพาะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายใน MCS-51 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ เพื่อควบคุมการทำงานและบอกสถานะของซีพียู ซึ่งแผนภาพแสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปทั้งสองบริเวณ



รูปที่ 4.2 แผนภาพแสดงหน่วยความจำเก็บข้อมูลภายใน mcs-51

4.1.5 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

ใน MSC-51 มีรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะที่สามารถนับจำนวนสัญญาณนาฬิกา หรือแมชชีนไซเกิลของวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน (ทำงานเป็นตัวไทม์เมอร์) หรือนับจำนวนครั้งของการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอก (นับจำนวนพัลส์ภายนอก) ที่ขา T0, T1 ของพอร์ต 3 (ทำงานเป็นเคาน์เตอร์) รีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์มีขนาด 16 บิท จำนวน 2 ตัว คือ รีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 และรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ (ในเบอร์ 8052 มีรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 2 เพิ่มให้อีก 1 ตัว) เมื่อต้องการใช้ไทม์เมอร์ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือไทม์เมอร์ 1 จะต้องโหลดค่าที่ต้องการนับไปไว้ในรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 หรือรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 และเมื่อนับครบจำนวนที่ตั้งไว้จะมีสัญญาณอินเตอร์รัพท์เพื่อบอกให้ซีพียูทราบ

การควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ สามารถควบคุมได้จากวงจรภายนอก (ควบคุมด้วยสัญญาณที่ขา INT0, INT1) หรือควบคุมจากคำสั่งโปรแกรม ดังนั้นรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ใน MCS-51 จะสามารถวัดช่วงห่างของเวลา วัดความกว้างของพัลส์ หรือนับจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอกที่เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าแล้ว รวมทั้งใช้ในการกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่มีคาบเวลาแน่นอนได้

4.1.6 พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม MCS-51

สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ โดยไม่ต้องพึ่งอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ แต่อย่างใดในด้านอัตราเร็วของการรับส่งข้อมูลก็จะสามารถกำหนดค่าได้ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยสามารถเลือกอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (baud rate) มาตรฐานได้ตั้งแต่ 300, 1.2K, 2.4K, 4.8K, 9.6K, 19.2K, 375K ตามมาตรฐานของ UART นอกจากนี้สามารถกำหนดการทำงานที่แตกต่างกันถึง 4 รูปแบบ ตามความเหมาะสมในแต่ละงาน

4.1.7 โครงสร้างการอินเตอร์รัพท์ MCS-51

สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้ถึง 5 ชนิด โดยจะเป็นสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดจากภายนอก 2 ชนิดและที่เกิดจากภายในชิปอีก 3 ชนิด เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพท์เกิดขึ้น MCS-51 จะละการทำงานโปรแกรมที่กำลังทำอยู่และข้ามไปทำงานโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ (interrupt service routine) ที่อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณอินเตอร์รัพท์

เราสามารถเลือกใช้ซีพียูใน MCS-51 ถูกอินเตอร์รัพท์โดยสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้นได้ โดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของ MCS-51 ได้ด้วยรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

IE (interrupt Enable-Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิท

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
EA	_	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

ตารางที่ 4.1 แสดงการทำงานของ Interrupt Enable-Register

EA (Global enable/disable interrupt) ใช้การเอนเนเบิลและดิสเอเบิลการตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ทั้งหมด โดย 0 ดิสเอเบิล , 1 เอ็นเนเบิล

ET2 (timer2 interrupt enable) ใช้การเอนเนเบิลอินเทอร์รัพท์ที่เกิดจากการโอเวอร์ โฟลวจากไทม์เมอร์เคาเตอร์2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ES (Serial port interrupt enable bit) ใช้การเอนเนเบิลอินเทอร์รัพที่เกิดจากการรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม

ET1 (Timer 1 interrupt enable) ใช้การเอนเนเบิลอินเทอร์รัพที่เกิดจากการโอเวอร์โฟลวจากไทม์เมอร์/เคาเตอร์1

EX1 External interrupt 1 enable bit) ใช้การเอนเนเบิลอินเทอร์รัพที่เกิดจากการสัญญาณภายนอกที่ป้อนเข้ามาทาง INT0

ET0 (Timer 1 interrupt enable) ใช้การเอนเนเบิลอินเทอร์รัพที่เกิดจากการโอเวอร์โฟลวจากไทม์เมอร์/เคาเตอร์0

EX0 (External interrupt 1 enable bit) ใช้การเอนเนเบิลอินเทอร์รัพที่เกิดจากการสัญญาณภายนอกที่ป้อนเข้ามาทาง INT1

หมายเหตุ : ถ้าบิทที่ควบคุมการตอบสนองต่ออินเตอร์รัพท์แต่ละบิทมีค่าเป็น 1 หมายถึงอนุญาตให้ MCS-51 ตอบสนองต่ออินเตอร์รัพท์ได้ หากมีค่าเป็น 0 หมายถึงไม่ให้ MCS-51 ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้น

IP (interrupt Priority Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิท

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
–	–	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

ตารางที่ 4.2 แสดงการทำงานของ interrupt Priority Register

PT2 (Timer 2 interrupt priority bit) ใช้ในการกำหนดความความสำคัญของการอินเทอร์รัพอันเนื่องมาจากการโอเวอร์โฟลวหรือการแคปเจอร์ในไทม์เมอร์ฝเคาเตอร์2

PS (Serial port interrupt priority bit) ใช้ในการกำหนดความความสำคัญของการอินเทอร์รัพอันเนื่องมาจากการรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม

PT1 (Timer 1 interrupt priority bit) ใช้ในการกำหนดความความสำคัญของการอินเทอร์รัพอันเนื่องมาจากการโอเวอร์ โฟลวจากไทม์เมอร์/เคาเตอร์1

PX1 (External interrupt 1 priority bit) ใช้ในการกำหนดความความสำคัญของการอินเทอร์รัพอันเนื่องมาจากการสัญญาณภายนอกที่ป้อนเข้ามาทาง INT1

PT0 (Timer 0 interrupt priority bit) ใช้ในการกำหนดความความสำคัญของการอินเทอร์รัพอันเนื่องมาจากการโอเวอร์ โฟลวจากไทม์เมอร์/เคาเตอร์0

PX0 (External interrupt 1 priority bit) ใช้ในการกำหนดความความสำคัญของการอินเทอร์รัพอันเนื่องมาจากการสัญญาณภายนอกที่ป้อนเข้ามาทาง INT0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8 วิธีการเข้าถึงข้อมูล

วิธีการเข้าถึงข้อมูลในคำสั่งของ MCS-51 มี 6 วิธีคือ

- การเข้าถึงข้อมูลโดยตรง (direct addressing)
- การเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม (indirect addressin)
- การเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (register instructions)
- การเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์เฉพาะของคำสั่ง (register-specific instructions)
- การเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดเองโดยตรง (immediate constants)
- การเข้าถึงข้อมูลที่มีตัวชี้อ้างอิง (indexed addressing)

การเข้าถึงข้อมูลโดยตรง

วิธีนี้จะระบุค่าตำแหน่ง หน่วยความจำที่เก็บข้อมูลโดยตรงในคำสั่ง ข้อมูลที่นำมาประมวลผลโดยวิธนี้จะเป็นค่าของข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล ที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปเฉพาะในบริเวณ 128 ไบท์ล่าง และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ ใช้งานเฉพาะเท่านั้น และเนื่องจากหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปในบริเวณ 128 ไบท์ล่างกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะมีขนาดรวมกันทั้งสิ้น 256 ไบท์ ดังนั้นค่าตำแหน่งหน่วยความจำที่ใช้ต้องเป็นเลขไบนารีขนาด 8 บิต เท่านั้น

การเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม

ค่าตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์เฉพาะของคำสั่ง ดังนั้นวิธีนี้จึงถือเป็นวิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม คือแทนที่ผู้เขียน โปรแกรม จะระบุค่าตำแหน่งข้อมูลโดยตง วิธีนี้จะใช้ค่าที่เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ที่ระบุในรหัสคำสั่ง ชี้ไปยังตำแหน่งของหน่วยความจำแทน หน่วยความจำที่สามารถใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลแบบนี้ จะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้ข้อมูลทั่วไปในบริเวณ 128 ไบท์ล่าง และ 128 ไบท์บน รวมทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป

การเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

วิธีนี้เป็นการเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์ R0-R7 ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป แต่ละกลุ่ม รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปแต่ละกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม คือบริเวณหนึ่งของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลในบริเวณ 128 ไบท์ล่าง หรือตำแหน่ง 32 ไบท์ล่างสุดของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป ดังนั้นหากผู้เขียนโปรแกรมต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ทั้ง 32 ตัว แต่ละตัวมีตำแหน่งในหน่วยความจำที่แน่นอน ก็สามารถชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำที่ตรงกับรีจิสเตอร์แต่ละตัว ด้วยวิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยตรงหรือ โดยทางอ้อม

การเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์เฉพาะของคำสั่ง

คำสั่งบางคำสั่งของ MCS-51 จะระบุไว้แล้วว่าต้องปฏิบัติการกับข้อมูล ในรีจิสเตอร์ตัวใด เช่น รีจิสเตอร์ A, รีจิสเตอร์ DPTR, รีจิสเตอร์ SP ในรหัสคำสั่งของคำสั่งที่ใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลประเภทนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCS-51 จะทราบเองว่าต้องทำงานกับรีจิสเตอร์ตัวใด โดยไม่จำเป็นต้องระบุตำแหน่งรีจิสเตอร์ที่ใช้โดยคำสั่งเองเอง

การเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดเองโดยตรง

เป็นการกำหนดค่าข้อมูลที่จะนำไปประมวลผลโดยตรง ข้อมูลที่นำมาประมวลผลในคำสั่งจะอยู่ตรงหลังรหัสคำสั่งโดยการใช้เครื่องหมาย "#" ระบุหน้าข้อมูลที่ต้องการ

การเข้าถึงข้อมูลโดยใช้ตัวชี้อ้างอิง

ข้อมูลที่ใช้วิธีการอ้างแบบนี้ เป็นข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมเท่านั้น นั่นแสดงว่าเราสามารถอ่านข้อมูลนี้ออกมาได้แต่ไม่สามารถนำข้อมูลไปเก็บโดยวิธีนี้ได้จุดประสงค์ของการอ้างข้อมูลแบบนี้มีไว้ เพื่อใช้ในการเปิดหาค่าข้อมูล ในหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมซึ่งเป็นหน่วยความจำชนิดถาวร (ROM) ข้อมูลในส่วนนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีพลังงาน ในการทำงานของคำสั่งที่ใช้การเขาถึงข้อมูลวิธีนี้จะใช้ค่าของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR หรือ PC มารวมกับค่าในรีจิสเตอร์ A เพื่อชี้ไปยังตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมที่เก็บข้อมูลไว้ ดังนั้นค่าในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR หรือ PC จะต้องมีค่าเท่ากับ ตำแหน่งต้นของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมในส่วนที่เก็บข้อมูล โดยใช้ค่าของรีจิสเตอร์ A เป็นตัวระบุว่าข้อมูลอยู่ห่างจากตำแหน่งเริ่มต้นในรีจิสเตคอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR หรือ PC เท่าใด จุดประสงค์ของวิธีการอ้างข้อมูลแบบนี้คือใช้ในการเปิดหาค่าข้อมูลในตารางซึ่งอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมเรียงต่อกันไป

4.2 การประยุกต์ใช้ส่วนแสดงผลชนิด LCD module กับ MCS-51

ปัจจุบัน LCD ที่มีขายในท้องตลาดส่วนใหญ่จะประกอบเป็นโมดูล เพื่อให้สะดวกในการใช้งาน โดยจะมีส่วนของ Driver และ Controller ประกอบมาแล้วเพียงศึกษาการติดต่อทางโปรแกรมก็สารารถใช้ได้แล้ว

LCD module ที่กล่าวต่อไปนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะ Character LCD module ซึ่งจะเรียกย่อๆ ว่า LCM โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. Dot Matrix LCD: เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผล ใช้หลักการหักเหของแสงผ่านผลึก โดยจะประกอบไปด้วยจุด (pixel) จำนวนมากที่สามารถบังคับให้ติดหรือดับได้ทุกจุด

2. Driver: เป็นวงจรที่ใช้ขับ LCD ส่วนใหญ่จะใช้ชิปเบอร์ HD44110H

3. Controller: เป็นส่วนที่ใช่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ LCD module โดยจะรับข้อมูลจากภายนอกมาจัดการให้ LCD แสดงผลในรูปแบบต่างๆ ส่วนใหญ่จะใช้ชิปเปอร์เบอร์ HD44780 ซึ่งมีใช้งานแบบ character LCD module

การใช้ LCD module ผู้ใช้เพียงแต่ศึกษา แต่ทำความเข้าใจในส่วนคอนโทรลเลอร์ของ LCM เท่านั้น เพราะส่วนนี้เป็นส่วนที่รับข้อมูลที่ต้องการแสดงผลจากวงจรภายนอก และควบคุมการทำงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ LCM โดยจะขอกล่าวถึงเฉพาะชิปที่ใช้เป็นคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เท่านั้น ส่วนชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นส่วนใหญ่จะมีการใช้งานที่คล้ายกับเบอร์นี้

ชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เป็นชิปของบริษัท HITACHI สามารถต่อใช้งานเพื่อควบคุม LCM กับชิปไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ได้ทั้งแบบ 4 bit 2 operation หรือ แบบ 8 bit 1 operation ดังนั้นชิปเบอร์นี้สามารถอินเตอร์เฟสกับไมโครโปรเซสเซอร์ได้ ทั้งแบบ 4 บิท และ 8 บิท เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดาต้าบัสขนาด 8 บิท ดังนั้นเราจะกล่าวถึงเฉพาะการติดต่อในแบบ 8 bit 1 operation เท่านั้น

- ใช้ขา P0.0-P0.7 เป็นดาต้าบัส (DB0-DB7) ในการติดต่อ
- ใช้ขา P2.6 เป็น สัญญาณ RS
- ใช้ขา P2.5 เป็น สัญญาณ EN (E)

การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่ โมดูล LCD

ในการเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมโมดูล LCD เพื่อแสดงผล ต้องส่งคำสั่ง Command register และโหมดการทำงาน instruction register ให้แก่โมดูล LCD ก่อนจากนั้นค่อยส่งข้อมูลที่ต้องการแสดงผล โดยควบคุมจากขา RS, E , R/W มีโหมดการทำงานดังนี้

1. RS: เนื่องจากในชิปคอนโทรลเลอร์มีรีจิสเตอร์อยู่ 2 ประเภท คือ Command register หรือ instruction register และ data register โดยที่รีจิสเตอร์ทั้งสองจะถูกเลือก โดยสัญญาณ RS ดังนี้

สัญญาณ RS = 0 หมายถึงเลือกใช้ data register

สัญญาณ RS = 1 หมายถึงเลือกใช้ instruction register

2. R/W (Read/Write): เป็นสัญญาณที่ใช้เลือกว่าจะเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก LCM โดย

สัญญาณ R/W = 0 หมายถึงต้องการอ่านข้อมูลจาก LCM

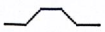
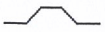
สัญญาณ R/W = 1 หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยัง LCM

3. E (Enable) :

จากแผนผังเวลาในการตรวจสอบ busy flag และจากตารางจะเห็นว่า ในการเขียนรหัสคำสั่ง (instruction code) ทุกครั้ง

- RS และ RW ต้องมีค่าเป็น 0 และส่งข้อมูลไปในขณะที่สัญญาณ E เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ในการเขียนข้อมูลทุกครั้ง
- RS = 1 และ RW = 0 และส่งข้อมูลไปขณะที่สัญญาณ E เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ในการอ่าน busy flag และ address counter ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS	RW	E	OPERATION
0	0		WRITE INSTRUCTION CODE
0	1		READ BUSY FLAG AND ADDRESSCOUNTER
1	0		WRITE DATA
1	1		READ DATA

ตารางที่ 4.3 แสดงการทำงานร่วมกันของ RS,R/W,E

- RS = 0 และ RW = 1 และรับข้อมูลเข้ามาในขณะที่สัญญาณ E เป็น 1 ในการอ่านข้อมูลทุกครั้ง
- RS = 1 และ RW = 1 และรับข้อมูลเข้ามาในขณะที่สัญญาณ E เป็น 1

จากแผนผังเวลา จะเห็นว่า DB0-DB7 มีสถานะเป็น high impedance เมื่อสัญญาณ E มีสถานะเป็น 0 ดังนั้นในการใช้งานจริงเมื่อเราเลิกติดต่อกับ LCM ควรจัดการส่งสัญญาณ E ให้มีค่าเป็น 0 เพื่อให้ P1.0-P1.7 ของ MCS-51 มีสถานะเป็น high impedance ด้วยทั้งนี้เพื่อเราจะ ได้ใช้งาน P1.0-P1.7 อย่างอื่นได้ด้วย และเนื่องจากเวลาในการทำงานคำสั่งต่างๆ ของ HD44780 ไม่เท่ากัน เราจึงควรที่จะตรวจสอบสัญญาณ busy flag ทุกๆ ครั้งก่อนที่จะทำการเขียนข้อมูลใดๆ ลงไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเขียนข้อมูลทับนั่นเอง

รายละเอียดของคำสั่ง HD44780

1. คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล (CLEAR DISPLAY)

	RS	R/W	DB7							DB0
CODE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.4 คำสั่งแสดงการเขียนช่องว่าง

คำสั่งนี้จะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE (ASCII 20H) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมดและทำการ set DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ตัว cursor จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ SET I/D = 1, S ไม่มีการเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำสั่ง RETURN HOME

	RS	R/W	DB7						DB0
CODE	0	0	0	0	0	0	0	0	*

ตารางที่ 4.5 คำสั่งแสดงการใช้คำสั่ง RETURN HOME

คำสั่งนี้จะทำการ set DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ตัว cursor จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ ข้อมูลในจอภาพไม่เปลี่ยน

3. คำสั่งเลือกโหมดการป้อนข้อมูล (ENTRY MODE SET)

	RS	R/W	DB7						DB0
CODE	0	0	0	0	0	0	0	I/D	S

ตารางที่ 4.6 คำสั่งแสดงการเลือกโหมดการป้อนข้อมูล

- BIT I/D: โดยจะเป็นตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่งโดย 1 = เพิ่ม, 0 = ลด

- BIT S: เป็นตัวกำหนดการแสดงผลโดยถ้า S = 1 จะเป็นการใส่ข้อมูล แล้วตัว cursor อยู่กับที่ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S = 0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัว cursor จะถูกดันไปทางขวามือ

4. คำสั่งควบคุมการแสดงผล (DISPLAY ON/OFF CONTROL)

	RS	R/W	DB7						DB0
CODE	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

ตารางที่ 4.7 คำสั่งแสดงการควบคุมการแสดงผล

- BIT D : เป็น BIT ให้เปิดปิดหน้าจอภาพโดยถ้า D = 1 จะ ON, D = 0 จะ OFF
- BIT C : จะให้แสดง cursor ถ้า C = 1 และไม่ต้องการแสดง cursor ถ้า C = 0 โดยตัว cursor จะอยู่ line ที่ 8 ในแบบ 5 × 7 DOT และจะอยู่ line ที่ 11 ในแบบ 5 × 10 DOT
- BIT B : เป็น bit set การกระพริบของ cursor โดย B = 1 กระพริบ B = 0 ไม่มีการกระพริบมีระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 ms

5. คำสั่งการเลื่อนเคอร์เซอร์และข้อมูลตัวอักษร (CURSOR OR DISPLAY SHIFT)

	RS	R/W	DB7						DB0
CODE	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

ตารางที่ 4.8 คำสั่งแสดงการเลื่อนเคอร์เซอร์และข้อมูลตัวอักษร

เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่ง cursor หรือข้อมูลไปเกิดทางซ้ายหรือขวา โดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่านโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S/C	R/L	ลักษณะการเลื่อน	ข้อมูลคำสั่ง
0	0	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย	10H-13H
0	1	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา	14H-17H
1	0	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางซ้าย	18H-1BH
1	1	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางขวา	1CH-1FH

6. คำสั่งกำหนดฟังก์ชันการทำงาน (FUNCTON SET)

	RS	R/W	DB7							DB0
CODE	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

ตารางที่ 4.9 คำสั่งแสดงการกำหนดฟังก์ชันการทำงาน

- BIT DL : เป็นการ set การติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 bit หรือ 4 bit โดยถ้าต้องการติดต่อ 4 bit DL = 0 และ 8 bit DL = 1

- N : เป็นการ set บรรทัดการแสดงผล N = 0 แสดง 1 บรรทัด, N = 1 แสดง 2 บรรทัด ในกรณีมากกว่า 2 บรรทัดก็ให้ set N = 1

- F : เป็นการ set ขนาด DOT การแสดงผล โดย F = 0 เป็นแบบ 5 × 7 และ F = 1 เป็นแบบ 5 × 10

7. คำสั่งเลือกแอดเดรสของ (SET CG RAM ADDRESS)

ใน HD44780 นั้นจะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุด คือ DISPLAY DATA RAM (DD RAM) จำนวน 80 × 8 bit และ CHARACTER GENERATOR ROM CG RAM จำนวน 512 bit และ 7200 bit คำสั่งนี้จะเป็น set address ใน CG RAM โดยต้องทำการ set address ก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM ด้วย

8. คำสั่งเลือกแอดเดรสของ (SET DD RAM ADDRESS)

เป็นคำสั่ง set ค่า address ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD Ram คือส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวน address ที่จะเกิดขึ้นบนจอ LCD จะอยู่กับการ set ค่า N ด้วย N = 0 (1 บรรทัด) address จะอยู่ที่ 00H – 4FH และถ้า N = 1 (2 บรรทัด) address จะอยู่ที่ 0HH-27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H-67H สำหรับบรรทัดที่ 2

9. คำสั่งอ่านแฟลก busy และแอดเดรส (READ BUSY FLG AND ADDRESS)

เป็นคำสั่งอ่านค่า busy flag ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD44780 นี้อยู่ในขบวนการทำงานภายในอยู่หรืออยู่ในสภาพพร้อมรับข้อมูล โดย BF = 1 อยู่ในระบวนการ ภายในไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง และถ้า BF = 0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้ และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านข้อมูล address ของ CG RAM หรือ DD RAM ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. WRITE DATA TO CG หรือ DD RAM

เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG RAM หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลและ address จะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่ set ใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ทำได้โดยการ set address ของ CG RAM หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

11. READ DATA FROM CT OR DD RAM

เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าควรจะใช้คำสั่ง set address ก่อน เพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น DD หรือ CG RAM จากตารางการทำงานจะเห็นว่าการใช้งาน LCD MODULE นั้นง่าย เพียงแต่เราส่งคำสั่งเริ่มแรกและ set ความต้องการขนาดตัวอักษร cursor หลังจากนั้นเราก็สามารถเขียนตัวอักษรเข้าไปใน DD RAM ตามตารางตัวอักษรที่ให้มานั้นก็จะเกิดอักษรในจอภาพ LCD เรายังสามารถกำหนดตำแหน่งตัวอักษรที่จะให้เกิดบนจอได้โดยการ set DD RAM ตามตารางที่ให้มา

เราสามารถเขียนข้อมูลได้โดยกำหนด address ของ CG RAM ก่อน โดยเขียนได้ 64 ตำแหน่ง bit 5-bit 0 และเมื่อกำหนด address แล้วก็จะทำการเขียนข้อมูลลงใน CG RAM โดยเป็นลักษณะ bit ต่อ bit บนจอ 1 ตัวอักษรคือ 5 × 7 DOT นั้นจะใช้ข้อมูล bit 4 ถึง bit 0 ต่อ 1 byte เท่านั้น 1 ตัวอักษรจะใช้ข้อมูล 8 byte และเมื่อเขียนลงใน CT RAM แล้ว เวลาเราจะใช้งานก็ให้เขียนข้อมูลลงใน DD RAM คือข้อมูลตำแหน่งในตารางที่ตำแหน่ง 00H-07H การใช้งาน LCD module นั้นที่สำคัญคือ ต้องเข้าใจในตัว controller ของ LCD module นั้น โดย controller ทุกๆ บริษัทจะมีการทำงานที่เหมือนๆ กันเป็นส่วนใหญ่

4.3 การใช้งานไอซีสร้างฐานเวลาจริง (Real time clock)

ไอซีที่ใช้เป็นเบอร์ DS 1307 ของ ดัลลัสเซมิคอนดัคเตอร์ โดยสร้างฐานเวลาจริงให้แก่ไมโรคอนโทรลเลอร์ โดยให้ข้อมูลของ เวลา ชั่วโมง นาที วินาที วันที่ เดือน ปี จนถึง ค.ศ. 2100 มีหน่วยความจำภายใน 56 ไบต์ ในการเชื่อมต่อกับ mcs-51 ใช้การต่อเชื่อมแบบระบบบัส I^2C

รายละเอียดขาของ DS 1307

ขา 8 Vcc ต่อไฟเลี้ยง 5 V

ขา 4 GND

ขา 3 Vbat ต่อกับแบตเตอรี่ 3 V เพื่อรักษาการทำงานของวงจรสร้างฐานเวลา แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

ขา 5 SDA, ขา 6 SDL เป็นขาเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์บนระบบบัส I^2C

ขา 7 SQW/OUT ที่ขานี้จะมีสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมส่งออกมา โดยสามารถเลือกความถี่ได้ 1Hz, 4.096kHz,8.192kHz และ 32 kHz ในการใช้งานต้องต่อ R 1k พูลอัปที่ขานี้ด้วย

ขา 1(X1), ขา2 (X2) .ใช้ต่อกับคริสตอลความถี่มาตรฐาน 32.768 kHz เพื่อเป็นฐานเวลาในการสร้างเวลาจริงและต้องต่อค่า c น้อยๆ ลงกราวด์ไว้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน่วยความจำของ DS 1307 64 ไบต์ จะนำไปใช้ในการเก็บเวลา 8 ไบต์ และเก็บข้อมูลทั่วไป 56 ไบต์ ใน 7 ไบต์แรกตั้งแต่แอดเดรส 00H-06H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ค่าเวลาใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ไบต์ต่อมาที่แอดเดรส 07H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของ DS1307

โหมดการทำงานของ DS 1307

มีด้วยกับ 2 โหมด คือ โหมดเขียนข้อมูลและโหมดอ่านข้อมูล ในการใช้งาน DS 1307 ตามปกติจะใช้โหมดอ่านข้อมูล โหมดเขียนข้อมูลจะใช้เมื่อมีการตั้งค่าเวลาใหม่หรือต้องการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อเริ่มต้นติดต่อกับ DS 1307 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อนเพื่อกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูล จากนั้นจึงเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นโหมดการอ่านข้อมูล

โหมดการเขียนข้อมูล เริ่มต้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการกำหนดสภาวะเริ่มต้น จากนั้นข้อมูลกำหนดแอดเดรส 1101000 ตามด้วยข้อมูลเลือกการเขียน นั่นคือ 0 จากนั้นจะรอการตอบรับจาก DS1307 ขั้นตอนต่อมาคือ ส่งข้อมูลเพื่อเลือกแอดเดรสที่ต้องการเขียน จากนั้นรอการตอบรับจาก DS 1307 เมื่อมีการตอบรับแล้ว ก็เริ่มเขียนข้อมูลลงไปทีละแอดเดรส และรอการตอบรับทุกแอดเดรส จึงจะสามารถเขียนข้อมูลต่อไปได้เสร็จแล้วให้ส่งสภาวะหยุด

โหมดการอ่านขอมูลเริ่มต้น โหมดเหมือนการเขียนข้อมูลโดยกำหนดสภาวะเริ่มต้นและส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสตามด้วยข้อมูลเลือกการอ่านซึ่งเท่ากับ 1 จากนั้นรอการตอบรับจาก DS 1307 และเริ่มทยอยส่งข้อมูลออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ทีละหนึ่งแอดเดรส โดยแอดเดรสที่เลือกการอ่านข้อมูลต้องมีการกำหนดมาก่อนล่วงหน้าด้วยโหมดการเขียนข้อมูล คือ ให้เริ่มด้วยโหมดหารเขียนข้อมูลก่อนเสร็จแล้วให้เริ่มสร้างสภาวะเริ่มต้นและส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสใหม่อีกครั้งตามด้วยโหมดการอ่านข้อมูลข้อมูลที่ออกมาจาก DS 1307 จะเป็นข้อมูลที่กำหนดจากแอดเดรสที่กำหนด

การเชื่อมต่อของระบบบัส I^2C

บัส I^2C ประกอบด้วยสายสัญญาณ 2 เส้น คือ SDA และ SDL ระบบนี้สามารถต่ออุปกรณ์ได้หลายตัว ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของการติดต่อ หรือ โปรโตคอล เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่าขณะนี่อุปกรณ์ใดติดต่อกันอยู่ และอุปกรณ์ตัวใดเป็นตัวรับหรือตัวส่ง โดยนิยามดังนี้

อุปกรณ์ที่เป็นตัวสร้างข้อมูลหรือส่งข้อมูล เรียกว่า ตัวส่ง (Transmitter)

อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับข้อมูล เรียกว่า ตัวรับ (receiver) อุปกรณ์บนบัส I^2C สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง บางอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับอย่างเดียว จะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I^2C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการติดต่อบนบัส I^2C เรียกว่ามาสเตอร์ (master)

อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรืออุปกรณ์ที่ต่อเชื่อมเข้าไปบนบัส I^2C เรียกว่า สเลฟ (slave)

ข้อกำหนอ 2 ประการสำคัญของการติดต่อบนบัส I^2C คือ

1 .การถ่ายโอนข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อบัสว่างเท่านั้น

2.ในระหว่างการถ่ายข้อมูล เมื่อใดก็ตามที่สาย SCL มีสถานะเป็นลอจิกสูง สายข้อมูลต้องรักษาข้อมูลไว้ อย่าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นอันขาด มิฉะนั้น สัญญาณที่เกิดขึ้นจะได้รับความหมายเป็นสัญญาณควบคุมแทน

สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C

มีด้วยกัน 5 สถานะดังนี้

1. บัสว่าง (Bus not busy) สภาวะนี้เกิดข้นเมื่อลอจิกบนสาย SDA และ SCL เป็นลอจิกสูงทั้งคู่ นั่นหมายความว่า การถ่ายโอนข้อมูลสมารถเริ่มต้นขึ้นได้

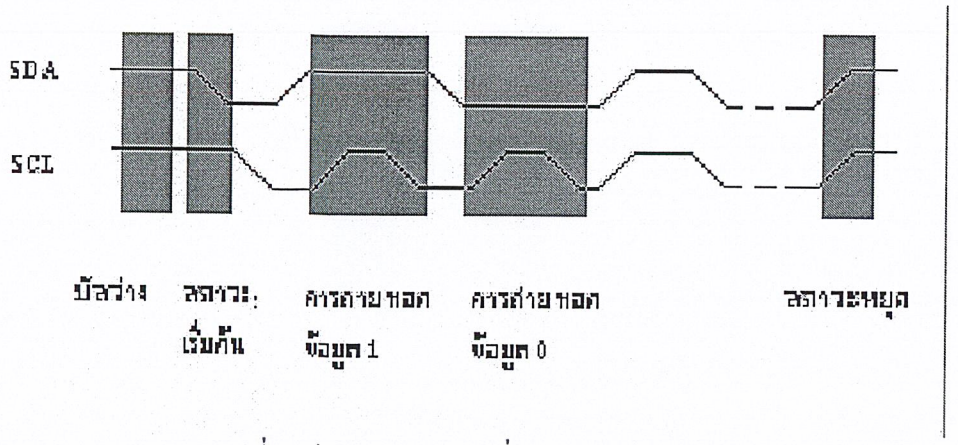
2. เริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูล (Start data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงจากระดับลอจิกสูงไปต่ำ ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะเริ่มต้น (START)

3. หยุดการถ่ายทอดข้อมูล (Stop data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงจากระดับลอจิกต่ำไปสูง ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะหยุด (STOP)

4. ข้อมูลดำรงอยู่บนบัส (data valid) สภาวะนี้ขึ้นถัดจากสภาวะเริ่มต้น โดยสถานะที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือข้อมูลที่ทำการถ่ายทอด เมื่อสาย SCL เป็นลอจิกสูงสถานะที่สาย SDA ต้องคงที่ เพื่อให้อุปกรณ์รับรู้ข้อมูลในจังหวะนั้นว่า เป็น '0' หรือ '1' ข้อมูลอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการให้เกิดการถ่ายทอดข้อมูลอย่างสมบูรณ์สถานะที่ขา SDA ต้องงที่ตลอดช่วงเวลาที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูงอยู่นั้น อุปกรณ์มาสเตอร์ที่ทำการควบคุมการถ่ายทอดข้อมูลจะแปลงความหมายเป็นสภาวะหยุดหรือเริ่มต้นก็ได้ทำให้เกิดความผิดพลาด

5. รับรู้ข้อมูล (ackonwledge) เกิดขึ้นหลังจากการถ่ายทอดข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยตัวส่งจะส่งข้อมูลมา 1 บิต เรียกว่า บิตรับรู้ (acknowledge bit) มีสถานะเป็นลอจิกสูง หลังจาดส่งมูลมาครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาเพื่อตอบสนองบิตรับรู้ที่ส่งมาจากตัวส่ง ทางด้านตัวรับจะส่งบิตรับรู้ที่มีสถานะลอจิกต่ำลงบนบัส อุปกรณ์สเลฟที่อ้างถึงในการตีดต่อหรือกำลังติดต่ออยู่ในขณะนั้นก็จะกำเดกบิตรับรู้เพื่อตอบสนองว่าได้รับข้อมูลในแต่ละไบต์เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ไดอะแกรมเวลาที่แสดงถึงการเกิดสภาวะต่างๆ บนบัส I^2C

4.4 การเชื่อมต่อกับ computer

ในการออกแบบวงจรสำหรับส่วนนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์นั้น จะมีพอร์ทสำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C วงจรที่ใช้งานจะใช้ไอซี คือ IC MAX232 ที่จะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณที่ได้จากพอร์ท RS-232C ของไมโครคอมพิวเตอร์ ให้เป็นสัญญาณ TTL

4.4.1 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

การสื่อสารข้อมูลแบบขนานเป็นการสื่อสารที่ข้อมูลจะรับส่ง-ส่งผ่านสายหรือช่องสัญญาณพร้อมกันหลายๆเส้น ซึ่งจำนวนของสัญญาณจะมีจำนวนไม่แน่นอนขึ้นกับโครงสร้างการประมวลผลข้อมูลของระบบนั้นๆ โดยสื่อสารได้อย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น แต่ข้อเสียคือเปลืองสายสัญญาณมากยิ่งระยะไกลยิ่งเปลืองมาก โดยทั่วไปการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนิยมใช้ในระยะทางใกล้ๆ ที่ต้องการสื่อสารด้วยความเร็วสูง เช่น การเชื่อมต่อหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์รอบข้างหรือการสื่อสารของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่างๆ กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

4.4.2 การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม

การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิท จากต้นทางถึงปลายทาง โดยที่ตัวกลางการสื่อสารใช้ช่องสัญญาณเพียงช่องเดียว หรือสายเพียงคู่เดียว ได้แก่ สายสัญญาณข้อมูลและสายกราวด์เปรียบเทียบ จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน ที่จำนวนข้อมูล และอัตราความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลเท่ากันแล้ว การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม จะช้ากว่าแบบขนาน สำหรับข้อดีของการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมนี้ คือค่าใช้จ่ายถูกกว่า เพราะใช้สายสัญญาณน้อยกว่า ที่ให้นิยมใช้ในการส่งสัญญาณระยะทางไกลๆ แม้ว่าอัตราการลดทอนหรือผิดเพี้ยนของ สัญญาณที่มีผมจากความยาวของสายสัญญาณจะมีค่าเท่ากับการผ่านข้อมูลแบบขนานแต่การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมมีวิธีการที่จะลดผลจากการลดจากการลดทอนและความผิดเพี้ยนของสัญญาณนี้โดยอาศัยวิธีการ 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส

2 การสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเราสามารถแบ่งตามลักษณะของทิศทางในการสื่อสารข้อมูล ตามโครงสร่งและความต้องการของระบบ ได้ดังนี้

1. การสื่อสารข้อมูลในทิศทางเดียวตลอดเวลา: simplex

2. การสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทางแต่สลับเวลา: half-duplex

3. การสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทางตลอดเวลา: full-duplex

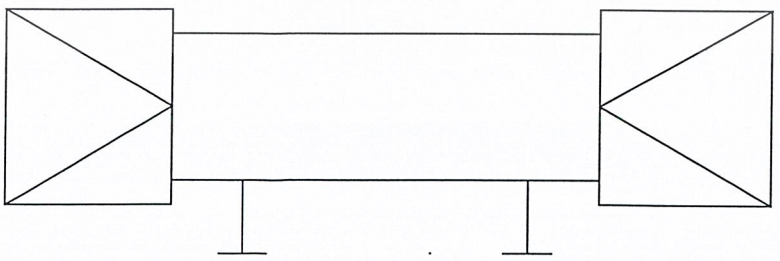
Simplex : เป็นการสื่อสารในทิศทางใดก็จะใช้ทิศทางนั้นตลอดเวลาไม่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง เช่น การส่งสัญญาณวิทยุจากสถานีไปยังเครื่องรับ

Half-duplex : เป็นการสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทางแต่ในเวลาเดียวกันนั้นข้อมูลจะไปในทิศทางใดทางหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์แต่ละตัวที่เชื่อมต่อบนเครือข่ายนี้จะต้องเป็นทั้งต้องเป็นทั้งตัวรับและตัวส่งซึ่งเรียกว่า ทรานซิฟเวอร์ (transceiver) และต้องมีวงจรที่เลือกว่าเวลานั้นจะเป็นตัวรับหรือตัวส่ง

Full-duplex : เป็นการสื่อสารข้อมูลที่คล้ายกับ half-duplex แต่ติดต่อกันได้ 2 ทิศทางตลอดเวลา

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันนั้นได้มีการกำหนดมาตรฐานการรับส่งข้อมูลไว้หลายแบบด้วยกัน แต่ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้งานอย่างมาก คือ การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C และที่มาตรฐานนี้เป็นที่นิยม เนื่องจากเป็นระบบการสื่อสารข้อมูลที่ใช้ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีใช้อย่างแพร่หลายมากจากอดีตจนถึงปัจจุบัน มาตรฐานการสื่อสารนี้ในการออกแบบเบื้องต้นได้ออกแบบมาเพื่อสำหรับการเชื่อมต่อกับเครื่องโมเด็ม (MODEM, Modulator/Demodulator) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้การสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ผ่านทางสายโทรศัพท์ ซึ่งทำให้อัตราการรับส่งข้อมูลถูกจำกัดให้มีค่าที่ค่อนข้างต่ำและมาตรฐาน RS-232C นี้ ได้ออกแบบให้มีโครงสร้างการสื่อสารเป็นจุดต่อจุดเท่านั้น

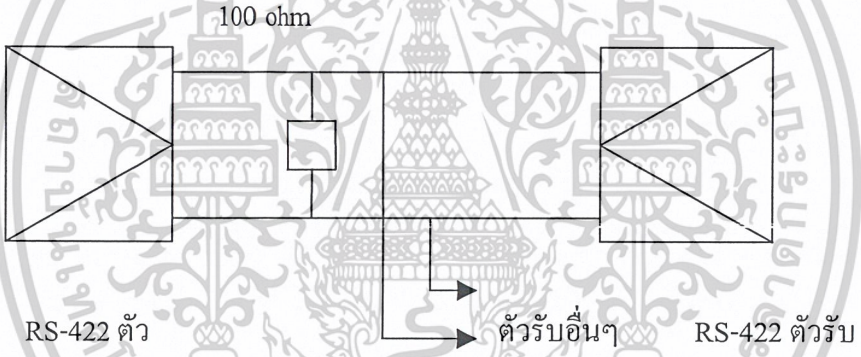


รูปที่ 4.4 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-422a

ในการออกแบบระบบการสื่อสารข้อมูลที่กล่าวมา ได้มีการพยายามออกแบบการสื่อสารข้อมูลให้รวดเร็วยิ่งขึ้นและมีระยะทางในการส่งไหลขึ้น ซึ่งที่ผ่านมาการสื่อสารข้อมูลมาตรฐาน RS-232c ได้ออกแบบใช้กับโมเด็มเท่านั้น จึงไม่ได้คำนึงถึงความเร็วและระยะทางในการาส่ง จึงมีการพัฒนามาตรฐาน RS-422a ซึ่ง ใช้สัญญาณแบบดิฟเฟอเรนท์เชียล หลักการคือสัญญาณที่จะรับและจะส่งจะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณ 2 เส้น ต่างจาก RS-232c ที่สัญญาณจะเปรียบเทียบกราวด์ ซึ่งในการสื่อสารในระยะทางไกลๆ สัญญาณจะถูกลดทอนเมื่อถึงจุดๆ หนึ่งจะเกิดความผิดพลาด แต่สำหรับสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนท์เชียลแล้วการลดทอนจะลดทอน 2 สายด้วยค่าที่ใกล้เคียงกัน และความแตกต่างของสัญญาณระยะสัญญาณทั้ง 2 เส้น จากตัวส่งไปยังตัวรับยังคงมีค่าใกล้เคียงเดิม จึงทำให้ผลของการลดทอนต่อสัญญาณที่ระยะการสื่อสารไกลมีผลต่อสัญญาณดิฟเฟอเรนท์เชียลมีน้อย การสื่อสารข้อมูลแบบนี้สามารถส่งข้อมูลได้ไกลกว่าและอัตราการสื่อสารข้อมูลสูงกว่า



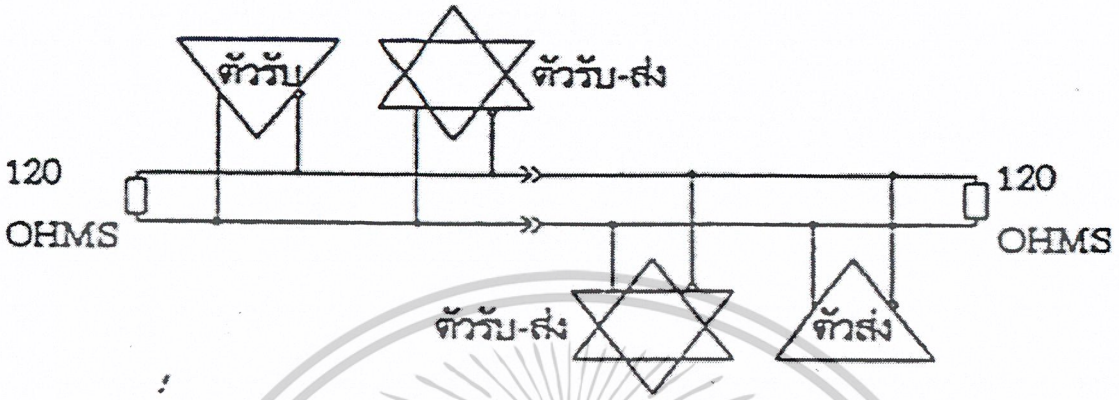
รูปที่ 4.5 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-422C

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-485

การสื่อสารตามมาตรฐานที่กล่าวมาข้างต้นคือ RS-232c นั้นเป็นมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลในแบบที่ใช้ระหว่างอุปกรณ์ หรือ จุดต่อจุด ส่วน RS-422a เป็นมาตรฐานที่พัฒนามาจาก RS-232 ให้ได้ระยะทางไกลขึ้น และอัตราการสื่อสารเพิ่มขึ้น แต่ส่งได้เพียง 10 ตัวเท่านั้น ไม่สามารถส่งย้อนกลับจากอุปกรณ์ 10 ตัวได้ คือเป็น แบบ simduplex คือส่งข้อมูลทิศทางเดียวตลอดเวลาจึงไม่สามารถส่งข้อมูลเป็นแบบ โครงข่ายได้ จึงมีมาตรฐานใหม่ คือ RS-485 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่อาศัยหลักการของสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนท์เชียลเช่นเดียวกับมาตรฐาน RS-422a แต่สามารถสื่อสารข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทางในสายสัญญาณเพียงคู่เดียว ซึ่งการสื่อสารแบบ half-duplex จากผลของการใช้สัญญาณในลักษณะดิฟเฟอเรนท์เชียลนี้ทำให้ระยะทางและความเร็วในการสื่อสารข้อมูลมีค่าสูงและสามารถสื่อสารตามมาตรฐาน RS-485 สามารถที่

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ทั้งการรับและการส่งได้สูงสุด 32 ตัวหรืออาจกล่าวได้ว่า การสื่อสารตามมาตรฐาน RS-485 เป็นการสื่อสารแบบหลายจุด (multipoint communication) มีโครงสร้างดังรูป



รูปที่ 4.6 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์	RS-232C	RS-422A	RS-485
โหมดการทำงาน	Single-ended	Differential	Differential
จำนวนของตัวรับและตัวส่งที่ยอมรับได้	1 ตัวส่ง 1 ตัวรับ	1 ตัวส่ง 10 ตัวรับ	32 ตัวส่ง 32 ตัวรับ
ความยาวของคู่สายสัญญาณรับ - ส่ง ข้อมูล	50 ฟุต	4000 ฟุต	4000 ฟุต
อัตราการส่งข้อมูลสูงสุด(บิต/วินาที)	20k	10 M	10 M
แรงดันไฟฟ้าโหมดร่วมสูงสุด	2.5 V	6V	12 V
Driver output	5V ต่ำสุด 15 V สูงสุด	2.0 V ต่ำสุด	1.5 V ต่ำสุด
Driver load (ohm) Driver slew rate	3 K - 7K 30 V/us สูงสุด	100 ต่ำสุด NA	60 ต่ำสุด NA
กระแสลิมิตเมื่อเอาท์พุทลัดวงจร	500 mA ลัดวงจรกับ VCC หรือ GND	150 mA ลัดวงจรกับ GND	150 mA ลัดวงจรกับ GND 250 mA ลัดวงจรกับ 8 V หรือ 12 V
ค่าความต้านทานเอาท์พุทของตัวส่ง (ohm)	NA - power on 300 -power off	NA - power on 60 k -power off	120 k power on, off
ค่าความต้านทานอินพุท ของตัวรับ (ohm)	3 K - 7K	4 k	12 k
ความไวของตัวรับ	3 V	200 mV	200 mV

ตารางที่ 4.10 ตารางการเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA

คุณลักษณะเฉพาะของตัวส่ง RS-485

- ตัวส่ง1 ตัว สามารถขับโหลดได้ 32 ชุด โดยที่โหลด 1 ชุด ประกอบด้วยตัวส่ง 1 ตัว และตัว รับ 1 ตัว และค่าของความต้านทานที่ต่อคร่อมระหว่างคู่สายสัญญาณมีค่า 60 โอห์ม หรือมากกว่า ประมาณ 120 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เอาท์พุทของตัวส่งในสภาวะ off มีกระแสรั่วไหลไม่เกิน 100 uA ในช่วงแรงดันไฟฟ้าโหมดร่วม ระหว่าง –7 V ถึง12 V

- เอาท์พุทของตัวส่งให้แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุท 1.5 V ถึง 5V ในช่วงแรงดันไฟฟ้าโหมดร่วม ระหว่าง –7 V ถึง 12 V

- ตัวส่งมีวงจรป้องกันตัวเองที่ฝั่งเอาท์พุท ในกรณีที่ตัวส่งหลายๆ ตัว ส่งข้อมูลออกมาพร้อมกัน

คุณสมบัติเฉพาะของตัวรับ RS-485

-ค่าความต้านทานอินพุทมีค่าสูง โดยมีค่าไม่น้อยกว่า 12 กิโลโอห์ม

- ตัวรับมีแรงดันไฟฟ้าอินพุทโหมดร่วม ระหว่าง –7 V ถึง12 V

- ตัวรับสามารถตอบสนองต่อสัญญาณที่แตกต่าง จากสัญญาณโหมดร่วมได้ + 200 mV ถึง- 200 mV

คุณสมบัติเฉพาะของคู่สายสัญญาณ RS-485

- คู่สายสัญญาณรับส่งควรพันสลับเป็นเกลียว เพื่อลดทอนสัญญาณรบกวน

ความหมายของยูนิตโหลด (Unit Load)

เป็นจำนวนที่มากที่สุดของตัวรับและตัวส่ง ที่สามารถใช้งานบนคู่สายสัญญาณรับส่งคู่หนึ่ง โดยจะขึ้นกับค่า unit load (U.L.) ซึ่ง RS-485 ยอมรับได้ที่ 32 unit load ต่อคู่สายสัญญาณ 1 คู่

นิยาม : เป็นโหมดที่ใช้กระแส 1 mA ที่แรงดันไฟฟ้า โหมดร่วม 12 V ซึ่งโหลดนี้ประกอบด้วยตัวส่ง และ/หรือ ตัวรับ แต่ไม่รวมค่าความแตกต่างที่เกิดจากความต้านทานที่ต่อคร่อมคู่สายสัญญาณรับส่ง

เราสามารถพิจารณาตัวรับ-ตัวตัวส่งได้จากค่า U.L. ของคู่ตัวรับ-ส่ง ของ SN75176B 1 ชุด ซึ่งมีค่า U.L. เพียง 0.7 ทำให้สามารถเชื่อมต่อตัวรับ-ส่ง ได้ถึง 45 ชุด บนคู่สายสัญญาณรับส่งคู่เดียวกัน

การคำนวณหาจำนวนคู่ตัวรับ-ส่ง RS 485

ตัวส่ง

- เมื่อกระแสรั่วที่ในสภาวะออฟที่ 12 V มีค่าไม่เกิน 0.6 mA
- ตัวส่งมีค่า (U.L.) = 0.1 mA/1.0 mA = 0.1 U.L.

ตัวรับ

- กระแสอินพุทที่แรงดันไฟฟ้าอินพุท 12 V มีค่าไม่เกิน 0.6 mA
- ตัวรับมีค่า (U.L.) = 0.6 mA/1.0mA = 0.6 U.L.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาโหลด 1 คู่ (ตัวรับและตัวส่ง) มีค่า (0.6+0.1) mA/1mA จะได้ 0.7 U.L. สายสัญญาณรับส่งข้อมูลคู่หนึ่งสามารถรองรับตัวรับ-ตัวส่ง ได้ 32/0.7 = 45 คู่

คุณสมบัติของคู่ตัวรับ – ส่ง (Tranceiver)

คู่ตัวรับ – ส่ง เป็นอุปกรณ์ที่มีตัวรับและตัวส่งอยู่บนชิพเดียวกัน เพื่อให้สะดวกในการใช้งานและทำให้ระบบมีขนาดเล็กลง ในที่นี้จะใช้ชิพ SN 75176 B (อาจใช้ชิพเบอร์อื่นคือ SN 75177B, SN75178B และ SN75179B แทนก็ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

โครงสร้างและการออกแบบระบบ

ในการออกแบบได้จำลองการใช้งานของการตอกบัตรเข้าออกของพนักงาน

ประกอบไปด้วยส่วนถอดรหัสแถบ แสดงผลด้วย LCD ส่วนสร้างฐานเวลาจริง เชื่อมต่อ ไมโครคอมพิวเตอร์ ด้วย bus RS-485 มีการจัดการข้อมูลด้วย โปนแกรม Delphi, SQL Server

หลักการ ใช้เครื่องแปลงรหัสอ่านรหัสและแปลงออกมานำไปตรวจสอบเพื่อแปลงเป็น รหัส 39 แสดงข้อมูล ID, IN/OUT, เวลาทาง LCD, ทำการส่งข้อมูลทาง bus RS-485 โดยทำการเชื่อมต่อ 2 โมดูล ไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ จัดเก็บข้อมูลด้วย โปรแกรม Delphi, SQL เป็นฐานข้อมูลกลาง สามารถเรียกข้อมูลมาดูได้ สามารถเซตค่าเวลาจากตัวไมโครคอมพิวเตอร์ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

5.1 โครงสร้าง

5.1.1 การทำงานของเครื่องอ่าน,กานนำไปใช้

เครื่องอ่านรหัสจะทำการแปลงรหัสจาก Barcode จากบัตรซึ่งเป็นดำสลับขาวเป็นแถบยาวสั้นตามแต่ละรหัส โดยรหัสที่ใช้เป็นรหัส 39 โดยเครื่องอ่านจะทำการแปลงรหัสโดยการใช้การสะท้อนของแสงโดยฉายแสงไปสะท้อนที่บัตร โดยสัญญาณที่ได้ออกมาจะเป็น TTL โดยอ่านสีดำเป็น 1 อ่านสีขาวเป็น 0 และความยาวก็เป็นเหมือนบนแถบรหัส และจะใช้สัญญาณนี้เป็นตัวอินเทอร์รัพจาก INT0

การแปลง CODE จะใช้ TIMER เป็นตัวจับเวลาแต่ละแถบ โดยนำค่าที่ได้ไปเก็บใน External RAM โดยจะเก็บค่าเวลาเป็นดำสลับขาว เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากเครื่องอ่าน จะเป็น TTL มีทั้งขาขึ้นและขาลง แต่ MCS-51 สามารถรับสัญญาณอินเทอร์รัพเป็นขอบขาลงและสถานะLOW จึงต้องมีวงจรภายนอกเพื่อแปลงสัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณอินเทอร์รัพทุกขอบขาขึ้นและลงของ Barcode

โดยปกติเมื่อเครื่องอ่าน ยังไม่มีการรูดบัตร Logic จะเป็น 1 เมื่อเจอขอบบัตรครั้งแรก logic จะเป็น 0 จนกว่าจะเจอขอบดำ จะเป็น 1 แต่จาก 0 เป็น 1 ก็ต้องเกิดการอินเทอร์รัพ เพื่อเก็บค่าเวลา โดยใช้ exclusive-or โดยมี bit control มาควบคุม โดย

สภาวะ	logic จากหัวอ่าน	logic จาก control bit	logic ที่ขาอินเทอร์รัพ
เริ่มต้น(ดำเป็นขาว)	1	1	1
กลับ control bit	0	1	0
ขาวเป็นดำ	0	0	1
กลับ control bit	1	0	0

ตาราง 5.1 สถานะต่างของ สัญญาณที่ Control bit หัวอ่าน ขาอินเทอร์รัพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางเมื่อมีการเปลี่ยนจากดำไปขาวหรือขาวไปดำ จะเกิดการอินเทอร์รัพ เมื่อเกิดการอินเทอร์รัพ จะทำการเก็บค่าเวลาช่วงก่อนหน้าและตั้งนับเวลาใหม่ จนเกิดการ Over Flow จะทำการ Decoder รหัสและแสดงรหัสทางจอ LCD และแสดงวันที่ เวลา การเข้าหรือออก

5.1.2 โครงสร้างและการออกแบบวงจรภาคแสดงผล

การออกแบบภาคแสดงผลเลือกใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลว หรือ LCD (Liquid Crystal Display) เนื่องจากใช้พลังงานน้อยกว่าภาคแสดงผลอื่นๆ โดยเลือกใช้จอแสดงผล LCD รุ่น DV 16116H ขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด (รายละเอียดอธิบายไว้ในบทที่ 4 หัวข้อ 4.6) ที่มีลักษณะการเชื่อมต่อของข้อมูลเป็นแบบขนานมีขาสัญญาณที่เกี่ยวข้องในการติดต่อกับภาคแสดงผล 14 ขา สัญญาณ โดยเป็นขาสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการทำงาน 11 ขา คือ สัญญาณควบคุม 3 ขา และข้อมูล 8 ขา ส่วนอีก 3 ขาสัญญาณ คือ ไฟเลี้ยง กราวด์ โดยสามารถเลือกใช้ขนาดของข้อมูลได้ 2 ขนาด คือ ขนาด 4 บิท และ 8 บิท

5.1.3 โครงสร้างและการออกแบบวงจรสร้างฐานเวลาจริง

ส่วนของวงจรสร้างฐานเวลาจริง (Real Time Clock, RTC) ใช้ไอซีเบอร์ DS1307 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่เป็นนาฬิกาที่สามารถส่งข้อมูลเวลาในขณะใดๆ ให้แก่หน่วยประผลกลางได้ ในการติดต่อกับหน่วยประมวลกลางใช้เพียง 3 ขา เท่านั้น เพราะใช้การสื่อสารแบบอนุกรม ขาที่ใช้คือ RTS (reset), I/OP (data line) และ SCLK (serial clock) ขา I/O ใช้เป็นสัญญาณข้อมูล ขา SCLK เป็นขาสัญญาณที่ใช้ควบคุมการรับ-ส่งข้อมูล และขา RTS เป็นขาสัญญาณที่เลือกการทำงานว่าจะอยู่ในสภาวะปกติ หรือ สภาวะที่พร้อมในการทำงาน

คุณสมบัติของ RTC เบอร์ DS1307 มีดังนี้

- ทำหน้าที่นับวินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือน ปี รวมทั้งคำนวณปีอธิกสุรทินให้เองโดย อัตโนมัต
- มีหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์ สำหรับเก็บข้อมูลทั่วๆ ไป
- ใช้การติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม จึงใช้สายเชื่อมต่อกับระบบเพียง 3 เส้น
- ใช้แรงดันไฟฟ้าเพียง 2.0 ถึง 5.5 โวลต์ และใช้กระแสเพียง 300 นาโนแอมแปร์ที่ระดับแรงดัน 20 โวลต์
- การโอนย้ายข้อมูลทำได้ทั้งแบบครั้งละ 1 ไบต์หรือครั้งละหลายๆ ไบต์
- ระดับสัญญาณ TTL (Vcc = 5V)
- ช่วงอุณหภูมิในการใช้งานกว้างตั้งแต่ –40 ถึง 88 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสร้างฐานเวลาจริง จะใช้ในการส่งค่าวัน-เวลาจริง ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ณ เวลาที่มีการอ่านรหัสแถบและถอดรหัสได้สมบูรณ์ และข้อมูลวัน-เวลานี้ จะถูกเก็บรวมกับข้อมูลจากรหัสแถบในหน่วยความจำ เพื่อรอการส่งไปยังศูนย์กลางข้อมูลของระบบ

5.1.4 การเชื่อมต่อกับ computer

ในการออกแบบวงจรสำหรับส่วนนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์นั้น จะมีพอร์ทสำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-485C วงจรที่ใช้งานจะใช้ไอซี คือ IC 75176B ที่จะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณที่ได้จากพอร์ท RS-232C ของไมโครคอมพิวเตอร์

ในการติดต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเนื่องจากเมื่อมีการเชื่อมต่อเป็นโครงข่าย ในที่นี้เป็นระบบบัสซึ่งจากเนื้อหาในบทก่อนจะเห็นว่าชุดเทอร์มินอลทุกชุดจะต่ออยู่บนบัสเดียวกันเพราะฉะนั้นเมื่อมีการติดต่อระหว่างเทอร์มินอล กับคอมพิวเตอร์แล้วจะส่งผลให้ เทอร์มินอลอีกตัวจะได้รับข้อมูลเช่นเดียวกันในเวลาเดียวกันด้วยเพราะฉะนั้นแล้วจะต้องมีรูปแบบการรับส่งข้อมูลหรือโปรโตคอล แต่เนื่องจากการรับส่งข้อมูลนั้นปริมาณข้อมูลอยู่ในจำนวนน้อยโดยคิดเป็นเวลาในการส่งไม่ถึง 2 วินาที ซึ่งโดยทั่วไปถ้ามีการส่งข้อมูลจำนวนมากโปรโตคอลทั่วไปนั้นในการส่งข้อมูลแต่ละบิทจะมีการตรวจเช็คข้อมูลทุกบิทว่าได้รับครบหรือไม่ฉะนั้นเมื่อในการส่งนี้มีปริมาณการส่งน้อยจึงไม่ได้มีการตรวจเช็คข้อมูล

ในระบบนี้จะมีการติดต่อสื่อสารดังนี้

- จากคอมพิวเตอร์จะติดต่อกับทุกเทอร์มินอลโดยจะเป็นการตั้งค่าวัน/เดือน/ปีและเวลา ซึ่งในกรณีนี้ ทุกเทอร์มินอลจะรับ ข้อมูลที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์โดยที่ข้อมูลที่ส่งมาจะมีรูปแบบคือ S+T+วัน/เดือน/ปี เวลา+F

- จากคอมพิวเตอร์จะติดต่อแต่ละเทอร์มินอลเพื่อร้องขอข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ใน External RAM โดยกรณีนี้ข้อมูลจะมีรูปแบบคือ S+ID+F เมื่อแต่ละเทอร์มินอลตรวจเช็ค ID แล้วถ้าใช่จะทำการส่งข้อมูลออกมา และหากถ้าไม่ใช่จะส่งข้อมูลที่มีรูปแบบคือ S+E+F

5.2 หลักการออกแบบโปรแกรม

หลักการออกแบบโปรแกรมการอ่านรหัสแถบ

ในการอ่านและการแทนรหัสจะอาศัยการแยกจากความแตกต่างของลักษณะความกว้างของข้อมูลซึ่งรหัสแถบแต่ละมาตรฐานจะมีโครงสร้างและลักษณะการจัดเรียงของความกว้างของข้อมูลที่แตกต่างกัน สำหรับในส่วนของโปรแกรมในการอ่านรหัสแถบนั้น เริ่มด้วยส่วนการหาค่าความกว้างของรหัสแถบ และส่วนที่เป็นการถอดรหัสเพื่อหาข้อมูลที่แท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบนี้เป็นแบบรหัส 39 อาศัยโครงสร้างของแถบรหัสที่ประกอบด้วยแถบดำที่กว้างและแคบ แถบขาวที่กว้างและแคบ นำมาจัดเรียงต่อกันสลับดำ-ขาว โดย1 ตัว อักษรจะประกอบด้วยแถบดำ 5 แถบ แถบขาว 4 แถบ และเป็นแถบกว้างทั้งหมด 3 แถบ เริ่มต้นด้วยแถบดำไม่ว่าจะเป็นแถบขาวหรือแถบดำก็ตาม จะพิจารณาจากแถบกว้างเป็น "1" และแถบแคบเป็น "0"

ดังนั้นในการออกแบบโปรแกรมจึงใช้ตัวจับเวลา (TIMER) ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จับเวลาความกว้างของแถบที่อ่านเข้ามาได้ โดยจะจับเวลาแถบดำและแถบขาวของทุกแถบ และทำการเปรียบเทียบเวลาของสัญญาณที่อ่านได้ โดยจะเปรียบเทียบกันทีละตัวอักษรหรือทีละ 1 module (9 แถบ) เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการใช้ความเร็วไม่คงที่

ในการกำหนดว่าแถบใดกว้างหรือแคบ ต้องพิจารณาเปรียบเทียบกับค่ากำหนด (Threshold, TH) ค่าหนึ่งในแต่ละโมดูล ค่ากำหนดนี้จะหาจากแถบกว้างและแถบแคบในโมดูลที่พิจารณาอยู่โดยแยกแถบดำกับแถบขาวออกจากกัน แล้วเลือกแถบที่กว้างที่สุด (Max) กับแถบที่แคบที่สุด (Min) นำค่าทั้งสองนี้มาเฉลี่ย (TH = [Max + Min] / 2) แถบรหัสใดที่มีค่ามากกว่าค่ากำหนด (TH) ก็ให้แถบนั้นเป็นลอจิก "1" ถ้าน้อยกว่าให้เป็นลอกจิก "0"

ในการเขียนโปรแกรมต้องกำหนดโหมดต่างๆ ในการอินเตอร์รัพท์ ดังนี้

TIMER 0 โหมด 1 เป็นตัวจับเวลา

INTERRUPT 0 เป็นการควบคุมแบบทริกขอบ (edge trig)

โดยใช้ TIMER 0 นับค่าเวลาของแถบดำและขาวได้ โดยช่วงแรก TIMER 0 จะเกิดโอเวอร์โฟลว์ (overflow) แต่ว่าจะยังไม่ set bit Et0 และรอให้ผ่านส่วนที่เป็นตัว code ก่อนจึง set bit Et0 เมื่ออ่านรหัสจบ timer 0 จะเกิด over flow แล้วจึงทำการ decode

โปรแกรมการถอดรหัสจะเปรียบเทียบค่าที่นับได้ของแถบรหัสในโมดูลเดียวกัน โดยจะแยกพิจารณาแถบขาวและดำแยกกับเป็น 9 แถบ หาค่าแถบที่กว้างที่สุดและแคบที่สุด และนำมาหาค่าเฉลี่ย และนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบแต่ละแถบขาวและดำทั้ง 9 แถบ โดยค่าที่มากกว่าค่าเฉลี่ยจะถูก set เป็น 1 ส่วนค่าที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ยจะถูก set เป็น 0 เมื่อทำการเปรียบแล้วจะนำค่าที่ได้ไปเทียบกับในตารางทำจนครบทุกตัวอักษร เสร็จแล้วนำมาแสดงผลบนจอ LCD

เมื่อทำการถอดรหัสเรียบร้อยแล้วข้อมูลจะถูกเก็บอยู่ใน External RAM ซึ่งประกอบด้วย รหัส ID การตอกบัตรเข้าหรือออก วันที่ เวลา ซึ่งข้อมูลจะเก็บเรียงต่อกันไป เมื่อมีการเรียกจากคอมพิวเตอร์แต่ละ module จะการ check ว่าเป็นการเซตเวลาหรือเป็นการเรียกข้อมูลถ้าเป็นการเซตเวลาทุก Module จะทำการเซตเวลา แต่ถ้าเป็นการเรียกข้อมูลจะทำการ check ID ก่อนถ้าตรงไมโครคอนโทรลเลอร์จึงจะทำการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอมพิวเตอร์

External RAM ที่ใช้ ขนาด 2 kByte ถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน

1. รับคำสั่งจาก คอมพิวเตอร์ 0000H-0039H (57 Byte)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

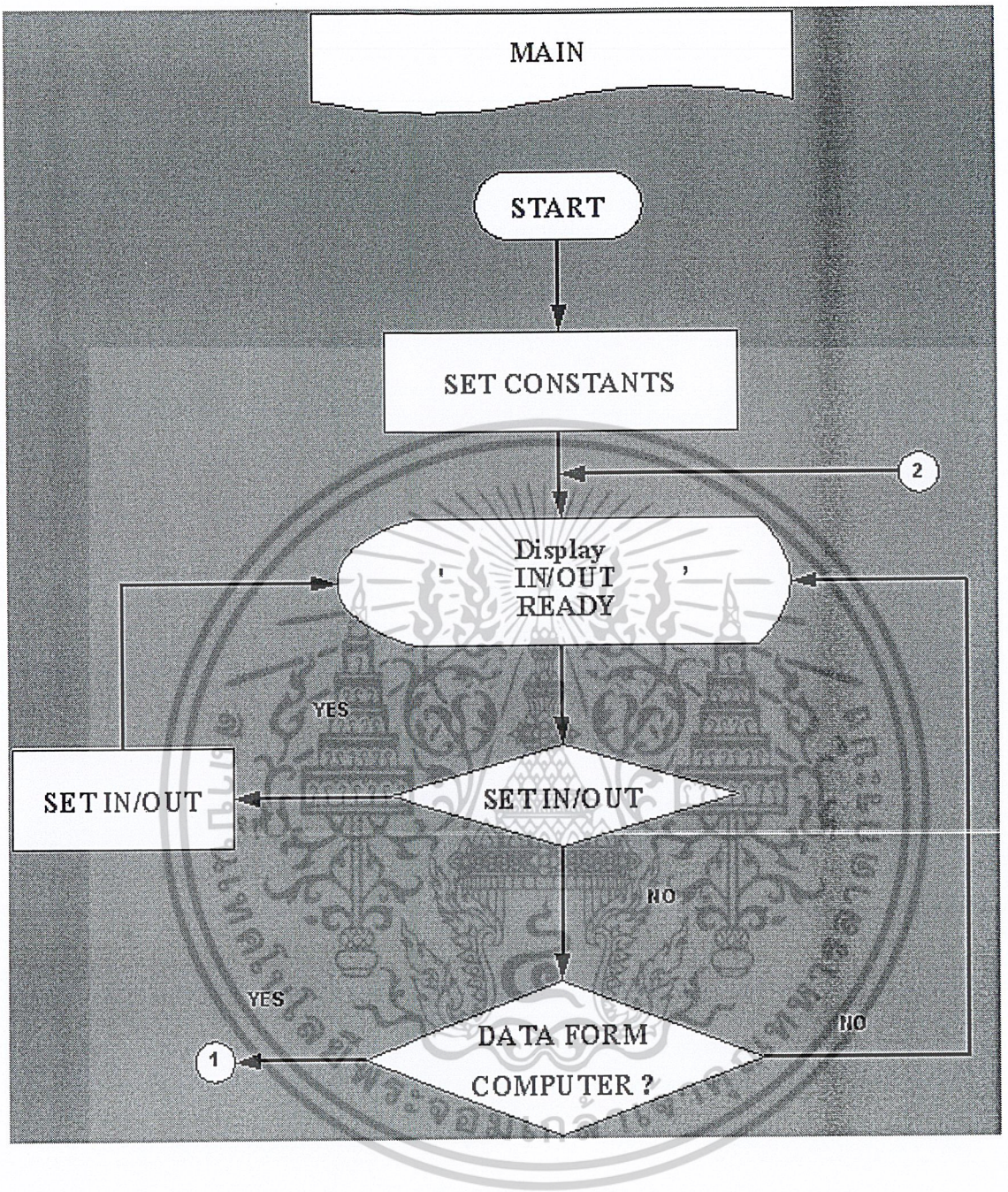
2. เก็บ module เวลาจากการรูดบัตร 0040F-01FFH (447 Byte)

3. เก็บข้อมูลที่จะส่งให้คอมพิวเตอร์ 0200FH-07FFH (1535 Byte)

ส่วนที่ 3 เก็บข้อมูลที่จะส่งให้คอมพิวเตอร์ โดย 1 คนใช้พื้นที่ 33 Byte จะเก็บ ได้ประมาณ 1535/33 ได้ประมาณ 45 คน คิดเป็นข้อมูลทั้งหมด 45x33x8 ประมาณ 11880 บิท ถ้าใช้บอร์ตเรท 9600 บิท/วินาที จะใช้เวลาประมาณ 11880/9600 ประมาณ 1-2 วินาทีต่อ 1เครื่อง

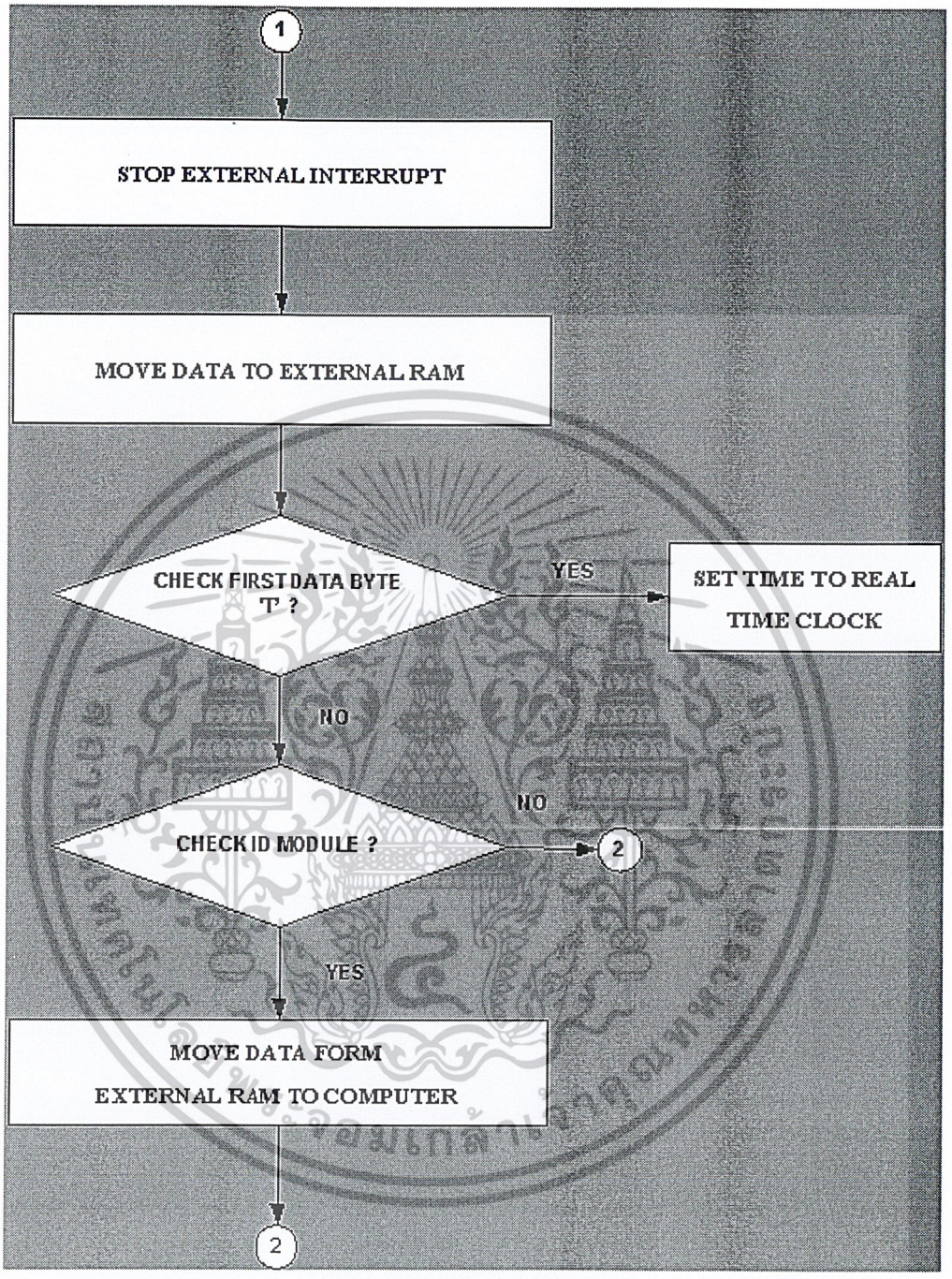
เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ได้รับข้อมูลแล้ว ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปจัดเรียงใหม่เป็นรายบุคคล ระบุการเวลาการเข้าออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



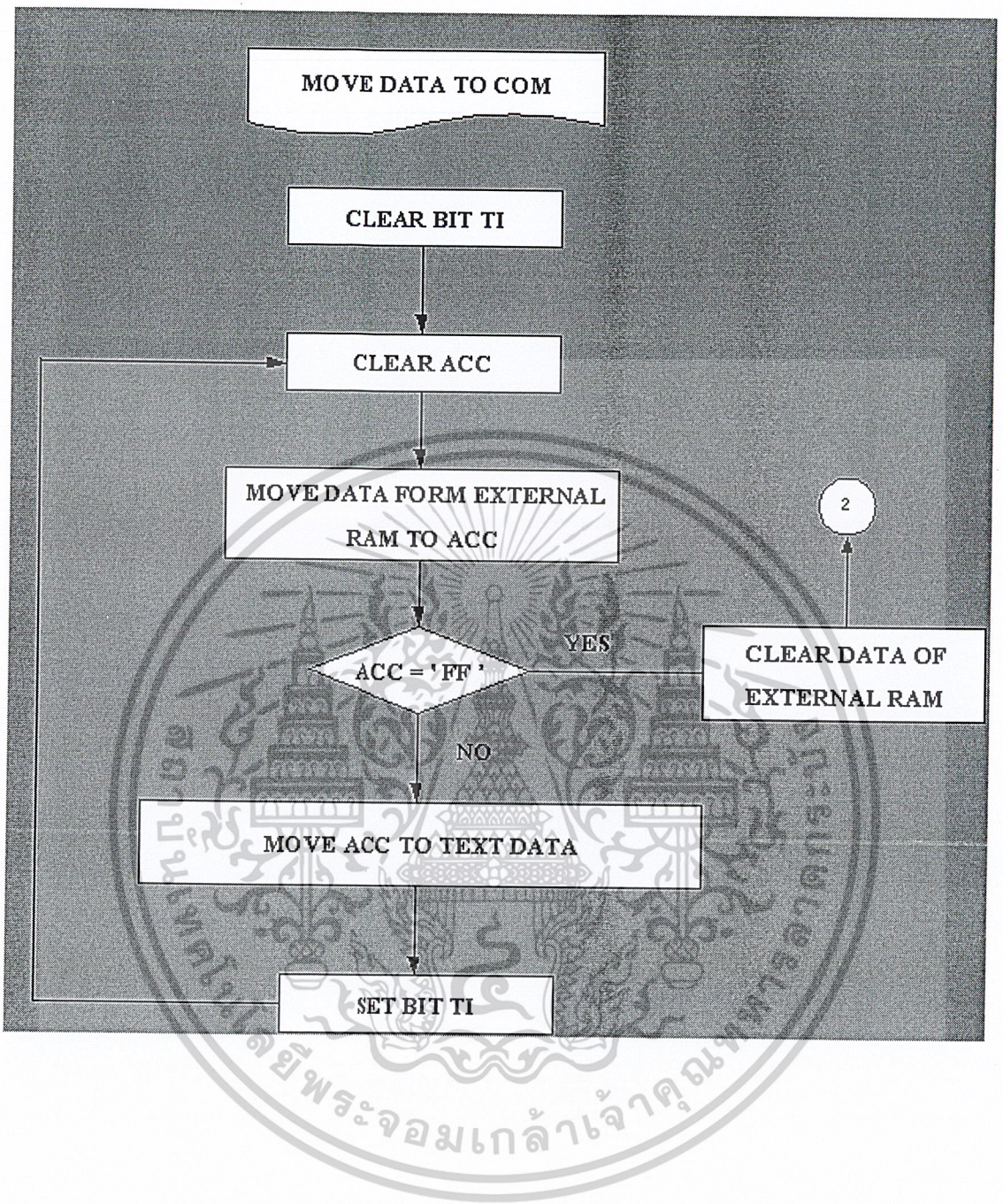
รูปที่ 5.1 แสดงแผนภาพการทำงานของ โปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



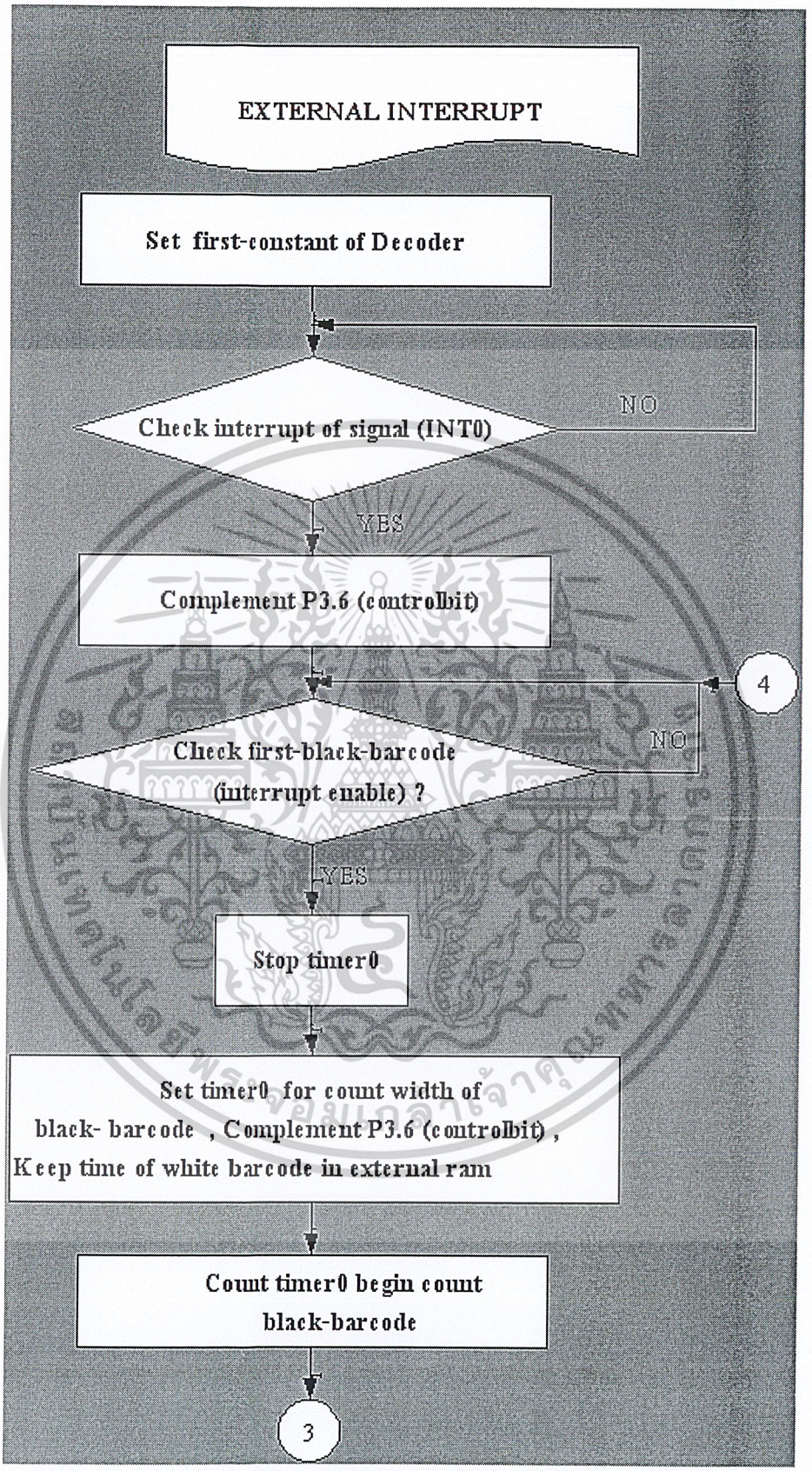
รูปที่ 5.2 แสดงแผนภาพการทำงานของ โปรแกรมหลัก (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



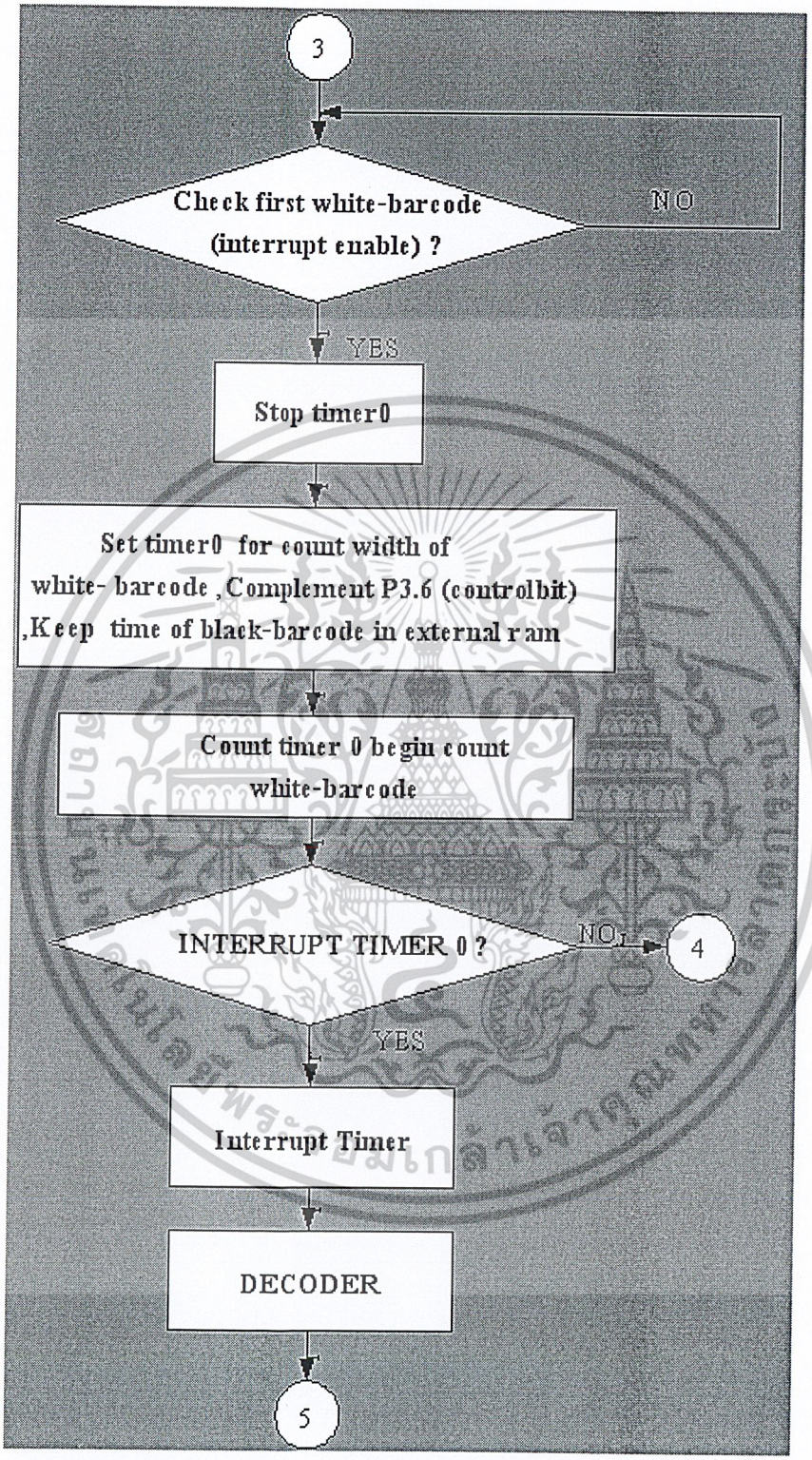
รูปที่ 5.3 แสดงแผนภาพการทำงานของการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



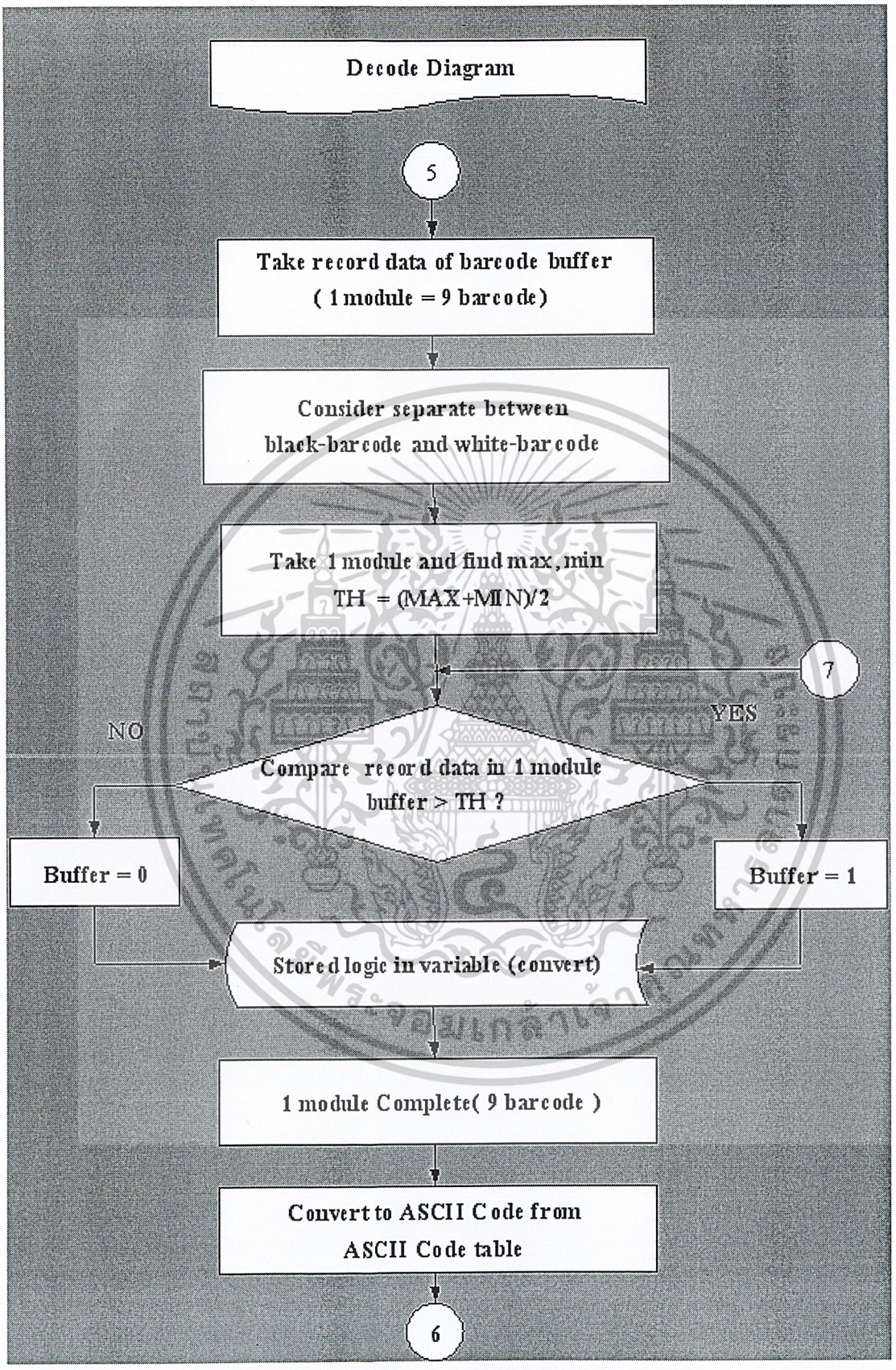
รูปที่ 5.4 แสดงแผนภาพการทำงานของการทำอินเทอร์รัพท์จากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



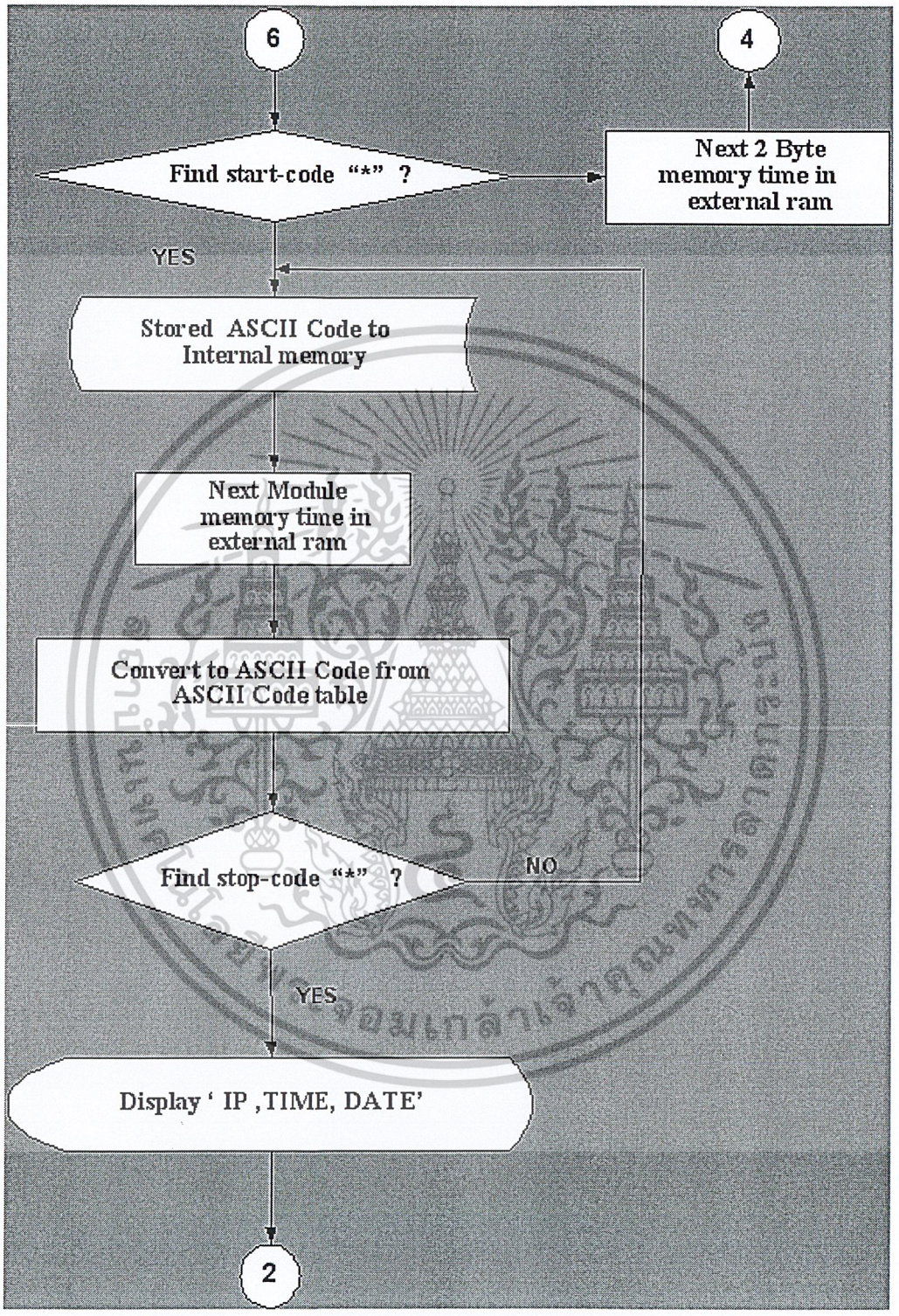
รูปที่ 5.5 แสดงแผนภาพการทำงานของการทำอินเทอร์รัพท์จากภายนอก (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



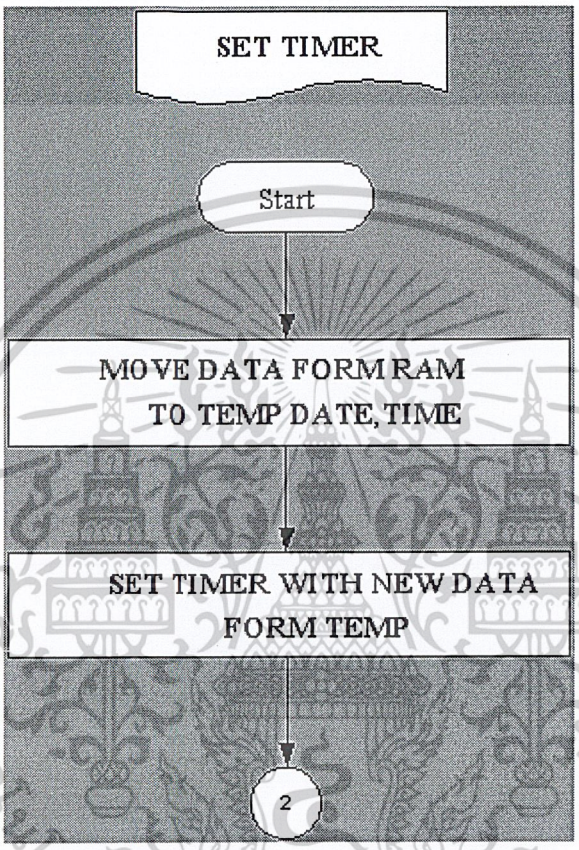
รูปที่ 5.6 แสดงแผนภาพการทำงานของการถอดรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 แสดงแผนภาพการทำงานของการถอดรหัส (ต่อ)

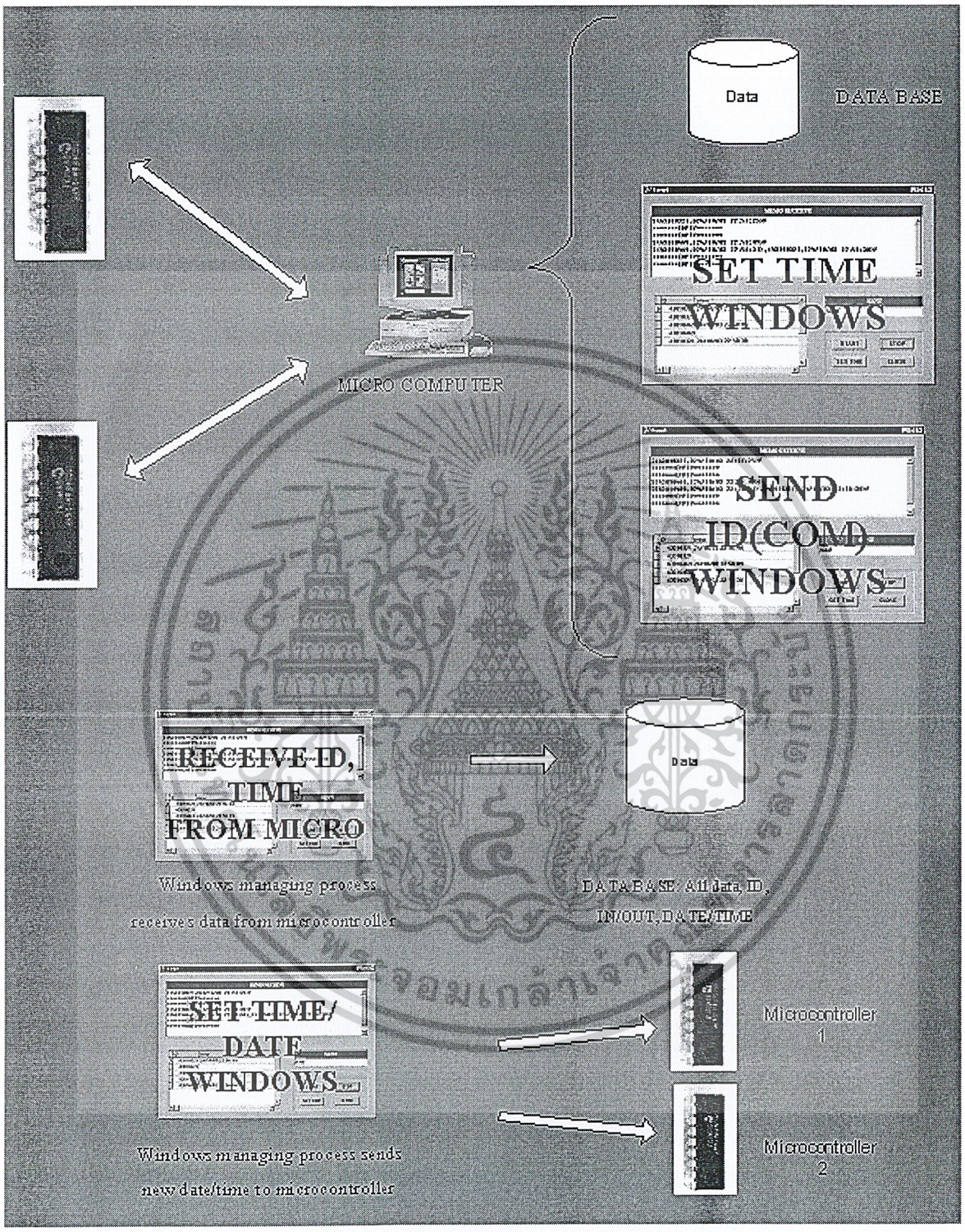
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 แสดงแผนภาพการใส่วัน, เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานบนคอมพิวเตอร์



รูปที่ 5.9 แสดงแผนภาพการทำงานของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การทดลองและผลการทดลอง

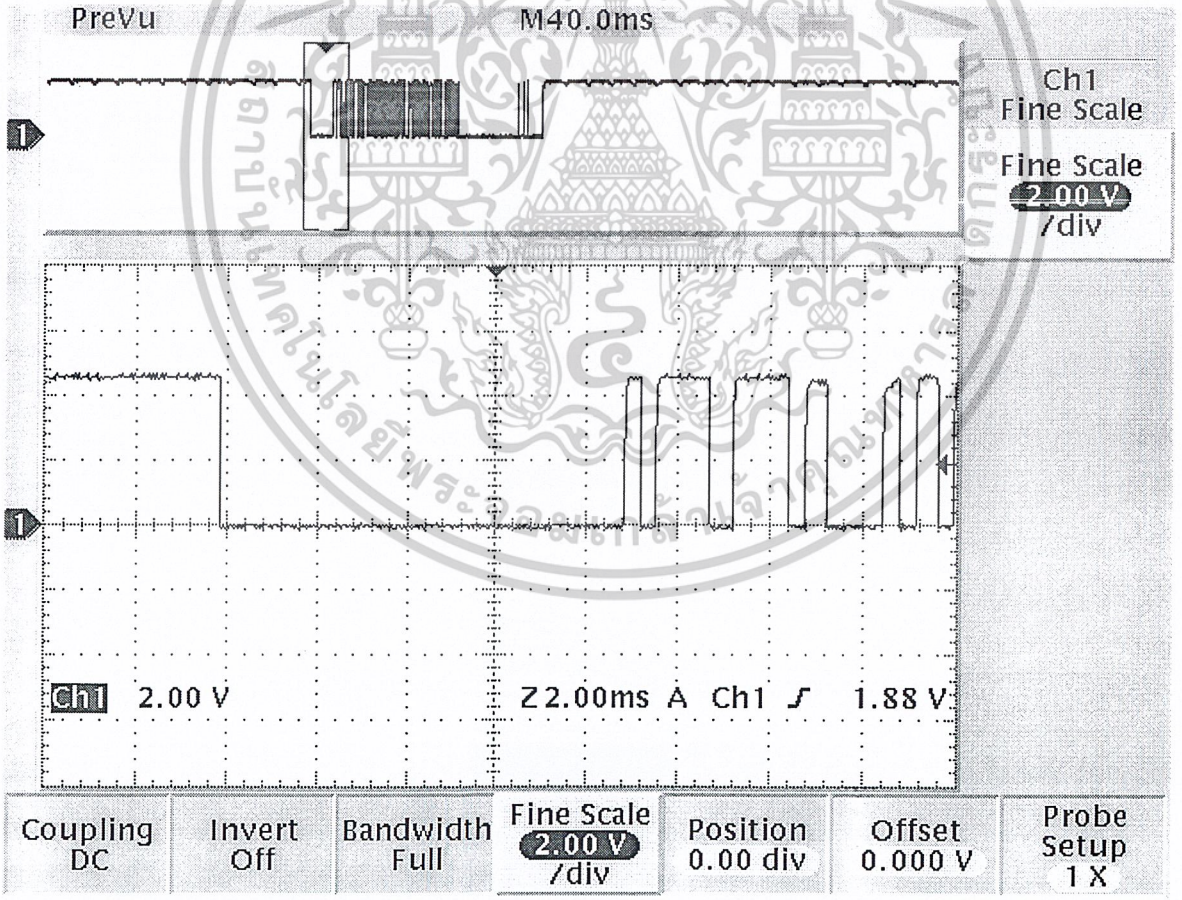
ในการทดสอบการทำงานของระบบนี้ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. หัวอ่านรหัสแถบ
2. เครื่องอ่านรหัสแถบบันทึกเวลา
3. การจัดการฐานข้อมูลบนไมโครคอมพิวเตอร์

6.1 หัวอ่านรหัสแถบ

ผลการวัดสัญญาณ

สัญญาณที่วัดได้จากหัวอ่านนั้นจะเห็นว่าสัญญาณที่ได้นั้นแถบดำจะได้ออกมาเป็น TTL 5 V ส่วนที่เป็นแถบขาวนั้นจะเห็นว่าเป็น 0 V

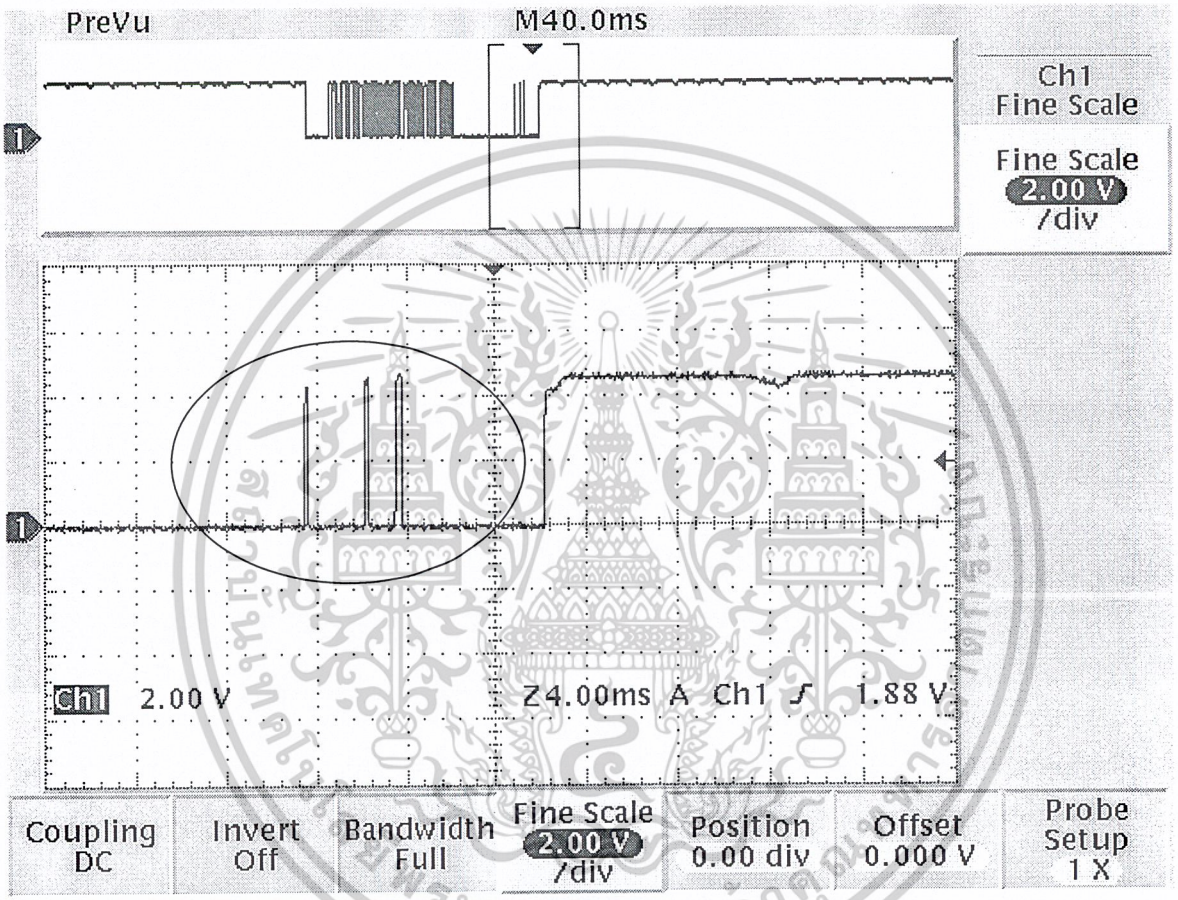


รูปที่ 6.1 แสดงรูปสัญญาณที่อ่านได้จากหัวอ่านรหัสแถบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นว่าช่วงแถบกว้าง ในการรูดบัตรปกติจะยาวประมาณ 800 ms ส่วนช่วงแถบแคบจะกว้างประมาณ 250 ms

เนื่องจากบนบัตรทั่วไปนั้นอาจจะมีแถบหรือเส้นบางอย่างแสดงดังรูป 6.2 อยู่ขวางหน้าแถบบาร์โค้ดซึ่งเส้นเหล่านี้จะก่อปัญหาได้ในการถอดรหัส



รูปที่ 6.2 แสดงสัญญาณแถบหรือเส้นที่ขวางหน้าแถบบาร์โค้ด

ผลการวัดความเร็วในการรูดบัตร

ได้ทำการวัดความเร็วที่ใช้ในการรูดบัตรผ่านหัวอ่าน โดยใช้บัตรนักศึกษาของสถาบันฯ ซึ่งใช้รหัส 39 ที่มีขนาดของความยาวใน 1 รหัสอักขระเท่ากับ 5 มิลลิเมตร โดยพิจารณาที่ความเร็วที่สามารถถอดรหัสได้ดังนี้

ความเร็วในการรูดบัตรที่สามารถถอดรหัสได้สมบูรณ์

ความเร็วในการรูดบัตรอย่างช้า = 120 มิลลิเมตร/วินาที

ความเร็วในการรูดบัตรอย่างเร็ว = 470 มิลลิเมตร/วินาที

ความเร็วในการรูดบัตรอย่างเฉลี่ย = 295 มิลลิเมตร/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 เครื่องอ่านรหัสแถบบันทึกเวลา

เครื่องอ่านรหัสแถบบันทึกเวลาทำหน้าที่ถอดรหัสแถบจากบัตรพนักงาน และบันทึกเวลาของพนักงานที่จะเข้าหรือออก ณ เวลาทำงาน วิธีการทดสอบทำโดย

1. ทำการเลือกว่าเป็นการตอกบัตรเข้า หรือ ออก
2. ทดสอบการถอดรหัสแถบโดยใช้บัตรพนักงานที่ซึ่งได้ทำขึ้นจากโปรแกรม Delphi จากนั้นได้ทำการทดสอบการตอกบัตรเขาออกซึ่งมีการแสดงผลทางจอ LCD ว่ารหัสที่ได้ตรงกับบัตร

การทดสอบผลการถอดรหัสแถบของเครื่องอ่านรหัสแถบบันทึกเวลา ทำโดยใช้บัตรนักศึกษาจำนวน 4ใบ รูดผ่านหัวอ่านจำนวน 50 ครั้ง/1 บัตร ได้ผลถูกต้องประมาณ 47 ครั้งหรือประมาณ 94 %

6.3 การจัดการฐานข้อมูลบนไมโครคอมพิวเตอร์

การทดสอบโปรแกรมบนไมโครคอมพิวเตอร์ ขั้นแรกได้จำลองการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ จากโปรแกรม Delphi เพื่อความสะดวกในการทดสอบการรับส่งฐานข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนฐานข้อมูลนั้นได้จัดเก็บด้วยโปรแกรม SQL Server ซึ่งเป็นที่นิยมเนื่องจากมีเสถียรภาพทางในการจัดเก็บข้อมูลสูง ผลการทดสอบที่ได้ถูกต้อง 100 %

6.4 การรับ-ส่ง ข้อมูลเป็นเครือข่าย

จากการทดลองรับส่งข้อมูลเป็นเครือข่าย (2 เทอร์มินอล) นั้น สามารถรับส่งข้อมูลได้โดยแบ่งเป็นกรณีดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ส่ง เวลาและวันที่ ไปที่แต่ละเทอร์มินอลซึ่งสามารถ ตั้งค่าเวลาและวันที่ได้
2. เป็นการเรียกข้อมูลของคอมพิวเตอร์ไปยังแต่ละเทอร์มินอล ซึ่งถ้า ID ตรงกับตัวเทอร์มินอลก็จะส่งข้อมูลออกมา โดยแบ่งเป็น
    2.1 สัญญาณมาตอนที่เทอร์มินอลนั้นว่าง ก็สามารถรับส่งข้อมูลได้
    2.2 สัญญาณมาตอนที่เทอร์มินอลนั้นมีการรูดบัตรอยู่ เทอร์มินอลนั้นจะทำกระบวนการรูดบัตรให้เสร็จก่อนแล้วรอเรียกสัญญาณจากคอมพิวเตอร์อีกที ซึ่งก็สามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง เทอม 1

ในโครงงานนี้ใช้หัวอ่านแบบ Slot Scanner เป็นตัวอ่านแล้วใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการรับค่าแล้วแปลงรหัสแล้วนำรหัสไปเช็คกับฐานข้อมูลในไมโครคอมพิวเตอร์ (SQL Server) แล้วแสดงรหัสและเวลาออกหน้าจอ LCD

- ส่วนของการรูดบัตรแล้วถอดรหัสนั้นส่วนของโปรแกรมนั้นมีความถูกต้อง 100% ส่วนของความผิดพลาดนั้นมาจากข้อมูลจาการรูดบัตรที่ผิดพลาดทั้งหมด เช่น บัตรชำรุดหรือลักษณะการรูดบัตรที่มีการกระตุก เนื่องจากการเขียนโปรแกรมนั้นสามารถยืดหยุ่นความเร็วได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ซึ่งจากผลการทดลองความถูกต้องประมาณ 94 % ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้น 6 %
- ส่วนของโปรแกรมที่จัดการเรื่องติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์นั้นมีการทำงานที่ถูกต้องค่อนข้างสูง
- ส่วนการส่งของระบบบัส RS-232 ไปตังคอมพิวเตอร์นั้นสมารถส่งข้อมูลได้ถูกต้อง
- ส่วนการทำงานของโปรแกรม Delphi และ SQL นั้นสามารถรับข้อมูล จัดเก็บและนำไปใช้งานได้

แผนการพัฒนา

แก้ไขเรื่องความถูกต้องของการรับส่งข้อมูลและเรื่องของการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับส่งข้อมูลเป็นเครือข่ายเนื่องจากความซับซ้อนทำให้การทำงานยังไม่ราบรื่นนักแต่ถ้ามีการแก้ไขเพิ่มเติมในเทอมที่ 2 และเพิ่มเติมในส่วนของระบบบัส 485 ก็จะสามารถพัฒนาไปใช้งานจริงได้

สรุปผลการทดลอง เทอม 2

- จากการที่เทอม 1 มีปัญหาจากการที่เดิมนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะสามารถรอรับข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์ได้ตลอดเวลา (มีความสำคัญมากที่สุด) และเมื่อขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์มีการรูดบัตรอยู่นั้นแล้วมีสัญญาณจากคอมพิวเตอร์เข้ามาแล้วจะเกิดปัญหาขึ้น โดยแบ่งเป็น

  1. ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ได้รูดบัตรแล้วมีสัญญาณจากคอมพิวเตอร์เข้ามากรณีนี้ไม่มีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มีการรูดบัตรอยู่แล้วมีสัญญาณจากคอมพิวเตอร์เข้ามา ก็จะให้สัญญาณจากคอมพิวเตอร์มีความสำคัญกว่าเมื่อทำส่วนอินเทอร์รัพท์ของคอมพิวเตอร์เสร็จก็จะกลับไปทำส่วนการรูดบัตรต่อจะเกิดความผิดพลาดขึ้นที่ไมโครคอนโทรลเลอร์คือค้างเป็นบางครั้งและขึ้นอักษรแปลกๆ ที่ LCD แล้วค้าง จึงได้ทำการแก้ไขโดยไม่ให้เกิดการอินเทอร์รัพท์ซ้อนทับกันคือทำให้เสร็จทีละอย่างคือถ้ามีการติดต่อกับคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถรูดบัตรได้หรือถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการรูดบัตรอยู่ก็ให้รูดให้เสร็จก่อนแล้วจึงให้คอมพิวเตอร์เรียกซ้ำซึ่งก็ไม่เกิดการผิดพลาดขึ้นอีกซึ่งวิธีนี้ดีกว่าแบบที่ให้เกิดการอินเทอร์รัพท์ซ้อนทับกันได้โดยไม่เกิดความผิดพลาดเลยและตัวโปรแกรมก็ง่ายกว่าด้วย

- ส่วนจากการที่เปลี่ยนจากการส่งสัญญาณจากบัส RS-232 เป็นบัส RS-485 นั้นก็สามารถทำการส่งสัญญาณเป็นเครือข่ายได้

แนวการพัฒนา

เนื่องจากในการติดต่อสื่อสารเป็นเครือข่ายนั้นจะต้องมีโปรโตคอลเป็นรูปแบบในการรับ-ส่งข้อมูลเพื่อความถูกต้องสูงสุด เนื่องจากระบบที่ใช้นั้นมีการรับส่งข้อมูลในปริมาณน้อยแต่ใช้การรับส่งข้อมูลมีความถี่ในการติดต่อข้อมูลที่มากขึ้น ดังนั้นถ้ามีการใช้เทอร์มินอลมากขึ้นก็จะมีการติดต่อมากขึ้นก็จะต้องมีการเพิ่มหน่วยความจำในการเก็บข้อมูลมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้