สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมการเข้าด้วยบัตรแม่เหล็ก

Magnetic Card Access Control System

โดย

นายคฤทธิ์ เพ็ชรสูงเนิน รหัส 40012043
นายภาณุศร ตั๊ะมะโน รหัส 40012054

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....33925
วัน, เดือน, ปี.....20 ก.ย. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่การผลิตซ้ำ ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมการเข้าด้วยบัตรแม่เหล็ก

Magnetic Card Access Control System

จัดทำโดย นาย คฤทธิ์ เพ็ชรสูงเนิน รหัส 40012043

นาย ภานุศร ต๊ะมะโน รหัส 40012054

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ไพศาล สิทธิโยภาสกุล

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

ประจำปีการศึกษา 2541

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(_____)

กรรมการ

(_____)

กรรมการ

(_____)

กรรมการ

(_____)

กรรมการ

(_____)

กรรมการ

(_____)

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการเข้าด้วยบัตรแม่เหล็ก

นาย คฤทธิ์ เพ็ชรสูงเนิน
นาย ภาณุศร ตีะมะโน

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ ไพศาล สิทธิโอภาสกุล

ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการนำเสนอระบบควบคุมการเข้าด้วยบัตรแถบแม่เหล็ก ซึ่งใช้รหัสจากบัตรแถบแม่เหล็ก ในการอ่านรหัสจากบัตรแถบแม่เหล็ก จะใช้หัวเทปเป็นหัวอ่านสัญญาณจากบัตรและทำการถอดรหัสสัญญาณโดยใช้ในโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวทำการถอดรหัส ซึ่งได้ใช้ไมโครอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 และทำการส่งรหัสข้อมูลไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้การติดต่อสื่อสารทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 ในส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อทำการรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาแล้ว จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่รับมา กับฐานข้อมูลในไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ใช้โปรแกรม Visual Basic 5 เป็นตัวแสดงผลข้อมูล ซึ่งเมื่อข้อมูลถูกต้องไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกเวลาการเข้าเก็บไว้ในหน่วยความจำของระบบและส่งข้อมูลกลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมโซลินอยด์ให้ทำการเปิดประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAGNETIC CARD ACCESS CONTROL SYSTEM

Mr. Karit Petsongnern

Mr. Panusorn Tanano

Advisor

Mr. Paisarn Sittiyopasakun

1998

ABSTRACT

This Thesis presents the project of Magnetic Card Access Control System by using data from magnetic card. This system reads data by magnetic head which read signal from card and using microcontroller AT89C2051 to decode and send data to microcomputer. To communicated between microcontroller and microcomputer use Asynchronous Serial port in RS-232 standard.

Microcomputer will receive data from microcontroller by Visual Basic version 5 to design program for receives, checks, show, save data and send back data to microcontroller for controls for controls solinoid open when data is correct.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับการสนับสนุนความช่วยเหลือ การแนะนำการให้คำปรึกษาจากคณาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรมทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากอาจารย์ ไพศาล สิทธิโยภาสกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงการ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และที่สำคัญที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและ คุณแม่ ผู้บังเกิดเกล้าผู้เป็นแรงสนับสนุนอันยิ่งใหญ่ทั้งกำลังใจ กำลังทรัพย์ และเป็นผู้ให้ตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญภาพ		ฉ
สราบัญตาราง		ฌ
บทที่ 1	บทนำ	1
	ความเป็นมาของโครงการ	1
	วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
	ขอบเขตของโครงการ	1
	วิธีการดำเนินการ	2
	ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2	ทฤษฎี	3
	คำนำ	3
	คุณสมบัติของบัตรแม่เหล็ก ATM	3
	การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก	6
	การอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก	11
	การสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กกับคอมพิวเตอร์	21
บทที่ 3	การออกแบบ	52
	กล่าวนำ	52
	การออกแบบวงจร	52
	การออกแบบ Soft Ware	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง 63

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 66

บรรณานุกรม

ภาคผนวก ก ลายวงจรพิมพ์ของเครื่อง

ภาคผนวก ข โปรแกรมการทำงานของเครื่อง

ภาคผนวก ค รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎี	4
รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งแทร็ก 2 ของบัตรแม่เหล็ก	4
รูปที่ 2.2 แสดงหัวบันทึกและแถบแม่เหล็กในกระบวนการบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก	6
รูปที่ 2.3 แสดงสนามแม่เหล็กรอบช่องว่างของหัวบันทึก	7
รูปที่ 2.4 แสดงกระแสพัสล์,รูปแบบของแทร็กที่ถูกบันทึก,ฟลักซ์แม่เหล็กที่พื้นผิวแทร็กข้อมูลและลักษณะแรงดันไฟฟ้าของการบันทึก	7
รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบของการบันทึกโดยใช้สัญญาณความถี่ 2 ความถี่ที่มีเฟสตรงกัน	8
รูปที่ 2.6 แสดงรูปวงจรพื้นฐาน สำหรับการบันทึกข้อมูลบนบัตรแม่เหล็ก	9
รูปที่ 2.7 แสดงรูปสัญญาณการทำงานของวงจรพื้นฐานสำหรับการบันทึกข้อมูลบนบัตรแม่เหล็ก	10
รูปที่ 2.8 กราฟแสดงคุณสมบัติการอิ่มตัวของแถบแม่เหล็กบนบัตรแม่-เหล็กมาตรฐาน	11
รูปที่ 2.9 แสดงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากหัวอ่าน และถูกขยายสัญญาณด้วยอัตราขยาย 100 เท่า	12
รูปที่ 2.10 แสดงส่วนประกอบของวงจรพื้นฐานสร้างสัญญาณรูปแบบ ISO จากบัตรแม่เหล็ก	12
รูปที่ 2.11 แสดงวงจรขยายสัญญาณแรงดันไฟฟ้าสำหรับอ่านข้อมูลบัตร-แม่เหล็ก	13
รูปที่ 2.12 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณและลักษณะสัญญาณที่ต้องการ	14
รูปที่ 2.13 แสดงวงจรเลื่อนเฟสของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณแรงดันไฟฟ้า	15
รูปที่ 2.14 แสดงวงจรดิฟเฟอร์เรนธิเอเตอร์และวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า	16
รูปที่ 2.15 แสดงแผนภาพของวงจรอ่านบัตรแม่เหล็ก	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.16 แสดงรูปคลื่นสัญญาณของ ISO ที่ถูกมอดดูเลท	17
รูปที่ 2.17 แสดงสร้างสัญญาณข้อมูลและสัญญาณนาฬิกาอ่านข้อมูลโดยใช้ 8031	18
รูปที่ 2.18 แสดงรูปสัญญาณเอาท์พุทของ 8031 สำหรับสร้างสัญญาณอ่านบัตร-แม่เหล็ก	19
รูปที่ 2.19 การส่งสัญญาณผ่าน Guide	19
รูปที่ 2.20 การส่งสัญญาณผ่าน Unguide	20
รูปที่ 2.21 แบบทิศทางเดียว	20
รูปที่ 2.22 แบบกึ่งทางคู่	20
รูปที่ 2.23 แบบทางคู่	21
รูปที่ 2.24(ก) คอนเนคเตอร์แบบ D-Type	25
รูปที่ 2.24(ข) คอนเนคเตอร์แบบ Centronics	25
รูปที่ 2.25(ก) คอนเนคเตอร์แบบ DB-25	33
รูปที่ 2.25(ข) คอนเนคเตอร์แบบ DB-9	33
รูปที่ 2.26 โครงสร้างภายในชิฟไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	34
รูปที่ 2.27 ตำแหน่งต่างๆของรีจิสเตอร์และหน่วยความจำ	35
รูปที่ 2.28 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD	39
รูปที่ 2.29 การแสดงข้อมูลรับและส่งในการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมด 0	40
รูปที่ 2.30 การแสดงข้อมูลรับและส่งในการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมด 1	41
รูปที่ 2.31 การแสดงข้อมูลรับและส่งในการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมด 2	42
รูปที่ 2.32 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE	47
รูปที่ 2.33 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบ

รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมการเข้าโดยบัตร-แม่เหล็ก 52

รูปที่ 3.2 วงจรหัวอ่านบัตรแม่เหล็ก 53

รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมโซลินอยด์ 53

รูปที่ 3.4 แบบฟอร์มดาต้าคอนโทรล 55

รูปที่ 3.5 การออกแบบคอนโทรล 57

รูปที่ 3.6 ผังโปรแกรมควบคุมการทำงานบนไมโครคอมพิวเตอร์ 60

รูปที่ 3.7 ผังโปรแกรมควบคุมการทำงานบนไมโครคอนโทรลเลอร์ 61

บทที่ 4 ผลการทดลอง

รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอการเข้าโปรแกรมและเลือกการทำงานจากเมนูหลัก 63

รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูล 64

รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอทดสอบระบบการเข้า 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 2 ทฤษฎี

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน 3

ตารางที่ 2.2 รูปแบบข้อมูลที่บันทึกในแทร็กที่ 2 ของบัตรแม่เหล็กของธนาคารพานิชย์ทั่วไป 5

ตารางที่ 2.3 แสดงรหัสข้อมูลตัวเลขสำหรับแทร็กที่ 2 5

ตารางที่ 2.4 การกำหนดสัญญาณของพอร์ตข้อมูลแบบขนาน 23

ตารางที่ 2.5 ตำแหน่งพอร์ต 24

ตารางที่ 2.6 ตำแหน่ง LPT ที่เก็บไว้ใน Bios 24

ตารางที่ 2.7 แสดงรายการคุณลักษณะเฉพาะสำหรับการอินเตอร์เฟสของ RS-232 27

ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดของการอินเตอร์เฟส RS-232 โดยใช้คอนเนคเตอร์แบบ DB-25 28

ตารางที่ 2.9 แสดงสัญญาณที่ต่อจาก DTE ไปยัง DCE โดยใช้คอนเนคเตอร์แบบ DB-25 31

ตารางที่ 2.10 การต่อคอนเนคเตอร์แบบ DB-9 ตามมาตราฐาน RS-232 31

ตารางที่ 2.11 ตำแหน่งขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม 33

ตารางที่ 2.12 ตำแหน่งมาตราฐานของพอร์ตอนุกรม 34

ตารางที่ 2.13 ค่าที่นำไปไว้ในรีจีสเตอร์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อใช้ Baud rate ค่ามาตราฐานต่างๆ 43

ตารางที่ 2.14 แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปท์ทั้ง 5 ชนิด 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาของโครงการ

ในปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสาร คอมพิวเตอร์ การเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ โดยเฉพาะการเก็บข้อมูลและการเชื่อมต่อข้อมูลต่างๆ ให้สามารถค้นหาได้สะดวกรวดเร็ว เพื่อความสะดวกและประหยัด เวลารวมทั้งบุคลากร โดยการใช้บัตรแม่เหล็ก (Magnetic Card) แทนการใช้สมุดบัญชีธนาคาร การประยุกต์ใช้บัตรแม่เหล็กไปเป็นบัตรเครดิตเพื่อใช้แทนเงินสด รวมทั้งมีการนำเอารหัสแท่ง (Bar Code) มาใช้ในระบบการจำหน่ายสินค้า อันจะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ซื้อและผู้ขาย แต่บัตรแม่เหล็กมีความเป็นมาตราฐาน และ เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย อันจะเห็นได้จากการใช้บัตรเอทีเอ็ม (ATM : Automatic Teller Machine) ในการฝาก-ถอนเงินของธนาคารต่างๆ ซึ่งสามารถนำเอาข้อมูลที่บันทึกอยู่บนบัตร มาใช้ในการอ้างอิงข้อมูลของเจ้าบัตรได้

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาการอ่านข้อมูลของเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก
2. ศึกษาการรับข้อมูลจากบัตรแม่เหล็กเพื่อเชื่อมิต่อกับโปรแกรมควบคุมและบันทึก รายชื่อและเวลาการเข้าอาคาร
3. เขียนโปรแกรมควบคุมและบันทึก รายชื่อและเวลาการเข้าอาคาร
4. เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำโครงการลงในแผ่นบันทึก(diskette)

ขอบเขตของโครงการ

จะใช้บัตรแม่เหล็ก ร่วมกับโปรแกรมควบคุมและบันทึก รายชื่อและเวลาการเข้าอาคาร โดยใช้โปรแกรม Visual Basic Version 5 เป็นตัวเขียนโปรแกรม

มีหัวข้อในการทำงานดังรายการต่อไปนี้

1. งานเก็บข้อมูล รายชื่อผู้ที่ต้องเข้าอาคาร
   1.1 ชื่อของผู้ที่ต้องเข้าอาคาร
   1.2 รหัสของผู้ที่ต้องเข้าอาคาร
2. งานควบคุมการเปิด-ปิดประตูเข้าอาคาร
3. งานบันทึกรายชื่อและเวลาของผู้ที่เข้าอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาการอ่านข้อมูลเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก
2. ศึกษาการเชื่อมโยง(Interface)ข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กกับคอมพิวเตอร์
3. เขียนโปรแกรมควบคุมและบันทึก รายชื่อและเวลาการเข้าอาคาร

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ช่วยลดขั้นตอนการลงเวลาการทำงาน
2. เพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 คำนำ

ในการนำบัตรแม่เหล็กมาใช้งานเป็นบัตรตรวจสอบการเข้าออก โดยใช้ข้อมูลบนบัตรแม่เหล็กเป็นข้อมูลประจำตัวผู้ถือบัตร สำหรับการพัฒนาระบบในขั้นต้นนี้ ได้นำบัตรแม่เหล็กของธนาคารพาณิชย์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้งานกับระบบ ซึ่งบัตรแม่เหล็กดังกล่าวมีรูปแบบของข้อมูลที่บันทึกอยู่บนแถบแม่เหล็กและคุณลักษณะต่างๆของบัตรแม่เหล็ก เป็นไปตามมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization : ISO) โดยรายละเอียดของบัตรแม่เหล็กจะนำเสนอในหัวข้อ 2.2 สำหรับรูปแบบการอ่านข้อมูลจากแถบแม่เหล็ก ได้นำเสนอการอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็กเพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งราย-ละเอียดจะนำเสนอในหัวข้อ 2.4

2.2 คุณสมบัติของบัตรแม่เหล็ก ATM [1]

แถบแม่เหล็กของบัตรแม่เหล็กธนาคารพาณิชย์ต่างๆทั่วโลก จะมีแทร็ก (Track) บันทึกข้อมูลจำนวนสามแทร็ก โดยแทร็กที่สองของแถบแม่เหล็กบันทึกตัวเลขที่อ้างอิงกับหมายเลขบัญชีของผู้ถือบัตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) สำหรับการคำนวณรหัส PIN (Personal Identification Number) ของบัตรแม่เหล็กใบนั้นๆ โดยข้อมูลในแทร็กที่สองนี้ จะเป็นตัวเลขชุดเดียวกันกับตัวเลขที่ปั๊มนูนอยู่บนบัตรแม่เหล็ก อาทิ บัตรแม่เหล็กของธนาคารกรุงเทพ จำกัด, บัตรเครดิตและวีซ่า (Visa) เป็นต้น จากข้อมูลดังกล่าว บนบัตรจะบัน-ทึกข้อมูลและรายละเอียดต่างๆของบัตรไว้ในรูปของเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux) โดยแถบแม่เหล็กบนบัตรซึ่งเรียกว่าแทร็กนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งแต่ละส่วนจะใช้เก็บข้อมูลซึ่งมีความหนาแน่น และลักษณะข้อมูลที่มีความแตกต่างกันแสดงดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน

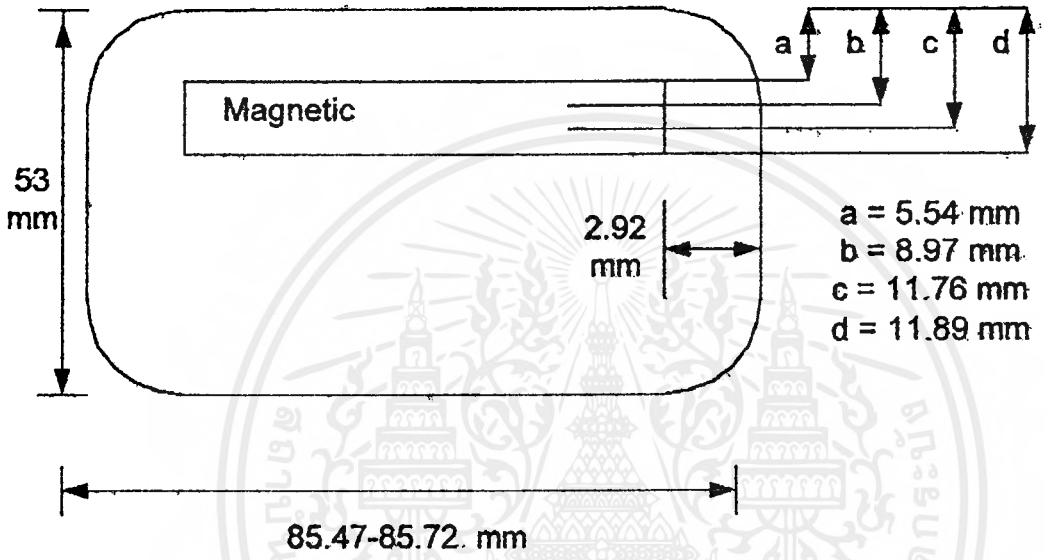
แถบแม่เหล็ก	ความหนาแน่น	การเข้ารหัส	จำนวนตัวอักษร	ลักษณะของข้อมูลที่เก็บ
TRACK 1	210 BPI	ALPHA	79	ชื่อเจ้าของบัตรและหมายเลขบัตร
TRACK 2	75 BPI	BCD	40	หมายเลขบัตรและวันหมดอายุ
TRACK 3	210 BPI	BCD	107	หมายเลขบัตรและรหัสพิเศษ

หมายเหตุ ความหนาแน่นของการบันทึกข้อมูลมีหน่วยเป็น BPI (Bit Per Inch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ตำแหน่งแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็ก

ตำแหน่งแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็ก เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 7811/5 ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็ก (ISO 7811/5)

จากภาพที่ 2.1 บริเวณของแทร็กที่สอง จะอยู่ระหว่างเส้นขนาน (b) ค่า 8.97 มิลลิเมตร (0.353 นิ้ว) (ค่าสูงสุด) หรือค่า 8.46 มิลลิเมตร (0.333 นิ้ว) (ค่าต่ำสุด) กับเส้นขนาน c ค่า 11.76 มิลลิเมตร (0.463 นิ้ว)

2.2.2 ชุดรหัสข้อมูลในแทร็กที่สอง

ข้อมูลที่บันทึกในแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็กเป็นตัวเลขอย่างเดียว โดยที่ตัวเลขหนึ่งตัวจะประกอบด้วยบิต (Bit) ข้อมูลแบบ BCD 4 บิต และบิตภาวะเสมอมูล (Parity Bit) 1 บิต ซึ่งใช้ในการตรวจสอบข้อมูลของแต่ละตัวเลข โดยตรวจสอบแบบภาวะเสมอมูลคี่ ISO ได้ระบุจำนวนข้อมูลสูงสุดที่สามารถบันทึกในแทร็กที่สองไว้ไม่เกิน 40 ตัว (รวมสัญลักษณ์เริ่มและสิ้นสุด) แสดงในตารางที่2.2 ส่วนชุดรหัสข้อมูลตัวเลขแต่ละตัวสำหรับแทร็กที่สอง แสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 รูปแบบของข้อมูลที่บันทึกในแทร็กที่สองบนบัตรแม่เหล็ก

ตารางที่ 2.2 รูปแบบข้อมูลที่บันทึกในแทร็กที่สองของบัตรแม่เหล็กของธนาคารพาณิชย์ทั่วๆไป

SYN	B1	ข้อมูล	B2	ข้อมูล	B3	ข้อมูล	B4	LRC	SYN

หมายเหตุ SYN : Synchronization characters LRC : Longitudinal redundancy check

ตารางที่ 2.3 แสดงรหัสข้อมูลตัวเลขสำหรับแทร็กที่สอง

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

จากตารางที่ 2.3

A เป็นตำแหน่งของสัญลักษณ์ที่ใช้เฉพาะในระบบควบคุมทางฮาร์ดแวร์ (Hard Ware)

B1 เป็นสัญลักษณ์การเริ่มต้นของข้อมูล (Start Sentinel)

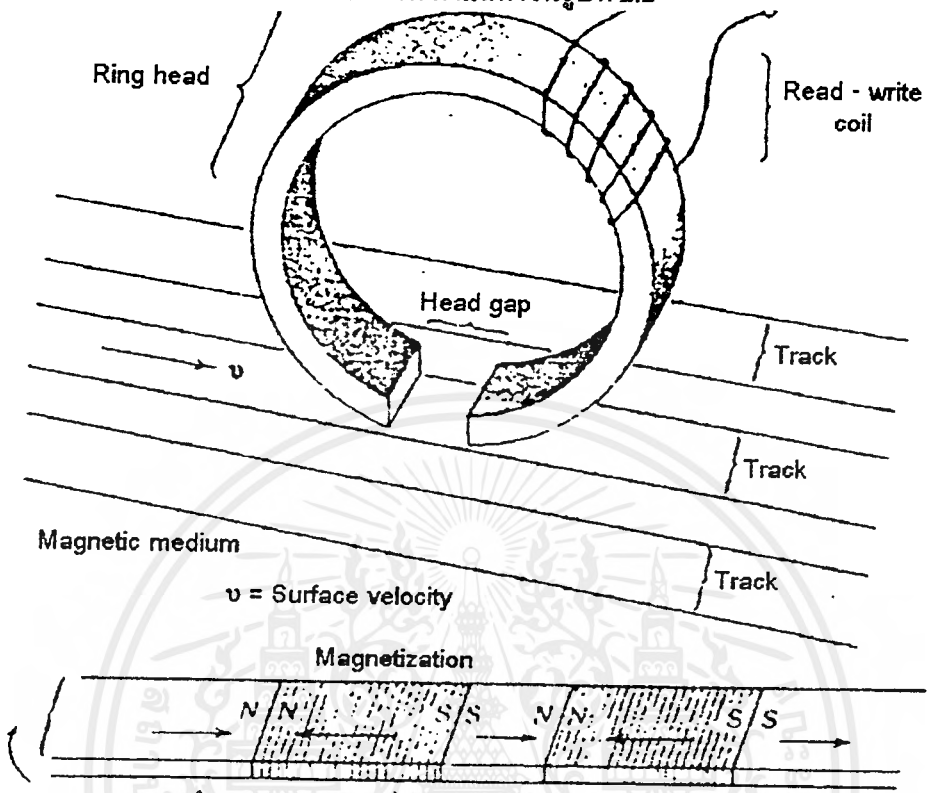
B2 เป็นสัญลักษณ์ตัวแยกข้อมูล (Separator)

B3 เป็นสัญลักษณ์การสิ้นสุดของข้อมูล (Stop Sentinel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 <u>การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก</u>

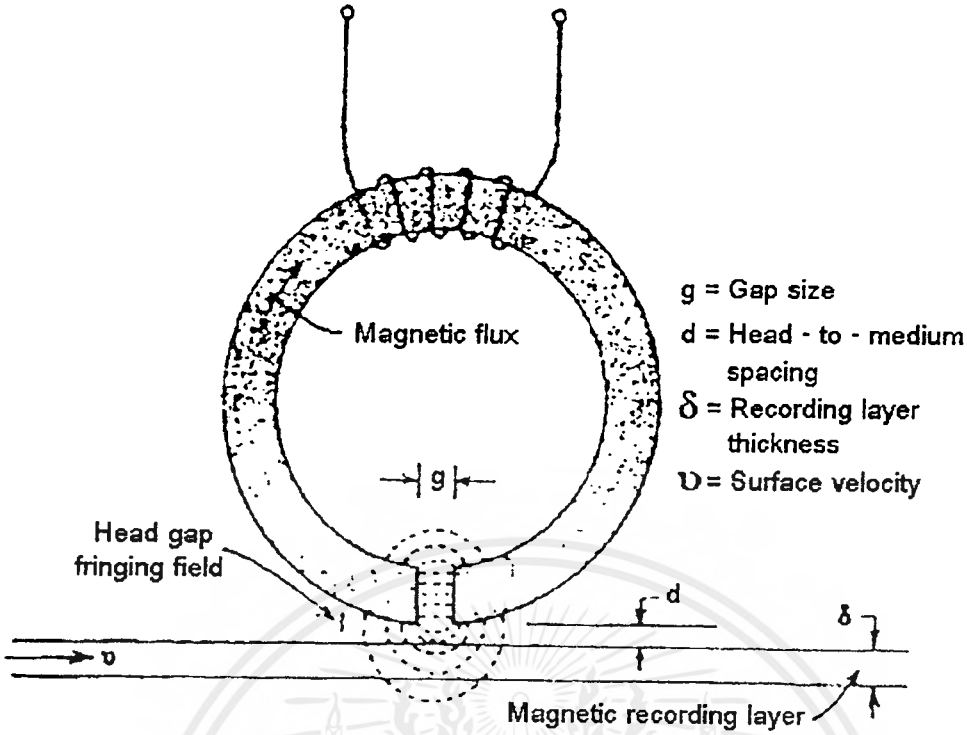
การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็กประกอบด้วย แถบแม่เหล็กที่ใช้เป็นตัวกลางและหัวแม่เหล็กที่ใช้เป็นหัวบันทึก ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงหัวบันทึกและแถบแม่เหล็ก ในกระบวนการบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก

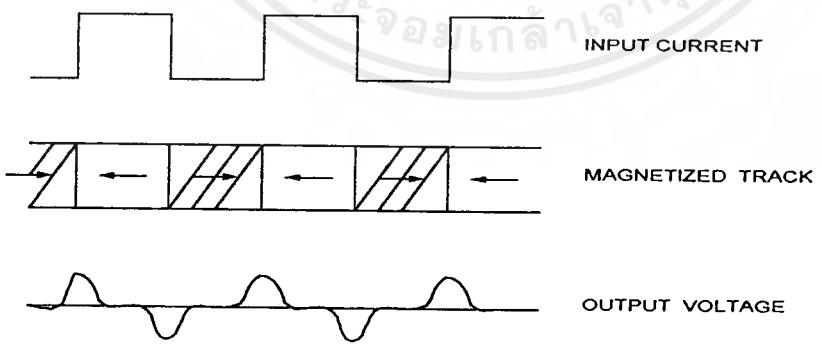
จากรูปที่ 2.2 การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็ก จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารแม่เหล็กในแถบแม่เหล็กและหัวแม่เหล็กที่นำมาใช้เป็นหัวบันทึก โดยที่แกนของหัวบันทึกทั่วไปจะเป็นแกนที่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็กอย่างอ่อนๆพันด้วยขดลวด และที่แกนมีช่องว่าง (Gap) อยู่บริเวณของสารแม่เหล็กที่จะถูกบันทึกข้อมูล เรียกว่าแทร็ก โดยแต่ละแทร็กจะเรียงขนานกันบนแถบแม่เหล็กสัญญาณเอาท์พุตจากขดลวดที่พันรอบแกน จะเป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ (Flux) ของหัวบันทึก ความกว้างของหัวบันทึก และความกว้างของแทร็ก การบันทึกข้อมูลลงบนบัตรแม่เหล็กจะใช้วิธีการป้อนกระแสพัลส์ (Pluse) ทั้งด้านบวกและด้านลบ พร้อมทั้งมีขนาดเพียงพอเข้าที่ขดลวดของหัวบันทึกที่วางอยู่ใกล้กับแถบแม่เหล็ก เมื่อป้อนกระแสพัลส์จะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบบริเวณช่องว่างของแกนหัวบันทึกที่วางอยู่ใกล้กับแถบแม่เหล็ก ซึ่งสนามแม่เหล็กนี้จะใช้ในการบันทึกข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ส่วนรูปแบบของกระแสพัลส์ แรงดันไฟฟ้า และขั้วแม่เหล็กในแถบแม่เหล็ก เมื่อมีการบันทึกแล้ว แสดงในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงสนามแม่เหล็กรอบช่องว่างของหัวบันทึก

จากรูปที่ 2.3 ค่าความกว้างของช่องว่าง ต้องมีค่าน้อยกว่าความกว้างของแทร็กข้อมูลเสมอ โดย ISO ได้ระบุความกว้างของช่องว่างหัวบันทึกๆไว้มีค่าประมาณ 0.00625 มิลลิเมตร (0.00025 นิ้ว) หรือน้อยกว่า และค่าช่องว่างของหัวอ่านมีคาประมาณ 0.025 มิลลิเมตร (0.001 นิ้ว) หรือน้อยกว่า สำหรับค่าความหนาของเนื้อแถบแม่เหล็ก (δ) ISO ระบุไว้มีค่าไม่เกิน 0.038 มิลลิเมตร

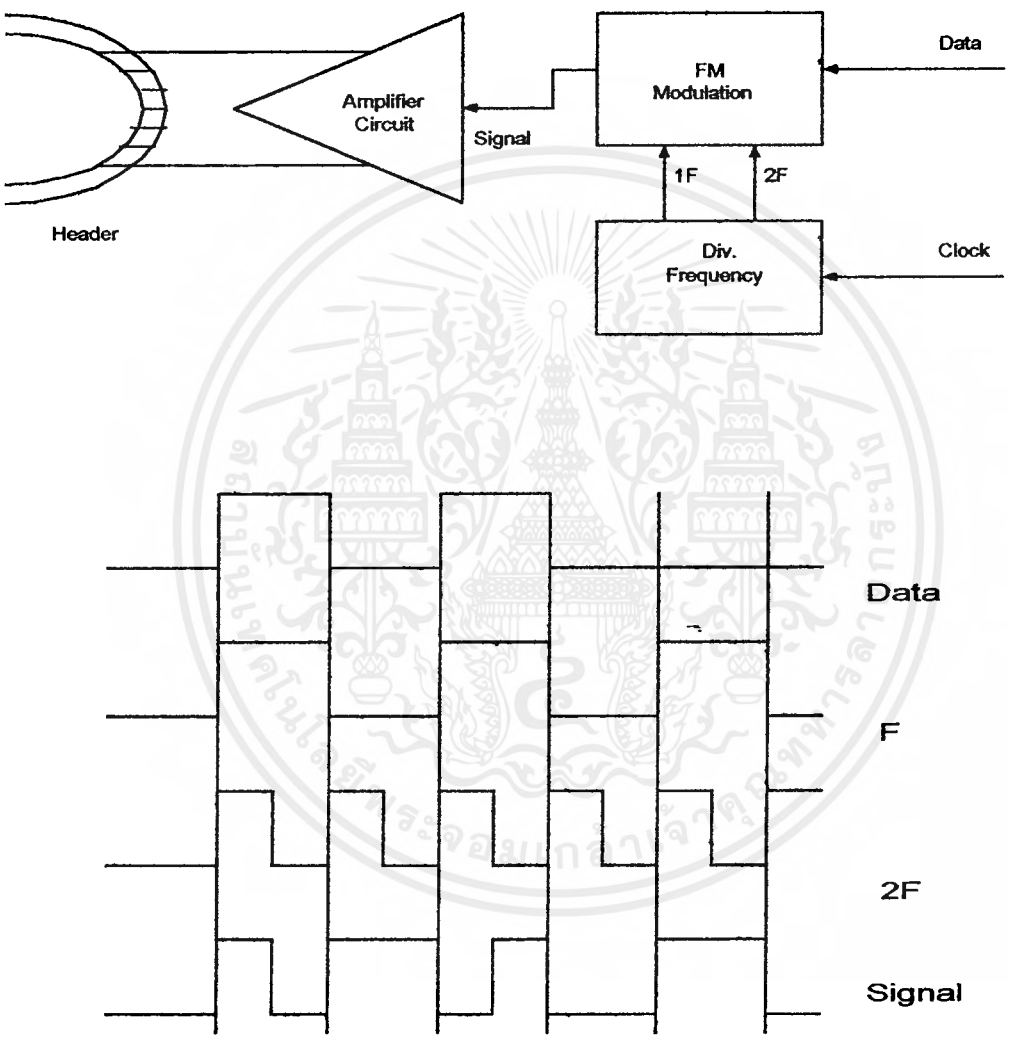


รูปที่ 2.4 แสดงกระแสพัลส์, รูปแบบของแทร็กที่ถูกบันทึก, ฟลักซ์แม่เหล็กที่พื้นผิวแทร็กข้อมูลและลักษณะแรงดันไฟฟ้าของการบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 รูปแบบของการบันทึกข้อมูลบนบัตรแม่เหล็ก

รูปแบบพื้นฐานสำหรับการบันทึกข้อมูลบนบัตรแม่เหล็ก จะใช้สัญญาณความถี่สองความถี่ ซึ่งมีเฟส (Phase) ตรงกันมาใช้ในการบันทึกข้อมูล ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.5 ซึ่งการบันทึกในลักษณะเช่นนี้จะบันทึกข้อมูล และสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการบันทึก เข้าไว้ในแทร็กเดียวกัน ซึ่งคิดค้นโดย Aiken (1954)



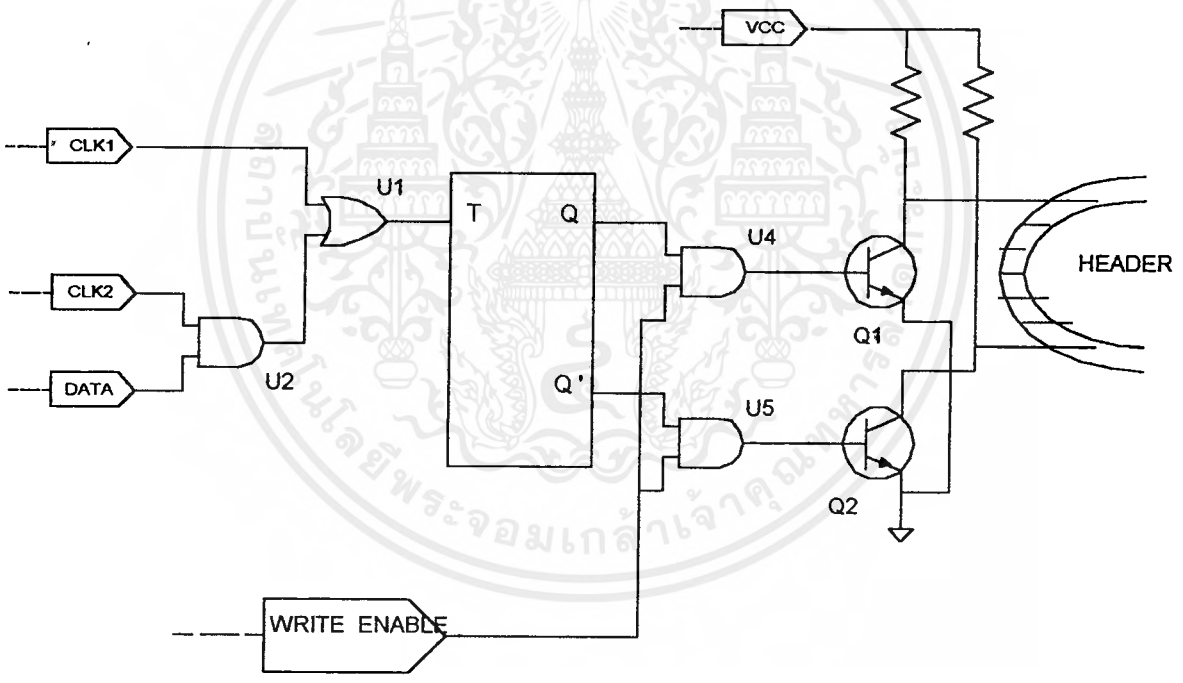
รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบของการบันทึกโดยใช้สัญญาณความถี่สองความถี่ที่มีเฟสตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.5 สัญญาณบันทึกจะประกอบด้วยบิตของข้อมูลที่บันทึก และบิตของสัญญาณนาฬิกา (2F) สำหรับการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กของสัญญาณบันทึก จะเกิดขึ้นในระหว่างที่สัญญาณข้อมูลมีสภาวะ "1" ทางตรรก (Logic) หรือระหว่างสัญญาณบิตของข้อมูลติดกัน และจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กในระหว่างที่สัญญาณข้อมูลมีสภาวะ "0" ทางตรรก สำหรับการบันทึกบิตข้อมูลของแต่ละตัวเลข หรือตัวอักษรบนบัตรแม่เหล็ก จะเป็นการบันทึกข้อมูลที่มีค่านัยสำคัญต่ำสุด (b1) ก่อนและบิตภาวะเสมอมูล (p) เป็นบิตสุดท้ายที่ถูกบันทึก ส่วนค่าความหนาแน่นในการบันทึกข้อมูลในแทร็กที่สอง ISO ได้กำหนดให้บันทึกด้วยความหนาแน่น 75 ± 20 บิตต่อนิ้ว

2.3.2 วงจรพื้นฐานสำหรับการบันทึกข้อมูลบนบัตรแม่เหล็ก

วงจรพื้นฐานสำหรับการบันทึกข้อมูลบนบัตรแม่เหล็ก แสดงในรูปที่ 2.6

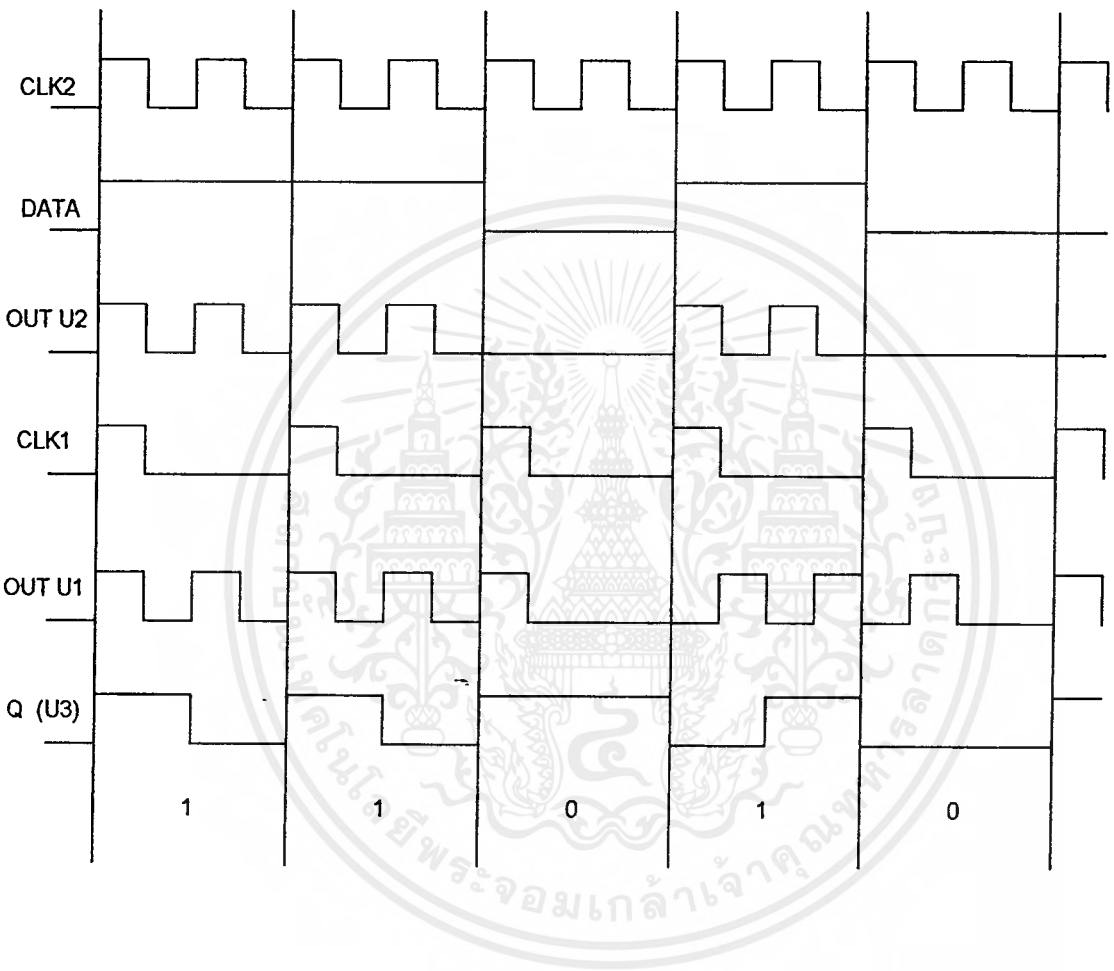


รูปที่ 2.6 แสดงรูปวงจรพื้นฐาน สำหรับการบันทึกข้อมูลบนบัตรแม่เหล็ก

จากรูปที่ 2.6 ไอซี U1, U2, U3, U4 และ U5 จัดรูปวงจรมอดูเลต (Modulation Circuit) สัญญาณข้อมูลและสัญญาณนาฬิกา ให้อยู่ในรูปแบบของสัญญาณเอฟเอ็ม แล้วป้อนสัญญาณดังกล่าวให้กับวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้า ให้กับขดลวดที่พันรอบแกนของหัวบันทึก เมื่อทำการบันทึกข้อมูลสัญญาณ White Enable มีตรรกเป็น "1" พร้อมกับทำให้ทรานซิสเตอร์ (Transistor) Q1 และ Q2 ทำงาน ซึ่งทรานซิสเตอร์ทั้งคู่จะสลับกันทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

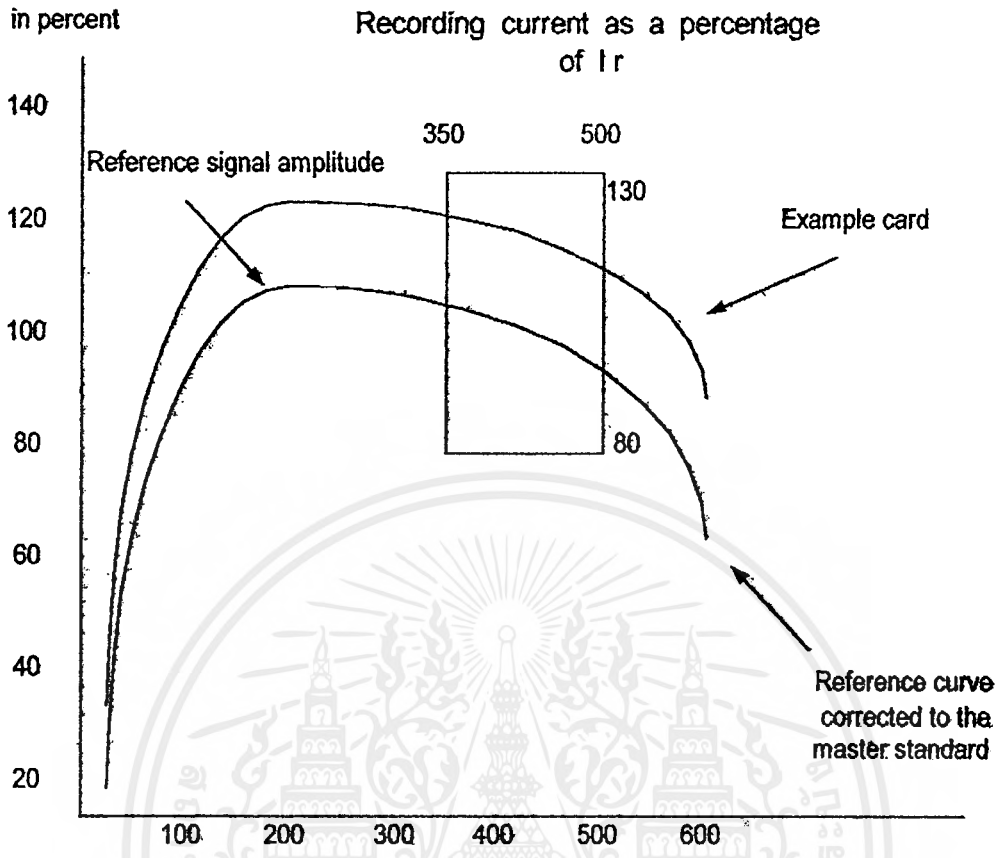
เมื่อป้อนกระแสพัลส์ด้านบวกและด้านลบให้แก่ขดลวดตามสัญญาณบันทึก โดยรูปสัญญาณของวงจรพื้นฐานนี้แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงรูปสัญญาณการทำงาน ของวงจรพื้นฐานสำหรับการบันทึกข้อมูลบนบัตรแม่เหล็ก

สำหรับค่าของกระแสพัลส์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล สามารถหาได้จากกราฟแสดงคุณสมบัติการอิ่มตัวของแม่เหล็กบนบัตรแม่เหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

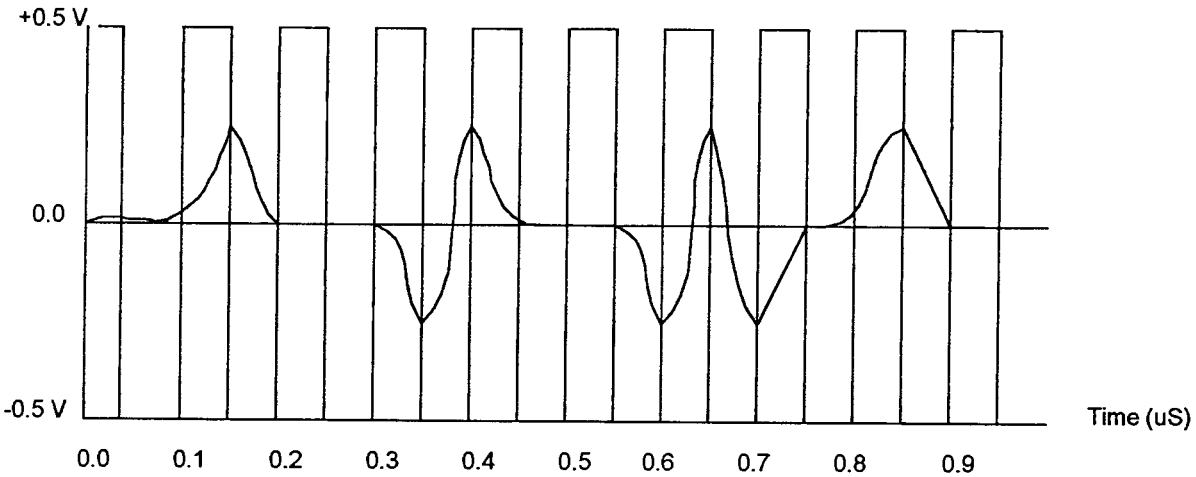


รูปที่ 2.8 กราฟแสดงคุณสมบัติการอิ่มตัว ของแถบแม่เหล็กบนบัตรแม่เหล็กมาตรฐาน

2.4 <u>การอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก</u>

การอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก สามารถทำได้โดยให้แถบแม่เหล็กสัมผัสกับหัวอ่าน ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ฟลักซ์แม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะผ่านจากช่องว่างของแกนหัวอ่าน ไปยังขดลวดที่พันรอบแกนอยู่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กตามข้อมูลที่บันทึกจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดของหัวอ่านตามข้อมูลนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

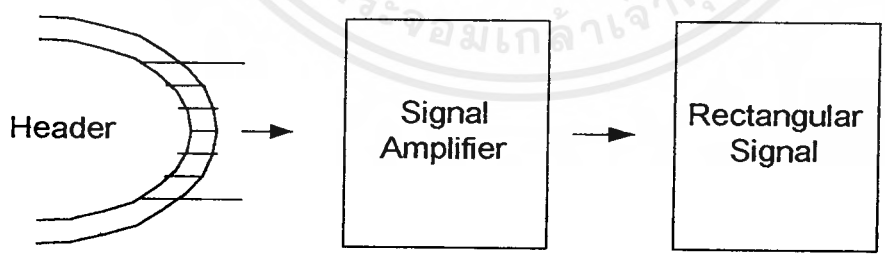


รูปที่ 2.9 แสดงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากหัวอ่าน และถูกขยายสัญญาณด้วยอัตราขยายประมาณ 100 เท่า

จากรูปที่ 2.9 ตำแหน่งสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จะตรงกับตำแหน่งที่สนามแม่เหล็กบนบัตรแม่เหล็กมีการกลับทิศทาง ทำให้สามารถนำตำแหน่งนี้มาสร้างสัญญาณพัลส์ เพื่ออ่านข้อมูลที่บันทึกอยู่บนบัตรแม่เหล็กได้

2.4.1 วงจรพื้นฐานสำหรับสร้างสัญญาณรูปแบบ ISO จากบัตรแม่เหล็ก

ส่วนประกอบของวงจรพื้นฐาน สำหรับสร้างสัญญาณรูปแบบ ISO จากบัตรแม่เหล็ก แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงส่วนประกอบของวงจรพื้นฐานสร้างสัญญาณรูปแบบ ISO จากบัตรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

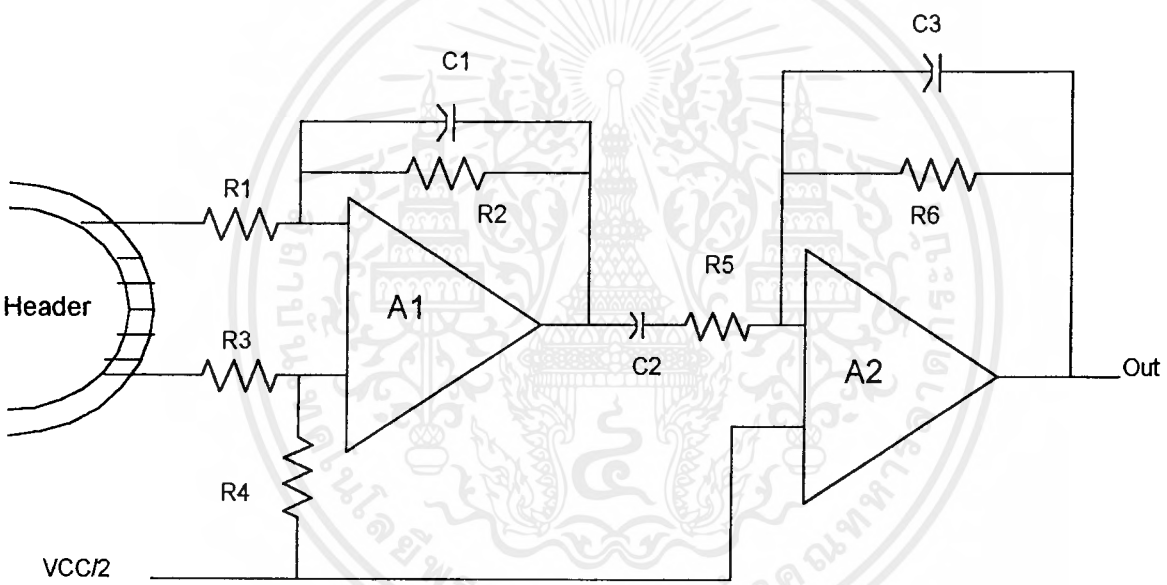
1) วงจรขยายสัญญาณแรงดันไฟฟ้า สัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากหัวอ่านข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำ (5-10 มิลลิโวลท์) จึงจำเป็นที่ต้องขยายสัญญาณเพื่อสะดวกต่อการนำไปสร้างสัญญาณรูปเหลี่ยม โดยการใช้วงจรขยายสัญญาณสองชุดและกำหนดค่ากำลังขยายสัญญาณ รวมมีค่าประมาณ 1000 เท่า (ไม่ให้สัญญาณอิ่มตัว) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.11

ก) วงจรขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Amplifler)

เป็นวงจรขยายสัญญาณชุดแรกที่รับสัญญาณข้อมูลจากขั้วทั้งสองของหัวอ่านข้อมูล ซึ่งมีค่าความต้านทานต่ำ และใช้ IC A_1 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณความแตกต่าง มีค่าอัตราการขยาย $AV = - R_2/R_1$

ข) วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส (Inverting Amplifler)

เพื่อให้ได้สัญญาณข้อมูลที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นพอที่จะป้อนให้กับวงจรสร้างสัญญาณรูปเหลี่ยม จึงนำสัญญาณข้อมูลมาผ่านวงจรแบบกลับเฟส ซึ่งอัตราขยายแรงดันไฟฟ้ามีค่า $AV = - R_6/R_5$



รูปที่ 2.11 แสดงวงจรขยายสัญญาณแรงดันไฟฟ้าสำหรับอ่านข้อมูลบัตรแม่เหล็ก

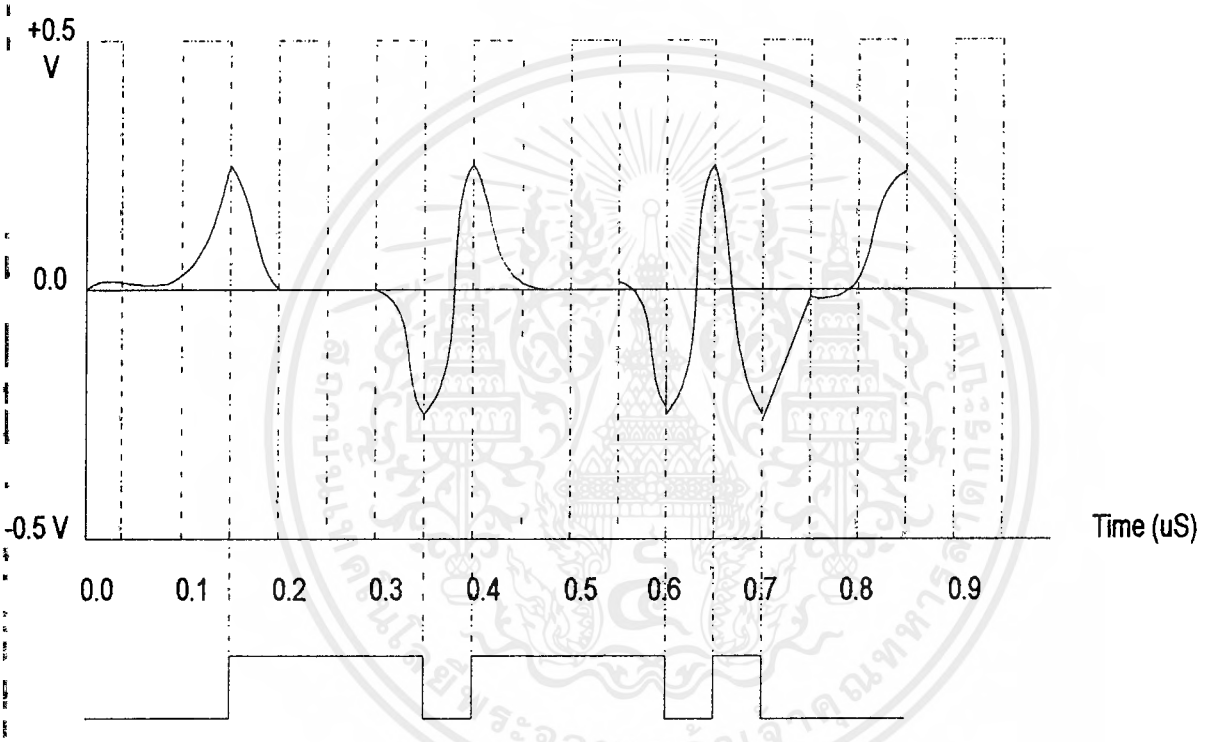
2) วงจรสร้างสัญญาณรูปเหลี่ยม (รูปแบบ ISO)

จากสัญญาณข้อมูลที่ขยายแล้ว (จากรูปที่ 2.9) ทำให้สามารถพิจารณารูปแบบการสร้างสัญญาณรูปเหลี่ยมได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะการนำตำแหน่งจุดยอดของสัญญาณข้อมูลทั้งด้านบนและด้านล่าง มาใช้ในการสร้างสัญญาณรูปเหลี่ยม จะทำให้ได้สัญญาณพัลส์ที่เหมือนกับสัญญาณที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลบนบัตรแม่เหล็ก สำหรับการสร้างสัญญาณรูปเหลี่ยม สามารถสร้างได้ 2 วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) วงจรเลื่อนเฟสและวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า

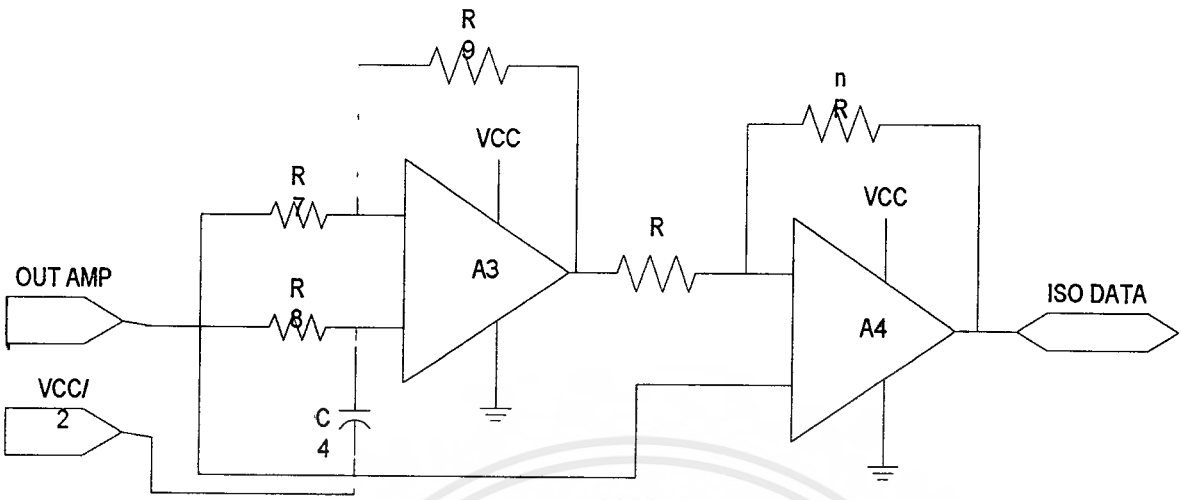
ใช้หลักการหน่วงสัญญาณข้อมูลในช่วงเวลาสั้นมากๆ แล้วนำสัญญาณข้อมูลจริง (เส้นทึบ) เปรียบเทียบกับสัญญาณข้อมูลที่ถูกหน่วง (เส้นประ) ซึ่งสัญญาณเอาท์พุตจากการเปรียบเทียบนี้แสดงไว้ในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ และลักษณะสัญญาณที่ต้องการ

จากรูปที่ 2.12 วงจรที่ใช้งานจะใช้ออปแอมป์ (Op Amp) สองตัวโดยที่ออปแอมป์ตัวแรกจัด รูปวงจรเป็นวงจรเลื่อนเฟส เพื่อให้ได้สัญญาณข้อมูลที่ถูกหน่วง (เอาท์พุตเป็นสัญญาณเส้นประ) และออปแอมป์ตัวที่สอง จัดรูปวงจรเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันระหว่างสัญญาณข้อมูลกับสัญญาณที่ถูกหน่วง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

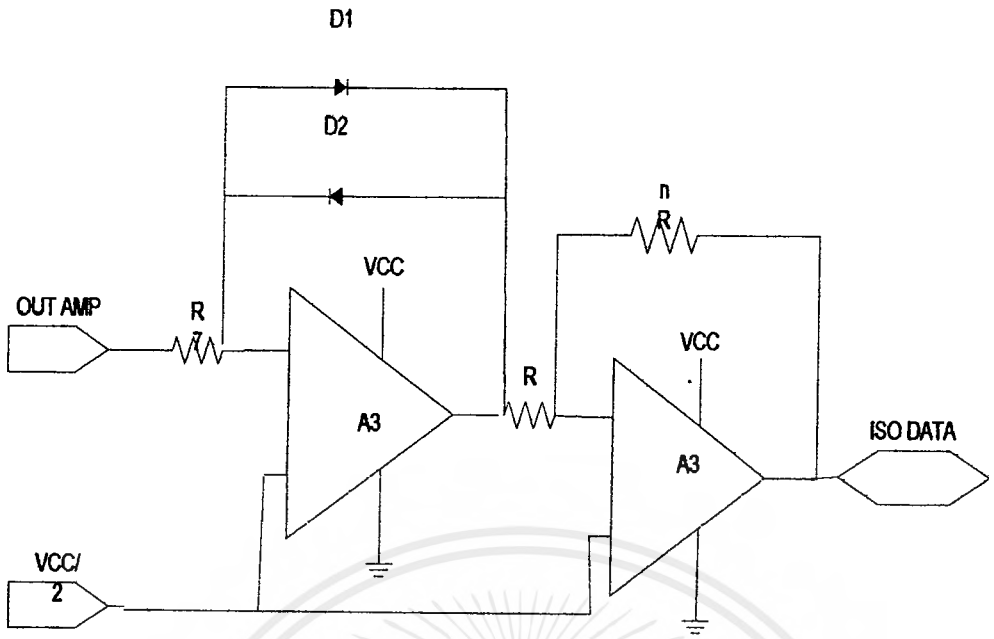


รูปที่ 2.13 แสดงวงจรเลื่อนเฟส และวงจรเปรียบเทียบสัญญาณแรงดันไฟฟ้า

ข) วงจรดิฟเฟอร์เรนทิเอเตอร์และวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า

แนวทางที่สอง จะใช้วงจรดิฟเฟอร์เรนทิเอเตอร์ซึ่งมีไดโอด D_1 และ D_2ประพฤติตัวเสมือนตัวต้านทานป้อนกลับด้านลบของวงจร ทำงานร่วมกับวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงวงจรดิฟเฟอร์เรนทิเอเตอร์ และวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.14 เมื่อพิจารณาสัญญาณข้อมูลจากหัวอ่านข้อมูล ซึ่งมีลักษณะของสัญญาณคล้ายรูปคลื่นสามเหลี่ยม เมื่อป้อนสัญญาณข้อมูลให้กับวงจรดิฟเฟอร์เรนทิเอเตอร์ สัญญาณเอาท์พุตที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับค่าอนุพันธ์ของสัญญาณเอาท์พุต เมื่อสัญญาณข้อมูลเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีค่า สโลป (Slope) เป็นค่าบวกและค่าลบที่แกว่งบนแรงดันอ้างอิง (Vcc/2) สัญญาณเอาท์พุตของวงจรดิฟเฟอร์เรนทิเอเตอร์จะเป็นสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม มีค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุต ตามสมการที่ 2.1

$$V_0 = - RCk_n \qquad \text{....(2.1)}$$

เมื่อค่า k_n เป็นค่าสโลปของสัญญาณอินพุต (โวลต์ต่อวินาที) และใช้วงจรเปรียบเทียบสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเป็นส่วนสร้างสัญญาณรูปเหลี่ยมให้ดียิ่งขึ้น

สำหรับวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของทั้งสองแนวทาง จะใช้ตัวต้านทาน R และ nR จัดรูปวงจรแบบป้อนกลับทางด้านบวก เพื่อป้องกันให้วงจรเกิดการออสซิลเลท โดยมีค่าแรงดันขีดเริ่มเปลี่ยนด้านสูง (Upper Threshold Voltage : V_{UT}), ค่าแรงดันขีดเริ่มเปลี่ยนด้านต่ำ (Lowwer Threshold Voltage : V_{LT}) และค่าศักดาไฟฟ้าฮิสเตอริซิส (V_T) ตามสมการที่ 2.2, 2.3 และ 2.4 ตามลำดับ

$$V_{UT} = Vref.[1+(1/n)] - (Vsat/n) \qquad \text{....(2.2)}$$

$$V_{LT} = Vref.[1+(1/n)] - (+Vsat/n) \qquad \text{....(2.3)}$$

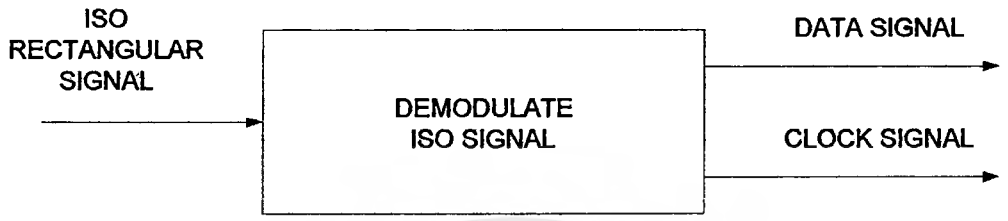
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$$V_T = [(+Vsat) - (Vsat)]/n \quad \ldots.(2.4)$$

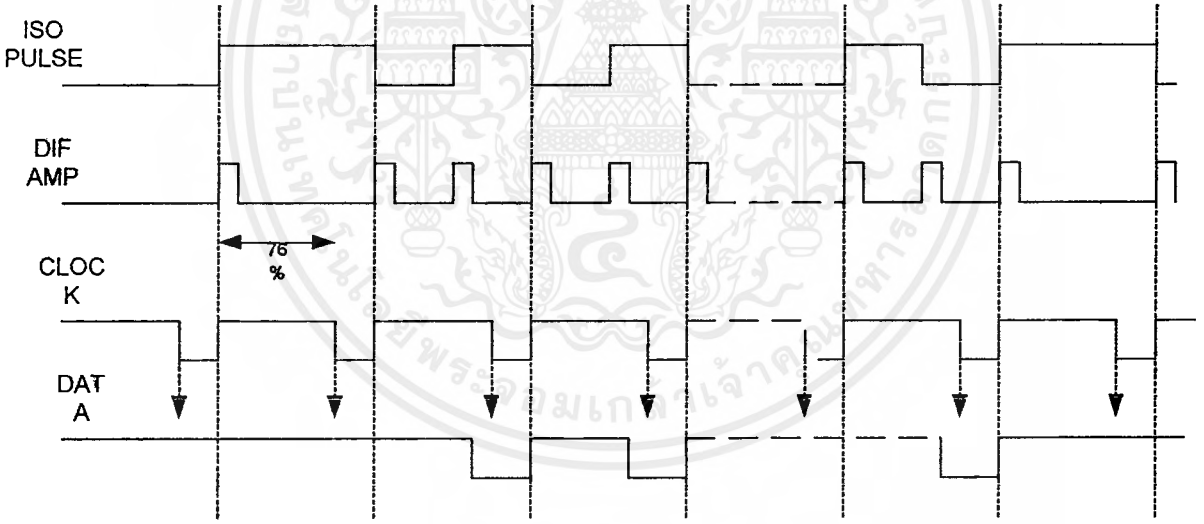
2.4.2 วงจรอ่านข้อมูลบัตรแม่เหล็ก

วงจรพื้นฐานในหัวข้อ 2.4.1 สามารถนำสัญญาณดังกล่าวมาประยุกต์ใช้งานต่อเนื่องได้ เพื่อให้อ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็กได้สะดวกขึ้น โดยการดีมอดูเลต (Demodulate) สัญญาณรูปสามเหลี่ยม ISO เพื่อให้ได้สัญญาณนาฬิกาสำหรับการอ่านและสัญญาณข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงแผนภาพของวงจรอ่านบัตรแม่เหล็ก

การแยกสัญญาณข้อมูลออกจากสัญญาณนาฬิกา โดยใช้หลักการดีมอดูเลตสัญญาณ ISO สามารถพิจารณาได้จากรูปคลื่นสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 2.16



0	0	1	1	0	1	0
SYN	SYN	b1	b2	b3	b4	p

รูปที่ 2.16 แสดงรูปคลื่นสัญญาณของ ISO ที่ถูกดีมอดูเลต

จากรูปที่ 2.16 การแยกสัญญาณข้อมูลออกจากสัญญาณรูปเหลี่ยม ISO ได้นั้น จะต้องพิจารณาการกลับขั้วของสัญญาณรูปเหลี่ยม ISO ในช่วงเวลามาตรฐาน (Standard Time) หรือไม่ ถ้ามีการกลับขั้วของ

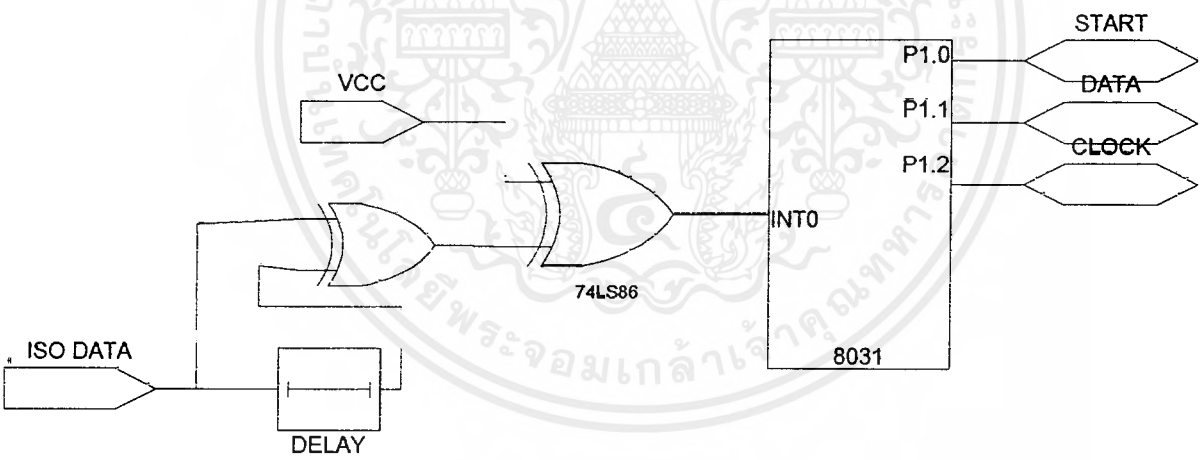
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33925

สัญญาณรูปเหลี่ยม ISO แสดงว่าข้อมูลมีค่าทางตรรกเป็น "1" และถ้าไม่มีการกลับขั้วของสัญญาณรูปเหลี่ยม ISO แสดงว่าข้อมูลมีค่าทางตรรกเป็น "0" โดยที่ค่าเวลามาตรฐาน มีค่าประมาณ 75% ของคาบเวลา 1 บิต ส่วนสัญญาณที่ได้จากการดีมอดูเลตจะมีสัญญาณข้อมูล และสัญญาณนาฬิกาสำหรับการอ่านข้อมูล โดยที่ทุกๆขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา บิตข้อมูลจริงจะกลับตรรกกับสัญญาณข้อมูลที่อ่านได้ สำหรับการสร้างสัญญาณเวลาเพื่อใช้สำหรับแยกสัญญาณข้อมูลออกมานั้นมี 2 วิธี คือ แบบความยาวคงที่ และแบบความยาวเปลี่ยนแปลงได้

1) แบบความยาวคงที่ สามารถกำหนดเวลามาตรฐานให้มีค่าคงที่ และเปรียบเทียบกับทุกบิต วิธีนี้เหมาะกับชุดอ่านบัตรแบบที่ใช้มอเตอร์ดึงบัตรผ่านหัวอ่านด้วยความเร็วคงที่

2) แบบความยาวเปลี่ยนแปลงได้ ค่าเวลามาตรฐานมีค่าไม่คงที่ สัญญาณเวลามาตรฐานจะถูกสร้างจากความยาวของบิตก่อนหน้านี้ 1 บิต และสัญญาณเวลามาตรฐานลูกต่อไปจะสร้างจาก ความยาวของบิตปัจจุบัน โดยจะเปรียบเทียบกันไปอย่างนี้จนหมดข้อมูล ซึ่งวิธีนี้ใช้กับการอ่านบัตรแบบบัตรที่ใช้การรูดบัตรผ่านหัวอ่านด้วยมือ เนื่องจากความเร็วในการรูดมีค่าไม่แน่นอน และจากรูปคลื่นสัญญาณที่แสดงในรูปที่ 2.16 ได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 มาประยุกต์ในการสร้างข้อมูลและสัญญาณเวลามาตรฐาน จากสัญญาณรูปเหลี่ยม ISO โดยจัดรูปวงจรแสดงในรูปที่ 2.17

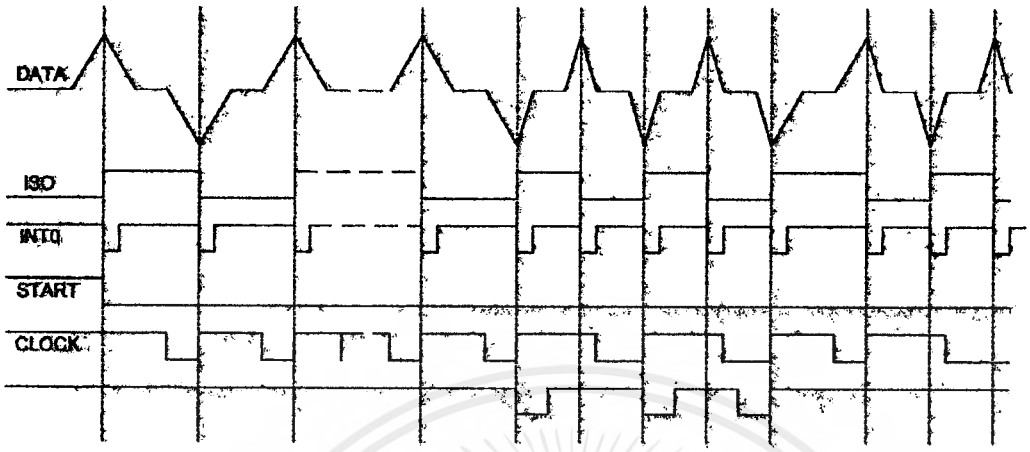


รูปที่ 2.17 แสดงวงจรสร้างสัญญาณข้อมูล และสัญญาณนาฬิกาอ่านข้อมูล โดยใช้ 8031

จากรูปที่ 2.17 หลักการทำงานจะใช้ ไอซี 74LS86 เป็นตัวสร้างสัญญาณ Difference pulse แล้วป้อนให้กับ INTO การทำงานในส่วนของ 8031 จะใช้ Time 0 ของ 8031 เป็นตัวจับคาบเวลาแต่ละช่วงเวลาของ Difference Pulse ถ้าช่วงเวลามีค่ามากกว่าเวลามาตรฐาน (5% ของช่วงเวลาระหว่าง Difference Pulse ชุดก่อน) จะสร้างสัญญาณนาฬิกาทันที แต่จะไปสร้างสัญญาณนาฬิกา ณ.ที่เวลา 75% ของช่วงเวลาชุดก่อน พร้อมกับสร้างสัญญาณข้อมูล "0" โดยใช้พอร์ต P1.0 เป็นขาสัญญาณการเริ่มต้นของการรูดบัตรพอร์ต P1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นขาสัญญาณข้อมูลและพอร์ต P1.2 เป็นขาสัญญาณนาฬิกาสำหรับการอ่านข้อมูล โดยรูปสัญญาณเอาท์พุตทั้งสามแสดงในรูปที่ 2.18



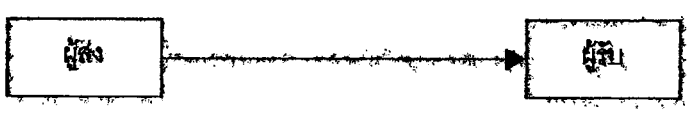
รูปที่ 2.18 แสดงรูปสัญญาณเอาท์พุตของ 8031 สำหรับสร้างสัญญาณอ่านบัตรแม่เหล็ก

การส่งและรับข้อมูล (Data transmission)

การส่ง-รับข้อมูลเพื่อโอนถ่ายหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างผู้ส่งและผู้รับ จะสำเร็จขึ้นได้ต้องประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 2 ประการคือคุณภาพของที่ส่งรับกัน และคุณลักษณะของสายสื่อสารสำหรับส่งผ่านข้อมูล

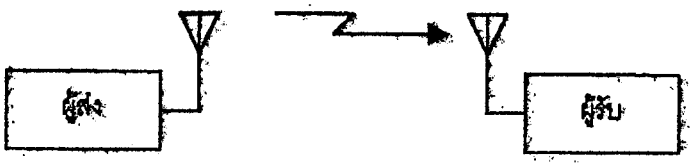
การส่งสัญญาณข้อมูล หมายถึง การส่ง (นำ) ข้อมูลหรือข่าวสารจากเครื่องส่งหรือผู้ส่ง ผ่านทางสื่อหรือตัวกลางไปยังเครื่องรับหรือผู้รับ ข้อมูลหรือข่าวสารที่ถูกส่งออกไปอาจจะอยู่ในรูปของสัญญาณเสียง สัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสงก็ได้ โดยที่สื่อหรือตัวกลางของสัญญาณสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบสามารถกำหนดเส้นทางสัญญาณได้ ได้แก่ สายเกลียวคู่ สายโคแอกเชียล และสายไฟเบอร์ออปติก
2. แบบไม่สามารถกำหนดเส้นทางสัญญาณได้ ได้แก่ ชั้นบรรยากาศ สุญญากาศ และน้ำ



รูปที่ 2.19 การกำหนดเส้นทางสัญญาณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การกำหนดเส้นทางสัญญาณไม่ได้

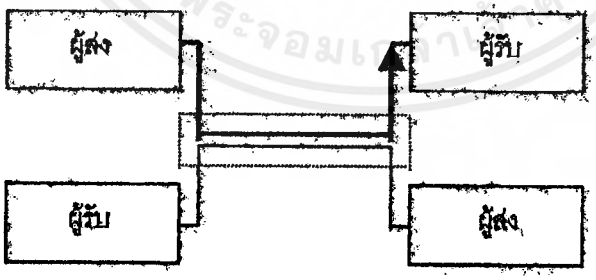
รูปแบบของการส่งสัญญาณข้อมูล

เราสามารถจัดแบ่งรูปแบบของการส่งสัญญาณข้อมูลได้เป็น 4 รูปแบบดังนี้

1. แบบทิศทางเดียวหรือซิมเพล็กซ์ (One-way หรือ Simplex) ในการส่งสัญญาณข้อมูลแบบ Simplex ข้อมูลจะถูกส่งไปในทางเดียวเท่านั้น เช่น การกระจายเสียงของสถานีวิทยุ หรือการแพร่ภาพทางโทรทัศน์

รูปที่2.21 แบบทิศทางเดียว

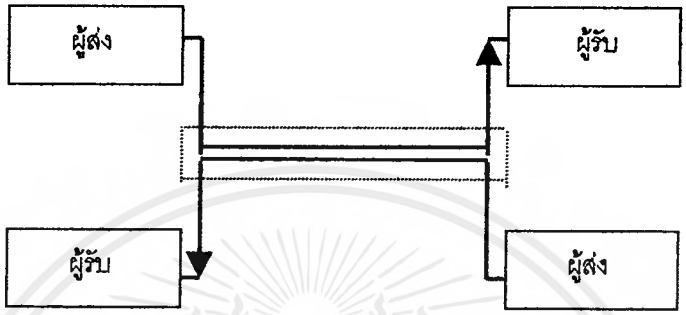
2. แบบกึ่งทางคู่หรือครึ่งดูเพล็กซ์ (Either-Way of Two Ways หรือ Half Duplex) การสื่อสารแบบครึ่งดูเพล็กซ์เราสามารถส่งข้อมูลสวนทางกันได้แต่ต้องสลับกันส่ง จะทำในเวลาเดียวกันไม่ได้ เช่น วิทยุสื่อสารของตำรวจ ซึ่งต้องอาศัยการสลับสวิตช์เพื่อแสดงการเป็นผู้ส่งสัญญาณ และให้ทางอีกด้านหนึ่งเป็นผู้รับสัญญาณก็ต้องผลัดกันพูด



รูปที่ 2.22 แบบกึ่งทางคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบทางคู่หรือดูเพล็กซ์เต็ม (Both-Way หรือ Full Duplex)ในแบบนี้เราสามารถส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกันทั้งสองทาง เช่น การพูดโทรศัพท์ สามารถพูดพร้อมกันได้ ประโยชน์การใช้งานของการส่งสัญญาณแบบดูเพล็กซ์เต็มย่อมให้ประโยชน์ใช้สอยได้ดีกว่า รวมทั้งลดเวลาในการส่งสัญญาณ อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและอุปกรณ์ของระบบการส่งสัญญาณแบบดูเพล็กซ์เต็มย่อมแพงกว่า และ ยุ่งยากกว่าเช่นกัน



รูปที่ 2.23 แบบทางคู่

การสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก และคอมพิวเตอร์

การส่งข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็กไปยังคอมพิวเตอร์ สามารถส่งข้อมูลผ่านพอร์ตต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ แบ่งออกได้ดังนี้

1. การสื่อข้อมูลแบบขนาน
2. การสื่อข้อมูลแบบอนุกรม

<u>การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน</u>

พอร์ตข้อมูลแบบขนานนั้นเป็นที่ใช้กันอย่างมาก สำหรับการควบคุมหรือติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะใช้อุปกรณ์ภายนอกต่อร่วมด้วยน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับพอร์ตข้อมูล พอร์ตข้อมูลแบบขนานนี้สามารถใช้เป็นอินพุตได้ 9 บิต และใช้เป็นเอาท์พุตได้ 12 บิต โดยพอร์ตนี้จะประกอบด้วยสายควบคุม 4 เส้น,สายแสดงสถานะ 5 เส้นและสายข้อมูลอีก 8 เส้น ซึ่งโดยปกติพอร์ตข้อมูลแบบขนานนี้จะเป็นแบบ D-type ตัวเมียขนาด 25 pin ติดอยู่ที่ด้านหลังของคอมพิวเตอร์ ส่วนอีกพอร์ตหนึ่งที่เป็น D-type ตัวผู้ขนาด 25 pin เช่นกันนั้นเป็นพอร์ตข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งแตกต่างจากพอร์ตข้อมูลแบบขนานโดยสิ้นเชิง

มาตราฐานของพอร์ตขนานได้มีการกำหนดขึ้นมาใหม่โดย IEEE 1284 ซึ่งพอร์ตข้อมูลแบบขนานจะต้องสามารถทำงานได้ตามโหมดต่าง ๆ ดังนี้

1. Compatibility Mode
2. Nibble Mode
3. Byte Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. EPP Mode (Enhanced Parallel Port)

5. ECP Mode (Extended Capabilities Port)

โดยที่ไดร์เวอร์หรืออุปกรณ์จะต้องสนับสนุนต่อการทำงานในโหมดต่าง ๆ และยังต้องสนับสนุนต่อการใช้งานของพอร์ตมาตราฐานแบบขนาน (SPP : Standard Parallel)ด้วย การทำงานในโหมด Compatibility,NippleและByteนั้นเป็นการทำงานในลักษณะที่เป็นมาตราฐาน ซึ่งการ์ดที่ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตขนานสามารถทำได้อยู่แล้ว ส่วนการทำงานในโหมด EPP และ ECP จะต้องอาศัยอุปกรณ์ภายนอกร่วมด้วย การทำงานในสองโหมดหลังนี้จะทำให้มีความเร็วในการรับส่งสูงขึ้น และยังคงสนับสนุนกับการทำงานของพอร์ตมาตราฐานแบบขนานด้วย

ในโหมด Compatibility หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Centronics Mode จะสามารถส่งข้อมูลได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ซึ่งปกติจะมีความเร็วประมาณ 50 KB/s ในการรับส่งจากพอร์ตขนานจะต้องเปลี่ยนมาทำงานในโหมด Nibble หรือ Byte ในโหมด Nibble จะสามารถรับข้อมูลได้ 4 บิต เช่นการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมายังคอมพิวเตอร์ ส่วนการทำงานแบบ Byte Mode จะเป็นการทำงานในแบบสองทิศทาง (bi-direction) ซึ่งจะพบในการ์ดบางตัวเท่านั้น โดยจะสามารถรับส่งข้อมูลได้ครั้งละ 8 บิต

สำหรับการทำงานในโหมด EPP และ ECP นั้นจะต้องมีส่วนของอุปกรณ์ภายนอกร่วมด้วย เพื่อสร้างและจัดการกับสัญญาณที่ใช้สำหรับการแฮนด์เชค ในการส่งข้อมูลไปยังเครื่องพิมพ์ (printer) จะใช้โหมด Compatibility โดยโปรแกรมที่ส่งข้อมูลจะมีลำดับขั้นการทำงานดังนี้

1. ส่งข้อมูลครั้งละ 8 บิตไปยังพอร์ตข้อมูล
2. ตรวจสอบสัญญาณ busy ของเครื่องพิมพ์ กรณีที่สัญญาณ busy activeในช่วงเวลานี้ ข้อมูลเหล่านั้นก็จะสูญหายไป
3. เปลี่ยนสัญญาณ Strobe เป็น “0” เพื่อบอกให้เครื่องพิมพ์รู้ว่าข้อมูลเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง
4. เปลี่ยนสัญญาณ Strobe เป็น “1” อีกครั้งหลังจากที่ได้เปลี่ยนสัญญาณ Strobe เป็น “0” แล้วประมาณ 5 μs

ขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดความเร็วในการรับส่งข้อมูลแต่ในโหมด EPP และ ECP จะใช้ฮาร์ดแวร์เป็นตัวตรวจสอบว่าเครื่องพิมพ์ว่างอยู่หรือไม่ และสร้างสัญญาณ Strobe และสัญญาณในการทำ handshaking จากภายนอก ดังนั้นการทำงานในสองโหมดนี้จึงสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วประมาณ 1-2 MB/s แต่ในโหมด ECP จะมีการใช้ DMA channel ร่วมกับบัฟเฟอร์แบบ FIFO ซึ่งทำให้มีความเร็วมากกว่าโหมด EPP

<u>ลักษณะทางฮาร์ดแวร์</u>

ลักษณะภายนอกของพอร์ตข้อมูลแบบขนานได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 1 ซึ่งเป็นคอนเน็คเตอร์แบบ D-type ขนาด 25 pin รูป 1(ก) และคอนเน็คเตอร์แบบ Centronics ขนาด 32 pin รูป 1(ข) ส่วนหน้าที่ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณต่าง ๆได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 โดยทั่วไปแล้วคอนเน็คเตอร์แบบ D-type จะติดอยู่กับคอมพิวเตอร์ ส่วนคอนเน็คเตอร์แบบ Centronics จะอยู่ที่เครื่องพิมพ์ ตามมาตราฐาน IEEE 1284 ได้กำหนดคอนเน็คเตอร์ที่ใช้กับพอร์ตขนานไว้ 3 แบบคือ 1284 Type Aเป็นคอนเน็คเตอร์แบบ D-type ขนาด 25 pin ซึ่งจะอยู่ที่คอมพิวเตอร์ แบบที่สองคือ 1284 Type B เป็นคอนเน็คเตอร์แบบ Centronics ซึ่งจะอยู่ที่เครื่องพิมพ์เป็นส่วนใหญ่ ส่วนแบบที่สามคือ 1284 Type C ซึ่งมีขนาด 36 pin เช่นเดียวกันแต่มีขนาดเล็กกว่า และเพิ่มคลิปสำหรับล็อคสายไว้ด้วย ซึ่งจะเพิ่มสายสัญญาณอีก 2 เส้น เพื่อตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ต่ออยู่หรือไม่

ตารางที่ 2.4 การกำหนดสัญญาณของพอร์ตข้อมูลแบบขนาน

Pin No. (D-type 25)	Pin No. (Centronics)	SPP Signal	Direction In/Out	Register	Hardware Inverted
1	1	Strobe	In/Out	Control	Yes
2	2	Data 0	Out	Data	
3	3	Data 1	Out	Data	
4	4	Data	Out	Data	
5	5	Data	Out	Data	
6	6	Data	Out	Data	
7	7	Data	Out	Data	
8	8	Data	Out	Data	
9	9	Data	Out	Data	
10	10	Ack	In	Status	
11	11	Busy	In	Status	Yes
12	12	Paper-Out/ Paper End	In	Status	
13	13	Select	In	Status	
14	14	Auto-Linefeed	In/Out	Control	Yes
15	32	Error / Fault	In	Status	
16	31	Initialize	In/Out	Control	
17	36	Select-Printer Select-In	In/Out	Control	Yes
18-25	19-30	Ground	Gnd		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งพอร์ต

พอร์ตข้อมูลแบบขนานจะใช้พอร์ต 3 พอร์ต ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2 พอร์ตหมายเลข 3BCh เป็นพอร์ตขนานที่อยู่บน Video Card ซึ่งใช้ในช่วงแรก ๆ ตำแหน่งของพอร์ตขนานเราสามารถตรวจสอบได้โดยการอ่านค่าจาก BIOS (Basic Input/Output System) ของคอมพิวเตอร์

พอร์ตขนานพอร์ตแรกหรือ LTP1 ปกติจะกำหนดให้อยู่ที่หมายเลข 378h ขณะที่ LTP2 จะอยู่ที่พอร์ตหมายเลข 278h ซึ่งตำแหน่งทั้งสองนี้จะใช้กันมากสำหรับพอร์ตขนาน ตัวอักษร h แสดงว่าเป็นเลขฐานสิบหก ตำแหน่งของพอร์ตเหล่านี้อาจจะแตกต่างกันไปตามชนิดของคอมพิวเตอร์

เมื่อเปิดคอมพิวเตอร์ BIOS จะกำหนดหมายเลขของที่มีอยู่บนเครื่องและกำหนดชื่อเรียก LTP1, LTP2 และ LTP3 ให้กับพอร์ตเหล่านั้น ในครั้งแรก BIOS จะตรวจสอบที่ตำแหน่ง 3BCh ถ้าพบพอร์ตขนานที่ตำแหน่งนี้จะกำหนดให้เป็น LTP1 หลังจากนั้นจึงตรวจสอบที่ตำแหน่ง 378h หากพบพอร์ตขนานอีกจะกำหนดด้วยชื่อเรียกของอุปกรณ์ตัวต่อไป ซึ่งอาจทำให้ผู้ใช้เกิดการสับสนขึ้นได้ ในบางการ์ดของพอร์ตขนานจะมีสายจัมพ์ ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดพอร์ต LTP1, LTP2 และ LTP3 ได้ ซึ่งบางครั้งตำแหน่ง 378h อาจจะไม่ใช่ LTP1 ก็ได้

ตารางที่ 2.5 ตำแหน่งพอร์ต

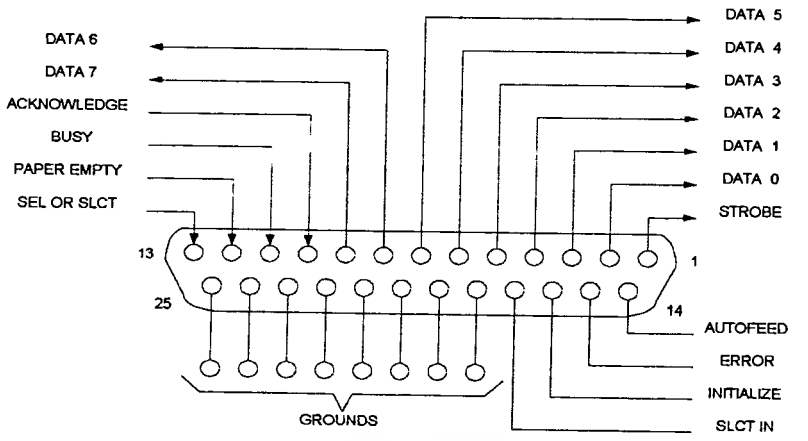
Address	Notes:
3BCh	Used for parallel ports which were incorporated in to video card
	And now, commonly an option for port controlled by BIOS
378h-37Fh	Usual Address for LPT1
278h-27Fh	Usual Address for LPT2

โดยทั่วไปเราจะติดต่อผ่าน LTP1 แต่จะต้องหาตำแหน่งที่แน่นอนของพอร์ตให้ได้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการตรวจสอบผ่าน BIOS เมื่อ BIOS กำหนดตำแหน่งเครื่องพิมพ์แล้วจะเก็บตำแหน่งไว้ในหน่วยความจำ ตารางที่ 3 แสดงตำแหน่งในหน่วยความจำที่ BIOS เก็บตำแหน่งของเครื่องพิมพ์ไว้

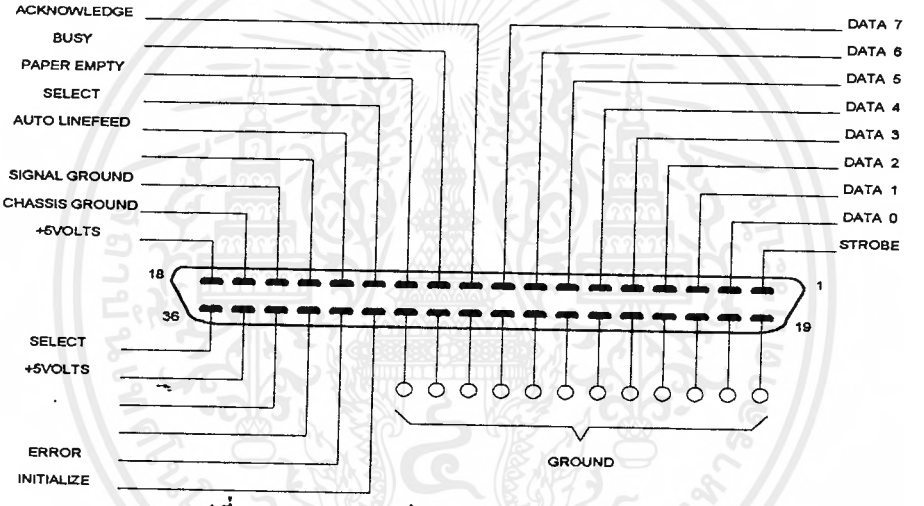
ตารางที่ 2.6 ตำแหน่ง LPT ที่เก็บไว้ใน BIOS

Start Address	Function
0000:0408	LPT1's Base Address
0000:040A	LPT2's Base Address
0000:040C	LPT3's Base Address
0000:040E	LPT4's Base Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24(ก) คอนเน็คเตอร์แบบ D-type



รูปที่ 2.24(ข) คอนเน็คเตอร์แบบ Centronics

<u>การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม</u>

การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมนั้นมีข้อยุ่งยากมากกว่าการใช้พอร์ตขนาน สำหรับอุปกรณ์ทั่วๆ ไปแล้วจะต้องการข้อมูลในการประมวลผลแบบขนาน ดังนั้นจึงเพิ่มอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลแบบอนุกรมมาเป็นข้อมูลแบบขนาน และซอฟแวร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานก็จะยุ่งยากกว่าการควบคุมผ่านพอร์ตมาตราฐานแบบขนาน แต่การสื่อสารโดยใช้พอร์ตอนุกรมนั้นก็มีข้อดีอยู่ไม่น้อยเช่นกัน อาทิเช่น

1. การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมสามารถใช้สายได้ยาวกว่าการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตขนาน โดยที่พอร์ตอนุกรมจะใช้ระดับแรงดันในช่วง –3 ถึง -25 V แทนลอจิก “1” และใช้แรงดันในช่วง +3 ถึง +25 V แทนลอจิก “1” ในขณะที่พอร์ตขนานจะใช้แรงดัน 0V แทนลอจิก “0” และ +5 แทนลอจิก “0” ดังนั้นจะเป็นว่าช่วงการสวิงแรงดันของพอร์ตอนุกรมจะมีค่าประมาณ 50 V ส่วนพอร์ตขนานจะมีช่วงสวิง 5V เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าหากมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียในสายแล้ว การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมจะสามารถส่งข้อมูลไปได้ไกลกว่าอย่างแน่นอน

2. ใช้จำนวนสายน้อยกว่าการส่งข้อมูลแบบขนาน ในกรณีที่อุปกรณ์อยู่ห่างจากคอมพิวเตอร์มากๆ ย่อมจะสะดวกและประหยัดกว่าหากจะเดินสายเพียง 3เส้น ซึ่งเป็นลักษณะโครงสร้างของนัลโมเด็ม (Null Modem) เมื่อเทียบกับการเดินสายจำนวน 19 หรือ 25 เส้นในการใช้พอร์ตขนาน
3. ปัจจุบันอุปกรณ์ที่ใช้แสงอินฟาเรด ได้รับความนิยมมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากอุปกรณ์ประเภทสมุดบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุคฯลฯจะมีการติดต่อสื่อสารโดยใช้อินฟาเรดร่วมอยู่ด้วยและแน่นอนว่าการใช้อินฟาเรดก็จะต้องใช้การติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม เนื่องจากความไม่สะดวกอย่างยิ่งในการที่จะส่งข้อมูลแบบขนานด้วยอินฟาเรด

RS-232 มาตรฐานเพื่อการสื่อสาร

มาตรฐาน RS-232 ประกาศและได้กำหนดการอินเตอร์เฟสระหว่างอุปกรณ์เทอร์มินัลของข้อมูล (Data Terminal Equipment, DTE) กับอุปกรณ์ส่วนปลายของวงจรข้อมูล(Data Circuit Terminating Equipment, DCT) อุปกรณ์ DTE ตามปกติแล้วจะเป็นอุปกรณ์เทอร์มินัลที่พูดไม่ได้(dumb terminal) เป็นอุปกรณ์ที่ความฉลาด เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ความฉลาดในการสร้างบิตข้อมูลเป็นแบบอนุกรมได้ อุปกรณ์ DCEจะรับบิตข้อมูลที่อุปกรณ์DTE ส่งออกมา ผ่านทางการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232 และแปลงให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมสำหรับถ่ายทอดผ่านตัวกลางการสื่อสารจากระยะไกลเช่นผ่านทางสายโทรศัพท์

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

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

มาตรฐาน RS-232 ยังกำหนดคุณลักษณะสำหรับการสื่อสารผ่านทางสายส่งสัญญาณเสียงด้วยอัตราความเร็วสูงถึง 9600 bps ซึ่งช่วยให้สามารถมีการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะในขณะนั้นได้

มาตรฐาน RS-232 กำหนดวงจร 21 วงจรในการอินเตอร์เฟสนี้ตาราง 1 คือสรุปคำบรรยายหน้าที่ของขาในมาตรฐาน RS-232 A, B และ C

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวงจรกำหนดจังหวะเวลาและควบคุมการแลกเปลี่ยนข้อมูลแล้วการทำงานของมันจะเป็น "on" เมื่อแรงดันไฟฟ้าเป็นบวกมากกว่า +3 โวลท์ และจะเป็น"off" เมื่อแรงดันไฟฟ้าเป็นลบมากกว่า –3 โวลท์ เมื่อเทียบกับกราวด์ การทำงานนี้จะไม่สามารถกำหนดได้ถ้าแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วงของการเปลี่ยนแปลงระหว่าง –3 ถึง +3 โวลท์ เมื่อเทียบกราวด์

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

ตารางที่ 2.7 แสดงรายการคุณลักษณะเฉพาะสำหรับการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232

หมายเลขขาสัญญาณ	ชื่อของสายสัญญาณ	ทิศทางของสัญญาณ
1	Positive Ground	N.A.
2	Transmitted Data	To DCE
3	Received Data	To DCE
4	Request To Send	To DCE
5	Clear To Send	To DCE
6	Data Set Ready	To DCE
7	Signal Ground	N.A.
8	Received Line Signal Detector (RS-232C) Data Carrier Detect (RS-232)	To DCE
11	Select Standby	To DCE
12	Secondary Receive Line Signal Detector	To DTE
13	Secondary Clear To Send	To DTE
14	Secondary Transmitted Data	To DCE
14	New Sync	To DCE
15	Transmitted Signal Element Timing	To DTE
16	Secondary Received Data	To DTE
17	Receiver Signal Element Timing	To DTE
18	Test	To DCE
19	Secondary Request To Send	To DCE
20	Data Terminal Ready	To DCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21	Signal quality Detector	To DTE
22	Ring/Calling Indicator	To DTE
23	Data Signal Rate Selector	To DCE
23	Data Signal Rate Selector	To DTE
24	Transmitter Signal Element Timing	To DCE

ปัจจุบันนี้ อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่มีวางจำหน่ายอยู่จะเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 หรือ RS-232D (มาตรฐาน CCITT V.24 และ V.28 ก็ยังคงมีใช้อยู่ทั่วไปอย่างกว้างขวาง) วงจรของ RS-232 ส่วนมากไม่ได้ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องเทอร์มินัล 2 เครื่องหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องโดยตรง

คำบรรยายลักษณะวงจร RS-232

สิ่งแรกที่คุณอาจสังเกตเห็นก็คือ ตาราง 3 จะแสดงสายสัญญาณเพียง 11 เส้น จาก 25 เส้น ที่เป็นไปได้ของระบบ RS-232 ที่ต้องการใช้ในการทำการสื่อสารระหว่าง DTE ไปยัง DCE ให้สมบูรณ์ส่วนมากแล้วคุณสามารถจะทิ้งสายวงจรตัวตรวจจับอัตราสัญญาณข้อมูล(Data Signal Rate Detection)และสายวงจรกราวด์(Protective Ground) ออกไปได้ ทำให้เหลือสายสัญญาณที่ต้องต่อเพียง 9 เส้น

RS-232 เป็นข้อกำหนดการอินเตอร์เฟสมาตรฐาน และสามารถใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นๆ ต่างๆ กันไป เช่นการสื่อสารแบบซิงโครนัส(Synchronous Communication) และรูปแบบการสื่อสารสามารถทำให้มีการสนทนากันจาก DTE ไปยัง DCE โดยใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น จากจำนวน 11 เส้นที่แสดงในตารางที่ 3 ถ้าอุปกรณ์ DTE และ DCE ใช้ซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นตามความต้องการของลูกค้า(Custom-Write Software) ก็จะใช้เพียงสาย TD, RD และสายกราวด์สัญญาณเท่านั้นในการย้ายข้อมูลไปตามสายตัวนำ 3 เส้นนี้

ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดสำหรับการอินเตอร์เฟส RS-232 โดยใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25

หมายเลขขาสัญญาณ	ชื่อของขาสัญญาณ
1	Protective Ground
2	Transmitted Data
3	Received Data
4	Request To Send
5	Clear To Send
6	Data Set Ready
7	Signal Common

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	Received line Signal Detect
9	Reserved For Testing
10	Reserved For Testing
11	Unassigned
12	Secondary Received Line Signal Detector
13	Secondary Clear To Send
14	Secondary Transmitted Data
15	Transmission Signal Element Timing
16	Secondary Received Data
17	Transmission Signal Element
18	Unassigned
19	Secondary Request to Send
20	Data Terminal Ready
21	Signal Quality Detector
22	Ring Indicator
23	Data Signal Rate
24	Transmitter Signal Element Timing
25	Unassigned

ข้อกำหนดของขาสัญญาณ 11 ขา

1. ขา 1 (Protective Ground Circuit, AA) ขานี้จะต่อเข้ากับตัวถังของอุปกรณ์ และสามารถต่อเข้ากับกราวด์ภายนอกถ้าอุปกรณ์อื่นๆต้องใช้ขานี้
2. ขา 2 (Transmitted Data Circuit, TD) เป็นขาสัญญาณข้อมูลที่ออกมาจากอุปกรณ์ DTE กระแสบิตข้อมูลอนุกรมจากขานี้ คือข้อมูลที่จะถูกถอดรหัสโดยอุปกรณ์ DCE
3. ขา 3 (Received Data Circuit BB, RD) สัญญาณที่ขานี้จะถูกสร้างจากอุปกรณ์ DCE กระแสบิตข้อมูลอนุกรมนี้จะกำเนิดขึ้นที่อุปกรณ์ DTE ปลายทาง และเป็นผลผลิตของวงจรนับข้อมูลของอุปกรณ์ DCE สัญญาณนี้มักจะเป็นข้อมูลดิจิตอลที่ถูกสร้างขึ้นโดยอุปกรณ์ DCE ที่มีความฉลาดหรือจากวงจรถอดสัญญาณ (demodulation) ของโมเด็ม
4. ขา 4 (Repeat to Send Circuit CA, RTS)สัญญาณนี้จะเตรียมพร้อมอุปกรณ์ DCE สำหรับการทำการส่งข้อมูล เมื่อสัญญาณ RTS นี้อยู่ในสภาวะ "ON" จะทำให้อุปกรณ์ DCE อยู่ในโหมดส่งข้อมูล (transmit mode) ในขณะที่สัญญาณนี้อยู่ในสภาวะ "OFF" จะทำให้อุปกรณ์ DCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในโหมดรับข้อมูล (receive mode) อุปกรณ์ DCE ควรจะตอบสนองต่อสัญญาณ RTS ON โดยการทำให้สัญญาณ Clear to Send(CTS) อยู่ในสภาวะ "ON" ด้วยเมื่อสัญญาณ RTS อยู่ในสภาวะ "OFF" สัญญาณไม่ควรจะ "ON" ขึ้นอีก จนกว่าสัญญาณ CTS จะอยู่ในสภาวะ "OFF" เสียก่อน สัญญาณนี้จะถูกใช้ร่วมกับสัญญาณ DTR ,DSR และ DCD ขาสัญญาณ RTS จะถูกใช้อย่างมากในการควบคุมการไหลของข้อมูล

5. ขา 5 (Clear to Send Circuit CB, CTS) สัญญาณนี้จะตอบรับกลับไปยังอุปกรณ์ DTE เมื่อได้รับสัญญาณ RTS และข้อมูลสามารถส่งออกไปได้ ข้อมูลจะถูกส่งไปตามตัวกลางที่ใช้สื่อสารได้ก็ต่อเมื่อสัญญาณ CTS นี้อยู่ในสภาวะ "ON" เท่านั้น สัญญาณนี้จะใช้ร่วมกับขา DTR, DSR และ DCD ขาสัญญาณ CTS นี้จะใช้ร่วมกับขา RTS สำหรับควบคุมการไหลของข้อมูล
6. ขา 6 (Data Set Ready Circuit CC, DSR) สัญญาณจะบอกต่ออุปกรณ์ DTE ว่า อุปกรณ์ DCE ได้ต่อกับตัวกลางสื่อสารที่ถูกต้องแล้วและในบางกรณีจะบ่งชี้ว่าสายโทรศัพท์อยู่ในสภาวะ "OFF HOOK" สภาวะ "OFF HOOK" นี้จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าอุปกรณ์ DCE กำลังอยู่ในโหมด dialing' หรือกำลังติดต่อกับอุปกรณ์ DCE อีกตัวหนึ่งอยู่ เมื่อสัญญาณ DSR นี้อยู่ในสภาวะ "OFF" อุปกรณ์ DTE ก็ควรจะถูกกำหนดให้ไม่สนใจสัญญาณอื่นๆ ทั้งหมดจากอุปกรณ์ DCE ถ้าสัญญาณนี้ถูกทำให้อยู่ในสภาวะ "OFF" ก่อนอุปกรณ์ DTR แล้วอุปกรณ์ DTE ก็จะสรุปว่าการสื่อสารกันนั้นสิ้นสุดลง
7. ขา 7' (Signal Common Circuit, AB) สายตัวนี้จะให้สัญญาณอ้างอิงของกราวน์ร่วมกันสำหรับวงจรการแลกเปลี่ยนข้อมูลทั้งหมด ยกเว้นวงจร AA หรือ protective ground ข้อกำหนด RS-232 จะอนุญาตให้วงจรนี้ถูกทำให้อยู่ในสภาวะ "OFF" ก่อนอุปกรณ์ DTR แล้วอุปกรณ์ DTE ก็จะสรุปว่าการสื่อสารกันนั้นสิ้นสุดลง
8. ขา 8 (Data Carrier Detect Circuit CF, DCD) ขานี้ยังรู้จักกันในนามของ Received Line Signal Detect (RLSD) หรือขา Carrier Detect (CD) สัญญาณนี้จะแอกทีฟเมื่อเกิดสัญญาณพาหะที่เหมาะสมระหว่างอุปกรณ์ DCE ที่สถานีหับที่อยู่ในระยะไกลเมื่อสัญญาณนี้อยู่ในสภาวะ "OFF" สัญญาณที่ขา RD ควรจะถูกทำให้ค้างอยู่ในสภาวะ "Mark" (สถานะ "1"ในเลขฐานสอง)
9. ขา 20 (Data Terminal Ready Circuit CD, DTR) สัญญาณ DTR ถูกควบในการสวิทช์อุปกรณ์ DCE เข้ากับตัวกลางในการสื่อสารสัญญาณ DTR ON บ่งชี้ว่าอุปกรณ์ DCE ที่กำลังต่อเชื่อมกันอยู่ ก็ยังคงต่อเชื่อมกัน และถ้าไม่มีการต่อเชื่อมกันก็สามารถทำการต่อเชื่อมกันครั้งใหม่ได้ ปกติแล้วสัญญาณ DTR จะอยู่ในสภาวะ "OFF" เพื่อกระตุ้นให้เกิดสภาวะ ON HOOK (วางสาย) (hang up) อุปกรณ์ DCE โดยปกติแล้วจะตอบสนองต่อการกระตุ้นจากสัญญาณ DTR โดยการทำให้สัญญาณ DSR แอกทีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ขา 22 (Ring Indicator Circuit CE, RI) สภาวะ "ON" ของสัญญาณนี้จะบ่งชี้ได้ว่าได้ว่ารับสัญญาณเรียกสายโทรศัพท์จากตัวกลางในการสื่อสาร (สายโทรศัพท์) ปกติแล้วจะขึ้นอยู่กับโปรแกรมควบคุมในการที่จะทำให้เกิดสัญญาณนี้ขึ้นหรือไม่
11. ขา 23 (Data Signal Rate Detector Circuit CH/CI, DSRD) วงจร CH เป็นส่วนประกอบของ DTE และวงจร CI เป็นส่วนประกอบของ DCE สัญญาณที่ขานี้ถูกใช้ในการเลือกค่าอัตราการส่งสัญญาณข้อมูลค่าใดค่าหนึ่งในสองค่าในกรณีที่ใช้โมเด็มที่มีอัตราการส่งข้อมูลได้ 2 ค่า (dual – rate modem) ถ้าสัญญาณที่ขานี้เป็น "ON" ก็จะเป็นการเลือกอัตราการส่งข้อมูลที่มีค่าสูงที่สุดใน 2 ค่านั้น

ตารางที่ 2.9 แสดงขาสัญญาณที่ต่อจาก DTE ไปยัง DCE โดยใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25

หมายเลขขาสัญญาณ	ชื่อของสายสัญญาณ
1	Protective Ground
2	Transmitted Data
3	Received Data
4	Request To Send
5	Clear To Send
6	Data Set Ready
7	Signal Common
8	Data Carrier Detect
20	Data Terminal Ready
22	Ring Indicator
23	Data Signal Rate Detector

ตารางที่ 2.10 การต่อแบบคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 ตามมาตรฐาน RS-232

หมายเลขขาสัญญาณ	ชื่อของสายสัญญาณ
1	Data Carrier Detect
2	Received Data
3	Transmitted Data
4	Data Terminal Ready
5	Signal Common
6	Data Set Ready
7	Request To Send

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	Clear To Send
9	Ring Indicator

ขั้นตอนการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE

1. เมื่อจ่ายกำลังงานให้อุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์นี้ส่งสัญญาณ DTR ออกมา
2. อุปกรณ์ DCE ถูกเปิดขึ้น และรับรู้ถึงสัญญาณ DTR ที่ส่งมาจากอุปกรณ์ DTE
3. อุปกรณ์ DCE ส่งสัญญาณ DSR ออกมา และโมเด็มก็กระทำกระบวนการ OFF HOOK
4. ถ้าสายสัญญาณโทรศัพท์อยู่ในสภาพดีและปลายทางอีกด้านหนึ่งก็พร้อมจะรับข้อมูลแล้ว โดยจะตรวจจับพบสัญญาณพาหะ แล้วอุปกรณ์ DCE จะส่งสัญญาณ DCD ออกมา
5. อุปกรณ์ DTE ยกระดับสัญญาณ RTS ขึ้นสูง
6. อุปกรณ์ DCE จะสนองด้วยการส่งสัญญาณ CTS ออกมา
7. การติดต่อสื่อสารก็เริ่มขึ้น โปรแกรมควบคุมจะทำการส่งหรือรับข้อมูล ส่วนลำดับขั้นในการตอบรับก็จะเป็นในทำนองนี้

<u>ลักษณะทางฮาร์ดแวร์</u>

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

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

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

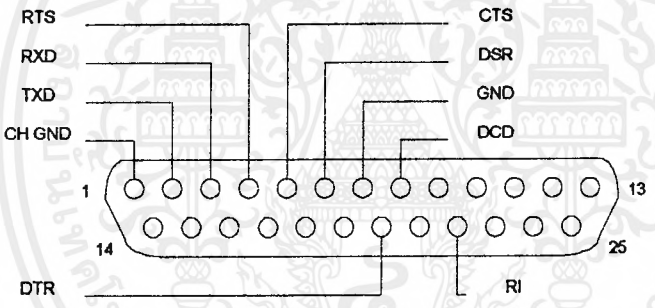
ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่ใช่ข้อกำหนดที่ครอบคลุมมาตราฐานของ RS-232 ทั้งหมดมาตราฐานของ RS-232 นั้นนอกจากจะมีคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้วยังจะต้องประกอบด้วยค่าคาปาซิแตนซ์ของสาย อัตราบอดสูงสุด ฯลฯ ด้วย

พอร์ตอนุกรมนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ขนาดคือคอนเน็คเตอร์แบบ D-type ตัวผู้ขนาด 25 pin รูปที่2.24 (ก) และคอนเน็คเตอร์ แบบ D-type ตัวผู้เช่นกันขนาน 9 pin รูปที่1(ข) ซึ่งคอนเน็คเตอร์ทั้ง 2 แบบนี้จะติดอยู่ที่ด้านหลังของคอมพิวเตอร์ ตารางที่ 1 แสดงตำแหน่งขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม

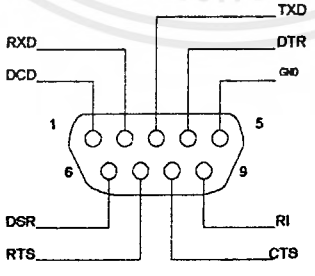
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 ตำแหน่งขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม

D-type 25 Pin No.	D-type 9 Pin No.	Abbreviation	Full Name
Pin 2	Pin 3	TD	Transmit Data
Pin 3	Pin 2	RD	Receive Data
Pin 4	Pin 7	RTS	Request to Send
Pin 5	Pin 8	CTS	Clear to Send
Pin 6	Pin 6	DSR	Data Set Ready
Pin 7	Pin 5	SG	Signal Ground
Pin 8	Pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 20	Pin 4	DTR	Data Terminal Ready
Pin 22	Pin 9	RI	Ring Indicator



รูปที่ 2.25(ก) คอนเน็คเตอร์แบบ DB-25



รูปที่ 2.25(ข) คอนเน็คเตอร์แบบ DB-9

ตำแหน่งพอร์ตอนุกรม

ตำแหน่งของพอร์ตและ IRQ ของพอร์ตอนุกรมนั้นมีลักษณะการกำหนดและการอ่านตำแหน่งจาก BIOS คล้ายกับของพอร์ตขนาน ในตารางที่ 3 เป็นการแสดงตำแหน่งมาตราฐานของพอร์ตอนุกรมและ IRQ ที่ใช้สำหรับตำแหน่งของพอร์ตแต่ละเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 ตำแหน่งมาตรฐานของพอร์ตอนุกรม

Name	Address	IRQ
Com 1	3F8	4
Com 2	2F8	3
Com 3	3E8	4
Com 4	2E8	3

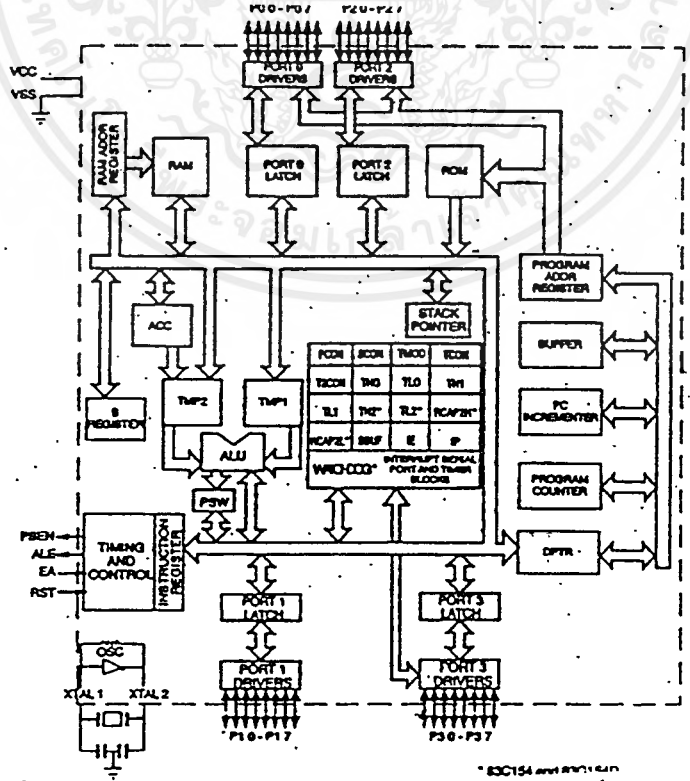
ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51)

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งเป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดี่ยว (ไม่ต้องต่อกับอุปกรณ์ภายนอกก็สามารถทำงานได้) มีความสะดวกในการใช้งานและเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเบสิกได้โดยไม่ต้องศึกษาการทำงานของวงจรเหมือนกับภาษาแอสเซมบลี้ หรือบางท่านที่ถนัดภาษาแอสเซมบลี้ก็ยังสามารถใช้ได้เช่นเดียวกัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยมีสายอินพุทและเอ้าท์พุทภายในตัวเอง พอร์ทของอินพุทและเอ้าท์พุทบัฟเฟอร์อินเตอร์เฟสและสายควบคุมอื่นๆ ใช้สำหรับแยกข้อมูลกับแอดเดรสและยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อจัดการข้อมูลแถมท้ายด้วยวงจรตั้งเวลากับวงจรนับด้วย

2. โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



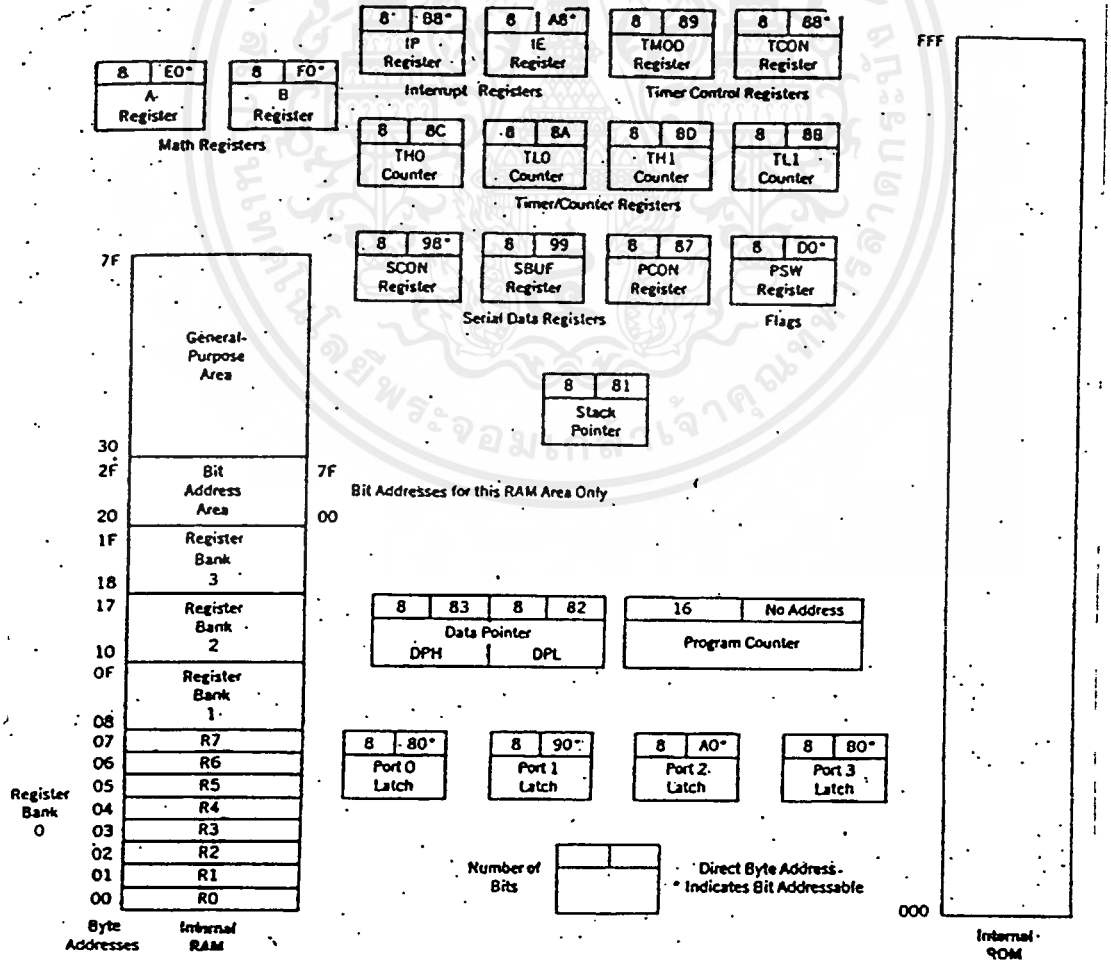
รูปที่ 2.26 โครงสร้างภายในชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจัดการหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกไว้เป็น 2 แบบตามลักษณะของการใช้งาน คือ

3.1 หน่วยความจำโปรแกรม(Program Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้งาน คือ ภาษาเครื่อง (Machine Language) ซึ่งต้องการให้ 8051 ทำงาน เมื่อ 8051 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลที่เก็บคำสั่งในหน่วยความจำประเภทนี้เข้าไปถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำแบบนี้จะต้องเป็นแบบหน่วยความจำอ่านได้เท่านั้น(Read Only Memory (ROM)) และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นรหัสภาษาเครื่องของ 8051 ตามลำดับการทำงานที่ต้อง(หน่วยความจำแบบหน่วยความจำแบบอ่านได้เท่านั้น ซึ่งเมื่อปิดไปแล้วข้อมูลก็ไม่มีการสูญหาย) ในระหว่างการทำงานของ 8051 ผู้ใช้จะไม่สามารถใช้คำสั่งทำการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำแบบนี้ได้ จำนวนตำแหน่งสูงสุดของหน่วยความจำแบบนี้ที่ 8051 จะใช้งานได้คือ 65536 ตำแหน่ง ตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH จำนวน 4 กิโลไบท์ ถ้าต้องการให้ 8051 ทำงานตามคำสั่งที่เก็บไว้ใน ROM ภายใน 8051 ก็ให้ป้อนสัญญาณสภาวะลอจิกสูง (1) เข้าที่ขา EA ของ 8051 แต่ถ้าต้องการให้ทำงานในโปรแกรมที่เก็บไว้ใน ROM ภายนอก 8051 ก็ให้ต่อลอจิกต่ำ (0) เข้าที่ขา /EA ของ 8051 ส่วนหน่วยความจำที่ตำแหน่ง 1FFFH ถึง FFFFH จะต้องต่ออยู่ภายนอก 8051 เสมอดังแสดงในแผนภูมิหน่วยความจำ(Memory Map)



รูปที่ 2.27 ตำแหน่งต่างๆ ของรีจิสเตอร์และหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำภายใน(Internal Memory) หมายถึงหน่วยความจำนั้นอยู่ภายใน 8051 ส่วนหน่วยความจำภายนอก (External Memory) หมายถึง หน่วยความจำนั้นอยู่ภายนอก 8051

3.2 หน่วยความจำของข้อมูล (Data Memory) เป็นหน่วยความจำที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 จะใช้สำหรับพัก,เก็บข้อมูล แล้วเรียกมาใช้ใหม่ในระหว่างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 การอ่านหรือเขียนจากหน่วยความจำจะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ในหน่วยความจำของโปรแกรม หน่วยความจำแบบนี้เป็นประเภท หน่วยความจำอ่านและเขียนได้ (Random Access Memory (RAM)) ถ้ามีไฟเลี้ยงอยู่ข้อมูลที่เก็บไว้จะไม่สูญหาย แต่ถ้าปิดเครื่องหรือไม่จ่ายไฟให้แก่หน่วยความจำอ่านและเขียนได้แล้ว ข้อมูลในหน่วยความจำอ่านและเขียนได้ก็จะสูญหายไป หน่วยความของข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จะมีอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งอยู่ภายใน 8051 จำนวน 128 ไบท์ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH และอีกชุดหนึ่งจะต้องต่ออยู่ภายนอกของวงจรรวม 8051 มีได้สูงสุด 65536ไบท์ (64 กิโลไบท์) อยู่ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH หน่วยความจำของข้อมูลภายใน 8051 ที่ตำแหน่ง 08H ถึง FFH นั้นไม่ได้มีอยู่ทุกตำแหน่ง จะมีเฉพาะในบางตำหน่ง ซึ่งเรียกหน่วยความจำบางตำแหนงนี้ว่า รีจีสเตอร์พิเศษ (Special Function Register (SFR)) เพราะจะใช้หน่วยความจำเหล่านี้สำหรับงานพิเศษเท่านั้น

4. รีจีสเตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีรีจีสเตอร์ที่อำนวยความสะดวก ในการใช้งานตามคำสั่งต่างๆ ประกอบด้วยแอคคิวมูเลเตอร์ รีจีสเตอร์ B ที่ใช้ในการคูณและหาร รีจีสเตอร์สถานะ สแต็กพอยน์เตอร์ ข้อมูลพอยน์เตอร์ (2*8 บิต หรือ 1*16 บิต) พอร์ทหมายเลขศูนย์ถึงพอร์ทหมายเลขสาม รีจีสเตอร์แบบคู่ ซึ่งใช้ส่งและรับข้อมูลชนิดอนุกรม รีจีสเตอร์ 16 บิท ที่เป็นวงจรตั้งเวลากและวงจรนับที่ 3 รีจีสเตอร์ คำสั่งสำหรับหน้าที่พิเศษ (เช่น การอินเตอร์รัพท์ RTC: Read Time Clock)และอินพุท,เอ้าท์พุทแบบอนุกรม

5. ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มีรีจีสเตอร์พิเศษที่สามารถเลือกใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์อย่างใดอย่างหนึ่ง (นับจำนวนแมชชีนไซเคิลหรือนับจำนวนพัลส์ที่เกิดขึ้นภายนอกชิพ) รีจีสเตอร์ประเภทนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 ตัว แต่ละตัวมีขนาด 16 บิต โดยมีชื่อเรียกว่าไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ รีจีสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ 0 ประกอบขึ้นจากรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะTL0, TH0 ส่วนรีจีสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ 1 ประกอบขึ้นจากรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TL1, TH1 รีจีสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1 สามารถกำหนดการใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์อย่างใดอย่างหนึ่งได้ ในการทำงานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์จะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

5.1 ไทม์เมอร์

ค่าในรีจีสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ที่ถูกเลือกใช้งานจะถูกเพิ่มค่าทุกๆ แมชชีนไซเคิล ดังนั้นจึงสามารถคิดว่าในขระทำงานเป็นไทม์เมอร์หมายถึงใช้รีจีสเตอร์เป็นตัวนับจำนวนแมชชีนไซเคิลได้และเนื่องจากใน 1 แมชชีนไซเคิลใดๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ประกอบไปด้วย 12 คาบสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออสซิลเลเตอร์ (Oscillator period) ดังนั้นอัตราเร็วใน การนับ (Count rate) จึงมีค่าเป็น 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้

5.2 เคาน์เตอร์

ค่าในรีจีสเตอร์ที่ใช้เป็นเคาน์เตอร์ที่ถูกเลือกใช้งานจะถูกเพิ่มค่าที่ละหนึ่ง เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะซึ่งตรวจจับได้จากขา T0, T1 หรือ T2 (ใน 8052) ขึ้นกับรีจีสเตอร์ที่ถูกเลือกใช้งานเป็นเคาน์เตอร์ในขณะนั้น การตรวจสอบการเปลี่ยนสถานะจะตรวจเฉพาะในขณะที่สัญญาณมีการเปลี่ยนค่าจาก 1 เป็น 0 โดยมีรายละเอียดในการตรวจสอบสัญญาณดังนี้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะตรวจสอบสถานะสัญญาณที่ขา T0, T1 หรือ T2 (ใน 8052) โดยการตรวจสอบจะเกิดขึ้นในระหว่างสเตท 5 เฟส 2 ของแต่ละแมชชีนไซเคิลรายละเอียดในการตรวจสอบการเปลี่ยนสถานะสัญญาณที่แต่ละขา จะมีลักษณะที่เหมือนกัน ดังนี้ เมื่อขา T0, T1 หรือ T2 มีสถานะสัญญาณเป็น 1 ในขณะที่สเตท 5 เฟส 2 ของแมชชีนไซเคิลใดๆ และสเตท 5 เฟส 2 ของแมชชีนไซเคิลถัดไป หากสัญญาณที่ขา T0, T1หรือ T2 มีค่าเปลี่ยนเป็น 0 จะทำให้รีจีสเตอร์ที่ถูกเลือกใช้งานเป็นเคาน์เตอร์ถูกเพิ่มค่าขึ้นอีก 1 ในช่วงสเตท 3 เฟส 1 ของแมชชีนไซเคิล ซึ่งตรวจพบการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณ ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จำเป็นจะต้องใช้เวลา 2 แมชชีนไซเคิล (24 คาบสัญญาณออสซิลเลเตอร์) เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนสถานะสัญญาณจาก 1 เป็น 0 ที่ขา T0, T1 หรือ T2 จึงทำให้อัตราการนับสูงสุดของเคาน์เตอร์ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ถูกจำกัดความถี่ของสัญญาณไว้ที่ 1/24 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้โดยไม่ข้อจำกัดในเรื่อง dutycycle (อัตราส่วนของช่วงเวลาที่สัญญาณมีค่าเป็น 1 ต่อคาบเวลาของสัญญาณ) ของสัญญาณ แต่เพื่อให้มั่นใจว่าสถานะสัญญาณจะถูกตรวจสอบเข้ามาอย่างน้อย 1 ครั้งก่อนที่จะเปลี่ยนระดับจึงสมควรให้สถานะสัญญาณคงค่า 0 หรือ 1 อย่างน้อย 1 แมชชีนไซเคิลเต็ม

นอกจากจะสามารถเลือกการทำงานของรีจีสเตอร์ให้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ ได้แล้วในแต่ละการทำงานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0 หรือ ไทม์เมอร์ 1 ก็ยังมีการทำงานที่แยกย่อยลงไปอีกถึง 4 แบบ (โหมด 0, 1, 2 และ 3) ตามความเหมะสมของการใช้งาน (ไทม์เมอร์ 0 และ ไทม์เมอร์ 1 มีให้เลือก 4 แบบ แต่ไทม์เมอร์ 2 มีให้เลือกเพียง 3 แบบ)การทำงานย่อยทั้ง 4 ประเภทของไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3 ไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1

ไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1 ทั้ง 2 ตัว มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์ผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานให้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยการกำหนดค่าบิต C/T ในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD ดังแสดงในรูปที่ (ไทม์เมอร์ 0 ใช้บิท 2 ส่วนไทม์เมอร์ 1 ใช้บิต 6)โดยหากบิตนี้มีค่าเป็น 0 หมายถึงเลือกให้รีจีสเตอร์ทำงานเป็นไทม์เมอร์ (นับจำนวนแมชชีนไซเคิล) ถ้าบิตนี้มีค่าเป็น 1 หมายถึงเลือกให้ทำงานเป็นเคาร์เตอร์(นับจำนวนการเปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 0 ที่ขา T0 หรือ T1)

รีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD (Timer / Counter Mode Control Register) ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลในระดับบิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต GATE

บิตเลือกการควบคุมให้รีจีสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ทำงานโดยควบคุมจากฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ ดังนี้

(1) เมื่อบิต TRx(TR0, TR1)และGATE ถูกเซต ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์จำทำงานต่อเมื่อสถานะที่ขา INTx(INT0, INT1) มีค่าเป็น 1 (ควบคุมจากฮาร์ดแวร์)

(2) เมื่อบิต GATE ถูกเคลียร์ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์จะทำงานก็ต่อเมื่อบิต TRx ถูกเซตโดยไม่ขึ้นกับสถานะสัญญาณที่ขา INTx(ควบคุมจากซอฟต์แวร์)

บิต C/T

บิตเลือกการทำงานทำงานของรีจีสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาร์เตอร์ ดังนี้

0 หมายถึงทำงานเป็นไทม์เมอร์ (นับจำนวนแมชชีนไซเคิล)

1 หมายถึงทำงานเป็นเคาน์เตอร์ (นับจำนวนพัลส์ภายนอกที่ขา Tx)

บิต M0 และ M1

M1 บิตสำหรับเลือกโหมดการทำงานของไทม์เมอร์ 0 หรือไทม์เมอร์ 1

M0 บิตสำหรับเลือกโหมดการทำงานของไทม์เมอร์ 0 หรือไทม์ไมอร์ 1

0 0 โหมด 0: ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 13 บิต

0 1 โหมด 1: ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต

1 0 โหมด 2: ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 18 บิต ที่มีการโหมดค่าเองเมื่อเกิด โอเวอร์โฟลว์

1 1 โหมด 3: ไทม์เมอร์ 0 รีจีสเตอร์ TL0 ใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเตาน์เตอร์ขนาด 8 บิตที่ควบคุมการทำงานได้จากบิตของไทม์เมอร์ 0 รีจีสเตอร์ TH0 เป็นไทม์เมอร์ขนาด 8 บิต ที่ควบคุมการทำงานได้จากบิตของไทม์เมอร์ 1

1 1 โหมด 3: ไทม์เมอร์ 1 หยุดทำงาน (หยุดนับ)

รีจีสเตอร์ที่ใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์หรือเคาน์เตอร์ทั้ง 2 ตัวสามารถทำงานแตกต่างกันออกไป 4 แบบคือ โหมด 0,1,2 และ 3โดยการเปลี่ยนค่าบิต M0 และ M1 ในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD เช่นเดียวกับบิต C/T ดังในรูปที่ การทำงานในโหมด 0,1,2 จะคล้ายๆกัน สำหรับไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1แต่ในโหมด 3 รีจีสเตอร์ที่ใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ทั้งสองตัวจะมีการทำงานที่ต่างออกไปจาก 3 โหมดแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
TIMER 1				TIMER 0			

GATE When TRx (in TCON) is set and GATE = 1, TIMER/COUNTERx will run only while INTx pin is high (hardware control). When GATE = 0, TIMER/COUNTERx will run only while TRx = 1 (software control).

C/T Timer or Counter selector. Cleared for Timer operation (input from internal system clock). Set for Counter operation (input from Tx input pin).

M1 Mode selector bit. (NOTE 1)

M0 Mode selector bit. (NOTE 1)

NOTE 1 :

M1	M0	Operating Mode
0	0	0 13-bit Timer
0	1	1 16-bit Timer/Counter
1	0	2 8-bit Auto-Reload Timer/Counter
1	1	3 (Timer 0) TL0 is an 8-bit Timer/Counter controlled by the standard Timer 0 control bits. TH0 is an 8-bit Timer and is controlled by Timer 1 control bits.
1	1	3 (Timer 1) Timer/Counter 1 stopped.

รูปที่ 2.28 รีจีสเตอร์ใช้ในงานเฉพาะ TMOD

6.พอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีพอร์สำหรับสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ที่สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรม ได้โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องต่อชิพที่ทำหน้าที่รับหรือส่งข้อมูลแบบอนุกรมโดยเฉพาะเพิ่มเติมแต่อย่างใดเลย การนำไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ไปประยุกต์ใช้งานที่ต้องมีการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับวงจรภายนอกอื่นๆ จึงทำให้สะดวกแบะมีความคล่องตัวสูงมาก

พอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่มีในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถทำงานได้ในแบบ full duplex หมายความว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมๆกัน โดยในการรับข้อมูลจะมีการบัฟเฟอร์ ข้อมูลให้ด้วย จึงทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถกำหนดการรับข้อมูลไบท์ที่สองซึ่งถูกส่งตามเข้ามาก่อนที่ไบท์แรกที่ได้รับเข้ามาจะถูกอ่านจากรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะที่ใช้สำหรับข้อมูล (receive register) เพื่อนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำต่อไป

พอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ประกอบด้วยรีจีสเตอร์ขนาด 8 บิต จำนวนสองตัวแต่ละตัวมีชื่อเรียกตามหน้าที่ ดังนี้

รีจีสเตอร์สำหรับข้อมูลใช้รับข้อมูลที่ส่งเข้ามาจากภายนอก

รีจีสเตอร์สำหรับส่งข้อมูล (transmit register) ใช้ส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ออกไปภายนอก

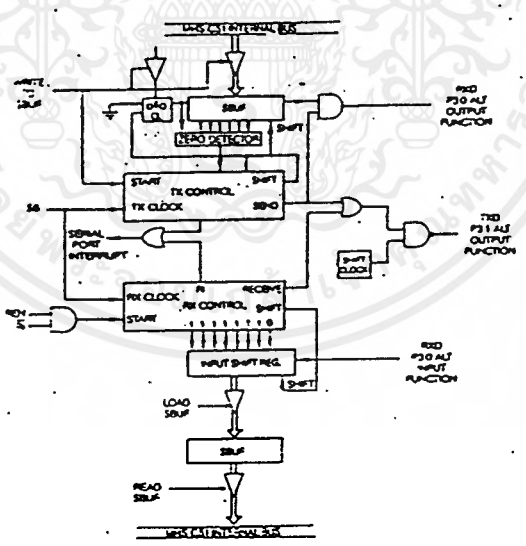
รีจีสเตอร์ทั้งสองมีตำแหน่งเดียวกันในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ คือ ตรงกับตำแหน่งของรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SBUF (ตำแหน่ง 99H) ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิพที่ใช้เป็นรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ การเข้าถึงข้อมูลในรีจีสเตอร์แต่ละตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะทราบเองว่าผู้ใช้ต้องการติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อกับรีจีสเตอร์ตัวใดโดยตรวจสอบจากรหัสคำสั่ง ทั้งนี้เพราะในการเขียนข้อมูลไปไว้ในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SBUF หมายถึงการโหลดข้อมูลไปที่รีจีสเตอร์สำหรับส่งข้อมูลเพื่อส่งข้อมูลออกไปภายนอก ส่วนการอ่านข้อมูลจากรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SBUF จะหมายถึงนำค่าที่รับเข้ามาได้จากภายนอกที่เก็บไว้ในรีจีสเตอร์สำหรับรับข้อมูลมาใช้งาน

ผู้ใช้สามารถกำหนดการทำงานที่แตกต่างกันได้ถึง 4 ประเภทโดยสามารถกำหนดได้จากบิตในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SCON การใช้งานที่แตกต่างกัน 4 ประเภทนี้มีจุประสงค์เพื่อความคล่องตัวในการรับส่งในการรับหรือส่งข้อมูลแบบแต่ละประเภทดังนี้

1 โหมด 0 การทำงานของพอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 0 ขา RXD จะใช้สำหรับรับและส่งข้อมูล ส่วนขา TXD มีไว้เพื่อใช้สร้างสัญญาณ shift clock เพื่อกำหนดจังหวะในการรับและส่งข้อมูล (ข้อมูลจะถูกรับหรือส่งตามจังหวะของสัญญาณ shift clock) ในโหมดนี้การรับส่งข้อมูลจะเป็นแบบ 8 บิต (บิตข้อมูล 8 บิต) โดยเริ่มรับและส่งบิตต่ำสุดก่อน (LSB first) อัตราการรับส่งข้อมูลในการทำงานโหมด 0 ถูกกำหนดไว้ที่1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ การทำงานของพอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 0 จะไม่มีบิตเริ่มต้นของข้อมูล (start bit) และบิตสิ้นสุดของข้อมูล (stop bit) เพราะจังหวะการรับและส่งข้อมูลถูกกำหนดจากสัญญาณ shift clock แล้ว



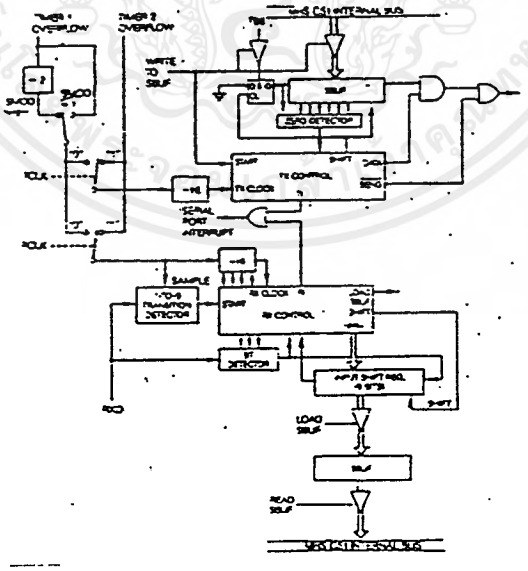
รูปที่2.29 การแสดงข้อมูลรับและส่งในการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมด 0

2.โหมด 1 การทำงานแบบที่สองหรือการทำงานโหมด 1 นี้ มีการรับและส่งข้อมูลครั้งละ 10 บิต ข้อมูลจะถูกส่งออกไปภายนอกผ่านทางขา TXD และรับข้อมูลเข้ามาทางขา RXD ข้อมูลทั้ง 10 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้นของข้อมูล 1 บิต (มีค่าเป็น 0 เสมอ) บิตข้อมูล 8 บิต(รับข้อมูลและส่งข้อมูลบิตต่ำสุดก่อน) แลบิตสิ้นสุดของข้อมูลอีก 1 บิต (มีค่าเป็น 1 เสมอ) ในขณะทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

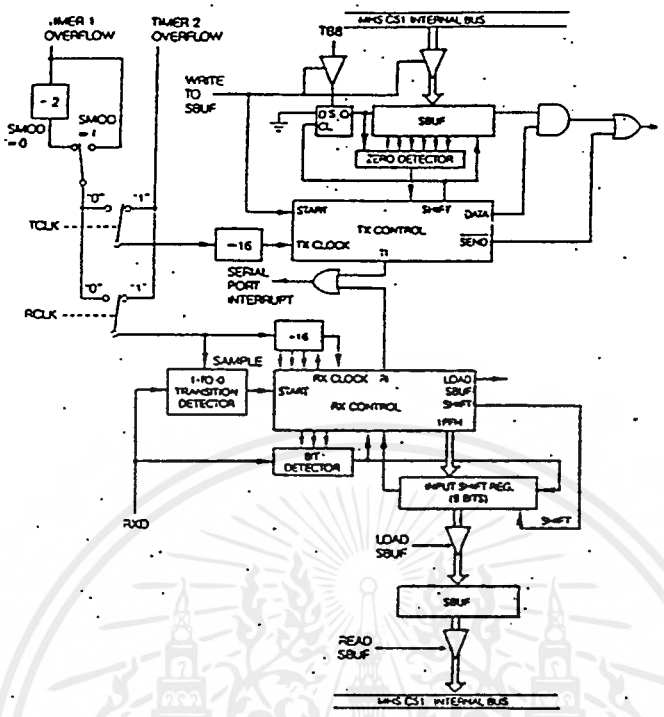
รับข้อมูลค่าในบิตสิ้นสุดของข้อมูลที่รับได้จะไปอยู่ในบิต RB8 ของรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SCON อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลของพอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมในโหมดนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้

3.โหมด 2 การทำงานจะมีการรับและส่งข้อมูลครั้งละ 11 บิต ข้อมูลจะถูกส่งออกภายนอกผ่านทางข้อมูล 1 บิต (มีค่า 0 เสมอ) บิตข้อมูล 8 บิต ตามด้วยบิตที่ 9 ซึ่งเป็นบิตที่สามารถกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์หรือหนึ่งได้และบิตสุดท้ายคือบิตสิ้นสุดของข้อมูล(มีค่าเป็น 1 เสมอ) ดังนั้นจำนวนบิตที่รับส่งทั้งหมด 11 บิตประกอบด้วยบิตต่างๆ ดังนี้ ในขณะทำการส่งข้อมูล บิตที่ 9 จะได้จากค่าในบิต TBB ของรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SCON บิตนี้สามารถถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 หรือ 1 อย่างไรก็ได้ส่วนใหญ่ในการใช้งานเฉพาะใช้บิตนี้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับหรือส่ง (parity bit) โดยจะนำบิต P (parity) ในรีจีสเตอร์ PSW ไปไว้ในบิต TB8 ส่วนในขณะรับข้อมูลบิตที่ 9 จะไปปรากฏอยู่ในบิต RB8 ของรีจีสเตอร์ SCON โดยไม่สนใจบิตสิ้นสุดของข้อมูลค่าอัตราในการรับหรือส่งข้อมูลโหมดนี้ถูกกำหนดไว้ที่ 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้



รูปที่ 2.30 การแสดงข้อมูลรับและส่งในการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมด 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 การแสดงข้อมูลรับและส่งในการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมด 2,3

4.โหมด 3 การทำงานของพอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมแบบสุดท้าย คือการทำงานใน โหมด 3 ในการทำงานโหมดนี้ข้อมูลจำนวน 11 บิตถูกส่งผ่านขา TXD และถูกรับเข้ามาทางขา RXD ข้อมูลทั้ง 11 บิตประกอบด้วยบิตเริ่มต้นของข้อมูล 1 บิต (เป็น 0 เสมอ) บิตข้อมูล 8 บิต (รับและส่งบิตต่ำสุดก่อน) ตามด้วยบิตที่ 9 ซึ่งเป็นบิตที่สามารถกำหนดค่าได้เหมือนในโหมด 2 (programmable 9 bit) และบิตสุดท้ายคือบิตสิ้นสุดของข้อมูล (เป็น 1 เสมอ) อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ดังจะศึกษาในรายละเอียดต่อไป ดังนั้นจะเห็นว่ารูปแบบการรับส่งข้อมูลในโหมด 2 ทุกอย่าง แต่ในโหมดนี้สามารถกำหนดค่าอัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลได้ตามความต้องการของผู้ใช้

7.อัตราการเร็วในการรับและส่งข้อมูล

baud rate หมายความถึงอัตราเร็วในการรับหรือส่งข้องมูล โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ค่าอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลจะมีค่าเท่าใด ก็ขึ้นอยู่กับ การทำงานในแต่โหมดของพอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมดังนี้

baud rate โหมด 0= ความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้/12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโหมด 2 ค่า baud rate ขึ้นอยู่กับค่าของบิต SMOD ที่อยู่ในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PCON โดย

บิต SMOD = 0 ค่า baud rate จะเป็น 1/64 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้

บิต SMOD = 1 ค่า baud rate จะเป็น 1/32 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้

หลังจากการรีเซตไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ค่าในบิต SMOD จะเป็น 0 เสมอ และ เรา สามารถเขียนสูตรสำหรับคำนวนค่า baud rate ได้ดังสมการนี้

baud rate โหมด 2 =[2(smod)*(ความถี่ออสซิลเลเตอร์)]/64

เราสามารถที่จะสร้าง baud rate ค่าต่ำๆ ด้วยไทม์เมอร์ 1 ได้โดยปล่อยให้ไทม์เมอร์ 1 อินเตอร์รัพท์ซีพียูได้ และกำหนดการทำงานให้เป็นไทม์เมอร์ขนาด 16 บิต (โหมด 1)และให้ไทม์เมอร์ 1 อินเตอร์รัพท์ซีพียูเพื่อโหลดค่าใหม่เองด้วยซอฟต์แวร์ขณะเกิดโอเวอร์โฟลว์ เนื่องจากในการทำงานในโหมด 1 ของไทม์เมอร์ 1 ไม่สามารถโหลดค่าใหม่เองด้วยฮาร์ดแวร์ได้

ตารางที่ 2.13 ค่าที่นำไปไว้ในรีจีสเตอร์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อใช้ baud rate ค่ามาตรฐานต่างๆ

Baud Rate	Fosc	SMOD	TIMER		
			C / T	MODE	Reload Value
(MODE) Max : 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
(MODE) Max :375KHz	12 MHz	1	X	X	X
(MODE) Min:187.5KHz	12 MHz	0	X	X	X
MODE 1,3 : 62.5 K	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2 K	11.059MHz	0	0	2	FDH
9.6 K	11.059MHz	0	0	2	FDH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Baud Rate	Fosc	SMOD	TIMER 1		
			C /T	MODE	Reload Value
4.8 K	11.059MHz	0	0	2	FAH
2.4 K	11.059MHz	0	0	2	F4H
1.2 K	11.059MHz	0	0	2	E8H
137.5 K	11.059MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H
110	12 MHz	0	0	2	FEEBH

จากตารางที่ 2.10 จะเห็นว่าในการทำงานของพอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 0 จะมีความเร็วในการส่งมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโหมดอื่นที่ความถี่คริสตอลค่าเดียวกัน และจะเห็นว่าหากเลือกใช้คริสตอลความถี่ 11.059 เมกะเฮิรตซ์ จะสามารถตั้งค่า baud rate ในโหมด 1 และ 3 เป็นค่ามาตราฐานที่ใช้กันทั่วไปได้เช่น 1200,2400,4800,9600,19200 จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ในระบบควบคุมส่วนใหญ่เลือกใช้คริสตอลส่วนใหญ่เลือกใช้คริสตอลความถี่ 11.059 เมกะเฮิรตซ์มากกว่า 12 เมกะเฮิรตซ์

จากตารางที่ 2.10 นอกจากจะแสดงค่า baud rate ค่าต่างๆ เปรียบเทียบให้เห็นแล้ว ตารางนี้ยังแสดงค่าที่ต้องโหลดไปไว้ในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TH1 ที่ค่า baud rate มาตราฐานต่างๆ ให้ทราบอีกด้วย สามารถเขียนโปรแกรมสามารถนำค่านี้ไปใช้ได้เลย แต่หากต้องการใช้ค่า baud rate อื่นๆ ที่นอกเหนือไปจากตารางนี้ จะต้องคำนวณค่าที่ต้องโหลดให้รีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TH1 จากสมการที่แสดงไปแล้ว

8.โครงสร้างการอินเตอร์รัพท์ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้นได้อย่างน้อย 5 ชนิดด้วยกัน(ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 บางเบอร์ในตระกูลนี้สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 ชนิด เช่น เบอร์ 8052 สามารถรับได้ 6 ชนิด) แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ทั้ง 5 ชนิดที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถรับได้มีดังแสดงในตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.14 แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ทั้ง 5 ชนิด

Number	Name	Vector Address	Priority
1	$\overline{\text{INT0}}$	0003H	highest
2	TF0	000BH	
3	$\overline{\text{INT1}}$	0013H	
4	TF1	001BH	
5	TL,RI	0023H	lowest

อินเตอร์รัพท์แต่ละชนิดที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถรับได้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

8.1 อินเตอร์รัพท์ที่เกิดจากภายนอก (External Interrupts) เป็นอินเตอร์รัพท์เกิดขึ้นจากภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มี 2 ชนิดด้วยกันคือ

-อินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 0 รับได้จากขา INT0

-อินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 1 รับได้จากขา INT1

ผู้ใช้สามารถกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตรวจสอบสัญญาณอินเตอร์รัพท์ทั้งสองชนิดที่เกิดขึ้นที่ขา INT0, INT1 2แบบด้วยกัน คือ

-ตรวจสอบจากระดับสัญญาณ (level -activated)

-ตรวจสอบจากการเปลี่ยนสถานะสัญญาณ(transition -activated)

การตรวจสอบสถานะของสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกที่ขาทั้งสอง สามารถเลือกได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าบิต IT0, IT1 ในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตรวจพบสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกจะมีผลทำให้บิต IE0 (จากขา INT0) หรือ IE1 (จากขา INT1) ของรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TCON ถูกเซต บิตทั้งสองจะเป็นตัวบอกสถานะของสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดจากภายนอก โดยถูกเซตเมื่อเกิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์และจะถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ภายใน MCS-51 เอง เมื่อซีพียูย้ายไปทำงานที่โปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ต่อเมื่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกที่เกิดขึ้นเป็นชนิดที่ตรวจสอบได้ จากการเปลี่ยนสถานะสัญญาณแต่ถ้าสัญญาณอินเตอร์รัพท์ ภายนอกที่เกิดขึ้นได้มาจากการตรวจสอบระดับสัญญาณ เมื่อซีพียูย้ายไปทำงานที่โปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ จะไม่มีการเคลียร์บิต IE0 หรือ IE1 ให้ ในกรณีนี้จะเป็นหน้าที่ของวงจรกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกที่จะต้องทำหน้าที่ควบคุม สถานะของสัญญาณที่ขา INTx (INT0 หรือ INT1) ให้กลับสู่สภาพเดิมเอง มิฉะนั้นโปรแกรมหลักที่ทำงานอยู่จะถูกอินเตอร์รัพท์ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์กลับมีค่าเป็น 1 อีกครั้ง

8.2 อินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1 อินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 0หรือไทม์เมอร์ 1 ถูกทำให้เกิดขึ้นโดยบิต TE0 หรือ TE1 ซึ่งถูกเซต ยกเว้นไทม์เมอร์ 0 ในโหมด 3 ซึ่งหยุดการทำงานเมื่อมีอินเตอร์รัพท์จากไทม์เมอร์เกิดขึ้น บิท TF0 และ TF1 จะถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เอง เมื่อซีพียูย้ายไปทำงานที่โปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์

8.3 อินเตอร์รัพท์ของพอร์ทสื่อสารอนุกรม (Serial Port Interrupt) พอร์ทสื่อสารอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถทำให้เกิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้ สัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้นได้มาจากบิต T1 หรือ R1 ที่นำมาผ่านเกตเตอร์ และบิตที่ควบคุมการอินเตอร์รัพท์ทั้งสองนี้จะไม่ถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เมื่อซีพียูไปทำงานในโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์เพราะการเกิดอินเตอร์รัพท์ของพอร์ทสื่อสารอนุกรมอาจจะเกิดจากบิท RI หรือ TI ก็ได้ ดังนั้นโปรแกรมในส่วนบริการอินเตอร์รัพท์จะต้องตรวจสอบเองว่าสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้นได้มาจากบิท RI หรือ TI และบิตทั้งสองจะถูกเคลียร์โดยซอฟต์แวร์เท่านั้น

8.4 อินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 2(Timer 2 Interrupt) ในเบอร์ 8052 จะมีรีจีสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์เพิ่มขึ้นมาอีก 1 ตัวคือไทม์เมอร์ 2 โดยสามารถใช้สร้างสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้เหมือนเช่นในไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1 แต่การเกิดอินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 2 จะแตกต่างออกไปจากไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1 ดังนี้

อินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 2 เกิดขึ้นโดยการนำบิต TF2 และ EXF2 มาผ่านออร์เกต โดยบิต TF2 และ EXF2 ทั้งสองจะไม่ถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์เมื่อซีพียูไปทำงานในส่วนโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์เหมือนในการเกิดอินเตอร์รัพท์ของพอร์ทสื่อสารอนุกรม ดังนั้นในโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์จะต้องตรวจสอบเองว่าบิต TF2 และ EXF2 ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการอินเตอร์รัพท์และบิตที่ทำให้เกิดอินเตอร์รัพท์จะต้องถูกเคลียร์โดยซอฟต์แวร์เองด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเตอร์รัพท์แต่ละชนิดที่กล่าวไปแล้ว สามารถควบคุมให้สามารถอินเตอร์รัพท์ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้หรือไม่ โดยการควบคุมจากบิตต่างๆ ในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE ดังต่อไปนี้

EA	X	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

รูปที่ 2.32 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE

บิต	ชื่อบิต	
IE.7	EA	ใช้ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ทั้งหมด 0: MCS-51 จะไม่ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ใดๆทั้งสิ้น 1: อินเตอร์รัพท์แต่ละชนิดจะถูกควบคุมการตอบสนองอย่างอิสระจากบิต รีจีสเตอร์นี้
IE.6		ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน
IE.5	ET2	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 2 เมื่อเกิดโอเวอร์โฟลว์
IE.4	ES	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของพอร์ทสื่อสารอนุกรม
IE.3	ET1	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อเกิดโอเวอร์โฟลว์
IE.2	EX	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 1
IE.1	ET0	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 0 เมื่อเกิดโอเวอร์โฟลว์
IE.0	EX0	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 0

การกำหนดให้บิตควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์แต่ละชนิดมีค่าเป็น 0 หมายถึงไม่ให้ MCS-51 ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ชนิดนั้น หากกำหนดให้บิตควบคุมการตอบสนองต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอินเตอร์รัพท์แต่ละชนิดมีค่าเป็น 12 หมายถึงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ชนิดนั้น(บิต EA ถูกเซตไว้ก่อนด้วย)

บิต EA ในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE สามารถควบคุมการอินเตอร์รัพท์ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้ทั้งหมดหากบิตนี้มีค่าเป็น 0 สัญญาณอินเตอร์รัพท์ทุกชนิดที่เกิดขึ้นจะไม่สามารถอินเตอร์รัพท์ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้ แต่หากบิตนี้มีค่าเป็น 1 สัญญาณอินเตอร์รัพท์แต่ละชนิดจะถูกควบคุมให้อินเตอร์รัพท์ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้อย่างอิสระ (ควบคุมจากบิต IE.0-IE.5)

บิต IE.5-IE.6 ไม่ถูกใช้ใน 8051 เพราะถูกสงวนไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์อื่นๆ ที่สามารถรับอินเตอร์รัพท์ได้เพิ่มขึ้น ดังนั้นซอฟต์แวร์ของผู้ใช้ไม่ควรจะมีคำสั่งเขียนลงไปในบิทเหล่านี้ เพื่อให้โปรแกรมยังคงสามารถใช้กับชิพเบอร์ใหม่ๆ ในตระกูลนี้ได้

9.โครงสร้างระดับความสำคัญในการบริการอินเตอร์รัพท์ (Priority Level Structure)

อินเตอร์รัพท์แต่ละชนิดสามารถถูกเลือกระดับความสำคัญในการบริการได้ 2 ระดับ โดยการเซตหรือเคลียร์บิทในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP รีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP (Interrupt Priority Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิต

PCT	X	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

รูปที่ 2.33 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

บิต	ชื่อบิต	
IP.7	-	ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน
IP.6	-	ไม่ถูกำหนดการใช้งาน
IP.5	PT2	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ไทม์เมอร์ 2
IP.4	PS	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของพอร์ทสื่อสารอนุกรม
IP.3	PT1	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 1
IP.2	PX1	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 1
IP.1	PT0	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IP.0 PX0 กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 0

การให้บิตกำหนดลำดับความสำคัญของอินเตอร์รัพท์เป็น 0 หมายถึงให้อินเตอร์รัพท์ชนิดนั้นมีลำดับความสำคัญต่ำ ส่วนการให้บิตกำหนดลำดับความสำคัญของอินเตอร์รัพท์เป็น 1 หมายถึงให้อินเตอร์-รัพท์ชนิดนั้นมีลำดับความสำคัญสูง

ระดับความสำคัญในการบริการอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้นมีได้ 2 ระดับ ได้แก่

1.อินเตอร์รัพท์ระดับความสำคัญต่ำ (Low Priority Interrupt) อินเตอร์รัพท์ชนิดนี้สามารถถูกอิน-เตอร์รัพท์จากสัญญาณอินเตอร์รัพท์ระดับความสำคัญสูงได้ แต่จะไม่สามารถถูกอินเตอร์รัพท์โดยสัญญาณอินเตอร์รัพท์ระดับความสำคัญต่ำตัวอื่นๆ ได้

2.อินเตอร์รัพท์ระดับความสำคัญสูง (High Priority Interrupt) อินเตอร์รัพท์ประเภทนี้ไม่สามารถถูกอินเตอร์รัพท์โดยสัญญาณอินเตอร์รัพท์ชนิดอื่นๆได้เลย นั่นคือมีระดับความสำคัญสูงสุด

ถ้ามีสัญญาณอินเตอร์รัพท์เกิดขึ้นพร้อมกัน 2 ชนิด โดยมีระดับความสำคัญในการบริการอินเตอร์รัพท์ไม่เท่ากัน สัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่มีระดับความสำคัญสูงกว่าจะได้รับการบริการก่อน แต่ถ้ามีการขออินเตอร์รัพท์พร้อมกัน 2 ชนิด ซึ่งมีความสำคัญเท่าเทียมกัน ลำดับการบริการอินเตอร์รัพท์ภายในจะเป็นตัวกำหนดเองว่าอินเตอร์รัพท์ชนิดใดควรจะถูกบริการก่อน ดังนั้นภายในระดับความสำคัญของการบริการอินเตอร์รัพท์หนึ่งๆ จะมีระดับความสำคัญในการบริการอินเตอร์รัพท์ย่อยลงไปอีกหนึ่งระดับ

การจัดระดับการกับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่มีระดับความสำคัญเท่าเทียมกันที่เกิดขึ้นพร้อมกันถูกใช้เพียงเพื่อแก้ปัญหาสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่มีระดับความสำคัญเท่ากันที่เกิดขึ้นพร้อมกันเท่านั้น

รีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP มีบิตที่ไม่ถูกใช้งานอยู่บางบิต คือ IP.7 และ IP.6 โดยไม่ถูกใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 และ 8052 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จะมีบิตที่ว่าเพิ่มมาอีก 1 บิตคือ IP.5 ดังนั้นซอฟต์แวร์ของผู้ใช้ไม่ควรมีการเขียนค่า 1 ไปที่ตำแหน่งบิทเหล่านี้เพราะมันอาจถูกนำไปใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ใหม่ๆ ในอนาคตต่อไป

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051

AT89C2051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตขึ้นโดย ATMEL ซึ่งมีโครงสร้างและชุดคำสั่งเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ DIP ขนาด 20 ขา นับว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กอีกตัวหนึ่ง ซึ่งมีโครงสร้างที่ง่ายต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ และยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำการพัฒนาโปรแกรมได้โดยง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีพอร์ตหน่วยความจำและทรัพยากรที่สำคัญๆ อย่างครบถ้วน เหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆได้เป็นอย่างดี

ข้อมูลทางเทคนิคของ AT89C2051

-มีโครงสร้างและชุดคำสั่งเหมือนกันกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51

-มีหน่วยความจำชนิด Flash Memory ขนาด 2 Kbps สามารถโปรแกรมซ้ำได้ 1000 ครั้งมีหน่วยความจำแบบ RAM 8 bit ขนาด 128 byte (Internal Ram)

-ทำงานที่แรงดัน 2.7-6 โวลต์

-Run ความเร็วสัญญาณนาฬิกา 0 Hz- 24 Hz

-มีพอร์ต I/O 15 บิต (พอร์ต 1 และ พอร์ต 3)

-พอร์ตสามารถ Sink กระแสได้ 20 mA และใช้เป็น output ขับ LED ได้โดยตรง

-มีพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม 1 Channel (UART)

-สามารถโปรแกรมข้อมูลเพื่อป้องกันการอ่านเขียน(ดัดลอกโปรแกรม) ได้ 2 ระดับ

-มีวงจรไทม์เมอร์และวงจรนับขนาด 16 บิต (16 bit Timer/Counter) จำนวน 2 Channel

-มีสัญญาณอินเตอร์รัพท์ 5 แหล่ง แบ่งลำดับความสำคัญได้ 2 ระดับ

-มีวงจรเปรียบเทียบสัญญาณอะนาลอก (Analog Comparator Input) 1 Channel

-มีระบบประหยัดพลังงาน (Low Power Ideal and Power Down Modes)

การทำงานของ AT89C2051

CPU AT89C2051 มี I/O Port ทั้งหมด 15 บิต โดยแบ่งออกเป็น 2 พอร์ต คือพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) และพอร์ต 3(P3.0-P3.7) โดยพอร์ต I/O ขนาดบิต แบบสองทิศทางซึ่ง P1.2-P1.7 จะมี Internal Pull-Up ให้ ส่วน P1.0 และ P1.1 นั้นต้องต่อ Pull-Up จากภายนอกเอง ซึ่งพอร์ต P1.0 และ P1.1 นี้สามารถใช้เป็นวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

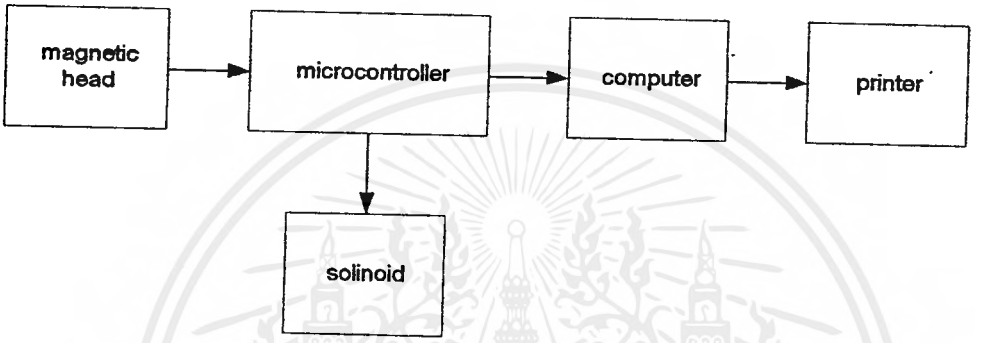
Analog Comparator Input ได้อีกด้วย ส่วนพอร์ต 3 นั้น เราจะใช้ P3.0-P3.5 และ P3.7 เป็น I/O แบบสองทิศทาง ซึ่งมี Internal Pull-Up ให้ด้วยเช่นกัน ส่วน P3.6 จะไม่ต่อขาออกมาภายนอกแต่เราสามารถใช้เป็นพอร์ตอินพุต เพื่ออ่านค่าผลลัพธ์ของวงจร Comparator จากพอร์ต P1.0 และ P1.1 ได้ซึ่งพอร์ต 1 และพอร์ต 3 นี้สามารถใช้ Sink กระแสได้ 20 mA และสามารถใช้เป็น output เพื่อขับ LED ได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนประมวลผลและส่วนวงจรควบคุม ซึ่งส่วนประมวลผลได้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ และไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนวงจรได้แก่ วงจรอ่านข้อมูลจากบัตรแถบแม่เหล็ก วงจรควบคุมอุปกรณ์โซลินอยด์ โดยการทำงานทั้งหมดได้แสดงโดยโครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมในรูปที่ 3.1 ซึ่งมีการทำงานดังนี้



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมการเข้าโดยบัตรแถบแม่เหล็ก

ส่วนของวงจรรับข้อมูลหัวอ่านบัตรแถบแม่เหล็ก จะต่ออยู่กับไมโคร-คอนโทรลเลอร์โดยใช้ไอซี AT89C2051 เป็นตัวรับข้อมูลแล้วส่งข้อมูลโดยผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS-232และส่งสัญญาณข้อมูลไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลข้อมูล ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ การสร้างและการทำงานของระบบ โดยแยกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

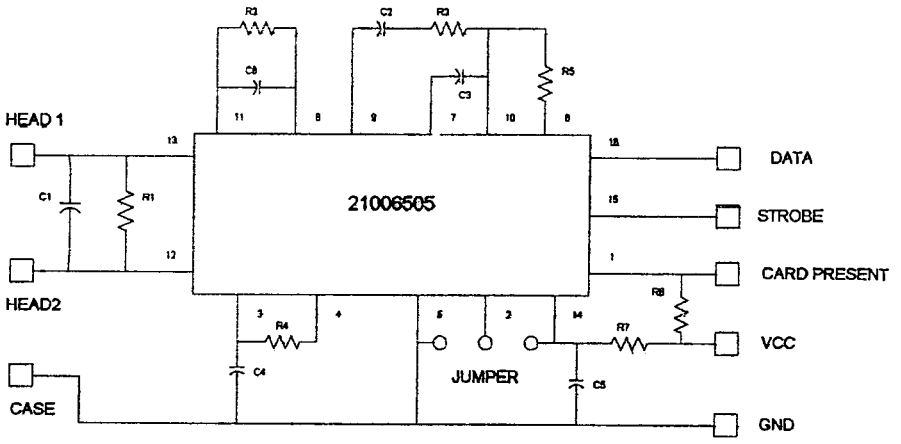
1.ส่วนวงจร

2.ส่วนโปรแกรม

การออกแบบวงจร

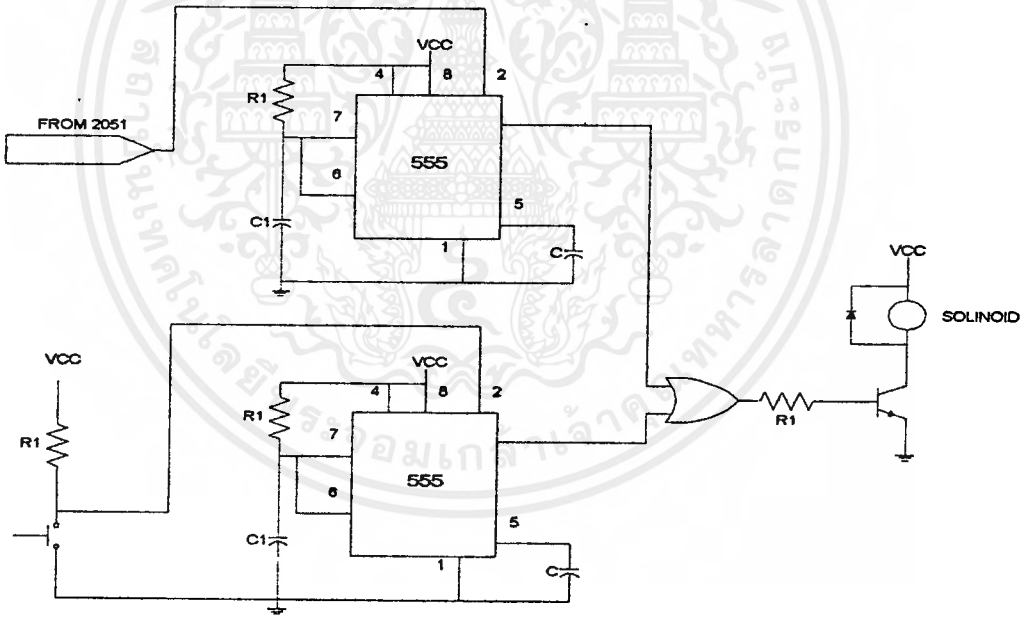
1.ส่วนวงจรรับข้อมูล ในวงจรรับข้อมูลจะใช้ไอซีเบอร์ 21006505 เป็นตัวทำการอ่านสัญญาณจากหัวเทปที่กำลังรูดผ่านบัตรแถบแม่เหล็ก เมื่อสัญญาณจากหัวอ่านผ่านเข้าขา 12,13 ของ IC โดยมี C1 และ R1 เป็น Impedance matching ซึ่งใน IC จะประกอบด้วยวงจร Input Amplifier ซึ่งทำการขยายสัญญาณจากหัวเทปโดยมี R2 เป็นหัวกำหนด Gain การขยาย หลังจากนั้นสัญญาณที่ได้จะถูกป้อนผ่าน C2, R3 ทำการCouplingสัญญาณส่งไปยัง Summing Amp ซึ่งทำการเปรียบเทียบระดับแรงดันให้ได้ระดับ "0" หรือ "1" ส่งผ่านไปยัง Schmitt Trigger เพื่อทำการเปลี่ยนระดับแรงดัน Pulse ให้มีค่าเป็นระดับแรงดัน TTL (0-5V) เพื่อจะส่งไปเข้าส่วนของ CPU เพื่อทำการDecoสัญญาณต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรหัวอ่านบัตรแถบแม่เหล็ก

2.ส่วนวงจรควบคุมโซลินอยด์เปิดประตู จะใช้สัญญาณควบคุมที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ และจากสวิตช์ที่ต้องการเปิดประตูด้านออก โดยสัญญาณควบคุมดังกล่าว จะถูกป้อนให้กับวงจรโมโนสเตเบิล สัญญาณที่เอ้าท์พุตของวงจรโมโนสเตเบิลทั้ง 2 ชุด จะถูกผ่าน OR Gate สัญญาณที่ได้จาก OR Gate จะถูกนำไปป้อนทรานซิสเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์ให้กับ โซลินอยด์



รูปที่ 3.3วงจรควบคุมโซลินอยด์

วงจรโมโนสเตเบิล จะใช้ ไอซีเบอร์ 555 เป็นส่วนประกอบหลัก โดยความกว้างของสัญญาณทางเอ้าท์พุต จะถูกกำหนดโดย R1 และ C1 ตามสมการ

$$W=1.1R1*C1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบทางด้าน Soft Ware

การเขียนโปรแกรมควบคุมแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

การเขียนโปรแกรมควบคุมบน Computer โดยใช้ Visual Basic version 5 และ เขียนโปรแกรมบน Board Microcontroller ควบคุมการ เข้า-ออก ซึ่งสามารถออกแแบบได้ดังต่อไปนี้

1.การออกแบบทางด้าน Software ส่วนที่ทำงานบน PC

ในส่วนนี้จะรับข้อมูลที่ส่งมาจาก Board Microcontroller ซึ่งเป็นข้อมูลจากบัตร โดยรูปแบบ ของข้อมูลที่ได้รับจะประกอบด้วยส่วนของ Header , Data และ Check Sum โดย ลักษณะของ Frame ข้อมูลจะเป็นดังนี้

Destination	Source	Command	Length	Data

โดยปกติวิธีการสร้างฐานข้อมูลที่นำมาใช้งานในวิชวลเบสิกทำได้ 3 วิธี คือ

1.สร้างโดยอาศัยฐานข้อมูลของระบบจัดการฐานข้อมูลนั้น
โดยหากต้องการใช้ฐานข้อมูลของ dBase ก็ใช้เครื่องมือของ dBase เป็นตัวสร้าง หรือ หากต้องการฐานข้อมูลของ Paradox ก็ใช้โปรแกรม Paradox เป็นตัวสร้างฐานข้อมูล

2.ใช้โปรแกรม Visual Data manager
โปรแกรมนี้มีอยู่ในส่วนของ Visual Basic อยู่แล้วซึ่งใช้สร้างฐานข้อมูลในรูปแบบของ Jet 1.1 หรือ Access โดยตัวโปรแกรมสามารถทำได้เพียง ลบ หรือ เพิ่ม ข้อมูลได้เท่านั้น ไม่สามารถทำการแก้ไขข้อมูลหรือเปลี่ยนแปลงรายละเอียดที่มีอยู่แล้วได้

3.ใช้ Data Control
Data Control เป็น Control ประเภทหนึ่งที่สามารถจัดใน Form ของ Visual Basic ได้ และใช้ในการจัดการข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูลโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างฐานข้อมูล

ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่สามารถทำได้ดังนี้

1. ต้องกำหนดตัวแปรสำหรับฐานข้อมูลนั้นขึ้นมาก่อน โดยให้มีประเภท เป็น .ออปเจ็คฐานข้อมูล หรือ Database เช่น Dim Data As Database

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

รายละเอียดของแต่ละส่วนที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลของ CreataDatabase มีดังนี้

กำหนดชื่อแฟ้มของฐานข้อมูล (Databasename)

เป็นการระบุชื่อแฟ้มฐานข้อมูล รวมทั้งตำแหน่งหรือไดเร็กตอรีที่ต้องการ ในลักษณะเช่นเดียวกับการระบุชื่อแฟ้มข้อมูลทุกประการ

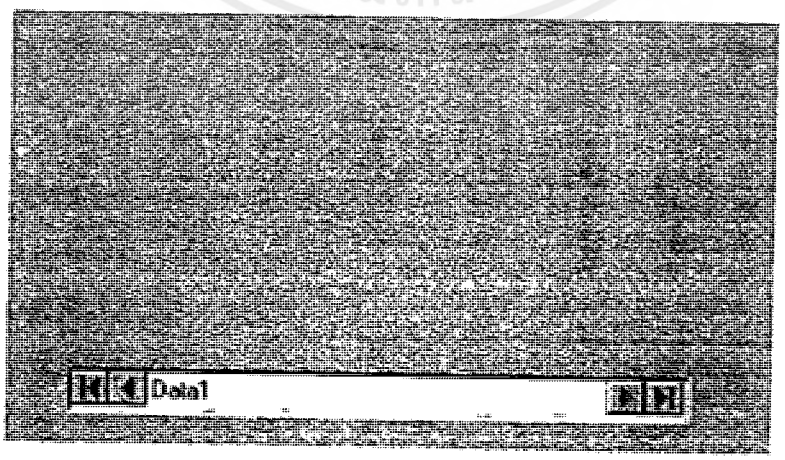
การใช้ Data Control นั้นมีข้อดีอยู่ว่าใช้งานค่อนข้างง่าย เพราะมีลักษณะการใช้เหมือน Control ประเภทอื่นๆ เช่น คอนโทรลแสดงและรับตัวอักษร (Text Box)

Data Control มีลักษณะแสดงเป็นฟอร์ม เพื่อเป็นการตอบโต้กับผู้ใช้โดยตรง ซึ่งเกิดเป็นเหตุการณ์ ขึ้นกับ Data Control นั้นๆ

การใช้งาน Data Control

วิธีการใช้ Data Control ในการจัดการกับฐานข้อมูลมีดังนี้

1. กำหนด Data Control ขึ้นในฟอร์มที่เราต้องการจะใช้ จะได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แบบฟอร์ม Data Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.จากนั้นกำหนดค่าคุณสมบัติ (property) ที่สำคัญบางตัวที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.1 กำหนดค่าคุณสมบัติ

คุณสมบัติ	ความหมาย
Databasename	เพื่อบอกว่าเราต้องการจะใช้ดาต้าคอนโทรลนี้กับข้อมูลตัวใด โดยระบุชื่อฐารข้อมูลนั้นเลย
Recordsource	สำหรับกำหนดค่าที่จะกำหนดให้คุณสมบัติตัวนี้ อาจจะกำหนดเป็นชื่อของตาราง (table) ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลที่เรากำหนดใน databasename
ReadOnly	กำหนดให้เป็น True หากต้องการจะเปิดใช้ฐานข้อมูลให้อ่านเพียงอย่างเดียว โดยค่าเริ่มต้นที่กำหนดจะเป็น false
Connect	เป็นการระบุว่าฐานข้อมูลที่เราจะใช้นั้น เป็นฐานข้อมูลแบบใดเป็น MS-Access หรือว่าเป็น Dbase หรือว่าเป็นฐานข้อมูลภายนอกที่ต้องผ่าน ODBC ซึ่งค่าที่กำหนดในที่นี้ จะเหมือนกับค่าพารามิเตอร์ Connect ที่เราต้องกำหนดในตอนสั่ง OpenDatabase
Exclusive	กำหนดว่าเป็น True หรือ False เท่านั้น ซึ่งจะหมายถึงว่าฐานข้อมูลที่กำหนดให้กับดาต้าคอนโทรลตัวนี้เราต้องเปิดแบบให้ใช้คนเดียว(กำหนดให้เป็น True) หรือต้องการที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลร่วมกับผู้อื่นหรือดาต้าคอนโทรลตัวอื่น(กำหนดให้เป็น False)

3.กำหนดคอนโทรลอื่นๆขึ้นบนฟอร์ม เพื่อใช้เป็นที่แสดงข้อมูลในฐานข้อมูล หรือรับข้อมูลผู้ใช้กลับเข้าไปในฐานข้อมูล ซึ่งในวิชวลเบสิกนี้จะมีคอนโทรลต่างๆดังนี้

คอนโทรลแสดงและรับตัวอักษร (Text Box)

คอนโทรลตัวนี้จะผูกกับฟิลด์ข้อมูลหลายๆประเภท เช่น ฟิลด์ชนิดตัวอักษร (Text) และตัวเลขในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโทรลแสดงตัวอักษร (Label)

ใช้ได้กับฟิลด์หลายๆประเภทเหมือนคอนโทรลแสดงและรับตัวอักษร แต่ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลที่แสดงนั้นได้

คอนโทรลสำหรับเลือก (Check Box)

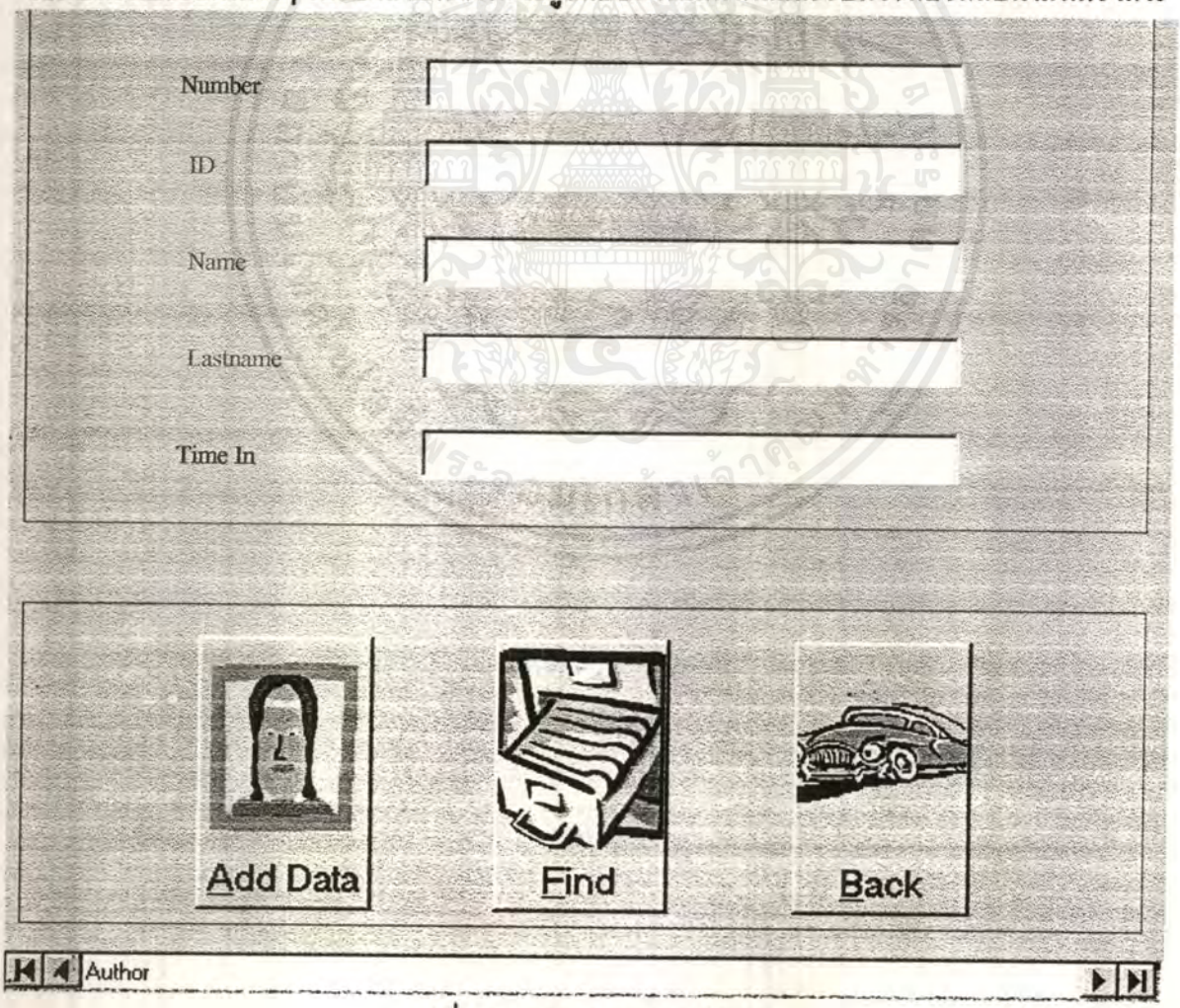
จะใช้ได้กับข้อมูลประเภทตรรกะ(Boolean) เท่านั้น ซึ่งหากในฟิลด์มีค่าเป็นจริง (True) คอนโทรลจะแสดงในรูปของการถูกเลือก

คอนโทรลแสดงรูป (Picture Box)

จะใช้ผูกเข้ากับฟิลด์ข้อมูลประเภทรูปภาพเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นฟิลด์ประเภทบันทึก (memo) หรือ Long Binary

คอนโทรลแสดงและรับตัวอักษรแบบควบคุม (Masked Edit)

ใช้กับฟิลด์ประเภทต่างๆ โดยเราสามารถจัดการรูปแบบการแสดงผลและรับตัวอักษรกลับตามที่ต้องการ



รูปที่ 3.5 การออกแบบคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการใช้ฟังก์ชัน Seek

Seek เป็นการหาข้อมูล หรือ เรคคอร์ด ที่ต้องการ โดยค้นหาจากดรรชนี แต่มีข้อจำกัดคือ จะใช้ได้กับออปเจ็คประเภทตารางเท่านั้น

ตัวอย่างรูปแบบการใช้

```
table_object.Index  =  index_name
table_object.Seek    comparison_operate,comparison_value
```

index_name คือตัวแปรค่าคงที่ที่เป็นชนิดตัวอักษร มีค่าเป็นชื่อของดรรชนี

comparison_operater เป็นตัวแปรหรือค่าคงที่ชนิดตัวอักษร ระบุวิธีการเปรียบเทียบ จะกำหนดได้เพียง =, <> , > , < ,>= ,=< เท่านั้น

comparison_value เป็นตัวแปรชนิดของฟิลด์ที่ต้องการค้นหา

การอ่านค่าหรือกำหนดค่าของฟิลด์ในเรคคอร์ดในตำแหน่งนั้น

เมื่อระบุตำแหน่งที่ต้องการได้แล้ว เราจะอ่านค่าของฟิลด์ต่างๆ ในเรคคอร์ดตำแหน่งนั้นได้ หรือทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าของฟิลด์ในตำแหน่งนั้นให้เป็นตามที่ต้องการ

วิธีง่ายต่อการระบุค่าที่อยู่ในฟิลด์ ทำได้โดยอ้างถึงชื่อฟิลด์ที่ต้องการ ด้วยรูปแบบดังนี้

```
recordset_object.field("field_name").value
```

ดังตัวอย่างนี้ เป็นการอ่านค่าหมายเลขพนักงาน (EmpID) ของเรคคอร์ดที่ตำแหน่งชี้ปัจจุบันของตาราง EmployeeTB

```
Current_EMP_Id= EmployeeTB.Fields("EmpID").value
```

วิธีการกำหนดค่าให้กับฟิลด์

หากมองว่าในออปเจ็คเร็คคอร์ดเซ็ท ก็เป็นเหมือนตัวแปรใดๆตัวหนึ่งแล้ว วิธีการกำหนดค่าก็ทำได้ลักษณะเดียวกับตัวแปรชนิดอื่นๆ ต่างกันเพียงวิธีการอ้างฟิลด์เท่านั้น

ดังรูปแบบ

```
recordset_object.Fields("fields_name").value = value
```

ตัวอย่างเช่น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มข้อมูลใหม่

วิธีการเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าไปในเรคคอร์ดเซ็ทนั้น ต้องเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานกับออปเจ็คเร็คคอร์ดเซ็ทนั้นๆ 2 ฟังก์ชันด้วยกัน คือ AddNew และ Update โดยมีรูปแบบการใช้ฟังก์ชันดังนี้

recordset_object.AddNew เป็นการสั่งให้เพิ่มเร็คคอร์ดว่างๆหนึ่งเรคคอร์ดแล้วตามด้วยคำสั่งสำหรับกำหนดค่าให้กับฟิลด์ต่างๆตามต้องการ

ดังตัวอย่างที่แสดง เป็นการเพิ่มข้อมูลตำแหน่งงานใหม่สำหรับ Programmer

```
JobTB.Addnew                    'สร้างเรคคอร์ดใหม่ในตาราง
    JobTB.Fields("JobCode") = "PRGM"     'กำหนดค่าฟิลด์
    JobTB.Fields("JobName") = "Programmer"  'ชื่อเรคคอร์ดใหม่
JobTB.Update                    'แก้ไขข้อมูลเป็นตามที่กำหนด
```

การแก้ไขข้อมูลเดิม

ทำได้โดยต้องเรียกการทำงานฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชัน แต่ต้องเลื่อนตำแหน่งไปยังข้อมูลที่ต้องการแก้ไขเสียก่อน โดยอาจใช้ Move, Find , Bookmark

```
recordset_object.Edit           'ประกาศว่าเริ่มแก้ไขข้อมูลที่ตำแหน่งตัวชี้
'กำหนดค่าให้กับฟิลด์ที่ต้องการเปลี่ยนค่า
recordset_object.Fields("Field_name") = new_value
.....
Recordset_object.update         'สั่งให้เปลี่ยนข้อมูลในฐานข้อมูลได้
```

ตัวอย่างการใช้งาน จะแสดงส่วนคำสั่งทร่ต้องการแก้ไขจากหน่วยความจำจาก DVLP ให้เป็น R&D ในทุกๆเรคคอร์ดของตาราง Job_History

```
JobhistoryTB.Findfirst = " DeptCode "  = "DVLP""
Do While No JobhistoryTB.Nomatch
        JobHistoryTB.Edit
            JobhistoryTB.Fields("DeptCode") = "R&D"
JobhistoryTB.Update
JobhistoryTB.Findnext"DeptCode  = 'DVLP'"
Loop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

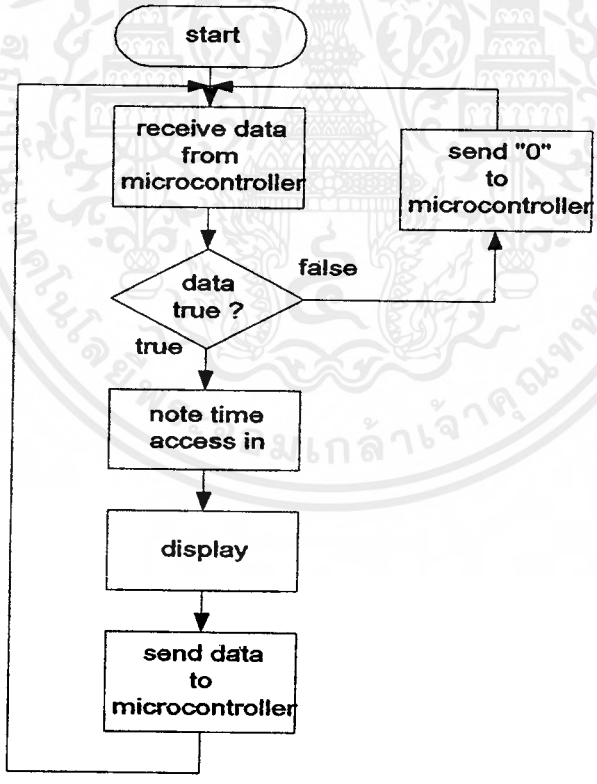
การลบข้อมูล

ให้เรียกฟังก์ชันการทำงาน Delete กับเรคคอร์ดเซ็ทนั้น โดยเลื่อนตำแหน่งไปยังเรคคอร์ดเซ็ทที่ต้องการเสียก่อน โดยมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

recordset_object.Delete

ตัวอย่างนี้เป็นการลบข้อมูลทั้งหมดใน Job_history ของพนักงานที่มี ID เท่ากับ 1

```
JobHistoryTB.FindFirst = " EmpID = 1 "
Do While Not JobHistoryTB.EOF
    JobHistoryTB.Delete
    JobHistoryTB.FindNext = " EmpID = 1 "
Loop
```



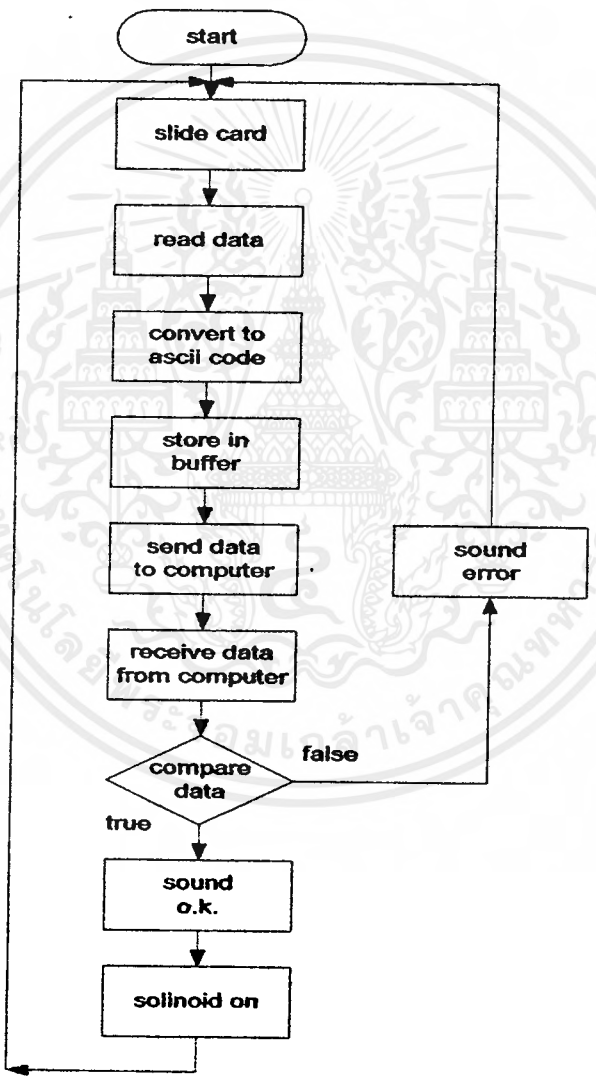
รูปที่3.6 ผังโปรแกรมควบคุมการทำงานบนไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเริ่มทำงานเมื่อมีข้อมูลส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทำการตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ เมื่อทำการตรวจสอบเสร็จสิ้นแล้ว หากข้อมูลถูกต้องโปรแกรมจะทำการบันทึกเวลาแล้วแสดงผล จากนั้นจะส่งสัญญาณตอบรับกลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อสิ้นสุดการทำงานโปรแกรมควบคุมจะกลับสู่สภาวะการทำงานเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง

2. การออกแบบ Soft ware บน Board MCS - 51

ใช้ภาษา C51 ของ Frankin ในการเขียนโปรแกรม โดยสามารถสั่งการไปยัง Mcs-51 ได้ รูปแบบการใช้งานทั่วไปจะประกอบด้วย การอ้างถึง Address ของ Memory ใน MCS-51 โดยทั่วไปจะมีคำสั่ง Sbit,Xbyte เป็นคำสั่งเข้าถึง Memory



รูปที่ 3.6 ผังโปรแกรมควบคุมบนไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

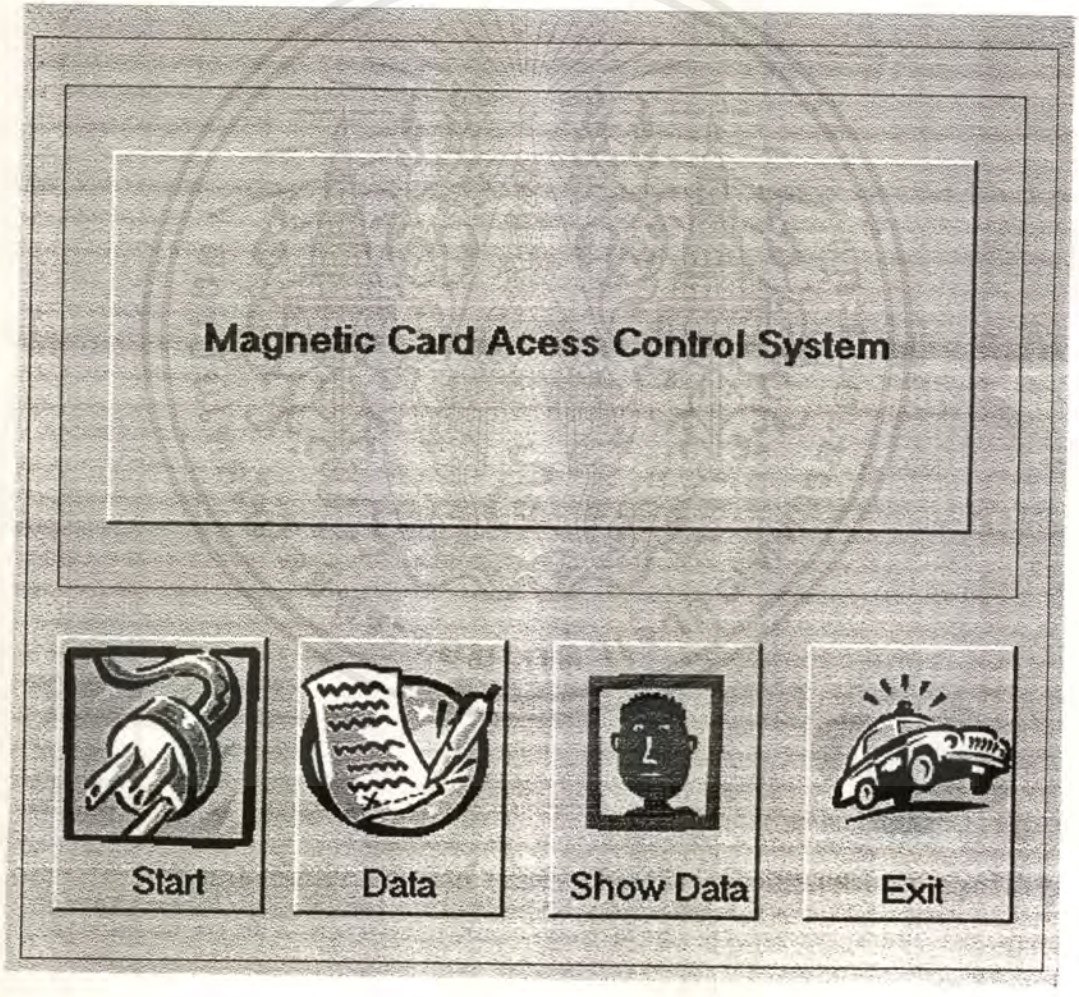
โปรแกรมเริ่มทำงาน เมื่อมีการตั้งค่าต่างๆ ในการสื่อสารแบบอนุกรม เพื่อรอรับรหัสสัญญาณจากการรูดบัตรแถบแม่เหล็ก จนเมื่อมีการรูดบัตรแถบแม่เหล็ก โปรแกรมจะทำการอ่านรหัสข้อมูลที่เข้ามาแล้วทำการแปลงเป็นรหัสแอสกี และส่งข้อมูลไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผลและรอรับสัญญาณตอบรับข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อทำการควบคุมวงจรกำเนิดเสียงและวงจรควบคุมโซลินอยด์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะไปรอรับสัญญาณที่เกิดจากการรูดบัตรใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

เมื่อทำการออกแบบ สร้างเครื่องควบคุมการเข้า โดยใช้บัตรแม่เหล็ก และ เขียนโปรแกรมควบคุม เสร็จสมบูรณ์แล้ว สามารถนำเครื่องดังกล่าวมาทำการทดลองได้ดังนี้

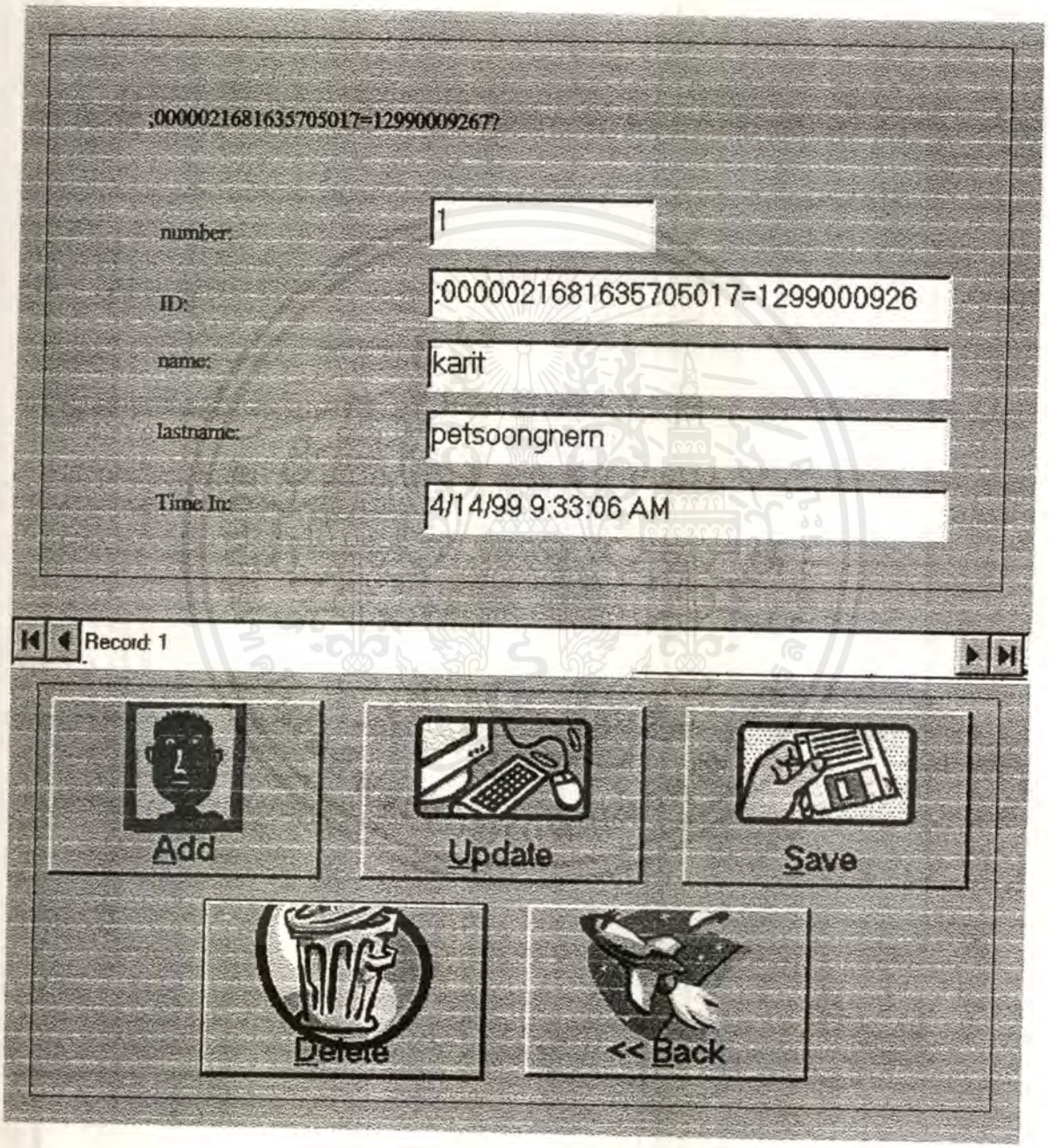
1. ต่อเครื่องควบคุมเข้าที่พอร์ตคอม 1 ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
2. เข้าโปรแกรมและเลือกการทำงานจากเมนูหลัก โดยเลือกที่ปุ่ม Data ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอการเข้าโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกปุ่ม Add Data ซึ่งจะแสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลขึ้นมา เมื่อกดปุ่ม Add จะเป็นหน้าจอว่าง สำหรับการป้อนข้อมูล ทำการสไลด์บัตรแถบแม่เหล็กที่เครื่องอ่านบัตร จะปรากฏรหัสของบัตรขึ้นที่จอ จากนั้นป้อนข้อมูลลงไปในแบบฟอร์มที่กำหนดบนหน้าจอ เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จแล้ว กดปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกข้อมูล ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.2

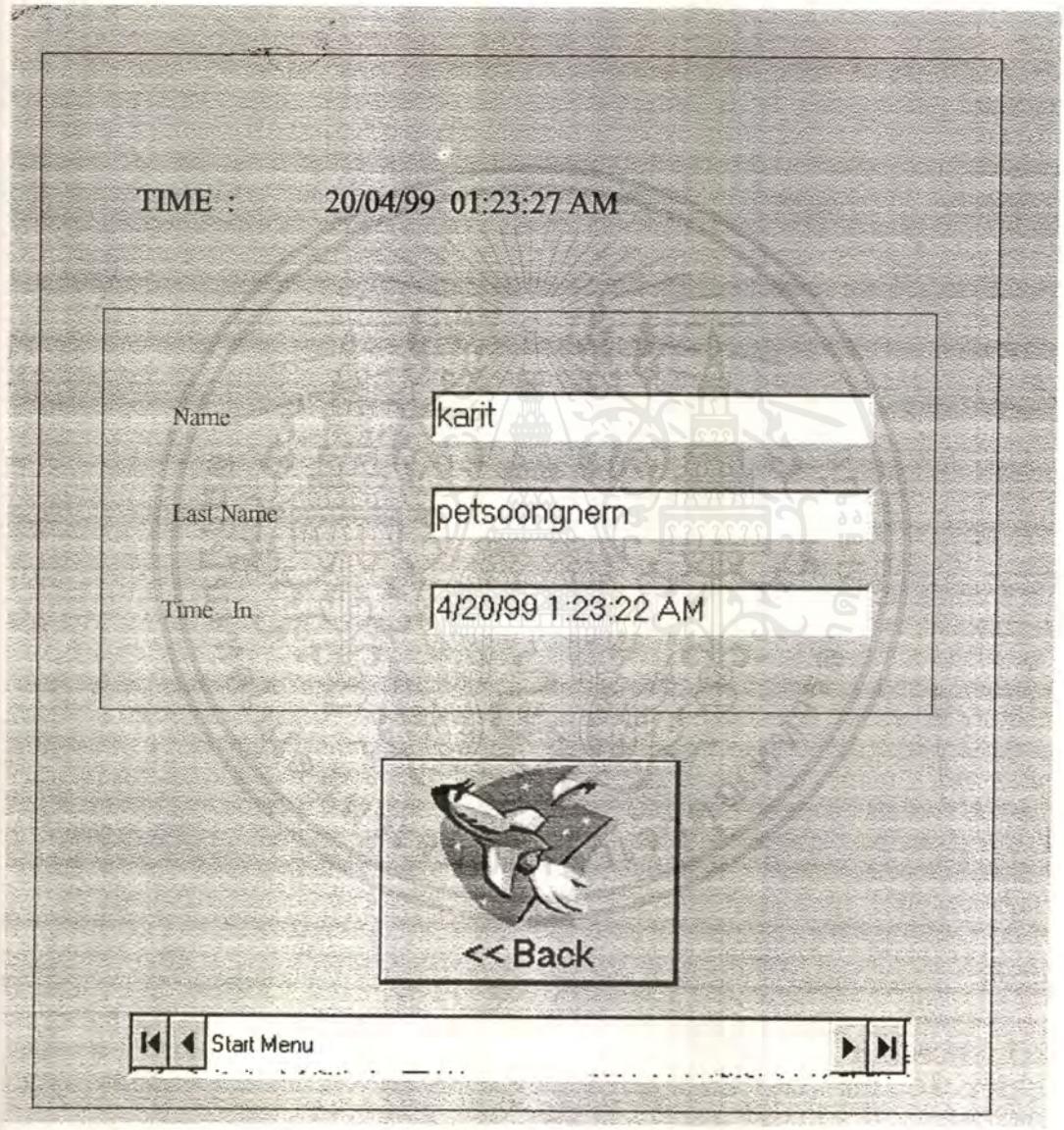


รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กลับมาที่เมนูหลัก ทำการกดปุ่ม Reset ที่เครื่องควบคุม เพื่อ Set ระบบให้พร้อมที่จะทำงาน

5.ทดสอบระบบการเข้า โดยเลือกปุ่ม Start ขณะนี้โปรแกรมพร้อมที่จะทำงาน จากนั้น สไลด์บัตรแถบแม่เหล็ก ที่ทำการป้อนข้อมูลแล้ว โซลินอยด์จะทำงานและจะปรากฏข้อมูลและเวลาการเข้าขึ้นที่หน้าจอไมโครคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอทดสอบระบบการเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอผลงานเกี่ยวกับระบบควบคุมการเข้าโดยใช้บัตรแถบแม่เหล็กซึ่งใช้เพื่อตรวจสอบข้อมูลของผู้ที่ผ่านเข้า โดยมีการบันทึกรูปเวลาไปในหน่วยความจำของระบบ ซึ่งใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผลฐานข้อมูลซึ่งพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Visual Basic และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอ่านรหัสข้อมูลที่ทำการอ่านบัตรแถบแม่เหล็กจากหัวอ่านบัตรแถบแม่เหล็ก โดยสรุปแล้วผลการทดลองดังกล่าวผู้จัดทำโครงการคิดว่า ประสิทธิภาพของเครื่องในส่วนของการอ่านข้อมูลและประมวลผลได้ผลเป็นที่น่าพอใจสามารถทำงานได้จริง

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการทดลองการทำงานของระบบ ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถแก้ไขได้ดังนี้

1.อุปกรณ์ที่นำมาต่อวงจรบางตัวอาจไม่ตรงกับวงจรทางทฤษฎี ทำให้เกิดค่าผิดพลาดในการทำงานจริง สามารถแก้ปัญหาได้โดยทำการทดลองวงจรในแผงทดลองก่อนโดยใช้ค่าอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงที่สุดนำมาทดลอง ซึ่งทำให้การทำงานของวงจรได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

2.การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับ-ส่งข้อมูลกับไมโครคอมพิวเตอร์มีความผิดพลาดสูง ซึ่งแก้ปัญหาได้โดยใช้การอินเตอร์รัพท์เข้ามาช่วย ซึ่งทำให้การรับ-ส่งข้อมูลมีประสิทธิภาพและถูกต้องยิ่งขึ้น

3.แหล่งข้อมูลที่จะค้นคว้าเกี่ยวกับบัตรแถบแม่เหล็กมีน้อย บางครั้งต้องมีผลประโยชน์ตอบแทนก่อนจึงจะได้ข้อมูล

5.3 การพัฒนาโครงงาน

โครงงานที่สร้างขึ้นนี้ สามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถในวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ แต่สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานได้อีก ดังเช่นต่อไปนี้

1.พัฒนาส่วนแสดงผลและเมนู ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และสามารถใช้ระบบมัลติมีเดียเข้ามาใช้เพื่อให้ดูสวยงามน่าใช้งานมากขึ้นได้

2.พัฒนาในส่วนควบคุมบนไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครคอมพิวเตอร์ ให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ในการทำงานเพิ่มมากขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

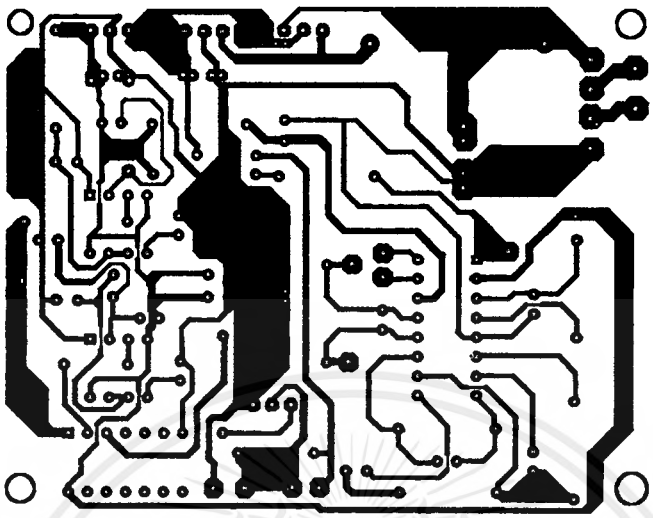
บรรณานุกรม

1. ธีรวัฒน์ ประกอบผล. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ฉบับปรับปรุง. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : แซทโฟร์ พริ้นติ้ง ,2541
2. วิสาร กำจรเวทย์. Visual Basic ฉบับ Database. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น, 2539
3. ไกรวุฒิ โรจน์ประเสริฐสุด. เข้าใจ/สร้าง/เล่น ไมโครโปรเซสเซอร์ 2. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น,2539
4. ธนัญชัย จำนงค์ภักดี, ธาริน สิทธิธรรมชารี. Microsoft Visual Basic Version 5 . กรุงเทพฯ : ซัคเวส มีเดีย.
5. กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, จำลอง ครูอุตสาหะ. Visual Basic ฉบับ โปรแกรมเมอร์. กรุงเทพฯ : ไทยเจริญการพิมพ์,2541
6. Richard Barnett, PE, PhD. THE 8051 FAMILY OF MICROCONTROLLERS. United State of America : Prentice-Hall,1995
7. http://www.MAGTEKcom

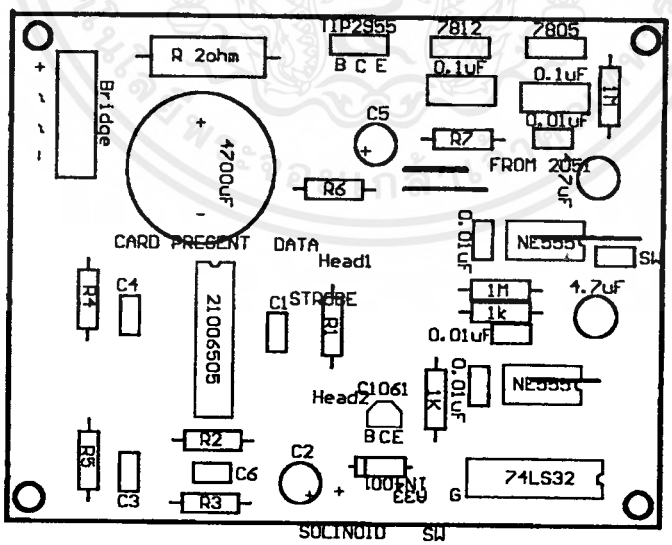
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ลายวงจรพิมพ์ของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก.1ลายวงจรพิมพ์ของเครื่อง



รูป ก.2 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรพิมพ์ของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
โปรแกรมการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมและแสดงผลบนไมโครคอมพิวเตอร์

```
'Main Menu
    Option Explicit
    Private Sub Command1_Click()
        Dim start As New Form2
            Hide
             start.Show
    End Sub
    Private Sub Command2_Click()
        Dim data As New Form5
            Hide
             data.Show
    End Sub
    Private Sub Command3_Click()
        Dim show1 As New Form4
            Hide
             show1.Show
    End Sub
    Private Sub Command4_Click()
        End
    End Sub

'Start Control
    Option Explicit
    Private Sub Command1_Click()
        Dim main As New Form1
            MSComm1.PortOpen = False
            Hide
            main.Show
    End Sub
    Private Sub Form_Load()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Dim Instring As Variant
    Dim d1 As Variant
        MSComm1.CommPort = 1
        MSComm1.RThreshold = 1
        MSComm1.PortOpen = True
End Sub
Private Sub MSComm1_OnComm()
    Dim a, b, c As Integer
    Dim buffer As Variant
    Dim d1 As Variant
    Dim dbsperson As Database
    Dim rstperson As Recordset
    Dim strperson As String
    Dim Data1 As Variant
      d1 = ""
      delay
      d1 = MSComm1.Input
      a = InStr(1, d1, ";", 0)
        If a <> 0 Then
        b = InStr(1, d1, "?", 0)
        Data1 = Mid(d1, a, (b - a) + 1)
        c = InStr(1, Data1, ";", 0)
         If b > c Then
         Label5.Caption = Mid(Data1, c, (b - c) + 1)
       End If

                    End If
 Set dbsperson = OpenDatabase("c:\karit\db3.mdb")
    Set rstperson = dbsperson.OpenRecordset(_
          "table1", _
          dbOpenDynaset)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        strperson = "ID = '" & Data1 & "'"
      With rstperson
          .MoveLast
          .FindFirst strperson
        If .NoMatch = False Then
          out1
        If rstperson("check in") = "0" Then
          Label5.Caption = Format(Now, "hh:mm:ss  AMPM")
          Timer1.Enabled = False
          d1 = Now
          .Edit
          rstperson("Time In") = d1
          .Update
        End If
          Text1.Text = rstperson("name")
          Text2.Text = rstperson("lastname")
          Text3.Text = rstperson("Time In")
        End If
        If .NoMatch = True Then
          out0
        End If
    End With
  rstperson.Close
  dbsperson.Close
End Sub
Private Sub out0()
  Dim z As Variant
        MSComm1.Output = Chr$(0)
        delay
        z = ""
        delay
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            z = MSComm1.Input
        End Sub
        Private Sub out1()
            Dim R As Variant
            MSComm1.Output = Chr$(1)
            delay
            R = ""
            delay
            R = MSComm1.Input
        End Sub
        Private Sub delay()
            Dim x As Variant
            For x = 0 To 150000
            Next x
        End Sub
        Private Sub Timer3_Timer()
        Label6.Caption = Format(Now, "dd/mm/yy  hh:mm:ss AMPM")
        End Sub
'Find Data menu
        Option Explicit
        Private Sub addcmnd_Click()
            Dim add As New frmtable1
            Hide
            add.Show
        End Sub
        Private Sub findcmnd_Click()
            Dim buffer As Variant
            Dim d1 As Variant
            Dim dbsperson As Database
            Dim rstperson As Recordset
            Dim strperson As String
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Dim Data1 As Variant
    Dim strFirstName As Variant
Set dbsperson = OpenDatabase("c:\karit\db3.mdb")
Set rstperson = dbsperson.OpenRecordset( _
        "table1", _
        dbOpenDynaset)
    strFirstName = Trim(InputBox( _
    "Enter first name:"))
    strperson = "name = '" & strFirstName & "'"
    With rstperson
            .MoveLast
            .FindFirst strperson
      If .NoMatch = False Then
        Author_number.Text = rstperson("number")
        Author_ID.Text = rstperson("id")
        Author_name.Text = rstperson("name")
        Author_lastname.Text = rstperson("lastname")
        Author_timein.Text = rstperson("time in")
      End If
        If .NoMatch = True Then
        MsgBox ("Can't Find Data !!")
      End If
     End With
    rstperson.Close
    dbsperson.Close
End Sub
  Private Sub delay()
    Dim x As Variant
        For x = 0 To 150000
        Next x
  End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub backcmd_Click()
        Hide
        Form1.Show
    End Sub

'Data Menu
  Private Sub Form_Load()
    Dim instring As Variant
    Dim d1 As Variant
      MSComm1.CommPort = 1
      MSComm1.RThreshold = 1
      MSComm1.PortOpen = True
  End Sub
  Private Sub cmdAdd_Click()
      datPrimaryRS.Recordset.AddNew
  End Sub
  Private Sub cmdDelete_Click()
      With datPrimaryRS.Recordset
       .Delete
       .MoveNext
       If .EOF Then .MoveLast
      End With
    End Sub
Private Sub cmdRefresh_Click()
      datPrimaryRS.Refresh
End Sub
Private Sub cmdUpdate_Click()
      datPrimaryRS.UpdateRecord
      datPrimaryRS.Recordset.Bookmark =
datPrimaryRS.Recordset.LastModified
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub cmdClose_Click()
        Screen.MousePointer = vbDefault
        Unload Me
End Sub

Private Sub Command1_Click()
    MSComm1.PortOpen = False
    Hide
    Form5.Show
End Sub
Private Sub datPrimaryRS_Error(DataErr As Integer, Response As Integer)
    MsgBox "Data error event hit err:" & Error$(DataErr)
    Response = 0  'Throw away the error
End Sub
Private Sub datPrimaryRS_Reposition()
    Screen.MousePointer = vbDefault
    On Error Resume Next
datPrimaryRS.Caption = "Record: " &
(datPrimaryRS.Recordset.AbsolutePosition + 1)
End Sub
Private Sub datPrimaryRS_Validate(Action As Integer, Save As Integer)
    Select Case Action
        Case vbDataActionMoveFirst
        Case vbDataActionMovePrevious
        Case vbDataActionMoveNext
        Case vbDataActionMoveLast
        Case vbDataActionAddNew
        Case vbDataActionUpdate
        Case vbDataActionDelete
        Case vbDataActionFind
        Case vbDataActionBookmark
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Case vbDataActionClose
            Screen.MousePointer = vbDefault
        End Select
            Screen.MousePointer = vbHourglass
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
        Screen.MousePointer = vbDefault
End Sub
Private Sub MSComm1_OnComm()
    Dim a, b, c As Integer
    Dim buffer As Variant
    Dim d1 As Variant
    Dim Data1 As Variant
      d1 = ""
      delay
      d1 = MSComm1.Input
      a = InStr(1, d1, ":", 0)
      If a <> 0 Then
      b = InStr(1, d1, "?", 0)
      Data1 = Mid(d1, a, (b - a) + 1)
      c = InStr(1, Data1, ";", 0)
       If b > c Then
       Label5.Caption = Mid(Data1, c, (b - c) + 1)
      End If
     End If
        out0
End Sub
Private Sub out0()
    Dim z As Variant
     MSComm1.Output = Chr$(0)
    delay
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        z = ""
        delay
        z = MSComm1.Input
End Sub
Private Sub delay()
    Dim x As Variant
        For x = 0 To 150000
        Next x
End Sub

'Show All Data
    Option Explicit
    Private Sub Mnuback_Click()
        Dim main As New Form1
            Hide
            main.Show
    End Sub
    Private Sub Mnuprint_Click()
            PrintForm
    End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมระบบควบคุมการเข้าด้วยบัตรแม่เหล็กบนไมโครโปรเซสเซอร์

```
;*******************************
;* Program Read Magnetic Card *
;* Read Track2 Module5 Format *
;* HardWare   : ET CP2051 V2 *
;* Display Data Code to RS232 *
;* CPU Control : AT89C2051      *
;* Complier   : SXA51      *
;*******************************
;
DATA_MAG   EQU   P1.0          ; Data From Magnetic Card
PRESENT    EQU   P1.1          ; Enable Magnetic Card
CLK_MAG    EQU   P1.2          ; Clock Sync Magnetic Card
ORG   20H
FLAG_BUF:  DS    1             ; Flag Buffer
CHECKSUM:  DS    1
BUFFER:    DS    40            ; 40 Byte Buffer
;
START      EQU   FLAG_BUF.0     ; Start Flag Status
STOP       EQU   FLAG_BUF.1     ; Stop Flag Status
ERROR      EQU   FLAG_BUF.2     ; Error Flag Status
PARITY     EQU   FLAG_BUF.3     ; Parity Error Flag Status
ORG   0000H
PROGRAM:   MOV   SP,#128-32     ; Stack 32 Byte
MOV   FLAG_BUF,#0      ; Clear All Flag
SETB  DATA_MAG         ; Standy Signale
SETB  PRESENT
SETB  CLK_MAG
;
INIT_SR:   MOV   A,#0FDH       ; Set baud rate 9600
MOV   TH1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV   TL1,A
MOV   TMOD,#00100000B   ; TIMER1 MODE 1
CLR   ES                ; Disable serial interupt
CLR   ET1               ; Disable timer1 interupt
SETB  TR1               ; Set timer1 control
MOV   SCON,#01010000B   ; Serial mode 1
;
TEST_MAG:  LCALL  PRINT_SER
DB    'TEST MAGNETIC CARD',0DH,0AH,00
;
DSP_NUM0:  LCALL  GET_DATA          ; Get Number of Card
MOV   R0,#BUFFER
JB    ERROR,SUM_ERR
JB    PARITY,PAR_ERR
SJMP  DSP_NUM1
;
SUM_ERR:
CLR   ERROR
SJMP  DSP_NUM0
;
PAR_ERR:
CLR   PARITY
SJMP  DSP_NUM0
;
DSP_NUM1:  MOV   A,@R0
CJNE  A,#0FH,DSP_NUM2
ADD   A,#30H
LCALL  TX_BYTE          ; Display End
LJMP  DSP_NUM3
DSP_NUM2:  ADD   A,#30H
LCALL  TX_BYTE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INC    R0
SJMP   DSP_NUM1
;**********************
;* Clear Data Buffer *
;* Register : R0,ACC *
;**********************
;
CLR_BUFF:  PUSH   B
MOV    B,#40
MOV    R0,#BUFFER        ; Clear Data Buffer
CLR_BUF1:  CLR    A
MOV    @R0,A
INC    R0
DJNZ   B,CLR_BUF1
POP    B
RET
;*********************************
;* Read Data From Magnetic Card *
;* Reg.  : R1,R2,ACC,CHECKSUM  *
;*********************************
;
GET_DATA:  LCALL  CLR_BUFF          ; Clear Buffer
MOV    CHECKSUM,#0
MOV    R1,#BUFFER-1       ; Pointer to Save Data
CLR    START              ; Clear Any Flag
CLR    STOP
CLR    ERROR
;
GET_DAT0:  LCALL  GET_CLK          ; Get Start Sentinel
MOV    C,DATA_MAG
CPL    C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JB    DATA_MAG,GET_DAT0  ; Loop Until Start Bit
SETB  START              ; Strat Bit OK
;
GET_DAT1:  MOV   R2,#5           ; Modulo 5 Format Counter
CLR   A
CLR   PARITY
INC   R1                 ; Point to Next Byte Save
GET_DAT2:  JB    START,GET_DAT3  ; Get 1-Byte Data
LCALL GET_CLK
MOV   C,DATA_MAG
CPL   C
GET_DAT3:  RRC   A
CLR   START
DJNZ  R2,GET_DAT2
RR    A
RR    A
RR    A
JB    P,GET_DAT4         ; Parity Odd OK
SETB  PARITY             ; Parity Error
SJMP  GET_DAT8
;
GET_DAT4:  ANL   A,#0FH          ; Ignore Parity
JB    STOP,GET_DAT5
PUSH  ACC
XRL   A,CHECKSUM         ; Checksum Data
MOV   CHECKSUM,A
POP   ACC
GET_DAT5:  MOV   @R1,A           ; Save Data
JB    STOP,GET_DAT6      ; Stop Operation
CJNE  A,#0EH,GET_DAT1
SETB  STOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SJMP   GET_DAT1
GET_DAT6:  CJNE   A,CHECKSUM,GET_DAT7
CLR    ERROR          ; Checksum OK
SJMP   GET_DAT8
GET_DAT7:  SETB   ERROR          ; Checksum Error
GET_DAT8:  RET
;**********************
;* Get Magnetic Clock *
;**********************
;
GET_CLK:   JB     CLK_MAG,$      ; Wait Falling Clock
NOP
NOP
JNB    CLK_MAG,$      ; Wait Rising Clock
NOP
NOP
RET
;**************************
;* Send 1-Byte to RS-232 *
;* Input  : ACC          *
;* Output : Serial port *
;**************************
;
TX_BYTE:   CLR    TI
MOV    SBUF,A
JNB    TI,$
CLR    TI
RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************
;* Receive 1-Byte from RS-232*
;* Input  : BUFFER  *
;* Output :  Serial port   *
;*****************************
;
RX_BYTE:
JNB  RI,$
CLR  RI
MOV A,SBUF
JNZ  OUT
JZ    ZEE
RET
;
RX_BYTE1:
JNB  RI,$
CLR  RI
MOV A,SBUF
RET
;
;*****************************
;* OUT PORT1 *
;*****************************
;
OUT:
CPL  P1.5
LCALL  DELAY
CPL  P1.5
RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

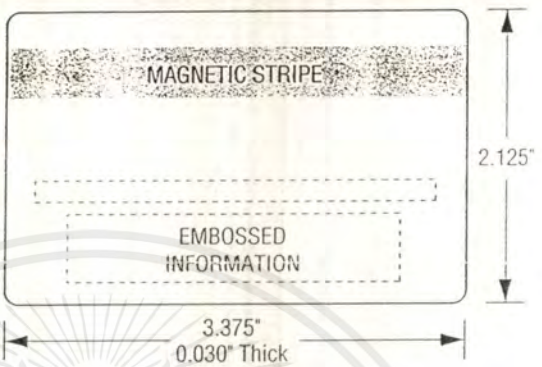
STANDARDS

MAGNETIC STRIPE CARD STANDARDS

MAGTEK

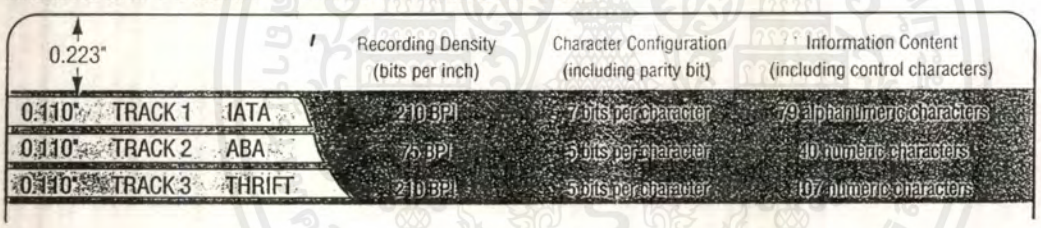
DIMENSIONS — FINANCIAL TRANSACTION CARDS

ISO 7810	Physical Characteristics of Credit Card Size Document
7811-1	Embossing
7811-2	Magnetic Stripe - Low Coercivity
7811-3	Location of Embossed Characters
7811-4	Location of Tracks 1 and 2
7811-5	Location of Track 3
7811-6	Magnetic Stripe - High Coercivity
7813	Financial Transaction Cards



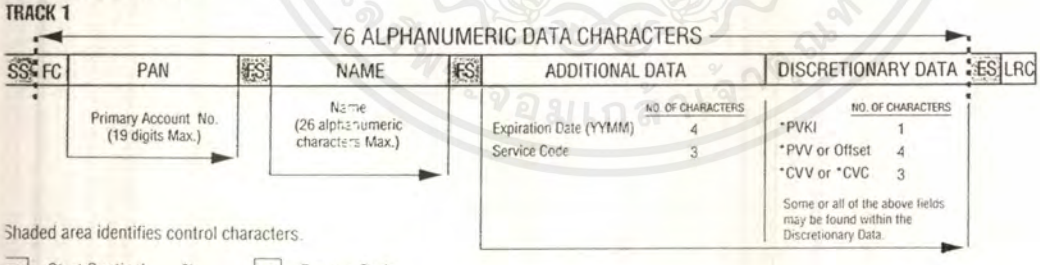
*For Copies of Specifications contact: AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
11 W. 42nd Street
New York, New York 10036
(212) 642-4900

MAGNETIC STRIPE ENCODING — FINANCIAL TRANSACTION CARDS



CARD DATA FORMAT

TRACK 1



Shaded area identifies control characters.

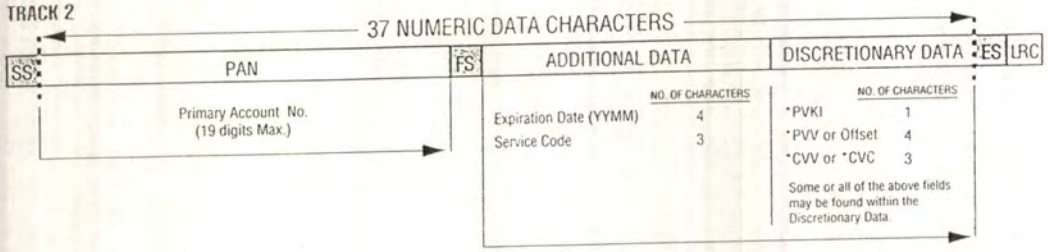
SS	Start Sentinel	%	
FS	Field Separator	^	
ES	End Sentinel	?	
FC	Format Code		
LRC	Longitudinal Redundancy Check character		

* (PVKI) PIN Verification Key Indicator
* (PVV) PIN Verification Value
* (CVV) Card Verification Value
* (CVC) Card Validation Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CARD DATA FORMAT (continued)

TRACK 2

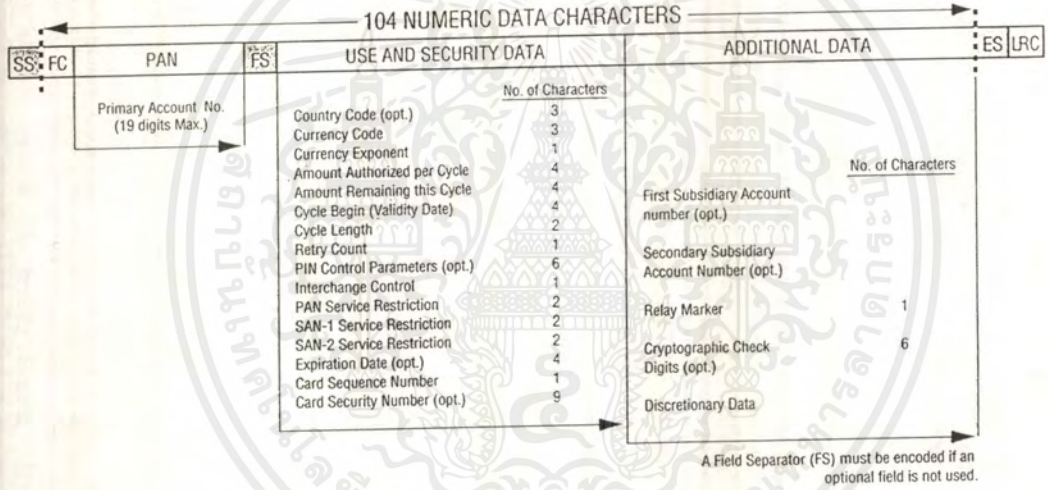


Shaded area identifies control characters.

SS Start Sentinel Hex B ; ES End Sentinel Hex F ?

FS Field Separator Hex D = LRC Longitudinal Redundancy Check character

TRACK 3 ISO 4909



Shaded area identifies control characters.

SS Start Sentinel Hex B ; FC Format Code (2 digits)

FS Field Separator Hex D = LRC Longitudinal Redundancy Check character

ES End Sentinel Hex F ?

The track formats used in this document are based on ISO Standards, however, other formats may be used.
Contact your card issuer for your exact requirements.

MAGTEK
20725 South Annalee Ave.
Carson, California 90746
(310) 631-8602 / FAX: (310) 631-3956

Part No. 99800001 2.5** © Copyright 1995 Mag-Tek Inc. 8 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAGTEK

1006505 DIP
1006506 SMD

Magnetic Stripe
F/2F Read/Decode
Integrated Circuit

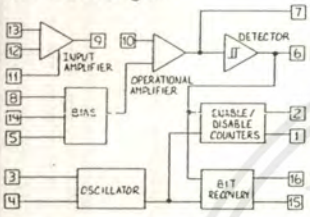
eneral Information

'ie F/2F Read/Decode Integrated circuit is intended for use in recover-
g F/2F encoded data received from a magnetic head.

eatures

150 to more than 12,000 F/2F bits per second
5 volt operation

unctional Block Diagram



unctional Description

ie F/2F Read/Decode I.C. will recover clock and data signals from an
2F data stream generated from a magnetic head. The I.C. will function
r data rates from 150 to more than 12,000 bits per second. Acquisition
d tracking of the data within this range is automatic. The F/2F Read/
ecode I.C. is composed of four functional sections:

- Linear conditioning and Detection
- Enable/Disable Counters
- Bit Recovery
- Oscillator

ie Linear Conditioning section raises the level of the magnetic head
ut signal, rejects common mode noise, conditions the signal, detects
signal, and provides a digital version of the signal for subsequent
ocessing.

ie Enable/Disable Counters provide initialization for the recovery
tion. Depending on the SELECT input, this circuit will delay either 8/
r 16/17 input transitions before enabling the Bit Recovery system. The
able remains in effect until the disable counter system detects the
sence of data.

ie Bit Recovery section locks onto the data rate and performs the
overy of individual bits from the F/2F data stream.

e Oscillator provides clock pulses for the Bit Recovery section and the
able/Disable Counters.

ectrical Characteristics

solute Maximum Ratings (Non-Operating)

pply Voltage	7.0 Volts
ltage Input Range	0 to VCC
put Sink Current	10 mA
rmal Power Dissipation	100 mW
rage Temperature Range	-55 to 150°C
ad Soldering (10 Sec)	260°C

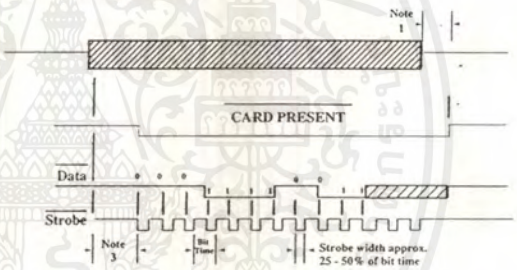
Electrical Parameters

Test Conditions: VCC = 5.00 Volts, Temperature = 25°C

Parameter	Condition	Min.	Max.	Typ.	Units
Operating Voltage (VCC)		4.75	5.25		Volts
Device Current			5		mA
Logic Low Out (VOL)	at +2.0 mA[1]	0.4			Volts
Logic High Out (VOH)	at -2.0 mA[1]		4.5		Volts
Logic Low Out (VOL)	at +0.4 mA[2]	0.4			Volts
Logic High Out (VOH)	at -0.4 mA[2]		4.5		Volts
Oscillator Frequency	[3]			3.7	MHz
Operating Temp. Range		-30°	70°		C

Notes:
1. TTL/CMOS compatible. Outputs covered include the following: Card Present Out, Read Data Out, and Read Strobe Out.
2. LSTTL/CMOS compatible. F/2F out only.
3. Frequency measured using R4 and C4 component values. Refer to "Application Information".

Signal Timing Diagram



Notes:
1. CARD PRESENT returns to high level approx. 50 mSec after last flux transition.
2. DATA is valid 1.0 uSec (min.) before the negative edge of STROBE.
3. 8 or 9 head flux reversals for low density configuration, 16 or 17 for high density configuration

DATA

The DATA signal is valid while the STROBE is low. If the DATA signal is high, the bit is a zero. If the DATA signal is low, the bit is a one.

STROBE

The STROBE signal indicates when DATA is valid. It is recommended that DATA be loaded by the user with the leading edge (negative) of the STROBE.

Card Present

CARD PRESENT will go low after 8th/9th flux reversal from the recorded card or the 16th/17th depending on the density selection of Pin 2. It will return high if Reset or 50 milliseconds after the last flux reversal.

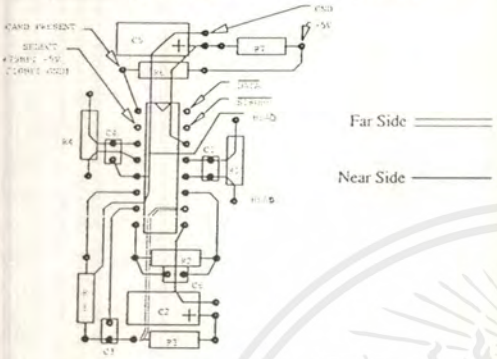
When no card is being moved through the unit, the Data, Strobe and Card Present signals are high.

The signal timing diagram shown above represents the data along with other signals that are generated during the reading process.

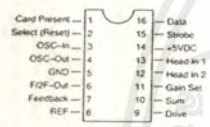
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PC Board Layout Requirements

The I.C. is a combined digital and analog system. The analog signal inputs can be very low level. Good layout practice requires that there be physical separation of head and other analog signals from the digital outputs of the I.C. The digital signals are DATA, STROBE, CARD PRESENT, OSC-IN, OSC-OUT and F/2F OUT. The analog signals are HEAD IN 1, HEAD IN 2, FEEDBACK, REF, GAIN SET, SUM and DRIVE. This requires that these signals do not pass near each other on either side of the PC Board. The layout below is used to illustrate the above requirements.



Connection Diagram (Pin Outs)

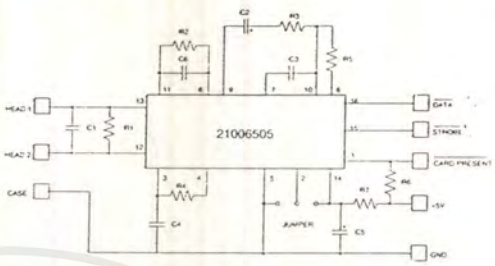


Reset Feature

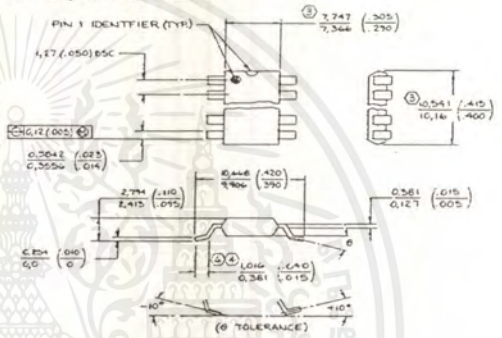
In normal operation, the I.C. resets itself approximately 50 milliseconds after the last flux reversal from the magnetic head. Reset may be forced by applying a pulse to the reset pin. This pin is programmed as either Ground or VCC depending on the density. A pulse of 1.0 to 100 microseconds on this pin will reset the I.C. If the SELECT pin is programmed to VCC, then the pulse must be a negative pulse. If the SELECT pin is programmed to ground, then the pulse must be positive. The pulse levels must meet standard CMOS voltage levels.

Recommended Circuit

These circuits are intended for use in systems employing F/2F data. The characteristics of the magnetic head define the circuit component values. See chart below for component values. Note that the circuitry for low density (up to 130 BPI) differs from the circuitry required for high density (above 130 BPI).



SMD Physical Dimensions



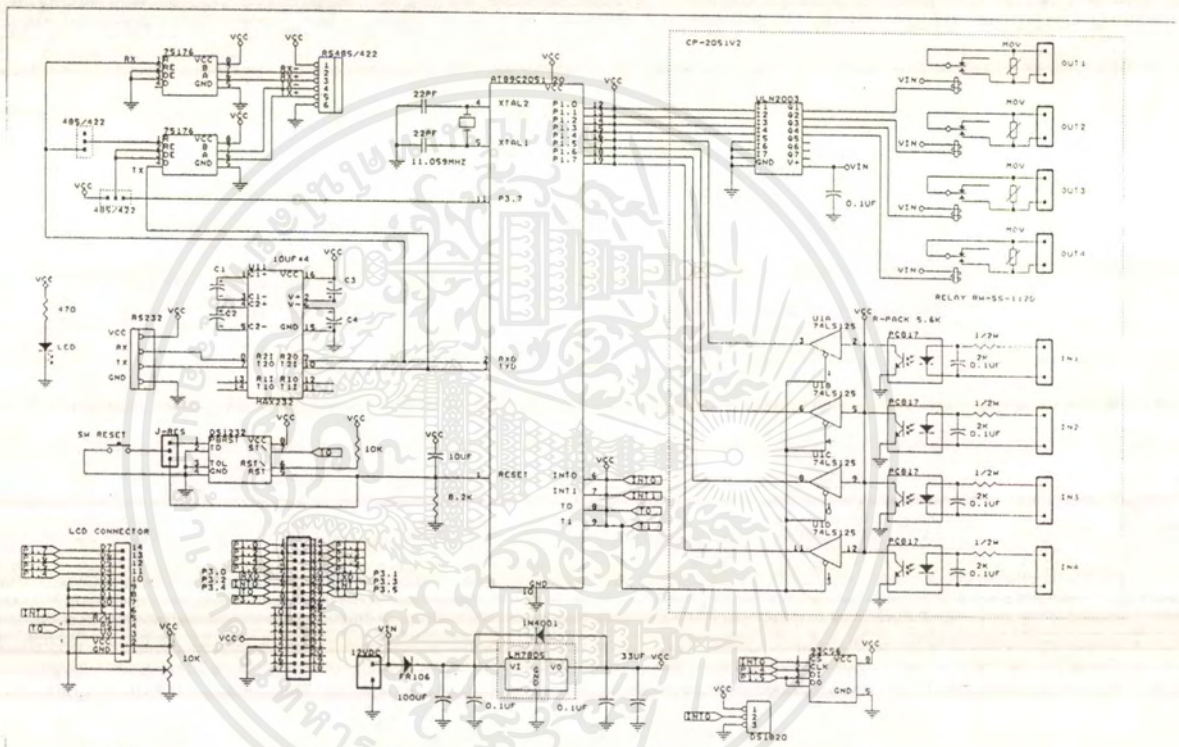
NOTES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
1. DIMENSIONS IN MM (IN).
2. DIMENSION AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M-1982.
3. REFERENCE DATUM (MOLD FLASH NOT INCLUDED).
4. LENGTH OF TERMINAL FOR SOLDERING.
5. FLAMMABILITY RATING UL 94V-0
6. THERMAL RESISTANCE JA = 225, JC = 190

	Tk 2 Head P/N 68100025 Tk 2 Head/Spring P/N 21052019	Tk 1,2,3 Head/Spring P/N 21052023		Tk 1,2 Head P/N 68100065 Tk 1,2 Head/Spring P/N 21052045		
REF DES	75 BPI	75 BPI	210 BPI	75 BPI	210 BPI	UNITS
R1	36K	18K	18K	36K	36K	Ohms
R2	33K	33K	22K	33K	22K	Ohms
R3	2K	2K	330	2K	330	Ohms
R4	1K	1K	1K	1K	1K	Ohms
R5	2M	2M	22M	2M	22M	Ohms
R6	10K	10K	10K	10K	10K	Ohms
R7	10	10	10	10	10	Ohms
C1	150	150	150	150	150	pFD
C2	22	22	0.01	22	0.01	uFD
C3	2200	2200	18	2200	18	pFD
C4	150	150	150	150	150	pFD
C5	22	22	22	22	22	uFD
C6	220	220	220	220	220	pFD
PIN 2	+5V	+5V	GND	+5V	GND	Volts

MAGTEK
20725 South Annalee Avenue, Carson, CA 90746
Phone: (310) 631-8602 • Fax (310) 631-3956

3821065 4/92/5000 © Copyright 1992, Mag-Tek, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


CP-2051V2
AT89C2051
XTAL2
XTAL1
11.059MHZ
22PF
RS485/422
MAX232
DS1232
SW RESET
LCD CONNECTOR
ULN2003
74LS125
PC817
R-PACK 5.6K
RELAY RM-5S-1120
LM7805
1N4001
FR106
12VDC
33UF
100UF
0.1UF
10K
8.2K
470
LCD
OUT1
OUT2
OUT3
OUT4
IN1
IN2
IN3
IN4
MOV
VIN
OVIN
INT0
INT1
TX
RX
P1.0
P1.1
P1.2
P1.3
P1.4
P1.5
P1.6
P1.7
P3.7
RESET
VCC
GND

Features

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

8-Bit Microcontroller with 2 Kbytes Flash

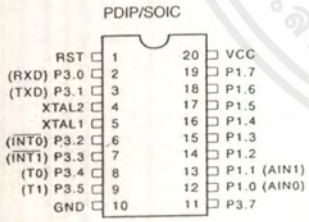
Description

The AT89C2051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 2 Kbytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and pinout. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C2051 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The AT89C2051 provides the following standard features: 2 Kbytes of Flash, 128 bytes of RAM, 15 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, a precision analog comparator, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C2051 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

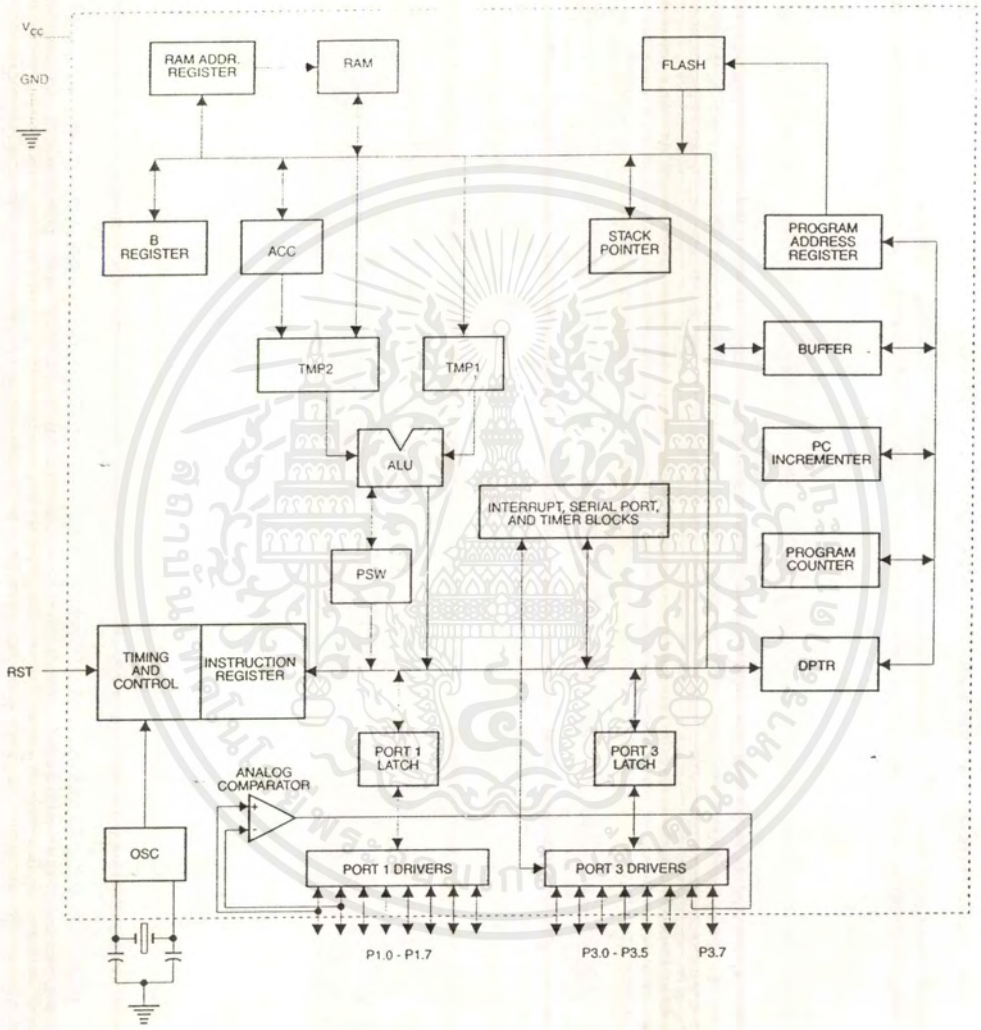
Pin Configuration

PDIP/SOIC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

Vcc

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 1

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

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

Port 3

Port 3 pins P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bidirectional I/O pins with internal pullups. P3.6 is hard-wired as an input to the output of the on-chip comparator and is not accessible as a general purpose I/O pin. The Port 3 output buffers can sink 20 mA. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C2051 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)

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

RST

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

Each machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

XTAL1

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

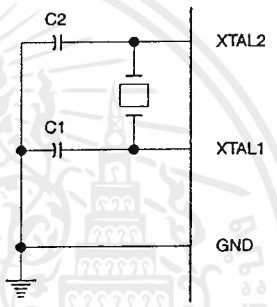
XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

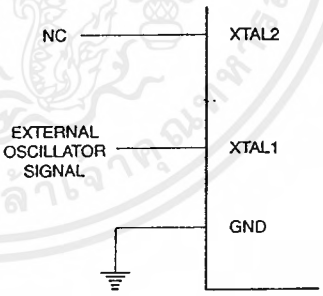
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected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

Figure 1. Oscillator Connections



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

Figure 2. External Clock Drive Configuration



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Function Registers

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

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

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

Table 1. AT89C2051 SFR Map and Reset Values

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Restrictions on Certain Instructions

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

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

1. Branching instructions:

LCALL, LJMP, ACALL, AJMP, SJMP, JMP @A+DPTR

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

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

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

2. MOVX-related instructions, Data Memory:

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Program Memory Lock Bits

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

Lock Bit Protection Modes[1]

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

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

Idle Mode

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

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

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

Power Down Mode

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

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

Programming The Flash

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

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

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

1. Power-up sequence:
   Apply power between V_{CC} and GND pins
   Set RST and XTAL1 to GND
   With all other pins floating, wait for greater than 10 milliseconds
2. Set pin RST to 'H'
   Set pin P3.2 to 'H'
3. Apply the appropriate combination of 'H' or 'L' logic levels to pins P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 to select one of the programming operations shown in the PEROM Programming Modes table.

To Program and Verify the Array:

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Polling: The AT89C2051 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P1.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

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

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

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

The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

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

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

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

Programming Interface

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

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

Flash Programming Modes

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

Notes: 1. The internal PEROM address counter is reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by a positive pulse at XTAL1 pin.
2. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.
3. P3.1 is pulled Low during programming to indicate RDY/BSY\.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Programming the Flash Memory

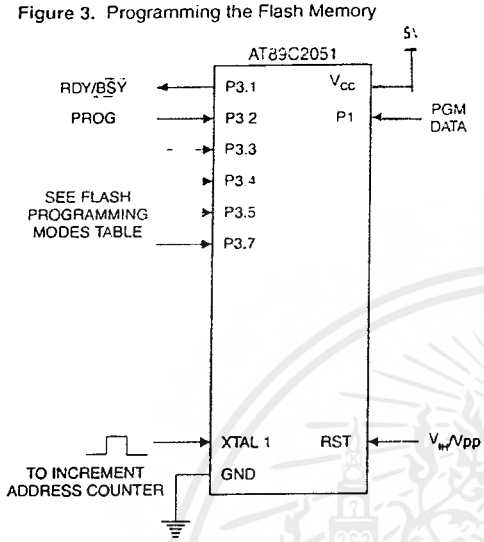
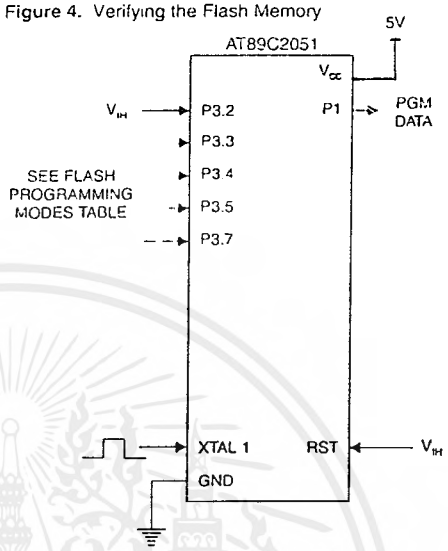


Figure 4. Verifying the Flash Memory



Flash Programming and Verification Characteristics

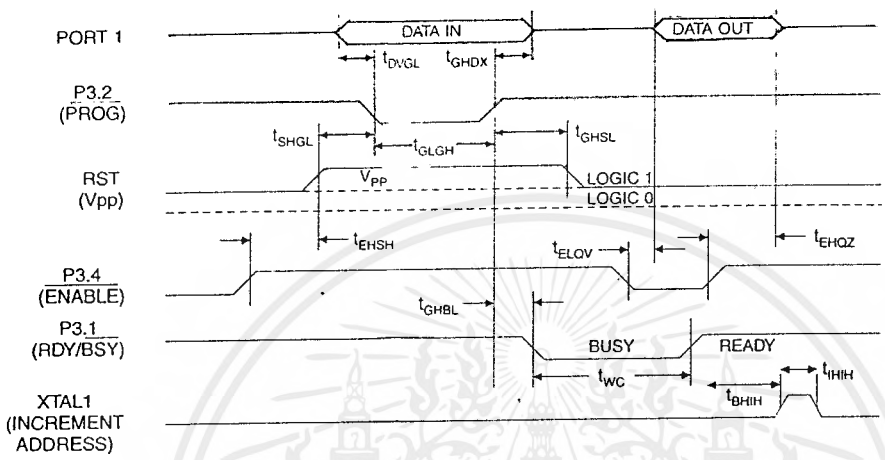
T_A = 21°C to 27°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms



Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0 V to +7.0 V
Maximum Operating Voltage	6.6 V
DC Output Current	25.0 mA

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D.C. Characteristics

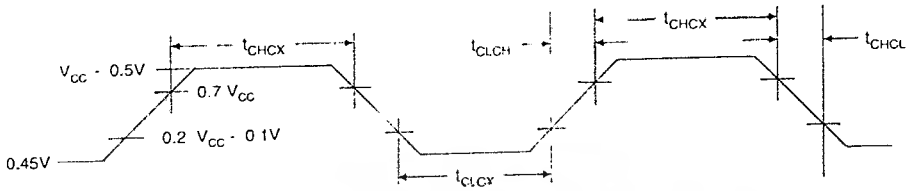
T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 2.7 V to 6.0 V (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage		-0.5	0.2 V_{CC}-0.1	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC}+0.9	V_{CC}+0.5	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC}+0.5	V
V_{OL}	Output Low Voltage[1] (Ports 1, 3)	I_{OL} = 20 mA, V_{CC} = 5 V I_{OL} = 10 mA, V_{CC} = 2.7 V		0.5	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1, 3)	I_{OH} = -80 µA, V_{CC} = 5 V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -30 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -12 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1, 2, 3)	V_{IN} = 0.45 V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 2, 3)	V_{IN} = 2 V		-750	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port P1.0, P1.1)	0 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
V_{OS}	Comparator Input Offset Voltage	V_{CC} = 5 V		20	mV
V_{CM}	Comparator Input Common Mode Voltage		0	V_{CC}	V
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz, V_{CC} = 6 V/3 V		15/5.5	mA
		Idle Mode, 12 MHz, V_{CC} = 6 V/3 V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		5/1	mA
	Power Down Mode[2]	V_{CC} = 6 V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		100	µA
		V_{CC} = 3 V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		20	µA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin:20 mA
Maximum total IOL for all output pins:80 mA
If IOL exceeds the test condition, VOL may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power Down is 2 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Clock Drive Waveforms



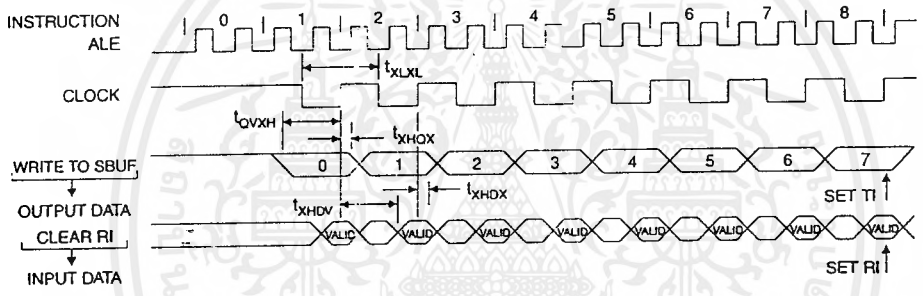
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

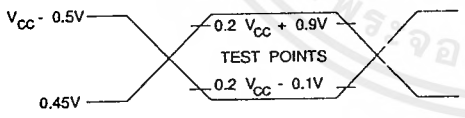
(V_{CC} = 5.0 V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-33		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		10tCLCL-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

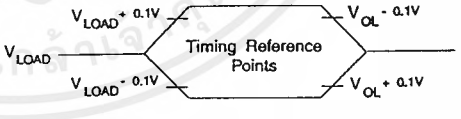


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



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

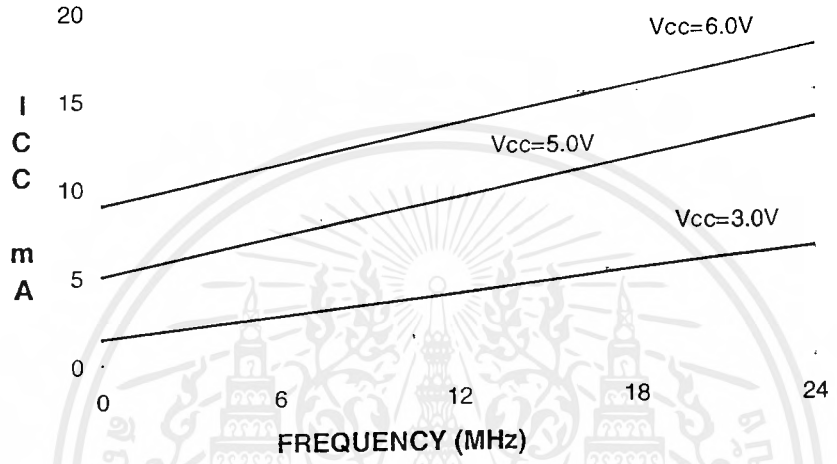
Float Waveforms[1]



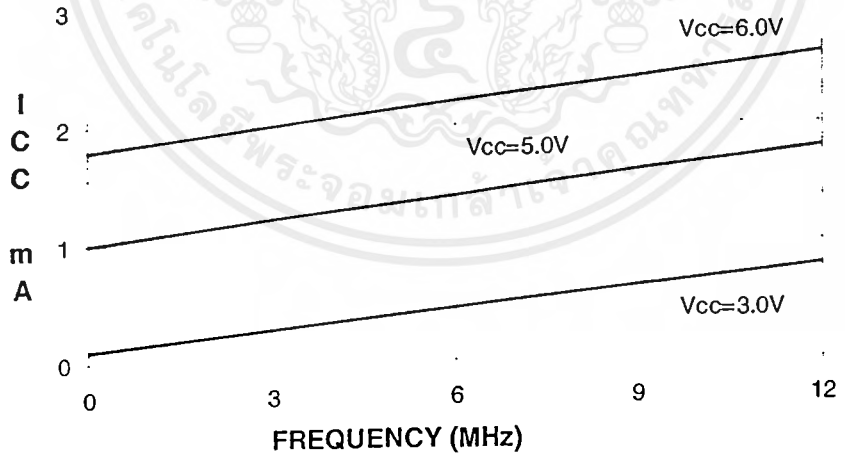
Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AT89C2051
TYPICAL ICC - ACTIVE (85°C)



AT89C2051
TYPICAL ICC - IDLE (85°C)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้