สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ

ALLOCATION CAR PARK SYSTEM

โดย

นายทวีชัย วัฒนวรวิทย์

นายปราโมทย์ แก้วกาม

เลขหมู่..............................
เลขทะเบียน 62419
วัน,เดือน,ปี 17 ส.ค. 2549

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

ALLOCATION CAR PARK SYSTEM

BY

MR. THAWEECHAI WATANAVORAVIT

MR. PRAMOTE KAEWKAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2005

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ
TITLE	ALLOCATION CAR PARK SYSTEM
โดย	นายทวีชัย วัฒนวรวิทย์ รหัสประจำตัว 46015666
	นายปราโมทย์ แก้วกาม รหัสประจำตัว 46015671
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.กนก เจนจิระพงศ์เวช
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2548

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(รศ.ดร.กนก เจนจิระพงศ์เวช)
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ

ชื่อนักศึกษา นายทวีชัย วัฒนวรวิทย์ รหัสประจำตัว 46015666

นายปราโมทย์ แก้วกาม รหัสประจำตัว 46015671

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.กนก เจนจิระพงศ์เวช

ระดับการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ และอิเล็กทรอนิกส์กับงานบริการของอาคารจอดรถยนต์ เพื่อใช้ในการควบคุมจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการ ให้มีความสอดคล้องกับจำนวนตำแหน่งรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ โดยระบบการทำงานประกอบด้วยระบบควบคุมโดยชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ระบบเซ็นเซอร์ทำหน้าที่ในการตรวจนับรถยนต์ที่ตำแหน่งประตูทางเข้า ประตูทางออก และที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ ระบบแสดงผลการทำงานเป็นแบบตัวเลขเจ็ดส่วน(7-Segment) หลอดไฟแสดงผล และจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนการเก็บข้อมูลจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดทำระบบฐานข้อมูล โดยระบบมีการทำงานอย่างอัตโนมัติ

Thesis Tital	PROVIDE CAR PARK SYSTEM
Student	MR. Thawechai Watanavoravit
	MR. Pramote Kaewkam
Advisor	Asst. Prof. Dr. Kanok Jenjirapongvach
Gradulate Level	Bechelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2005

ABSTRACT

This project proposes to apply microcontroller technology and electronics for car park system services for use in amount car control to insert be serve park a car in the car park. Though have position with a car park as usual system by microcontroller MCS-51,sensor system be used for count the car for entrance-exit and the position with a park of car, 7-Segment ,signal lamp and monitor be used for show result work and computer be used for database system. That system will be automatic to cause user have convenient in a park of car.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ก็เพราะได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.กนก เจนจิระพงศ์เวช อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.นภพินทุ์ อนันตรศิริชัย และพร้อมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำแก่ผู้จัดทำตลอดมา

รวมไปถึงบุคคลที่มีรายนามต่อไปนี้

1. นายจักรกริช ปานเรือนแสน
2. นายรุ่งโรจน์ มูฮำหมัด
3. นายสุวัจน์ เหี่ยวหอม
4. นายอภินันท์ วันขวัญ
5. นายเอกรินทร์ ศิลปนาวิน

และบุคคลอื่น ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ แต่ไม่ได้กล่าวถึง

กลุ่มผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้จัดทำ
นายทวีชัย วัฒนวรวิทย์
นายปราโมทย์ แก้วกาม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	3
1.4 สถาปัตยกรรมของระบบ	4
1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	8
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8051	8
2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	8
2.1.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	9
2.1.3 โครงสร้างของ 8051	10
2.1.4 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051	12
2.1.5 การจัดการหน่วยความจำของ 8051	14
2.1.6 ฐานเวลาในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	15
2.1.7 การทำงานของ 8051	15
2.1.8 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ	16
2.1.9 พอร์ตอินพุตและเอาท์พุต	18
2.1.10 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	21
2.1.11 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51	23
2.1.12 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51	24
2.1.13 อัตราบอดของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.14 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ 26

2.1.15 การอินเตอร์รัปต์ 27

2.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง 32

2.2.1 สวิตช์ลำแสง 33

2.2.2 แอลอีดีอินฟาเรด (Infrared LED for optical communication) 38

2.3 โฟโตทรานซิสเตอร์ 39

2.4 อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน 41

บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน 44

3.1 ส่วนประกอบโดยรวมของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ 44

3.2 หลักการทำงานของการนับและการแสดงผล 45

3.2.1 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าของอาคารจอดรถยนต์ 45

3.2.2 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าและทางออกของลานจอดรถยนต์ 46

3.2.3 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าและทางออกของแต่ละแถวหรือช่องทางจอดรถยนต์ 47

3.2.4 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งจอดรถยนต์ 48

3.3 การออกแบบและการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆ ของแบบจำลองอาคารจอดรถยนต์ 48

3.3.1 อุปกรณ์และวงจรเซ็นเซอร์ตรวจจับรถยนต์ 48

3.3.2 อุปกรณ์ควบคุม 49

3.3.3 อุปกรณ์แสดงผล 49

3.3.4 อุปกรณ์สื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ 52

3.3.5 แหล่งจ่ายไฟ 53

บทที่ 4 ผลการทดลอง 54

4.1 แบบจำลองของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ 54

4.2 การแสดงผลการทำงานของระบบ 54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.1 ส่วนของการแสดงผลจำนวนรถยนต์ทั้งหมด 54
4.2.2 ส่วนของการแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการของลานจอดรถยนต์ 56
4.2.3 ส่วนของการแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการจอดรถในแต่ละแถวของลานจอดรถยนต์ 58
4.2.4 การทำงานในส่วนของตำแหน่งจอดรถยนต์ 60
4.3 ผลการทำงานของระบบฐานข้อมูล 61
บทที่ 5 สรุป 62
5.1 สรุปการพัฒนาโครงการ 62
5.2 ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในทางเทคนิค 62
5.3 ข้อจำกัดของโครงงาน 63
5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ 63

บรรณานุกรม
ภาคผนวก ก.
ภาคผนวก ข.

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.1	สถาปัตยกรรมของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ	5
รูปที่ 1.2	ผังงานการทำโครงงาน	7
รูปที่ 2.1	โครงสร้างภายในของ 8051	9
รูปที่ 2.2	สถาปัตยกรรมภายในของ 8051	11
รูปที่ 2.3	ขาต่างๆ ของ 8051	13
รูปที่ 2.4	การจัดการพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล	14
รูปที่ 2.5	ผังเวลาของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051	15
รูปที่ 2.6	การจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ	18
รูปที่ 2.7	โครงสร้างของพอร์ตต่างๆ ของ 8051	21
รูปที่ 2.8	รูปแบบข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส	22
รูปที่ 2.9	บิตของรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม	23
รูปที่ 2.10	รายละเอียดเบื้องต้นของไอซีแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์	26
รูปที่ 2.11	วงจรเชื่อมต่อ MAX232 หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	27
รูปที่ 2.12	โครงสร้างระบบอินเตอร์รัปต์ของ 8051	29
รูปที่ 2.13	การส่งสัญญาณทางแสงโดยการใช้ LED ชนิดแกลเลี่ยมอาเซนายซ์ และตัวรับสัญญาณเป็นชนิดไดโอดแสงชนิดซิลิกอน	38
รูปที่ 2.14	วงจรของโฟโต้ทรานซิสเตอร์แบบ NPN	39
รูปที่ 2.15	คุณสมบัติทางเอาท์พุทของโฟโตทรานซิสเตอร์	40
รูปที่ 2.16	อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน จำนวน 1 หลัก	41
รูปที่ 2.17	รูปร่างและการกำหนดชื่อเซกเมนต์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	41
รูปที่ 2.18	วงจรภายในของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	42
รูปที่ 2.19	การจัดขาของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนแบบตัวคู่	42
รูปที่ 2.20	การจัดขาของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนแบบ 4 หลัก	43
รูปที่ 3.1	ส่วนประกอบโดยรวมของแบบจำลองอาคารจอดรถยนต์	44

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.2	ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าของอาคารจอดรถยนต์และในส่วนของตำแหน่งทางเข้าและทางออกของลานจอดรถยนต์	47
รูปที่ 3.3	ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าและทางออกของแต่ละแถวหรือช่องทางจอดรถยนต์	47
รูปที่ 3.4	การตรวจจับรถยนต์ของอุปกรณ์เซ็นเซอร์	48
รูปที่ 3.5	วงจรเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจจับรถยนต์	49
รูปที่ 3.6	การเชื่อมต่ออุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนกับไมโครคอนโทรลเลอร์	50
รูปที่ 3.7	การแสดงผลจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมดทางจอมินิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์	50
รูปที่ 3.8	การแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการ,จำนวนตำแหน่งจอดรถยนต์ที่ว่างอยู่และสถานะของตำแหน่งจอดรถยนต์ทางจอมินิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์	51
รูปที่ 3.9	การแสดงระบบฐานข้อมูลที่เก็บไว้ทางจอมินิเตอร์เครื่องคอมพิวเตอร์	51
รูปที่ 3.10	วงจรเชื่อมต่อ MAX232 หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	52
รูปที่ 4.1	แบบจำลองการทำงานของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ	54
รูปที่ 4.2	ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน ที่บริเวณทางเข้าของอาคารจอดรถ	55
รูปที่ 4.3	ผลการทำงานของส่วนแสดงผลจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการในอาคารจอดรถที่หน้าจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์	55
รูปที่ 4.4	ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน และหลอดไฟแสดงผลในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ยังไม่เต็ม	56
รูปที่ 4.5	ผลการทำงานของส่วนแสดงผลที่จอมอนิเตอร์ในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ยังไม่เต็ม	57
รูปที่ 4.6	ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน และหลอดไฟแสดงผลในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์เต็ม	57
รูปที่ 4.7	ผลการทำงานของส่วนแสดงผลที่จอมอนิเตอร์ในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์เต็ม	58

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.8	ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน และหลอดไฟแสดงผลในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ไม่เต็ม	59
รูปที่ 4.9	ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน และหลอดไฟแสดงผลในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์เต็ม	59
รูปที่ 4.10	ผลการทำงานในส่วนของหลอดไฟแสดงผลของตำแหน่งจอดรถยนต์	60
รูปที่ 4.11	ผลการทำงานในส่วนของการแสดงตำแหน่งจอดรถยนต์ที่จอมอนิเตอร์	60
รูปที่ 4.12	ตารางฐานข้อมูลใน Microsoft Access	61
รูปที่ 4.13	ตารางฐานข้อมูลที่แสดงบนจอมอนิเตอร์เมื่อทำการการค้นหาข้อมูล	61

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51	8
ตารางที่ 2.2	การเลือกอัตราบอดของวงจรพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	25
ตารางที่ 2.3	สัญญาณอินเตอร์รัปต์ และ Vector Address	28
ตารางที่ 2.4	บิตต่าง ๆ ของการอนุญาตการอินเตอร์รัปต์ภายใน Register IE	30
ตารางที่ 2.5	บิตต่าง ๆ ของการจัดระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ภายในRegister IP	31
ตารางที่ 2.6	ตำแหน่งของการอินเตอร์รัปต์	31
ตารางที่ 2.7	ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง	36

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันนี้รถยนต์กลายเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการใช้ชีวิตประจำวันของคนเรา เนื่องจากการพัฒนาทางด้านการคมนาคมทำให้มีความสะดวกสบายในการเดินทางมากขึ้น ประชาชนส่วนใหญ่นิยมใช้รถยนต์เป็นพาหนะในการเดินทาง ทำให้ปริมาณรถยนต์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นและกำลังเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาหลายประการ เช่น ปัญหาด้านการจราจร ปัญหาด้านมลพิษ ปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอ ปัญหาพลังงานเชื้อเพลิงหรือน้ำมันราคาแพงและกำลังขาดแคลน เป็นต้น

ปัญหาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณรถยนต์ในปัจจุบันนี้ที่ทุกคนให้ความสำคัญมากที่สุด คือ ปัญหาพลังงานเชื้อเพลิงหรือน้ำมัน เพราะน้ำมันที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถต่าง ๆ นั้นกำลังประสบปัญหาการขาดแคลน มีราคาค่อนข้างสูงกว่าในอดีตมากและมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จะเห็นได้ว่ามีการรณรงค์ให้ช่วยกันประหยัดน้ำมัน ลดการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองโดยการขับรถให้ช้าลง ใช้รถยนต์ส่วนตัวให้น้อยลงโดยหันไปใช้รถโดยสารประจำทาง รณรงค์ให้ขี่จักรยานหรือเดินในกรณีที่ระยะทางไม่ไกล และการหาพลังงานเชื้อเพลิงขึ้นมาทดแทน เช่น ไบโอดีเซล ก๊าซเอ็นจีวี แต่ยังไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร ดังนั้นการช่วยกันประหยัดน้ำมันจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด

ในการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวไปในสถานที่ต่าง ๆ ที่มีผู้คนมาใช้บริการอย่างหนาแน่น ยกตัวอย่างเช่น ศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า ปัญหาที่มักเกิดขึ้นก็คือ การขับรถยนต์วนไปวนมาเพื่อหาที่สำหรับจอดรถยนต์ และในบางครั้งที่จอดรถยนต์ไม่เพียงพอสำหรับจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการ ทำให้ผู้ใช้บริการเสียเวลา และสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จึงมีแนวคิดทำโครงงานระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถขึ้น เพื่อขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ โดยโครงงานระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถจะประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นระบบควบคุมหลัก มีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ทำหน้าที่ตรวจนับจำนวนรถยนต์ที่สามารถเข้ามาใช้บริการได้และจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวัน ระบบแสดงผลได้แก่อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) หลอดไฟแสดงการทำงานและที่หน้าจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ การเก็บข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวันไว้ในระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบทางสถิติ หรือนำไปพัฒนาระบบการทำงานของอาคารจอดรถยนต์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น จุดมุ่งหมายของโครงงานนี้ คือ การลดปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถยนต์ของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ โดยโครงงานนี้จะประกอบด้วยระบบควบคุมหลักเป็นชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ ระบบเซ็นเซอร์จะใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ชนิดที่สามารถตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ผ่านโดยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงปริมาณแสงที่สะท้อนกลับมายังตัวรับ ทำหน้าที่ในการตรวจนับจำนวนรถยนต์และตำแหน่งที่จอดรถยนต์ แล้วจึงส่งผลไปยังระบบควบคุมเพื่อนำไปประมวลผลและส่งผลออกมาแสดงในรูปของตัวเลขทางอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน(7-Segment) สัญญาณไฟจากหลอดไฟแสดงผล และที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวันนั้น จะถูกเก็บข้อมูลเอาไว้ในระบบฐานข้อมูลของคอมพิวเตอร์ จากหลักการทำงานดังกล่าวสามารถสรุปวัตถุประสงค์ของโครงงานได้ดังนี้

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถต่าง ๆ ให้ทำงานอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2.2 เพื่อนำเทคโนโลยีด้านไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้กับระบบเซ็นเซอร์ ในการควบคุมการทำงานของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถได้อย่างเหมาะสม

1.2.3 เพื่อนำเอาอุปกรณ์แสดงผลได้แก่ตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) หลอดไฟแสดงผล และจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้ในการแสดงผลการทำงานของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ เพื่อแสดงจำนวนรถยนต์ที่สามารถเข้ามาใช้บริการได้และจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวัน

1.2.4 เพื่อเก็บสถิติจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวัน ไว้ในระบบฐานข้อมูลภายในคอมพิวเตอร์ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์และทำการพัฒนาระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ จำเป็นต้องศึกษาทั้งในด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอร์ฟแวร์ (Software) ทั้งสองด้าน คือ ในส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) ได้แก่ การทำงานของชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาใช้เป็นส่วนควบคุมการทำงานของระบบ การทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ในการตรวจนับจำนวน การทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) และหลอดไฟแสดงผล ซึ่งเป็นการจำลองการทำงานของระบบในรูปของโมเดล ในส่วนของซอร์ฟแวร์ (Software) ได้แก่ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการส่งข้อมูลเข้าออกอุปกรณ์ต่าง ๆ การเขียนโปรแกรมในส่วนของการรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาแสดงผลที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เขียนโปรแกรมระบบฐานข้อมูล (Database System) ดังนั้นขอบเขตของโครงงาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

1) ระบบเซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งประตูทางเข้าของอาคารจอดรถ จะทำหน้าที่ตรวจนับจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการของอาคารจอดรถในแต่ละวัน โดยแสดงจำนวนรถยนต์ออกทางอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลข (7-Segment) และที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์
2) ระบบเซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งทางเข้าของลานจอดรถในแต่ละชั้น จะทำหน้าที่ตรวจนับจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการในลานจอดรถนั้น โดยอาศัยระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ตรวจสอบว่ามีจำนวนรถยนต์ที่สามารถเข้ามาใช้บริการได้อีกหรือไม่ และแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่สามารถเข้ามาใช้บริการได้ทางอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลข(7-Segment) ที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์และในรูปแบบของสัญญาณไฟสีเขียว แต่ถ้าหากที่จอดรถยนต์เต็มจะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีแดง
3.) ระบบเซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งทางเข้าภายในลานจอดรถในแต่แถวของลานจอดรถ จะทำหน้าที่ตรวจนับจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการในลานจอดแถวนั้น โดยอาศัยระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ตรวจสอบว่ามีจำนวนรถยนต์ที่สามารถเข้ามาใช้บริการได้อีกหรือไม่ และแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่สามารถเข้ามาใช้บริการได้ทางอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลข(7-Segment) ที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์และในรูปแบบของสัญญาณไฟสีเขียว แต่ถ้าหากที่จอดรถยนต์เต็มจะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีแดง

4.) ระบบเซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ภายในลานจอดรถแต่ละตำแหน่ง จะทำหน้าที่ตรวจเช็คว่า มีรถยนต์จอดอยู่ที่ตำแหน่งนั้นหรือไม่ ถ้ามีรถยนต์จอดอยู่ที่ตำแหน่งนั้นจะแสดงสัญญาณไฟสีแดงที่ด้านหน้าของตำแหน่งจอดรถนั้น แต่ถ้าหากไม่มีรถยนต์จอดอยู่จะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีเขียว โดยสถานะของตำแหน่งจอดรถยนต์นี้ จะส่งผลการทำงานไปแสดงยังจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

5.) ระบบเซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งประตูทางออกของลานจอดรถยนต์ในแต่ละชั้น และทางออกของลานจอดรถยนต์ในแต่ละแถว จะทำหน้าที่ในการตรวจเช็ครถยนต์ที่เลิกใช้บริการ และส่งผลไปยังระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเพิ่มจำนวนรถยนต์ที่มารถเข้ามาใช้บริการในลานจอดรถยนต์ในชั้นนั้นได้

1.3.2 ขอบเขตด้านซอร์ฟแวร์

1) เขียนโปรแกรมทำหน้าที่รับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการให้แสดงผลที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

2) เขียนโปรแกรมจัดเก็บข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมดในแต่ละวัน ไว้ในระบบฐานข้อมูล (Database System)ในเครื่องคอมพิวเตอร์

1.4 สถาปัตยกรรมของระบบ

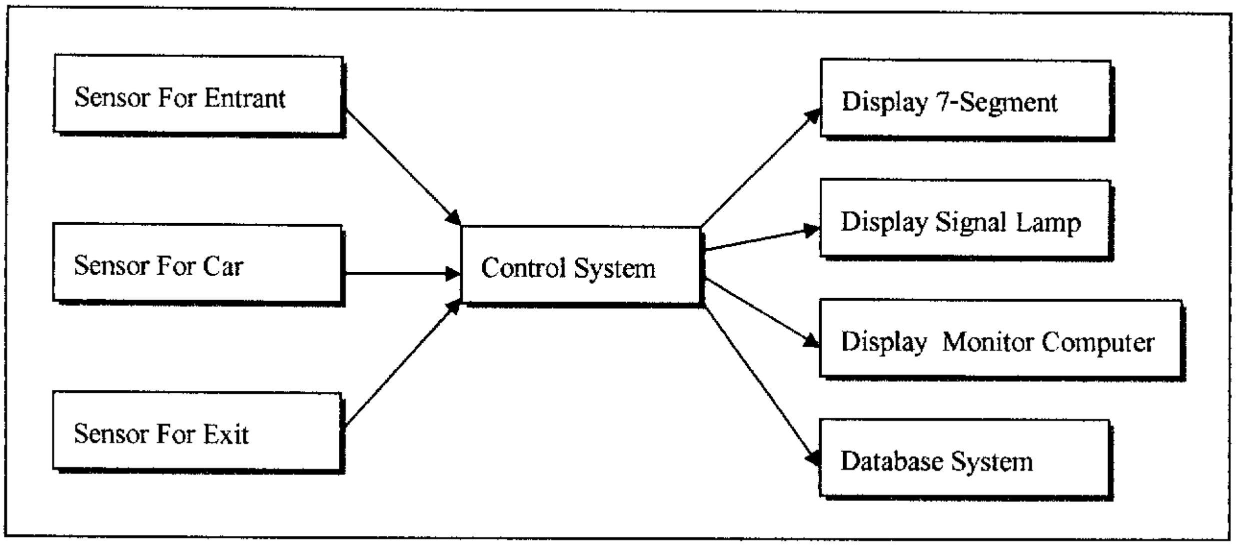
สถาปัตยกรรมของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ สามารถแบ่งออกเป็นส่วนการทำงานหลักได้ 4 ส่วน ได้ดังนี้

1.4.1 ส่วนของระบบเซ็นเซอร์ จะประกอบด้วยระบบเซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งประตูทางเข้าของอาคารจอดรถ ที่ตำแหน่งทางเข้าของลานจอดรถในแต่ละชั้น ที่ตำแหน่งทางเข้าของลานจอดรถในแต่ละแถว ที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ภายในลานจอดรถแต่ละตำแหน่ง ที่ตำแหน่งประตูทางออกของลานจอดรถแต่ละแถวและที่ตำแหน่งประตูทางออกของลานจอดรถแต่ละชั้น

1.4.2 ส่วนของระบบควบคุม (Control System) ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาใช้เป็นส่วนควบคุมการทำงานของระบบ

1.4.3 ส่วนของระบบแสดงผล ประกอบด้วยอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) หลอดไฟแสดงผล (Display Signal Lamp) และที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

1.4.4 ส่วนของระบบฐานข้อมูล (Database System) ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ในการ เก็บข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวัน ไว้ในระบบฐานข้อมูล (Database System)



รูปที่ 1.1 สถาปัตยกรรมของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ

1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนแรกของการดำเนินงานจำเป็นต้องทำการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ และอุปกรณ์ประกอบของระบบควบคุม อุปกรณ์เซ็นเซอร์และอุปกรณ์แสดงผลการทำงานต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบข้อมูลของอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมที่สุด

1.5.2 การออกแบบ

จากการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในโครงงานนี้ ทำให้สามารถเลือกอุปกรณ์ที่นำมาใช้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในการออกแบบจะต้องนำเอาอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบกันเป็นระบบการทำงานซึ่งได้แก่ ระบบควบคุมการทำงาน เป็นชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ควบคุมระบบเซ็นเซอร์ที่ทำหน้าที่ในการตรวจนับ และทำการแสดงผลการทำงานในส่วนของระบบต่าง ๆ ทางอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลข (7-Segment) หลอดไฟแสดงผลและจอมอนิเตอร์เครื่องคอมพิวเตอร์ นำข้อมูลของจำนวนจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวันไว้ในระบบฐานข้อมูล (Database System) โดยทำการออกแบบวงจรและระบบการจัดเก็บข้อมูล ออกแบบแบบจำลองการทำงานของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ

1.5.3 การสร้างแบบจำลองการทำงาน และการเขียนโปรแกรม

เมื่อออกแบบส่วนต่าง ๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็สู่การสร้างแบบจำลองการทำงานของระบบ โดยนำระบบต่าง ๆ ที่ออกแบบมาทำการสร้างแผ่นวงจร เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน ทดสอบการทำงานของระบบต่าง ๆ และนำมาประกอบเชื่อมต่อระบบทั้งหมดลงในแบบจำลองการทำงานของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ

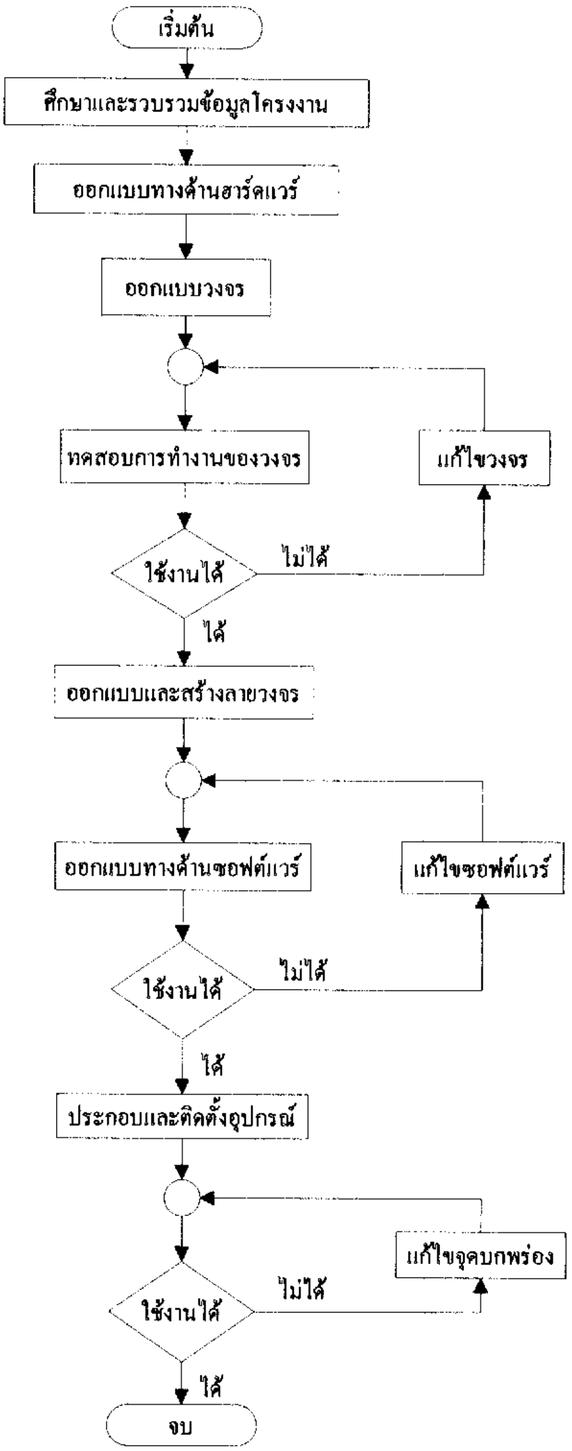
1.5.4 การทดลอง

นำแบบจำลองการทำงานของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ ไปทำการทดสอบการทำงาน โดยจำลองการเคลื่อนที่ของรถยนต์ในการเข้ามาใช้บริการในอาคารจอดรถยนต์ เพื่อให้ระบบการทำงานต่าง ๆ นั้นทำงานได้อย่างถูกต้องหรือไม่เพื่อหาข้อบกพร่องของการทำงานของระบบ

1.5.5 การปรับปรุงแก้ไข

จากขั้นตอนการทดลองทำให้ทราบถึงข้อผิดพลาดหรือจุดบกพร่องของระบบดังกล่าว เพื่อนำมาทำการแก้ไขและปรับปรุงให้ระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถทำงานได้อย่างถูกต้องอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.6 จัดทำคู่มือการใช้งาน



รูปที่ 1.2 ผังงานขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ที่มีขนาด 8 บิต ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่าง ๆ ทุก ๆ เบอร์จะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดหน่วยความจำภายในและภายนอกที่แตกต่างกัน เพื่อความเหมาะสมในการนำไปใช้งานตามความต้องการต่าง ๆ แต่เดิม 8051 ถูกสร้างด้วยวิธี HMOS I แต่ในปัจจุบันได้สร้างด้วยวิธี HMOS II จึงมีชื่อเป็น 8051AH ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล 51 นั้น ถึงแม้ว่าจะมีหลายเบอร์ แต่เราจะเรียกเป็น "8051" ซึ่งหมายถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล 51 ส่วนเบอร์ 8032 และ 8052 มีหน่วยความจำภายในเพิ่มขึ้นและมีวงจรนับ/จับเวลาขนาด 16 บิตเพิ่มขึ้นมาดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51

เบอร์	หน่วยความจำภายใน		จำนวนไทเมอร์/เคาน์เตอร์	หมายเลขอินเตอร์รัปต์
	หน่วยความจำโปรแกรม	หน่วยความจำข้อมูล		
8052H	8K x 8ROM	256 x 8ROM	3 x 16 Bit	6
8051H	4K x 8ROM	128 x 8ROM	2 x 16 Bit	5
8051	4K x 8ROM	256 x 8ROM	2 x 16 Bit	5
8032AH	ไม่มี	128 x 8ROM	3 x 16 Bit	6
8031AH	ไม่มี	128 x 8ROM	2 x 16 Bit	5
8031	ไม่มี	128 x 8ROM	2 x 16 Bit	5
8751H	4K x 8EPROM	128 x 8ROM	2 x 16 Bit	5
80751H-12	4K x 8EpROM	128 x 8ROM	2 x 16 Bit	5

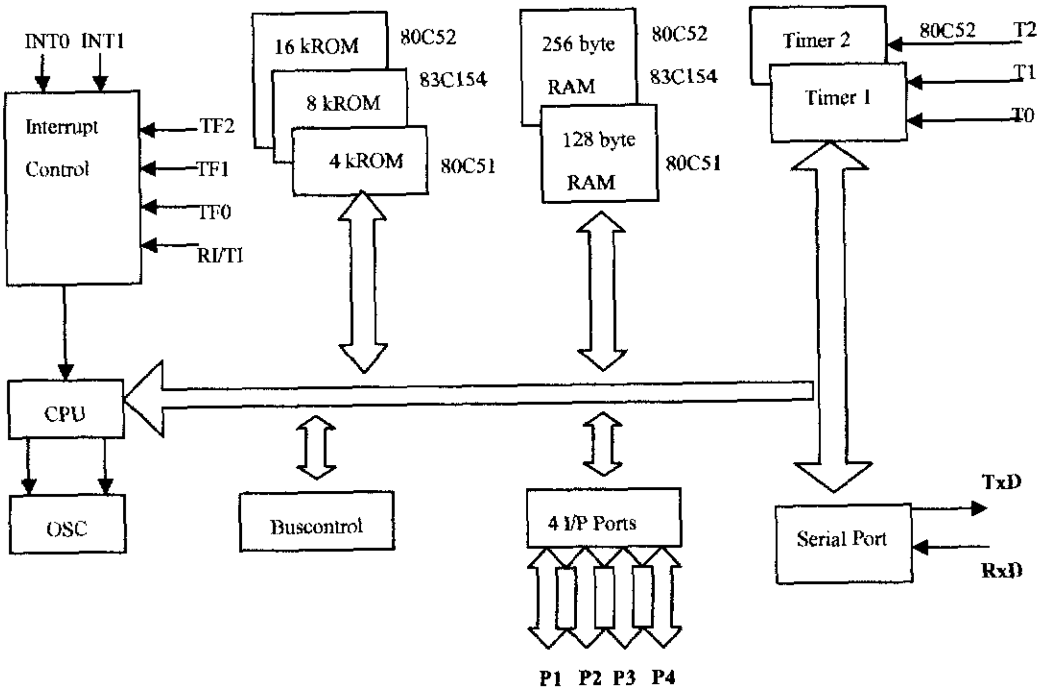
2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ + 5 โวลต์ ชุดเดียว
2. มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) ขนาด 4 กิโลไบต์สำหรับเบอร์ 8051 และ 8031 สำหรับเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำถึง 8 กิโลไบต์

3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) ขนาด 128 ไบต์ สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปมีถึง 256 ไบต์
4. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
5. มีไทเมอร์เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต 2 ชุด (สำหรับเบอร์ 8052 มี 3 ชุด) ทำงานได้ 4 โหมด
6. รับอินเตอร์รัปต์ได้ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์ สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปมี 8 แหล่ง 6 เวคเตอร์
7. มีพอร์ตสำหรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) 2 พอร์ตแบบ Full Duplex เลือกได้ 4 โหมด
8. มีคำสั่งในการทำ AND, OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 16 บิต
9. มีวงจรออสซิเลเตอร์ภายใน

2.1.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ภายใน 8051 จะประกอบด้วยเกจชนิดต่าง ๆ เช่น AND, OR , NOT ซึ่งแต่ละเกจเหล่านี้จะนำมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่าง ๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง, วงจรสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของ 8051

2.1.3 โครงสร้างของ 8051

โครงสร้างของ 8051 จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1. ซีพียู (Central Processing Unit) ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมการติดต่อกับส่วนอื่น ๆ เรียกว่า "วงจรควบคุม" (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ และอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสจะเป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากซีพียูนี้ จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างขึ้นมาจากวงจรออสซิเลเตอร์ เพื่อให้ทุก ๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง ในซีพียูยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2. หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำ ซึ่งจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ (Address) ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า "การเขียนข้อมูล" และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า "การอ่านข้อมูล" ในไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำสามารถเก็บความจำข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

2.1 ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จะมีหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้นในการอ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำนั้น จะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งของหน่วยความจำในรูปแบบของเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65536)

2.2 ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่ต้องการ

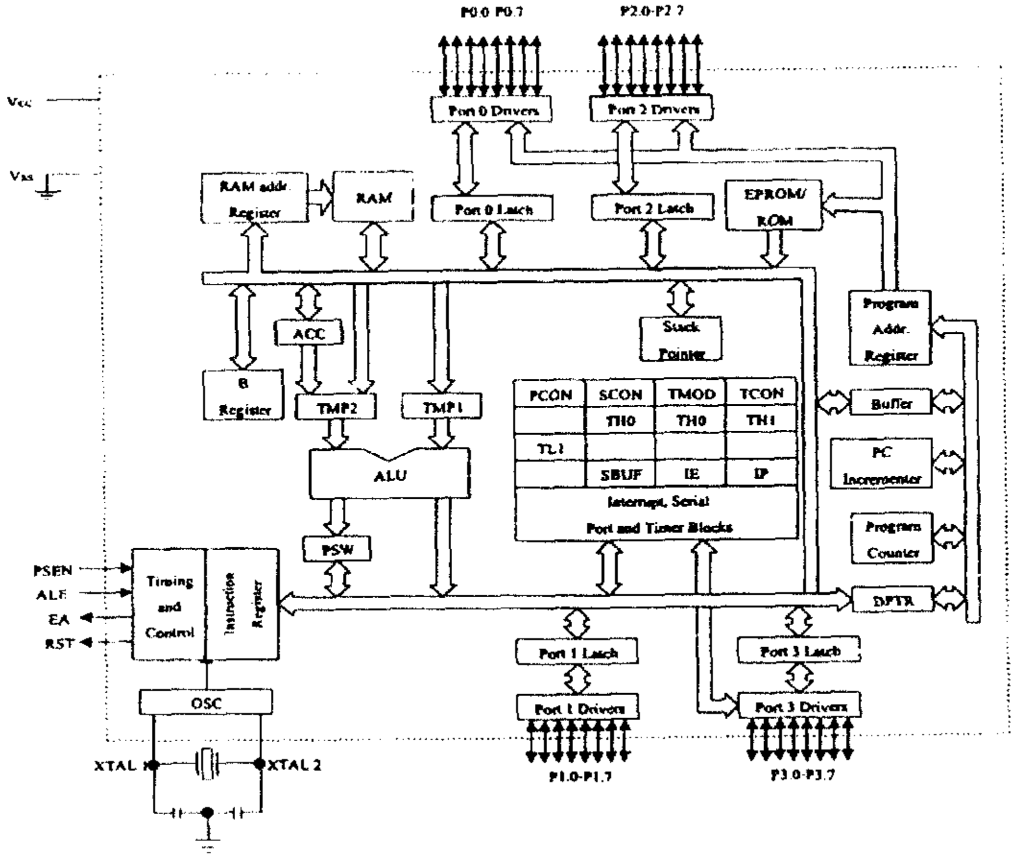
2.3 สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3. อุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายในอุปกรณ์อินพุต / เอาท์พุต ได้แก่ อินพุต / เอาท์พุตพอร์ตแบบขนาน วงจรนับ / จับเวลา 0 (Timer / Counter 0) วงจรนับ / จับเวลา 1 (Timer / Counter 1) พอร์ตสื่อสารอนุกรม

3.1 พอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตใช้งานได้มากกว่า 1 อย่าง

3.2 วงจรนับ/จับเวลา 0 (Timer/Counter 0) และวงจรนับ/จับเวลา 1 (Timer/Counter 1) เป็นวงจรที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 หรือ จำนวนของสัญญาณนาฬิกาภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและการอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู

3.3 พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่านและเขียนข้อมูลพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ละข้อมูลจะถูกส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 เรียงไปทีละบิตออกมาจากขา TxD และในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RxD และจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านค่าไปใช้งานต่อไป ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีพอร์ตใช้งานได้หลายแบบทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่าง ๆ ได้มากมาย การนำพอร์ตไปใช้งานต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม



รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051

2.1.4 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051

MCS-51 ใช้เทคโนโลยีในการผลิตแบบ NMOS และ CMOS เบอร์ 8032 และ 8052 จะมี ROM BASIC อยู่ภายในแล้ว จึงสะดวกสำหรับโปรแกรมเมอร์ที่จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก โครงสร้างภายในสำหรับเบอร์ 8051 ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งจะอธิบายถึงส่วนประกอบย่อย ๆ ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 และสัญญาณจากภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 บรรจุอยู่ภายในวงจรรวมแบบ DIP (Dual Inline Package) แบบ 40 ขาดังนี้

Vcc (ขา 40)	ต่อกับไฟ + 5 V.
Vss (ขา 20)	เป็นขา GND
Port 0 (ขา 32-39)	มี 8 บิต คือ P0.0 – P0.7 มีโครงสร้างแบบ Open-Drain Bi-Directional โดยสามารถใช้งานได้ 2 หน้าที่ คือ Address Bus และ Data Bus นอกจากนี้ยังใช้งานเป็นอินพุตเอาท์พุตได้
Port 1 (ขา 1-8)	มี 8 บิต คือ P1.0 – P1.7 ใช้งานเป็นอินพุตเอาท์พุตพอร์ตทั่วไป
Port 2 (ขา 21-28)	มี 8 บิต คือ P2.0 – P2.7 ใช้งานเป็นอินพุตเอาท์พุตพอร์ตทั่วไปแล้ว ยังใช้เป็นตัวส่ง Address ไบต์สูง เพื่อติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก
Port 3 (ขา 10-17)	มี 8 บิต คือ P3.0 – P3.7 ใช้งานเป็นอินพุตเอาท์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้งานในหน้าที่พิเศษดังนี้

3.0 / RXD (Serial Input Port) ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

3.1 / TXD (Serial Output Port) ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

3.2 / INT0 (External Interrupt 0) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 0

3.3 / INT1 (External Interrupt 1) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 1

3.4 / T0 (Counter 0 External Input) ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ / จับเวลาชุดที่ 0

3.5 / T1 (Counter 1 External Input) ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ / จับเวลาชุดที่ 1

3.6 / WR (External Data Memory Write Strobe) ขาควบคุมการเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

3.7 / RD (External Data Memory Read Strobe) ขาควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

RST (ขา 9) Reset ใช้สำหรับรีเซ็ตวงจรภายในชิพ เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ ในการรีเซ็ตต้องป้อนลอจิก “1” นานอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล

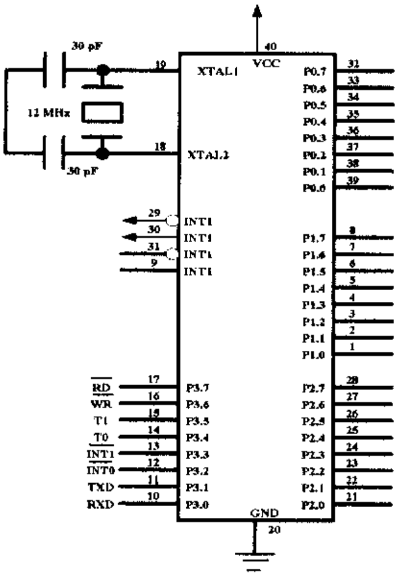
ALE (ขา 30) Address Latch Enable เป็นขาส่งสัญญาณไปภายนอก เพื่อควบคุมการ Latch ค่า Address ไบต์ต่ำจากพอร์ต 0

PSEN (ขา 29) Program Strobe Enable เป็นสัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น “0” จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก และถ้าเป็นการอ่านโปรแกรมภายใน ขานี้จะไม่มีการ Active

EA (ขา 31) External Address เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกว่าให้ทำงานจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือหน่วยความจำภายนอกชิพ เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น “0” จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก

XTAL1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

XTAL2 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยเอาท์พุตออกสู่วงจรออสซิลเลเตอร์



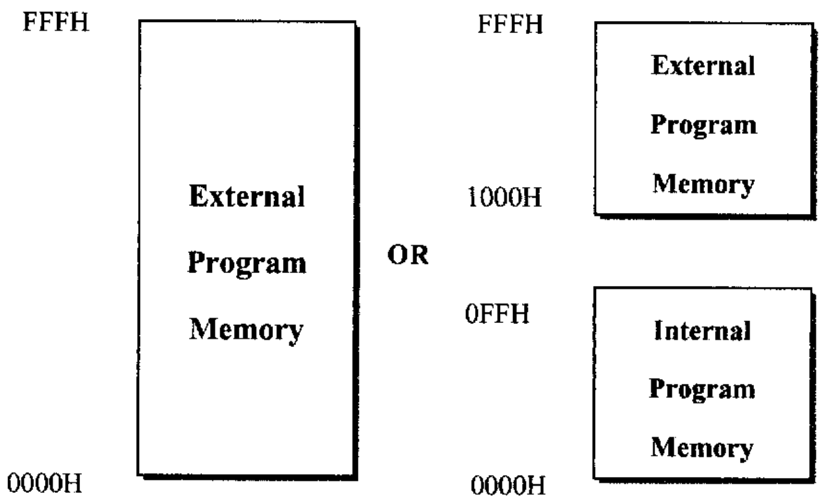
รูปที่ 2.3 ขาต่าง ๆ ของ 8051

2.1.5 การจัดการหน่วยความจำของ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกเป็น 2 แบบตามลักษณะการใช้งานดังนี้

1. หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปแบบของภาษาเครื่องซึ่งต้องการให้ 8051 ทำงาน เมื่อ 8051 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำโปรแกรมไปทำการถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่น ๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำนี้เป็นแบบรอม (ROM) และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นภาษาเครื่องของ 8051 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ ส่วนที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมก็คือ รอมขนาด 4 กิโลไบต์ ดังรูปที่ 2.4

2. หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลหรือตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผลโปรแกรมไว้เป็นการชั่วคราว และสามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ โดยพื้นฐานแล้วหน่วยความจำข้อมูลจัดเป็นหน่วยความจำแรมแบบสแตติก (Static Ram) ดังนั้นเมื่อไม่มีการจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบ ก็จะมีผลทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำนี้สูญหายไป พื้นที่หน่วยความจำข้อมูลของ 8051 สามารถมีได้สูงสุดไม่เกิน 64 กิโลไบต์ โดยแยกประเภทออกเป็น 2 ลักษณะตามตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยความจำ คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Internal Data Memory) มีขนาด 128 ไบต์ ซึ่งเป็นแรมที่บรรจุภายในตัวของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เอง และหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data Memory) มีขนาด 64 กิโลไบต์ ซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำแรมมาต่อเพิ่มเติมเข้าไปในวงจร ซึ่งมีลักษณะเดียวกันกับการนำไอซีอีพรอม (EPROM) มาใช้เป็นหน่วยความจำนั้นเอง

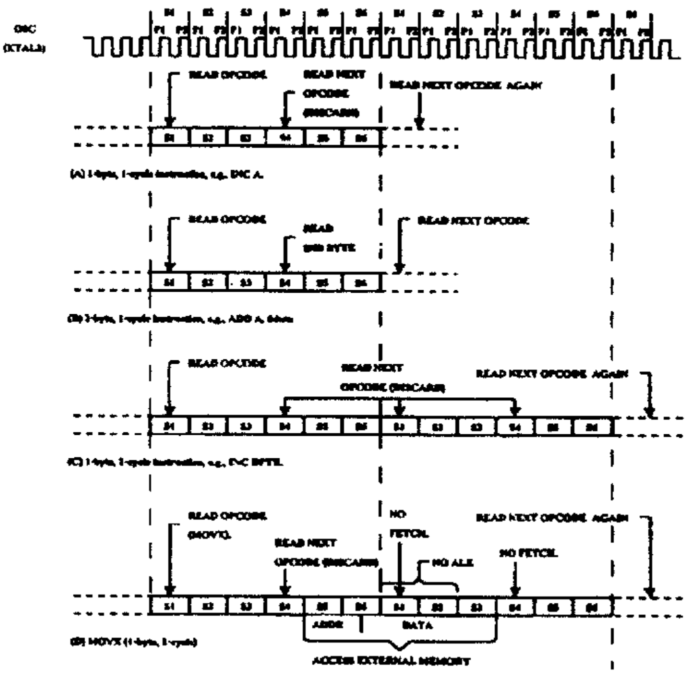


รูปที่ 2.4 การจัดการพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล

2.1.6 ฐานเวลาในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

แมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) คือ รอบการทำงานของคำสั่ง เป็นค่าที่น้อยที่สุดในการทำคำสั่งใดคำสั่งหนึ่ง ถ้าเป็นคำสั่งที่ซับซ้อนมากก็ต้องใช้เวลานาน 2-3 แมชชีนไซเคิล

1 แมชชีนไซเคิล จะประกอบด้วยสัญญาณนาฬิกาจำนวน 12 ลูก โดยสัญญาณนาฬิกาแต่ละลูกเรียกว่า "เฟส" (Phase) สัญญาณนาฬิกา 2 เฟส รวมกันเป็น 1 สเตท (State) เพราะฉะนั้นใน 1 แมชชีนไซเคิลจึงมี 6 สเตท



รูปที่ 2.5 ผังเวลาของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051

2.1.7 การทำงานของ 8051

เมื่อป้อนไฟเลี้ยงให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ซึ่งมีวงจรรีเซ็ต เมื่อปิดเครื่องจะเกิดการรีเซ็ตการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 เริ่มจากภาคโปรแกรมเคาท์เตอร์ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมลงไปบนเส้นทางหมายเลข 1 เส้นทางนี้มีขนาด 16 บิต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำนี้ถูกส่งไปเก็บไว้ที่ Program ADDR Register ซึ่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะปรากฏลงบนบัส 16 บิตหมายเลข 2 ถ้าเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำแรกหลังจากการรีเซ็ต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะเป็น 0000H หน่วยความจำโปรแกรมสำหรับการเลือกได้ว่าเป็นรอมภายในหรือภายนอก 8051 ได้โดยการป้อนสภาวะลอจิกเข้าไปที่ 8051 ทางขา EA (ขา 31) ซึ่งต่ออยู่กับส่วนของวงจรเวลาและควบคุม ถ้าป้อนสภาวะลอจิก 0 เข้าที่ขา EA เป็นการเลือกใช้

รอมภายใน 8051 โดยที่วงจรเวลาและควบคุมจะสร้างสัญญาณไปยังรอมภายในให้ส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งจากตำแหน่งที่ถูกชี้ด้วยค่าตำแหน่งที่ส่งมายังเส้นทางหมายเลข 2 ข้อมูลจากรอมถูกส่งไปยังเส้นทางหมายเลข 3 ที่เรียกว่า "เส้นทางข้อมูลภายใน" แล้วนำไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ IR (Instruction Register) เพื่อส่งไปให้กับวงจรเวลาและควบคุมทำการถอดรหัสแล้วควบคุมการทำงานส่วนอื่น ๆ ต่อไป ในกรณีที่เลือกรอมภายนอก โดยป้อนลอจิก 1 เข้าที่ขา EA จะทำให้วงจรเวลาและควบคุมส่งสัญญาณไปยังพอร์ต 0 และพอร์ต 2 เพื่อส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนเส้นทางหมายเลข 2 ออกไปชี้หน่วยความจำภายนอก จากนั้นจะอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาทางพอร์ต 0 ไปยังเส้นทางข้อมูลภายในแล้วไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ IR เพื่อทำงานต่อไปเหมือนกับตอนอ่านคำสั่งจากรอมภายใน การทำงานในช่วงค่าตำแหน่งในหน่วยความจำไปยังหน่วยความจำ แล้วอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาไว้ในรีจิสเตอร์ IR เรียกว่า "ช่วงของการเฟตช์" (Fetch) ช่วงต่อไปจะเป็นช่วงของการทำงานตามคำสั่งเรียกว่า "Execute Cycle"

2.1.8 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ

รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (Special Function Register หรือ SFR) เป็นรีจิสเตอร์สำหรับการควบคุมหน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์หรือพอร์ตของ 8051 ทั้งหมด โดยตำแหน่งอยู่ในบริเวณแอดแดรส 80H – FFH การใช้งานรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษเหล่านี้ สามารถทำได้ทางการระบุชื่อของรีจิสเตอร์หรือตำแหน่งแอดแดรสที่เป็นของรีจิสเตอร์นั้นก็ได้

สำหรับการอ้างถึงตำแหน่งของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษต่าง ๆ นั้น จะต้องเป็นการระบุโดยการอ้างถึงหน่วยความจำโดยตรง (Direct addressing) เท่านั้น เพราะจะได้เป็นการแบ่งแยกพื้นที่ที่ซ้อนทับกันอยู่ได้ว่า พื้นที่ที่อ้างอิงถึงนั้นเป็นของส่วนใด

รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษประกอบด้วยรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

2.1.8.1 รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serial Data Buffer : SBUF) มีแอดแดรสอยู่ที่ 99 H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษหรือ SFR มีขนาด 8 บิต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลและรับข้อมูล เมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล เพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา TxD หรือขา P3.1 ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลเพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป สำหรับการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านเข้ามาทางขา RxD หรือ P3.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.1.8.2 รีจิสเตอร์ไทเมอร์ (Timer Register) ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ 8051 จะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้นับเวลาขนาด 16 บิตอยู่ 2 ตัวคือ Timer 0 อยู่ที่ตำแหน่ง 8AH และ 8CH โดยหมายถึง TL0 และ TH0 ตามลำดับ รีจิสเตอร์อีกตัวคือ Timer 1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8BH เป็น TL1 และ 8DH เป็น TH1 การใช้งาน Timer จะต้องกำหนดการทำงานในรีจิสเตอร์ TMOD ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 88H ก่อน

2.1.8.3 รีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register) แบ่งเป็น

1. รีจิสเตอร์ PCON (Power Control) เป็นรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลของวงจรสื่อสารอนุกรมและกำหนดการทำงานในโหมดประหยัดพลังงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. รีจิสเตอร์ SCON (Serial Control) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรสื่อสารอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
3. รีจิสเตอร์ TCON (Timer / Counter Control) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาท์เตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
4. รีจิสเตอร์ TMOD (Timer / Counter Mode) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมดหรือลักษณะการทำงานของไทเมอร์ / เคาท์เตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
5. รีจิสเตอร์ IE (Interrupt Enable) เป็นรีจิสเตอร์ที่ตอบสนองต่อการอินเตอร์รัปต์สำหรับเอ็นเนเบิลหรือใช้ในการกำหนดลักษณะของการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์
6. รีจิสเตอร์ IP (Interrupt Priority) เป็นรีจิสเตอร์ที่ตอบสนองต่อการอินเตอร์รัปต์สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญของการตอบสนองต่อการอินเตอร์รัปต์ว่า จะให้ซีพียูตอบสนองต่อการเกิดอินเตอร์รัปต์ในลักษณะใดก่อนหรือหลัง

62419

Byte address	Bit address								
FF									
F0	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	B
D0	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	ACC
B0			D5	D4	D3	D2	-	D0	PSW
A8	-	-	-	BC	BB	BA	B9	B8	IP
A0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	P3
99	Not bit addressable								IE
98	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	P2
90	97	96	95	94	93	92	91	90	SBUF
8D	Not bit addressable								TH1
8C	Not bit addressable								TH0
8B	Not bit addressable								TL1
8A	Not bit addressable								TL0
89	Not bit addressable								TMOD
88	8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	99	TCON
87	Not bit addressable								PCON
83	Not bit addressable								DPH
82	Not bit addressable								DPL
81	Not bit addressable								SP
80	87	86	85	84	83	82	81	80	P0

รูปที่ 2.6 การจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ

2.1.9 พอร์ตอินพุตและเอาท์พุต

พอร์ต มีความหมายถึง แอดแดรสหนึ่งที่ได้รับการกำหนดไว้เพื่อการโอนย้ายข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก การกำหนดประเภทของการติดต่อขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของข้อมูลเมื่อพิจารณาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก ดังนั้นการนำเข้าข้อมูลจากภายนอกจึงเรียกว่า "การอินพุต" (Input) และสำหรับในกรณีตรงกันข้าม การส่งออกข้อมูลออกไปเรียกว่า "การเอาท์พุต" (Output)

2.1.9.1 โครงสร้างการทำงานของพอร์ต 8051

จากลักษณะโครงสร้างของแต่ละบิตภายในพอร์ตทั้งหมดของ 8051 จะมีความคล้ายคลึงตามลักษณะโครงสร้างที่เรียกว่า "Quasi-bidirectional port" แต่ยกเว้นพอร์ต 0 ซึ่งไม่มีตัวต้านทานที่ทำหน้าที่พูลอัพ (Pull up) สัญญาณไว้ภายในเท่านั้น วงจรประกอบภายในยังมีฟลิปฟลอปแบบ ดี ซึ่งทำให้พอร์ตสามารถแลตซ์หรือสามารถค้างสภาวะของสัญญาณไว้ได้ นอกจากนี้ในส่วนเอาท์พุตของฟลิปฟลอปเฉพาะของพอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่คล้ายกับสวิตซ์

เพิ่มขึ้นเพื่อควบคุมเอาท์พุตต่อเข้ากับส่วนของทรานซิสเตอร์ในระหว่างที่ไม่มีการทำงานในลักษณะของบัสแอดแดรสหรือบัสข้อมูลด้วย สำหรับบัฟเฟอร์จำนวน 2 ตัวของทุกบิตในพอร์ตนั้นมีการทำงานแยกกันโดยอิสระ โดยตัวที่อยู่ทางด้านบนจะยอมให้สัญญาณผ่านได้ก็ต่อเมื่อการอ่านค่าข้อมูลที่ค้างไว้ ส่วนอีกตัวหนึ่งซึ่งอยู่ทางด้านล่างจะถูกใช้งานเฉพาะเมื่อได้มีการอ่านสถานะของขาสัญญาณเท่านั้น

2.1.9.2 พอร์ตแบบขนานของ 8051

8051 มีโครงสร้างของพอร์ตที่สามารถใช้งานแบบขนานได้จำนวนทั้งหมด 4 พอร์ต เรียกชื่อเรียงตามลำดับว่า พอร์ต 0, 1 2 และ 3 ซึ่งเป็นพอร์ตขนาด 8 บิตทั้งหมด โดยการใช้งานพอร์ตสามารถทำได้ทั้งในลักษณะของเส้นสัญญาณเดี่ยวหรือกลุ่มของเส้นสัญญาณได้ นอกจากนี้พอร์ต 0, 1, 2 และ 3 ยังถูกนำไปใช้งานอื่นที่ไม่ใช่เป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาท์พุตด้วย โดยที่พอร์ต 0 จะทำหน้าที่มัลติเพล็กซ์ระหว่างแอดแดรสไบต์ต่ำ และบัสข้อมูลสำหรับการติดต่อกับวงจรภายนอกซึ่งต้องรวมกับข้อมูลบัสแอดแดรสไบต์สูงจะส่งออกมาทางพอร์ต 2 แต่สำหรับพอร์ต 3 นั้นนอกเหนือไปจากความสามารถเช่นพอร์ตปกติแล้วยังประกอบไปด้วย

- P3.0 / RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม (UART)
- P3.1 / TXD (Serial Output Port) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม (UART)
- P3.2 / INT0 (External Interrupt 0) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 0
- P3.3 / INT1 (External Interrupt 1) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 1
- P3.4 / T0 (Counter 0 External Input) รับสัญญาณพัลซ์อินพุตเข้าไปยังวงจรเคาท์เตอร์ 0
- P3.5 / T1 (Counter 1 External Input) รับสัญญาณพัลซ์อินพุตเข้าไปยังวงจรเคาท์เตอร์ 1
- P3.6 / WR (External Data Memory Write Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำภายนอก
- P3.7 / RD (External Data Memory Read Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

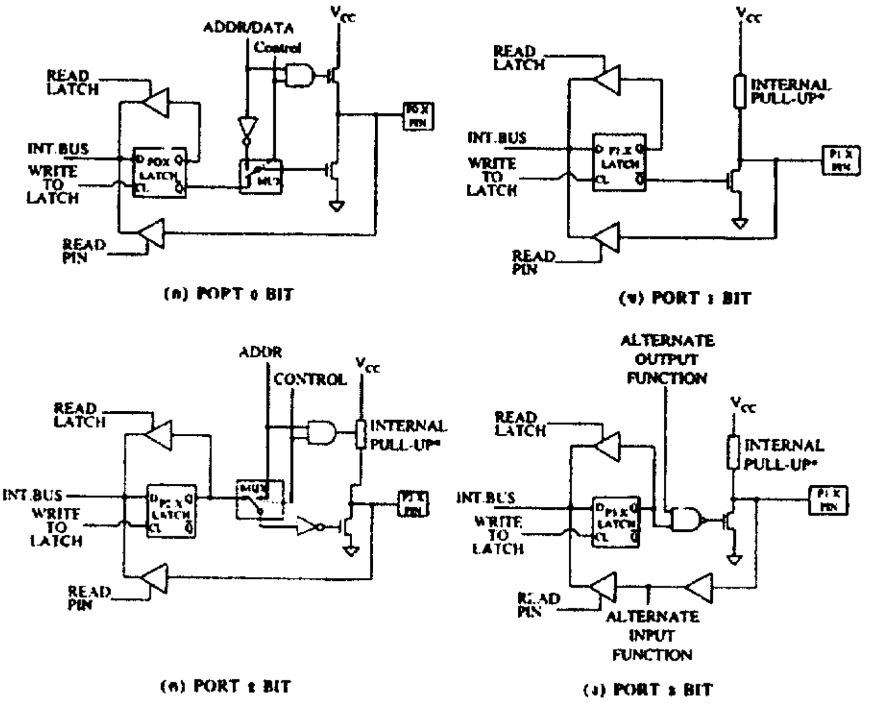
การใช้งานพอร์ตลักษณะอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เป็นพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตนี้ จะดำเนินการโดย 8051 เองโดยอัตโนมัติ

2.1.9.3 การใช้งานพอร์ตเป็นพอร์ตอินพุต

การใช้งานพอร์ตเป็นพอร์ตอินพุตจะต้องเริ่มด้วยการส่งข้อมูลที่มีสภาวะเป็น "1" ออกมาทางบิตของพอร์ตนั้นเป็นลำดับแรก เพื่อหยุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุตของบิตนั้นทำให้ขาสัญญาณของบิตนั้นถูกต่อเข้ากับตัวต้านทาน ซึ่งทำหน้าที่พูลอัพภายในซึ่งจะมีผลให้บิตนั้น ๆ ของพอร์ต 1, 2 และ 3 เป็นสภาวะลอจิกสูง (สภาวะลอจิก "1") ตัวต้านทานนี้มีค่าประมาณ 50 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากและทำให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถขับสัญญาณของพอร์ตเหล่านั้นเป็นลอจิกต่ำ (ลอจิก "0") ได้ง่าย สำหรับบิตของพอร์ต 0 นั้น แม้ว่าจะมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกันกับบิตของพอร์ตอื่น ๆ แต่เนื่องจากการที่ไม่มีตัวต้านทานพูลอัพที่ขับสัญญาณเอาท์พุตนั้นหยุดการทำงาน ก็จะทำให้ขาสัญญาณนี้อยู่ในสภาวะอิมพิแดนซ์สูงแทน

2.1.9.4 การใช้งานพอร์ตเป็นพอร์ตเอาท์พุต

เมื่อมีการส่งข้อมูลที่มีสภาวะเป็น "0" ให้กับแต่ละบิตของพอร์ตทุกพอร์ต ข้อมูลนี้จะถูกส่งให้กับฟลิปฟลอปซึ่งจะค้างค่านี้ไว้ และจะมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุตนั้นทำงาน ดังนั้นขาสัญญาณก็จะมีสภาวะลอจิกต่ำด้วย ส่วนการส่งข้อมูลที่มีสภาวะเป็น "1" ออกมานั้น ในกรณีที่เป็นการทำงานแต่ละบิตของพอร์ต 1, 2 และ 3 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุตนั้นหยุดการทำงาน มีผลทำให้ขาสัญญาณเป็นลอจิกสูงด้วยตัวต้านทานที่พูลอัพอยู่ภายใน แต่สำหรับการทำงานในแต่ละบิตของพอร์ต 0 นั้น จะมีผลที่แตกต่างกันออกไปโดยที่ขาสัญญาณจะเป็นสภาวะอิมพีแดนซ์สูงแทน เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานภายในเชื่อมอยู่นั่นเองดังนั้นในการใช้พอร์ต 0 เป็นเอาท์พุตข้อมูล จึงจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานภายนอกที่พูลอัพสัญญาณไว้กับลอจิกสูงแทน ความสามารถอีกประการหนึ่งเกี่ยวกับพอร์ตอินพุต / เอาท์พุต ของ 8051 เป็นวิธีการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ต ซึ่งมีได้ 2 วิธีคือ การอ่านค่าลอจิกที่ขาสัญญาณ (Port Pin) และการอ่านค่าลอจิกของการแลตซ์ที่พอร์ต (Port Latch)



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของพอร์ตต่างๆ ของ 8051

2.1.10 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ 1 ชุด (วงจรสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์ หมายถึง วงจรที่สามารถทำการรับและส่งข้อมูลในลักษณะ 2 ทิศทางได้ในเวลาเดียวกัน) โดยใช้ขาสัญญาณของพอร์ต 3 คือ ขา P3.0 เป็นขารับข้อมูลเข้า หรือ RxD และขา P3.1 เป็นขาส่งข้อมูลออก หรือ TxD โดยที่วงจรสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะใช้ในการติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยใช้มาตรฐาน RS-232 แต่ในปัจจุบันสามารถติดต่อกันในมาตรฐานของ RS-422 หรือ RS-485 ได้แล้ว โดยใช้ไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณการสื่อสารดังกล่าว

2.1.10.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

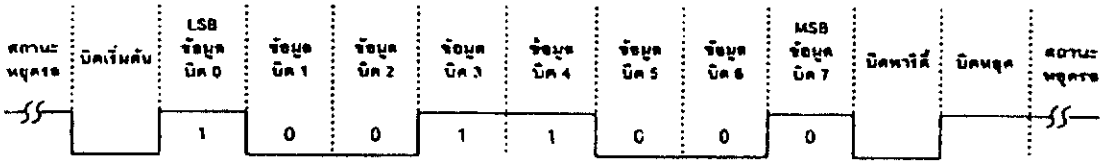
การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ การรับและส่งข้อมูลโดยไม่ต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย แต่จะใช้การกำหนดค่าอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่า "อัตราบอด" หรือ บอดเรต (Baud Rate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bit per second : bps)

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. บิตเริ่มต้น (start bit) มีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 8 บิต

3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (parity bit) มีขนาด 1 บิต หรือไม่มี

4. บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (stop bit) มีขนาด 1 บิต



รูปที่ 2.8 รูปแบบข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส

รูปที่ 2.8 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลขา DATA จะมีสถานะหยุดรอ (waiting stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิกเป็น “0” ด้วนช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่า “บิตเริ่มต้น” (start bit) จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญที่สุด หรือ LSB ก่อน ซึ่งข้อมูลที่ต้องการส่งมีขนาด 8 บิต จากนั้นตามด้วยบิตพาริตี้ (parity bit) ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (stop bit) โดยจะเป็นการทำให้ขา DATA มีสถานะลอจิกเป็น “1” อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต, 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสหรืออัตราบอดหรือบอดเรตที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่า ตั้งแต่ 110 ถึง 19,200 บิตต่อวินาที โดยมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (odd) , แบบคู่ (even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้ พาริตี้คี่หรือพาริตี้คู่แสดงถึงจำนวนลอจิก “1” ทั้งหมดในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ โดยรวมพาริตี้ว่ามีจำนวนเป็นเลขคู่หรือเลขคี่

บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART (Universal Asynchronoys Receiver Transmitter : เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งข้อมูลอนุกรม) ซึ่งทางภาครับต้องกำหนดการตรวจสอบพาริตี้ที่ตรงกันเอาไว้ว่าจะทำการตรวจสอบพาริตี้คี่หรือคู่ โดยการนับลอจิก “1” ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ด้วย ถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้เป็นเลขคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ กระบวนการดังกล่าวเป็นวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่มันสามารถตรวจสอบได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการรับส่งผิดพลาด

เพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตี้เป็น NONE นั้น ทั้งภาครับและภาคส่งจะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

2.1.11 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51

ในการทำงานของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ตัว คือ

2.1.11.1 รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรม หรือ SBUF (Serial Data Buffer Register) มีแอดแดรสอยู่ที่ 99 H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษหรือ SFR มีขนาด 8 บิต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลและรับข้อมูล เมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล เพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา TxD หรือขา P3.1 ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลเพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป สำหรับการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านเข้ามาทางขา RxD หรือ P3.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

2.1.11.2 รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม หรือ SCON (Serial port control register) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดแดรสอยู่ที่ 98H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต มีรายระเอียดการทำงานดังนี้

บิต 7	**บิต 6**	**บิต 5**	**บิต 4**	**บิต 3**	**บิต 2**	**บิต 1**	**บิต0**
SM0	**SM1**	**SM2**	**REN**	**TB8**	**RB8**	**TI**	**RI**

รูปที่ 2.9 บิตของรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม

SM0-SM1 (Serial port mode bit 0-1) : ใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

SM2 (Serial port mode bit 2) : ใช้ในการเอ็นเนเบิลการสื่อสารในแบบมัลติโปรเซสเซอร์ในการทำงานของโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ถ้าบิตนี้เป็น “1” บิต RI จะไม่แอคตีฟ ถ้าบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาเป็น “0” ในการทำงานโหมด 1 ถ้าบิตนี้เซตบิต RI จะไม่แอคตีฟถ้ายังไม่ได้รับบิตหยุด ส่วนในโหมด 0 นี้ไม่มีการใช้งาน

REN (Enable serial reception) : ใช้ในการเอ็นเนเบิลการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม ทำการเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์

TB8 : ใช้สำหรับเก็บข้อมูลบิตที่ 9 ที่ต้องการส่งออกไปในการทำงานโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51 ทำการเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์

RB8 : ใช้สำหรับข้อมูลบิตที่ 9 ที่เข้ามาในการทำงานโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แต่ถ้าหากพอร์ตอนุกรมทำงานในโหมดที่ 1 และบิต SM2 เป็น "0" ข้อมูลที่บิต RB8 คือข้อมูลของบิตหยุด สำหรับในการทำงานโหมด 0 บิตนี้ไม่ใช้งาน บิต RB8 สามารถเซตด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์

TI (Transmit Interrupt flag) : ใช้ในการแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อทำการส่งข้อมูลบิตที่ 8 ไปเรียบร้อยแล้วในการทำงานโหมด 0 ส่วนในการทำงานโหมดอื่น ๆ บิตนี้จะเซตเมื่อมีการเริ่มต้นส่งบิตหยุดออกไป การเคลียร์บิตนี้ต้องใช้กระบวนการทางซอฟแวร์เท่านั้น

RI (Receive Interrupt flag) : ใช้ในการแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการรับข้อมูลข้าสู่พอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อทำการรับข้อมูลบิตที่ 8 เรียบร้อยแล้วในการทำงานโหมด 0 ส่วนในการทำงานโหมดอื่น ๆ บิตนี้จะเซตเมื่อรับบิตหยุดของข้อมูลอนุกรมไปได้ครึ่งทางแล้ว ยกเว้นกรณีที่บิต SM2 มีการเซต บิตนี้จะเซตได้ก็ต่อเมื่อการรับบิตหยุดหรือบิตที่ 9 เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้วออกไป การเคลียร์บิตนี้ต้องใช้กระบวนการทางซอฟแวร์เท่านั้น

2.1.12 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51

พอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเลือกการทำงานได้ถึง 4 โหมด คือ

1. โหมด 0 เป็นการกำหนดให้พอร์ตอนุกรมทำงานในลักษณะชิฟต์รีจิสเตอร์ การทำงานในโหมดนี้ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะใช้ในการเชื่อมต่อกับไอซีรีจิสเตอร์ภายนอก เพื่อทำการขยายพอร์ตอินพุตหรือเอาท์พุต แต่ไม่นิยมใช้งานมากนัก เนื่องจากในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เองมีพอร์ตอยู่ค่อนข้างมาก และติดต่อกับพอร์ตเหล่านั้นได้ง่ายและรวดเร็วมาก
2. กำหนดจากอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว (Overflow) ของไทเมอร์ 1 ใน AT89C51 ส่วนในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 และในพอร์ตอนุกรม AT89Cxx สามารถ

เลือกใช้อัตราการเกิดโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 หรือของไทเมอร์ 2 ในการกำหนดอัตราได้การทำงานในโหมดนี้ได้รับความนิยมสูงสุด เนื่องจากมีกระบวนการที่ไม่ซับซ้อนและสามารถทำการรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. โหมด 2 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิต โดยมีอัตราบอดคงที่
4. โหมด 3 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิต สามารถเลือกอัตราบอดได้

การเลือกโหมดทำได้โดยการกำหนดข้อมูลให้แก่บิต SM0 และ SM1 ในรีจิสเตอร์ SCON

2.1.13 อัตราบอดของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

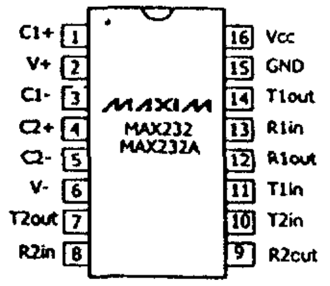
ตารางที่ 2.2 การเลือกอัตราบอดของวงจรพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

อัตราบอด (บิตต่อวินาที : bps)	ความถี่สัญญาณนาฬิกา	SMOD	ไทเมอร์1		
			C/T	โหมด	ค่ารีโหลด
โหมด 0 : สูงสุด 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
โหมด 2 : สูงสุด 375 kHz	12 MHz	1	X	X	X
โหมด 1,3 : 62.5 kHz	11.0592 MHz	1	0	2	FFH
19.2k (19,200)	11.0592 MHz	1	0	2	FDH
9.6k (9,600)	11.0592 MHz	0	0	2	FDH
4.8k (4,800)	11.0592 MHz	0	0	2	FAH
2.4k (2,400)	11.0592 MHz	0	0	2	F4H
1.2k (1,200)	11.0592 MHz	0	0	2	E8H
137.5	11.0592 MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H
110	12 MHz	0	0	1	FEEBH

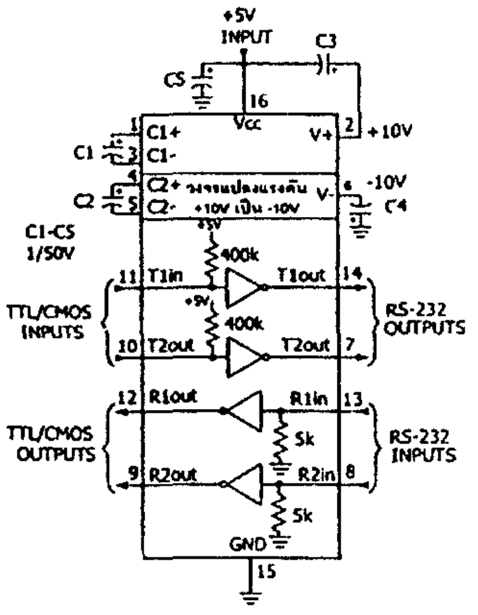
2.1.14 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

การใช้พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มักนิยมใช้ในการติดต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 เป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ 3 ถึง 12 โวลต์ ในขณะที่ระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อยู่ในระดับทีทีแอล ดังนั้นจึงไม่สามารถเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ากับพอร์ตของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณ

ไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณนี้จะต้องแปลงข้อมูลที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่งมา จากระดับทีทีแอลไปเป็นระดับของ RS-232 และทำการแปลงข้อมูลรับจากคอมพิวเตอร์จากระดับของ RS-232 ให้เป็นระดับทีทีแอล เพื่อให้สามารถถ่ายทอดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จาก MAXIM หรือ ICL232 จาก HARRIS เป็นต้น ในรูปที่ 2.10 แสดงการจัดการขาของไอซี ICL232 ซึ่งใช้ในการแปลงสัญญาณ RS-232 ส่วนวงจรของการต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แสดงในรูปที่ 2.11

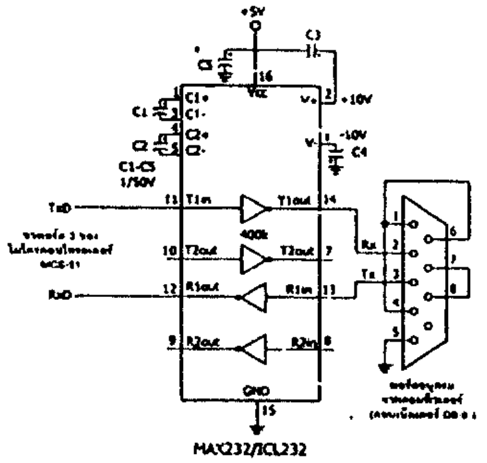


(ก) การจัดขาของ MAX232 หรือ ICL232



(ข) โครงสร้างภายใน ของ MAX232 หรือ ICL232

รูปที่ 2.10 รายละเอียดเบื้องต้นของไอซีแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.11 วงจรเชื่อมต่อ MAX232 หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.1.15 การอินเตอร์รัปต์

การอินเตอร์รัปต์ คือ การขัดจังหวะโปรแกรมชั่วขณะแล้วมาทำโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ (Interrupt Service Routine; ISR) การตรวจสอบสัญญาณการร้องขออินเตอร์รัปต์จะตรวจสอบที่ตำแหน่ง S5P2 ของทุก ๆ แมชชีนไซเคิล เมื่อพบแล้วในช่วงแมชชีนไซเคิลที่ 2 เป็นการตรวจสอบว่าเป็นอุปกรณ์ใด และแมชชีนไซเคิลที่ 3 จะกระโดดไปทำโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์นั้น ๆ

2.1.15.1 ประเภทของการอินเตอร์รัปต์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 สามารถเกิดการอินเตอร์รัปต์ โดยจำแนกตามแหล่งที่มาของสัญญาณ (Signal Source) ของสัญญาณอินเตอร์รัปต์นั้น ๆ ได้แก่

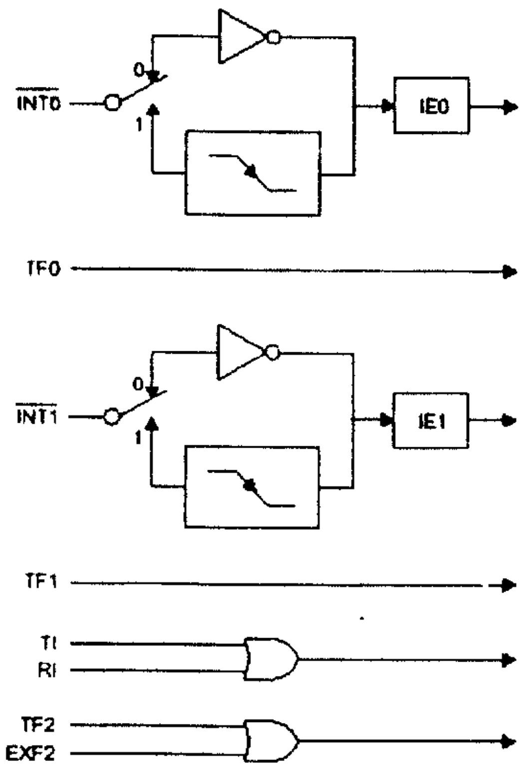
- สัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก (External Interrupt) การตรวจสอบสัญญาณที่เข้าอินเตอร์รัปต์นี้จะสามารถกำหนดให้มีการตรวจสอบในลักษณะที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณ (Level – Sensitive)ไปแล้ว หรือในช่วงเวลาขณะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณจากลอจิกสูงไปเป็นลอจิกต่ำ
- สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายใน (Internal Interrupt) แหล่งกำเนิดของสัญญาณนี้จะเป็นวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เอง

2.1.15.2 โครงสร้างการอินเตอร์รัปต์

ตารางที่ 2.3 สัญญาณอินเตอร์รัปต์ และ Vector Address

ลำดับที่	ชื่อสัญญาณ	ความหมาย	Vector Address
1	IE0	สัญญาณอินเตอร์รัปต์จาภายนอกทางขาสัญญาณ P3.2 (INT0) โดย 8051 จะทำการสุ่มตัวอย่างเมื่อสิ้นสุดทุกแมชชีนไซเคิล	0003H
2	TF0	สัญญาณการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของ Timer 0	000BH
3	IE1	สัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกทางขาสัญญาณ P3.3 (INT1)โดย 8051 จะทำการสุ่มตัวอย่างเมื่อสิ้นสุดทุกแมชชีนไซเคิล	0013H
4	TF1	สัญญาณการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของ Timer1	001BH
5	TI+RI	การเกิดอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นจากการรับ/ส่งข้อมูลอนุกรมทำให้มีผลต่อแฟลกอินเตอร์รัปต์ R1และ TI	0023H
6	TF2+EXF2	จาก Timer/Counter 2(มีเฉพาะเบอร์ 8252 ขึ้นไป)	002BH

จากแผนภาพโครงสร้างระบบอินเตอร์รัปต์ 8051 ในรูปที่ 2.12 จะเห็นได้ว่าเมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์สัญญาณต่าง ๆ เกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้มีการควบคุมเพื่อสั่งให้ไมโครโปรเซสเซอร์กระโดดไปทำงานที่ตำแหน่งแอดเดรสต่าง ๆ ตามประเภทของแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้น ซึ่งปกติแล้วควรจะต้องมีการสร้างโปรแกรมที่ตำแหน่งเหล่านี้ไว้ เพื่อทำหน้าที่เป็นโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์ การกำหนดให้ 8051 สามารถตอบรับการอินเตอร์รัปต์แต่ละประเภท ทำได้โดยการกำหนดเขตของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมักจะอยู่ภายในรีจิสเตอร์ TCON และ SCON หากว่าได้มีการกำหนดบิตของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมักจะอยู่ภายในรีจิสเตอร์ IE (Interrupt Enable Register) ด้วยแล้ว ก็สามารถตอบรับการอินเตอร์รัปต์ของสัญญาณนั้น ๆ ก็ได้ นอกจากนี้แล้วตามแผนภาพในรูปที่ 2.12 ยังแสดงให้เห็นว่าสัญญาณอินเตอร์รัปต์แต่และประเภทนั้น ยังสามารถที่จะกำหนดระดับความสำคัญ (Priority) ของการอินเตอร์รัปต์ได้สองลักษณะ คือ ระดับความสำคัญสูง หรือ ต่ำ (Higher / Low Priority) กล่าวคือ ขณะที่กำลังประมวลผลอยู่ภายในส่วนของโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์ของสัญญาณที่มีระดับความสำคัญต่ำอยู่ ก็อาจถูกขัดจังหวะให้ไปประมวลผลของสัญญาณที่มีระดับความสำคัญสูงกว่าได้ แต่หากว่าเป็นสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่มีระดับความสำคัญต่ำเช่นเดียวกันแล้ว ก็ต้องรอให้เสร็จสิ้นการประมวลผลที่ดำเนินการอยู่ก่อน



รูปที่ 2.12 โครงสร้างระบบอินเตอร์รัปต์ของ 8051

2.1.15.3 การควบคุมอินเตอร์รัปต์

ตามโครงสร้างด้านการจัดอินเตอร์รัปต์ของ 8051 สามารถกำหนดเลือกเพื่อยินยอม หรือไม่ยินยอม (Enable / Disable) ให้มีการอินเตอร์รัปต์ของแต่ละสัญญาณได้ โดยวิธีการกำหนดค่าของบิตภายในรีจิสเตอร์ IE ซึ่งมีทั้งแบบที่ระบุถึงอินเตอร์รัปต์โดยรวมทั้งหมด (บิตที่ 7 :EA) และอินเตอร์รัปต์แต่ละประเภทได้ ในกรณีที่กำหนดค่าข้อมูลเป็น “1” ให้กับบิต จะมีความหมายถึงการยินยอมให้มีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้นได้ และจะเป็นกรณีตรงข้ามกันสำหรับการกำหนดค่าข้อมูลที่เป็น “0” หากลองย้อนกลับไปพิจารณาแผนภาพในรูปที่ 2.12 อีกครั้ง จะเห็นว่าจะต้องทำการกำหนดให้ยินยอมการอินเตอร์รัปต์ทั้งหมดเกิดขึ้นก่อน จึงจะมีผลทำให้การกำหนดบิตเพื่อการยินยอมของแต่ละอินเตอร์รัปต์มีผลเกิดขึ้นได้

ชื่อ Register IE (Interrupt Enable Control) ตำแหน่ง: A8H ค่าเริ่มต้น: 0x00 0000B

EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

ตารางที่ 2.4 บิตต่าง ๆ ของการอนุญาตการอินเตอร์รัปต์ภายใน Register IE

ชื่อบิต	ตำแหน่ง	การทำงาน
EA	IE.7	อีนาเบิล / ดิสเอเบิล การเกิดอินเตอร์รัปต์โดยรวม
-----	IE.6	------
ET2	IE.5	อีนาเบิล / ดิสเอเบิล การเกิดอินเตอร์รัปต์ Timer 2
ES	IE.4	อีนาเบิล / ดิสเอเบิล การเกิดอินเตอร์รัปต์พอร์ทอนุกรม
ET1	IE.3	อีนาเบิล / ดิสเอเบิล การเกิดอินเตอร์รัปต์ Timer 1
EX1	IE.2	อีนาเบิล / ดิสเอเบิล การเกิดอินเตอร์รัปต์ INT1
ET0	IE.1	อีนาเบิล / ดิสเอเบิล การเกิดอินเตอร์รัปต์ Timer 0
EX0	IE.0	อีนาเบิล / ดิสเอเบิล การเกิดอินเตอร์รัปต์ INT0

หมายเหตุ ถ้าต้องการ Disable ทั้งหมดให้ใช้คำสั่ง CLR , EA เพียงคำสั่งเดียว

2.1.15.4 ระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์

การกำหนดระดับความสำคัญให้กับสัญญาณอินเตอร์รัปต์แต่ละประเภทนั้น สามารถทำได้โดยการกำหนดข้อมูลที่มีค่าเป็น “1” หรือ “0” ให้กับบิตภายในรีจิสเตอร์ IP (Interrupt Priority) ดังแสดงในตารางที่ 2.5 โดยหากว่ามีค่าเป็น “1” ก็จะทำให้สัญญาณอินเตอร์รัปต์นั้น ๆ มีระดับความสำคัญสูง และในกรณีตรงกันข้ามกันสำหรับการกำหนดค่าเป็น “0” กรณีที่สัญญาณที่เข้ามาอินเตอร์รัปต์มีระดับความสำคัญเดียวกันเกิดขึ้นพร้อมกันก็อาจจะทำให้เกิดปัญหาขึ้น อย่างไรก็ตาม 8051 ก็มีโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ในการพิจารณาตามลำดับดังตารางที่ 2.5 ซึ่งลำดับความสำคัญเอาไว้ตามลำดับ

ชื่อ Register IP (Interrupt Priority) ตำแหน่ง: B8H ค่าบิตเริ่มต้น: 0000 0000B

PCT	--	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

ตารางที่ 2.5 บิตต่าง ๆ ของการจัดระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ ภายในRegister IP

ชื่อบิต	ตำแหน่ง	การทำงาน
PCT	IP.7	อีนาเบิล / ดิสเอเบิลการจัดลำดับความสำคัญ
-----	IP.6	------
PT2	IP.5	ระดับความสำคัญของ Timer 2
PS	IP.4	ระดับความสำคัญของพอร์ตอนุกรม
PT1	IP.3	ระดับความสำคัญของ Timer 1
PX1	IP.2	ระดับความสำคัญของ INT1
PT0	IP.1	ระดับความสำคัญของ Timer 0
PX0	IP.0	ระดับความสำคัญของ INT0

2.1.15.5 การจัดการอินเตอร์รัปต์

เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำคำสั่งที่กำลังดำเนินการอยู่แล้วให้เสร็จ จากนั้นจึงจะทำการเก็บค่าตำแหน่งแอดเดรสของคำสั่งที่จะทำงานต่อไปไว้ยังบริเวณของหน่วยความจำที่ถูกกำหนดไว้ให้เป็นที่เก็บสแต็ก (Stack) และกระโดดไปยังตำแหน่งแอดเดรสที่ได้มีการกำหนดไว้แน่นอนตำแหน่งหนึ่งโดยอัตโนมัติ (ดูตารางที่ 2.6) ตำแหน่งนี้เรียกว่า "แอดเดรสของอินเตอร์รัปต์เวคเตอร์" (Interrupt Vector Address) ซึ่งผู้ใช้จะต้องทำการเขียนโปรแกรมย่อย (Subroutine) ยังตำแหน่งแอดเดรสเหล่านี้ ซึ่งเรียกว่า "โปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์" ตำแหน่งแอดเดรสเหล่านี้ได้แก่

ตารางที่ 2.6 ตำแหน่งของการอินเตอร์รัปต์

แหล่งกำเนิดสัญญาณ	สัญญาณ	ตำแหน่งแอดเดรส
IE0	อินเตอร์รัปต์ภายนอก0	0003H
TF0	วงจรนับ/ จับเวลา 0	000BH
IE1	อินเตอร์รัปต์ภายนอก1	0013H
TF1	วงจรนับ/ จับเวลา 1	001BH
RI หรือ TI	วงจรรับ / ส่งข้อมูลอนุกรม	0023H

สิ่งที่ควรให้ความสนใจในการเขียนโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์ คือ

- ส่วนเริ่มต้นของโปรแกรมย่อย ควรมีการเก็บค่าของรีจิสเตอร์หรือแฟล็กแสดงสถานะต่าง ๆ ที่จะต้องนำไปใช้ในโปรแกรมย่อย มิฉะนั้นอาจจะมีผลต่อโปรแกรมปกติที่ทำงานอยู่ก่อนหน้าการมาทำโปรแกรมย่อยตอบสนองอินเตอร์รัปต์ทำงานผิดพลาดได้
- บรรทัดสุดท้ายของโปรแกรมย่อยจะต้องสิ้นสุดด้วยคำสั่ง RETI (Return From Interrupt) เพื่อสั่งให้มีการนำค่าที่เก็บไว้ก่อนหน้าการกระโดดมายังโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์นี้ออกจากสแต็กและกลับไปทำงานเดิมต่อไป นอกจากนี้แล้วยังมีผลทำให้แฟล็กสถานะที่เกี่ยวข้องกับการอินเตอร์รัปต์นั้น ๆ ถูกรีเซตกลับไปเป็นค่าปกติเพื่อรอรับการอินเตอร์รัปต์ครั้งใหม่ต่อไปด้วย

2.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

ความสำคัญของอุปกรณ์ที่มีความไวต่อแสงนับวันยิ่งมีบทบาทในการใช้งานเพิ่มมากขึ้นทุกขณะ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงถูกนำมาใช้ทดลองเพื่อผลิตอุปกรณ์ออกมาใช้งานในด้านการโฆษณา การนำเสนอในด้านต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดความน่าสนใจและมีความแปลกใหม่ แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงและมีความยาวคลื่นหลายย่าน แสงในย่านที่ตาคนมองเห็นมีความยาวคลื่นแสงระหว่าง 390 – 780 นาโนเมตร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงส่วนใหญ่มักทำงานในย่านใกล้แสงอินฟาเรด ซึ่งความยาวคลื่นแสงระหว่าง 780 – 3,000 นาโนเมตร แสงที่ส่งออกมาจากแหล่งกำเนิดจะอยู่ในรูปที่เรียกว่า " โฟตอน" (Photons) มีระดับและทิศทางของความถี่ในการเดินทางของคลื่นแสง สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$W = hf$$

เมื่อ W = กำลังงานของแสงที่เกิดขึ้น หน่วยจูล (J)

H = ค่าคงที่ของแพล็งค์ (Plank's Constant)

= 6.624×10^{-34} จูล-วินาที (J-S)

f = ความถี่ของคลื่นแสง หน่วยเฮิรตซ์ (Hz)

ความยาวของคลื่นแสงสามารถหาได้จากความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นแสงและความถี่ของคลื่นแสงจากสมการดังนี้

$$\lambda = C / F$$

เมื่อ = ความยาวคลื่นแสง หน่วยเป็นเมตร (m)

C = ความยาวในการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง = 3×10^{8} เมตรต่อวินาที (m/s)

แสงประกอบเป็นแสงที่เกิดจากแสงที่มีความยาวคลื่นขนาดต่าง ๆ กันหลายขนาดมาผสมกันเกิดเป็นแสงสีใดสีหนึ่งขึ้น เช่น แสงขาวจากดวงอาทิตย์ แสงจากหลอดไฟฟ้า เป็นต้น แสงประกอบเมื่อฉายผ่านแก้วปริซึม (Prism) แล้วจะกระจายออกเป็นแสงสีต่าง ๆ อย่างสีรุ้ง เช่น สีแดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน เป็นต้น แสงเหล่านี้ต่างมีความยาวคลื่นสงไม่เท่ากัน นัยน์ตาคนเรามีความไวต่อแสงสีเขียว หรือสีเขียวแกมเหลืองมากที่สุด

2.2.1 สวิตช์ลำแสง

สวิตช์ลำแสง คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ตัวรับแสงและตัวส่งแสง ลักษณะของการตรวจจับนั้น เกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งถูกส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางด้วยวัตถุ หรือถูกดูดซับด้วยวัตถุ และมีผลทำให้ตัวรับแสงรับรู้สภาวะที่เกิดขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณเอาท์พุตเพื่อไปใช้งาน

2.2.1.1 คุณลักษณะเด่นของสวิตช์ลำแสง

1. ตรวจจับวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัส
2. ระยะการตรวจจับไกล
3. สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกชนิด
4. ความเร็วในการตรวจจับสูง
5. มีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้
6. ความแม่นยำในการตรวจจับสูง

2.2.1.2 ชนิดของตัวรับแสงและตัวกำเนิดแสงในสวิตช์ลำแสง

1) ตัวตรวจจับแสง จะเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transister) หรือ โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) ทำหน้าที่ตรวจจับแสงและแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

2) ตัวกำเนิดแสง มีหลายประเภทด้วยกัน คือ

- **หลอดแบบมีไส้** เป็นชนิดที่ใช้ในสวิตช์ลำแสงรุ่นเก่า มีข้อเสียตรงที่ไส้หลอดจะขาดง่ายและมีขนาดค่อนข้างใหญ่ แต่ในปัจจุบันก็ยังมีใช้ในงานเฉพาะแบบ
- **หลอด LED** (Light Emitting Diode) หลอด LED เป็นอุปกรณ์กำเนิดแสงที่มีขนาดเล็ก มีความทนทานสูง นิยมใช้กันมากที่สุดในสวิตช์ลำแสงรุ่นใหม่ ชนิดของหลอด LED แบ่งตามชนิดของลำแสงที่เปล่งออกมา ได้ดังนี้

- **LED แบบแสงอินฟราเรด** จะแสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 910-950 นาโนเมตร มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ให้ความเข้มของแสงสูงจึงส่งไปได้ในระยะไกล และสามารถทะลุวัตถุบางชนิดได้ แต่ไม่สามารถแยกสีของวัตถุได้
- **LED แบบสีแดง** จะเป็นแสงที่มองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 660 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงปานกลาง สวิตช์ลำแสงที่ใช้ LED สีแดงจะสามารถตรวจจับสีดำ สีน้ำเงินหรือสีเขียวบนพื้นสีขาวได้
- **LED แบบสีเขียว** เป็นแสงที่มองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 560 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงต่ำ สวิตช์ลำแสงที่ใช้ LED สีเขียวจะมีระยะการตรวจจับใกล้แต่สามารถตรวจจับสีแดงบนพื้นสีขาวได้
- **LED 3 สี (แดง, เขียว, น้ำเงิน)** สวิตช์ลำแสงที่ใช้ LED 3 สีนั้นจะให้กำเนิดแสงสีขาวซึ่งเกิดจากแม่สีทั้ง 3 สี คือ แดง เขียว และน้ำเงิน โดยลำแสงที่เกิดเป็นแสงสีขาวนั้นจะสามารถตรวจแยกความแตกต่างของสีได้

● **หลอดเลเซอร์ (Laser)** เป็นอุปกรณ์ที่เริ่มมีใช้ในสวิตช์ลำแสง แต่ยังไม่ค่อยนิยมมากนักเนื่องจากมีราคาสูง จุดเด่นของหลอดเลเซอร์ คือ มีความเข้มของแสงสูง มีขนาดกระทัดรัดและสามารถส่งแสงออกเป็นเส้นตรงโดยไม่มีการกระจาย ทำให้มีระยะการตรวจจับไกล สามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กได้ในระยะไกลและพื้นที่แคบ ๆ ได้ มีจุดของลำแสงที่มองเห็นทำให้ปรับตั้งได้ง่าย

2.2.1.3 เทคนิคในการรับส่งแสง

เทคนิคในการรับส่งแสงมีอยู่ 2 วิธี คือ

1. วิธีการส่งลำแสงทั่งไป

เป็นวิธีที่ตัวส่งแสงจะส่งลำแสงไปอย่างต่อเนื่องเป็นปกติเหมือนกับแสงตามธรรมชาติ ซึ่งจะมีการตรวจจับไม่ไกลนัก และอาจจะถูกแสงภายนอกมารบกวนได้ง่าย

2. วิธีการส่งลำแสงแบบ Pulse Modulation

เป็นวิธีที่ตัวส่งแสงจะส่งเป็นจังหวะที่สม่ำเสมอด้วยอัตราความถี่สูงและที่รับแสงจะถูกออกแบบมาสำหรับรับสัญญาณนี้โดยเฉพาะ ทำให้มีระยะการตรวจจับได้ไกลและต้านทานต่อแสงรบกวนจากภายนอกได้

2.2.1.4 การแบ่งแยกประเภทของสวิตช์ลำแสง

1) แบ่งตามวิธีการตรวจจับ

1. Thru-Beam Type เป็นแบบตัวรับตัวส่งแยกกันอยู่คนละฟากและให้วัตถุที่ตรวจจับเคลื่อนที่ผ่านระหว่างกลาง

ข้อดี

- ระยะการตรวจจับไกล
- มีความแม่นยำสูง
- สีและผิวของวัตถุไม่มีผลต่อการทำงาน

ข้อเสีย

- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งมาก
- ปรับแต่งค่อนข้างยาก
- ไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่โปร่งใสได้

2. Retro-Reflective Type เป็นแบบที่ตัวรับตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันและใช้แผ่นสะท้อนแสงช่วยในการทำงาน

ข้อดี

- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย
- การปรับแต่งทำได้ง่าย

ข้อเสีย

- ต้องมีแผ่นสะท้อนแสงแบบพิเศษ
- ความแม่นยำในการตรวจจับต่ำกว่าแบบ Thru-Beam

3. Diffuse-Reflective Type เป็นแบบที่มีตัวรับตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกัน และใช้วิธีการยิงลำแสงไปสะท้อนกลับที่วัตถุโดยตรง

ข้อดี

- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย
- ไม่ต้องปรับแต่งทิศทางของลำแสง

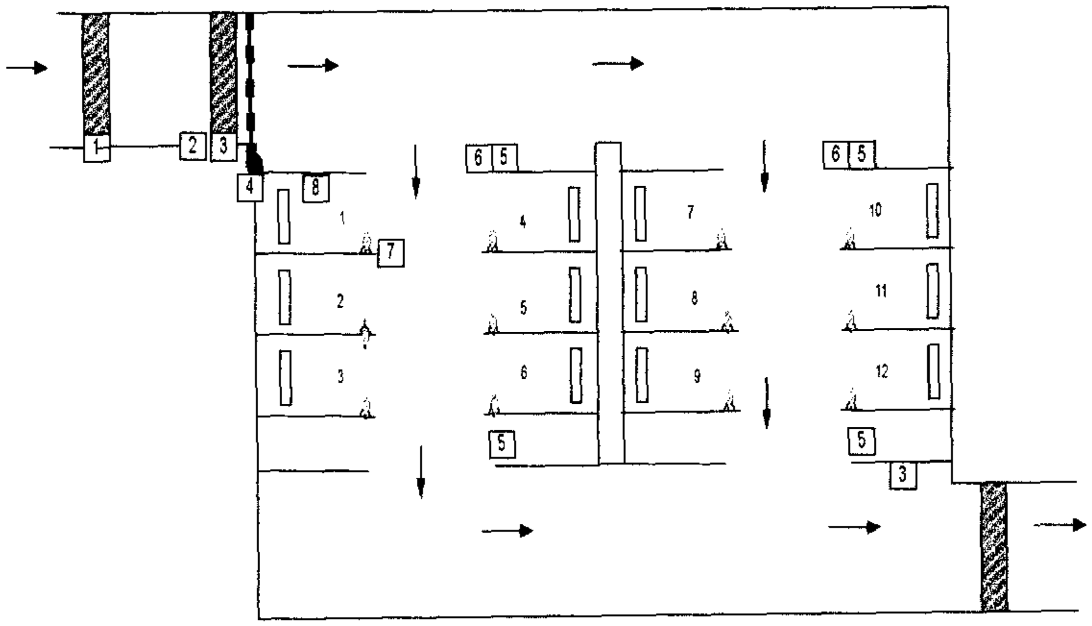
ข้อเสีย

- ระยะการตรวจจับสั้น
- การตรวจจับขึ้นอยู่กับสีและการสะท้อนที่ผิววัตถุ

4. Limited-Distance Diffuse Reflective Type เหมือนกันกับแบบ Diffuse-Reflective Type แต่สามารถที่จะจำกัดระยะการตรวจจับที่แน่นอนได้

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

3.1 ส่วนประกอบโดยรวมของแบบจำลองอาคารจอดรถยนต์



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบโดยรวมของแบบจำลองอาคารจอดรถยนต์

ตามรูปที่ 3.1 ที่แสดงส่วนประกอบโดยรวมของแบบจำลองอาคารจอดรถยนต์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนของชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งประตูทางเข้าของอาคารจอดรถยนต์ (หมายเลข 1) ทำหน้าที่ตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมดในแต่ละวัน

2. ส่วนของชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งประตูทางเข้าและทางออกของลานจอดรถยนต์ในแต่ละชั้นของอาคารจอดรถยนต์ (หมายเลข 2) ทำหน้าที่ตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการและเลิกใช้บริการลานจอดรถยนต์ในแต่ละชั้น

3. ส่วนของชุดอุปกรณ์แสดงผลที่ตำแหน่งประตูทางเข้าของอาคารจอดรถยนต์ (หมายเลข 3) เป็นแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) 4 หลัก ทำหน้าที่แสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมดในแต่ละวัน และส่วนของชุดอุปกรณ์แสดงผลของลานจอดรถยนต์ในแต่ละชั้นของอาคารจอดรถยนต์ ประกอบด้วยอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) แบบ 2 หลัก

และหลอดไฟแสดงสัญญาณไฟสีเขียวและสีแดง ทำหน้าที่แสดงจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการจอดรถยนต์ภายในลานจอดรถยนต์ชั้นนั้น

4. ส่วนของอุปกรณ์กั้นรถยนต์ (หมายเลข 4) ทำหน้าที่กั้นรถยนต์ไม่ให้เข้ามาในลานจอดรถยนต์ในกรณีที่มีรถยนต์เข้ามาใช้บริการในลานจอดรถยนต์ชั้นนั้นเต็ม

5. ส่วนของชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งประตูทางเข้าและทางออกของแถวหรือช่องทางจอดรถยนต์ภายในในลานจอดรถยนต์ในแต่ละชั้น (หมายเลข 5) ทำหน้าที่ตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการและเลิกใช้บริการของลานจอดรถยนต์ในแต่ละแถวหรือช่องทางจอดรถยนต์

6. ส่วนของชุดอุปกรณ์แสดงผลที่ตำแหน่งประตูทางเข้าของแถวหรือช่องทางจอดรถยนต์ภายในในลานจอดรถยนต์ในแต่ละชั้น (หมายเลข 6) ประกอบด้วยอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) และหลอดไฟแสดงสัญญาณไฟสีเขียวและสีแดง ทำหน้าที่แสดงจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการจอดรถยนต์ภายในแถวหรือช่องทางจอดรถยนต์นั้น

7. ส่วนของหลอดไฟแสดงผลที่ตำแหน่งจอดรถยนต์แต่ละตำแหน่ง (หมายเลข 7) ทำหน้าที่แสดงสัญญาณไฟสีเขียวในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์นั้นยังว่างอยู่ และแสดงสัญญาณไฟสีแดงในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์นั้นมีรถยนต์จอดอยู่แล้ว

8. ส่วนของชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ ภายในในลานจอดรถยนต์ (หมายเลข 8) ทำหน้าที่ตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการที่ตำแหน่งจอดรถยนต์นั้น โดยส่งผลการจับไปยังแสดงที่หลอดไฟแสดงผล คือ ถ้ามีรถยนต์เข้ามาจอดจะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีแดง แต่ถ้าตำแหน่งจอดรถยนต์ตำแหน่งนั้นยังว่างอยู่จะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีเขียว

3.2 หลักการทำงานของการนับและการแสดงผล

3.2.1 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าของอาคารจอดรถยนต์

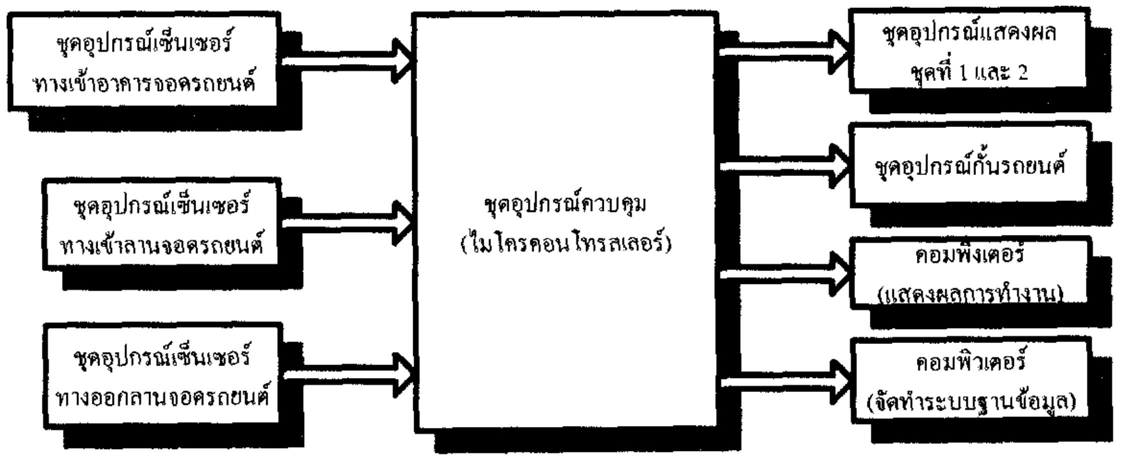
การนับจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการลานจอดรถยนต์ที่ทางเข้า เป็นการตรวจนับจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมดในแต่ละวัน โดยอาศัยอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่มีลักษณะตัวตรวจจับและโต้ตอบการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณแสง (ตัวรับ-ส่ง LED อินฟาเรด) ซึ่งจะติดตั้งอยู่ระหว่างทางเข้าด้านหน้าของลานจอดรถยนต์ ซึ่งจะทำการติดตั้งตัวตรวจจับ 2 จุดโดยให้พอดีกับตัวถังรถยนต์ เพื่อป้องกันไม่ให้สวิทช์ลำแสงทำงานเมื่อวัตถุไม่ใช่รถยนต์ผ่าน

หลักการทำงานเมื่อรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์เซ็นเซอร์ทั้ง 2 จุด เซ็นเซอร์ทั้งสองก็จะส่งผลการตรวจจับไปยัง IC 7408 ซึ่งเป็นแอนเกต เมื่อทำการเปรียบเทียบสภาวะของผลการตรวจจับของเซ็นเซอร์ถ้าสภาวะของเซ็นเซอร์ทั้ง 2 เป็นลอจิก “1” ทั้งคู่ IC 7408 ก็จะส่งผลออกมาเป็นลอจิก “1”ไปยังส่วนประมวลผลไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อทำการประมวลผลและนับจำนวนภายใน และทำ

การส่งผลการนับทางหน้าจอของอุปกรณ์แสดงผลของตัวเลขเจ็ดส่วน และไมโครคอนโทรเลอร์มีการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 เพื่อทำการส่งผลการนับจำนวนรถยนต์ไปแสดงบนจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ และเมื่อถึงเวลาหยุดการตรวจนับก็เก็บข้อมูลของจำนวนรถทั้งหมดไว้ในระบบฐานข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับ วัน / เดือน / ปี จำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมดในแต่ละวัน และจะทำการรีเซตโปรแกรมของชุดควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ให้ทำการเริ่มตรวจนับใหม่

3.2.2 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าและทางออกของลานจอดรถยนต์

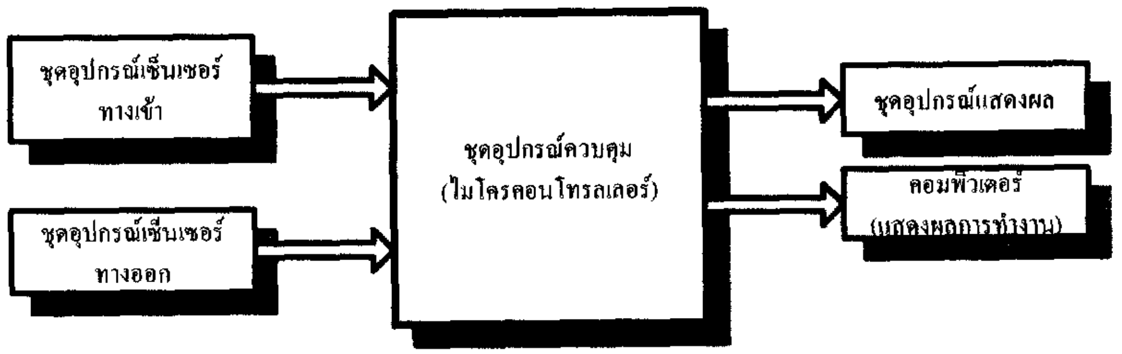
ในส่วนของลานจอดรถยนต์ในแต่ละชั้นนั้น จะมีชุดอุปกรณ์เซนเซอร์เช่นเดียวกับทางด้านประตูทางเข้า แต่จะทำการติดตั้งทั้งบริเวณทางเข้าทางออกของลานจอดรถยนต์ในแต่ละชั้น โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อมีรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์มีลักษณะการตรวจจับและโต้ตอบการเปลี่ยนแปลงสัญญาณแสงซึ่งทำการติดตั้งทั้ง 2 ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ก็จะส่งผลไปยัง AND GATE เพื่อทำการตรวจสอบผลการเซ็นเซอร์ ถ้าผลออกมาเป็นสภาวะลอจิก “1” ทั้งคู่ คือสภาวะที่มีรถจอดอยู่ที่ลานจอดรถยนต์IC 7408 ก็จะส่งผลออกมาเป็นลอจิก “1” และส่งผลไปยังส่วนประมวลผลไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อทำการนับจำนวนรถยนต์และตรวจสอบจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการเปรียบเทียบกับจำนวนรถยนต์ที่ลานจอดรถยนต์นั้นจะรองรับได้ และส่งส่งการแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการได้ ออกทางหน้าจอของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) หลอดไฟแสดงผลและจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ คือถ้ายังมีตำแหน่งที่จอดรถที่ว่างอยู่ ก็จะแสดงจำนวนรถยนต์ที่เข้าไปใช้บริการเป็นจำนวนกี่คัน และจะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีเขียว ถ้าไมโครคอนโทรเลอร์ทำการเปรียบเทียบจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการกับตำแหน่งที่จอดรถที่รองรับได้พบว่าตำแหน่งที่จอดรถเต็ม จะแสดงผลจำนวนรถที่ใช้บริการได้เป็น 12 คันและแสดงเป็นสัญญาณไฟสีแดง และสั่งงานให้มอเตอร์ควบคุมอุปกรณ์กั้นทางเข้าของลานจอดรถยนต์ทำงานกั้นไม่ให้รถยนต์เข้าไปใช้บริการในลานจอดรถชั้นนั้น ส่วนชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ด้านทางออกของลานจอดรถยนต์ในแต่ละชั้น ก็จะทำหน้าที่ตรวจเช็ครถยนต์เช่นเดียวกับด้านทางเข้าแต่จะทำการตรวจเช็ครถยนต์ที่เลิกใช้บริการแล้ว และส่งผลการตรวจเช็คไปยังส่วนควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อทำการประมวลผลในการลดจำนวนรถยนต์ที่เข้าไปใช้บริการ และตัวไมโครคอนโทรเลอร์จะส่งผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมดของลานจอดรถชั้นนั้นและจำนวนรถยนต์สามารถเข้ามาใช้บริการได้ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.2 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าของอาคารจอดรถยนต์ และในส่วนของตำแหน่งทางเข้าและทางออกของลานจอดรถยนต์

3.2.3 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าและทางออกของแต่ละแถวหรือช่องทางจอดรถยนต์

ในส่วนทางเข้าลานจอดรถยนต์แต่ละแถวภายในลานจอดรถยนต์จะมีชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์เช่นเดียวกับที่บริเวณทางเข้าและทางออกของลานจอดรถยนต์ และมีลักษณะของการทำงานเช่นเดียวกันกับส่วนประตูทางเข้าของลานจอดรถยนต์แต่ละชั้น แต่จะไม่มีส่วนของอุปกรณ์กั้นทางเข้าที่จอดรถยนต์แถวนั้น



รูปที่ 3.3 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งทางเข้าและทางออกของแต่ละแถวหรือช่องทางจอดรถยนต์

3.2.4 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของตำแหน่งจอดรถยนต์

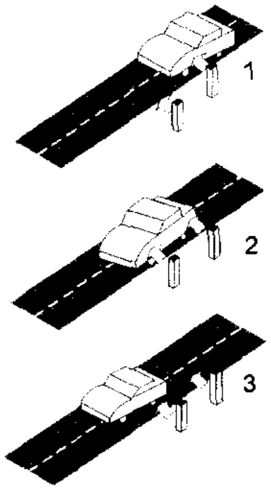
ในส่วนของตำแหน่งจอดรถยนต์แต่ละตำแหน่งจะมีชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ ทำหน้าที่ตรวจจับว่ามีรถยนต์เข้ามาจอดในตำแหน่งนั้นหรือไม่ โดยจะแสดงผลเป็นสัญญาณไฟสีเขียวในกรณีที่ตำแหน่งนั้นยังว่างอยู่ และจะแสดงผลเป็นสัญญาณไฟสีแดงในกรณีที่ตำแหน่งนั้นมีรถยนต์จอดแล้ว และยังส่งสถานะของตำแหน่งจอดรถนี้ไปแสดงที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

3.3 การออกแบบและการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆ ของแบบจำลองอาคารจอดรถยนต์

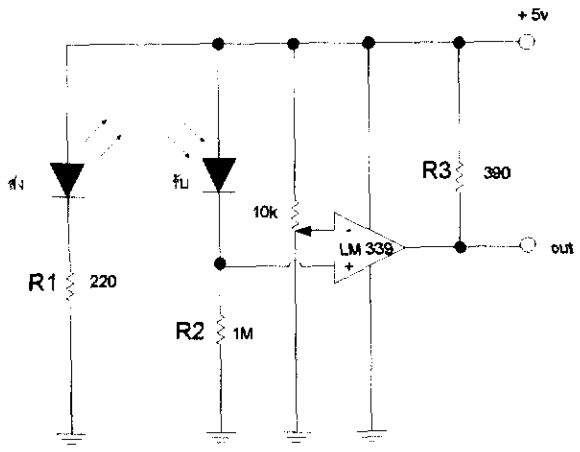
3.3.1 อุปกรณ์และวงจรเซ็นเซอร์ตรวจจับรถยนต์

อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจจับรถยนต์นั้น เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตัวส่งและตัวรับแบบแอลอีดีชนิดอินฟาเรด โดยอาศัยหลักการทำงานในการตรวจจับและการตอบโต้การเปลี่ยนแปลงสัญญาณทางแสง หรืออาศัยหลักการที่วัตถุเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์เซ็นเซอร์แล้วปริมาณแสงสะท้อนเกิดการเปลี่ยนแปลง

ในการตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการนั้น จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตัวตรวจจับ 2 จุด และต้องกำหนดระยะในการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้พอดีกับขนาดของตัวถังรถยนต์ เพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ทำงานตรวจจับวัตถุที่ไม่ใช่รถยนต์



รูปที่ 3.4 การตรวจจับรถยนต์ของอุปกรณ์เซ็นเซอร์



รูปที่ 3.5 วงจรเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจจับรถยนต์

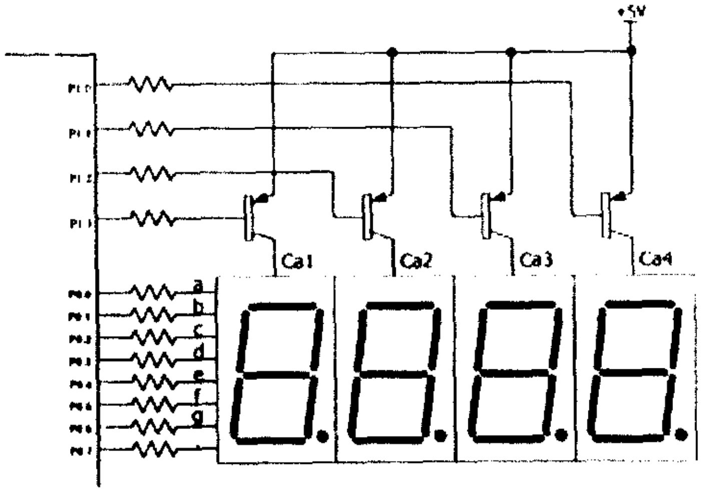
3.3.2 อุปกรณ์ควบคุม

ในส่วนของชุดอุปกรณ์ควบคุมจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำหน้าที่ในการประมวลผลการทำงานต่าง ๆ ทั้งในการรับผลจากชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์นำมาทำการประมวลผลการนับจำนวนรถยนต์ การเปรียบเทียบจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการกับจำนวนของตำแหน่งจอดรถที่ว่างอยู่ ส่งผลออกทางส่วนแสดงผลต่าง ๆ และเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการตรวจสอบระบบและจัดทำระบบฐานข้อมูล

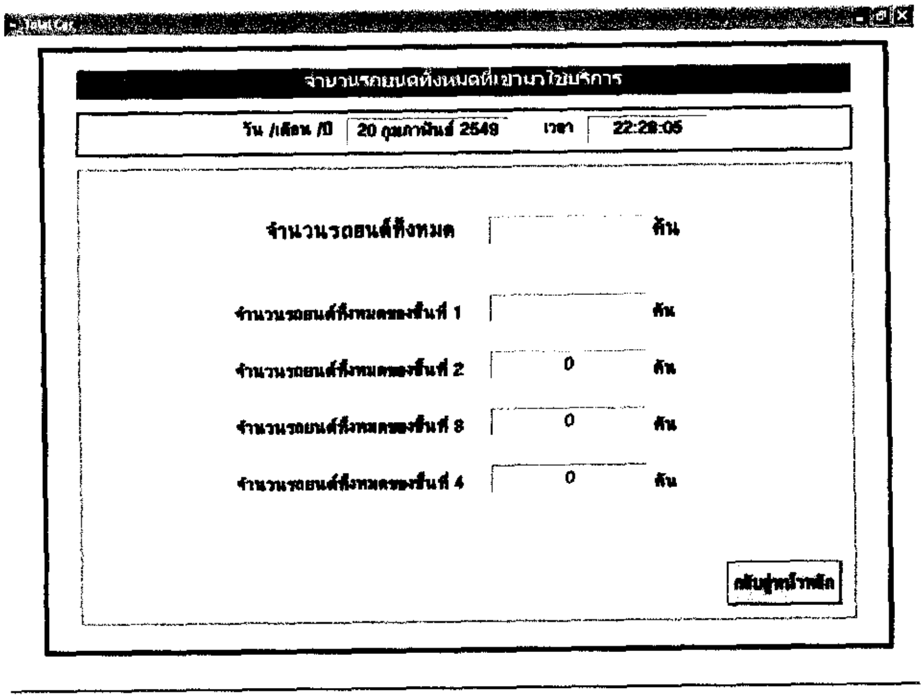
3.3.3 อุปกรณ์แสดงผล

ในส่วนของอุปกรณ์แสดงผลเราจะใช้อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) ชนิดคอมมอนคาโถด (Common Cathode) แบบ 4 หลัก และแบบ 2 หลัก ซึ่งพอร์ต P0.0 – P0.7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวป้อนข้อมูลที่จะแสดงผลเป็นตัวเลขตัวใด และพอร์ต P1.0 – P1.3 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ควบคุมว่าจะให้หลักใดของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) แสดงผล ซึ่งอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) จะทำหน้าที่แสดงจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมด (แบบ 4 หลัก) และจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการได้หรือตำแหน่งจอดรถยนต์ที่ว่างอยู่ (แบบ 2 หลัก) และส่วนของการแสดงยังประกอบด้วยหลอดไฟแสดงผลสีเขียวและสีแดง ทำหน้าที่แสดงผลว่าถ้ายังจำนวนรถยนต์สามารถเข้ามาใช้บริการได้หรือตำแหน่งจอดรถยนต์ที่ว่างอยู่จะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีเขียว แต่ถ้าจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการได้เป็น 12 คัน หรือตำแหน่งจอดรถยนต์เต็ม จะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีแดง

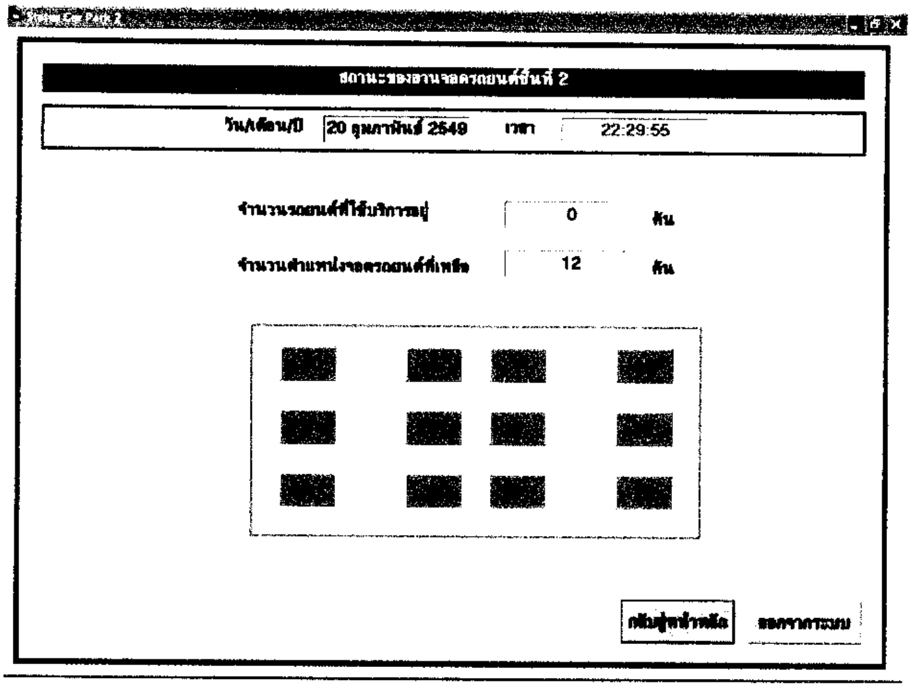
นอกจากนี้ได้มีได้มีการส่งข้อมูลที่ต้องการแสดงผลนี้ไปแสดงผลที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย



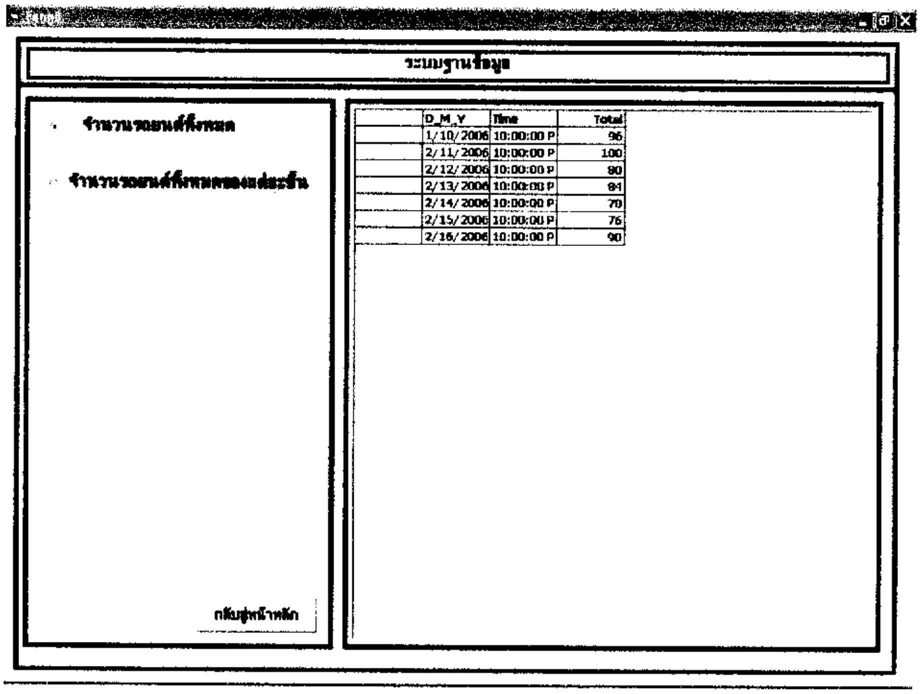
รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนกับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.7 การแสดงผลจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมดทางจอมินิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.8 การแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการ,จำนวนตำแหน่งจอดรถยนต์ที่ว่างอยู่ และสถานะของตำแหน่งจอดรถยนต์ทางจอมินิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

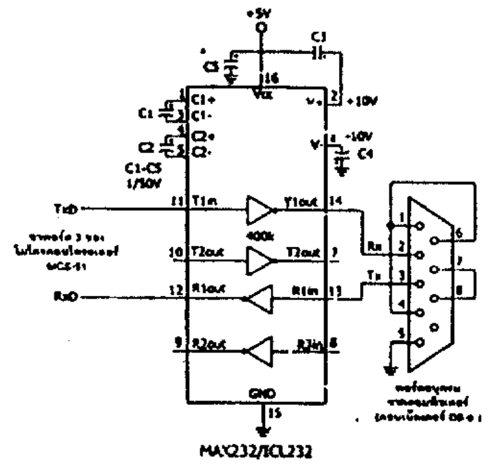


รูปที่ 3.9 การแสดงระบบฐานข้อมูลที่เก็บไว้ทางจอมินิเตอร์เครื่องคอมพิวเตอร์

3.3.4 อุปกรณ์สื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์

ในการสื่อสารเพื่อส่งผลการทำงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะใช้วงจรสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ในการติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยใช้มาตรฐาน RS-232 แต่เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ 3 ถึง 12 โวลต์ ในขณะที่ระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อยู่ในระดับทีทีแอล ดังนั้นจึงไม่สามารถเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ากับพอร์ตของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณ

ไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณนี้จะต้องแปลงข้อมูลที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่งมา จากระดับทีทีแอลไปเป็นระดับของ RS-232 และทำการแปลงข้อมูลรับจากคอมพิวเตอร์จากระดับของ RS-232 ให้เป็นระดับทีทีแอล เพื่อให้สามารถถ่ายทอดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จาก MAXIM หรือ ICL232 จาก HARRIS เป็นต้น วงจรของการต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.10 วงจรเชื่อมต่อ MAX232 หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

3.3.5 แหล่งจ่ายไฟ

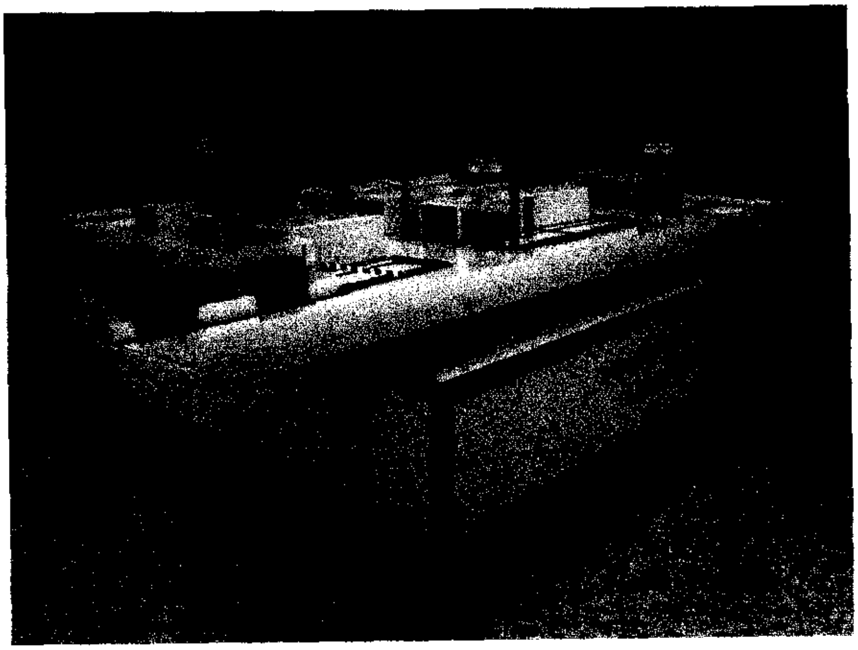
แหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในวงจรทั้งหมดจะมี 3 ส่วน คือ

- แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง +5 โวลต์ (+5 VDC) เป็นไฟเลี้ยงให้กับไอซีต่าง ๆ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์
- แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง +12 โวลต์ (+12 VDC) เป็นไฟเลี้ยงให้กับสเต็ปมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ในส่วนของอุปกรณ์กั้นรถยนต์

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 แบบจำลองของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ

การแสดงผลการทำงานของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายอาคารจอดรถนั้น ได้สร้างแบบจำลองการทำงาน (Model) เป็นลานจอดรถยนต์ 1 ชั้นแทนอาคารจอดรถยนต์ ซึ่งมีจำนวนตำแหน่งที่จอดรถยนต์ 12 ตำแหน่ง และติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ อุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

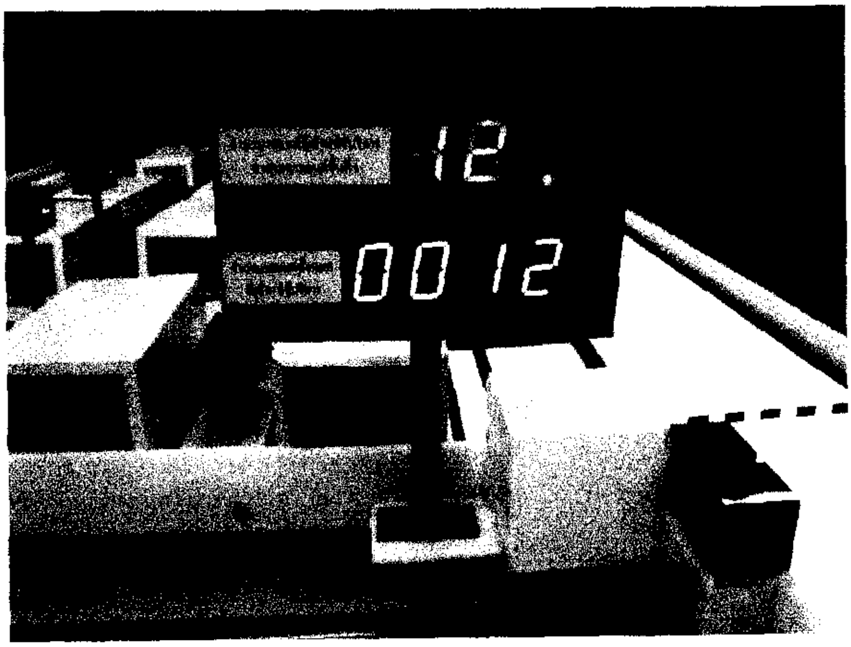


รูปที่ 4.1 แบบจำลองการทำงานของระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ภายในอาคารจอดรถ

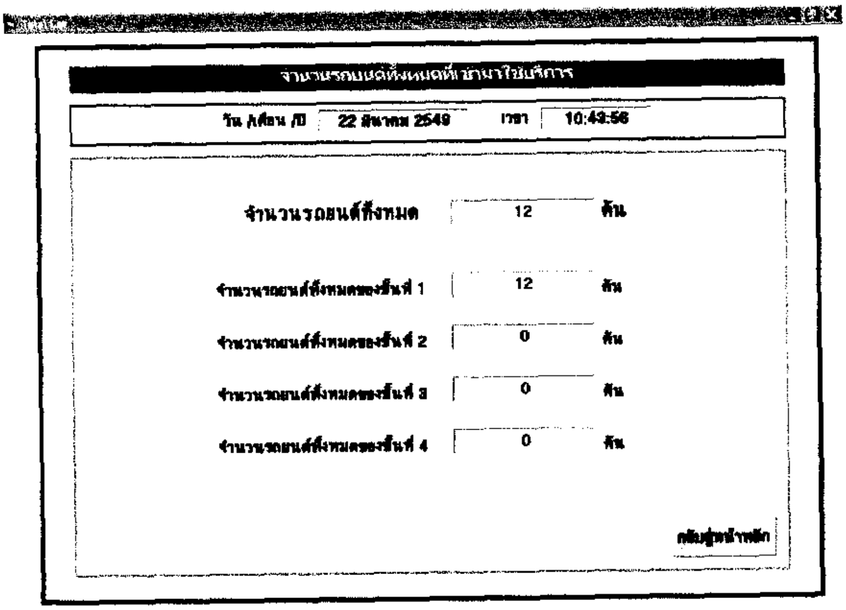
4.2 การแสดงผลการทำงานของระบบ

4.2.1 ส่วนของการแสดงผลจำนวนรถยนต์ทั้งหมด

ประกอบด้วยอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) 4 หลัก และที่หน้าจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ จะแสดงผลจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการจอดรถยนต์ในอาคารจอดรถในเวลา 1 วัน



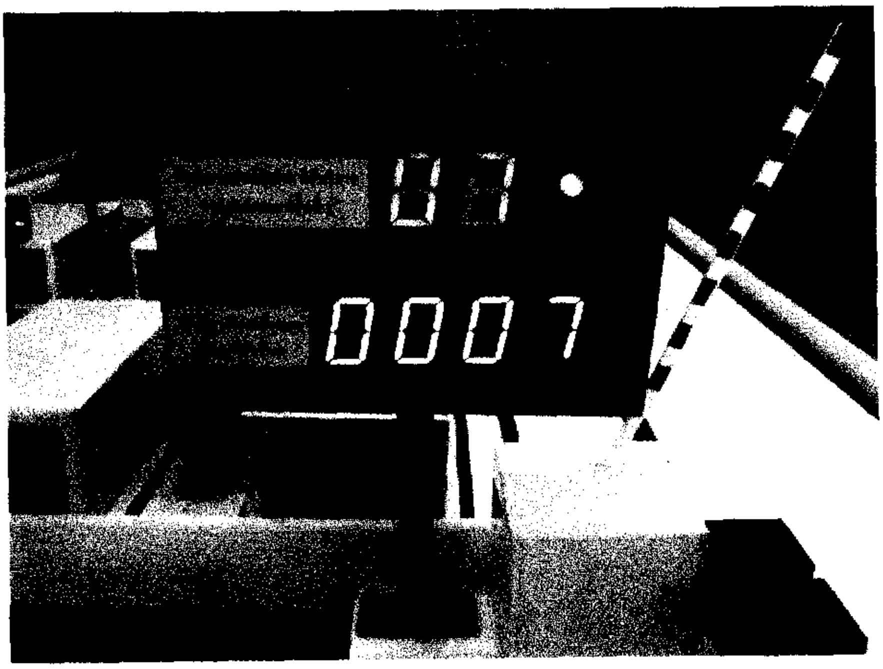
รูปที่ 4.2 ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน ที่บริเวณทางเข้าของอาคารจอดรถ



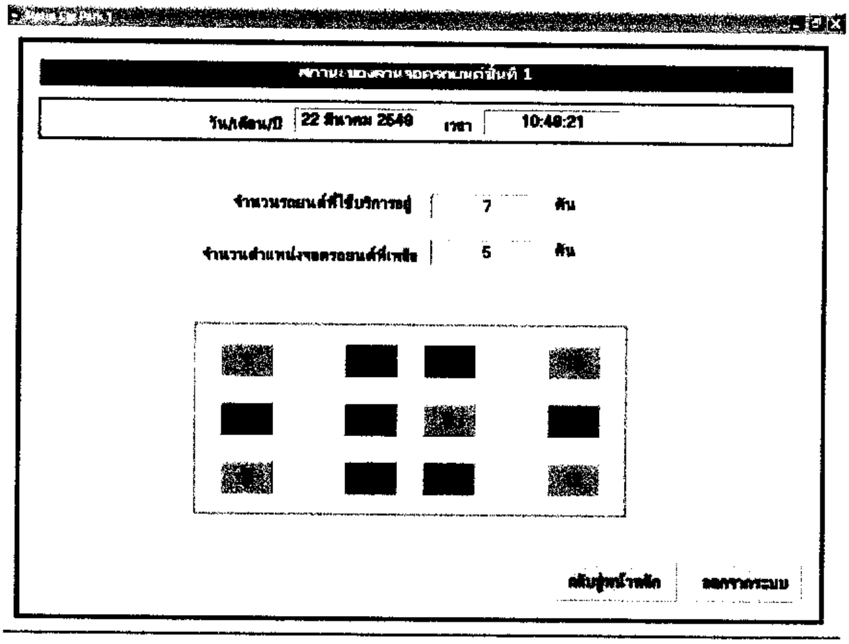
รูปที่ 4.3 ผลการทำงานของส่วนแสดงผลจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการในอาคารจอดรถที่หน้าจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

4.2.2 ส่วนของการแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการของลานจอดรถยนต์

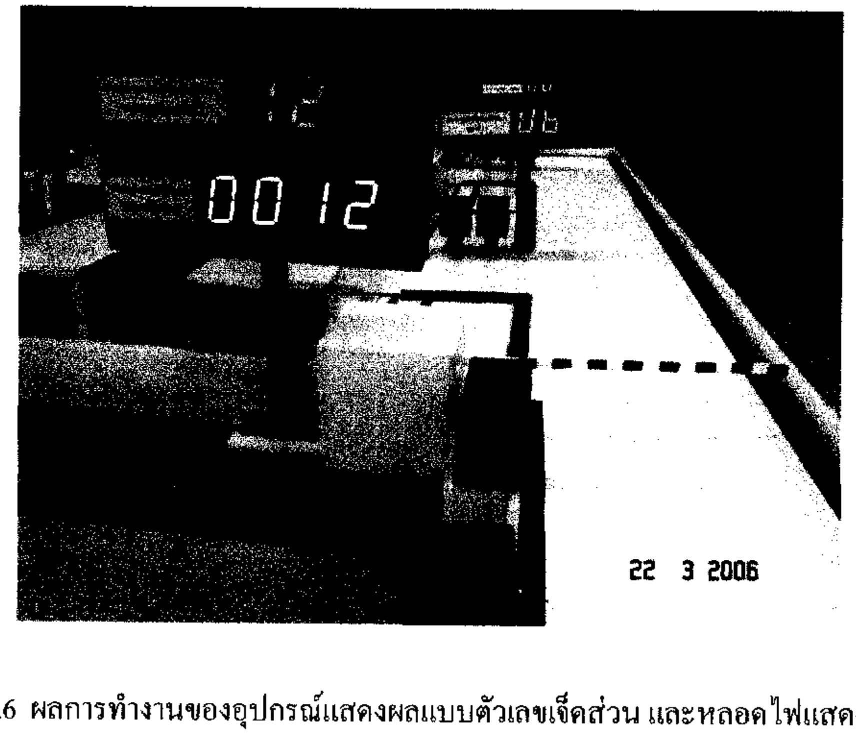
ประกอบด้วยอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) 2 หลัก หลอดไฟแสดงผลสีเขียว-แดง และที่หน้าจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ จะแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการจอดรถยนต์ ณ เวลานั้น เมื่อจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการยังไม่เท่ากับ 12 คันหรือที่จอดรถยนต์นั้นยังไม่เต็ม ก็จะแสดงจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาจอดว่ามีกี่คัน และแสดงสัญญาณไฟสีเขียว แต่ถ้าหาจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาจอดเท่ากับ 12 คัน ก็จะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีแดงพร้อมทั้งสั่งให้อุปกรณ์กั้นรถยนต์ทำการกั้นรถไม่ให้เข้ามาจอด



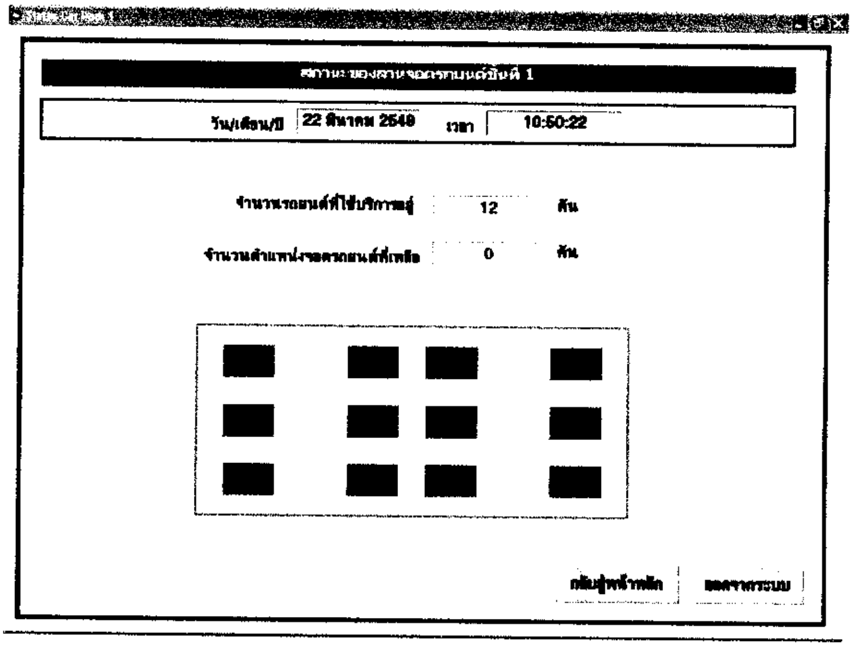
รูปที่ 4.4 ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน และหลอดไฟแสดงผลในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ยังไม่เต็ม



รูปที่ 4.5 ผลการทำงานของส่วนแสดงผลที่จอมอนิเตอร์ในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ยังไม่เต็ม



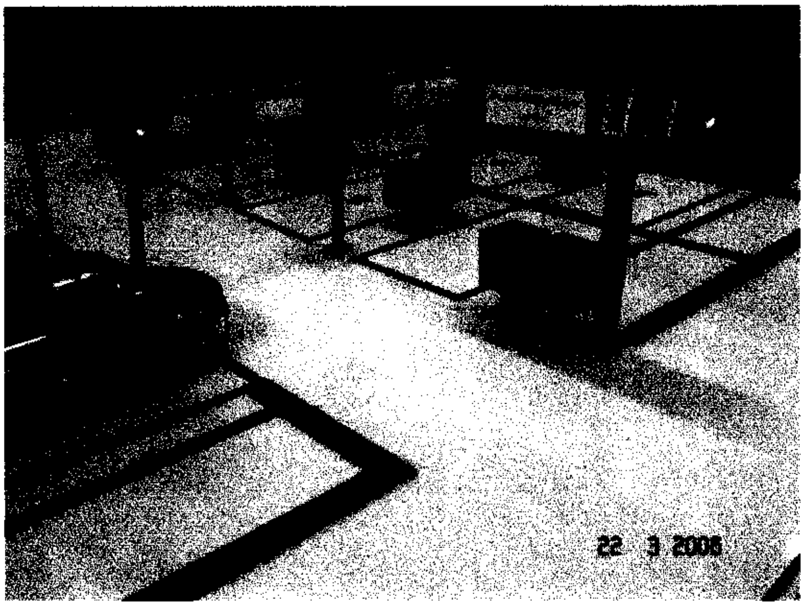
รูปที่ 4.6 ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน และหลอดไฟแสดงผลในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์เต็ม



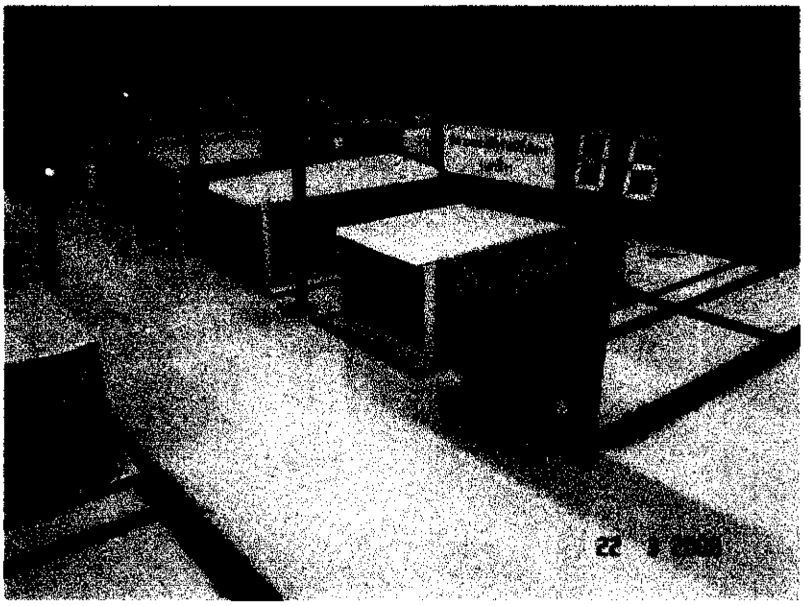
รูปที่ 4.7 ผลการทำงานของส่วนแสดงผลที่จอมอนิเตอร์ในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์เต็ม

4.2.3 ส่วนของการแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการจอดรถในแต่ละแถวของลานจอดรถยนต์

ประกอบด้วยอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment) 2 หลัก หลอดไฟแสดงผลสีเขียว-แดง และที่หน้าจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ จะแสดงผลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการจอดรถยนต์ ณ เวลานั้น เมื่อจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการยังไม่เท่ากับ 6 คันหรือที่จอดรถยนต์นั้นยังไม่เต็ม ก็จะแสดงจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาจอดว่ามีกี่คัน และแสดงสัญญาณไฟสีเขียว แต่ถ้าหาจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาจอดเท่ากับ 6 คัน ก็จะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีแดง



รูปที่ 4.8 ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน และหลอดไฟแสดงผล ในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ไม่เต็ม

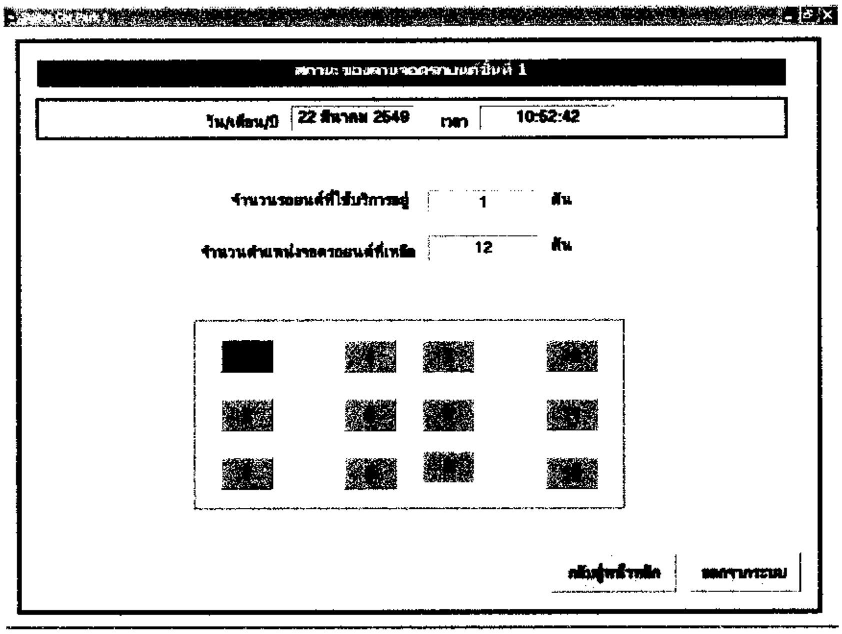


รูปที่ 4.9 ผลการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน และหลอดไฟแสดงผล ในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์เต็ม

4.2.4 การทำงานในส่วนของตำแหน่งจอดรถยนต์

ในกรณีที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ตำแหน่งใดว่างอยู่จะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีเขียว แต่ถ้าหากตำแหน่งใดมีรถยนต์จอดอยู่จะแสดงเป็นสัญญาณไฟสีแดง

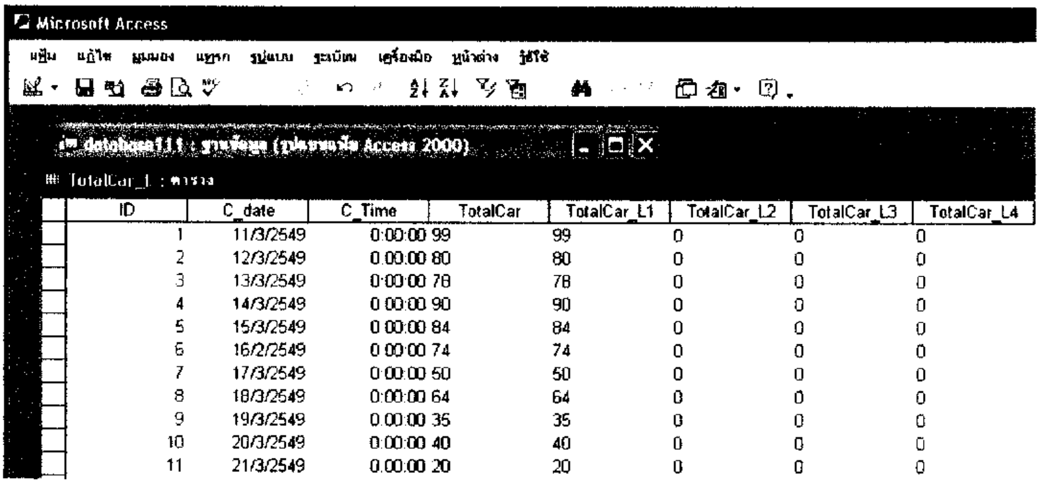
รูปที่ 4.10 ผลการทำงานในส่วนของหลอดไฟแสดงผลของตำแหน่งจอดรถยนต์



รูปที่ 4.11 ผลการทำงานในส่วนของการแสดงตำแหน่งจอดรถยนต์ที่จอมอนิเตอร์

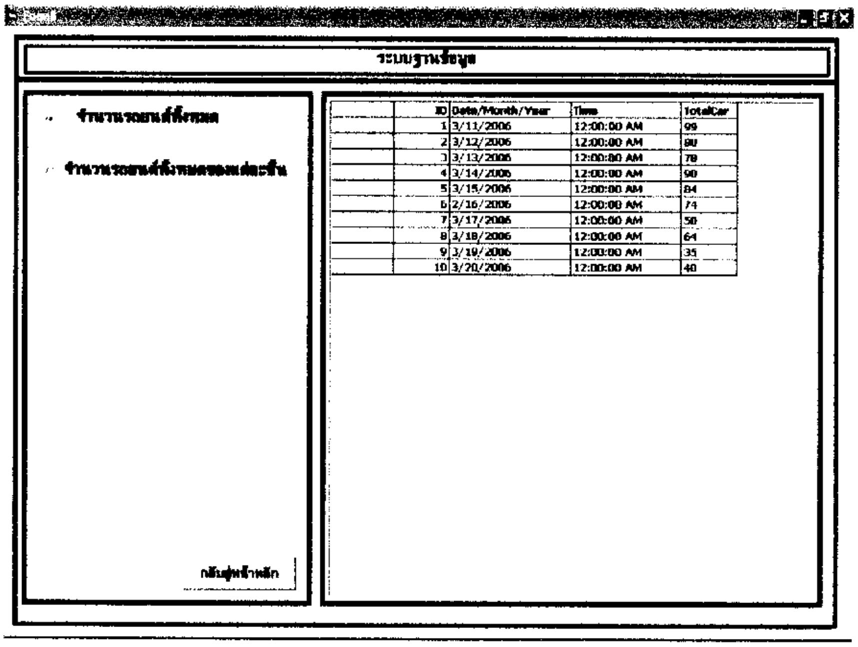
4.3 ผลการทำงานของระบบฐานข้อมูล

เมื่อถึงเวลา 24.00 นาฬิกา ข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมดของอาคารจอดรถยนต์และลานจอดรถยนต์แต่ละชั้น จะถูกเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล เพื่อนำข้อมูลสถิตินี้ไปทำการวิเคราะห์และปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพขึ้น



ID	C_date	C_Time	TotalCar	TotalCar_L1	TotalCar_L2	TotalCar_L3	TotalCar_L4
1	11/3/2549	0:00:00	99	99	0	0	0
2	12/3/2549	0:00:00	80	80	0	0	0
3	13/3/2549	0:00:00	78	78	0	0	0
4	14/3/2549	0:00:00	90	90	0	0	0
5	15/3/2549	0:00:00	84	84	0	0	0
6	16/2/2549	0:00:00	74	74	0	0	0
7	17/3/2549	0:00:00	50	50	0	0	0
8	18/3/2549	0:00:00	64	64	0	0	0
9	19/3/2549	0:00:00	35	35	0	0	0
10	20/3/2549	0:00:00	40	40	0	0	0
11	21/3/2549	0:00:00	20	20	0	0	0

รูปที่ 4.12 ตารางฐานข้อมูลใน Microsoft Acess



ID	Date/Month/Year	Time	TotalCar
1	3/11/2006	12:00:00 AM	99
2	3/12/2006	12:00:00 AM	80
3	3/13/2006	12:00:00 AM	78
4	3/14/2006	12:00:00 AM	90
5	3/15/2006	12:00:00 AM	84
6	2/16/2006	12:00:00 AM	74
7	3/17/2006	12:00:00 AM	50
8	3/18/2006	12:00:00 AM	64
9	3/19/2006	12:00:00 AM	35
10	3/20/2006	12:00:00 AM	40

รูปที่ 4.13 ตารางฐานข้อมูลที่แสดงบนจอมอนิเตอร์เมื่อทำการการค้นหาข้อมูล

บทที่ 5
สรุป

5.1 สรุปการพัฒนาโครงงาน

โครงงานที่สร้างนี้สามารถเป็นตัวอย่างในการพัฒนาระบบจัดสรรการจอดรถยนต์ในอาคารจอดรถต่าง ๆ โดยระบบสามารถแสดงจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการ จำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการในลานจอดรถยนต์ ณ เวลานั้น มีการควบคุมจำนวนรถยนต์ที่จะเข้ามาใช้บริการให้สอดคล้องกับจำนวนตำแหน่งจอดรถยนต์ เพื่อป้องกันปัญหาในกรณีที่รถยนต์เข้ามาในลานจอดรถแล้วไม่มีที่สำหรับจอดรถยนต์ โดยอาศัยการแสดงผลที่อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน หลอดไฟแสดงผลสีเขียวแดง และที่จอมอนิเตอร์ของห้องควบคุม และมีการเก็บจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวันไว้ในระบบฐานข้อมูล เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบทางสถิติและปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2 ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในทางเทคนิค

1. ส่วนของแบบจำลองลานจอดรถยนต์ เนื่องจากจำนวนตำแหน่งจอดรถยนต์ที่ได้ออกแบบมีจำนวน 12 คัน แต่ขนาดของแบบจำลองมีขนาดจำกัด จึงทำให้ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในลานจอดรถนั้นมีน้อย และทำการติดตั้งอุปกรณ์ยาก

2. ส่วนของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ เนื่องจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่นำมาใช้กับแบบจำลองลานจอดรถยนต์นี้เป็นแบบอินฟาเรดแอลอีดี ซึ่งอาศัยการสะท้อนของแสงจากการแปล่งแสงไปสะท้อนกับตัวรถยนต์ที่เคลื่อนที่ผ่าน แสงสว่างจากภายนอกจะรบกานการทำงานของเซ็นเซอร์ทำให้มีประสิทธิภาพในการตรวจจับรถยนต์น้อยลง และไม่สามารถตรวจจับสีดำได้

3. ส่วนของหลอดไฟแสดงผลที่ตำแหน่งจอดรถยนต์ เนื่องจากหลอดไฟแสดงผลที่ตำแหน่งจอดรถยนต์นั้น ได้เลือกใช้แอลอีดีสีเขียว-แดง ขนาด 5 มิลลิเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กจึงทำให้การแสดงผลสัญญาณไฟไม่เด่นชัดเท่าที่ควร

5.3 ข้อจำกัดของโครงงาน

1. เนื่องจากจำนวนตำแหน่งจอดรถยนต์ที่ได้ออกแบบมีจำนวน 12 คัน แต่ขนาดของแบบจำลองมีขนาดจำกัด จึงทำให้ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในลานจอดรถนั้นมีน้อย
2. อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่นำมาใช้มีระยะการตรวจจับได้ไม่ไกล และมีการรบกวนของแสงภายนอกทำให้ประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ลดลง
3. วัสดุที่นำมาประกอบเป็นแบบจำลองมีความแข็งแรงน้อย เนื่องจากการประกอบอุปกรณ์แต่ละอย่างเข้าด้วยกันทำได้ยาก

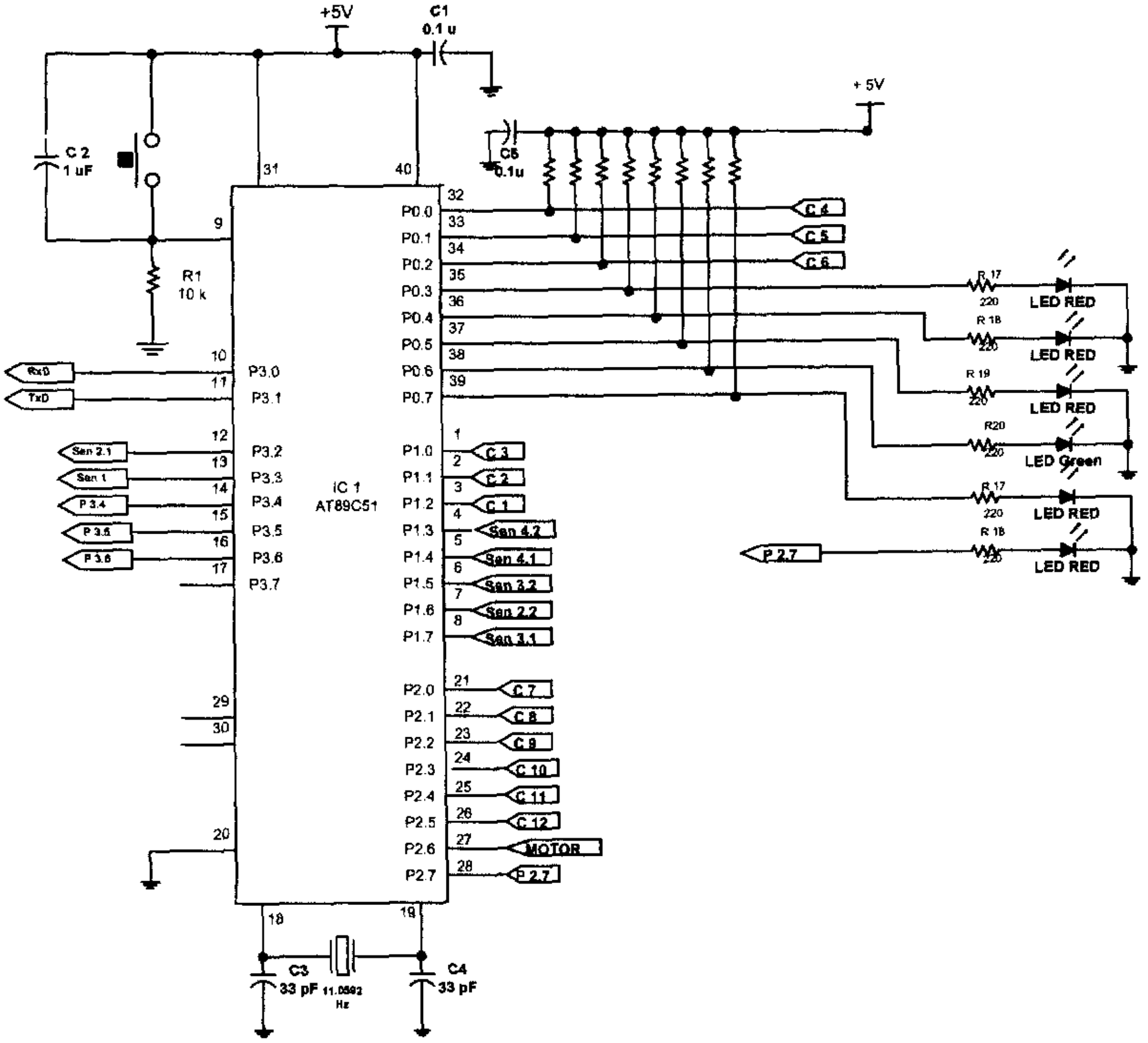
5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1. วัสดุที่นำมาทำแบบจำลองควรเลือกที่มีความแข็งแรงและประกอบเข้าด้วยกันได้ง่าย
2. ขนาดของแบบจำลองควรมีขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนตำแหน่งจอดรถยนต์ที่ออกแบบเพื่อทำให้การติดตั้งอุปกรณ์ทำได้ง่าย
3. อุปกรณ์เซ็นเซอร์ควรมีระยะการตรวจจับได้ไกล ไม่มีผลกระทบหรือการรบกวนจากแสงสว่างภายนอก และสามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกสี
4. อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนควรมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น ในกรณีที่นำไปประยุกต์ใช้กับงานจริง
5. หลอดไฟเขียว-แดง ที่ทำหน้าที่แสดงการทำงานควรมีขนาดใหญ่พอที่จะสามารถแสดงให้มองเห็นได้เด่นชัดขึ้น
6. การเก็บจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวันนี้สามารถนำไปทำการคิดค่าบริการการจอดรถยนต์ได้

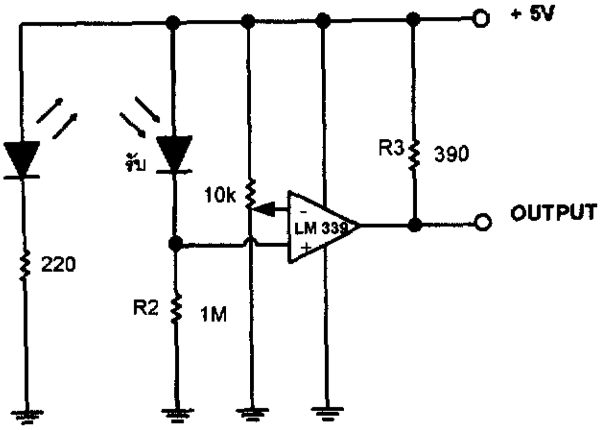
บรรณานุกรม

1. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิลัย, "คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์", บริษัทซีเอ็ดยูเคชันจำกัด, กรุงเทพมหานคร ,*2539*
2. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิลัย และ วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, "เรียนรู้และการปฏิบัติการ *ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51*", *บริษัท*อินโนเวตีฟ เอ็กอริเมนต์จำกัด, กรุงเทพมหานคร
3. ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์", สมาคมส่งเสริม *เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)*, *บริษัทแซทโฟร์ พริ้นติ้งจำกัด, กรุงเทพมหานคร, 2541*
4. มนชนก ศรีเสือขาม, "อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเบื้องต้น", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม*เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*
5. สมเกียรติ ศุภเดช, "สิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2540

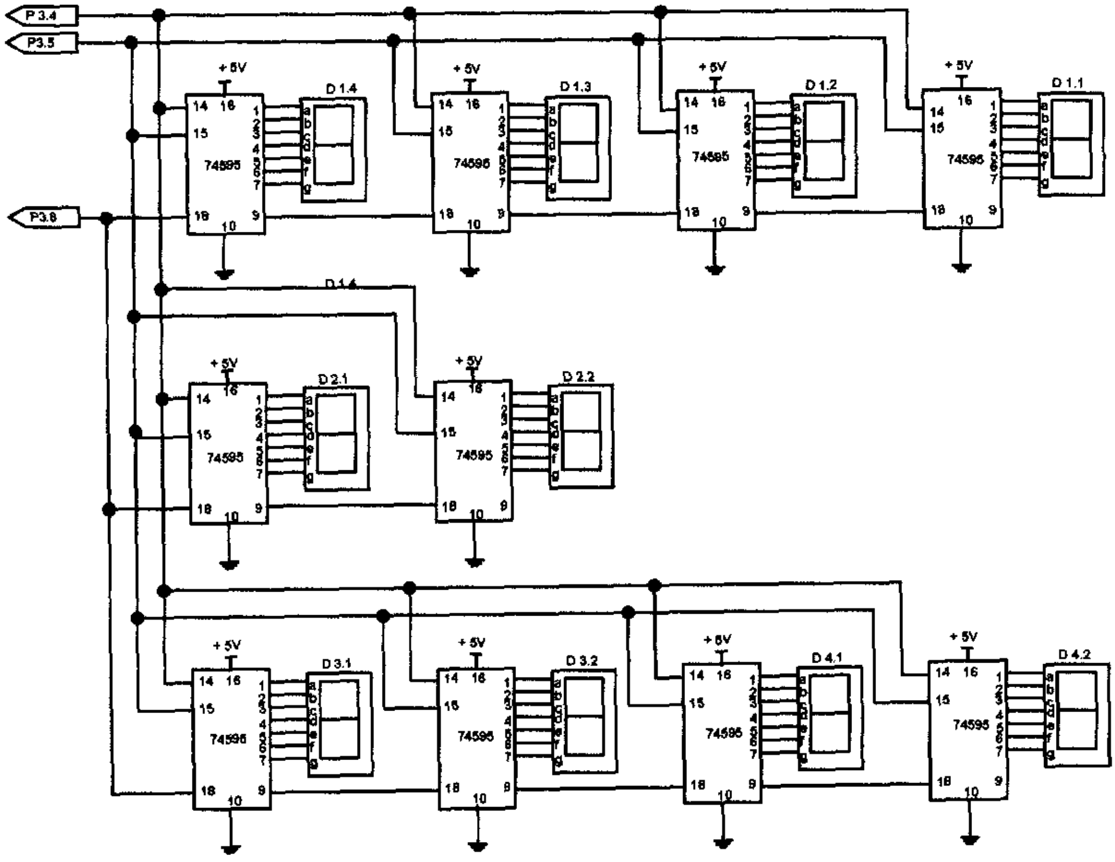
ภาคผนวก ก.



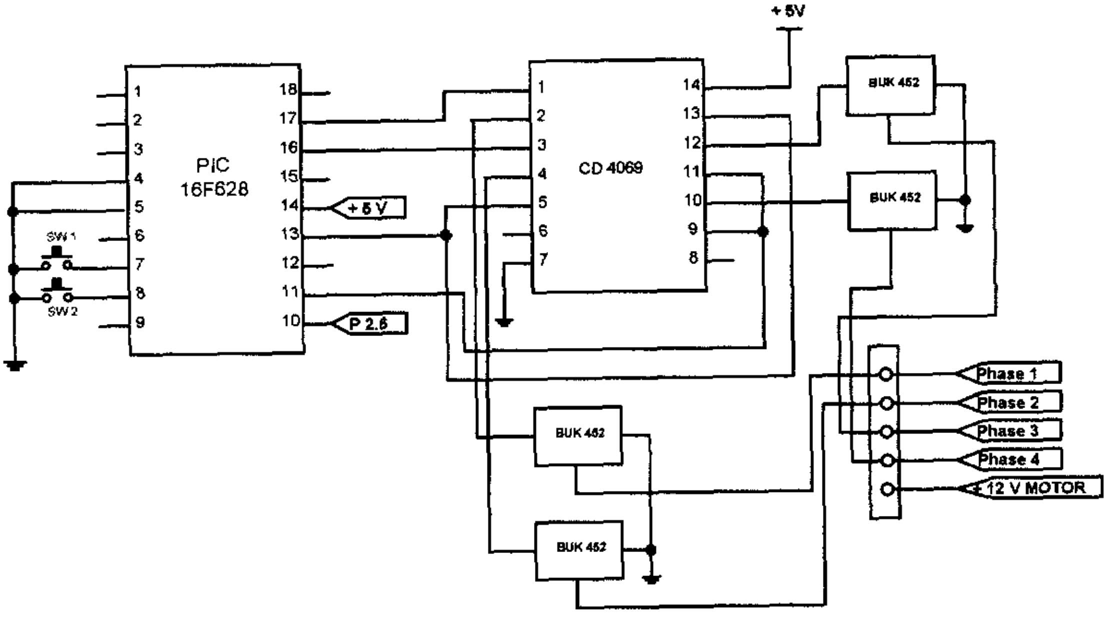
วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



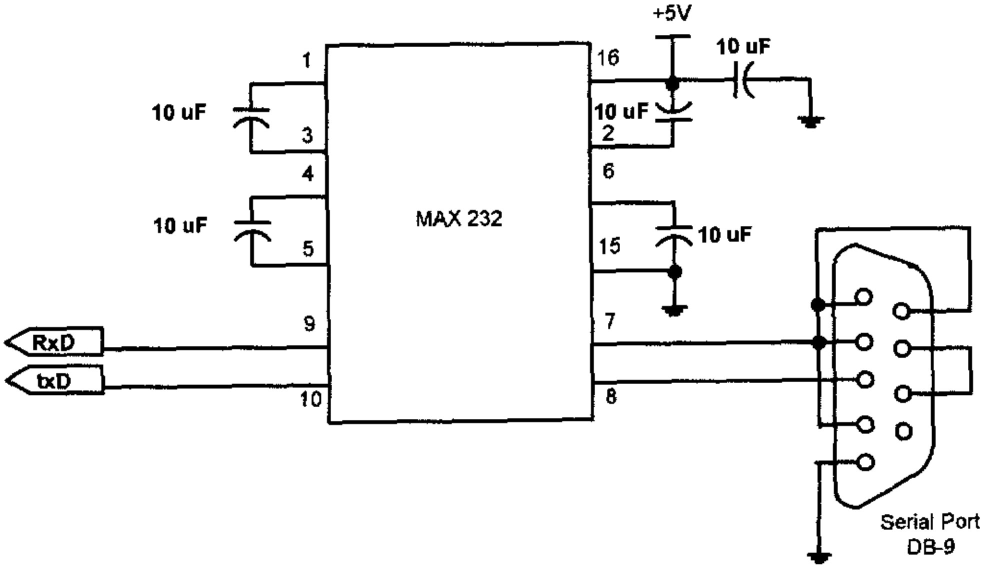
วงจรเซ็นต์เซอร์



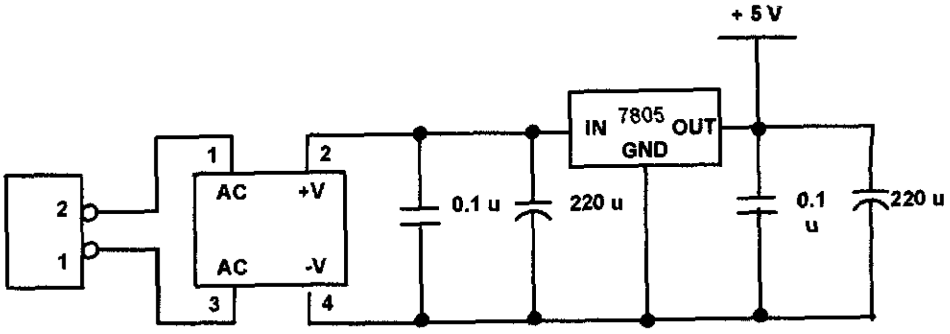
วงจรอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน (7-Segment)



วงจรมอเตอร์ควบคุมการปิด-เปิดกั้นรถยนต์



วงจรสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม



วงจรแหล่งจ่ายไฟ

ภาคผนวก ข.

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

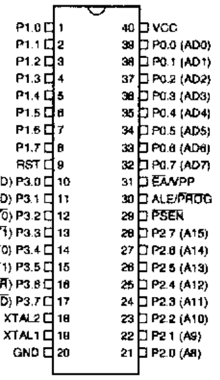
AT89C51

Description

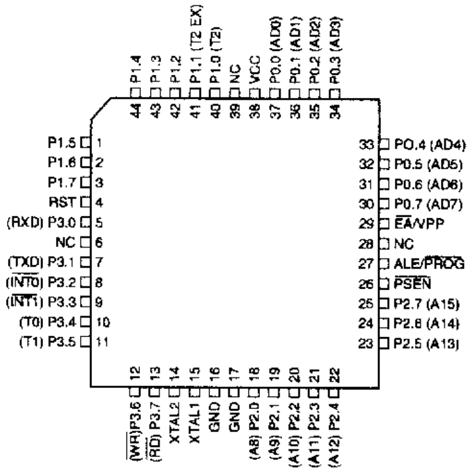
'he AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K ytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device ; manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is ompatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip 'lash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conven- onal nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash n a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations

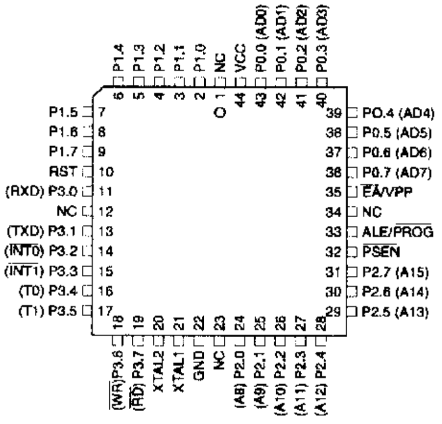
PDIP



PQFP/TQFP

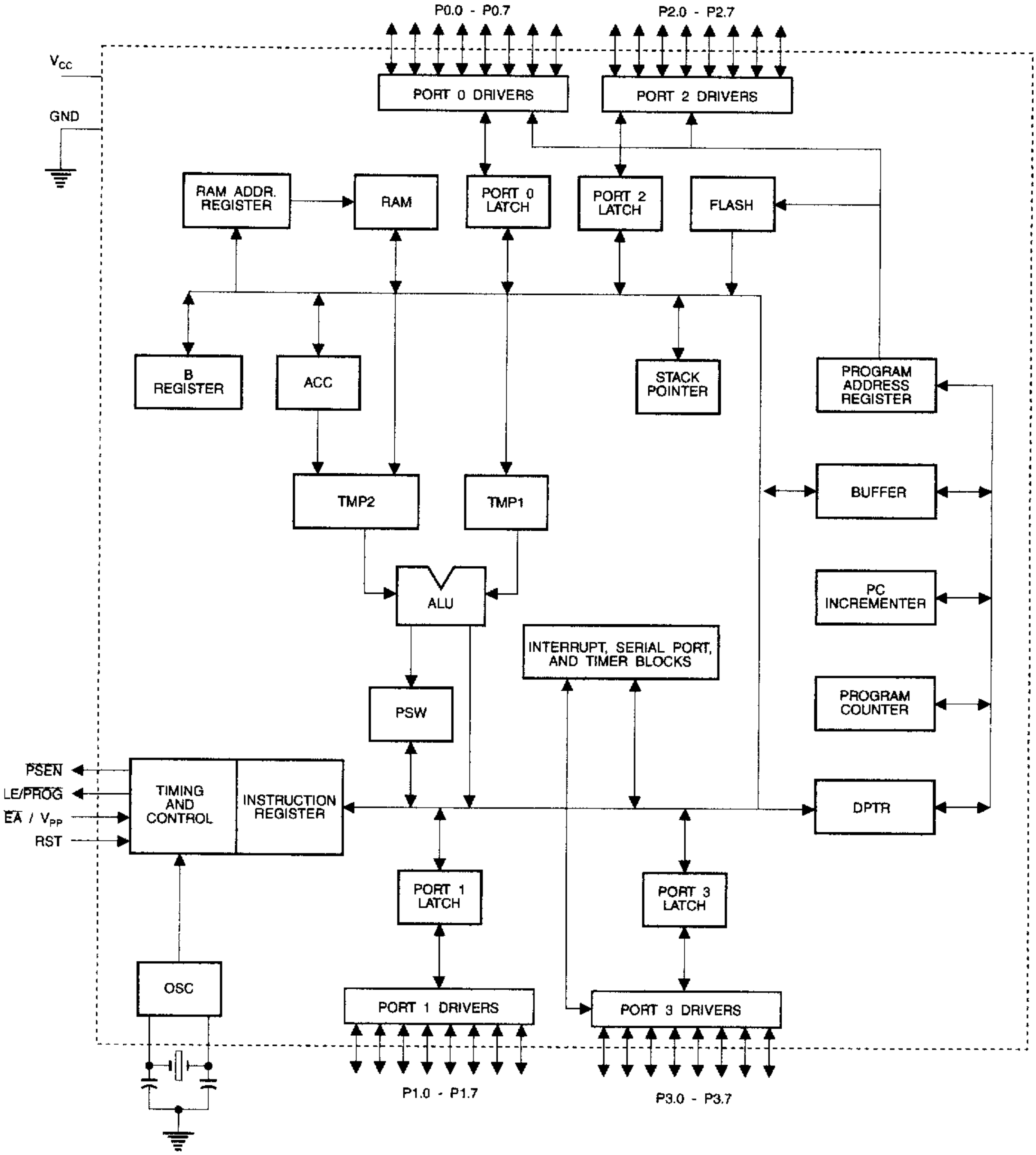


PLCC



Rev. 0265G–02/00

Block Diagram



'he AT89C51 provides the following standard features: 4K ›ytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit mer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, : full duplex serial port, on-chip oscillator and clock cir- uitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic ɔr operation down to zero frequency and supports two oftware selectable power saving modes. The Idle Mode ›tops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, ›erial port and interrupt system to continue functioning. The ›ower-down Mode saves the RAM contents but freezes ne oscillator disabling all other chip functions until the next ıardware reset.

›in Description

'CC

ìupply voltage.

;ND

ìround.

'ort 0

'ort 0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an ›utput port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s re written to port 0 pins, the pins can be used as high- npedance inputs.

'ort 0 may also be configured to be the multiplexed low- rder address/data bus during accesses to external pro- ram and data memory. In this mode P0 has internal ullups.

'ort 0 also receives the code bytes during Flash program- ıing, and outputs the code bytes during program erification. External pullups are required during program erification.

'ort 1

'ort 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. he Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. Vhen 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by ıe internal pullups and can be used as inputs. As inputs, 'ort 1 pins that are externally being pulled low will source urrent (I_{IL}) because of the internal pullups.

'ort 1 also receives the low-order address bytes during lash programming and verification.

ort 2

ort 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. he Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. Vhen 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by ıe internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. 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 AT89C51 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)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

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

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/$\overline{PROG}$

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE

ıulse is skipped during each access to external Data Aemory.

: desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of 3FR location 8EH. With the bit set, ALE is active only dur-ıg a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is veakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no ffect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{\text{PSEN}}$

'rogram Store Enable is the read strobe to external pro-ıram memory.

Vhen the AT89C51 is executing code from external pro-ram memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine ycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during ach access to external data memory.

:$\overline{\text{A}}$/VPP

:xternal Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in rder to enable the device to fetch code from external pro-ram memory locations starting at 0000H up to FFFFH. lote, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be ıternally latched on reset.

:$\overline{\text{A}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program xecutions.

'his pin also receives the 12-volt programming enable volt-ge (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 2-volt V_{PP}.

:TAL1

ıput to the inverting oscillator amplifier and input to the ıternal clock operating circuit.

:TAL2

)utput from the inverting oscillator amplifier.

)scillator Characteristics

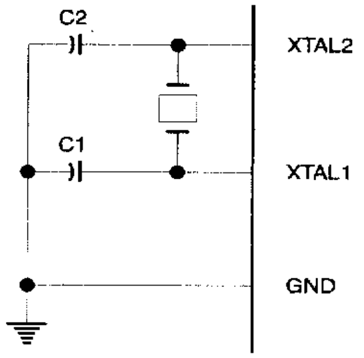
:TAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, f an inverting amplifier which can be configured for use as n on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz rystal or ceramic resonator may be used. To drive the evice from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while 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.

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.

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

Figure 1. Oscillator Connections



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

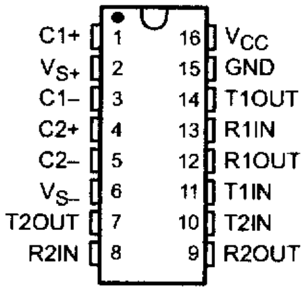
3tatus of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

- Operates With Single 5-V Power Supply
- LinBiCMOS™ Process Technology
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- Applications
  - TIA/EIA-232-F
  - Battery-Powered Systems
  - Terminals
  - Modems
  - Computers
- ESD Protection Exceeds 2000 V Per MIL-STD-883, Method 3015
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW) Packages and Standard Plastic (N) DIPs

D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)

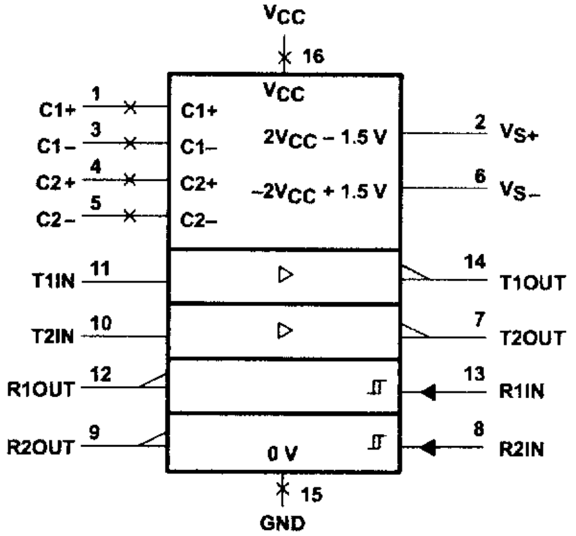


description

The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

The MAX232 is characterized for operation from 0°C to 70°C. The MAX232I is characterized for operation from –40°C to 85°C.

logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

AVAILABLE OPTIONS

T_A	PACKAGED DEVICES		
	SMALL OUTLINE (D)	SMALL OUTLINE (DW)	PLASTIC DIP (N)
0°C to 70°C	MAX232D‡	MAX232DW‡	MAX232N
–40°C to 85°C	MAX232ID‡	MAX232IDW‡	MAX232IN

‡ This device is available taped and reeled by adding an R to the part number (i.e., MAX232DR).

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC and LinBiCMOS are trademarks of Texas Instruments Incorporated.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1) . . . . −0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+} . . . . V_{CC} − 0.3 V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-} . . . . −0.3 V to −15 V
Input voltage range, V_I: Driver . . . . −0.3 V to V_{CC} + 0.3 V
Receiver . . . . ±30 V
Output voltage range, V_O: T1OUT, T2OUT . . . . V_{S-} −0.3 V to V_{S+} + 0.3 V
R1OUT, R2OUT . . . . −0.3 V to V_{CC} + 0.3 V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT . . . . Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package . . . . 113°C/W
DW package . . . . 105°C/W
N package . . . . 78°C/W
Storage temperature range, T_{stg} . . . . −65°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds . . . . 260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH} (T1IN,T2IN)		2			V
Low-level input voltage, V_{IL} (T1IN, T2IN)				0.8	V
Receiver input voltage, R1IN, R2IN				±30	V
Operating free-air temperature, T_A	MAX232	0		70	°C
	MAX232I	−40		85	

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER			TEST CONDITIONS		MIN	TYP†	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	R_L = 3 kΩ to GND		5	7		V
		R1OUT, R2OUT	I_{OH} = –1 mA		3.5			
V_{OL}	Low-level output voltage‡	T1OUT, T2OUT	R_L = 3 kΩ to GND			–7	–5	V
		R1OUT, R2OUT	I_{OL} = 3.2 mA				0.4	
V_{IT+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5 V,	T_A = 25°C		1.7	2.4	V
V_{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5 V,	T_A = 25°C	0.8	1.2		V
V_{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5 V		0.2	0.5	1	V
r_i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5,	T_A = 25°C	3	5	7	kΩ
r_o	Output resistance	T1OUT, T2OUT	V_{S+} = V_{S-} = 0,	V_O = ± 2 V	300			Ω
I_{OS}§	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	V_{CC} = 5.5 V,	V_O = 0		±10		mA
I_{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN	V_I = 0				200	µA
I_{CC}	Supply current		V_{CC} = 5.5 V, T_A = 25°C	All outputs open,		8	10	mA

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.
§ Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{PLH(R)}$	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	See Figure 1		500		ns
$t_{PHL(R)}$	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	See Figure 1		500		ns
SR	Driver slew rate	R_L = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/µs
SR(tr)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/µs

PIC16F627A/628A/648A

Data Sheet

FLASH-Based

8-Bit CMOS Microcontrollers

Note the following details of the code protection feature on Microchip devices:

- Microchip products meet the specification contained in their particular Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of products is one of the most secure families of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection feature. All of these methods, to our knowledge, require using the Microchip products in a manner outside the operating specifications contained in Microchip's Data Sheets. Most likely, the person doing so is engaged in theft of intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as "unbreakable."

Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our products.

Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.

Trademarks

The Microchip name and logo, the Microchip logo, KEELOQ, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART and PRO MATE are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

FilterLab, microID, MXDEV, MXLAB, PICMASTER, SEEVAL and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

dsPIC, dsPICDEM.net, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, In-Circuit Serial Programming, ICSP, ICEPIC, microPort, Migratable Memory, MPASM, MPLIB, MPLINK, MPSIM, PICC, PICDEM, PICDEM.net, rfPIC, Select Mode and Total Endurance are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

Serialized Quick Turn Programming (SQTP) is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2002, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

Printed on recycled paper.

DNV Certification, Inc. USA
DNV MSC The Netherlands Accredited by the RvA
ANSI-RAB QMS ACCREDITED
ISO 9001 / QS-9000 REGISTERED FIRM

Microchip received QS-9000 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona in July 1999 and Mountain View, California in March 2002. The Company's quality system processes and procedures are QS-9000 compliant for its PICmicro® 8-bit MCUs, KEELOQ® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, non-volatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001 certified.

PIC16F627A/628A/648A

18-pin FLASH-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers

High Performance RISC CPU:

- Operating speeds from DC - 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single word instructions
  - All instructions single cycle except branches

Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options
  - Precision Internal 4 MHz oscillator factory calibrated to ±1%
  - Low Power Internal 37 kHz oscillator
  - External Oscillator support for crystals and resonators.
- Power saving SLEEP mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range. (2.0 - 5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High Endurance FLASH/EEPROM Cell
  - 100,000 write FLASH endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - 100 year data retention

Low Power Features:

- Standby Current:
  - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 12 µA @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 120 µA @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current
  - 1 µA @ 2.0V, typical
- Timer1 oscillator current:
  - 1.2 µA @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual Speed Internal Oscillator:
  - Run-time selectable between 4 MHz and 37 kHz
  - 4 µs wake-up from SLEEP, 3.0V, typical

Peripheral Features:

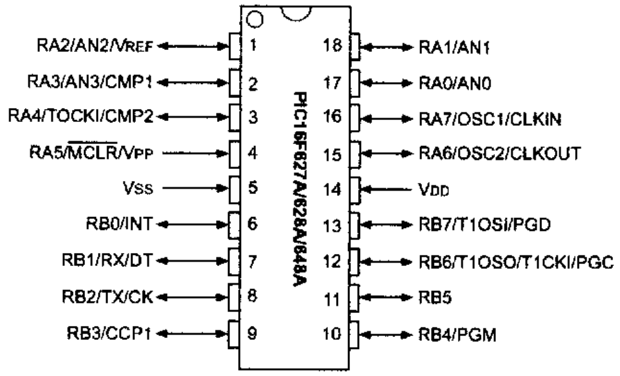
- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
  - Selectable internal or external reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/ clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module
  - 16-bit Capture/Compare
  - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	FLASH (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

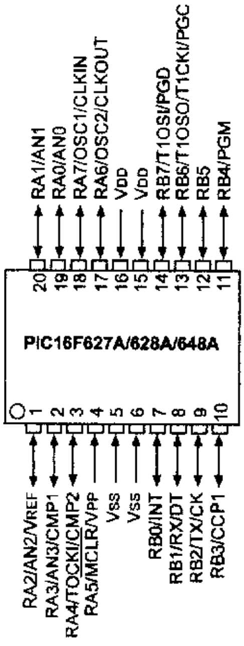
© 2002 Microchip Technology Inc.

Pin Diagrams

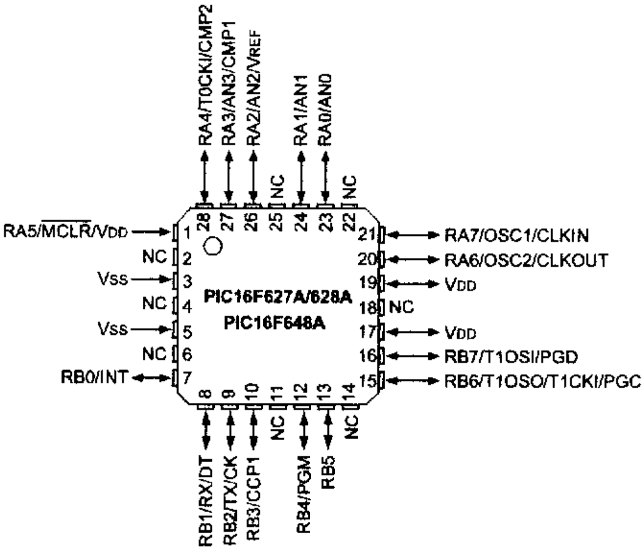
PDIP, SOIC



SSOP



28-Pin QFN



 © 2002 Microchip Technology Inc.

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR™

October 1987
Revised January 1999

CD4069UBC Inverter Circuits

General Description

The CD4069UB consists of six inverter circuits and is manufactured using complementary MOS (CMOS) to achieve wide power supply operating range, low power consumption, high noise immunity, and symmetric controlled rise and fall times.

This device is intended for all general purpose inverter applications where the special characteristics of the MM74C901, MM74C907, and CD4049A Hex Inverter/Buffers are not required. In those applications requiring larger noise immunity the MM74C14 or MM74C914 Hex Schmitt Trigger is suggested.

All inputs are protected from damage due to static discharge by diode clamps to V_{DD} and V_{SS}.

Features

- Wide supply voltage range: 3.0V to 15V
- High noise immunity: 0.45 V_{DD} typ
- Low power TTL compatibility: Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS
- Equivalent to MM74C04

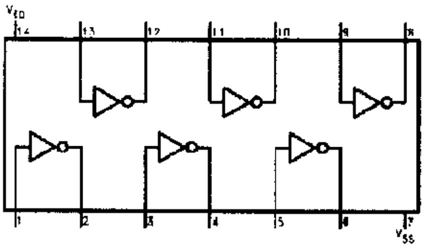
Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
CD4069UBCM	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150" Narrow Body
CD4069UBCSJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
CD4069UBCN	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

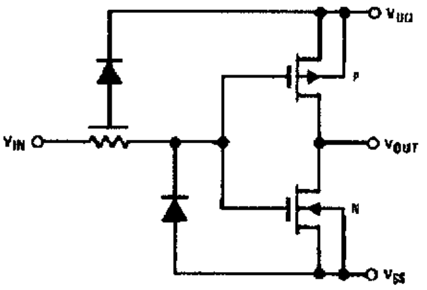
Device also available in Tape and Reel. Specify by appending suffix "X" to the ordering code.

Connection Diagram

Pin Assignments for SOIC and DIP



Schematic Diagram



© 1999 Fairchild Semiconductor Corporation

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

(Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD})	−0.5V to +18 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	−0.5V to V_{DD} +0.5 V_{DC}
Storage Temperature Range (T_S)	−65°C to +150°C
Power Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Lead Temperature (T_L)	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions (Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD})	3V to 15V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	0V to V_{DD} V_{DC}
Operating Temperature Range (T_A)	−40°C to +85°C

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Recommended Operating Conditions" and Electrical Characteristics table provide conditions for actual device operation.

Note 2: V_{SS} = 0V unless otherwise specified.

DC Electrical Characteristics (Note 3)

Symbol	Parameter	Conditions	−40°C		+25°C			+85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	V_{DD} = 5V, V_{IN} = V_{DD} or V_{SS}		1.0			1.0		7.5	μA
		V_{DD} = 10V, V_{IN} = V_{DD} or V_{SS}		2.0			2.0		15	μA
		V_{DD} = 15V, V_{IN} = V_{DD} or V_{SS}		4.0			4.0		30	μA
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V_{DD} = 10V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V_{DD} = 15V		0.05		0	0.05		0.05	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V	4.95		4.95			4.95		V
		V_{DD} = 10V	9.95		9.95			9.95		V
		V_{DD} = 15V	14.95		14.95			14.95		V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage	$\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V		1.0			1.0		1.0	V
		V_{DD} = 10V, V_O = 9V		2.0			2.0		2.0	V
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V		3.0			3.0		3.0	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	$\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V	4.0		4.0			4.0		V
		V_{DD} = 10V, V_O = 1V	8.0		8.0			8.0		V
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	12.0		12.0			12.0		V
I_{OL}	LOW Level Output Current (Note 4)	V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V	0.52		0.44	0.88		0.36		mA
		V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V	1.3		1.1	2.25		0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	3.6		3.0	8.8		2.4		mA
I_{OH}	HIGH Level Output Current (Note 4)	V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V	−0.52		−0.44	−0.88		−0.36		mA
		V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V	−1.3		−1.1	−2.25		−0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V	−3.6		−3.0	−8.8		−2.4		mA
I_{IN}	Input Current	V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V		−0.30		-10^{-5}	−0.30		−1.0	μA
		V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V		0.30		10^{-5}	0.30		1.0	μA

Note 3: V_{SS} = 0V unless otherwise specified.

Note 4: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

AC Electrical Characteristics (Note 5)

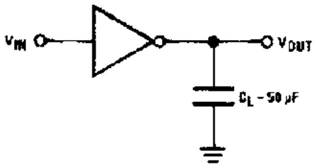
$T_A = 25°C$, $C_L = 50$ pF, $R_L = 200$ kΩ, t_r and $t_f \leq 20$ ns, unless otherwise specified

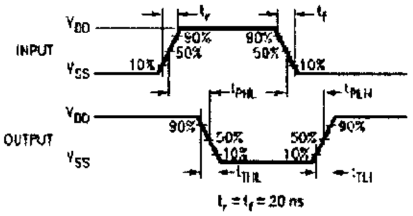
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{PHL} or t_{PLH}	Propagation Delay Time from Input to Output	$V_{DD} = 5V$		50	90	ns
		$V_{DD} = 10V$		30	60	ns
		$V_{DD} = 15V$		25	50	ns
t_{THL} or t_{TLH}	Transition Time	$V_{DD} = 5V$		80	150	ns
		$V_{DD} = 10V$		50	100	ns
		$V_{DD} = 15V$		40	80	ns
C_{IN}	Average Input Capacitance	Any Gate		6	15	pF
C_{PD}	Power Dissipation Capacitance	Any Gate (Note 6)		12		pF

Note 5: AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

Note 6: C_{PD} determines the no load AC power consumption of any CMOS device. For complete explanation, see Family Characteristics application note—AN-90.

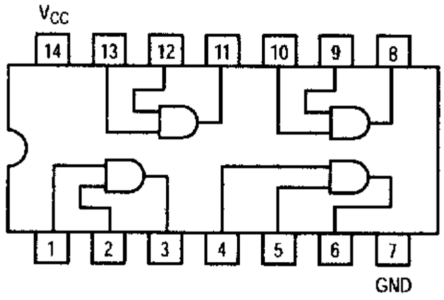
AC Test Circuits and Switching Time Waveforms





SN74LS08

Quad 2-Input AND Gate



ON Semiconductor

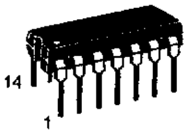
Formerly a Division of Motorola

http://onsemi.com

LOW
POWER
SCHOTTKY

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I_{OH}	Output Current – High			−0.4	mA
I_{OL}	Output Current – Low			8.0	mA



PLASTIC
N SUFFIX
CASE 646

SOIC
D SUFFIX
CASE 751A

ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
SN74LS08N	14 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS08D	14 Pin	2500/Tape & Reel

© Semiconductor Components Industries, LLC, 1999

December, 1999 – Rev. 6

Publication Order Number:
SN74LS08/D

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Limits Min	Limits Typ	Limits Max	Unit	Test Conditions	
V_{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage			0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage		−0.65	−1.5	V	V_{CC} = MIN, I_{IN} = −18 mA	
V_{OH}	Output HIGH Voltage	2.7	3.5		V	V_{CC} = MIN, I_{OH} = MAX, V_{IN} = V_{IH} or V_{IL} per Truth Table	
V_{OL}	Output LOW Voltage		0.25	0.4	V	I_{OL} = 4.0 mA	V_{CC} = V_{CC} MIN, V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} per Truth Table
			0.35	0.5	V	I_{OL} = 8.0 mA	
I_{IH}	Input HIGH Current			20	µA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 2.7 V	
				0.1	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 7.0 V	
I_{IL}	Input LOW Current			−0.4	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 0.4 V	
I_{OS}	Short Circuit Current (Note 1)	−20		−100	mA	V_{CC} = MAX	
I_{CC}	Power Supply Current Total, Output HIGH			4.8	mA	V_{CC} = MAX	
	Total, Output LOW			8.8			

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits Min	Limits Typ	Limits Max	Unit	Test Conditions
t_{PLH}	Turn–Off Delay, Input to Output		8.0	15	ns	V_{CC} = 5.0 V C_L = 15 pF
t_{PHL}	Turn–On Delay, Input to Output		10	20	ns	