

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์
CAR PARKING MANAGEMENT SYSTEM**



๒๗
๑๔๑๑
๒๕๕๐

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....**83023**
วัน,เดือน,ปี 30 ก.ค. 2551

b.....**11๑๕๑๐๒๙**
i.....

**ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา ๒๕๕๐**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

CARPARKING MANAGEMENT SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายภากร จูเหลือม รหัสนักศึกษา 47010556

2. นายอิทธิพนธ์ โกลาวัลย์ รหัสนักศึกษา 47010992



อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. สมศักดิ์ มิตะธนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

นายภากร	จูเหล็ง	47010556
นายอิทธิพน	โกลาวัลย์	47010992
รศ. สมศักดิ์	มิตะดา	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550		

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการบริหารจัดการเกี่ยวกับระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในส่วน Hardware ประกอบด้วยการใช้ RFID Tag ในการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ การใช้สัญญาณ RS-485 ในการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Server และ Sensor ที่ช่องจอดรถยนต์ และ การใช้ Infrared ในการตรวจสอบการจอดรถยนต์ที่ช่องจอด การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในส่วน Software ประกอบด้วย Software ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลการจอดรถยนต์ของช่องจอด และ Software ที่ใช้ในการบริหารจัดการการเข้าออกของรถยนต์ การคำนวณค่าใช้จ่ายการใช้บริการต่างๆ

จากการทดสอบระบบที่ได้พัฒนาในโครงการนี้ พบว่าระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์สามารถใช้งานได้ตามคุณสมบัติต่างๆที่ได้ออกแบบ จากการทดลองการหาความเร็วในการส่งข้อมูลระหว่าง Server กับ Sensor ที่ช่องจอดรถยนต์เท่ากับ 0.41 s ต่อ 1 Sensor และจากการทดลองการหาความถูกต้องในการส่งข้อมูลระหว่าง Server กับ Sensor ที่ช่องจอดรถยนต์เท่ากับ 97.30 %

Car Parking Management System

Mr. Pakom Juleang 47010556

Mr. Ittinop Kolawan 47010992

Assoc.Prof. SomSak Mitatha Advisor

Academic Year 2007

ABSTRACT

This project presents the development of the design in car park system with new technology in order to manage the automatic parking system. The hardware part consists of the using RFID Tag to access in parking area, using RS-485 to connect between server and spot's sensor and using Infrared to check a car in the spot. The software part consists of the software which use in the management of the data system for the spot and the software which use in calculating system for the car park's service charge.

From the test, the system can work completely. The speed of data transfer between server and sensor at the spot is 0.41 s per 1 sensor and the correctness of data transfer between server and sensor at the spot is 97.30 %

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการได้ดำเนินการได้เป็นอย่างดี ได้รับความกรุณา และปรารถนาดีจาก รศ. สมศักดิ์ มิตะธา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่กรุณาให้คำแนะนำ สั่งสอน และเสนอแนะ ตลอดระยะเวลาที่ทำโครงการ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณทางภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อนุญาตให้ใช้สถานที่ อุปกรณ์เครื่องมือในการทำโครงการนี้ และขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือในการทำทดสอบและคอยเป็นกำลังใจในการทำโครงการนี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากโครงการนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

นายภากร จูเหลือม
นายอิทธิพนธ์ โกลาวัลย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูปภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	I
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 จุดประสงค์.....	1
1.3 เป้าหมายของโครงการ.....	1
1.4 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	2
1.5 นิยามและคำจำกัดความ.....	2
1.6 อธิบายโครงการ.....	2
บทที่ 2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในปัจจุบัน.....	4
2.2 Radio Frequency Identification.....	10
2.3 RS-485.....	18
2.4 เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์.....	27
2.5 ภาษาที่ใช้เขียน โปรแกรม.....	31
2.6 Database.....	33
บทที่ 3 การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์.....	37
3.1 ความต้องการต่างๆของระบบ.....	37
3.2 การวิเคราะห์ส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบ.....	37
3.3 ระบบจัดการช่องจอดรถยนต์.....	40
3.4 ระบบจัดการจอดรถยนต์.....	55
3.5 ระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์.....	67

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 ระบบบริหารจัดการที่จ่อครดยนต์ทั้งหมด.....	68
3.7 ระบบบริหารจัดการที่จ่อครดยนต์ที่พัฒนาในโครงการ.....	69
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	74
4.1 คุณสมบัติของระบบที่พัฒนาในโครงการ.....	74
4.2 ความสามารถของระบบที่พัฒนาในโครงการ.....	77
4.3 การทดสอบการทำงานของระบบ.....	78
4.4 การทดลองหาอัตราเร็วการส่งข้อมูล.....	80
4.5 การทดลองหาความถูกต้องในการส่งข้อมูล.....	83
บทที่ 5 บทสรุป.....	84
5.1 สรุปผลโครงการ.....	84
5.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ.....	85
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	85
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	85
บรรณานุกรม.....	86
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	87
ภาคผนวก ข. Datasheet IC MAX3088.....	95
ภาคผนวก ค. Datasheet IC MAX232.....	102
ภาคผนวก ง. Datasheet IC MC 14052B.....	111
ภาคผนวก จ. Hardware ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง.....	117

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล.....	81
ก.1 แสดงการเปรียบเทียบไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	88



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงระบบจอครดยนต์อัตโนมัติ.....	7
2.2 แสดงระบบจอครดยนต์อัตโนมัติ.....	7
2.3 แสดงระบบจอครดยนต์อัตโนมัติ.....	7
2.4 แสดงระบบอาคารจอครดยนต์อัตโนมัติ.....	8
2.5 แสดงบัตรและการเข้าใช้งาน.....	9
2.6 แสดงด้านหน้าและด้านหลังของบัตร.....	9
2.7 แสดงบัตรและการเข้าใช้งาน.....	10
2.8 แสดงองค์ประกอบของ RFID.....	11
2.9 แสดงระบบการอ่านและเขียนข้อมูลอย่างง่ายของ RFID.....	13
2.10 แสดงตัวอย่างการใช้งาน Tag และ Reader.....	14
2.11 แสดงแผนภาพการทำงานของ RFID.....	15
2.12 การสื่อสารระหว่างแท็กส์และตัวรับข้อมูล.....	17
2.13 แสดงย่านความถี่ต่างๆของระบบ RFID.....	18
2.14 แสดง RS-232 Interface Circuit.....	19
2.15 แสดง Balanced Differential Output Line Driver.....	19
2.16 แสดง Balanced Differential Input Line Receiver.....	20
2.17 แสดง Typical RS - 485 Two Wire Multidrop Network.....	21
2.18 แสดง Typical RS-485 Four - Wire Multidrop Network.....	21
2.19 แสดง Timing Diagram for RS-232 to RS-485 Converter.....	22
2.20 แสดง Timing Diagram for RS-232 to RS-485 Converter.....	23
2.21 แสดง Typical RS-485 Four - Wire Multidrop Configuration.....	24
2.22 แสดง Typical RS-485 Two - Wire Multidrop Configuration.....	25
2.23 แสดง Parallel and AC Termination.....	26
2.24 แสดงการไบอัส.....	26
2.25 แสดงความยาว (l) ของโลหะที่ขึ้นกับอุณหภูมิ (T).....	27
2.26 แสดงความต้านทาน (R) แปลตามอุณหภูมิ (T).....	27
2.27 แสดงการวัดระดับน้ำและให้ค่าสัญญาณทั้ง 2 ลักษณะ.....	28

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.28 แสดงส่วนประกอบภายในทรานสดิวเซอร์.....	29
2.29 แสดงแผนผังการทำงานของทรานสดิวเซอร์.....	29
2.30 แสดงวิธีการรับส่งแสงแบบทั่วไป.....	31
2.31 แสดงการรับส่งแบบ Pulse Modulation.....	31
2.32 แสดงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล.....	33
2.33 แสดงการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Browser และ Web Server.....	35
2.34 แสดงสถาปัตยกรรมพื้นฐาน.....	35
3.1 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอคอมพิวเตอร์ทั้งหมด.....	39
3.2 แสดงระบบจัดการช่องจอคอมพิวเตอร์.....	40
3.3 แสดง Use Case Diagram ของระบบ.....	41
3.4 แสดงส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องของระบบจัดการช่องจอคอมพิวเตอร์.....	42
3.5 แสดงวงจรภาครับของ Sensor.....	43
3.6 แสดงวงจรภาคส่งของ Sensor.....	43
3.7 แสดงวงจรการแปลงสัญญาณ TTL เป็นสัญญาณ RS-485.....	44
3.8 แสดงวงจร Switch of Spot.....	44
3.9 แสดงวงจรการประมวลผลของ MCS-51.....	45
3.10 แสดงรูปแบบการรับการส่งข้อมูล.....	45
3.11 แสดงการรับและการส่งของข้อมูล.....	46
3.12 แผนภาพแสดงการทำงานที่ Spot Server.....	46
3.13 แผนภาพแสดงการทำงานที่ Switch of Spot.....	47
3.14 แผนภาพแสดงการทำงานที่ Spot Sensor.....	47
3.15 แสดง PCB Top Layer ของ Switch of Spot.....	48
3.16 แสดง PCB Bottom Layer ของ Switch of Spot.....	48
3.17 แสดงอุปกรณ์ Switch of Spot.....	48
3.18 แสดง Switch of Spot	49
3.19 แสดง PCB ของวงจรภาคส่งของ Sensor	49
3.20 แสดง PCB ของวงจรภาครับของ Sensor	50
3.21 แสดง PCB ของวงจรประมวลผลของ MCS-51.....	50

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.22 แสดงอุปกรณ์ภาคส่งของ Sensor.....	50
3.23 แสดงอุปกรณ์ภาครับของ Sensor.....	51
3.24 แสดงอุปกรณ์วงจรประมวลผลของ MCS-51.....	51
3.25 แสดงภาคส่งของ Sensor	51
3.26 แสดงภาครับของ Sensor.....	52
3.27 แสดงวงจรประมวลผลของ MCS-51.....	52
3.28 แสดงอุปกรณ์ของ Spot Sensor.....	52
3.29 แสดงโปรแกรมที่ Spot Server.....	53
3.30 แสดงระบบจัดการจอร์ดยนต์.....	55
3.31 แสดง User Case Diagram ของระบบ.....	55
3.32 แสดง ER Diagram Database ของระบบ.....	57
3.33 แสดงใบข้อมูลการจอร์ดยนต์.....	58
3.34 แสดงใบบันทึกค่าใช้จ่าย.....	58
3.35 แสดงโปรแกรมที่ Application Server	59
3.36 แสดงโปรแกรมที่ Application Server	60
3.37 แสดงโปรแกรมที่ Application Server	60
3.38 แสดงโปรแกรมที่ Application Server	61
3.39 แสดงโปรแกรมที่ Application Server	61
3.40 แสดงโปรแกรมที่ Application Server.....	62
3.41 แสดงโปรแกรมที่ Application Server	62
3.42 แสดงโปรแกรมที่ Application Server	63
3.43 แสดงโปรแกรมที่ Application Server.....	63
3.44 แสดงโปรแกรมที่ Application Server.....	64
3.45 แสดงโปรแกรมที่ Application Server.....	64
3.46 แสดงโปรแกรมที่ Application Server.....	65
3.47 แสดงโปรแกรมที่ Application Server.....	65
3.48 แสดงโปรแกรมที่ Application Server.....	66
3.49 แสดงโปรแกรมที่ Application Server.....	66

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.50 แสดง โปรแกรมที่ Application Server.....	67
3.51 แสดงระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์.....	67
3.52 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด.....	68
3.53 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงการ.....	99
3.54 แสดงแผนภาพการเข้าที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์.....	70
3.55 แสดงแผนภาพการออกที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์.....	71
3.56 แสดงแผนภาพการจองที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์.....	72
3.57 แสดงแผนภาพการให้บริการรายเดือนและรายสัปดาห์ของผู้ใช้บริการ.....	73
4.1 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงการ.....	74
4.2 แสดงระบบในส่วนของ Server	75
4.3 แสดงระบบในส่วนของ Switch of Spot	76
4.4 แสดงระบบในส่วนของ Spot Sensor	76
4.5 แสดงการทดสอบระบบในส่วนของ Server	78
4.6 แสดงการทดสอบในส่วนของ Switch of Spot.....	79
4.7 แสดงการทดสอบในส่วนของ Spot Sensor.....	79
4.8 แสดงการทดสอบในส่วนของ Spot Sensor.....	79
4.9 แสดงการทดสอบในส่วนของอุปกรณ์ RFID Reader.....	80
ก.1 แสดง โครงสร้างภายในของ MCS-51.....	87
ก.2 แสดงตำแหน่งขาของ MCS-51.....	88
ก.3 แสดงการต่อคริสตอลเข้ากับ MCS-51.....	90
ก.4 แสดง โครงสร้างหน่วยความจำของ MCS-51.....	91
ก.5 แสดง โครงสร้างหน่วยความจำข้อมูลภายใน.....	92
ก.6 แสดงตัวอย่าง โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี.....	94
ก.7 แสดงแบบจำลองของข้อมูลที่ถูกรวบรวมจากหน่วยความจำ.....	94
ข.1 แสดง Datasheet IC Max3088.....	96
ข.2 แสดง Datasheet IC Max3088.....	97
ข.3 แสดง Datasheet IC Max3088.....	98
ข.4 แสดง Datasheet IC Max3088.....	99

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.5 แสดง Datasheet IC Max3088.....	100
ข.6 แสดง Datasheet IC Max3088.....	101
ค.1 แสดง Datasheet IC Max232.....	103
ค.2 แสดง Datasheet IC Max232.....	104
ค.3 แสดง Datasheet IC Max232.....	105
ค.4 แสดง Datasheet IC Max232.....	106
ค.5 แสดง Datasheet IC Max232.....	107
ค.6 แสดง Datasheet IC Max232.....	108
ค.7 แสดง Datasheet IC Max232.....	109
ค.8 แสดง Datasheet IC Max232.....	110
ง.1 แสดง Datasheet IC MC 14052B.....	112
ง.2 แสดง Datasheet IC MC 14052B.....	113
ง.3 แสดง Datasheet IC MC 14052B.....	114
ง.4 แสดง Datasheet IC MC 14052B.....	115
ง.5 แสดง Datasheet IC MC 14052B.....	116
จ.1 แสดงวงจรของ Switch of Spot.....	118
จ.2 แสดงการวางอุปกรณ์ของ Switch of Spot.....	119
จ.3 แสดง PCB Top Layer ของ Switch of Spot.....	120
จ.4 แสดง PCB Bottom Layer ของ Switch of Spot.....	121
จ.5 แสดงวงจรของภาคส่งของ Sensor.....	122
จ.6 แสดงการวางอุปกรณ์ของภาคส่งของ Sensor.....	123
จ.7 แสดง PCB ของภาคส่งของ Sensor.....	123
จ.8 แสดงวงจรของภาครับของ Sensor.....	124
จ.9 แสดงการวางอุปกรณ์ของภาครับของ Sensor.....	125
จ.10 แสดง PCB ของภาครับของ Sensor.....	125
จ.11 แสดงวงจรของอุปกรณ์การประมวลของ MCS-51.....	126
จ.12 แสดงการวางอุปกรณ์ของอุปกรณ์การประมวลของ MCS-51.....	127
จ.13 แสดง PCB ของอุปกรณ์การประมวลของ MCS-51.....	127

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในสภาวะการแข่งขันปัจจุบันการใช้งานรถยนต์ถือว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการใช้ชีวิตประจำวันและในการใช้งานรถยนต์จำเป็นต้องมีการสัญจรไปมาระหว่างสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง คั้งนั้นที่สำหรับจอร์ดรยนต์ของแต่ละสถานที่จึงจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในสังคมเมืองใหญ่ๆ ที่มีการจราจรคับคั่งและสถานที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด การสร้างสถานที่จอร์ดรยนต์จึงเกิดขึ้นมากมายและจำเป็นต้องมีวิธีการควบคุมการจอร์ดรยนต์ให้เป็นไปอย่างเป็นระบบระเบียบ เพื่อที่จะให้การบริหารจัดการสถานที่จอร์ดรยนต์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ในโครงการนี้จะได้ออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการที่จอร์ดรยนต์ให้สามารถควบคุมการเข้าออกของรถยนต์ในสถานที่จอร์ดรยนต์ โดยจะรู้ถึงตำแหน่งในการจอร์ดรยนต์และการจัดการค่าใช้จ่ายในการจอร์ดรยนต์ได้

1.2 จุดประสงค์

- 1.2.1 ศึกษาวิธีการบริหารจัดการสถานที่จอร์ดรยนต์
- 1.2.2 ออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอร์ดรยนต์
- 1.2.3 ออกแบบและสร้าง Hardware เพื่อใช้บริหารจัดการที่จอร์ดรยนต์
- 1.2.4 ออกแบบและเขียน Software เพื่อใช้บริหารจัดการที่จอร์ดรยนต์

1.3 เป้าหมายของโครงการ

- 1.3.1 ระบบบริหารจัดการที่จอร์ดรยนต์ ที่สามารถระบุตำแหน่งที่จอร์ดรยนต์ได้
- 1.3.2 ระบบบริหารจัดการที่จอร์ดรยนต์ ที่สามารถพิมพ์ใบเสร็จค่าใช้จ่ายในการจอร์ดรยนต์ได้
- 1.3.3 ระบบบริหารจัดการที่จอร์ดรยนต์ ที่สามารถเก็บข้อมูลในการจอร์ดรยนต์ได้
- 1.3.4 ระบบบริหารจัดการที่จอร์ดรยนต์ ที่สามารถศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้บริการการจอร์ดรยนต์ได้

1.4 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

โครงการนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญคือ การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์และการพัฒนาระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ โดยจะมีขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าในส่วนต่างๆ ดังนี้

การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ จะเป็นการศึกษาระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ที่มีอยู่ในปัจจุบันของประเทศไทย และนำข้อมูลต่าง ๆ มานำเสนอในรูปแบบที่ดีกว่าสิ่งที่มีอยู่ ระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ในปัจจุบันมีอยู่ให้ครอบคลุมถึงระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ทั้งหมด

การพัฒนาระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ จะเป็นการสร้างระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ที่ได้มีการออกแบบและนำเสนอ โดยจะสร้างเฉพาะในส่วนที่จำเป็นต่อการใช้งานในด้านของการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานเป็นหลัก โดยจะไม่ครอบคลุมถึงระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ทั้งหมดที่นำเสนอ และการสร้าง Hardware ที่ใช้ในโครงการนี้จะสร้างจำนวนจำกัด กล่าวคือ รองรับการใช้งานทั้งหมด 9 ช่องจอครดยนต์

1.5 นิยามและคำจำกัดความ

1.5.1 Spot หมายถึง ช่องที่ใช้สำหรับจอครดยนต์

1.5.2 Spot Sensor หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจ็บรดยนต์ที่เข้ามาจอดในช่องจอครดยนต์ว่ามีการจอครดยนต์หรือไม่

1.5.3 Switch of Spot หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการแบ่ง Spot Sensor ออกเป็นกลุ่มๆ เนื่องจากความสามารถของ IC ที่ใช้ในโครงการและเพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการ

1.5.4 ระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ หมายถึง ระบบที่สามารถดูแลการจอครดยนต์ทั้งในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการจอครดยนต์ การระบุ Spot สำหรับการจอครดยนต์ และการดูแลเรื่องการจัดเก็บข้อมูลการจอครดยนต์

1.6 อธิบายโครงการ

โครงการนี้เป็นการศึกษา ออกแบบ และสร้างระบบจอครดยนต์ โดยระบบนั้นมีลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.6.1 การจอครดยนต์จะต้องทราบถึงระยะเวลาในการจอครดยนต์ของรดยนต์แต่ละคัน

1.6.2 การนำรดยนต์เข้าจอดจะต้องรู้ตำแหน่งในการจอครดยนต์

1.6.3 ระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์จะต้องทราบว่า รดยนต์คันใดจอดไม่ตรงตาม

ตำแหน่งที่ระบุ

1.6.4 ระบบบริหารจัดการที่จอร์จยนต์จะต้องสามารถระบุได้ว่าตำแหน่งการจอดไคที่ว่างอยู่ ณ เวลาหนึ่ง

1.6.5 ระบบบริหารจัดการที่จอร์จยนต์จะต้องทราบถึงจำนวนรถที่เข้ามาจอดในอาคาร รวมถึงจำนวนที่ว่างที่สามารถจอดจอร์จยนต์ไคได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในปัจจุบัน

2.1.1 การวางแผนและการพัฒนาระบบจอดรถยนต์

จากอดีตที่กรุงเทพมหานครได้มีแผนของ Litchfield ที่มุ่งถึงคุณภาพชีวิตของประชากรในแง่ของการจัดการจราจรและการขนส่งของกรุงเทพมหานคร ระบบการขนส่งจะขึ้นอยู่กับโครงข่ายถนนมากกว่ารถไฟ ทำให้การเติบโตอย่างรวดเร็วในส่วนของจราจรเขตชานเมือง ส่งผลให้การจราจรคับคั่งในทุกทิศทาง จึงนำไปสู่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 และ 2 ซึ่งทำให้เกิดการขยายตัวของย่านธุรกิจ (Central Business District หรือ CBD) เกิดความแออัดของที่อยู่อาศัยบริเวณรอบๆ CBD แผนพัฒนาฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2515-2519) มีจุดมุ่งหมายให้เกิดการขยายการผลิตด้านอุตสาหกรรม การขยายตัวทางด้านการศึกษา การสาธารณสุขและแหล่งที่อยู่อาศัย เกิดการสัญจรตามการพัฒนาโครงข่ายถนนในกรุงเทพมหานครก่อให้เกิดการจราจรคับคั่งอย่างต่อเนื่อง

ในช่วงปี พ.ศ. 2517 กรุงเทพมหานครหรือในตัวเมืองต่างๆ ในประเทศไทย อาคารพาณิชย์จะเป็นตึกแถวผู้ริมถนนเพื่อการค้าขาย การขนส่งสินค้าและการสัญจรเดินทางด้วยรถยนต์เป็นส่วนใหญ่มิมีการจอดรถติดต่อยานพาหนะริมถนน ทำให้ผิวจราจรแคบลง เพราะอาคารส่วนใหญ่ไม่มีที่จอดรถเนื่องจากมีกฎหมายให้อาคารต้องมีที่จอดรถยนต์ จึงมีกฎกระทรวง ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2517) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2479 กำหนดให้เจ้าของอาคารบางประเภทที่ใช้ในบริการสาธารณะเพื่อหาประโยชน์ ต้องจัดให้มีที่จอดรถยนต์สำหรับผู้ที่ใช้ประโยชน์จากอาคารนั้น และการกำหนดประเภทของอาคาร การกำหนดจำนวนพื้นที่ที่ต้องมีและใช้เป็นที่จอดรถยนต์ ที่กลับรถยนต์และทางเข้าออกของรถยนต์ให้กระทำตามกฎหมายกระทรวงนี้ โดยกำหนดให้ประเภทอาคารต้องมีที่จอดรถ ดังนี้

- 2.1.1.1 โรงมหรสพ ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อจำนวนที่นั่งสำหรับคนดู 20 ที่
- 2.1.1.2 โรงแรม ไม่น้อยกว่า 10 คันสำหรับห้องพัก 30 ห้องแรก
- 2.1.1.3 อาคารชุด ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อ 1 ครอบครัวยุติ
- 2.1.1.4 กภัตตาคาร ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ตั้งโต๊ะอาหาร 15 ตารางเมตร
- 2.1.1.5 ห้างสรรพสินค้า ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ 20 ตารางเมตร
- 2.1.1.6 สำนักงาน ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ 60 ตารางเมตร
- 2.1.1.7 ห้องโถงของโรงแรม ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร
- 2.1.1.8 อาคารขนาดใหญ่ ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ 120 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีที่จอดรถในอาคารจำนวนมากแล้ว จึงมีข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานครเรื่อง อาคารจอดรถยนต์ พ.ศ. 2521 เพื่อให้อาคารจอดรถยนต์มีความมั่นคงปลอดภัย ไม่กระทบกับการจราจรภายนอกอาคาร

ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4-6 (พ.ศ. 2530-2534) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงมากกว่า 10% ต่อปี กิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นบนเส้นทางคมนาคมระหว่างกรุงเทพมหานครและพื้นที่โดยรอบเพิ่มขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2533 เกิดการเก็งกำไรจากการก่อสร้างอาคารต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร โดยมีพื้นที่ใช้สอยที่ก่อสร้างระหว่างปี พ.ศ. 2534 และ 2536 รวม 86.54 ล้านตารางเมตร เป็นพื้นที่อาคารสูงใน CBD มีการจ้างงานเป็นพนักงานในสำนักงานประมาณ 1.7 ล้านคน ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจร จากการที่อาคารต้องมีที่จอดรถไม่น้อยกว่าที่กฎหมายกำหนด ทำให้มีการนำรถเข้ามาในพื้นที่ CBD ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าเย็นจะมีปริมาณการจราจรที่แออัดคับคั่ง เกิดการจราจรติดขัด

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) เน้นในเรื่องการกระจายความเจริญทางเศรษฐกิจ แต่ไม่มีโครงข่ายคมนาคมต่อเชื่อมระหว่างพื้นที่ตอนในถึงแถบชานเมืองเพื่อเชื่อมโยงกับสนามบิน ท่าเรือ และสถานีรถไฟ ไม่มีความชัดเจนของเขต CBD และขาดแผนงานการกระจายประชากรในเขตชานเมืองอย่างเป็นระบบ การก่อสร้างอาคารยังเน้นอยู่ในเขตชั้นในย่านธุรกิจซึ่งมีที่ดินราคาสูง การทำที่จอดรถยังมีความจำเป็นกฎหมายบังคับ ทำให้มีการนำระบบที่จอดรถด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติมาใช้จึงมีการออกกฎกระทรวงฉบับที่ 41 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 เพื่อแก้ไขกฎกระทรวงฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2517) ที่เกี่ยวกับที่จอดรถยนต์ที่ใช้เครื่องจักรกล เพื่อให้ประหยัดพื้นที่ แต่ระบบจอดรถมีราคาสูงประมาณ 5 แสนบาท/คัน จึงยังไม่เป็นที่นิยม เพราะส่วนใหญ่ผู้ใช้มีความจำเป็นเฉพาะนำมาแก้ปัญหาที่จอดรถไม่พอดตามกฎกระทรวงฯ เท่านั้น

ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) เน้นการพัฒนาชาติอย่างยั่งยืน เป็นการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างมีคุณภาพควบคู่ไปกับการพัฒนาประชาชนภายใต้ภาวะวิกฤติเศรษฐกิจ การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ยุคชะงัก ทำให้ผู้ประกอบการด้านที่จอดรถยนต์ด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติต้องเลิกกิจการไป อาคารจอดรถยนต์ยังคงเป็นแบบ Conventional หลายๆ ชั้น ใช้การเข้าจอดรถโดยเจ้าของรถเอง แม้กระทั่งที่จอดรถจำนวนมากของอาคารพาณิชย์ประเภทค้าปลีก ค้าส่ง (Hyper Market) ที่เกิดขึ้นในช่วงนี้

ต่อมาเริ่มแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) เน้นการพัฒนาแบบองค์รวม ประชาชนของเศรษฐกิจพอเพียงมุ่งสู่สังคมเข้มแข็ง มีคุณภาพ สังคมคุณภาพ สังคมภูมิปัญญาและการเรียนรู้ สังคมสมานฉันท์และเอื้ออาทร เมื่อเศรษฐกิจเริ่มฟื้นตัว การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่เริ่มมีมากขึ้น รวมทั้งอาคารที่เคยหยุดสร้างเริ่มมีการปรับปรุงเพื่อให้เกิดมีมูลค่าเพิ่มขึ้น จำนวนที่จอดรถยนต์ยังคงเพิ่มขึ้น ตามกฎหมายตั้งแต่ปี 2517 จนถึงปัจจุบัน ภาครัฐยัง

ไม่สามารถออกมาตรการลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลได้ เนื่องจากระบบขนส่งสาธารณะไม่เพียงพอ รัฐบาลมีนโยบายเพิ่มระบบขนส่งมวลชนให้ได้ 300 กิโลเมตร ภายใน 6 ปี ในช่วงนี้หากนำระบบที่จอดรถที่ให้ความสะดวกกับคนที่ยังมีความจำเป็นใช้รถยนต์ส่วนบุคคลอยู่ จะเป็นการช่วยให้จอดรถทิ้งไว้และใช้รถขนส่งสาธารณะแทน

2.1.2 ประเภทของระบบจอดรถ

2.1.2.1 จอดบนดิน

2.1.2.2 จอดรถในอาคาร โดยใช้ Ramp ขึ้นลง

2.1.2.3 จอดรถในอาคาร โดยลิฟต์ยกรถขึ้นลง

2.1.2.4 จอดรถโดยใช้เครื่องจักรกลอัตโนมัติประกอบด้วยระบบอัจฉริยะ

2.1.3 ระบบอาคารจอดรถยนต์อัตโนมัติ

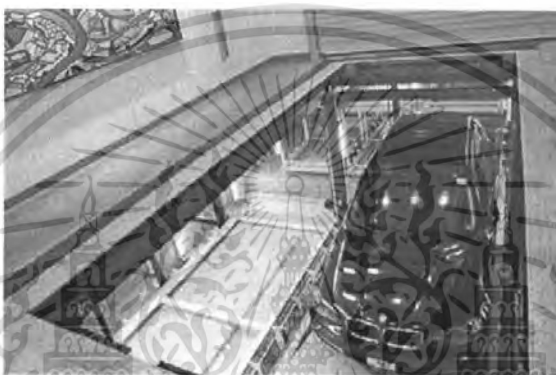
การนำเทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์มาใช้ในการบริหารจัดการอาคารจอดรถยนต์ เทคโนโลยีดังกล่าว มีชื่อเรียกว่า หุ่นยนต์สำหรับจอดรถอัตโนมัติ (Robotic Parking Garage) หรือ ระบบจอดรถอัตโนมัติ (The Modular Automated Parking System หรือเรียกสั้นๆ ว่า MAPS

MAPS เป็นระบบจอดรถอัตโนมัติที่ออกแบบโดยบริษัท Robotic Parking Systems: RPS ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นสาขาของบริษัท Stolzer Parkhaus ในประเทศเยอรมัน ที่มีประสบการณ์ในการสร้างอาคารจอดรถที่ติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอัตโนมัติมาแล้วถึง 28 แห่ง ใน 11 ประเทศ

หุ่นยนต์สำหรับจอดรถอัตโนมัติ ได้รับการเปิดตัวอย่างเป็นทางการและนำมาใช้งานอย่างเต็มรูปแบบที่อาคารจอดรถใต้ดินของคอนโดมิเนียมเลขที่ 123 ถนนแบกซ์เตอร์ (Baxter Street) ในย่านไชน่าทาวน์ (Chinatown) นครนิวยอร์ก (New York) ประเทศสหรัฐอเมริกา ในเดือนกุมภาพันธ์ 2550 หุ่นยนต์สำหรับจอดรถอัตโนมัตินี้เป็นระบบจอดรถอัตโนมัติที่มีความสมบูรณ์และสามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำในพื้นที่จำกัด โดยสามารถจอดรถได้ถึง 67 คัน ในพื้นที่ซึ่งหากจอดรถตามวิธีเดิมๆ จะจอดรถได้เพียง 24 คันเท่านั้น



รูปที่ 2.1 แสดงระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ



รูป 2.2 แสดงระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ



รูปที่ 2.3 แสดงระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ

หุ่นยนต์สำหรับจอดรถอัตโนมัติ ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับลงทะเบียนเข้าใช้อาคารจอดรถและค้นหาตำแหน่งที่จอดรถ ตัวเซ็นเซอร์สำหรับค้นหาที่จอดรถตำแหน่ง เครื่องฉายเลเซอร์ แผ่นโลหะรองรับรถยนต์ที่สามารถหมุนได้รอบตัว (pallet/turn table) และลิฟต์สำหรับขนส่งรถยนต์ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ขึ้น-ลงหรือไปทางด้านข้าง (ซ้าย-ขวา) ของอาคารจอดรถ ระบบนี้ช่วยอำนวยความสะดวกในการค้นหาที่จอดรถให้กับผู้ขับขี่และผู้โดยสารโดยไม่ต้องกังวลเรื่องค่าจอดรถที่แพงเกินไป นอกจากนี้ยังช่วยลดการปล่อยมลพิษและประหยัดพลังงานอีกด้วย

เมื่อต้องการจอดรถเจ้าของรถเพียงแค่นำรถเข้าจอดบนแผ่นโลหะรองรับรถยนต์ ลงทะเบียน เข้าใช้บริการจอดรถผ่านระบบคอมพิวเตอร์ของหุ่นยนต์สำหรับจอดรถอัตโนมัติ ระบบจะสแกนรถแล้วออกรหัสประจำรถ (PIN Number) ให้แก่เจ้าของรถ จากนั้นหุ่นยนต์จะดำเนินการในส่วนที่เหลือให้ โดยเซ็นเซอร์จะค้นหาการคัดแสดงรหัสประจำรถที่ถูกติดตั้งไว้ที่กระจกหน้าของรถ หุ่นยนต์จะทำการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งของที่จอดรถที่ว่างอยู่ และเมื่อพบตำแหน่งจอดรถยนต์ที่เหมาะสม หุ่นยนต์จะเลื่อนแผ่นรองรับรถยนต์ไปยังชั้นและตำแหน่งของที่จอดรถนั้น

เมื่อต้องการรถคืน เจ้าของรถเพียงแค่พิมพ์รหัสประจำรถลงในแป้นพิมพ์ (keypad) ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้าของประตูอาคารจอดรถ ภายในเวลาเพียง 2 นาที หุ่นยนต์จะค้นหาและเลื่อนรถมาที่หน้าประตูอาคารพร้อมให้เจ้าของรถสามารถขับรถออกไปได้ทันที



รูปที่ 2.4 แสดงระบบอาคารจอดรถยนต์อัตโนมัติ

2.1.4 ตัวอย่างของระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในประเทศไทย

2.1.4.1 The Old Siam Plaza

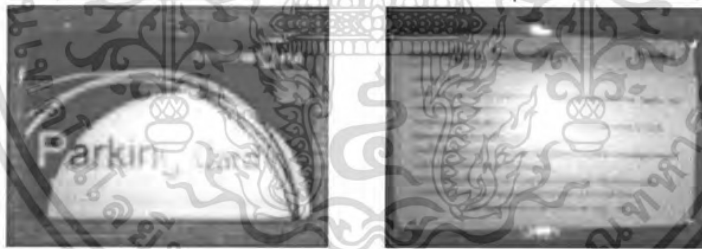
จากการสำรวจและเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ของ The Old Siam Plaza พบว่า จะใช้การยืนยันบุคคลในการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์โดย Barcode ซึ่งจะใช้การพิมพ์ออกมาเป็นกระดาษแผ่นเล็กๆ ซึ่งจะระบุข้อมูลต่างๆ ในการใช้งานที่จอดรถยนต์ไว้ภายในนั้นด้วยเช่น เวลาในการเข้าจอดรถยนต์ เป็นต้น แต่ในการเข้าใช้บริการจอดรถยนต์ผู้ใช้จะต้องขับรถยนต์ภายในที่จอดรถยนต์เพื่อหาช่องจอดรถยนต์ที่ว่างด้วยตัวเอง โดยข้อสังเกตที่สำคัญก็คือ บัตรที่ใช้ในการยืนยันสิทธิการให้บริการนั้น จะสามารถใช้ได้ครั้งเดียว คือเมื่อใช้บริการเสร็จก็จะทิ้งหรือจะเก็บไว้เป็นหลักฐานการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ในแต่ละวันของทาง The Old Siam Plaza ต่อไป



รูปที่ 2.5 แสดงบัตรและการเข้าใช้งาน

2.1.4.2 Central World Plaza

จากการสำรวจและเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ของ Central World Plaza พบว่า จะใช้การยืนยันสิทธิ์ในการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์โดย RFID Tag ซึ่งจะสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้เรื่อยๆ แต่ข้อมูลการเข้าใช้งานต่างๆ ผู้ใช้บริการไม่สามารถรู้ได้ และในการเข้าใช้บริการจอดรถยนต์ผู้ใช้จะต้องขั้บรถยนต์ภายในที่จอดรถยนต์เพื่อหาช่องจอดรถยนต์ที่ว่างด้วยตัวเอง



รูปที่ 2.6 แสดงด้านหน้าและด้านหลังของบัตร

2.1.4.3 เคอร์มอลล์บางกะปิ

จากการสำรวจและเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ของ เคอร์มอลล์บางกะปิ พบว่า การเข้าใช้งานสถานที่จอดรถยนต์จะใช้ บัตรพลาสติกซึ่งมี Barcode พิมพ์อยู่ในการยืนยันการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ ในการเข้าจอดรถยนต์นั้นนอกจากจะมีบัตรพลาสติก ซึ่งมี Barcode พิมพ์อยู่แล้ว จะได้รับใบพิมพ์กระดาษเล็กๆที่ระบุข้อมูลต่างๆในการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้บริการทราบถึงเวลาที่เข้าจอดรถยนต์ เป็นต้น และในการเข้าใช้บริการจอดรถยนต์ผู้ใช้จะต้องขั้บรถยนต์ภายในที่จอดรถยนต์เพื่อหาช่องจอดรถยนต์ที่ว่างด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงบัตรและการเข้าใช้งาน

2.2 Radio Frequency Identification (RFID)

2.2.1 RFID คืออะไร

Radio Frequency Identification หรือ RFID เป็นระบบฉลากที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 โดยที่อุปกรณ์ RFID ที่มีการประดิษฐ์ขึ้นใช้งานเป็นครั้งแรกนั้น เป็นผลงานของ Leon Theremin ซึ่งสร้างให้กับรัฐบาลของประเทศรัสเซียในปี ค.ศ. 1945 ซึ่งอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาในเวลานั้นทำหน้าที่เป็นเครื่องมือดักจับสัญญาณ ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นตัวระบุเอกลักษณ์อย่างที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน

RFID ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ที่สามารถอ่านค่าได้โดยผ่านคลื่นวิทยุจากระยะห่าง เพื่อตรวจ ติดตามและบันทึกข้อมูลที่ติดอยู่กับป้าย ซึ่งนำไปฝังไว้ในหรือติดอยู่กับวัตถุต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ ถัง ถัง หรือสิ่งของใดๆ สามารถติดตามข้อมูลของวัตถุ 1 ชิ้นว่า คืออะไร ผลิตที่ไหน ใครเป็นผู้ผลิต ผลิตอย่างไร ผลิตวันไหน และเมื่อไร ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนกี่ชิ้น และแต่ละชิ้นมาจากที่ไหน รวมทั้งตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุนั้น ๆ ในปัจจุบันว่าอยู่ส่วนใดในโลก โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการสัมผัส (Contact-Less) หรือต้องเห็นวัตถุนั้นๆ ก่อน ทำงานโดยใช้เครื่องอ่านที่สื่อสารกับป้ายด้วยคลื่นวิทยุในการอ่านและเขียนข้อมูล

RFID มีข้อได้เปรียบเหนือกว่าระบบบาร์โค้ดดังนี้

2.2.1.1 มีความละเอียดและสามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่า ซึ่งทำให้สามารถแยกความแตกต่างของสินค้าแต่ละชิ้นแม้จะเป็น SKU (Stock Keeping Unit – ชนิดสินค้า) เดียวกันก็ตาม

2.2.1.2 ความเร็วในการอ่านข้อมูลจากแถบ RFID เร็วกว่าการอ่านข้อมูลจากแถบบาร์โค้ดหลายสิบเท่า

2.2.1.3 สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อมกันหลายๆ แถบ RFID

2.2.1.4 สามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับได้โดยไม่ต้องนำไปจ่อในมุมที่เหมาะสม

วิธีการใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Non-Line of Sight)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.5 ค่าเฉลี่ยของความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยี RFID นั้นจะอยู่ที่ประมาณ 99.5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยระบบบาร์โค้ดอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์

2.2.1.6 สามารถเขียนทับข้อมูลได้ จึงทำให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งจะลดต้นทุนของการผลิตป้ายสินค้า ซึ่งคิดเป็นประมาณ 5% ของรายรับของบริษัท

2.2.1.7 สามารถขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอ่านข้อมูลซ้ำที่อาจเกิดขึ้นจากระบบบาร์โค้ด

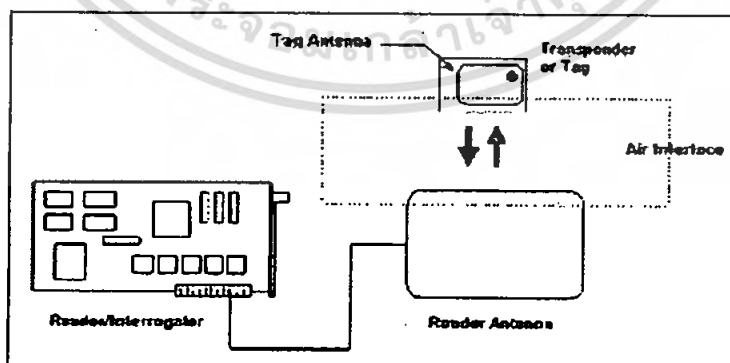
2.2.1.8 ความเสียหายของป้ายชื่อ (Tag) น้อยกว่าเนื่องจากไม่จำเป็นต้องติดไว้ภายนอกบรรจุภัณฑ์

2.2.1.9 ระบบความปลอดภัยสูงกว่า ขาดต่อการปลอมแปลงและลอกเลียนแบบ

2.2.1.10 ทนทานต่อความเปียกชื้น แสงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก

ปัจจุบันมีการนำ RFID มาใช้งานกันในงานหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวประชาชน บัตรเอทีเอ็ม บัตรสำหรับผ่านเข้าออกห้องพัก บัตรโดยสารของสายการบิน บัตรจอดรถ ในฉลากของสินค้าหรือแม้แต่ใช้ฝังลงในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ เป็นต้น การนำ RFID มาใช้งานก็เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบการผ่านเข้าออกบริเวณใดบริเวณหนึ่ง หรือเพื่ออ่านหรือเก็บข้อมูลบางอย่างเอาไว้ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เป็นฉลากสินค้า RFID ก็จะถูกนำมาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า เพื่อให้สามารถทราบถึงที่มาที่ไปของสินค้าชิ้นนั้นๆ ได้ เป็นต้น สำหรับรูปแบบของเทคโนโลยี RFID ที่ใช้ในการดังกล่าวก็มีทั้งแบบสมาร์ทการ์ดที่สามารถถูกเขียนหรืออ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับเครื่องอ่านบัตรหรือคอนแทกเลสสมาร์ทการ์ด (Contact less Smart card), เหรียญ, ป้ายชื่อหรือฉลากซึ่งมีขนาดเล็กมากจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษ หรือฝังเอาไว้ในตัวสัตว์ได้เลยทีเดียว

2.2.2 องค์ประกอบของ RFID



รูปที่ 2.8 แสดงองค์ประกอบของ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบในระบบ RFID จะมีหลักๆ อยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนแรกคือฉลากหรือป้ายขนาดเล็กที่จะถูกผูกอยู่กับวัตถุที่สนใจ โดยฉลากนี้จะทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ฉลากดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า ทรานสปอนเดอร์ (Transponder, Transmitter & Responder) หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “แท็กส์” (Tag) ส่วนที่สองก็คืออุปกรณ์สำหรับอ่านหรือเขียนข้อมูลภายในแท็กส์ มีชื่อเรียกว่า ทรานสซิฟเวอร์ (Transceiver, Transmitter & Receiver) หรือที่เรียกกันโดยทั่วๆ ไปว่า “เครื่องอ่าน” (Reader) ทั้งสองส่วนจะสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุ สัญญาณนี้ผ่านได้ทั้งโลหะและอโลหะแต่ไม่สามารถติดต่อกับเครื่องอ่านให้อ่านได้โดยตรง เมื่อเครื่องอ่านส่งข้อมูลผ่านความถี่วิทยุ แสดงถึงความต้องการข้อมูลที่ถูกระบุไว้จากป้าย ป้ายจะตอบข้อมูลกลับและเครื่องอ่านจะส่งข้อมูลต่อไปยังส่วนประมวลผลหลักของคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องอ่านจะติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านสายเครือข่าย LAN (Local Area Network) หรือส่งผ่านทางความถี่วิทยุจากทั้งอุปกรณ์มีสายและอุปกรณ์ไร้สาย

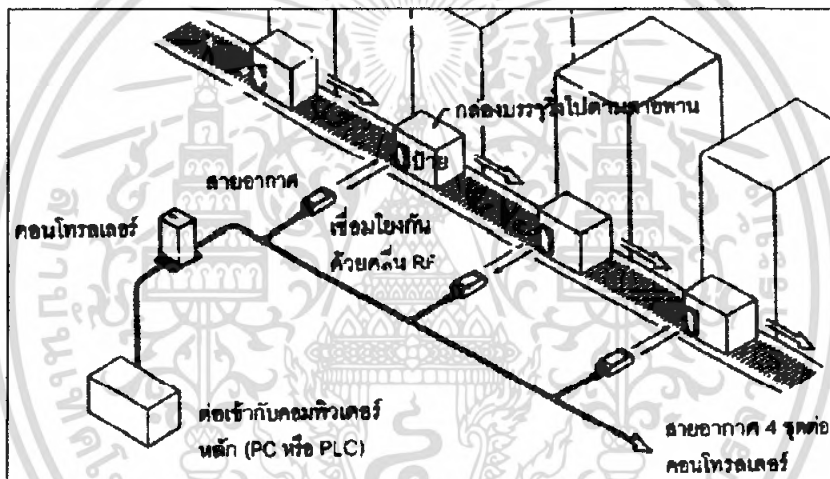
2.2.2.1 Tag หรือ Transponder แท็กส์ (Tag) นั้นเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าทรานสปอนเดอร์ (Transponder) มาจากคำว่าทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ผสมกับคำว่าเรสปอนเดอร์ (Responder) ถ้าจะแปลให้ตรงตามศัพท์ แท็กส์ก็จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณหรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ในแท็กส์ตอบสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล การสื่อสารระหว่างแท็กส์และตัวอ่านข้อมูลจะเป็นการสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุผ่านอากาศ โครงสร้างภายในแท็กส์จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนของไอซีซึ่งเป็นชิปสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Chip) และส่วนของขดลวดซึ่งทำหน้าที่เป็นเสาอากาศสำหรับรับส่งข้อมูลโดยทั้งสองส่วนนี้จะเชื่อมต่ออยู่ด้วยกัน

ไอซีของแท็กส์ที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็น หรือไปจนถึงขนาดใหญ่จนสะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กส์นั้นก็จะเป็นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

- ส่วนของการควบคุมภาครับส่งสัญญาณวิทยุ สำหรับโครงสร้างของส่วนนี้ประกอบด้วยภาคดีมอดูเลตและภาคมอดูเลต (สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กส์กับตัวเครื่องอ่าน) และวงจรกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก
- ส่วนของการควบคุมภาคดิจิทัล ซึ่งรับหน้าที่จัดการเกี่ยวกับกระบวนการทางดิจิทัลทั้งหมด โครงสร้างหลัก ๆ ของส่วนการทำงานนี้ประกอบด้วย ส่วนบันทึกข้อมูล (ประกอบด้วยหน่วยความจำแรม (RAM) , รม (ROM), อีอีพรอม (EEPROM)) ส่วนของการเข้ารหัส (Crypts Unit) ส่วนตอบรับสัญญาณร้องขอ (Answer to Request) ส่วนควบคุมและประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Control & Arithmetic Unit) อย่างไรก็ตามโครงสร้างภายในของแท็กส์ที่ต่างผู้ผลิตหรือต่างรุ่นกัน บางครั้งก็อาจมีไม่ครบถ้วนทุกส่วนอย่างที่ได้อีกมา ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างตลอดจน

รายละเอียดในการทำงานของแท็กส์เบอร์โค ๑ ก็สามารดูได้จากคำชี้แจงของบริษัทผู้ผลิตแท็กส์เบอร์โค นั้น ๆ

Transponder หรือ Tags มีลักษณะเป็นไมโครชิพ (microchip) ที่ยอมให้ผู้ใช้ติดเข้าระหว่างชั้นของกระดาษหรือพลาสติกที่ใช้ทำป้ายฉลาก ชิพหรือแท็กส์อาจมีรูปร่างได้หลายแบบขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน โดยอาจมีรูปร่างเหมือนบัตรเครดิตในการใช้งานทั่วไป หรือเล็กขนาดใส่ดินสอ ยาวเพียง 10 มิลลิเมตร เพื่อฝังเข้าไปใต้ผิวหนังสัตว์ในกรณีนำไปใช้ในงานปศุสัตว์ หรืออาจมีขนาดใหญ่มากสำหรับแท็กส์ที่ใช้ติดกับเครื่องจักรขณะทำการขนส่ง แท็กส์อาจนำไปติดไว้กับสินค้าในร้านค้าปลีกทั่วไปเพื่อป้องกันขโมย โดยจะมีการติดตั้งสายอากาศของตัวอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ไว้ตรงประตูทางออกเพื่อทำการตรวจจับขโมยโดยแท็กส์จะรับพลังงานจากสัญญาณ RF เพื่อติดต่อสื่อสารกับเครื่องอ่าน หรือใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่บรรจุภายในป้าย ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ Lithium-ion มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงมักนำมาใช้กับแผ่นป้ายนี้



รูปที่ 2.9 แสดงระบบการอ่านและเขียนข้อมูลอย่างง่ายของ RFID

แท็กส์จะประกอบไปด้วยสายอากาศที่มีขนาดเล็กที่จะช่วยให้แท็กส์ตอบสนองกับเครื่องอ่าน โดยสายอากาศจะแผ่สัญญาณวิทยุจำนวนหนึ่งออกมา เพื่อกระตุ้นให้แท็กส์อ่านหรือเขียนข้อมูลลงไปยังสายอากาศสามารถทำได้ทุกขนาดและรูปร่าง เพื่อที่จะสามารถออกแบบให้ติดตั้งได้ทุกที่ และเพื่อให้เกิดความครอบคลุมได้ดีที่สุดในหลาย ๆ ระบบ สายอากาศจะถูกคิดไปโดยตรงกับ Transceiver เหมือนกับเป็นอุปกรณ์เดียวกัน

ชิพที่อยู่บนแท็กส์จะมีหน่วยความจำซึ่งอาจเป็นแบบอ่านได้อย่างเดียว (ROM) หรือทั้งอ่านทั้งเขียน (RAM) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน โดยปกติหน่วยความจำแบบ ROM จะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย เช่น ข้อมูลของบุคคลที่มีสิทธิผ่านเข้าออกในบริเวณที่

มีการควบคุมหรือระบบปฏิบัติการ ในขณะที่RAMจะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการติดต่อสื่อสารกัน

นอกจากนี้อาจมีการนำหน่วยความจำแบบ EEPROM มาใช้ในกรณีที่ต้องการเก็บข้อมูลในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการสื่อสาร และข้อมูลยังคงอยู่ถึงแม้จะไม่มีพลังงานไฟฟ้าป้อนให้แก่แท็กส์

2.2.2.2 Reader หรือ Interrogator หน้าที่สำคัญของตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ก็คือการรับข้อมูลที่ส่งมาจากแท็กส์ แล้วทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ถอดรหัสสัญญาณข้อมูลที่ได้รับซึ่งกระทำโดย ไมโครคอนโทรลเลอร์ อัลกอริทึมที่อยู่ในเฟิร์มแวร์ (Firmware) ของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณ ถอดรหัสสัญญาณที่ได้ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลผ่านเข้าสู่ระบบการต่อไป นอกจากนี้ตัวอ่านข้อมูลที่ติดตั้งมีความสามารถในการป้องกันการอ่านข้อมูลซ้ำ เช่น ในกรณีที่แท็กถูกวางทิ้งอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตัวอ่านข้อมูลสร้างขึ้น หรืออยู่ในระยะการรับส่ง ก็อาจทำให้ตัวอ่านข้อมูลทำการรับหรืออ่านข้อมูลจากแท็กซ้ำอยู่เรื่อยๆไม่สิ้นสุด

ดังนั้นตัวอ่านข้อมูลที่ติดตั้งมีระบบป้องกันเหตุการณ์เช่นนี้ที่เรียกว่าระบบ "Hands Down Polling" โดยตัวอ่านข้อมูล จะสั่งให้แท็กส์หยุดการส่งข้อมูลในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว หรืออาจมีบางกรณีที่แท็กส์หลายแท็กส์อยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกัน หรือที่เรียกว่า "Batch Reading" ตัวอ่านข้อมูลควรมีความสามารถที่จะจัดลำดับการอ่านแท็กส์ทีละตัวได้

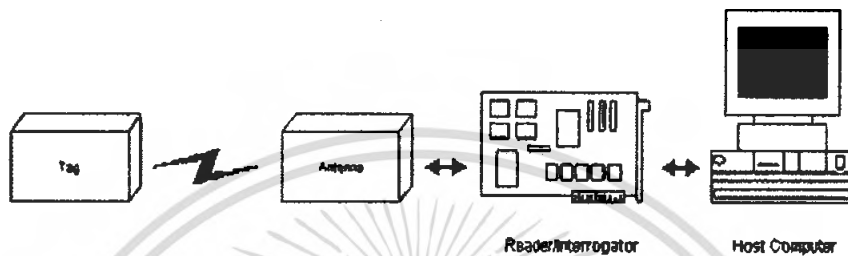


รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างการใช้งาน Tag และ Reader

2.2.3 ลักษณะการทำงานของระบบ RFID

หัวใจของเทคโนโลยี RFID ได้แก่ "Inlay" ที่บรรจุอุปกรณ์และวงจรรอิเล็กทรอนิกส์กับโลหะที่บิดงอขึ้นได้สำหรับการติดตามหรือทำหน้าที่เป็นเสาอากาศนั่นเอง Inlay มีความหนาสูงสุดอยู่ที่ 0.375 มิลลิเมตร สามารถทำเป็นแผ่นบางอัดเป็นชั้น ๆ ระหว่างกระดาษ, แผ่นฟิล์ม หรือพลาสติกก็ได้ ซึ่งเป็น

การผลิตเครื่องหมายหรือฉลาก จากวัสดุที่มีราคาไม่แพงมากนัก ซึ่งจะเห็นว่า Inlay มีลักษณะรูปร่างที่บางมาก จึงทำให้ง่ายต่อการติดเป็นป้ายชื่อหรือฉลากของชิ้นงานหรือวัตถุนั้น ๆ ได้สะดวก RFID เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาเป็นคลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิดที่เรียกว่า แท็กส์ (Tag) และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) โดยการนำข้อมูลที่ต้องการส่ง มาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางสายอากาศที่อยู่ในตัวรับข้อมูล ดังแผนผังการทำงานของระบบ RFID ดังในรูป



รูปที่ 2.11 แสดงแผนภาพการทำงานของ RFID

การประยุกต์ใช้งาน RFID จะมีลักษณะการใช้งานที่คล้ายกับบาร์โค้ด (Bar code) และยังสามารถรองรับความต้องการอีกหลายอย่างที่บาร์โค้ดไม่สามารถตอบสนองได้ เนื่องจากบาร์โค้ดจะเป็นระบบที่อ่านได้อย่างเดียว (Read only) ไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อยู่บนบาร์โค้ดได้ แต่แท็กส์ของระบบ RFID จะสามารถทั้งอ่านและบันทึกข้อมูลได้ ดังนั้นเราจึงสามารถเปลี่ยนแปลงหรือทำการบันทึกข้อมูลที่อยู่ในแท็กส์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน แท็กและตัวอ่านข้อมูลสามารถสื่อสารผ่านตัวกลางได้หลายอย่างเช่น น้ำ, พลาสติก, กระดาษ หรือวัสดุทึบแสงอื่นๆ ในขณะที่บาร์โค้ดทำไม่ได้

2.2.4 วิธีการรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กส์และเครื่องอ่าน

โดยมากจะใช้วิธีการมอดูเลตทางแอมพลิจูดหรือใช้การมอดูเลตทางแอมพลิจูดบวกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ว่าในปัจจุบันก็มีแท็กส์ที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่นๆ ด้วย เช่น การมอดูเลชันแบบเฟสชิฟต์คีย์อิง (Phase Shift Keying : PSK) ฟรีควเ้นซีฟิฟต์คีย์อิง (Frequency Shift Keying : FSK) หรือการใช้การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation : FM)

ในการรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณวิทยุระหว่างแท็กส์กับเครื่องอ่าน จะมีประสิทธิภาพต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะที่ใช้งาน เช่น เมื่อความถี่ใช้งานเป็น 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์ ความยาวของเสาอากาศ (เป็นเส้นตรง) ที่เหมาะสมก็คือ 22.12 แน่นอนว่าในทางปฏิบัติ

คงไม่สามารถนำเสาอากาศที่ใหญ่ขนาดนั้นมาใช้งานกับแท็กส์ขนาดเล็กได้ สายอากาศที่ดูจะเหมาะสมจะใช้ร่วมกับแท็กส์มากที่สุดก็คือ สายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็กหรือที่มีชื่ออย่างเป็นทางการว่า สายอากาศแบบแมกเนติกไดโพล (Magnetic dipole Antenna) รูปแบบของสายอากาศแบบนี้ก็จะขึ้นอยู่กับหลายหลายทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันแกนอากาศหรือแกนเฟอร์ไรต์ แบบที่เป็นวงรูปที่ทำขึ้นจากสายทองแดงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ทั้งที่เป็นรูปแบบวงกลมและสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ความเหมาะสมในการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความถี่พาหะและประเภทของงานด้วยเช่นกัน

นอกจากการรับส่งข้อมูลแล้วสายอากาศก็ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับแท็กส์ด้วย โดยอาศัยหลักการทำงานตามแนวคิดของไมเคิล ฟาราเดย์ เรื่องแรงดันเหนี่ยวนำในขดลวดที่เกิดขึ้นจากเส้นแรงแม่เหล็ก (จากเครื่องอ่าน) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time-varying magnetic field) พุ่งผ่านสายอากาศของแท็กส์ เมื่อแท็กส์และเครื่องอ่านตั้งอยู่ห่างกันในระยะ 0.16 เท่าของความยาวของคลื่นพาหะที่ใช้ เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า Transformer-type Coupling ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบเดียวกับการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นระหว่างขดลวดปฐมภูมิ (Primary) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) ในทรานส์ฟอร์มเมอร์ (Transformer) จะเป็นวงจรพื้นฐานสำหรับอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลของแท็กส์

2.2.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID

2.2.5.1 ตัวอ่านข้อมูลจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามีแท็กส์เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการคอยตรวจจับว่ามีการมอดูเลตสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่

2.2.5.2 เมื่อมีแท็กส์เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แท็กส์จะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แท็กส์เริ่มทำงาน และจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในแท็ก

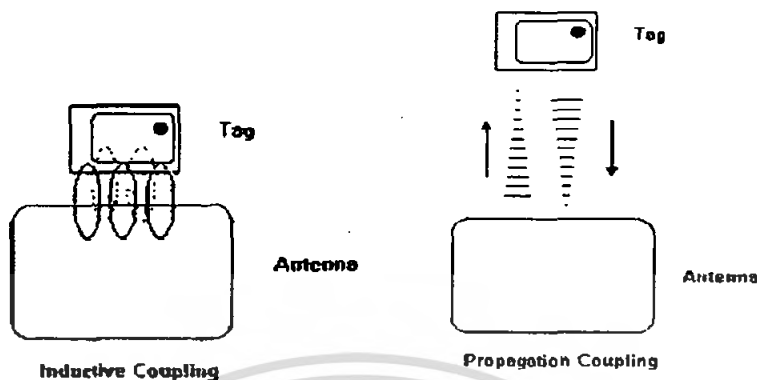
2.2.5.3 คลื่นพาหะที่ถูกส่งออกมาจากแท็กส์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูด, ความถี่ หรือเฟส ขึ้นอยู่กับวิธีการมอดูเลต

2.2.5.4 ตัวอ่านข้อมูลจะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะแปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป

2.2.6 การสื่อสารแบบไร้สาย

การสื่อสารข้อมูลของระบบ RFID ก็ระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) จะสื่อสารแบบไร้สายผ่านอากาศ โดยจะนำข้อมูลมาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นพาหะที่เป็นคลื่นความถี่วิทยุโดยมีสายอากาศ (Antenna) ที่อยู่ในตัวอ่านข้อมูลเป็นตัวรับและส่งคลื่นซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ วิธีเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Inductive Coupling หรือ

Proximity Electromagnetic) กับ วิธีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Propagation Coupling) ดังรูป



รูปที่ 2.12 การสื่อสารระหว่างแท็กส์และตัวรับข้อมูล

เทคนิคการมอดูเลตข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะก็มีด้วยกันหลายวิธี เช่น ASK (Amplitude Shift Keying), FSK (Frequency Shift Keying) หรือ PSK (Phase Shift Keying) ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบจะเลือกให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท

2.2.6.1 การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (ASK) ความถี่ของคลื่นพาหะ (Carrie Wave) ซึ่งทำหน้าที่นำสัญญาณอนาล็อกผ่านตัวกลางสื่อสารนั้นจะคงที่ ลักษณะของสัญญาณมอดูเลตเมื่อค่าของบิตของสัญญาณข้อมูลดิจิทัลมีค่าเป็น 1 ขนาดของคลื่นพาหะจะสูงขึ้นกว่าปกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น 0 ขนาดของคลื่นพาหะจะตกลงกว่าปกติ การมอดูเลต ASK มักจะไม่ค่อยได้รับความนิยม เพราะจะถูกรบกวนจากสัญญาณอื่นได้ง่าย

2.2.6.2 การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (FSK) ในการมอดูเลตแบบFSK ขนาดของคลื่นพาหะจะไม่เปลี่ยนแปลงที่เปลี่ยนแปลงคือความถี่ของคลื่นพาหะนั้นคือ เมื่อบิตมีค่าเป็น1 ความถี่ของคลื่นพาหะจะสูงกว่าปกติและเมื่อบิตมีค่าเป็น0 ความถี่ของคลื่นพาหะก็จะต่ำกว่าปกติ

2.2.6.3 การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (PSK) หลักการของPhase Keying (PSK) คือ ค่าของขนาดและความถี่ของคลื่นพาหะจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ที่จะเปลี่ยนคือ เฟสของสัญญาณกล่าวคือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของบิตจาก1 ไปเป็น 0 หรือเปลี่ยนจาก0 ไปเป็น 1 เฟสของคลื่นจะเปลี่ยน (Shift) ไป 180 องศาด้วย หลักการ PSK สามารถทำได้ทั้งแบบ 2 เฟส (0,90,180 และ 270 องศา) และแบบ 8 เฟส (0,45,90,135,180,225,270 และ 315 องศา) ในการมอดูเลตเพื่อเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกทั้ง 3 แบบ วิธีการแบบ PSK จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุด ได้สัญญาณที่มีคุณภาพดีที่สุดแถมวงจรการทำงานจะยุ่งยากกว่าและราคาสูงกว่า

83023

2.2.7 คลื่นพาหะและมาตรฐานของระบบ RFID

ในปัจจุบัน ได้มีการรวมกลุ่มระหว่างแต่ละประเทศ เพื่อทำการกำหนดมาตรฐานความถี่คลื่นพาหะของระบบ RFID โดยมีสามกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มประเทศในยุโรปและแอฟริกา (Region1), กลุ่มประเทศอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ (Region2) และสุดท้ายคือกลุ่มประเทศตะวันออกไกลและออสเตรเลีย (Region3) ซึ่งแต่ละกลุ่มประเทศจะกำหนดแนวทางในการเลือกใช้ความถี่ต่างๆ ให้แก่บรรดาประเทศสมาชิก

อย่างไรก็ตาม ความถี่ของคลื่นพาหะที่นิยมใช้งานในย่านความถี่ต่ำ ย่านความถี่ปานกลาง และย่านความถี่สูงก็คือ 125 kHz, 13.56 MHz และ 2.45 GHz ตามลำดับนี้รัฐบาลของแต่ละประเทศ โดยทั่วไปจะมีการออกกฎหมายเกี่ยวกับระเบียบการใช้งานย่านความถี่ต่างๆ รวมถึงกำลังส่งของระบบ RFID ด้วย

ย่านความถี่	ระยะทาง	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF)	125-134 kHz 18 นิ้ว	บัตรใส่ หรือ มีขโมย สินค้ากันขโมยที่ผ่าน ในระแวกใกล้ หรือระบบ กันขโมยรถยนต์
ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF)	13.553-13.567 MHz 3 ฟุต อ่านได้เร็ว (10-100 มิลลิ ต่อวินาที)	ห้องสมุด, สมาร์ทการ์ด ระบบติดตามหนังสือ ระบบเปิดเปิดประตู
ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF)	400-1000 MHz (สหรัฐอเมริกาใช้ 433 MHz) 10-30 ฟุต อ่านได้เร็วมาก (100-1000 มิลลิต่อวินาที)	ตู้สินค้า รถบรรทุก บนแท่นสินค้า (pallet)
ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave Frequency)	2.45 GHz, 5.8 GHz >30 ฟุต	อุปกรณ์ไร้สาย

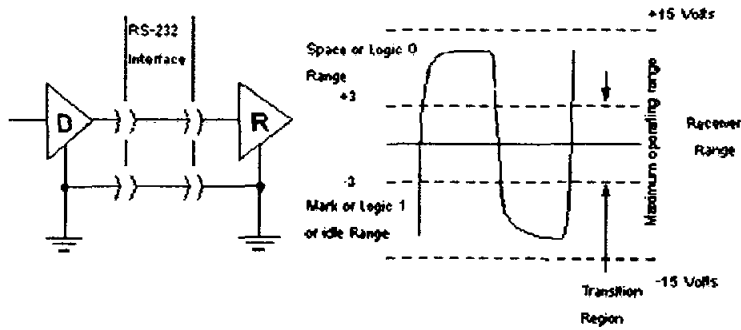
รูปที่ 2.13 แสดงย่านความถี่ต่างๆของระบบ RFID

2.3 RS-485

2.3.1 การส่งข้อมูล (Data Transmission Signals)

2.3.1.1 ตัวส่งแบบไม่สมดุล (Unbalanced line driver)

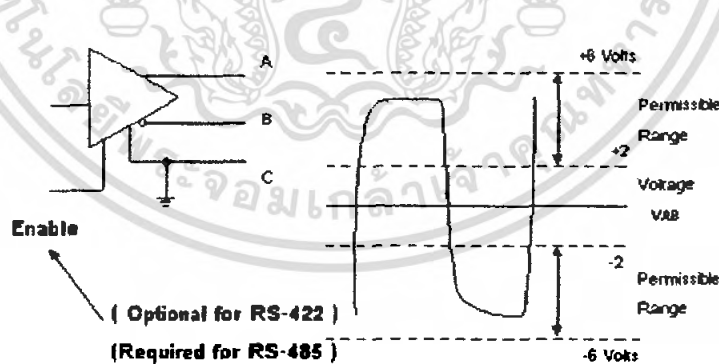
ระดับสัญญาณที่ส่งในระบบไม่สมดุล RS-232 เป็นระบบที่วัดระดับแรงดันสัญญาณเทียบกับสายกราวด์ ตัวอย่างเช่น ในการส่งข้อมูล (Transmission Data : TD) จากอุปกรณ์ (Data Terminal Equipment : DTE) ผ่านหัวต่อแบบ DB-25 จะส่งสัญญาณข้อมูลทางขา 2 โดยการวัดระดับแรงดันของสัญญาณจะวัดเทียบกับสายกราวด์ (Signal ground) ที่ขา 7 ถ้าสายส่งข้อมูลอยู่ในสถานะ idle ระดับแรงดันจะมีค่าเป็นลบ และเมื่อทำการส่งข้อมูลระดับแรงดันจะเปลี่ยนแปลงในช่วงค่าบวกและค่าลบ โดยมีระดับแรงดันอยู่ในช่วง + 5 V ถึง + 15 V รูปด้านล่างแสดงการทำงานที่ตัวรับของ RS-232 โดยจะทำงานในระดับแรงดันช่วง +3 ถึง +12 และ -3 ถึง -12



รูปที่ 2.14 แสดง RS-232 Interface Circuit

2.3.1.2 ตัวส่งแบบสมดุล (Balanced line driver)

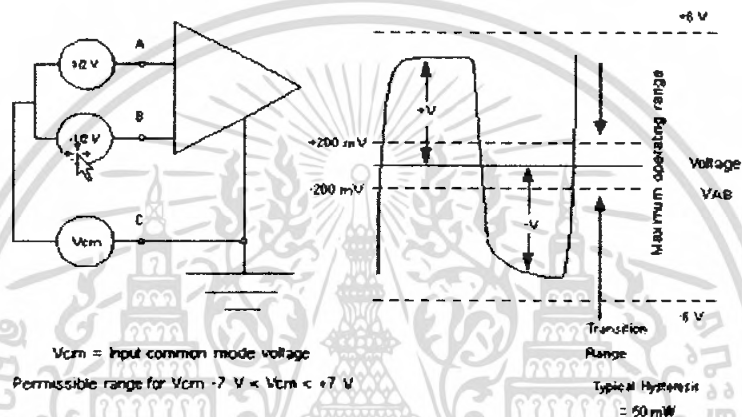
ระบบสมดุลจะส่งสัญญาณผ่านสาย 2 เส้น รูปด้านล่างแสดงรูปแบบและระดับแรงดัน ตัวส่งจะส่งแรงดันช่วง 2-6 V ที่เอาต์พุตระหว่าง A และ B ระบบจะมีการเชื่อมต่อสายกราวด์ 1 เส้น สายกราวด์ในระบบนี้ไม่ได้ใช้ในการส่งสัญญาณหรือหาสถานะลอจิกของข้อมูล แต่สายกราวด์มีความสำคัญคือใช้เป็นจุดอ้างอิงของระบบ การวัดสัญญาณข้อมูลจะถูกวัดเทียบกับสายกราวด์ ในการส่งข้อมูลตัวส่งจะได้รับสัญญาณหนึ่งเรียกว่าสัญญาณควบคุม หรือ Enable signal ซึ่งเชื่อมต่อระหว่างตัวส่งและเทอร์มินอล A และ B ที่เอาต์พุต ตัวส่งจะส่งสัญญาณควบคุมซึ่งเปรียบเสมือนเป็นเอาต์พุตที่ 3 นอกจากการส่งสถานะลอจิก 1 หรือ 0 ให้กับเทอร์มินอล ถ้าสัญญาณควบคุมอยู่ในสถานะ OFF จะหมายถึงตัวส่งตัวนั้นไม่ได้ต่อกับสายสัญญาณและไม่สามารถส่งสัญญาณข้อมูลได้ หรืออยู่ในสถานะ disable หรือ tri-state



รูปที่ 2.15 แสดง Balanced Differential Output Line Driver

2.3.1.3 ตัวรับแบบสมมูลย์ (Balanced line receiver)

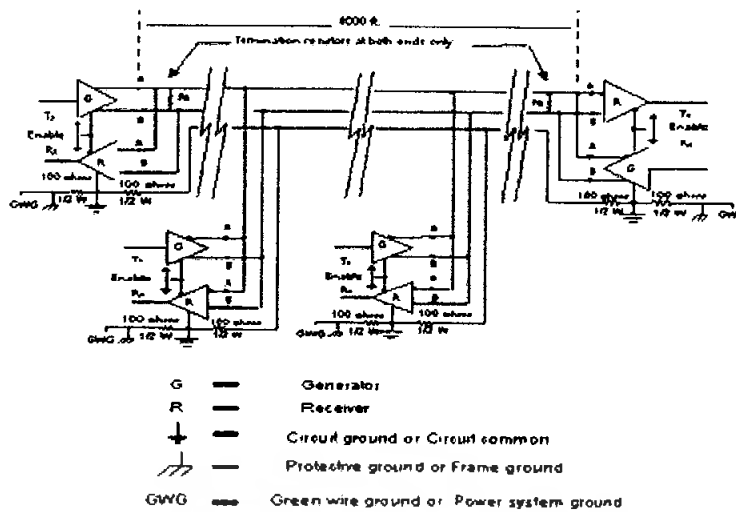
ตัวรับในระบบสมมูลย์จะถูกเชื่อมต่อด้วยสายส่งสัญญาณข้อมูลและสายกราวด์ โดยจะรับสถานะของสัญญาณได้โดยวัดความแตกต่างของระดับแรงดันที่สายอินพุทของตัวรับ หรือวัดระหว่างเทอร์มินอล A และ B (V_{ab}) ดังแสดงในรูปด้านล่าง ถ้าแรงดันมีขนาดมากกว่า +200 mV จะถูกกำหนดให้มีสถานะเป็นลอจิกค่าหนึ่ง และถ้ามีขนาดน้อยกว่า -200 mV จะถูกกำหนดให้มีสถานะตรงข้าม เนื่องจากอาจเกิดการลดทอนสัญญาณ (Attenuate) ขึ้นในสายส่ง ที่ตัวรับจึงถูกออกแบบให้สามารถรับความแตกต่างระดับแรงดันของสัญญาณได้ในช่วงที่กว้างกว่าตัวส่งคือ +200 mV ถึง +6 V ในขณะที่แรงดันที่ตัวส่งอยู่ในช่วง +2 V ถึง +6 V



รูปที่ 2.16 แสดง Balanced Differential Input Line Receiver

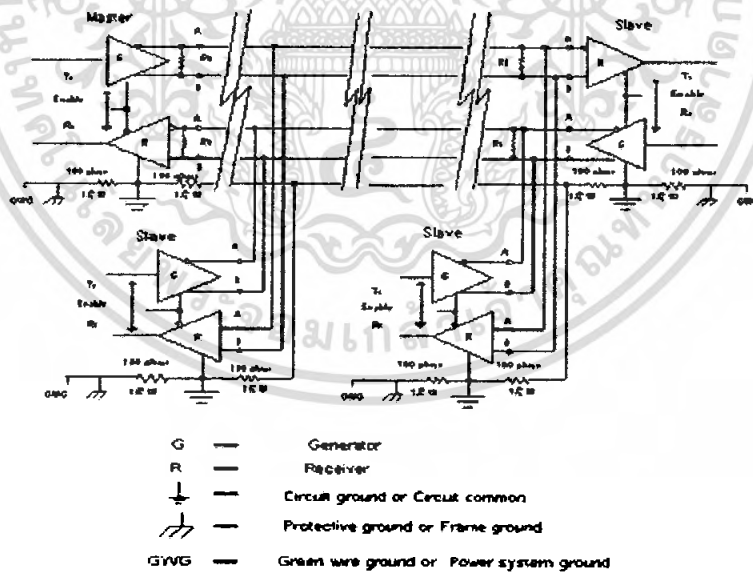
2.3.1.4 การส่งข้อมูลตามมาตรฐาน RS-485 (EIA Standard RS-485 Data Transmission)

RS-485 เป็นการส่งข้อมูลในระบบสมมูลย์ สายสัญญาณ 1 คู่สายสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ได้ถึง 256 ตัว คุณสมบัติของอุปกรณ์ในระบบ RS-422 และ RS-485 มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สำหรับในระบบ RS-485 สามารถทนแรงดันระหว่างสายสัญญาณและสายกราวด์ หรือ Common Mode Voltage หรือ V_{cm} ได้ในช่วง -7 V ถึง +12 V ซึ่งมากกว่าอุปกรณ์ในระบบ RS-422



รูปที่ 2.17 แสดง Typical RS - 485 Two Wire Multidrop Network

รูป 2.17 แสดงระบบเครือข่ายที่เรียกการต่อในลักษณะนี้ว่า two-wire multidrop จากรูปสังเกตได้ว่าการต่อความต้านทานขั้วที่ โหนดปลายทั้งสองด้านของสายส่งแต่ไม่มีการต่อขั้วปลายที่ โหนดที่อยู่ระหว่างสายส่ง การต่อขั้วปลาย (termination) มักใช้กับระบบที่มีอัตราการส่งข้อมูลสูง และระยะทางยาว



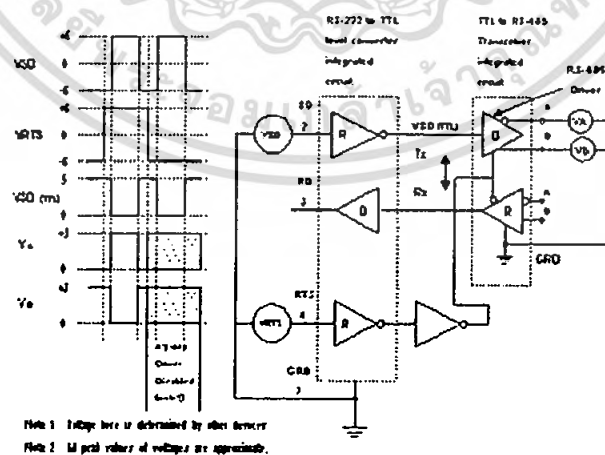
รูปที่ 2.18 แสดง Typical RS-485 Four - Wire Multidrop Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.18 แสดงระบบ RS-485 แบบ 4 สาย ประกอบด้วยสายสัญญาณ 4 เส้น และสายกราวด์ 1 เส้น มีลักษณะการติดต่อแบบ โหนดแม่ (master node) และ โหนดลูก (slave node) ตัวส่งของตัวแม่จะต่อถึงตัวรับของตัวลูกทุกตัวผ่านสายสัญญาณ (โดยมากใช้เป็นสายคู่ตีเกลียว) 1 คู่ และตัวส่งของตัวลูกทุกตัวจะต่อเข้ากับตัวรับของตัวแม่ผ่านสายสัญญาณอีก 1 คู่ โดยในการติดต่อนั้นตัวแม่จะสามารถติดต่อกับตัวลูกได้ทุกตัวแต่ตัวลูกทุกตัวจะติดต่อกับตัวแม่ได้เท่านั้น ไม่สามารถติดต่อกับตัวลูกตัวอื่นหรือติดต่อกันเองได้ และในการติดต่อจากตัวลูกไปยังตัวแม่นั้นจะทำได้ทีละ 1 ตัว เมื่อมีตัวใดตัวหนึ่งติดต่อหรือทำการส่งข้อมูลอยู่ ตัวลูกตัวอื่นที่เหลือในระบบจะไม่สามารถส่งข้อมูลได้โดยต้องอยู่ในสถานะ disable หรือ tri-state เนื่องจากตัวลูกจะไม่สนใจการติดต่อของตัวลูกตัวอื่นกับตัวแม่ ถือเป็นข้อดีคือทำให้สามารถต่ออุปกรณ์ที่มีโปรโตคอลต่างกันเข้าไว้ในระบบเดียวกันได้

2.3.1.5 การควบคุม tri-state ของอุปกรณ์ RS-485 โดยการใช้สัญญาณ RTS

ในระบบ RS-485 เป็นการส่งผ่านข้อมูลผ่านสายส่งชุดเดียวกันโดยผลัดกันส่ง เมื่ออุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งต้องการส่งข้อมูลจะทำการเชื่อมต่อตัวส่งเข้ากับสายส่ง และจะตัดตัวส่งออกจากสายส่งเมื่อส่งข้อมูลเสร็จ โดยส่วนมากมักใช้อุปกรณ์ที่เปลี่ยน RS-232 เป็น RS-485 หรือการคอนทราต RS-485 ต่อเข้ากับระบบ เพื่อใช้เป็นตัวให้สัญญาณควบคุมการส่ง หรือเรียกว่า RTS : Request To Send โดยต่อจาก Asynchronous serial port ไปยังขา Enable ของตัวส่งผ่านสาย RTS และอาจกำหนดการทำงานของขา Enable โดยถ้าได้รับสถานะ High หรือลอจิก 1 ให้ตัวส่งต่อเข้ากับสายส่งและทำการส่งข้อมูลได้ ถ้าได้รับสถานะ Low หรือลอจิก 0 ให้ตัวส่งตัดการต่อออกจากสายส่ง หรือเรียกว่า tri-state และยอมให้ตัวส่งอื่นที่ได้รับลอจิก 1 ต่อเข้ากับสายส่งและส่งข้อมูลผ่านสายส่งได้ ดังนั้นในขณะที่มีตัวส่งตัวเดียวได้รับลอจิก 1 และต่อเข้ากับสายส่ง ตัวส่งตัวอื่นๆที่เหลือจะต้องได้รับลอจิก 0



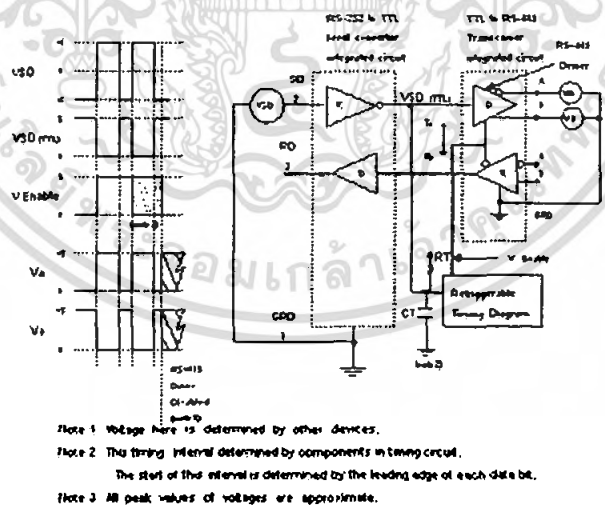
รูปที่ 2.19 แสดง Timing Diagram for RS-232 to RS-485 Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.19 แสดง Timing diagram ของตัวเปลี่ยน RS-232 เป็น RS-485 (RS-232 to RS-485 Converter) จากรูปคลื่น (waveform) แสดงให้เห็นถึงความผิดพลาดเนื่องจากสัญญาณที่ควบคุมการส่งหรือสัญญาณที่ส่งให้กับขา Enable หรือ VRTS ที่มีขนาดแคบกว่าสัญญาณข้อมูล (VSD) มีผลทำให้เกิดการสูญหายของข้อมูลในส่วนหลังนับจากที่สัญญาณ VRTS อยู่ในสถานะ low ดังนั้นต้องมั่นใจว่าสัญญาณควบคุมหรือ VRTS ต้องมีขนาดกว้างกว่าสัญญาณข้อมูล (VSD) หรือกล่าวได้ว่าสัญญาณ RTS จะต้องเป็น High ก่อนข้อมูลจะถูกส่ง และจะต้องเป็น Low หลังจากส่งบิตสุดท้ายแล้ว ซึ่งช่วงเวลาการทำงานดังกล่าวนี้จะถูกทำโดย software ที่ทำหน้าที่ควบคุมผ่านพอร์ตอนุกรมในการ์ดอนุกรม RS-485

2.3.1.6 การควบคุมการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ RS-485

ผลิตภัณฑ์ตัวเปลี่ยน RS-232 เป็น RS-485 (RS-232 to RS-485 Converter) และการ์ดอนุกรม RS-485 (RS-485 serial cards) มีวงจรพิเศษในการใช้สัญญาณข้อมูลเป็นตัว enable ให้กับตัวส่ง (RS-485 driver) รูปด้านล่างแสดง Timing diagram ของสัญญาณที่ใช้ควบคุมตัวเปลี่ยน (Converter) จาก diagram แสดงให้เห็นว่ามีช่วงเวลาหนึ่งที่เวลาหนึ่งหลังการส่งข้อมูลบิตสุดท้ายและก่อนการ disable ของตัวส่ง ถ้าระยะเวลาสั้นเกินไปหรือตัวส่งอาจถูก disable ก่อนที่ตัวส่งจะส่งข้อมูลเสร็จ อาจทำให้ข้อมูลในส่วนท้ายสูญหายได้ และถ้ามีขนาดยาวเกินไปจะทำให้ระบบเปลี่ยนสายสัญญาณจากส่งเป็นรับก่อนที่โหนดพร้อมจะรับข้อมูลหรือตัวรับเชื่อมต่อกับสายส่งและรับข้อมูลช้าไม่ทันต่อสัญญาณที่ส่งมาถึง ทำให้ไม่ได้รับข้อมูลในส่วนแรก ดังนั้นควรกำหนดช่วงเวลาดังกล่าวให้เหมาะสม โดยส่วนมากมักเท่ากับความยาวหนึ่งตัวอักษรที่อัตราการส่งข้อมูลนั้นๆ



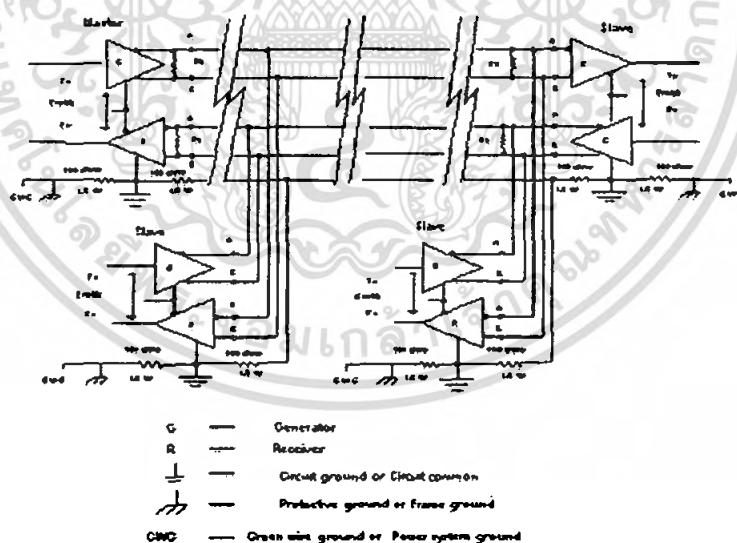
รูปที่ 2.20 แสดง Timing Diagram for RS-232 to RS-485 Converter

2.3.2 รูปแบบของระบบเครือข่าย

ในระบบเครือข่าย RS-232 และ RS-485 ไม่มีข้อกำหนดในหัวข้อรูปแบบการเชื่อมต่อ การออกแบบการเชื่อมต่อมักขึ้นอยู่กับความต้องการทางกายภาพของระบบ

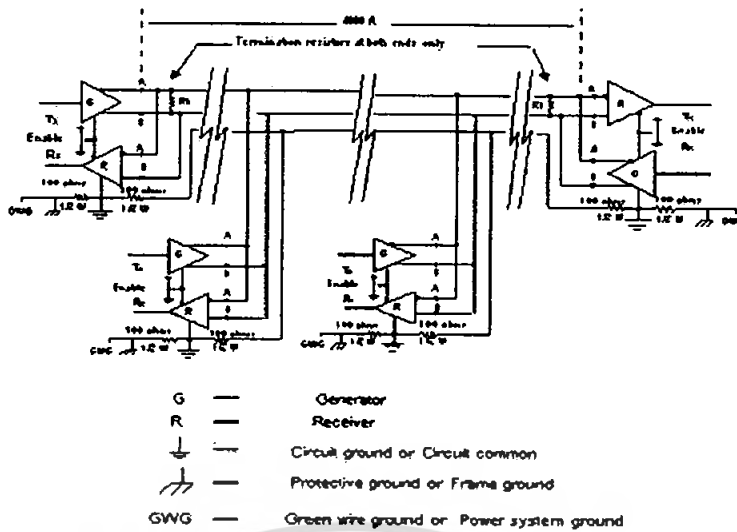
2.3.2.1 ระบบ 2 สาย และ 4 สาย

ระบบ RS-422 ใช้ 1 คู่สายสำหรับแต่ละสัญญาณ เช่น 1 คู่สายสำหรับสายส่ง , 1 คู่สายสำหรับสายรับ และในบางกรณีอาจมี 1 คู่สายทำหน้าที่ควบคุมการทำ tri-state (handshake line) ในการทำ tri-stated ของ RS-485 มีความสามารถทำให้การรับ-ส่งข้อมูลผ่านสายสัญญาณคู่เดียวกันได้หรือมีลักษณะการสื่อสารแบบ Half-duplex รูปแบบการเชื่อมต่อในลักษณะ 2 สายจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อระบบได้เนื่องจากใช้สายน้อยกว่า (สายสัญญาณ 2 สายและสายกราวด์ 1 สาย) ในการต่อแบบ 2 สายของอุปกรณ์ RS-485 จะมีข้อกำหนดการเชื่อมต่อทั้งแบบภายในและภายนอก ในการเชื่อมต่อภายในจะมีขั้วต่อ A และ B (ในบางครั้งแทนด้วย - และ +) ให้ทำการเชื่อมต่อเข้ากับสายส่งการเชื่อมต่อแบบ 4 สายจะมีขั้ว A และ B ทั้งที่ตัวส่งและตัวรับ ผู้ใช้สามารถส่งข้อมูลให้กับตัวรับโดยผ่านสาย 2 เส้นและส่งข้อมูลกลับผ่านสายอีก 2 สาย สายกราวด์ยังเป็นสายที่มีความสำคัญต่อระบบจำเป็นต้องใช้เป็นจุดอ้างอิงในการรักษาระดับแรงดันคอมมอนหรือ Vcm (แรงดันที่วัดระหว่างสายสัญญาณแต่ละเส้นเทียบกับสายกราวด์) ระบบสามารถทนแรงดันคอมมอนได้ที่ค่าหนึ่ง ดังนั้นจำเป็นต้องรักษาแรงดันดังกล่าวให้อยู่ในช่วงที่อุปกรณ์รับได้ ถ้าไม่มีสายกราวด์ในระบบจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวน (noise) และระบบจะไม่มีความมั่นคง



รูปที่ 2.21 แสดง Typical RS-485 Four – Wire Multidrop Configuration

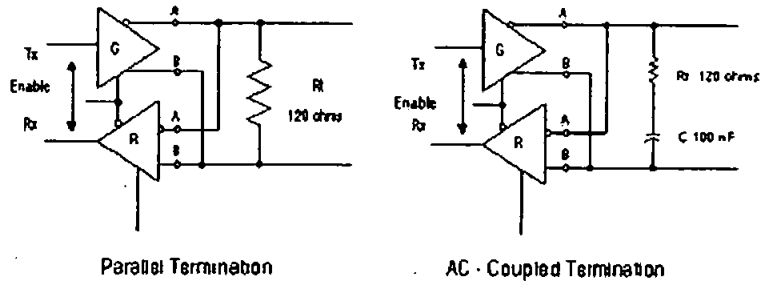
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 แสดง Typical RS-485 Two – Wire Multidrop Configuration

2.3.2.2 การต่อขั้วปลาย (Termination)

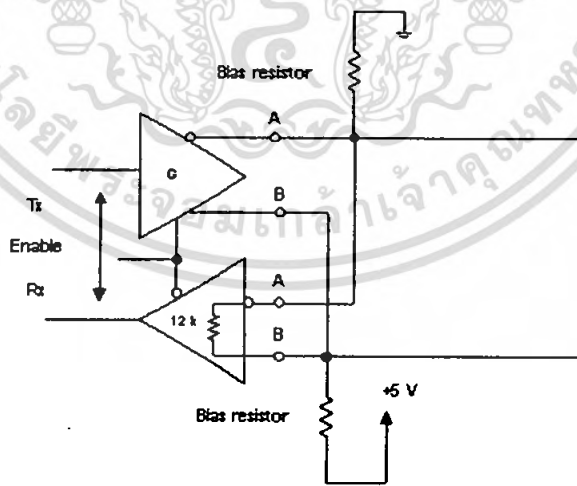
ระบบควรมีการต่อขั้วปลายหรือการต่ออิมพีแดนซ์ (Rt) เข้าระหว่างเทอร์มินอล เพื่อทำให้เกิดอิมพีแดนซ์สมดุลย์กันระหว่างอิมพีแดนซ์ของโหลดกับอิมพีแดนซ์ของสายส่ง ถ้าอิมพีแดนซ์ไม่สมดุลย์จะทำให้โหลดไม่ได้รับสัญญาณที่สมบูรณ์เนื่องจากสัญญาณบางส่วนเกิดการสะท้อนกลับภายในสายส่ง ถ้าอิมพีแดนซ์ของตัวกำเนิด (source) , อิมพีแดนซ์ของสายส่ง (transmission line) และอิมพีแดนซ์ของโหลดมีค่าเท่ากันจะไม่เกิดการสะท้อนกลับในระบบ แต่การต่อขั้วปลายนั้นก็ถือว่าเป็นการเพิ่มโหลดให้กับตัวส่ง ทำให้การติดตั้งซับซ้อนมากขึ้น , จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงการไบอัส และการปรับปรุงหรือแก้ไขระบบจะทำได้ยากขึ้น การตัดสินใจว่าควรทำการต่อขั้วปลายหรือไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของสายเคเบิลและอัตราข้อมูลในระบบ หรืออีกทางหนึ่งอาจดูจาก Propagation delay ถ้ามีค่าน้อยกว่าความยาว 1 บิต ไม่จำเป็นต้องมีการต่อขั้วปลายเนื่องจากสัญญาณจะสะท้อนกลับไปกลับมาจนมีขนาดน้อยลงและหายไปในที่สุด (damp out) จึงไม่มีผลต่อการรับข้อมูล การรับของ "UART" จะเอาค่าที่อยู่ตรงกลางของบิตซึ่งถือว่าเป็นค่าที่มีความถูกต้องที่สุด การหาค่า Propagation delay คำนวณได้จากผลคูณระหว่างความยาวสายเคเบิลกับ Propagation velocity ของสายเคเบิล โดยจะถูกกำหนดจากผู้ผลิตซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 66%-75% ของความเร็วแสง



รูปที่ 2.23 แสดง Parallel and AC Termination

2.3.2.3 การไบอัสในระบบเครือข่าย RS-485

เมื่อทุกโหนดอยู่ในโหมดของการรอรับข้อมูล หรืออยู่ในสถานะ idle (idle state) จะไม่มีตัวส่งใดทำงาน (active) หรือเรียกว่าอยู่ในสถานะ tri-state สายส่งจะอยู่ในลักษณะเรียกว่า Unknown ถ้าระดับแรงดันของอินพุตที่ ตัวรับ (A และ B)มีค่าอยู่ในช่วง +- 200 mV. ระดับลอจิกที่เอาท์พุทของตัวรับจะคงค่าของบิตสุดท้ายที่รับ เพื่อรักษาแรงดัน idle ให้เหมาะสมจำเป็นต้องมีการต่อความต้านทานที่เรียกว่าความต้านทานไบอัส เข้าระหว่างขั้ว B กับ 5 V. หรือเรียกว่า Pull up resister และใส่ความต้านระหว่างขั้ว A กับกราวด์หรือเรียกว่า Pull down resister รูปด้านล่างแสดงการต่อความต้านทานไบอัสเข้ากับตัวรับในระบบแบบ 2 สาย สำหรับระบบแบบ4 สายจะต่อความต้านทานเข้ากับตัวรับ ค่าความต้านทานไบอัสขึ้นอยู่กับกรต่อขั้วปลายและจำนวน โหนดในระบบ การสร้างกระแสไบอัสให้มีค่าเพียงพอที่จะรักษาแรงดันระหว่างสายส่ง A และ B ให้มีค่ามากกว่า 200 mV

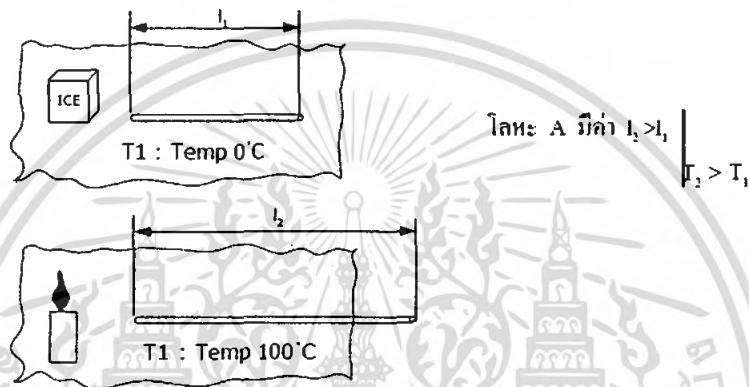


รูปที่ 2.24 แสดงการไบอัส

2.4 เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์

ระบบควบคุมที่ดีมีความแม่นยำ และทำงานอย่างอัตโนมัติไม่ได้เกิดจากการควบคุมเพียงอย่างเดียวคงต้องพึ่งหาอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor Element) และการส่งผ่านสัญญาณที่ถูกต้องด้วยจึงจะสามารถทำให้ระบบทำงานได้อย่างแม่นยำ จะทำให้เกิดการคุ้มค่าในระบบงานอุตสาหกรรม

เซ็นเซอร์ (Sensor) ความหมายคือ การตรวจรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงจากบางสิ่งบางอย่าง ซึ่งตรวจจับได้โดยทางธรรมชาติ หรือมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาใช้ เช่น การเปลี่ยนความยาวของโลหะเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปดังรูป คือค่าความต้านทานเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์ (Thermistor)



รูปที่ 2.25 แสดงความยาว (l) ของโลหะที่ขึ้นกับอุณหภูมิ (T)

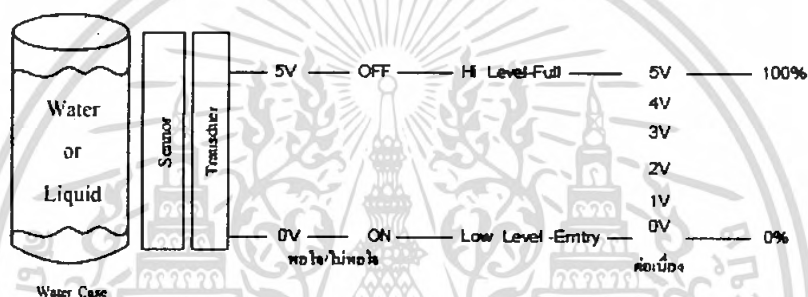


รูปที่ 2.26 แสดงความต้านทาน (R) แปลตามอุณหภูมิ (T)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

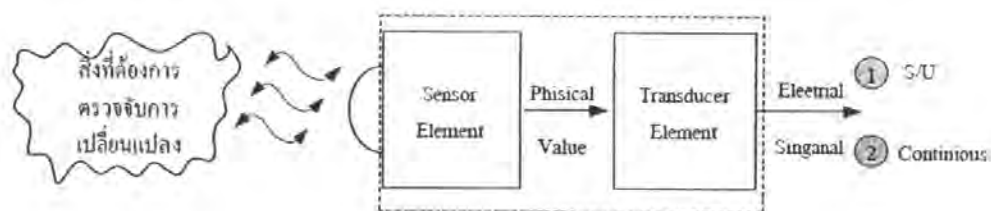
ค่าที่ตรวจจับ ได้ดังกล่าวมาแล้วนั้นเป็นค่าทางฟิสิกส์อาจพบว่าเป็นค่าการเปลี่ยนแปลงของความยาวของเส้นโลหะ หรือการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับนี้เราจะเรียกว่า เซนเซอร์ (Sensor) ซึ่งเซนเซอร์นี้อาจจะเป็นส่วนเล็ก ๆ ที่อยู่ในอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ค่าการเปลี่ยนแปลงที่ได้นี้จะต้องถูกแปรเปลี่ยนอย่างแม่นยำ เพื่อส่งต่อไปยังระบบควบคุมอีกทีซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะทำหน้าที่ของอุปกรณ์แปลงสัญญาณ (Transducer) ดังกล่าวต่อไป

ทรานสดิวเซอร์ (Transduce) หรือเรียกว่าตัวแปลงมีหน้าที่เปลี่ยนแปลงค่าที่ได้จากการตรวจจับ (Sensor) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าในรูปของสัญญาณที่ต้องการอยู่ในรูปของสัญญาณแบบพอลิ (มี) ไม่พอลิ (ไม่มี) หรืออยู่ในรูปของสัญญาณที่มีความต่อเนื่อง เพื่อความสะดวกในการควบคุมและอ่านค่า เช่น การตรวจจับระดับของน้ำในถัง ดังรูป

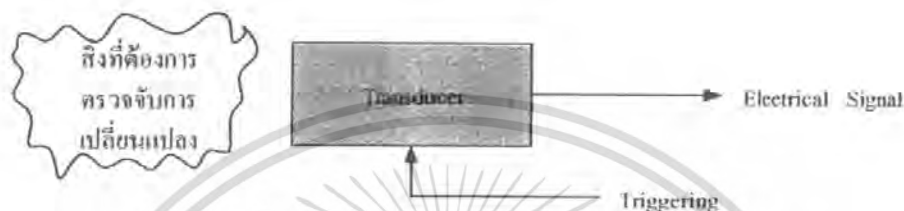


รูปที่ 2.27 แสดงการวัดระดับน้ำและให้ค่าสัญญาณทั้ง 2 ลักษณะ

โดยสรุปแล้วทรานสดิวเซอร์ (Transducer) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานที่อยู่ในรูปแบบหรือปริมาณทางฟิสิกส์ เปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้าหรือสัญญาณไฟฟ้า เช่น พลังงานเชิงความร้อน น้ำหนัก ความเร็ว ระยะทาง แสง และอื่น ๆ รวมถึงปฏิกิริยาทางเคมีที่ได้รับมาเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งไปประมวลผลต่อไป ทรานสดิวเซอร์อาจรวมถึงเซนเซอร์ไว้ในตัวเองด้วยก็ได้ ทรานสดิวเซอร์มีอยู่ด้วยกันหลายแบบหลายชนิด ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างโดยหลักการพื้นฐานในการแปลงค่าออกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ดังนี้



รูปที่ 2.28 แสดงส่วนประกอบภายในทรานสดิวเซอร์



รูปที่ 2.29 แสดงแผนผังการทำงานของทรานสดิวเซอร์

การทำงานของทรานสดิวเซอร์ในการตรวจวัดและแปลงค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามีอยู่หลายวิธี สรุปได้ 5 วิธีดังต่อไปนี้

- อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (Resistance change)
- อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ (Inductance change)
- อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความจุ (Capacitance change)
- อาศัยการเปลี่ยนแปลงทางแสง (Photo) และคลื่นความถี่ (Wave)
- อาศัยหลักการอื่น

2.4.1 สวิตช์ลำแสง

สวิตช์ลำแสง คืออุปกรณ์ซึ่งตรวจวัดวัตถุโดยความหมายของการที่ลำแสงจากตัวส่ง ส่งไปสะท้อนกับวัตถุ หรือถูกกั้นขวางด้วยวัตถุ หรือถูกดูดซับโดยวัตถุและมีผลให้ตัวรับแสงรับรู้สภาวะที่เกิดขึ้น โดยจะเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณ เอาท์พุทไป

2.4.1.1 คุณสมบัติเด่นของสวิตช์ลำแสง

- ตรวจวัดวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัส
- ระยะเวลาตรวจวัดใกล้
- สามารถตรวจวัดวัตถุได้เกือบจะทุกชนิด
- ความเร็วในการตรวจวัดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้
- ความแม่นยำในการตรวจจับสูง

2.4.1.2 ชนิดของตัวตรวจรับแสงและตัวกำเนิดแสงในสวิทช์ลำแสง

- ตัวตรวจรับแสงจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Photo Transistor หรือ Photo Diode ทำหน้าที่ตรวจจับแสงและแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

- ตัวกำเนิดแสง มีหลายประเภทด้วยกัน คือ

หลอดแบบมีไส้ เป็นชนิดที่สวิทช์ลำแสงรุ่นก่อน มีข้อเสียตรงที่ขาดง่าย และมีขนาดค่อนข้างใหญ่ใช้พลังงานมาก แต่ปัจจุบันก็ยังมีใช้อยู่กับสวิทช์ลำแสงรุ่นพิเศษเพื่อการใช้งานเฉพาะแบบ

หลอด LEB (Light Emitting Diode) หลอด LED เป็นอุปกรณ์กำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กมีความทนทานสูง นิยมใช้กันมากในสวิทช์ลำแสงรุ่นใหม่ LED แบ่งชนิดตามแสงที่เปล่งออกมาดังนี้

LEB แบบแสง Infrared จะเป็นแสง Infrared ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910 – 950 nm. มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ให้ความเข้มของแสงสูงจึงส่งไปได้เป็นระยะทางไกลและสามารถส่งทะลุวัตถุบางชนิดได้ แต่จะไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้

LEB แบบแสงสีแดง เป็นแสงที่มองเห็นมีความยาวคลื่นประมาณ 660 nm. ให้ความเข้มของแสงปานกลาง สวิทช์ลำแสงที่ใช้ LEB สีแดงจะสามารถตรวจจับมาร์คสีดำ น้ำเงิน หรือเขียวบนพื้นสีขาวได้

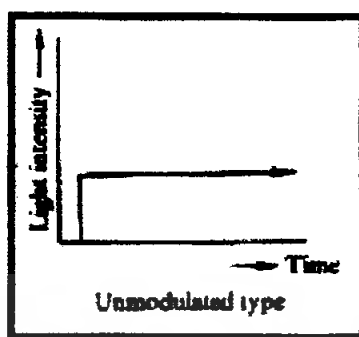
LEB แบบแสงสีเขียว เป็นแสงที่มองเห็นมีความยาวคลื่นประมาณ 560 nm. ให้ความเข้มของแสงต่ำสวิทช์ลำแสงที่ใช้ LEB สีเขียว จะมีระยะการตรวจจับใกล้แต่สามารถตรวจจับมาร์คสีแดงบนพื้นสีขาวได้

2.4.1.3 โครงสร้างของสวิทช์ลำแสง

- Projector คือ ตัวส่งลำแสงส่วนมากจะเป็นหลอด LED
- Detector คือ ตัวตรวจรับแสงส่วนมากจะเป็น Photo transistor หรือ Photo diode
- Amplifier คือ ภาควิทยาสัญญาณ ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ ไปขับ Projector และรับสัญญาณจาก Detector มาขยายเพื่อส่งเป็นสัญญาณเอาต์พุตออกไป
- Power Supply ทำหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับ 220 VAC เป็นไฟกระแสตรงแรงดันต่ำเพื่อนำไปเลี้ยงวงจร Amplifier อีกทีนอกจากนี้บางที Power Supply อาจจะรวมเอาท์พุทที่เป็น Relay Contact อยู่ด้วยก็ได้

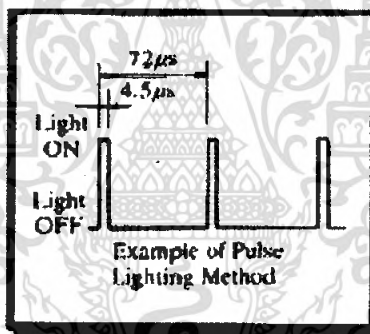
2.4.2.4 เทคนิคการส่งของลำแสง

- วิธีรับส่งแสงแบบทั่วไป



รูปที่ 2.30 แสดงวิธีการรับส่งแสงแบบทั่วไป

- วิธีการรับส่งแสงแบบ Pulse Modulation



รูปที่ 2.31 แสดงการรับส่งแสงแบบ Pulse Modulation

2.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

2.5.1 PHP Programming

ในปัจจุบัน Web site ต่าง ๆ ได้มีการพัฒนาในด้านต่างๆ อย่างรวดเร็ว เช่น เรื่องของความสวยงามและแปลกใหม่, การบริการข่าวสารข้อมูลที่ทันสมัย, เป็นสื่อกลางในการติดต่อ และสิ่งหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ซึ่งถือได้ว่าเป็นการปฏิวัติรูปแบบการขายของก็คือ E-commerce ซึ่งเจ้าของสินค้าต่างๆ ไม่จำเป็นต้องมีร้านค้าจริงและไม่จำเป็นต้องจ้างคนขายของอีกต่อไปร้านค้าและตัวสินค้า นั้น จะไปปรากฏอยู่บน Web site และการซื้อขายก็เกิดขึ้นบนโลกของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำมาใช้

Internet แล้ว PHP ช่วยให้เราให้เป็นการพัฒนา Web site และความสามารถที่โดดเด่นอีกประการหนึ่งของ PHP นั้น คือ database-enabled web page ทำให้เอกสารของ HTML สามารถที่จะเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล (database) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว จึงทำให้ความต้องการในเรื่องการจัดการรายการสินค้าและรายการสั่งของตลอดจนการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญผ่านทาง Internet เป็นไปได้ได้ง่าย

PHP เป็นภาษาจําพวก scripting language คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า สคริปต์ (script) และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปลชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปต์ก็เช่น JavaScript, Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ช่วยให้เราสามารถสร้างเอกสารแบบ Dynamic HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น

เนื่องจากว่า PHP ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของตัว Web Server ดังนั้นถ้าจะใช้ PHP ก็จะต้องดูก่อนว่า Web server นั้นสามารถใช้สคริปต์ PHP ได้หรือไม่ ยกตัวอย่างเช่น PHP สามารถใช้ได้กับ Apache Web Server และ Personal Web Server (PWP) สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows 95/98/NT

ในกรณีของ Apache เราสามารถใช้ PHP ได้สองรูปแบบคือ ในลักษณะของ CGI และ Apache Module ความแตกต่างอยู่ตรงที่ว่า ถ้าใช้ PHP เป็นแบบโมดูล PHP จะเป็นส่วนหนึ่งของ Apache หรือเป็นส่วนขยายในการทำงานนั่นเอง ซึ่งจะทำงานได้เร็วกว่าแบบที่เป็น CGI เพราะว่า ถ้าเป็น CGI แล้ว ตัวแปลชุดคำสั่งของ PHP ถือว่าเป็นแค่โปรแกรมภายนอก ซึ่ง Apache จะต้องเรียกขึ้นมาทำงานทุกครั้ง ที่ต้องการใช้ PHP ดังนั้น ถ้ามองในเรื่องของประสิทธิภาพในการทำงาน การใช้ PHP แบบที่เป็น โมดูลหนึ่งของ Apache จะทำงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่า

2.5.1.1 ลักษณะเด่นของ PHP

- ใช้ได้ฟรี
- PHP เป็นโปรแกรมที่ทำงานข้าง Sever ดังนั้นขีดความสามารถไม่จำกัด
- PHP สามารถใช้งานได้ทั้งเครื่อง UNIX , Linux , Windows
- เรียนรู้ง่าย เนื่องจาก PHP ผั่งเข้าไปใน HTML และใช้โครงสร้างและไวยากรณ์ภาษา
ง่าย ๆ
- เร็วและมีประสิทธิภาพ
- ใช้ร่วมกับ XML ได้ทันที
- ใช้กับระบบแฟ้มข้อมูลได้
- ใช้กับข้อมูลตัวอักษรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้กับโครงสร้างข้อมูลใช้ได้แบบ Scalar , Array , Associative array
- ใช้กับการประมวลผลภาพได้

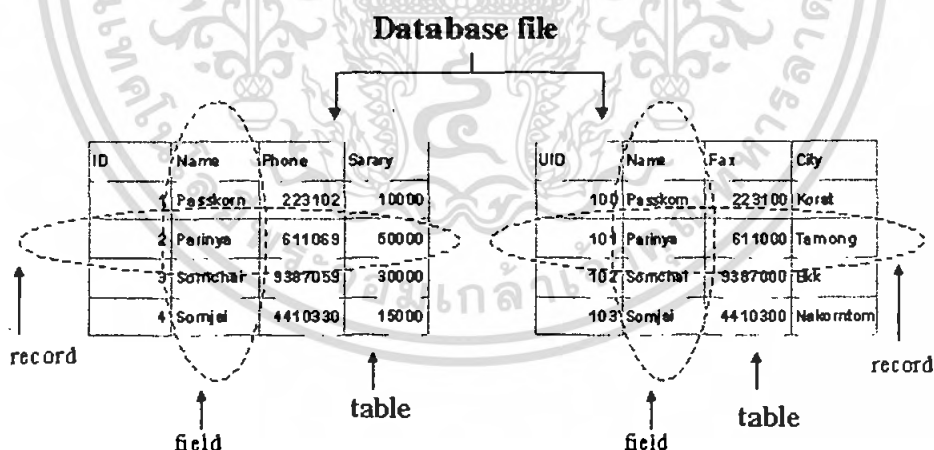
2.5.2 Python

Python เป็นภาษาระดับสูงภาษาหนึ่ง ที่มีความสามารถสูงถูกสร้างขึ้นในปี 1989 โดย Guido van Rossum ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux, Windows NT, Windows 2000, Windows XP หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD อีกอย่างหนึ่งภาษาตัวนี้เป็นภาษาลักษณะ Open Source เหมือน PHP

2.6 Database

2.6.1 Database

ในชีวิตประจำวันเราจะพบได้ว่ามีข้อมูลต่างมากมายรอบตัวเราทั้งมีความหมายและไม่มี ความหมายดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการจัดเก็บข้อมูล เพื่อความสะดวกสบายเมื่อมีการเรียกใช้ไม่ว่าจะจัดเก็บโดยตู้บัตรรายการหรือจัดเก็บโดยคอมพิวเตอร์จำเป็นจะต้องมีรูปแบบในการจัดเก็บที่เหมาะสม ซึ่งรูปแบบการจัดเก็บทั้งสองอย่างรวมทั้ง MySQL ด้วย ก็ไม่แตกต่างกันนัก โดยสามารถแบ่งได้ตามภาพข้างล่างดังนี้



รูปที่ 2.32 แสดงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยรวมข้อมูลทั้งหมดที่จัดเก็บเข้าพวกเดียวกันเราเรียกว่า Database file จากนั้น ภายใน Database file ก็จะประกอบไปด้วย Table ต่างๆ ที่จัดเก็บข้อมูล ภายใน Table ก็จะประกอบไปด้วย field ซึ่งจะบ่งบอกลักษณะของข้อมูล จากนั้นก็เป็น Record ซึ่งเป็นส่วนของข้อมูลที่ถูกจัดเข้าจำพวกด้วยกันตามลักษณะการแบ่งพวกของ field

2.6.2 MySQL

MySQL ให้ออกเสียงเป็น "My Ess Que Eli" ผู้พัฒนา MySQL เริ่มต้นจากการทำงานกับฐานข้อมูล mSQL ให้เชื่อมต่อกับตารางข้อมูลด้วย ISAM ฟังก์ชันระดับต่ำที่เร็วมาก แต่ได้ข้อสรุปบางประการ คือ mSQL ไม่ยืดหยุ่นเพียงกับความต้องการของผู้พัฒนา จึงได้นำมาสู่การพัฒนา MySQL

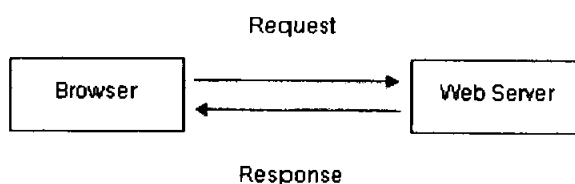
2.6.2.1 ความมุ่งหวังของผู้พัฒนา คือ

- ให้เป็นฐานข้อมูลที่ดีที่สุดและใช้งานมากที่สุดในโลก
- ตอบตามความต้องการได้ทั้งหมด
- ใช้งานง่ายมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เร็วและปลอดภัย
- ให้ความสนุกเมื่อใช้งานและปรับปรุง
- ปราศจากจุดบกพร่อง

MySQL เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) RDBMS คือ สามารถทำงานกับตารางข้อมูลหลายตารางพร้อมๆกัน โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ของตารางเหล่านั้นด้วย field ที่ใช้ร่วมกันตามกฎที่กล่าวไว้ในหนังสือ The Relation Model For Database Management Version 2 By Dr.Edgar F. Codd

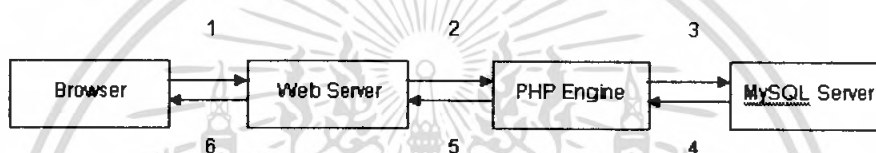
2.6.3 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูล web

สถาปัตยกรรมปฏิบัติการพื้นฐานของแม่ข่ายเว็บ ตามการแสดงในรูปภาพ ระบบนี้ประกอบด้วย 2 อีอบเจกต์ คือ web browser และ web server การเชื่อมด้านคมนาคมมีความต้องการระหว่างอีอบเจกต์ web browser ทำคำขอไปยังแม่ข่าย แม่ข่ายส่งกลับการตอบสนอง สถาปัตยกรรมนี้เหมาะสมกับแม่ข่ายส่งผ่าน static page ซึ่งสถาปัตยกรรมส่งผ่านฐานข้อมูลจากเว็บมีความซับซ้อนมากกว่าเล็กน้อย



รูปที่ 2.33 แสดงการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Browser และ Web Server

โปรแกรมประยุกต์ฐานข้อมูลเว็บสามารถทำตามโครงสร้างฐานข้อมูลเว็บในตามรูปภาพ โครงสร้างนี้ คือ



รูปที่ 2.34 แสดงสถาปัตยกรรมพื้นฐาน

ตามแบบแผนทรานแซคชัน ของฐานข้อมูลเว็บประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้ ซึ่งมีการเรียกหมายเลขในรูปภาพข้างต้น

2.6.3.1 ผู้ใช้ Web browser ทำคำขอ HTTP สำหรับ เว็บเพจที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น อาจจะขอค้นหาหนังสือทั้งหมดสำหรับ Widebase Book ที่เขียนโดย Laura Thomson ด้วยการใช้ฟอร์ม HTML ผลลัพธ์การค้นหา คือ การเรียก results.php

2.6.3.2 Web server รับคำขอสำหรับ results.php คึงไฟล์ และส่งผ่านไปยัง PHP engine สำหรับการประมวลผล

2.6.3.3 PHP engine เริ่มการกระจายสคริปต์ ภายในสคริปต์ คือ คำสั่งการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลและการประมวลผลคิวรี PHP เปิดการเชื่อมต่อกับ MySQL server และส่งคิวรี ที่เหมาะสม

2.6.3.4 MySQL server รับคิวรีสำหรับฐานข้อมูล และประมวลผล จากนั้นส่งผลลัพธ์ กลับไปยังPHP engine

2.6.3.5 PHP engine เสร็จสิ้นการเรียกใช้ สคริปต์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการจัดรูปแบบผลลัพธ์กลับไปยัง PHP engine จากนั้นส่งออกผลลัพธ์ HTML ไปยัง web server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.6 Web server ส่งผ่าน HTML กลับไปยัง browser ที่ผู้ใช้สามารถดูรายการต่างๆ กระบวนการมีพื้นฐานเหมือนกับ scripting engine และฐานแม่ข่ายทั่วไป โดยส่วนมากซอฟต์แวร์ web server ในที่นี้คือ PHP engine และฐานข้อมูลแม่ข่าย ทำงานบนเครื่องเดียวกัน อย่างไรก็ตามฐานข้อมูลแม่ข่าย อาจจะทำงานบนคนละเครื่อง การทำเช่นนี้ด้วยเหตุผล ความปลอดภัย เพิ่มสมรรถนะ หรือกระจายภาระ จากมุมมองการพัฒนาที่จะมีการทำงานเหมือนกัน แต่อาจทำให้สมรรถนะดีขึ้นอย่างมีนัยยะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

3.1 คุณสมบัติของระบบที่ออกแบบ

3.1.1 Functional Requirement

3.1.1.1 ระบบสามารถระบุได้ว่า จะให้มีการเลือก Spot โดยผู้ใช้บริการ, User หรือระบบ

3.1.1.2 ระบบสามารถระบุได้ว่า จะมีการเก็บค่าใช้จ่ายอย่างไร

3.1.1.3 ระบบสามารถระบุได้ว่า แต่ละ Spot จะมีรหัสประจำ Spot ใด

3.1.1.4 ระบบต้องรู้ว่าจำนวนรถที่เข้าจอดในที่จอดรถยนต์

3.1.1.5 ระบบต้องรู้ว่า Spot ใด เหมาะสมที่สุดในการจอดรถยนต์

3.1.1.6 ระบบต้องรู้ว่า Spot ใด ที่มีรถยนต์เข้าจอด

3.1.1.7 ระบบต้องรู้ว่า Spot ใด ไม่มีรถยนต์เข้าจอด

3.1.1.8 ระบบต้องใช้ RFID ในการยืนยันสิทธิการเข้าจอดรถยนต์

3.1.1.9 ระบบต้องรู้ถึงค่าใช้จ่ายในการจอดรถยนต์แต่ละคัน

3.1.1.10 ระบบสามารถพิมพ์รายละเอียดในการเข้าไปจอดรถยนต์

3.1.1.11 ระบบสามารถพิมพ์ใบเสร็จค่าใช้จ่ายในการจอดรถยนต์

3.1.1.12 ระบบสามารถเก็บบันทึกภาพในการเข้าออกของรถยนต์แต่ละคันได้

3.1.1.13 ระบบสามารถใช้บริการผ่าน Web ได้

3.1.2 Non Functional Requirement

3.1.2.1 เครื่องมือต่างๆของระบบจะต้องเข้าใจง่าย

3.1.2.2 ระบบจะต้องมีความเร็วมากพอในการตอบสนองการใช้งาน

3.1.2.3 ระบบจะต้องมีความถูกต้องแม่นยำ

3.1.2.4 ระบบจะต้องมีความสวยงาม

3.1.2.5 ระบบจะต้องมีความปลอดภัยสูง

3.2 การวิเคราะห์ส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบ

จากความต้องการต่างๆของระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในหัวข้อ 3.1 จะทำให้สามารถแบ่งการทำงานของระบบออกเป็น 3 ส่วนย่อยๆ คือ

3.2.1 ระบบจัดการช่องจอดรถยนต์

ระบบจัดการช่องจอดรถยนต์ หมายถึง ระบบที่สามารถรับรู้ถึงการเข้าและการออกของรถยนต์ของช่องจอดรถยนต์ทุกๆช่องจอดรถยนต์และระบบที่สามารถยืนยันการจอดรถยนต์ที่ช่องจอดรถยนต์ด้วย RFID โดยจะต้องมีส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

3.2.1.1 RFID Reader มีไว้เพื่อรับข้อมูลจาก RFID Tag เพื่อบอกว่าได้มีการนำรถยนต์เข้าจอดที่ช่องนั้นแล้วจริงและตรงกับที่ระบุจากระบบหรือไม่ โดยจะเปรียบเทียบกับข้อมูลที่อ่านได้กับข้อมูลที่ถูกส่งมาจาก Spot Server

3.2.1.2 Spot Sensor มีไว้เพื่อรับข้อมูลการจอดรถยนต์ของช่องจอดรถยนต์นั้น โดยจะสามารถระบุได้ว่ามีรถยนต์จอดในช่องจอดนั้นหรือไม่ แล้วจะทำการส่งข้อมูลต่างๆกับมายัง Spot Server

3.2.1.3 Switch of Spot มีไว้เป็นตัวกลางระหว่าง Spot Server และ Spot Sensor เพื่อใช้ในการแบ่ง Spot Sensor ออกเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 254 Sensor

3.2.1.4 Spot Server มีไว้เพื่อถามข้อมูลที่สนใจไปยัง Spot Sensor และรับข้อมูลที่สนใจจาก Spot Sensor แล้วทำการจัดเก็บข้อมูลต่างๆในรูปแบบที่เหมาะสมซึ่งจะนำไปใช้งานได้

3.2.1.5 Database Server มีไว้เพื่อเก็บข้อมูลการจอดรถยนต์ต่างๆ

3.2.2 ระบบจัดการจอดรถยนต์

ระบบจัดการจอดรถยนต์ หมายถึง ระบบที่สามารถรู้ตำแหน่งการจอดที่เหมาะสมของรถยนต์ , ระบบที่สามารถมีวิธีการยืนยันตัวบุคคลการการเข้าและการออกด้วย RFID , ระบบที่สามารถจัดการค่าใช้จ่ายในการจอดรถยนต์ , ระบบที่สามารถจัดเก็บข้อมูลในการจอดรถยนต์ , ระบบที่สามารถใช้บริการสถานที่จอดรถยนต์ผ่าน web และระบบที่สามารถใช้บริหารสถานที่จอดรถยนต์ผ่านโทรศัพท์ โดยจะต้องมีส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

3.2.2.1 RDIF Reader มีไว้เพื่อรับข้อมูลจาก RFID Tag เพื่อที่จะใช้ในการยืนยันสิทธิ์การเข้าและการออกของที่จอดรถยนต์

3.2.2.2 Printer มีไว้เพื่อพิมพ์รายละเอียดการเข้าจอดรถยนต์รวมถึงตำแหน่งในการจอดรถยนต์ในกรณีการเข้าจอดรถยนต์ และจะมีไว้พิมพ์ค่าใช้จ่ายต่างๆในการจอดรถยนต์กรณีการออกจากที่จอดรถยนต์

3.2.2.3 Application Server มีไว้เพื่อบริหารจัดการการจอดรถยนต์ต่างๆ เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับ User

3.2.2.4 Database Server มีไว้เพื่อเก็บข้อมูลการจอดรถยนต์ต่างๆ

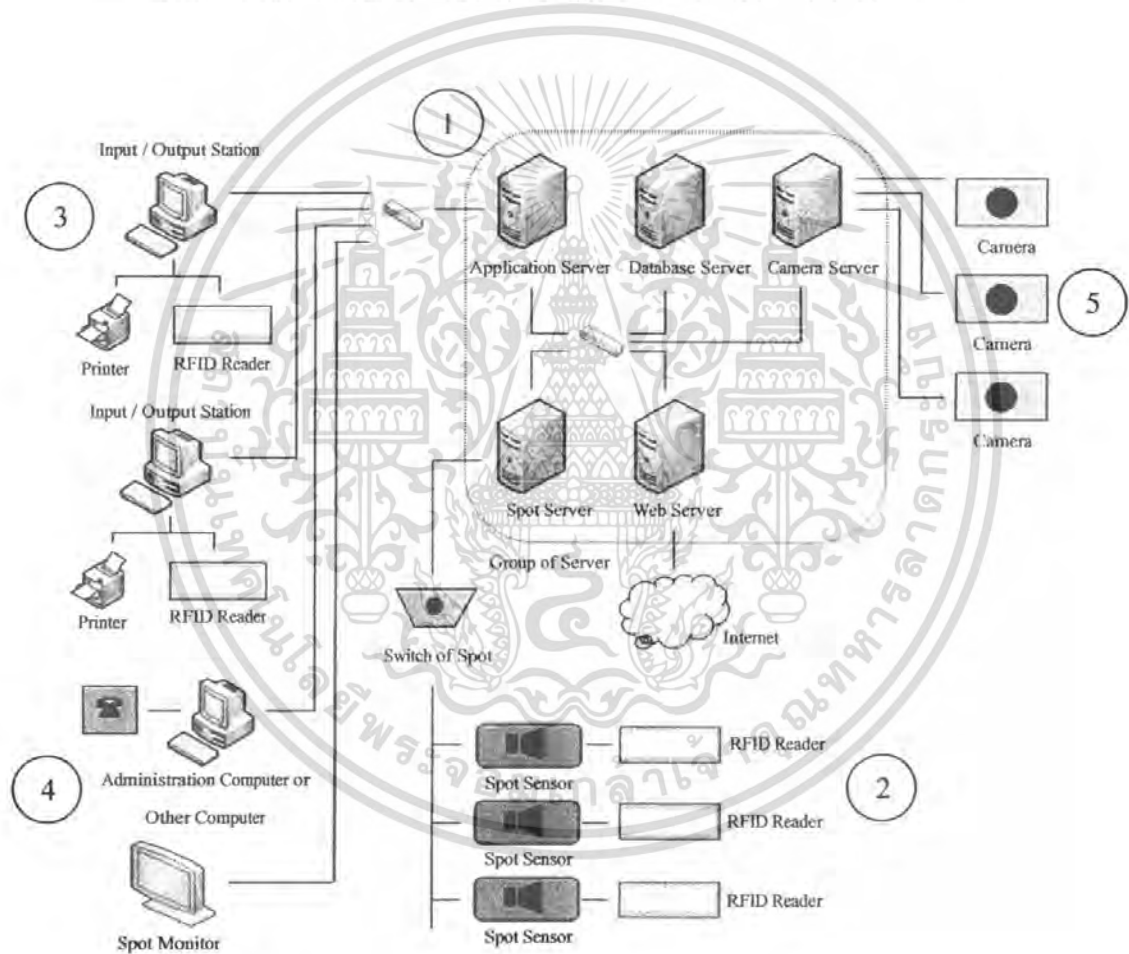
3.2.3 ระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์

ระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์ หมายถึง ระบบที่สามารถบันทึกภาพการเข้าและการออกของรถยนต์ทุกคันที่เข้าและออกสถานที่จอดรถยนต์ โดยจะต้องมีส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

3.2.3.1 กล้องบันทึกภาพ มีไว้เพื่อบันทึกภาพการเข้าและการออกของรถยนต์ทุกคันในการเข้ามาใช้บริการการจอดรถยนต์

3.2.3.2 Camera Server มีไว้เพื่อจัดการภาพต่างๆ ให้มีข้อมูลที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้งานในรูปแบบต่างๆได้

3.2.3.3 Database Server ไว้เพื่อเก็บข้อมูลภาพการจอดรถยนต์ต่างๆ



รูปที่ 3.1 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 3.1 เป็นการแสดงระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์ทั้งหมดที่รวมระบบย่อย 3 ระบบ คือ ระบบจัดการช่องจอครดยนต์ ระบบจัดการจอครดยนต์ และระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรณยนต์ โดยจะมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้

หมายเลข 1 Server ต่างๆ คือ Application Server ใช้ในการบริหารจัดการการเข้าออกของรณยนต์ Spot Server ใช้ในการอ่านค่าข้อมูลการจอครดยนต์จากช่องจอครดยนต์ Database Server ใช้เก็บข้อมูลต่างๆ Web Server ใช้ในการจองที่จอครดยนต์ผ่านทาง Internet และ Camera Server ใช้ในการจัดการกล้องวงจรปิดต่างๆเพื่อความปลอดภัย

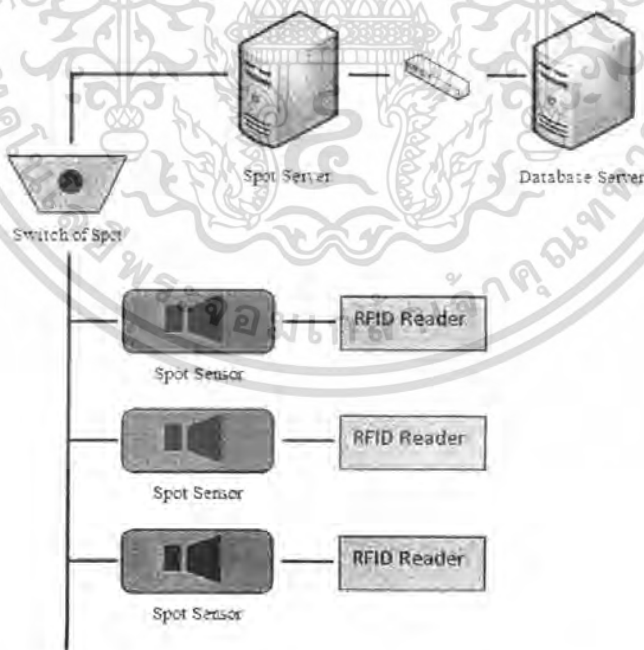
หมายเลข 2 Sensor ที่ช่องจอครดยนต์ ใช้สำหรับอ่านค่าการจอครดยนต์ของแต่ละช่องว่ามีรณยนต์จอดอยู่หรือไม่

หมายเลข 3 Input/Output Station เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานระบบใช้งานโดยจะมี Printer และ RFID Reader ในการใช้งาน

หมายเลข 4 เครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ใช้ในการให้ผู้ดูแลระบบ ผู้บริหารระบบและบุคคลอื่นๆ ใช้งานระบบบริหารจัดการที่จอครดยนต์

หมายเลข 5 กล้องวงจรปิด เป็นส่วนที่จะเพิ่มความปลอดภัยให้กับสถานที่จอครดยนต์

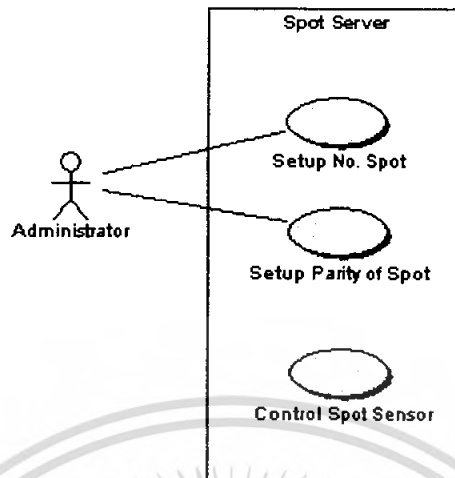
3.3 ระบบจัดการช่องจอครดยนต์



รูปที่ 3.2 แสดงระบบจัดการช่องจอครดยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 Use Case Diagram



รูปที่ 3.3 แสดง Use Case Diagram ของระบบ

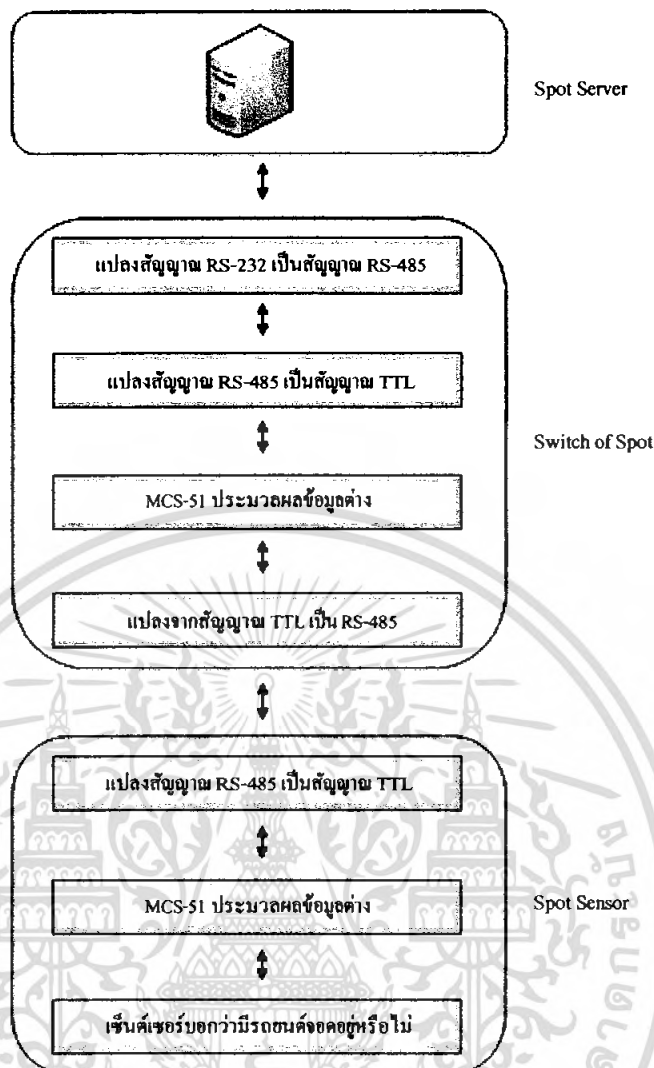
3.3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ

3.3.2.1 ส่วนประกอบต่างๆ

ในการออกแบบฮาร์ดแวร์ของระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ จะเป็นการออกแบบในส่วนของการดูแลและควบคุมการใช้งานช่องสำหรับจอดรถยนต์ กล่าวคือ จะออกแบบเซ็นเซอร์เพื่อที่จะรับรู้ว่าจะมีรถจอดอยู่ที่ช่องสำหรับจอดรถยนต์นั้นหรือไม่ โดยจะมีส่วนที่เกี่ยวข้องซึ่งจะนำมาถึงกระบวนการในการรับรู้ช่องสำหรับจอดรถยนต์ ดังต่อไปนี้

- การแปลงสัญญาณ RS-232 เป็นสัญญาณ RS-485
- การแปลงสัญญาณ RS-485 เป็นสัญญาณ TTL
- การใช้งาน MCS-51
- เซ็นเซอร์เพื่อบอกว่ามีวัตถุอยู่ข้างหน้าหรือไม่

ซึ่งจะมีแผนภาพแสดงส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้



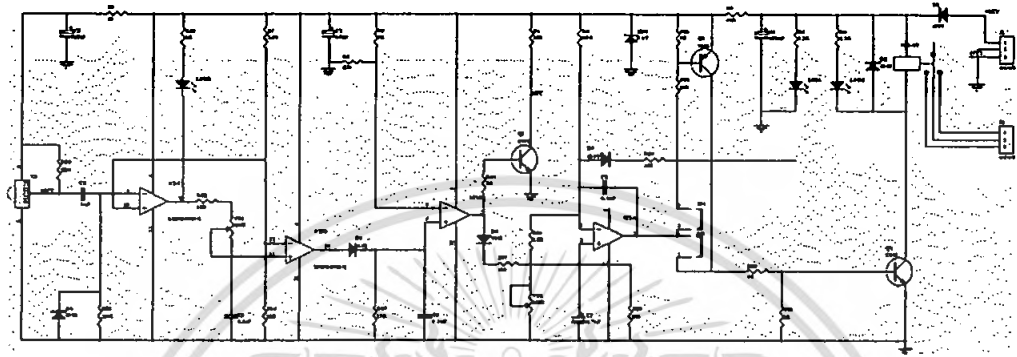
รูปที่ 3.4 แสดงส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องของระบบจัดการช่องจอดรถยนต์

ในส่วนของ Switch of Spot นั้น จะเป็นส่วนที่ใช้ในการแบ่งแยก Spot Sensor ออกเป็นกลุ่มๆ โดยแต่ละกลุ่มจะมีจำนวน Spot Sensor ไม่เกิน 254 ตัว ซึ่งเนื่องมาจากคุณสมบัติของไอซี RS-485

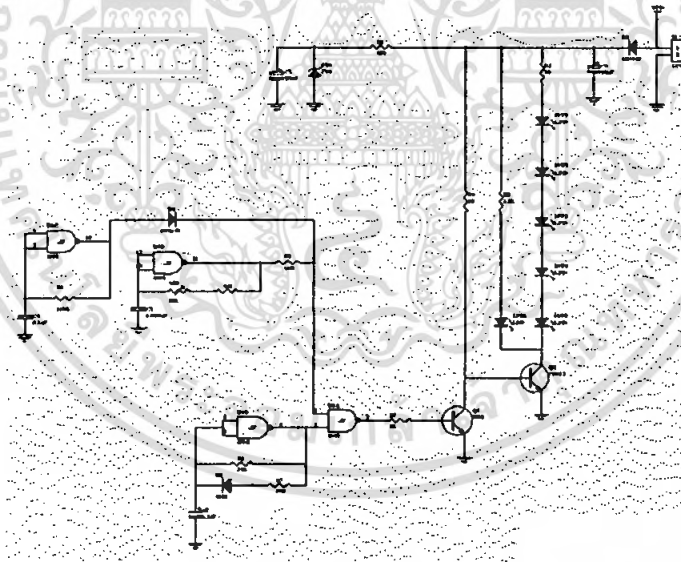
ในส่วนของ Spot Sensor นั้น ภายในระบบจะมีอุปกรณ์นี้ในทุกๆช่องสำหรับจอดรถยนต์ ดังนั้นในการที่จะบอกว่าเป็นช่องสำหรับจอดรถยนต์ใด ต้องมีการกำหนดรหัสให้กับ Spot Sensor นั้น โดยใช้สวิทซ์ในการกำหนดค่าให้กับ Spot Sensor โดยจะกำหนดเป็นจำนวน 8 บิต

3.3.2.2 วงจรต่างๆที่เกี่ยวข้อง

- Sensor ในการตรวจจับวัตถุซึ่งจะใช้ในลักษณะของอินฟราเรด Sensor ซึ่งจะอาศัยหลักการการสะท้อนของสัญญาณเมื่อมีวัตถุมาขวาง และมีการใช้ไฟฟ้า 12 V ในวงจร ซึ่งในส่วนของวงจรอื่นจะใช้ไฟฟ้า 5 V ซึ่งการแปลงไฟฟ้าจาก 12 V เป็น 5 V จะใช้ IC เบอร์ 7805 โดยมีวงจรต่างๆดังนี้



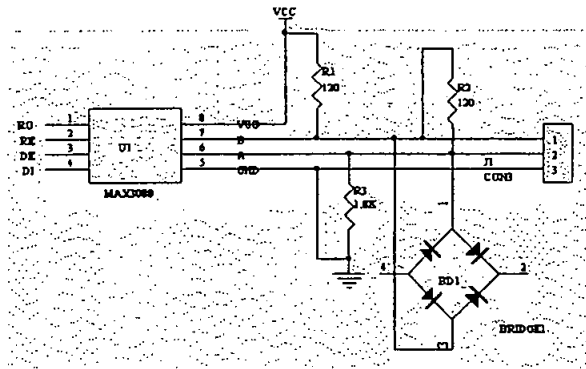
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรภาครับของ Sensor



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรภาคส่งของ Sensor

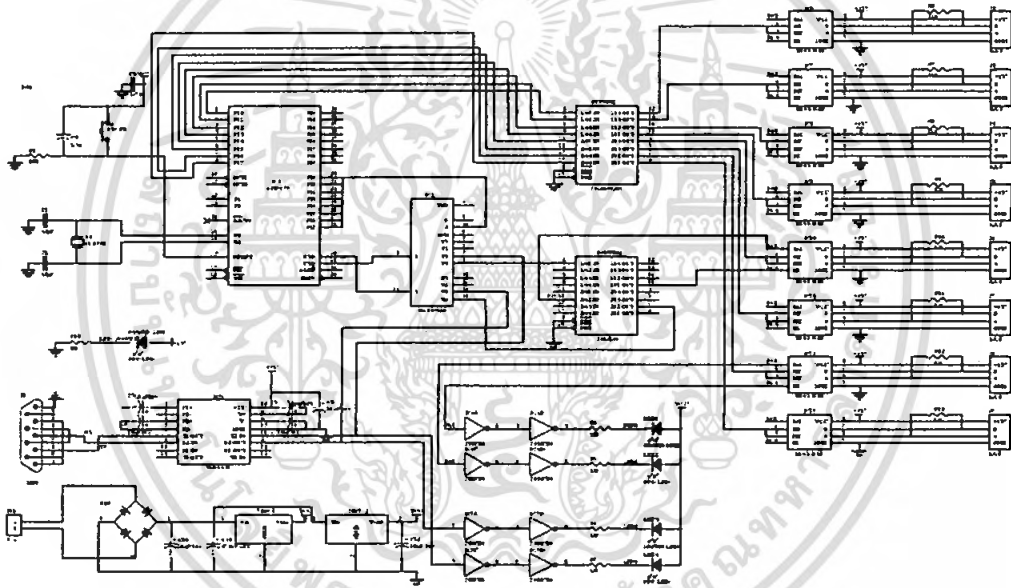
- การแปลงสัญญาณ TTL เป็นสัญญาณ RS-485 และการแปลงสัญญาณ RS-485 เป็นสัญญาณ TTL ซึ่งจะใช้ IC เบอร์ MAX3088 ในการแปลงสัญญาณต่างๆ โดยมีวงจรต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



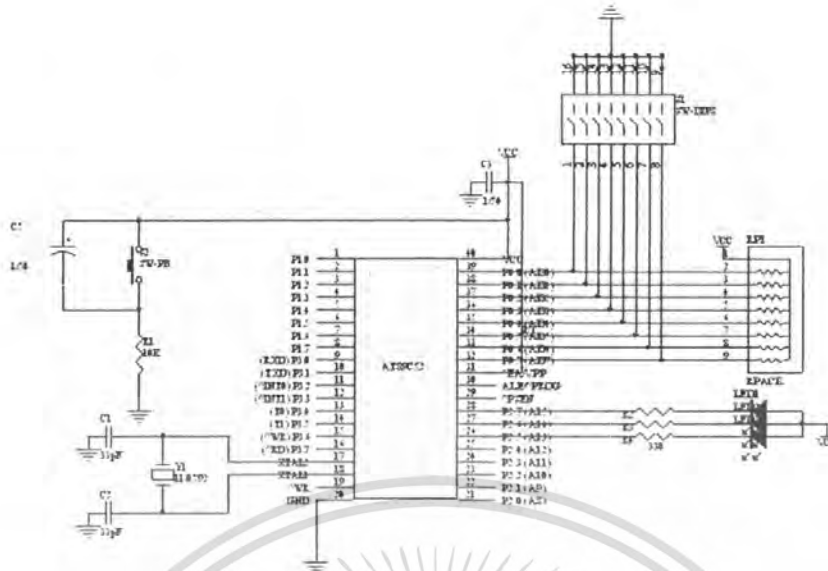
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรการแปลงสัญญาณ TTL เป็นสัญญาณ RS-485

- วงจรของ Switch of Spot



รูปที่ 3.8 แสดงวงจร Switch of Spot

- การประมวลผลของ MCS-51 ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89c52 ซึ่งจะมีส่วนในการกำหนดรหัสประจำของ Spot Sensor หรือ กลุ่มของ Sensor โดยมีวงจรต่างๆดังนี้



รูปที่ 3.9 แสดงวงจรการประมวลผลของ MCS-51

3.3.3 การออกแบบการเชื่อมต่อข้อมูลที่ใช้ในโครงการ

การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Spot Server กับ Spot Sensor จะผ่านการแปลงสัญญาณในรูปแบบต่างๆ โดยจะมีลักษณะการส่งข้อมูลต่างๆดังต่อไปนี้

การส่งข้อมูล



รหัส Port ของ Switch of Spot

รหัส Spot Sensor

การตอบกลับข้อมูล



ข้อมูลการจอร์ดยนต์

โดยที่ข้อมูลการจอร์ดยนต์นั้นถ้าเป็น 01100011 หมายถึง ไม่มีรถยนต์จอด

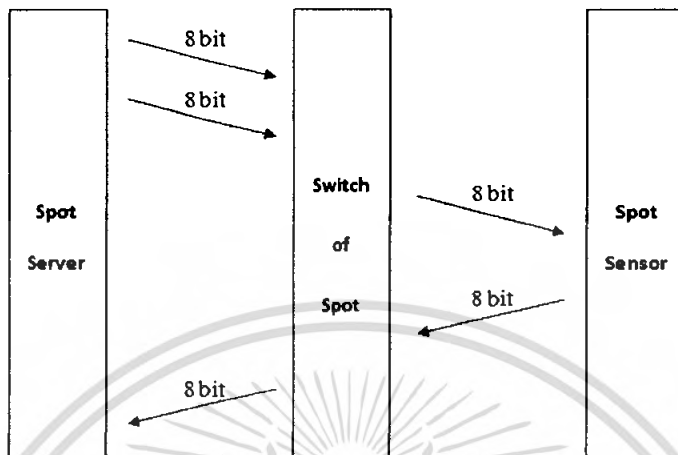
01101101 หมายถึง มีรถยนต์จอด

รูปที่ 3.10 แสดงรูปแบบการรับการส่งข้อมูล

วิธีการส่งข้อมูลเพื่อถามข้อมูลของ Spot Sensor ในการที่จะสื่อสารข้อมูลกันระหว่าง Spot Server กับ Spot Sensor ทุกตัวจะใช้วิธีการที่ว่า Spot Server ต้องการทราบข้อมูลของ

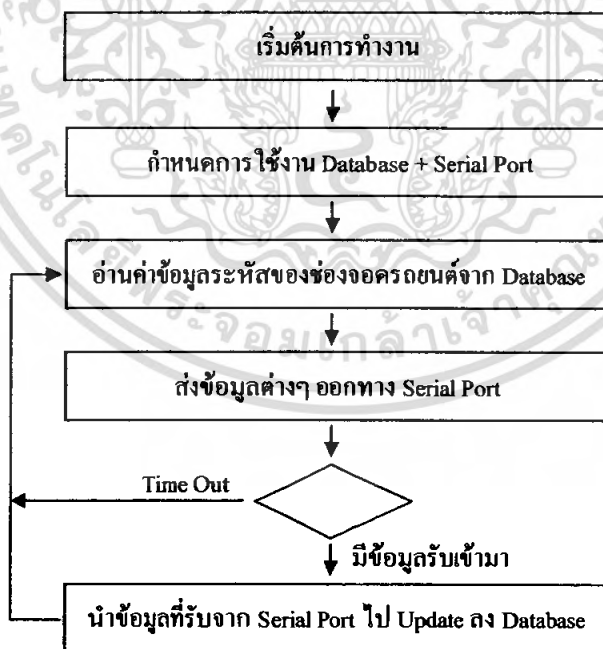
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sensor ตัวใดก็จะทำการส่งข้อมูล ไปยังเครือข่ายโดยผ่านการแปลงเป็นสัญญาณต่างๆตามเหมาะสม เมื่อ Spot Sensor อ่านค่าที่ถูกส่งมาแล้วไม่ตรงกับรหัสของตัวเองก็จะไม่สนใจ แต่ถ้าอ่านค่าเข้ามาแล้วตรงกับรหัสของตัวเอง ก็จะทำการส่งข้อมูลตอบกลับ



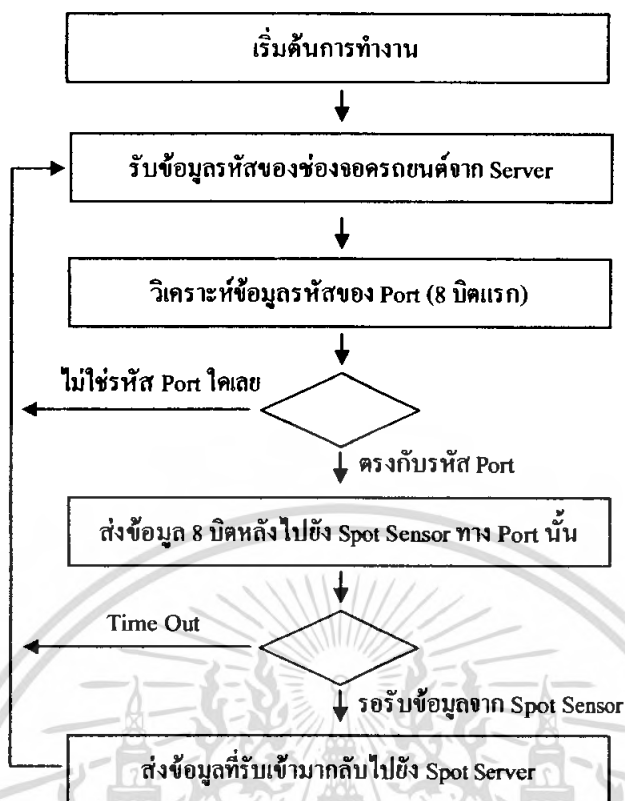
รูปที่ 3.11 แสดงการรับและการส่งของข้อมูล

3.3.4 อธิบายการทำงานในส่วนต่างๆ

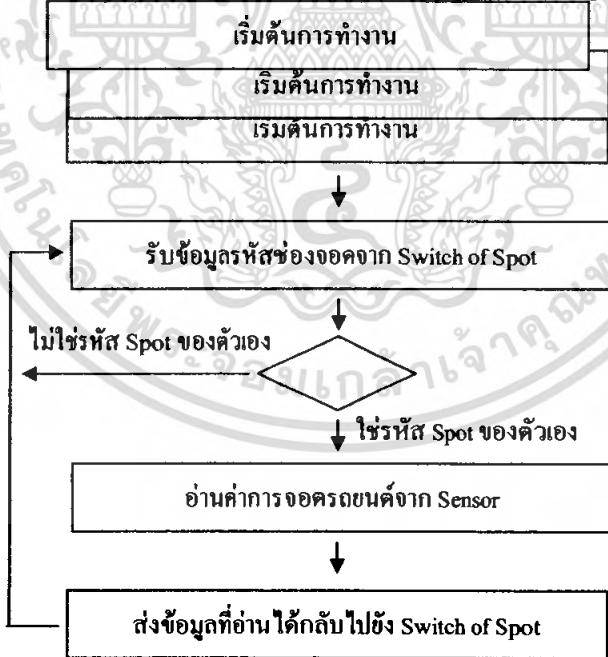


รูปที่ 3.12 แผนภาพแสดงการทำงานที่ Spot Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงการทำงานที่ Switch of Spot

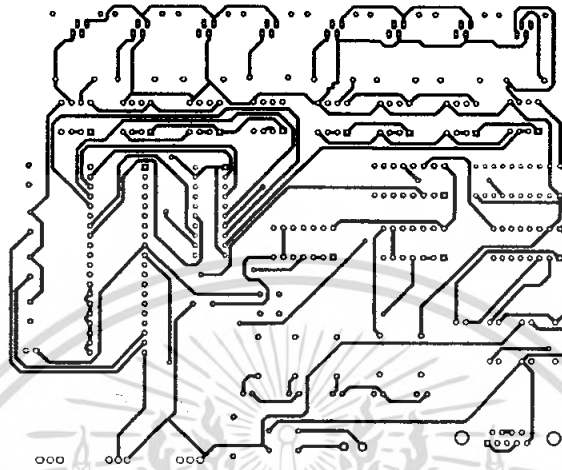


รูปที่ 3.14 แผนภาพแสดงการทำงานที่ Spot Sensor

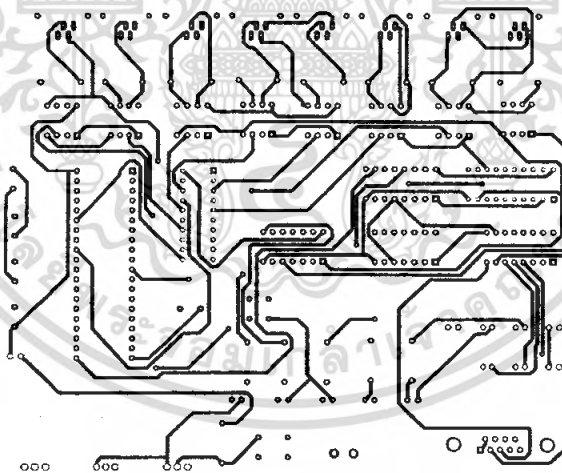
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การสร้าง Hardware

3.3.5.1 Switch of Spot จะมีวิธีการคือ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำวงจร Switch of Spot (รูปที่ 3.8) ให้เป็นลายวงจร PCB (ดูขนาดจริงได้ที่ภาคผนวก) ซึ่งจะ ได้ PCB ดังนี้



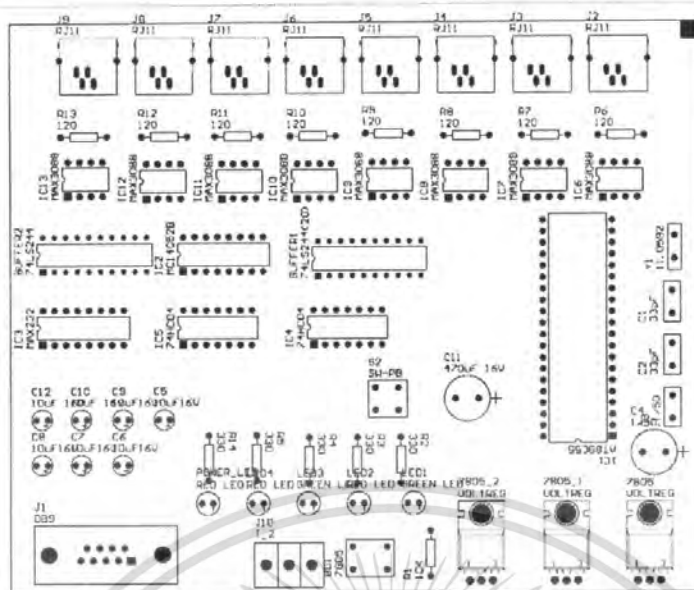
รูปที่ 3.15 แสดง PCB Top Layer ของ Switch of Spot



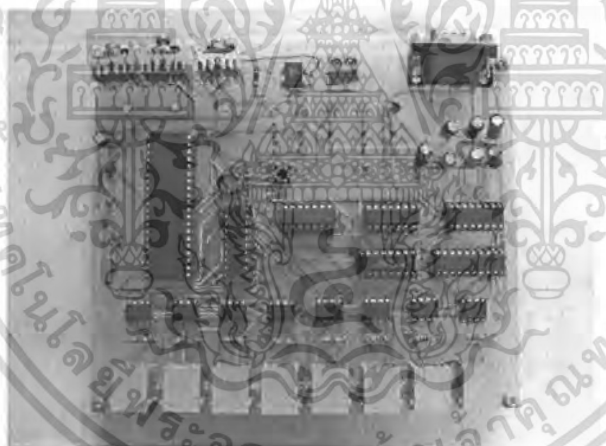
รูปที่ 3.16 แสดง PCB Bottom Layer ของ Switch of Spot

จากนั้นก็ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ครบตามวงจรที่ได้ทำการออกแบบ ซึ่งจะ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงอุปกรณ์ Switch of Spot



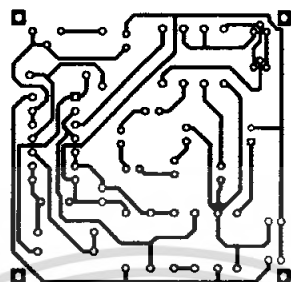
รูปที่ 3.18 แสดง Switch of Spot

จากนั้นทำการ โปรแกรม Firmware ลงใน MSC-51 ให้สามารถทำงานได้ตามที่กำหนด

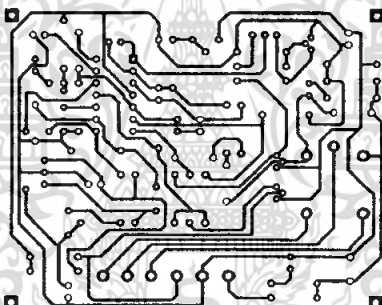
3.3.5.2 Spot Sensor ภายใน Spot Sensor จะประกอบด้วยวงจรภายใน 4 วงจร คือ วงจรภาคส่งของ Sensor วงจรภาครับของ Sensor วงจรแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS-485 และ วงจรประมวลผลของ MCS-51 ซึ่งวงจรแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS-485 และวงจรประมวลผล

ของ MCS-51 จะทำอยู่ในแผงวงจรเดียวกันที่มีวิธีการคือ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่วางงานการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

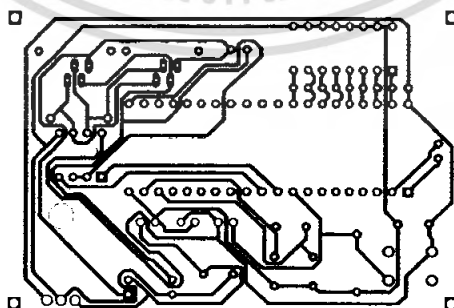
ภาคส่งของ Sensor (รูปที่ 3.6) วงจรภาครับของ Sensor (รูปที่ 3.5) และวงจรแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS-485 กับวงจรประมวลผลของ MCS-51 (รูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.9) ให้เป็นลายวงจร PCB (ดูขนาดจริงได้ที่ภาคผนวก) ซึ่งจะได้ PCB ต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.19 แสดง PCB ของวงจรภาคส่งของ Sensor



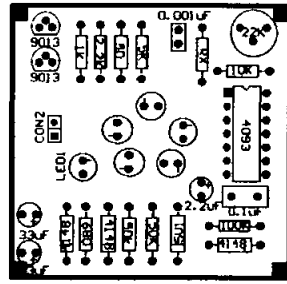
รูปที่ 3.20 แสดง PCB ของวงจรภาครับของ Sensor



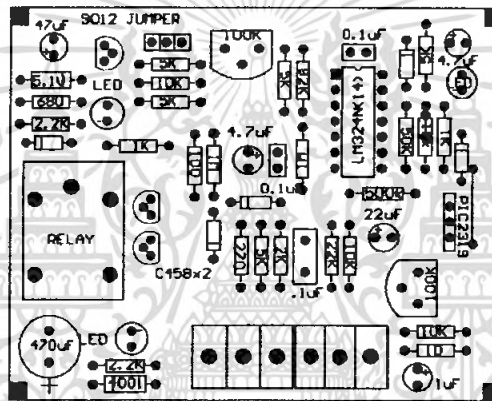
รูปที่ 3.21 แสดง PCB ของวงจรประมวลผลของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

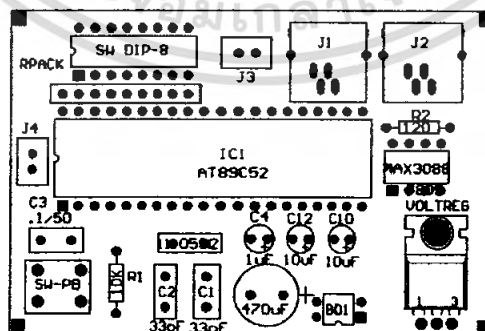
จากนั้นก็ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ครบตามวงจรที่ได้ทำการออกแบบ ซึ่งจะ ได้ดังนี้



รูปที่ 3.22 แสดงอุปกรณ์ภาคส่งของ Sensor

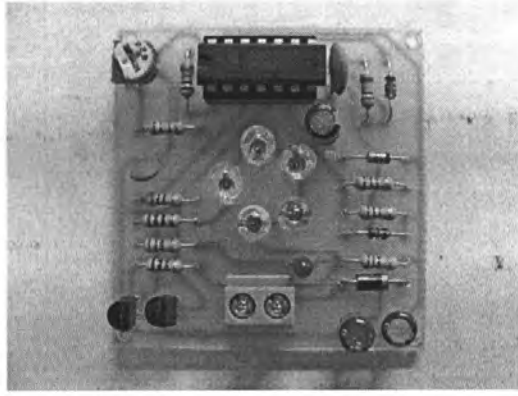


รูปที่ 3.23 แสดงอุปกรณ์ภากรับของ Sensor

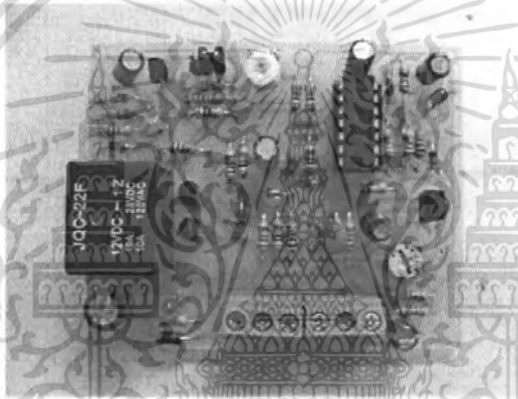


รูปที่ 3.24 แสดงอุปกรณ์วงจรประมวลผลของ MCS-51

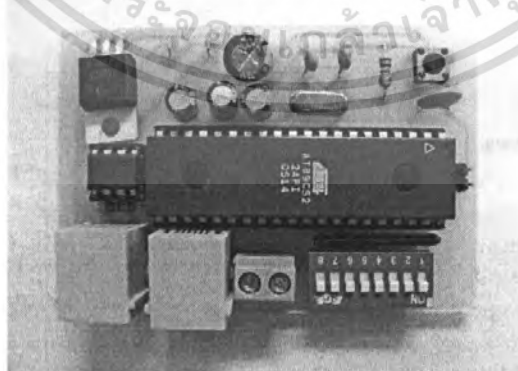
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 แสดงภาคส่งของ Sensor

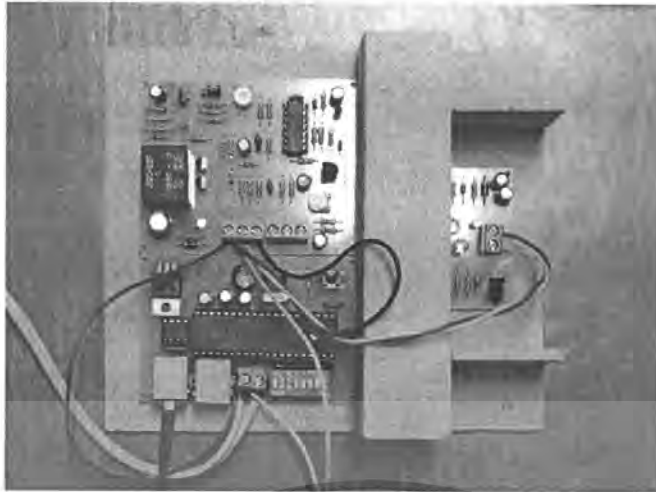


รูปที่ 3.26 แสดงภากรับของ Sensor



รูปที่ 3.27 แสดงวงจรประมวลผลของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 แสดงอุปกรณ์ของ Spot Sensor

จากนั้นทำการ โปรแกรม Firmware ลงใน MSC-51 ให้สามารถทำงานได้ตามที่กำหนด

3.3.6 การออกแบบซอฟต์แวร์ของระบบ

ซอฟต์แวร์ของระบบจัดการห้องจอร์ดยนต์ จะใช้การเขียน โปรแกรมด้วยภาษา Python โดยจะเขียนแล้วนำไปปฏิบัติงานที่ Spot Server ซึ่งจะเขียนให้โปรแกรมติดต่อกับ Serial Port โดยจะต้องมีการส่งข้อมูลต่างๆและรับข้อมูลต่างๆตามที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น แล้วนำข้อมูลต่างๆที่ได้รับกลับมาเก็บลงใน Database Server อย่างเหมาะสม โดยที่โปรแกรมจะต้องสามารถทำงานต่อไปนี้

3.3.6.1 สามารถอ่านค่ารหัสของ Spot Sensor จาก Database Server เพื่อที่จะทำการส่งข้อมูลต่างๆออกไปยัง Spot Sensor

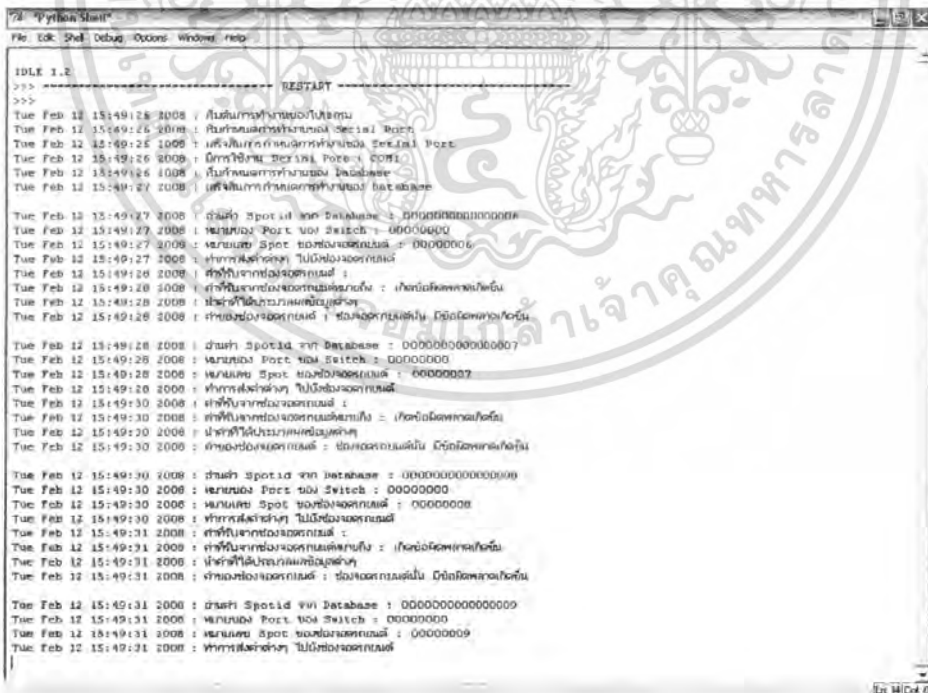
3.3.6.2 สามารถรับข้อมูลตอบกลับจาก Spot Sensor จากนั้นนำมาประมวลผลแล้วนำข้อมูลของห้องจอร์ดยนต์ที่ได้บันทึกลง Database Server

3.3.7 การสร้าง Software

Software ที่ Spot Server จะใช้ภาษา Python ในการพัฒนา โดยจะต้องติดตั้งโปรแกรมต่างๆ คือ Python Compiler , Pyserial เพื่อให้สามารถเขียน โปรแกรมติดต่อกับ Spot Sensor ผ่านทาง Serial Port ได้ , MySQL for Python เพื่อให้สามารถเขียนข้อมูลติดต่อกับ MySQL Database ได้ และที่ Database Server จะต้องติดตั้ง MySQL Database โดยโปรแกรมจะมีการทำงานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

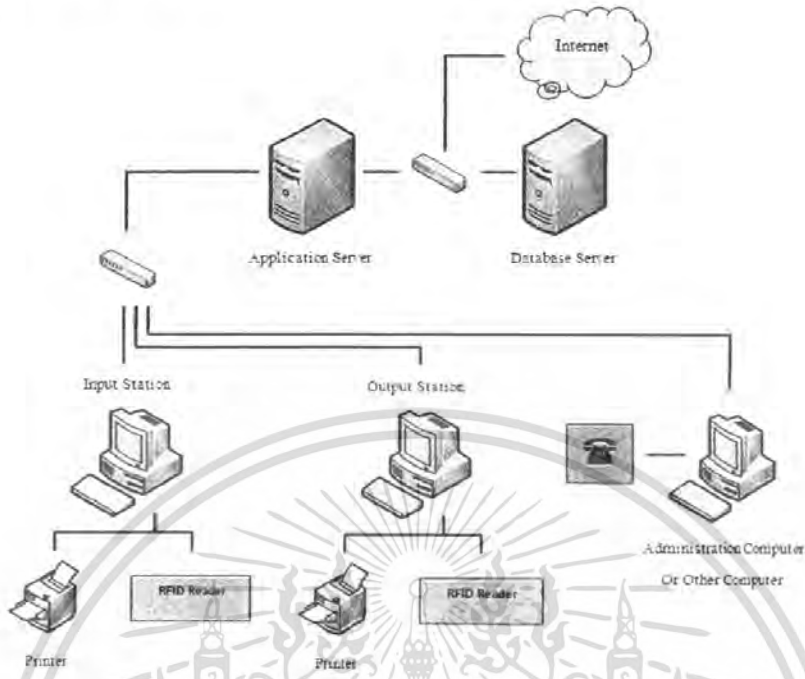
โปรแกรมจะต้อง ไปถามข้อมูลที่ช่องจอร์ดยนต์ว่ามีรถยนต์จอดอยู่หรือไม่ จากนั้นก็นำข้อมูลที่ได้อ่านไปประมวลผลแล้วนำไปบันทึกค่าต่างๆลง Database Server โดยจะมีลักษณะต่างๆ คือ ถ้าอ่านข้อมูลจากช่องจอร์ดยนต์ว่ามีรถยนต์จอดอยู่ จะต้องไปดูข้อมูลที่ Database ว่าช่องจอร์ดยนต์นั้นมีข้อมูลเป็นอย่างไร ถ้ามีรถยนต์จอดอยู่ก็จะบันทึก Database ว่ามีรถยนต์จอดอยู่ ถ้าไม่มีรถยนต์จอดหรือมีการจองผ่านทาง Telephone หรือ Internet ก็จะบันทึก Database ว่ามีการจองผิดช่องเนื่องจากไม่ได้ผ่านจาก Station Input ก่อน ถ้ามีการจอร์ดยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน ก็จะต้องบันทึก Database ให้เป็นการจอร์ดยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน ถ้าช่องจอร์ดยนต์นั้นมีการจองผ่านทาง Station Input ก็จะต้องบันทึก Database ให้เป็นการจองผ่านทาง Station Input เช่นเดิม และถ้าอ่านข้อมูลจากช่องจอร์ดยนต์ว่า ไม่มีรถยนต์จอดอยู่ จะต้องไปอ่านข้อมูลที่ Database ว่าช่องจอร์ดยนต์นั้นมีข้อมูลเป็นอย่างไร ถ้าไม่มีรถยนต์จอดอยู่ก็จะบันทึก Database ว่าไม่มีรถยนต์จอดอยู่ ถ้ามีการจอร์ดยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน ก็จะต้องบันทึก Database ให้เป็นการจอร์ดยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน ถ้าช่องจอร์ดยนต์นั้นมีการจองผ่านทาง Station Input ก็จะต้องบันทึก Database ให้เป็นการจองผ่านทาง Station Input เป็นต้น โดยโปรแกรมที่ทำงานจะมีลักษณะต่างๆดังนี้



รูปที่ 3.29 แสดงโปรแกรมที่ Spot Server

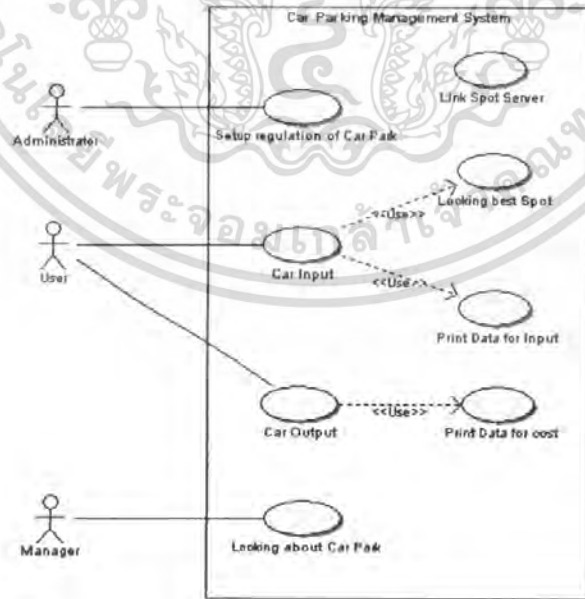
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระบบจัดการจอดรถยนต์



รูปที่ 3.30 แสดงระบบจัดการจอดรถยนต์

3.4.1 Use Case Diagram



รูปที่ 3.31 แสดง User Case Diagram ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ข้อกำหนดต่างๆที่เกี่ยวข้อง

3.4.2.1 ระดับของผู้ใช้งานระบบ

การใช้งานระบบนั้นจะแบ่งระดับของผู้ใช้งานออกเป็น 3 ระดับ คือ

Admin หมายถึง ผู้ดูแลระบบ

Manager หมายถึง ผู้บริหารระบบ

User หมายถึง ผู้ใช้งานระบบ

3.4.2.2 การแสดงสถานะของช่องจอร์ดยนต์ในระบบ

การแสดงสถานะของช่องจอร์ดยนต์ในระบบ จะแบ่งออกเป็น

สีเขียว หมายถึง ไม่มีการจอร์ดยนต์

สีเหลือง หมายถึง มีการจองแต่ไม่มีการจอร์ดยนต์

สีแดง หมายถึง มีการจอร์ดยนต์

สีชมพู หมายถึง มีการจอร์ดยนต์ผิดช่อง

สีดำ หมายถึง Spot Sensor ไม่ตอบสนองต่อระบบ

สีฟ้า หมายถึง มีการจองผ่านทาง Telephone หรือ Internet

สีเขียวอ่อน หมายถึง เป็นการจอร์ดยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน

3.4.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ของระบบจัดการจอร์ดยนต์ จะเป็นลักษณะ Web Base Application โดยที่ใช้ภาษา PHP ในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากการทำงานของระบบจะต้องประกอบด้วย Client หลายเครื่อง จึงง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพมากกว่า โดยการทำงานต่างๆคือ การที่นำข้อมูลจาก Database Server มาประมวลผล และการนำค่าต่างๆ เช่น ข้อมูลผู้มาใช้บริการเก็บลง Database Server ซึ่ง โปรแกรมจะต้องมีความสามารถต่างๆดังนี้

3.4.3.1 สามารถรับรู้ถึงข้อมูล Spot จากระบบจัดการช่องจอร์ดยนต์

3.4.3.2 สามารถระบุข้อกำหนดในการเก็บค่าใช้บริการ

3.4.3.3 สามารถรับค่าข้อมูลผู้มาใช้บริการจาก Client มาจัดเก็บลง Database Server

3.4.3.4 สามารถเรียกค่าจาก Database Server เพื่อมาคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้

บริการจอร์ดยนต์

3.4.3.5 สามารถดูข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจอร์ดยนต์

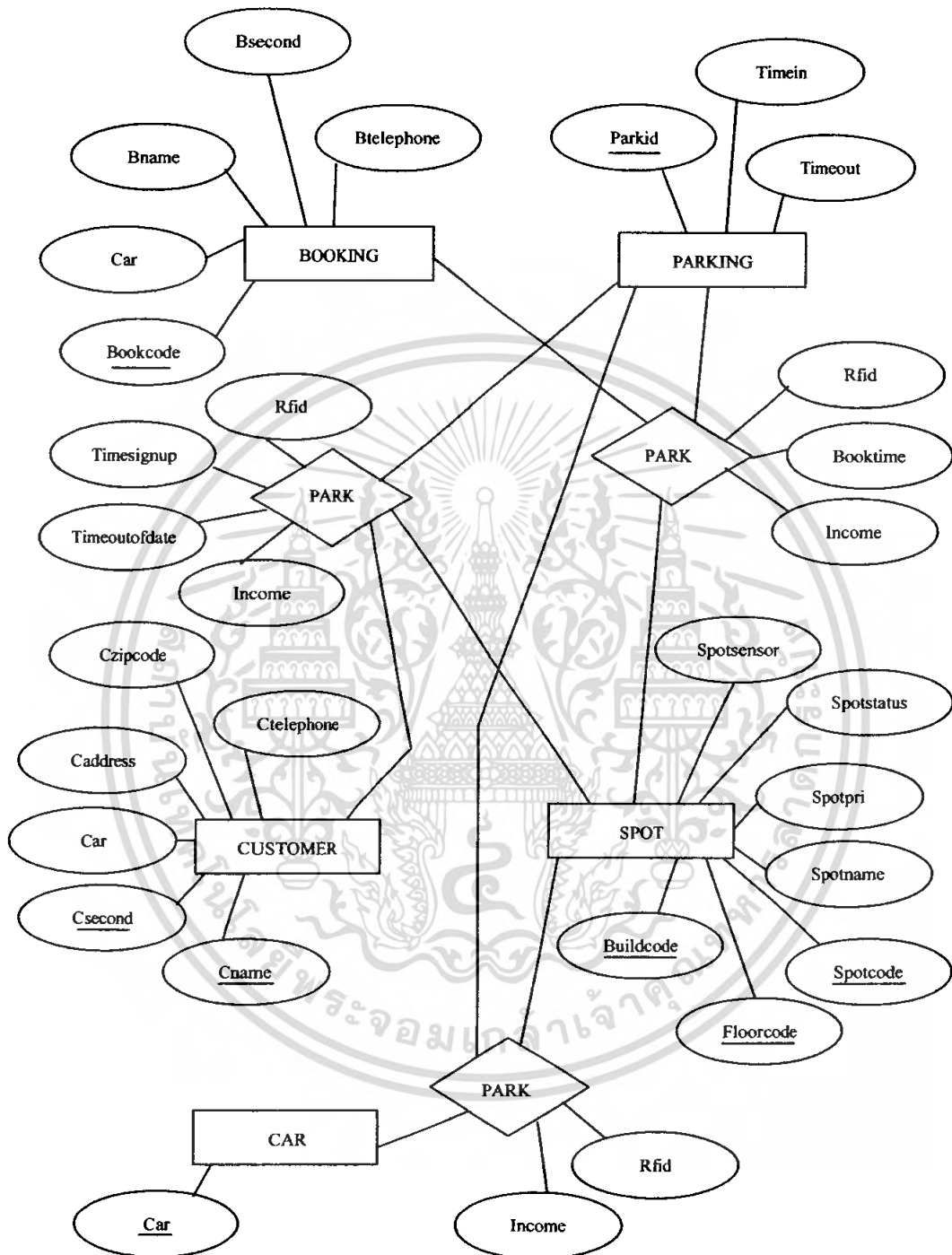
3.4.3.6 สามารถรู้ถึงตำแหน่งการจอร์ดยนต์ที่เหมาะสม

3.4.3.7 สามารถพิมพ์ข้อมูลการใช้บริการของที่จอร์ดยนต์

3.4.3.8 สามารถพิมพ์ข้อมูลค่าใช้จ่ายของผู้มาใช้บริการจอร์ดยนต์

3.4.3.9 สามารถที่จะใช้บริการข้อมูลต่างๆผ่านทาง Internet

3.4.4 การออกแบบ Database



รูปที่ 3.32 แสดง ER Diagram Database ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การออกแบบส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

3.4.5.1 ใบบันทึกข้อมูลการเข้าใช้บริการ

ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์
Car Parking Management System

กรณานารถยนต์ที่จอดที่ช่อง

01001A1

เวลาเข้าจอด : February 18, 2008, 5:19 pm
ทะเบียนรถ : กก9999

รูปที่ 3.33 แสดงใบข้อมูลการ จอดรถยนต์

3.4.5.2 ใบบันทึกค่าใช้จ่ายการให้บริการ

ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์
Car Parking Management System

ขอบคุณที่ใช้บริการ

ค่าใช้จ่ายการจอด : 30

เวลาเข้า : February 18, 2008, 5:19 pm
เวลาออก : February 18, 2008, 5:20 pm

รูปที่ 3.34 แสดงใบบันทึกค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การสร้าง Software

Software ที่ Application Server จะใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา โดยจะต้องติดตั้งโปรแกรมต่างๆ คือ Apache Server , PHP Compiler และที่ Database Server จะต้องติดตั้ง MySQL Database โดยโปรแกรมจะมีการทำงานต่างๆ ทั้งหมดดังที่กล่าวมาแล้ว โดยโปรแกรมที่ทำงานจะมีลักษณะต่างๆดังนี้



รูปที่ 3.35 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.35 เป็นหน้าแรกของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.36 เป็นหน้าหลักของส่วน Administrator



รูปที่ 3.37 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.37 เป็นหน้าที่ใช้กำหนดค่าใช้บริการต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.39 เป็นหน้าที่ใช้ดูหรือแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.40 เป็นหน้าที่ใช้เลือกช่องจอดที่จะ ไปกำหนดค่าของช่องจอดรถยนต์



รูปที่ 3.41 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.41 เป็นหน้าที่ใช้กำหนดค่าของช่องจอดรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.42 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.42 เป็นหน้าที่ใช้จัดการออครดยนต์ ณ เวลาปัจจุบัน

รูปที่ 3.43 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.43 เป็นหน้าหลักของส่วน Manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 แสดงโปรแกรมที่ Application Server
รูปที่ 3.44 เป็นหน้าที่ใช้ระบุค่า วัน/เดือน/ปี เพื่อดูข้อมูลรายรับ



รูปที่ 3.45 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.45 เป็นหน้าที่ใช้ข้อมูลของผู้ใช้บริการ ในการจกรายเดือนหรือรายสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.46 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.46 เป็นหน้าหลักของส่วน User



รูปที่ 3.47 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.47 เป็นหน้าที่ใช้ในการกำหนดค่าต่างๆ ในการเข้าใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.48 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.48 เป็นหน้าที่ใช้ในการกำหนดค่าต่างๆ ในการออกจากที่จอดรถยนต์



รูปที่ 3.49 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.49 เป็นหน้าที่ใช้ในการสมัครเข้าใช้บริการแบบรายเดือนหรือรายสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

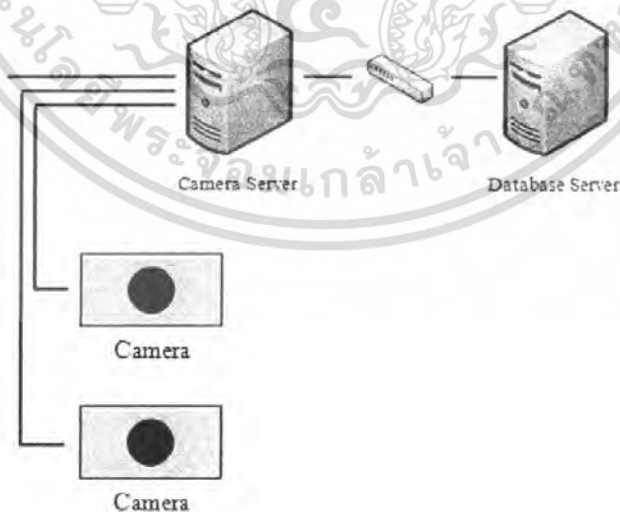


รูปที่ 3.50 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.50 เป็นหน้าที่ใช้ในการกำหนดค่าต่างๆ ในการจองผ่านทางโทรศัพท์หรือ

Internet

3.5 ระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์



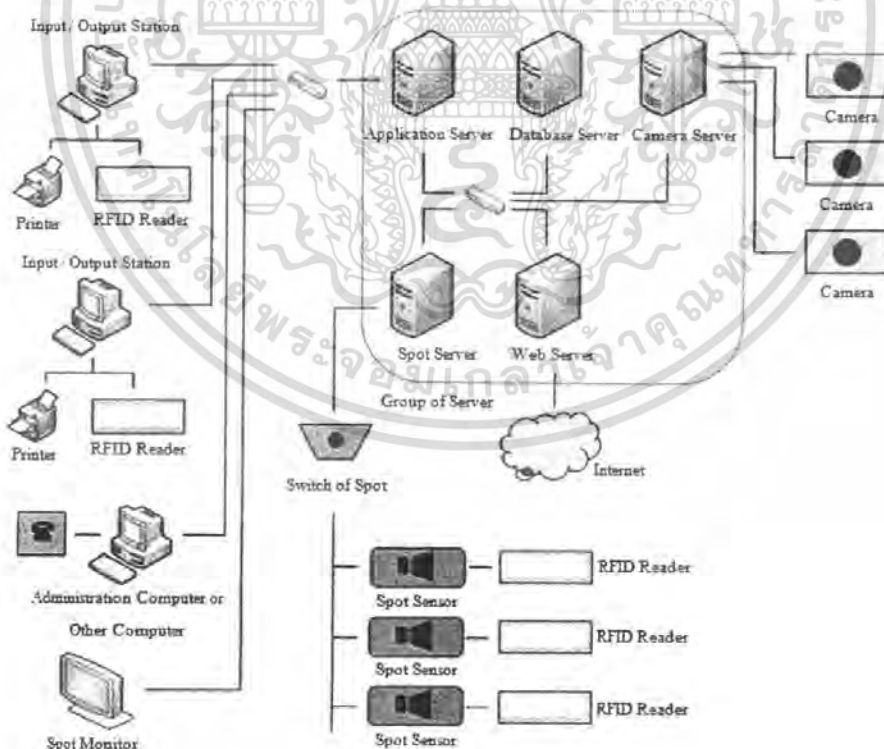
รูปที่ 3.51 แสดงระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์ ถือว่ามีความสำคัญมากในเรื่องของการรักษาความปลอดภัยในท้องจอดรถยนต์ และในการที่จะพัฒนาระบบมีวิธีการมากมายตัวอย่างเช่น การใช้ระบบ CCTV กล้องวงจรปิดซึ่งจะมีขายอยู่มากมายในปัจจุบัน หรือจะพัฒนา Webcam บนคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานต่างๆเหมือนกับ CCTV ก็จะสามารถใช้งานเป็นระบบการบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์ได้เช่นกัน ซึ่งในโครงการนี้จะไม่พัฒนาในส่วนของระบบการบันทึกการเข้าออกของรถยนต์

3.6 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด

ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด จากที่กล่าวไปแล้วจะประกอบไปด้วย 3 ระบบย่อยๆ กล่าวคือ ระบบจัดการช่องจอดรถยนต์ ระบบจัดการจอดรถยนต์ และระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์ โดยจะมีข้อกำหนดที่ทำให้ระบบต่างๆเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ คือ Database Server ของระบบย่อยจัดการช่องจอดรถยนต์ และ Database ของระบบย่อยจัดการจอดรถยนต์จะต้องเป็น Server เดียวกัน เนื่องมาจากจะต้องนำข้อมูลจากระบบย่อยจัดการช่องจอดรถยนต์ มาใช้ในระบบย่อยจัดการจอดรถยนต์ ส่วนในระบบย่อยบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์จะมีอิสระ โดยสามารถที่จะไม่ให้เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอื่นๆได้

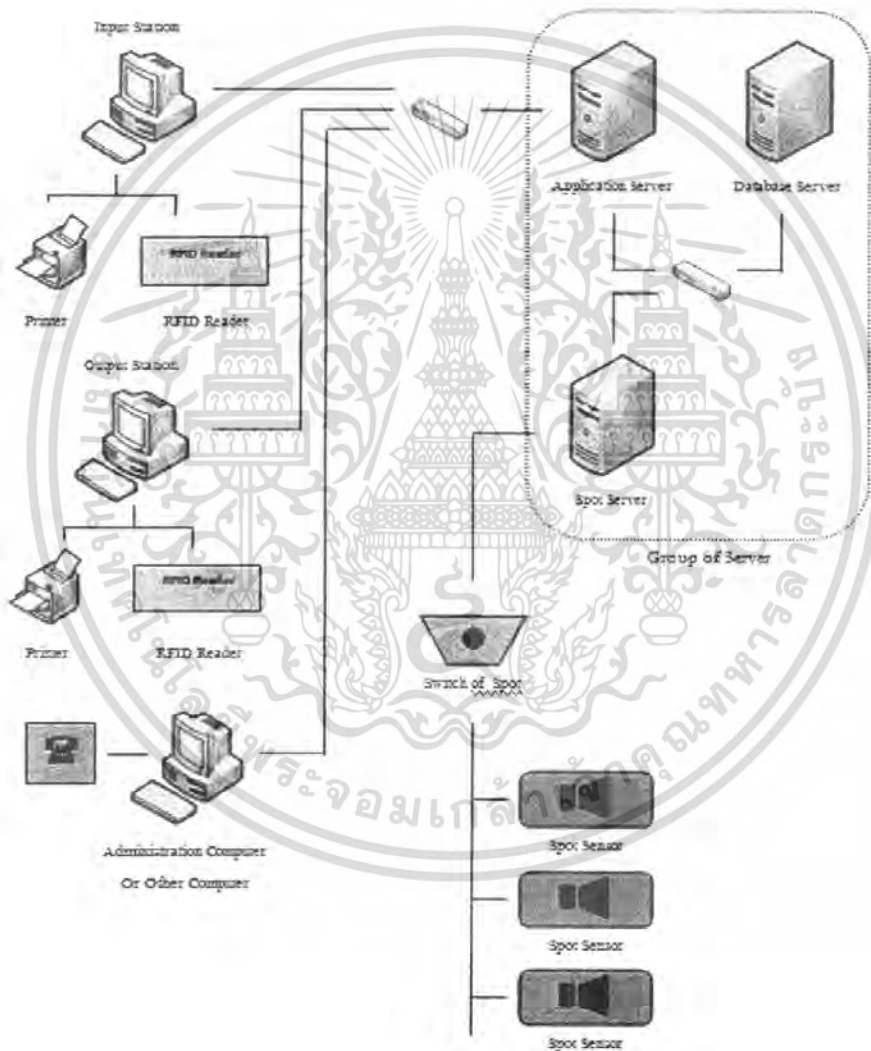


รูปที่ 3.52 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโรงงาน

การที่จะพัฒนาระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมดจำเป็นต้องระยะเวลามาก ดังนั้นในโรงงานนี้จึงจำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความสำคัญ กล่าวคือ ระบบที่สามารถรับรู้ถึงการเข้าและการออกของรถยนต์ของช่องจอดรถยนต์ทุกๆช่องจอดรถยนต์ , ระบบที่สามารถรู้ตำแหน่งการจอดที่เหมาะสมของรถยนต์ , ระบบที่สามารถมีวิธีการยืนยันตัวตนบุคลากรการเข้าและการออกด้วย RFID , ระบบที่สามารถจัดการค่าใช้จ่ายในการจอดรถยนต์ และระบบที่สามารถจัดเก็บข้อมูลในการจอดรถยนต์ ซึ่งจะมีแผนภาพต่างๆดังนี้



รูปที่ 3.53 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการเข้าและออกจากที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงการ จะมีขั้นตอนต่างๆที่แบ่งแยกตามบทบาทหน้าที่ต่างๆ ได้เป็นดังนี้

ขั้นตอนที่	Customer	User	System
0			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมด
1	นำรถยนต์เข้ามาที่ Station		
2		กำหนดทะเบียนรถยนต์	
3		นำค่า RFID อ่านเข้าระบบ	
4		ระบุ Spot ถ้ากำหนดเป็นแบบ Manual	
5		ยืนยันข้อมูล	
6			ถ้าไม่มีการระบุ Spot ทำการกำหนดแบบ Auto
7			จัดเก็บข้อมูลต่างๆ
8			พิมพ์รายละเอียดข้อมูลต่างๆ
9		นำบัตร RFID และสิ่งของที่พิมพ์ให้ Customer	
10	รับบัตร RFID และสิ่งของที่พิมพ์มาเก็บไว้เพื่อการยืนยันบุคคล		
11			Control Spot System จะระบุว่า ถูกจองแล้ว
12	นำรถเข้าจอดตาม Spot ที่กำหนด		
13			Control Spot System จะระบุว่า รถยนต์เข้าจอดตามที่กำหนดแล้ว
14			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมดต่อไป

รูปที่ 3.54 แสดงแผนภาพการเข้าที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่	Customer	User	System
0			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมด
1	นำรถยนต์ออกจาก Spot		
2			Control Spot System จะระบุว่า รถยนต์ไม่ได้อยู่ที่ Spot นั้นแล้ว
3	นำรถยนต์มาที่ Station		
4	นำบัตร RFID ส่งให้ User เพื่อดูข้อมูลที่มาใช้บริการ		
5		นำค่า RFID อ่านเข้าระบบ	
6		ยืนยันข้อมูล	
7			ดูรายละเอียดข้อมูลต่างๆ ตามค่า RFID นั้นๆ
8			คำนวณค่าใช้จ่ายต่างๆ
9			พิมพ์ค่าใช้จ่ายตามเงื่อนไข
10			Control Spot System จะระบุว่า Spot นั้นว่าง
11		นำข้อมูลค่าบริการต่างๆให้ Customer	
12	ชำระเงินค่าบริการ		
13	นำรถยนต์ออกจาก Station		
14			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมดต่อไป

รูปที่ 3.55 แสดงแผนภาพการออกที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่	Customer	User	System
0			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมด
1	โทรศัพท์ที่เข้ามาจองที่จอดรถยนต์		
2		รับโทรศัพท์	
3		สอบถามข้อมูลต่าง	
4		เลือกช่องจอดรถยนต์ที่จะจอด หรือให้ระบบเลือกโดย Automatic	
5	จดชำระรหัสที่จองเพื่อที่จะไปบอกที่ Station Input ในการเข้าจอดรถยนต์	บอกระหัสที่ใช้ในการจอง	บันทึกข้อมูลต่างๆ รวมถึงข้อมูลของช่องจอดรถยนต์ด้วย
6	การเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์จะใช้วิธีการเดียวกับการเข้าจอดเพียงแต่จะต้องบอกระหัสที่ใช้ของช่องจอดเพิ่มเติม		
7			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมด

รูปที่ 3.56 แสดงแผนภาพการจองที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่	Customer	User	System
0			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมด
1	ขอใช้บริการจอดรถยนต์รายสัปดาห์และรายเดือน		
3		สอบถามข้อมูลต่าง	
4		เลือกช่องจอดรถยนต์ที่จะจอด หรือให้ระบบเลือกโดย Automatic	
5		ให้ RFID Tag แก่ผู้ใช้บริการ	บันทึกข้อมูลต่างๆ รวมถึงข้อมูลของช่องจอดรถด้วย
6	รับ RFID Tag เพื่อที่จะเอาไว้ใช้ในการเข้าจอดในแต่ละครั้ง การเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ จะใช้วิธีการเดียวกับการเข้าจอดเพียงแต่จะต้องบอกระหัสที่จอดรถเพิ่มเติม		
7			
8			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมด

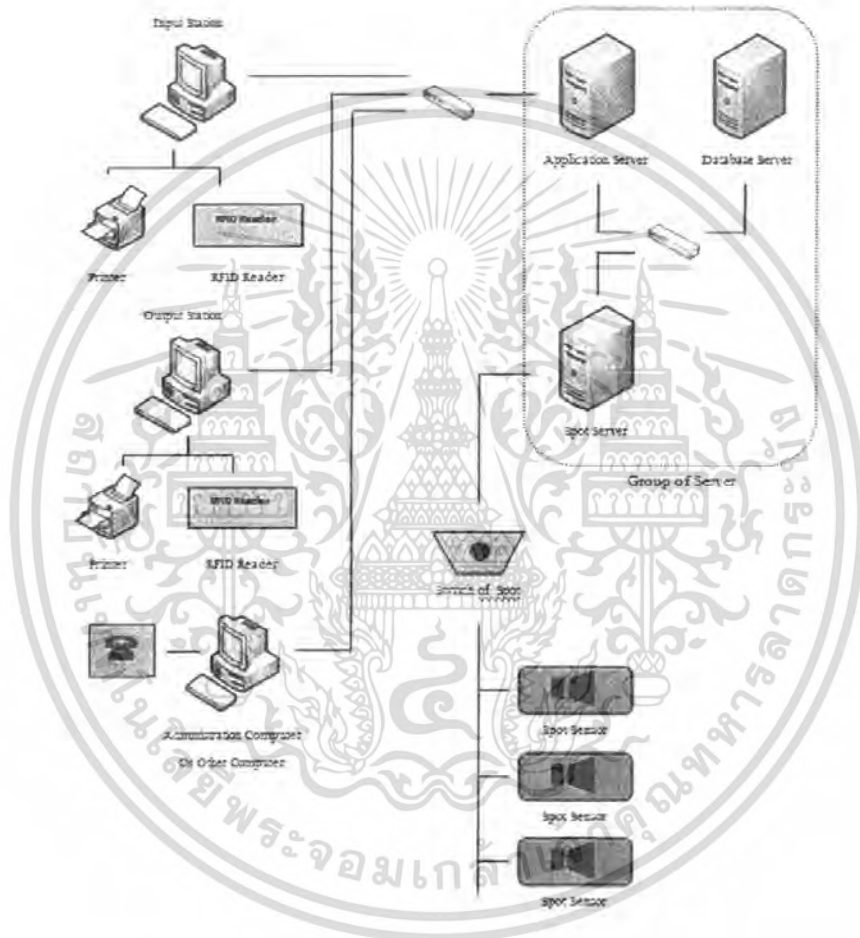
รูปที่ 3.57 แสดงแผนภาพการใช้บริการรายเดือนและรายสัปดาห์ของผู้ใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 คุณสมบัติของระบบที่พัฒนาในโครงการ



รูปที่ 4.1 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอตรยนต์ที่พัฒนาในโครงการ

จากการออกแบบและสร้างระบบบริหารจัดการที่จอตรยนต์ที่พัฒนาในโครงการนี้ จะสามารถระบุคุณสมบัติต่างๆ ได้ดังนี้

4.1.1 คุณสมบัติของ Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงระบบในส่วนของ Server

ในโครงการจะใช้ Server เครื่อง ซึ่งจะเครื่องที่ 1 ทำหน้าที่เป็น Application Server + Database Server และเครื่องที่ 2 ทำหน้าที่เป็น Spot Server ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

4.1.1.1 Application Server + Database Server

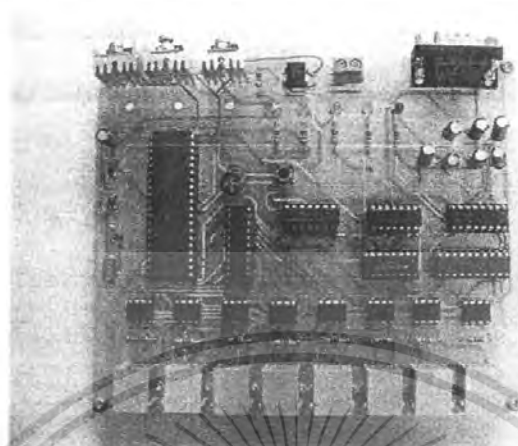
- มีการติดตั้ง Apache 2.2.4
- มีการติดตั้ง MySQL 5.45
- มีการติดตั้ง PHP 5.2.1
- ใช้ภาษา PHP ในการเขียน โปรแกรมที่ Application Server
- ราคาจะขึ้นอยู่กับเครื่อง Server ส่วน โปรแกรมต่างๆเป็น Open Source

4.1.1.2 Spot Server

- มีการติดตั้ง Python 2.5
- มีการติดตั้ง module Pyserial 2.2
- มีการติดตั้ง module MySQL Python 1.2.2
- มีการติดตั้ง module Pywin32
- การใช้งาน Serial จะต้องใช้งานได้
- ใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Switch of Spot
- เวลาในการส่งและรับข้อมูล 1 ช่องจอร์ตอนด์ คือ 250 ms
- ราคาจะขึ้นอยู่กับเครื่อง Server ส่วน โปรแกรมต่างๆเป็น Open Source

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

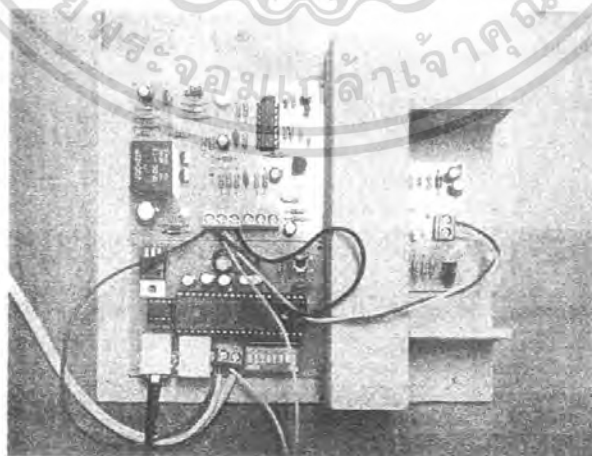
4.1.2 คุณสมบัติของ Switch of Spot



รูปที่ 4.3 แสดงระบบในส่วนของ Switch of Spot

- ใช้ไฟเลี้ยงกระแสตรง 12V กระแสสูงสุดประมาณ 800 mA
- ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางสัญญาณ RS-232
- ติดต่อกับ Sensor ผ่านทางสัญญาณ RS-485
- มี 8 port การใช้งาน โดยแต่ละ Port สามารถเชื่อมต่อกับ Sensor ได้ 254 เครื่อง
- ราคาอุปกรณ์ต่อ 1 เครื่อง ประมาณ (ไม่รวมกล่องและสายสัญญาณ) 1,000 บาท

4.1.3 คุณสมบัติของ Spot Sensor



รูปที่ 4.4 แสดงระบบในส่วนของ Spot Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ไฟเลี้ยงกระแสตรง 12V กระแสสูงสุดประมาณ 150 mA
- สามารถเลือกการทำงานของวงจรเป็นแบบสะท้อนกลับประมาณ 3 ชุด
- จุด OUT จะเป็น HIGH เมื่อรับสัญญาณได้และเป็น LOW เมื่อรับสัญญาณไม่ได้
- สามารถปรับหน่วงเวลาและความไวของ Sensor ได้
- สามารถระบุรหัสประจำเครื่องได้โดยตรง
- ติดต่อกับอุปกรณ์อื่นผ่านสัญญาณ RS-485
- ราคาอุปกรณ์ต่อ 1 ชุด ประมาณ (ไม่รวมกล่องและสายสัญญาณ) 450 บาท

4.1.4 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอื่นๆ

- เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ที่สามารถใช้งาน Web Brower ได้
- ต้องสามารถใช้งาน RFID Reader ได้

4.2 ความสามารถของระบบที่พัฒนาในโครงการ

- 4.2.1 ระบบสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการจองรถยนต์แต่ละคัน ได้
- 4.2.2 ระบบสามารถสรุปรายได้เป็นรายวัน , รายเดือนหรือรายปี และพิมพ์รายงานได้
- 4.2.3 ระบบสามารถรู้สถานะของช่องจองรถยนต์แต่ละช่องได้
 - สีเขียว หมายถึง ไม่มีการจองรถยนต์
 - สีเหลือง หมายถึง มีการจองแต่ไม่มีการจองรถยนต์
 - สีแดง หมายถึง มีการจองรถยนต์
 - สีชมพู หมายถึง ไม่มีการจองรถยนต์แต่ยังอยู่ในที่จองรถยนต์
 - สีดำ หมายถึง Spot Sensor ไม่ตอบสนองต่อระบบ
 - สีฟ้า หมายถึง มีการจองผ่านทาง Telephone หรือ Internet
 - สีเขียวอ่อน หมายถึง เป็นการจองรถยนต์รายสัปดาห์ หรือ รายเดือน
- 4.2.4 ระบบสามารถใช้ RFID ในการยืนยันสิทธิเข้าใช้งานได้
- 4.2.5 ระบบสามารถจองรถยนต์เป็นรายสัปดาห์หรือรายเดือนได้
- 4.2.6 ระบบสามารถจองที่จองรถยนต์ผ่านทางโทรศัพท์หรือ Internet ได้
- 4.2.7 ระบบสามารถพิมพ์รายละเอียดการเข้าออกของรถยนต์แต่ละคัน ได้
- 4.2.8 ระบบสามารถพิมพ์ใบเสร็จได้
- 4.2.9 ระบบสามารถใช้งานพื้นฐานของระบบบริหารจัดการที่จองรถยนต์ทั่วไปได้
- 4.2.9 ระบบมีความเป็นระบบระเบียบและใช้งานง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบการทำงานของระบบ

4.3.1 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบจะใช้วิธีการจำลองเหมือนกันสถานการณ์จริง โดยจะทำการทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ตามความต้องการของระบบ จากนั้นจะประเมินผลที่ได้โดยประเมินว่า สามารถทำได้ตามต้องการหรือไม่ หรือมีข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับกรณีนั้นๆ โดยจะมีกรณีทดสอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.3.1.1 การทดสอบกรณีนำรถยนต์เข้าจอด

4.3.1.2 การทดสอบกรณีนำรถยนต์ออกจากที่จอดรถยนต์

4.3.1.3 การทดสอบกรณีการจองรถยนต์ผ่านทางโทรศัพท์

4.3.1.4 การทดสอบกรณีนำรถยนต์ที่จองผ่านทางโทรศัพท์เข้าจอด

4.3.1.5 การทดสอบกรณีนำรถยนต์ที่จองผ่านทางโทรศัพท์ออกจากที่จอดรถยนต์

4.3.1.6 การทดสอบกรณีการใช้บริการรายเดือนหรือรายสัปดาห์

4.3.1.7 การทดสอบกรณีนำรถยนต์ที่ใช้บริการรายเดือนหรือรายสัปดาห์เข้าจอด

4.3.1.8 การทดสอบกรณีนำรถยนต์ที่ใช้บริการรายเดือนหรือรายสัปดาห์ออกจากที่จอด

รถยนต์

4.3.1.9 การทดสอบกรณีมีการจองรถยนต์คิดช่องจอดรถยนต์

4.3.1.10 การทดสอบการดูข้อมูลการจองรถยนต์ ณ เวลาปัจจุบัน

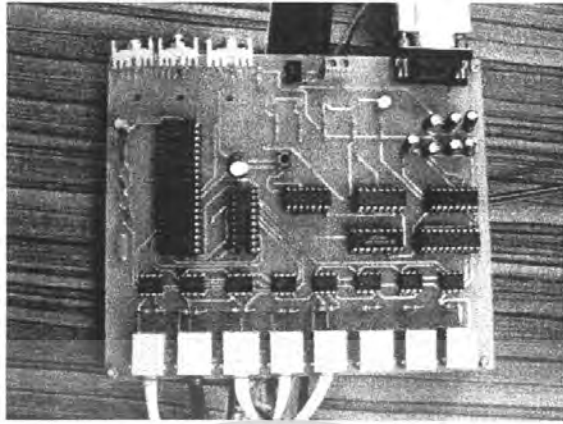
4.3.1.11 การทดสอบการดูข้อมูลและแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

4.3.1.12 การทดสอบการดูข้อมูลรายรับของที่จอดรถยนต์

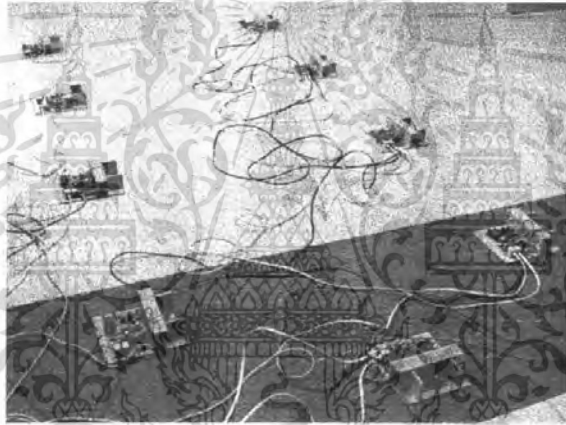


รูปที่ 4.5 แสดงการทดสอบระบบในส่วนของ Server

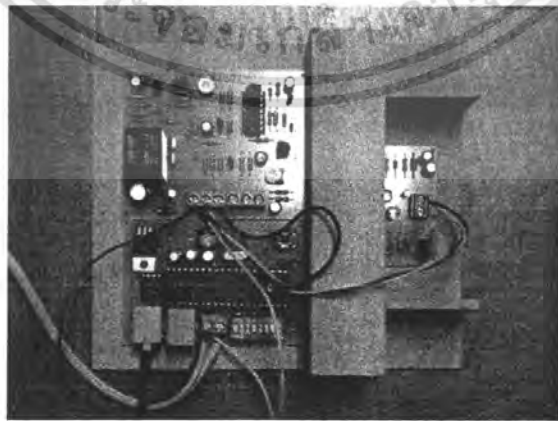
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงการทดสอบในส่วนของ Switch of Spot



รูปที่ 4.7 แสดงการทดสอบในส่วนของ Spot Sensor



รูปที่ 4.8 แสดงการทดสอบในส่วนของ Spot Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงการทดสอบในส่วนของอุปกรณ์ RFID Reader

4.3.2 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบด้วยกรณีต่างๆ พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องทุกกรณี กล่าวคือระบบบริหารจัดการที่จอรถยนต์ที่พัฒนาในโรงงาน สามารถทำงานได้ตามการใช้งานพื้นฐานต่างๆของระบบบริหารจัดการที่จอรถยนต์ที่ควรจะสามารถทำได้ รวมถึงมีคุณสมบัติของระบบตามที่ได้ออกแบบ

แต่จากการทดสอบ ควรจะมีการปรับปรุงส่วนต่างๆของระบบหรือมีข้อเสนอแนะการใช้งานต่างๆ ดังนี้ ในการจองการจอดรถยนต์ผ่านทางโทรศัพท์ที่ควรจะมีวิธีการบอกระยะการจอดรถยนต์ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และในการส่งข้อมูลระหว่าง Spot Server กับ Spot Sensor ควรจะมีการส่งข้อมูลให้เร็วขึ้นและควรจะมีข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูลให้น้อยลง รวมถึงควรมีการพิจารณาวิธีการเรียนรู้ข้อมูลการจอดรถยนต์ให้ Real Time มากขึ้น

4.4 การทดลองหาอัตราเร็วการส่งข้อมูลระหว่าง Spot Server กับ Spot Sensor

4.4.1 วิธีการทดลอง

เริ่มต้นใช้งานระบบบริหารจัดการที่จอรถยนต์ โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดตามรูปที่ 4.1 ซึ่งจะใช้ Spot Sensor ทั้งหมด 9 Spot Sensor จากนั้นก็จะทำการบันทึกเวลาที่ Spot Server ใช้ส่งและรับข้อมูลของ Spot Sensor ทั้ง 9 ตัว ทั้งหมด 200 รอบ แล้วนำมาวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล

4.4.2 ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล

รอบที่	เวลา (s)	รอบที่	เวลา (s)	รอบที่	เวลา (s)	รอบที่	เวลา (s)
1	3.485	26	3.875	51	3.766	76	3.781
2	3.547	27	3.609	52	3.797	77	3.781
3	3.454	28	3.641	53	3.828	78	3.704
4	3.625	29	3.750	54	3.641	79	3.922
5	3.672	30	3.610	55	3.812	80	3.718
6	3.609	31	3.688	56	3.843	81	3.765
7	4.391	32	3.719	57	3.812	82	3.890
8	3.782	33	3.828	58	3.781	83	3.578
9	3.594	34	3.766	59	3.640	84	3.609
10	3.485	35	3.860	60	3.812	85	3.719
11	3.547	36	3.875	61	3.562	86	3.875
12	3.765	37	3.641	62	3.859	87	3.609
13	3.515	38	3.735	63	3.547	88	3.750
14	3.625	39	3.672	64	3.688	89	3.781
15	3.593	40	3.687	65	3.890	90	3.718
16	3.704	41	3.734	66	3.734	91	3.734
17	3.734	42	3.594	67	3.860	92	3.781
18	3.781	43	3.641	68	3.672	93	3.719
19	4.047	44	3.828	69	3.781	94	3.797
20	4.109	45	3.594	70	3.813	95	3.734
21	3.766	46	3.797	71	3.969	96	3.625
22	3.750	47	5.281	72	3.906	97	3.703
23	3.766	48	3.703	73	3.844	98	3.734
24	3.703	49	3.657	74	3.782	99	3.828
25	3.812	50	3.625	75	3.672	100	3.828

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำมาใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล

รอบที่	เวลา (s)	รอบที่	เวลา (s)	รอบที่	เวลา (s)	รอบที่	เวลา (s)
101	3.656	126	3.813	151	3.625	176	3.406
102	3.625	127	3.922	152	3.500	177	3.547
103	3.797	128	3.750	153	3.656	178	3.438
104	3.671	129	3.797	154	3.594	179	3.594
105	3.656	130	3.735	155	3.328	180	3.719
106	3.812	131	3.922	156	3.656	181	3.407
107	3.641	132	3.843	157	3.453	182	3.485
108	3.766	133	3.843	158	3.500	183	3.765
109	3.921	134	3.734	159	3.422	184	3.844
110	3.719	135	3.859	160	3.343	185	3.875
111	3.750	136	3.750	161	3.469	186	3.844
112	3.609	137	4.000	162	3.469	187	3.750
113	3.813	138	3.625	163	3.562	188	3.562
114	3.875	139	3.954	164	3.562	189	3.797
115	3.750	140	3.828	165	3.453	190	3.719
116	3.672	141	4.000	166	3.453	191	3.859
117	3.719	142	3.828	167	3.422	192	3.906
118	3.797	143	3.891	168	3.469	193	3.625
119	3.781	144	3.547	169	3.532	194	3.765
120	3.750	145	3.782	170	3.594	195	3.828
121	3.735	146	3.766	171	3.859	196	3.656
122	3.719	147	3.734	172	3.546	197	3.859
123	3.578	148	3.656	173	3.531	198	3.766
124	3.671	149	3.797	174	3.547	199	3.782
125	3.953	150	3.813	175	3.437	200	3.672

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำมาใช้

จากผลการทดลองพบว่า เวลาเฉลี่ยที่ Spot Server ใช้ในการส่งข้อมูลไปยัง 9 Spot Sensor คือ 3.722 s ดังนั้น เวลาที่ Spot Server ใช้ในการส่งข้อมูลไปยัง 1 Spot Sensor คือ $3.722 / 9 = 0.41$ s

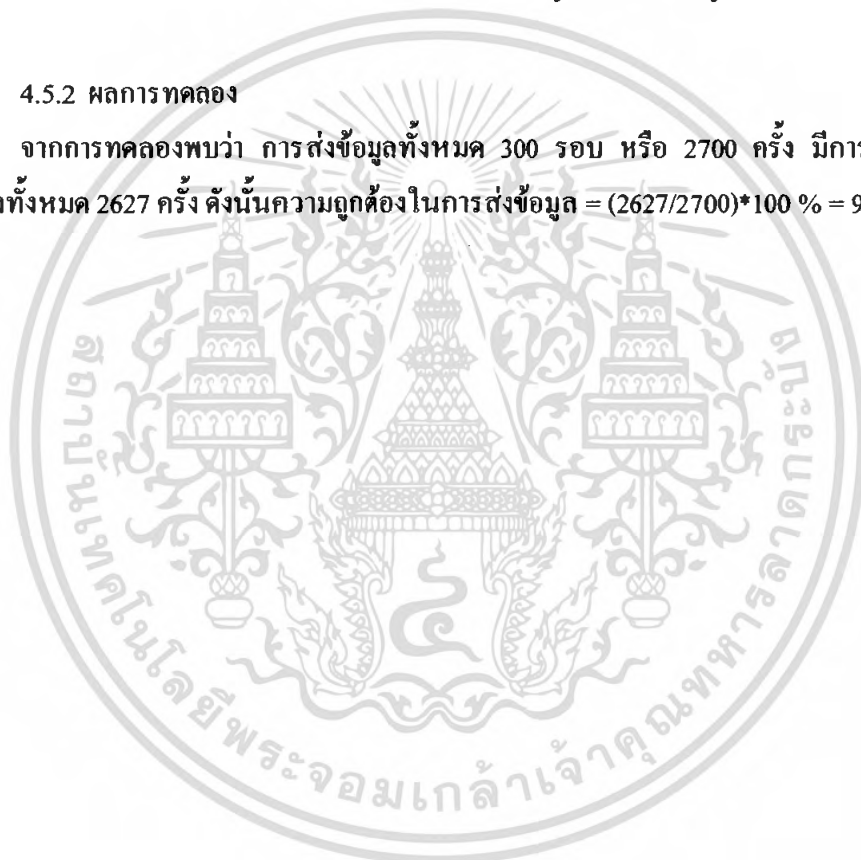
4.5 การทดลองหาความถูกต้องในการส่งข้อมูลระหว่าง Spot Server กับ Spot Sensor

4.5.1 วิธีการทดลอง

เริ่มต้นใช้งานระบบบริหารจัดการที่จอรถยนต์ โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดตามรูปที่ 4.1 ซึ่งจะใช้ Spot Sensor ทั้งหมด 9 Spot Sensor จากนั้นก็จะทำการบันทึกค่าที่ Spot Server รับเข้ามาทั้งหมด 300 รอบ หรือ 2700 ครั้ง แล้วนำมาวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูล

4.5.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า การส่งข้อมูลทั้งหมด 300 รอบ หรือ 2700 ครั้ง มีการส่งข้อมูลที่ถูกต้องทั้งหมด 2627 ครั้ง ดังนั้นความถูกต้องในการส่งข้อมูล = $(2627/2700) * 100 \% = 97.30 \%$



บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลโครงการ

5.1.1 การศึกษาเอกสารและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ พบว่าระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในปัจจุบันยังไม่สามารถมีระบบบริหารจัดการที่ดีพอ กล่าวคือ ยังไม่สามารถทราบได้ว่ารถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการจะต้องนำรถยนต์ไปจอดที่ใด เป็นต้น แต่จากการรวบรวมความรู้ต่างๆทางด้านวิศวกรรมพบว่า สามารถนำความรู้ต่างๆมาประยุกต์ใช้ให้ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์รถยนต์สามารถมีการบริหารงานต่างๆได้อย่างครบถ้วนได้ เช่น การนำระบบสัญญาณ RS-485 มาทำให้เกิดโครงข่ายการเชื่อมต่อข้อมูลการจอดรถยนต์ไปยังช่องจอดรถยนต์ทุกช่องได้

5.1.2 การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

จากการออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ พบว่า ถ้าจะให้ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์มีความสามารถต่างๆครบถ้วนและมีการบริหารจัดการที่ดี จะต้องประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนจัดการช่องจอดรถยนต์เพื่อคู่มือข้อมูลการจอดรถยนต์ของช่องจอดรถยนต์ ส่วนจัดการจอดรถยนต์เพื่อจัดการการเข้าออกของรถยนต์ , ระบุตำแหน่งในการจอดของรถยนต์ , การคำนวณค่าใช้จ่ายของรถยนต์ และส่วนการบันทึกภาพเพื่อการรักษาความปลอดภัย

5.1.3 การทดสอบและผลการทดสอบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

การสร้างระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในโครงการนี้ เป็นไปตามที่ทำการออกแบบ โดยการสร้างจะเลือกเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานบริการเป็นหลัก โดยผลของการสร้างนั้น ก็ได้ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่สามารถมีคุณสมบัติต่างๆ ตามที่ระบุไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถระบุได้ว่ารถยนต์ที่เข้ามาจอดจะต้องไปจอดที่ช่องจอดรถยนต์ใด ในการทดสอบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ตามลักษณะการใช้งานพบว่า เป็นไปตามที่ได้ทำการออกแบบ และเป็นไปตามความต้องการของระบบ

ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสร้างระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ คือ ค่าใช้จ่ายของเครื่อง Server + ค่าใช้จ่ายของ Switch of Spot (1000 บาท) + (ค่าใช้จ่ายของ Spot Sensor (450 บาท) X จำนวนช่องจอดรถยนต์ทั้งหมด) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับความคุ้มค่าของระบบที่ได้มาก็อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

จากการทดลองพบว่า ความเร็วในการส่งข้อมูลระหว่าง Spot Server กับ 1 Spot Sensor ใช้เวลา 0.41 s และความถูกต้องในการส่งข้อมูลระหว่าง Spot Server กับ Spot Sensor คือ 97.30 %

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

5.2.1 สามารถนำความรู้ต่าง ๆ นำมารวบรวมและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ได้

5.2.2 ได้แนวคิดของระบบที่จอดรถยนต์ที่สามารถบริหารและจัดการการเข้าใช้บริหารใน ทุกส่วนของระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์จำเป็นต้องมีได้

5.2.3 ได้ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่ตรงตามความต้องการพื้นฐานของการใช้งานในปัจจุบัน

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 การศึกษาระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่ใช้ในปัจจุบัน สามารถศึกษาได้ยาก เนื่องจากระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่มาก ซึ่งจะศึกษาในครอบคลุมทั้งหมดนั้นเป็นไปได้ค่อนข้างยาก

5.3.2 การที่จะสอบถามข้อมูลต่างๆที่จำเป็นกับระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ สอบถามได้ยาก เนื่องจากบุคคลที่ใช้งานระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์จริงๆ มีจำนวนน้อยและหาข้อมูลได้ค่อนข้างยาก

5.4 ข้อเสนอแนะ

สิ่งที่ต้องมีการปรับปรุงและแก้ไข คือ ความถูกต้องในการส่งข้อมูลระหว่าง Spot Server และ Spot Sensor และควรมีการพัฒนาวิธีการให้ Spot Server รู้ข้อมูลของ Spot Sensor ได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

การที่จะออกแบบระบบบริการจัดการที่จอดรถยนต์ ควรที่จะศึกษาให้ควบคุมในทุกๆ รูปแบบและศึกษาความต้องการของบุคคลที่ใช้งานให้มากที่สุด เพื่อที่จะสามารถออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น และควรมีการใช้งาน Image Processing เข้ามาช่วยในการระบุข้อมูลต่างๆ ของช่องจอดรถยนต์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. 2521. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์**. กรุงเทพฯ ฯ :

บริษัท อิน โนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์จำกัด.

อุดม รานอก. 2548. **ภาษา C สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์**. กรุงเทพฯ ฯ :

บริษัท ไอดีซี อินโฟ คิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด.

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. 2550. **คู่มือเรียน PHP และ MySQL**. กรุงเทพฯ ฯ : บริษัท โปรวิชั่น จำกัด
เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์.

[Online]. Available : http://www.pjtc.ac.th/~onlyone/menu_sensor.htm

Radio Frequency Identification.

[Online]. Available : <http://www.student.chula.ac.th/~49801110/interests.htm>

ชาญกิจ อังศไวทัย และภิญโญ พงษ์โพธิ์. 2537. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51**.

[Online]. Available : <http://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/micro/mcs51/>

Dumber. 2546. **RS-485**. [Online]. Available : <http://www.micro4dev.com>

PHP Programming.

[Online]. Available : <http://www.thaicreate.com/index.php?modules=tutorphp.php>

JAVA Programming. [Online]. Available : <http://learners.in.th/blog/4708018/13943>

MySQL. [Online]. Available : <http://www.widebase.net/database/mysql/mysql.php>

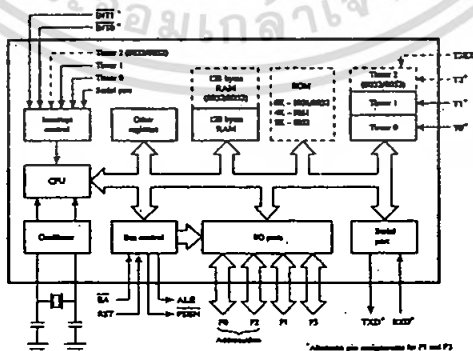
ภาคผนวก ก.

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ก.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSC-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ถูกพัฒนา ผลิตและจัดจำหน่ายโดยบริษัท Intel ซึ่งต่อมาบริษัท Siemens , Advance Micro Devices , Fujitsu , Phillips และ Atmel ได้ซื้อลิขสิทธิ์ไปพัฒนาต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้สามารถนำไปใช้ในงานควบคุมระบบต่าง ๆ มีลักษณะสมบัติดังนี้

- ก.1.1 ตัวประมวลผล (CPU) มีขนาด 8 บิต
- ก.1.2 มีหน่วยความจำภายใน 128 ไบต์ (RAM)
- ก.1.3 สามารถประมวลผลข้อมูลในลักษณะบิตได้
- ก.1.4 มีตัวจับเวลา/ตัวนับ (Timer/Counter) ขนาด 16 บิต อยู่ภายใน 2 วงจร
- ก.1.5 ต่อขยายหน่วยความจำภายนอกโปรแกรม (External Program Memory) ได้ 64 กิโลไบต์
- ก.1.6 ต่อขยายหน่วยความจำภายนอกข้อมูล (External Data Memory) ได้ 64 กิโลไบต์
- ก.1.7 มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต 4 พอร์ต หรือ 32 บิต
- ก.1.8 มีพอร์ตอนุกรม 1 พอร์ต สามารถทำงานได้ทั้งแบบประสานเวลา (Synchronous) และแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous)
- ก.1.9 มี 4 แบนจรีจิสเตอร์ (Register Banks)



รูปที่ ก.1 แสดงโครงสร้างภายในของ MCS-51

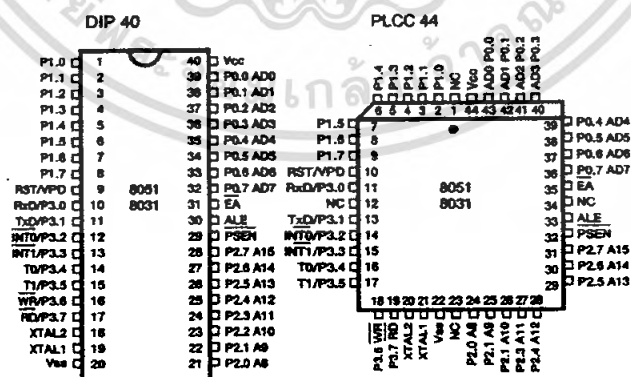
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานกันอย่างกว้างขวางทั้งในงานอุตสาหกรรมและในงานด้านวิจัยพัฒนา ดังนั้นจึงมีผู้ผลิตหลายบริษัทได้พัฒนา MCS-51 ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์และมีคุณสมบัติแตกต่างกัน

ตารางที่ ก.1 แสดงการเปรียบเทียบไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

Device	ผู้ผลิต	Program Memory	Data Memory	Timer/Counters	I/O Pins	Speed (MHz)	External Memory	Pin Count
8031	Intel	No	128	2	32	3.5-16	Yes	40
8051	Intel	4K ROM	128	2	32	3.5-16	Yes	40
8751	Intel	4K EPROM	128	2	32	3.5-16	Yes	40
8032	Intel	No	256	3	32	3.5-16	Yes	40
89C1051	Atmel	1 K Flash	64	1	15	0-24	No	20
89C2051	Atmel	2K Flash	128	2	15	0-24	No	20
89C51	Atmel	4K Flash	128	2	32	0-24	Yes	40
89C52	Atmel	8K Flash	256	3	32	0-24	Yes	40
89C51RB+	Philips	16K Flash	512	3	32	0-33	Yes	40
89C51RC+	Philips	32K Flash	512	3	32	0-33	Yes	40
89C51RD+	Philips	64K Flash	1024	3	32	0-33	Yes	40

ก.2 การจัดวางตำแหน่งขาของ MCS-51



รูปที่ ก.2 แสดงตำแหน่งขาของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.1 ขา Vcc ใช้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ (Vcc) โดยทั่วไป Vcc จะมีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ สำหรับบางเบอร์ Vcc จะมีค่าอยู่ในช่วง 2.7 Volt-5.5 Volt เช่นเบอร์ 89C51RD+ ของบริษัท Philips เป็นต้น

ก.2.2 ขา Vss ใช้ต่อกับกราวนด์ (Ground) ของระบบ

ก.2.3 ขาพอร์ต 0 ทำงานได้ 2 ลักษณะ คือทำหน้าที่เป็นบัสเลขที่อยู่/บัสข้อมูล (Address Bus/Data Bus AD0-AD7) สำหรับหน่วยความจำภายนอก การใช้งานต้องต่อทั้ง 8 ขาของพอร์ต 0 กับตัวต้านทานค่า 10 กิโลโอห์ม ไว้กับ Vcc ด้วย เรียกตัวต้านทานนี้ว่า ตัวต้านทานพูลอัพ (Pull-up Resistor) หรือทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต

ก.2.4 ขาพอร์ต 1 ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ใช้งานได้โดยไม่ต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพภายนอก เพราะว่ามีตัวต้านทานพูลอัพอยู่ภายในแล้ว สำหรับการใช้งานพอร์ต 1 เป็นพอร์ตเอาต์พุตควรต่อบัฟเฟอร์ช่วยขยายกระแสด้วย

ก.2.5 ขาพอร์ต 2 ทำงานได้ 2 ลักษณะเช่นเดียวกับพอร์ต 0 คือทำหน้าที่เป็นบัสเลขที่อยู่ (Address Bus A8-A15) สำหรับหน่วยความจำภายนอกหรือทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต สำหรับการใช้งานพอร์ต 2 เป็นพอร์ตเอาต์พุตควรต่อบัฟเฟอร์ช่วยขยายกระแสด้วย (ไม่ต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพ)

ก.2.6 ขาพอร์ต 3 ทำงานได้ 2 ลักษณะคือทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ขณะทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาต์พุตควรต่อบัฟเฟอร์ด้วย นอกจากนี้พอร์ต 3 ยังถูกใช้เป็นขาสัญญาณต่างๆ ดังต่อไปนี้

- P3.0 หรือขา RXD เป็นขาอินพุตรับข้อมูลแบบอนุกรม
- P3.1 หรือขา TXD เป็นขาเอาต์พุตส่งข้อมูลแบบอนุกรม
- P3.2 หรือขา INT0 เป็นขาอินพุตรับสัญญาณขัดจังหวะ 0 (Interrupt)
- P3.3 หรือขา INT1 เป็นขาอินพุตรับสัญญาณขัดจังหวะ 1
- P3.4 หรือขา T0 เป็นขาอินพุตรับสัญญาณสำหรับตัวจับเวลา/ตัวนับ 0
- P3.5 หรือขา T1 เป็นขาอินพุตรับสัญญาณสำหรับตัวจับเวลา/ตัวนับ 1
- P3.6 หรือขา WR เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก หรือเขียนข้อมูลไปยังพอร์ตที่ขยายเพิ่ม ซึ่งอยู่ในช่วงเลขที่อยู่ของหน่วยความจำ (Memory Map I/O)

- P3.7 หรือขา RD เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณอ่านข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก หรืออ่านข้อมูลจากพอร์ตที่ขยายเพิ่ม ซึ่งอยู่ในช่วงเลขที่อยู่ของหน่วยความจำ (Memory Map I/O)

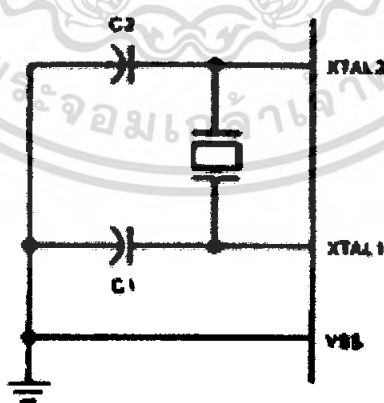
ก.2.7 ขารีเซต (Reset) เป็นขาอินพุต ใช้สำหรับรีเซต (Reset) ไมโครคอนโทรลเลอร์ ขณะทำการรีเซตขานี้ต้องมีลอจิกเป็น "1" อย่างน้อย 2 รอบของเครื่อง (Machine Cycle)

ก.2.8 ขา ALE (Address Latch Enable) ALE เป็นขาเอาต์พุต ใช้แยกบัสเลขที่อยู่กับ บัสข้อมูล (AD0-AD7) ของพอร์ต 0 ให้อิสระต่อกัน โดยต่อขา ALE กับขาแลตช์ของ ไอซี 74LS373 ในขณะที่ทำงานถ้าขา ALE ส่งลอจิก “1” พอร์ต 0 จะเป็นบัสเลขที่อยู่ (A0-A7) และเมื่อขา ALE ส่ง ลอจิก “0” พอร์ต 0 จะเป็นบัสข้อมูล (D0-D7) (ALE : “1” Address , ALE : “0” Data)

ก.2.9 ขา PSEN (Program Store Enable) ขา PSEN เป็นขาเอาต์พุต จะส่งลอจิก 0 เมื่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก โดยปกติจะต่อขา PSEN กับขา OE (Output Enable) ของหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (EPROM)

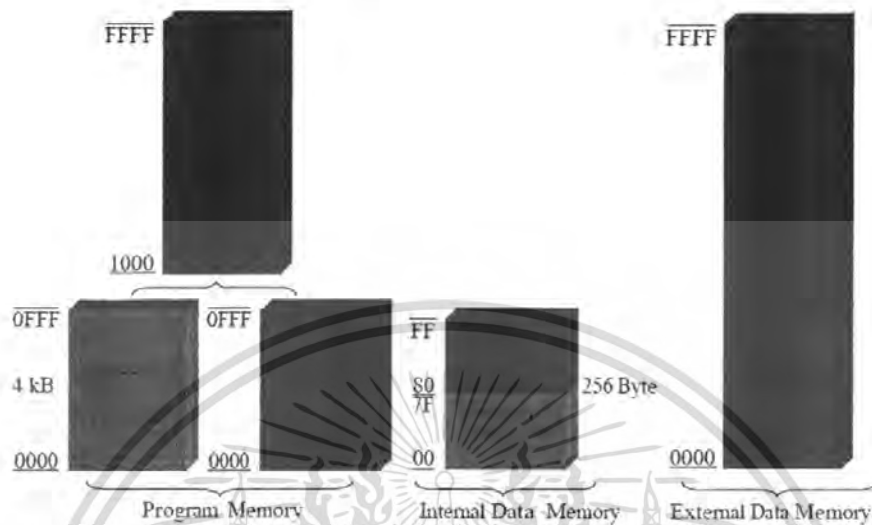
ก.2.10 ขา EA (External Access) ขา EA เป็นขาอินพุต ใช้เลือกหน่วยความจำโปรแกรม ภายนอก (External Program Memory) หรือภายใน (Internal Program Memory) กล่าวคือถ้าป้อน ลอจิกเป็น “0” เพื่อเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก หรือถ้าป้อนลอจิกเป็น “1” เพื่อเลือกใช้ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน ถ้าเป็นเบอร์ 8031/8032 ขา EA จะเป็น “0” เสมอ เพราะ ไม่มี หน่วยความจำโปรแกรมภายใน

ก.2.11 ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสัญญาณที่ใช้สร้างสัญญาณนาฬิกา โดยปกติ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีวงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกาอยู่แล้ว เพียงต่อ คริสตัล (Crystal) ก็สามารถสร้างสัญญาณนาฬิกาได้ แต่ถ้าต้องการสร้างสัญญาณนาฬิกาจากวงจร ภายนอกก็สามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกเข้าที่ขาสัญญาณ XTAL1 ก็ได้ ส่วนขาสัญญาณ XTAL2 จะมีสัญญาณตรงข้ามกับ XTAL1 ทั้งนี้เนื่องจากที่ขา XTAL1 และ XTAL2 มีนอตเกต (Not Gate) ต่ออยู่ที่ภายใน โดยที่ขา XTAL1 จะเป็นอินพุตของนอตเกต ส่วนที่ขา XTAL2 จะเป็นเอาต์พุตของนอตเกต



รูปที่ ก.3 แสดงการต่อคริสตัลเข้ากับ MCS-51

ก.3 โครงสร้างหน่วยความจำของ MCS-51



รูปที่ ก.4 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำของ MCS-51

ก.3.1 หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 สามารถต่อหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์รวมทั้งภายในและภายนอก โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จะส่งสัญญาณลอจิก 0 ออกที่ขา PSEN เพื่อติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก หน่วยความจำโปรแกรมนี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “Code Memory”

ก.3.2 หน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data Memory) ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 สามารถต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ในการติดต่อกจะใช้สัญญาณ RD เพื่ออ่านและใช้สัญญาณ WR เพื่อเขียนหน่วยความจำ โดยสัญญาณทั้งสองนี้จะทำงานที่ลอจิก “0” ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 มีการขยายพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตเพิ่ม ซึ่งมีเลขที่อยู่ในช่วงเลขที่อยู่ของหน่วยความจำ (Memory-Map I/O) จึงต้องใช้พื้นที่บางส่วนของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกมาใช้เป็นเลขที่อยู่ของพอร์ต

ก.3.3 หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal Data Memory) แบนกรีจิสเตอร์อยู่ที่เลขที่อยู่ 00H-1FH แบ่งออกเป็น 4 แบนก์ คือ แบนก์ 0 – แบนก์ 3 โดยทั้ง 4 แบนก์นี้จะใช้ชื่อเหมือนกันคือ R0-R7 การใช้งานแบนกรีจิสเตอร์นี้จะใช้งานได้ที่ละแบนก์เท่านั้น ในการเลือกใช้แบนกรีจิสเตอร์สามารถเลือกได้ที่บิต RS0 และบิต RS1 ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ PSW ถ้าไม่มีการเลือกใด ๆ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเลือกใช้แบนก์ 0 โดยอัตโนมัติ รีจิสเตอร์ R0-R7 นี้จะใช้เก็บข้อมูล แต่

รีจิสเตอร์ R0 และ R1 มีคุณสมบัติพิเศษกว่ารีจิสเตอร์ตัวอื่นคือสามารถนำไปใช้ชี้เลขที่อยู่หน่วยความจำข้อมูลได้

Bit-addressable อยู่ในช่วงเลขที่อยู่ 20H-2FH เป็นกลุ่มรีจิสเตอร์ที่สามารถใช้คำสั่งในระดับบิตได้ สำหรับ General Purpose RAM อยู่ในช่วงเลขที่อยู่ 30H-7FH เป็นเลขที่อยู่ที่สามารถนำไปใช้งานทั่วไป นอกจากนี้ยังใช้พื้นที่หน่วยความจำในเลขที่อยู่นี้มาใช้เป็นพื้นที่ของตัวชี้สแตก (Stack Pointer : SP)

เลขที่อยู่ RAM ไบต์ RAM Bytes (MSB)	เลขที่อยู่อ้างอิง หน่วยความจำโดยตรง (direct byte address)								เลขที่อยู่ของบิต	รีจิสเตอร์ (Hardware Register Symbol)	
(LSB)	(MSB)									(LSB)	
7FH									0FFH		
7EH	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78	0FH	B	
7DH	77	76	75	74	73	72	71	70	0EH		
7CH	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68	0DH	ACC	
7BH	67	66	65	64	63	62	61	60	0CH	PSW	
7AH	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58	0BH		
79H	57	56	55	54	53	52	51	50	0AH	IP	
78H	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48	09H		
77H	47	46	45	44	43	42	41	40	08H	P3	
76H	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38	07H		
75H	37	36	35	34	33	32	31	30	06H	IE	
74H	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28	05H		
73H	27	26	25	24	23	22	21	20	04H	P2	
72H	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18	03H		
71H	17	16	15	14	13	12	11	10	02H	SCON	
70H	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08	01H	P1	
6FH	07	06	05	04	03	02	01	00	00H	P0	
6EH	แบ่งที่ 3										
6DH	แบ่งที่ 2										
6CH	แบ่งที่ 1										
6BH	แบ่งที่ 0										

ก. เลขที่อยู่ไบต์ของแรม (RAM)

ข. เลขที่อยู่บิตของรีจิสเตอร์ฟังก์ชันเฉพาะ (SFR)

รูปที่ ก.5 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำข้อมูลภายใน

ก.3.4 รีจิสเตอร์ฟังก์ชันเฉพาะ (Special Function Registers : SFRs) อยู่ที่เลขที่อยู่ 80H-FFH ใช้ทำหน้าที่เฉพาะดังต่อไปนี้

- P0 (80H) เป็นรีจิสเตอร์สำหรับชี้เลขที่อยู่พอร์ต 0

- SP (81H) เป็นรีจิสเตอร์สำหรับชี้หน่วยความจำสแตค (Stack)
- DPL (82H) เป็นรีจิสเตอร์ 8 บิตล่างของรีจิสเตอร์ DPTR
- DPH (83H) เป็นรีจิสเตอร์ 8 บิตบนของรีจิสเตอร์ DPTR การใช้รีจิสเตอร์ DPL และDPH นั้นจะใช้ชี้เลขที่อยู่ของหน่วยความจำทั้งภายนอกและภายใน โดยการนำรีจิสเตอร์ทั้งสองตัวนี้มาประกอบกันเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต และใช้ชื่อว่า รีจิสเตอร์ DPTR
- PCON (87H) Power Control Register ใช้หยุดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจะหยุดจ่ายสัญญาณนาฬิกาหรือควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าของไมโครคอนโทรลเลอร์
- TCON (88H) Timer/Counter Control Register เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของตัวจับเวลา/ตัวนับ
- TMOD (89H) Timer/Counter Mode Control Register เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้กำหนดแบบวิธี (Mode) การทำงานของตัวจับเวลา/ตัวนับ
- TL0, TH0, TL1, TH1 (8AH-8DH) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บค่าที่ตั้งให้กับ ตัวจับเวลา/ตัวนับ 0 และ ตัวจับเวลา/ตัวนับ 1
- P1 (90H) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เลขที่อยู่พอร์ต 1
- SCON (98H) Serial Port Control เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม
- SBUF (99H) Serial Port Buffer เป็นรีจิสเตอร์พักข้อมูลที่เข้า/ออกทางพอร์ตอนุกรม
- P2(A0H) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เลขที่อยู่พอร์ต 2
- IE (A8H) Interrupt Enable เป็นรีจิสเตอร์ที่ต้องเซตเพื่อยอมให้มีการขัดจังหวะ
- P3 (B0H) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เลขที่อยู่พอร์ต 3
- IP (B8H) Interrupt Priority เป็นรีจิสเตอร์สำหรับจัดลำดับความสำคัญของสัญญาณขัดจังหวะ ในกรณีที่เกิดการขัดจังหวะซ้อนกัน
- PSW (D0H) Program Status Word เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บค่าตัวบ่งชี้ (Flag) ต่าง ๆ เช่น ตัวบ่งชี้การทด (Carry Flag, Auxiliary Carry Flag), ตัวบ่งชี้ศูนย์ (Zero Flag), ตัวบ่งชี้การล้น (Overflow Flag), บิตภาวะคู่หรือคี่ (Parity Bit) นอกจากนี้ยังมีบิต RS0 และ RS1 สำหรับเลือกแบงก์รีจิสเตอร์
- ACC (E0H) Accumulator เป็น รีจิสเตอร์หลักที่ใช้ในการประมวลข้อมูล
- B (F0H) เป็นรีจิสเตอร์ใช้สำหรับการช่วยการประมวลข้อมูล

ก.4. การพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ 5 ภาษา คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

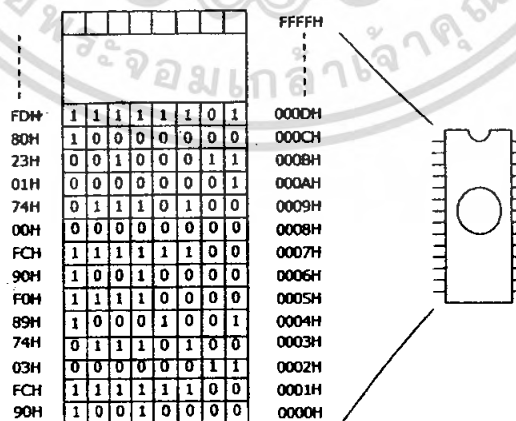
- ก.4.1 ภาษาซี (C Language)
- ก.4.2 ภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language)
- ก.4.3 ภาษาปาสคาล (Pascal)
- ก.4.4 ภาษาเบสิก (Basic)
- ก.4.5 ภาษา PL/M51 (พัฒนาโดย Intel)

ไม่ว่าจะพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาใดก็ตามจำเป็นต้องแปลภาษานั้นๆ ให้เป็นรหัสเครื่อง (Machine Code) หรือรหัสดำเนินการ (Op Code) ซึ่งอยู่ในรูปเลขฐานสอง ในการแปลโปรแกรมภาษาระดับสูงเป็นรหัสเครื่องจะใช้ตัวแปลโปรแกรมที่เรียกว่า คอมไพเลอร์ (Compiler) สำหรับภาษาแอสเซมบลี (Assembly) จะใช้ตัวแปลโปรแกรมที่เรียกว่า แอสเซมเบลอร์ (Assembler) ภาษาเครื่องที่ได้รับการแปลแล้วสามารถเขียนลงในหน่วยความจำ โปรแกรม

```

CSEG AT 0000H
0000 90FC03      MOV     DPTR,#0FC03H
0003 7489       MOV     A,#89H
0005 F0        MOVX   @DPTR,A
0006 90FC00      MOV     DPTR,#0FC00H
0009 7401       MOV     A,#01H
000B 23        LOOP:  RL  A
000C 80FD       JMP     LOOP
                                END
    
```

รูปที่ ก.6 แสดงตัวอย่างโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี



รูปที่ ก.7 แสดงแบบจำลองของข้อมูลที่ถูกบรรจุลงหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

Datasheet IC Max3088



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10-1136 Rev 3; 12/97

MAXIM

Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX3080-MAX3089

General Description

The MAX3080-MAX3089 high-speed transceivers for RS-485/RS-422 communication contain one driver and one receiver. These devices feature fail-safe circuitry, which guarantees a logic-high receiver output when the receiver inputs are open or shorted. This means that the receiver output will be a logic high if all transmitters on a terminated bus are disabled (high impedance). The MAX3080/MAX3081/MAX3082 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, allowing error-free data transmission up to 115kbps. The MAX3083/MAX3084/MAX3085 offer higher driver output slew-rate limits, allowing transmit speeds up to 500kbps. The MAX3086/MAX3087/MAX3088's driver slew rates are not limited, making transmit speeds up to 10Mbps possible. The MAX3089's slew rate is selectable between 115kbps, 500kbps, and 10Mbps by driving a selector pin with a single three-state driver.

These transceivers typically draw 375µA of supply current when unloaded, or when fully loaded with the drivers disabled.

All devices have a 1/6-unit-load receiver input impedance that allows up to 256 transceivers on the bus. The MAX3082/MAX3085/MAX3088 are intended for half-duplex communications, while the MAX3080/MAX3081/MAX3083/MAX3084/MAX3085/MAX3087 are intended for full-duplex communications. The MAX3089 is selectable between half-duplex and full-duplex operation. It also features independently programmable receiver and transmitter output phase via separate pins.

Features

- ♦ True Fail-Safe Receiver While Maintaining EIA/TIA-485 Compatibility
- ♦ Enhanced Slew-Rate Limiting Facilitates Error-Free Data Transmission (MAX3080-MAX3085/MAX3089)
- ♦ 1nA Low-Current Shutdown Mode (except MAX3081/MAX3084/MAX3087)
- ♦ Pin-Selectable Full/Half-Duplex Operation (MAX3089)
- ♦ Phase Controls to Correct for Twisted-Pair Reversal (MAX3089)
- ♦ Allow Up to 256 Transceivers on the Bus

Applications

- RS-422/RS-485 Communications
- Level Translators
- Transceivers for EMI-Sensitive Applications
- Industrial-Control Local Area Networks

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX3080CIPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP*
MAX3080CSD	0°C to +70°C	14 SO
MAX3080LIPD	40°C to +85°C	14 Plastic DIP*
MAX3080LSD	40°C to +85°C	14 SO

Ordering information continued on last page.

Selection Table

Part	Half/Full Duplex	Data Rate (Mbps)	Slew Rate Limited	Low-Power Shutdown	Receiver/Driver Enable	Quiescent Current (µA)	Transceivers On Bus	Pin Count	Industry-Standard Pinout
MAX3080	Full	0.115	Yes	Yes	Yes	375	256	14	75180
MAX3081	Full	0.115	Yes	No	No	375	256	8	75179
MAX3082	Half	0.115	Yes	Yes	Yes	375	256	8	75176
MAX3083	Full	0.5	Yes	Yes	Yes	375	256	14	75180
MAX3084	Full	0.5	Yes	No	No	375	256	8	75179
MAX3085	Half	0.5	Yes	Yes	Yes	375	256	8	75176
MAX3086	Full	10	No	Yes	Yes	375	256	14	75180
MAX3087	Full	10	No	No	No	375	256	8	75179
MAX3088	Half	10	No	Yes	Yes	375	256	8	75176
MAX3089	Selectable	Selectable	Selectable	Yes	Yes	375	256	14	75180*

*Pin-compatible with 75180, with additional features implemented using pins 1, 6, 8, and 13.

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For free samples & the latest literature: <http://www.maxim-ic.com>, or phone 1-800-998-8800.
For small orders, phone 1-800-835-8769.

รูปที่ ข.1 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX3080-MAX3089

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (VCC).....	+17V	Continuous Power Dissipation	
Control Input Voltage (RE, DL).....	0.3V to (VCC + 0.3V)	0 Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW
Special Input Voltage (I/F, SRL, IXP, RXP).....	0.3V to (VCC + 0.3V)	0 Pin SO (derate 5.08mW/°C above +70°C).....	471mW
Driver Input Voltage (DI).....	0.3V to (VCC + 0.3V)	14 Pin Plastic DIP (derate 10.0mW/°C above +70°C).....	800mW
Driver Output Voltage (A, B, Y, Z).....	±13V	14 Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C).....	667mW
Receiver Input Voltage (A, B).....	±13V	Operating Temperature Ranges	
Receiver Input Voltage, Full Duplex (A, B).....	±25V	MAX308_C.....	0°C to +70°C
Receiver Output Voltage (RO).....	0.3V to (VCC + 0.3V)	MAX308_L.....	40°C to +85°C
		Storage Temperature Range.....	65°C to +150°C
		Lead Temperature (soldering, 10Sec).....	+300°C

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

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(VCC = +5V ±5%, IA = IAMB to IMAx, unless otherwise noted. Typical values are at VCC = +5V and TA = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
DRIVER							
Differential Driver Output (no load)	VOD1	Figure 5			5	V	
Differential Drive Output	VOD2	Figure 5, R = 50Ω (RS 422) Figure 5, R = 27Ω (RS 485)	2.0			V	
Change in Magnitude of Differential Output Voltage (Note 2)	ΔVOD	Figure 5, R = 50Ω or R = 27Ω			0.2	V	
Driver Common Mode Output Voltage	VOC	Figure 5, R = 50Ω or R = 27Ω			3	V	
Change in Magnitude of Common Mode Voltage (Note 2)	ΔVOC	Figure 5, R = 50Ω or R = 27Ω			0.2	V	
Input High Voltage	VHI1	DL, DI, RE, I/F, IXP, RXP	2.0			V	
Input Low Voltage	VLI1	DL, DI, RE, I/F, IXP, RXP			0.8	V	
DI Input Hysteresis	VHYS	MAX3080, MAX3085, and MAX3089 with SRL = VCC or uncommitted		100		mV	
SRL Input Current	IIN1	DL, DI, RE			±2	μA	
		I/F, IXP, RXP, internal pull-down			10	μA	
Input High Voltage	VHI2	SRL	VCC - 0.8			V	
Input Middle Voltage	VMI2	SRL (Note 3)		0.4VCC	0.6VCC	V	
Input Low Voltage	VLI2	SRL			0.8	V	
SRL Input Current	IIN3	SRL = VCC			75	μA	
		SRL = GND (Note 3)			75	μA	
Input Current (A and B) Full Duplex	IIN4	DL = GND, VCC = GND or 5.25V	VIN = 12V			125	μA
			VIN = 7V			75	μA
Output Leakage (Y and Z) Full Duplex	IO	DL = GND, VCC = GND or 5.25V	VIN = 12V			125	μA
			VIN = 7V			100	μA
Driver Short Circuit Output Current (Note 4)	VOD1	7V ≤ VOUT ≤ VCC				250	mA
		0V ≤ VOUT ≤ 12V				250	mA
		0V ≤ VOUT ≤ VCC				±25	mA

2

MAXIM

รูปที่ ข.2 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +5V ±5%, I_A = I_{MIN} to I_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +5V and I_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
RECEIVER						
Receiver Differential Threshold Voltage	V _{TH}	7V ≤ V _{CM} ≤ 12V	200	125	50	mV
Receiver Input Hysteresis	ΔV _{TH}			25		mV
Receiver Output High Voltage	V _{OH}	I _O = 4mA, V _{ID} = 50mV	V _{CC} - 1.5			V
Receiver Output Low Voltage	V _{OL}	I _O = 4mA, V _{ID} = 200mV			0.4	V
Three-State Output Current at Receiver	I _{OZR}	0.4V ≤ V _O ≤ 2.4V			±1	μA
Receiver Input Resistance	R _{IN}	7V ≤ V _{CM} ≤ 12V	96			kΩ
Receiver Output Short-Circuit Current	I _{OSR}	0V ≤ V _{RO} ≤ V _{CC}	±7		±95	mA
SUPPLY CURRENT						
Supply Current	I _{CC}	No load, RE - DI - GND or V _{CC} , SRL - V _{CC}	DL - V _{CC}	430	900	μA
			DL - GND	375	600	
		No load, RE - DI - GND or V _{CC} , SRL - GND	DL - V _{CC}	475	1000	μA
			DL - GND	420	800	
Supply Current in Shutdown Mode	I _{SDN}	DL - GND, V _{RE} = V _{CC}	0.001	10		μA

Note 1: All currents into the device are positive; all currents out of the device are negative. All voltages are referred to device ground unless otherwise noted.

Note 2: ΔV_{OH} and ΔV_{OL} are the changes in V_{OH} and V_{OL}, respectively, when the DI input changes state.

Note 3: The SRL pins are internally biased to V_{CC} / 2 by a 100kΩ/100kΩ resistor divider. It is guaranteed to be V_{CC} / 2 if left unconnected.

Note 4: Maximum current level applies to peak current just prior to foldback current limiting; minimum current level applies during current limiting.

MAX3080-MAX3089

MAXIM

3

รูปที่ ๓.3 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX3080-MAX3089

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX3080—MAX3082, and MAX3089 with SRL = Unconnected

(VCC = +5V ±5%, I_A = I_{MIN} to I_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at VCC = +5V and I_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	tDPLH	Figures 7 and 9, R _{DRT} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	500	2030	2600	ns
	tDPHL		500	2030	2600	
Driver Output Skew (tDPLH - tDPHL)	tDSKW	Figures 7 and 9, R _{DRT} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		3	±200	ns
Driver Rise or Fall Time	tDR, tDF	Figures 7 and 9, R _{DRT} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	667	1320	2500	ns
Maximum Data Rate	f _{MAX}		115			kbps
Driver Enable to Output High	tDZH	Figures 8 and 10, C _L = 100pF, S2 closed			3500	ns
Driver Enable to Output Low	tDZL	Figures 8 and 10, C _L = 100pF, S1 closed			3500	ns
Driver Disable Time from Low	tDLZ	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S1 closed			100	ns
Driver Disable Time from High	tDHZ	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S2 closed			100	ns
Receiver Input to Output	tRPLH, tRPHL	Figures 11 and 13, V _{IO} ≥ 2.0V, rise and fall time of V _{IO} ≤ 15ns		127	200	ns
tRPLH - tRPHL - Differential Receiver Skew	tRS4D	Figures 11 and 13, V _{IO} ≥ 2.0V, rise and fall time of V _{IO} ≤ 15ns		3	±30	ns
Receiver Enable to Output Low	tRZL	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	tRZH	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S2 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	tRLZ	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	tRHZ	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S2 closed		20	50	ns
Time to Shutdown	tSDN	(Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	tDZH(SHDN)	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S2 closed			6000	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	tDZL(SHDN)	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S1 closed			6000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	tRZH(SHDN)	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S2 closed			3500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	tRZL(SHDN)	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S1 closed			3500	ns

4

MAXIM

รูปที่ ข.4 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX3083–MAX3085, and MAX3089 with SRL = VCC
(VCC = +5V ± 5%, I_A = I_{MIN} to I_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at VCC = +5V and I_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t _{DPLH}	Figures 7 and 9, R _{DRIVE} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250	720	1000	ns
	t _{DPHL}		250	720	1000	
Driver Output Skew (t _{DPLH} - t _{DPHL})	t _{DS ΔCW}	Figures 7 and 9, R _{DRIVE} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		3	±100	ns
Driver Rise or Fall Time	t _{DR} , t _{DF}	Figures 7 and 9, R _{DRIVE} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	200	530	750	ns
Maximum Data Rate	f _{MAX}		500			kbps
Driver Enable to Output High	t _{DZH}	Figures 8 and 10, C _L = 100pF, S2 closed			2500	ns
Driver Enable to Output Low	t _{DZL}	Figures 8 and 10, C _L = 100pF, S1 closed			2500	ns
Driver Disable Time from Low	t _{DZL}	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S1 closed			100	ns
Driver Disable Time from High	t _{DZH}	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S2 closed			100	ns
Receiver Input to Output	t _{RPLH} , t _{RPHL}	Figures 11 and 13; V _{IO} ≥ 2.0V; rise and fall time of V _{IO} ≤ 15ns		127	200	ns
t _{RPLH} - t _{RPHL} : Differential Receiver Skew	t _{RS ΔD}	Figures 11 and 13; V _{IO} ≥ 2.0V; rise and fall time of V _{IO} ≤ 15ns		3	±30	ns
Receiver Enable to Output Low	t _{RZL}	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	t _{RZH}	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S2 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	t _{RZL}	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t _{RZH}	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S2 closed		20	50	ns
Time to Shutdown	t _{SHDN}	(Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	t _{DZH(SHDN)}	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S2 closed			4500	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	t _{DZL(SHDN)}	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S1 closed			4500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	t _{RZH(SHDN)}	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S2 closed			3500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	t _{RZL(SHDN)}	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S1 closed			3500	ns

MAX3080–MAX3089
MAXIM
5

รูปที่ ข.5 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX3080-MAX3089
SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX3086–MAX3088, and MAX3089 with SRL = GND
 (V_{CC} = +5V ±5%, I_A = I_{MIN} to I_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +5V and I_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	↑DPLH	Figures 7 and 9, R _{DIRT} = 50Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		34	60	ns
	↓DPHL			34	60	
Driver Output Skew (↓DPLH - ↓DPHL)	↑DS4CW	Figures 7 and 9, R _{DIRT} = 50Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		2.5	±10	ns
Driver Rise or Fall Time	↑DR, ↓DF	Figures 7 and 9, R _{DIRT} = 50Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		14	25	ns
Maximum Data Rate	I _{MAX}		10			Mbps
Driver Enable to Output High	↑DZH	Figures 8 and 10, C _L = 100pF, S ₂ closed			150	ns
Driver Enable to Output Low	↓DZL	Figures 8 and 10, C _L = 100pF, S ₁ closed			150	ns
Driver Disable Time from Low	↑DLZ	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S ₁ closed			100	ns
Driver Disable Time from High	↓DHZ	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S ₂ closed			100	ns
Receiver Input to Output	↑RPLH, ↓RPHL	Figures 11 and 13; V _{IP} ≥ 2.0V; rise and fall time of V _{IP} ≤ 15ns		106	150	ns
↑RPLH - ↓RPHL: Differential Receiver Skew	↑RS4D	Figures 11 and 13; V _{IP} ≥ 2.0V; rise and fall time of V _{IP} ≤ 15ns		0	±10	ns
Receiver Enable to Output Low	↑RZL	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S ₁ closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	↑RZH	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S ₂ closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	↑RLZ	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S ₁ closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	↑RHZ	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S ₂ closed		20	50	ns
Time to Shutdown	↑SHDN	(Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	↑DZH(SHDN)	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S ₂ closed			250	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	↓DZL(SHDN)	Figures 8 and 10, C _L = 15pF, S ₁ closed			250	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	↑RZH(SHDN)	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S ₂ closed			3500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	↑RZL(SHDN)	Figures 6 and 12, C _L = 100pF, S ₁ closed			3500	ns

Note 5: The device is put into shutdown by bringing RE high and DL low. If the enable inputs are in this state for less than 50ns, the device is guaranteed not to enter shutdown. If the enable inputs are in this state for at least 600ns, the device is guaranteed to have entered shutdown.

รูปที่ ข.6 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

Datasheet IC Max232



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-4320; Rev 11; 2/03

MAXIM

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

MAX220-MAX249

General Description

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

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

Features

Superior to Bipolar

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

Applications

- Portable Computers
- Low-Power Modems
- Interface Translation
- Battery-Powered RS-232 Systems
- Multidrop RS-232 Networks

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220CAD	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220ME	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering information continued at end of data sheet.
*Contact factory for dice specifications.

Selection Table

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

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

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

รูปที่ ก.1 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX220-MAX249

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

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

Supply Voltage (V _{CC})	-0.3V to 16V	20-Pin Plastic DIP (derate 8.00mW/°C above 170°C)	440mW
Input Voltages		16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above 170°C)	696mW
V _{IN} (Except MAX220)	-0.3V to (V _{CC} - 0.3V)	16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above 170°C)	762mW
R _{IN} (MAX220)	±30V	18-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above 170°C)	762mW
R _{IN} (MAX220)	±25V	20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above 170°C)	800mW
T _{OUT} (Except MAX220) (Note 1)	±15V	20-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above 170°C)	640mW
T _{OUT} (MAX220)	±13.2V	16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above 170°C)	800mW
Output Voltages		18-Pin CERDIP (derate 10.53mW/°C above 170°C)	842mW
T _{OUT}	±15V	Operating Temperature Ranges	
R _{OUT}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	MAX2_ _AC_ _ MAX2_ _C_	0°C to 170°C
Driver/Receiver Output Short-Circuited to GND	Continuous	MAX2_ _AE_ _ MAX2_ _E_	-40°C to 185°C
Continuous Power Dissipation (T _A = 170°C)		MAX2_ _AM_ _ MAX2_ _M_	-55°C to 125°C
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above 170°C)	842mW	Storage Temperature Range	-65°C to 150°C
16-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above 170°C)	899mW	Lead Temperature (soldering, 10s)	300°C

Note 1: Input voltage measured with T_{OUT} in high-impedance state, SHDN or V_{CC} = 0V.
Note 2: For the MAX220, V_I and V₋ can have a maximum magnitude of 7V, but their absolute difference cannot exceed 13V.
 Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

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

(V_{CC} = 15V ±10%, C1-C4 = 0.1μF, MAX220, C1 = 0.047μF, C2-C4 = 0.33μF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS						
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND		±5	±8		V
Input Logic Threshold Low				1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High	All devices except MAX220 MAX220: V _{CC} = 5.0V		2	1.4		V
Logic Pull-Up/Input Current	All except MAX220, normal operation SHDN = 0V, MAX222/242, shutdown, MAX220			5	40	μA
Output Leakage Current	V _{CC} = 5.5V, SHDN = 0V, V _{OUT} = ±15V, MAX222/242 V _{CC} = SHDN = 0V, V _{OUT} = ±15V		±0.01		±19	μA
Data Rate			200	116		kbps
Transmitter Output Resistance	V _{CC} = V _I = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ±2V		300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V _{OUT} = 0V		±7	±22		mA
RS-232 RECEIVERS						
RS-232 Input Voltage Operating Range					±30	V
RS-232 Input Threshold Low	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R _{2IN} MAX243 R _{2IN} (Note 2)	0.8	1.3		V
RS-232 Input Threshold High	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R _{2IN} MAX243 R _{2IN} (Note 2)		1.8	2.4	V
RS-232 Input Hysteresis	All except MAX243, V _{CC} = 5V, no hysteresis in shdn. MAX243		0.2	0.5	1	V
RS-232 Input Resistance			3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I _{OUT} = -3.2mA			0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I _{OUT} = -1.0mA		3.5	V _{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V _{OUT} = GND Sinking V _{OUT} = V _{CC}		-2	-10		mA

2

MAXIM

รูปที่ ก.2 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

MAX220-MAX249

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243 (continued)
 (V_{CC} = 1.5V ±10%, C1-C4 = 0.1µF, MAX220, C1 = 0.047µF, C2-C4 = 0.33µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
TTL/CMOS Output Leakage Current	S _{HDN} = V _{CC} or EN = V _{CC} (S _{HDN} = 0V for MAX222), 0V ≤ V _{OUT} ≤ V _{CC}			±0.05	±10	µA
EN Input Threshold Low	MAX242			1.4	0.8	V
EN Input Threshold High	MAX242		2.0	1.4		V
Operating Supply Voltage			4.5		5.5	V
V _{CC} Supply Current (S _{HDN} = V _{CC}), Figures 5, 6, 11, 19	No load	MAX220		0.5	2	mA
		MAX222/232A/233A/242/243		4	10	
	3kΩ load both inputs	MAX220		12		
Shutdown Supply Current	MAX222/242	T _A = 125°C		0.1	10	µA
		T _A = 0°C to 170°C		2	50	
		T _A = -40°C to 185°C		2	50	
		T _A = -55°C to 125°C		35	100	
S _{HDN} Input Leakage Current	MAX222/242				±1	µA
S _{HDN} Threshold Low	MAX222/242			1.4	0.8	V
S _{HDN} Threshold High	MAX222/242		2.0	1.4		V
Transition Slew Rate	C _L = 50pF to 2500pF, R _L = 3kΩ to 7kΩ, V _{CC} = 5V, T _A = 125°C, measured from 13V to -3V or -3V to 13V	MAX222/232A/233A/242/243	6	12	30	V/µs
		MAX220	1.5	3	30	
Transmitter Propagation Delay T _L to RS-232 (Normal Operation), Figure 1	t _{PHLT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.3	3.5	µs
		MAX220		4	10	
Receiver Propagation Delay RS-232 to T _L (Normal Operation), Figure 2	t _{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.5	3.5	µs
		MAX220		5	10	
Receiver Propagation Delay RS-232 to T _L (Shutdown), Figure 2	t _{PHH}	MAX222/232A/233A/242/243		0.5	1	µs
		MAX220		0.6	3	
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t _{PLHS}	MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	µs
		MAX220		0.6	3	
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t _{PLHS}	MAX222/232A/233A/242/243		0.5	10	µs
		MAX242		2.5	10	
Transmitter-Output Enable Time (S _{HDN} Goes High), Figure 4	t _{EN}	MAX242		125	500	ns
Transmitter-Output Disable Time (S _{HDN} Goes Low), Figure 4	t _{DN}	MAX242		160	500	ns
Transmitter-Output Enable Time (S _{HDN} Goes High), Figure 4	t _{ET}	MAX222/242, 0.1µF caps (includes charge-pump start-up)		250		µs
Transmitter-Output Disable Time (S _{HDN} Goes Low), Figure 4	t _{DT}	MAX222/242, 0.1µF caps		600		ns
Transmitter t ₁ to - Propagation Delay Difference (Normal Operation)	t _{PHLT} - t _{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		300		ns
		MAX220		2000		
Receiver t ₁ to - Propagation Delay Difference (Normal Operation)	t _{PHH} - t _{PLH}	MAX222/232A/233A/242/243		100		ns
		MAX220		225		

Note 3: MAX243 R_{2OUT} is guaranteed to be low when R_{2IN} is ≥ 0V or is floating.

MAXIM

3

รูปที่ ก.3 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX223/MAX230—MAX241

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

MAX220-MAX249

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX223/MAX230—MAX241

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

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

MAXIM

5

รูปที่ ก.4 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

MAX220-MAX249

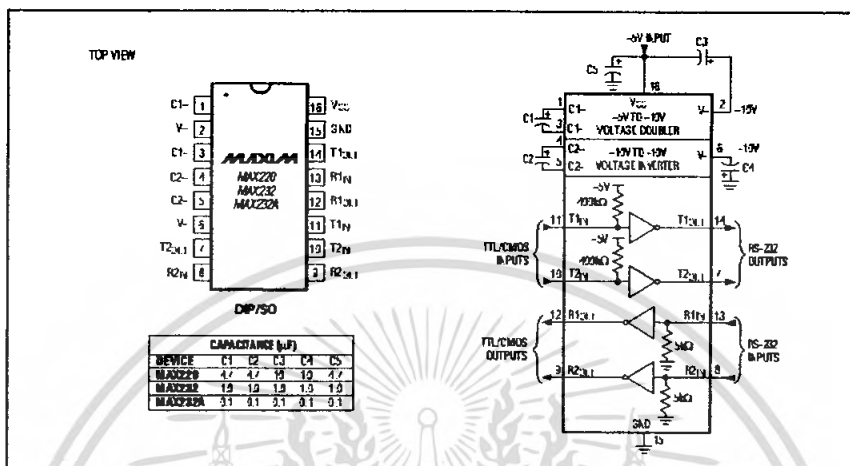


Figure 5. MAX220/MAX232/MAX232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

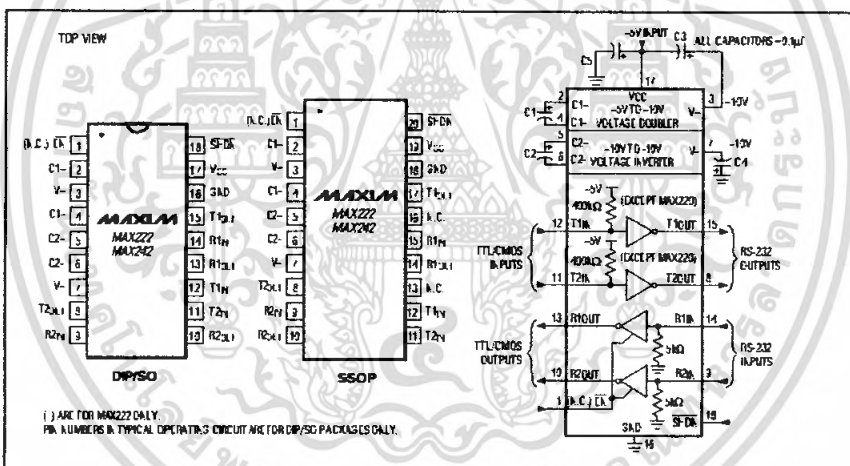


Figure 6. MAX222/MAX242 Pin Configurations and Typical Operating Circuit

MAXIM

17

รูปที่ ก.5 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

MAX220-MAX249

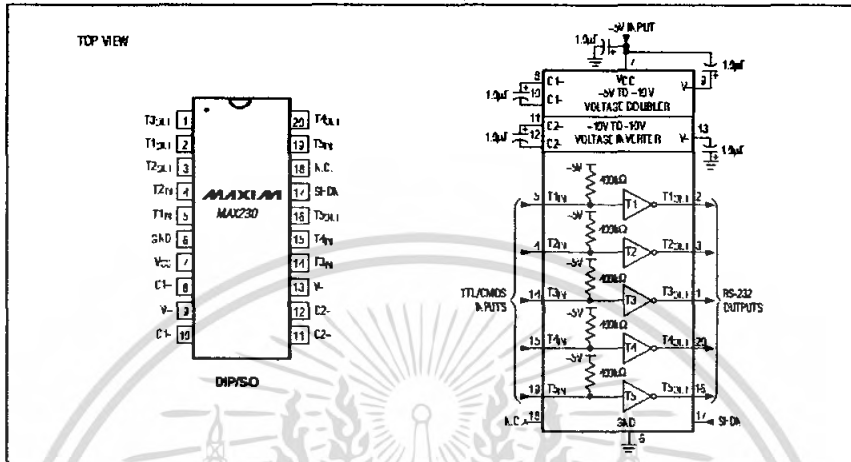


Figure 9. MAX230 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

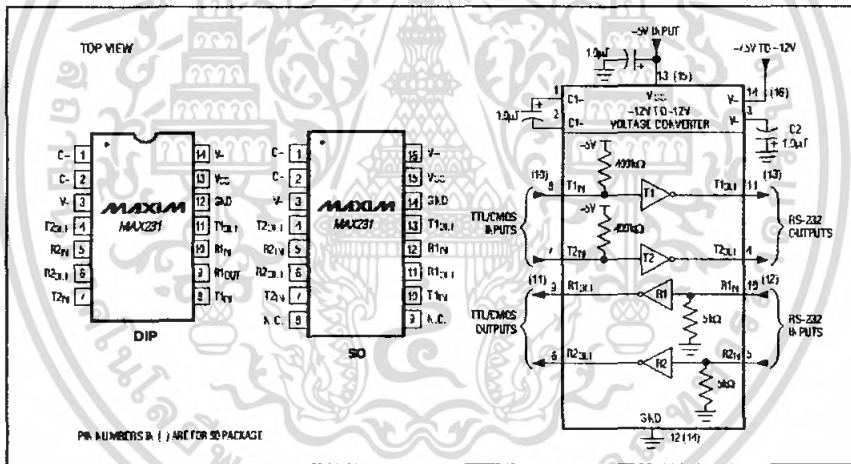


Figure 10. MAX231 Pin Configurations and Typical Operating Circuit

20

MAXIM

รูปที่ ก.6 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

MAX220-MAX249

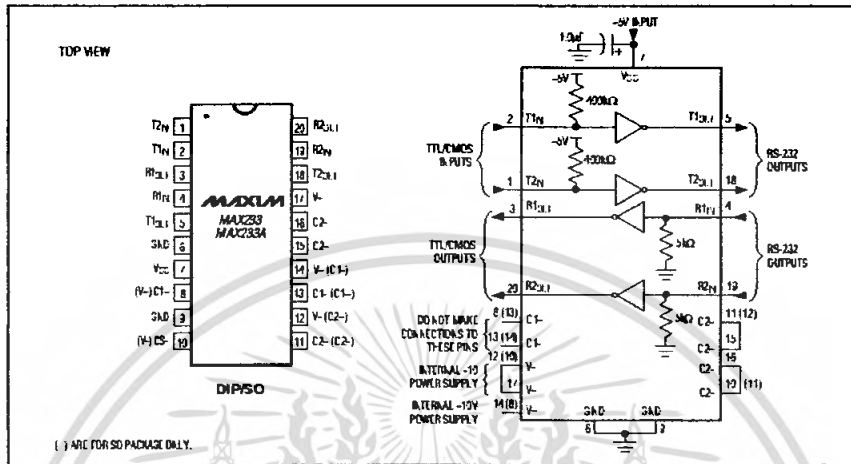


Figure 11. MAX233/MAX233A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

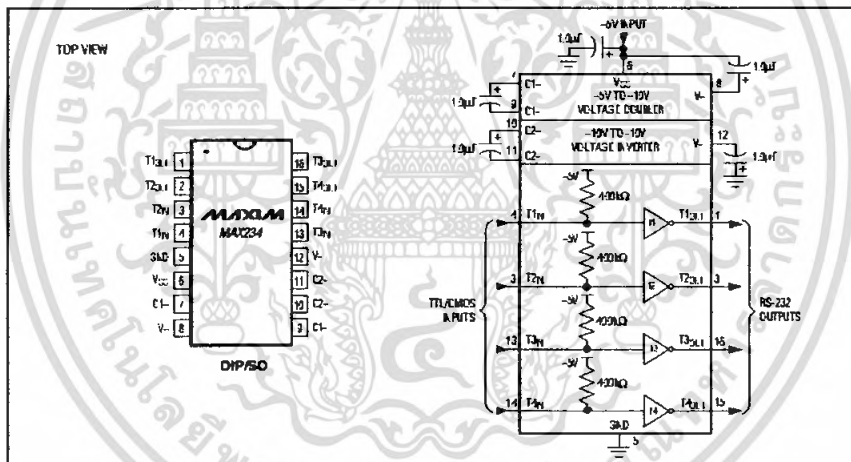


Figure 12. MAX234 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

MAXIM

21

รูปที่ ก.7 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

MAX2220-MAX249

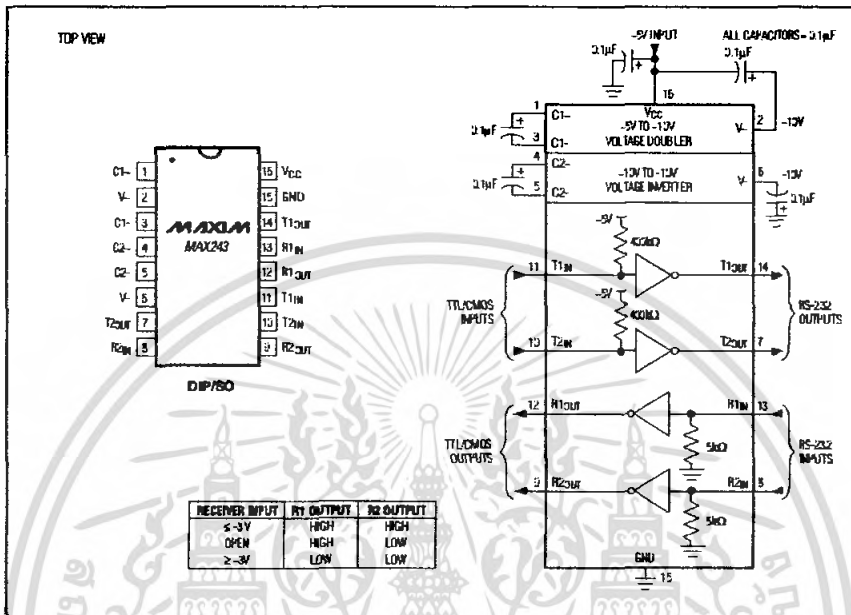


Figure 19. MAX243 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

รูปที่ ค.8 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

Datasheet IC MC 14052B



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14051B, MC14052B, MC14053B

Analog Multiplexers/Demultiplexers

The MC14051B, MC14052B, and MC14053B analog multiplexers are digitally-controlled analog switches. The MC14051B effectively implements an SP8T solid state switch, the MC14052B a DP4T, and the MC14053B a Triple SPDT. All three devices feature low ON impedance and very low OFF leakage current. Control of analog signals up to the complete supply voltage range can be achieved.

Features

- Triple Diode Protection on Control Inputs
- Switch Function is Break Before Make
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Analog Voltage Range ($V_{DD} - V_{EE}$) = 3.0 to 18 V
Note: V_{EE} must be $\leq V_{SS}$
- Linearized Transfer Characteristics
- Low-noise - 12 nV/Cycle, $f \leq 1.0$ kHz Typical
- Pin-for-Pin Replacement for CD4051, CD4052, and CD4053
- For 4PDT Switch, See MC14551B
- For Lower R_{ON} , Use the HC4051, HC4052, or HC4053 High-Speed CMOS Devices
- Pb-Free Packages are Available*

MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to V_{SS})

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD}	DC Supply Voltage Range (Referenced to V_{EE} , $V_{SS} \geq V_{EE}$)	-0.5 to +18.0	V
V_{in} , V_{out}	Input or Output Voltage Range (DC or Transient) (Referenced to V_{SS} for Control Inputs and V_{EE} for Switch I/O)	-0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
I_{in}	Input Current (DC or Transient) per Control Pin	+10	mA
I_{SW}	Switch Through Current	± 25	mA
P_D	Power Dissipation per Package (Note 1)	500	mW
T_A	Ambient Temperature Range	-55 to +125	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150	°C
T_l	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

1. Temperature Derating: Plastic "P" and DDMV Packages - 7.0 mW/°C From 85°C to 125°C.

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range $V_{SS} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} , V_{EE} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.



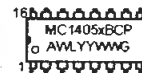
ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>

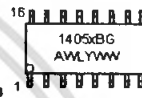
MARKING DIAGRAMS



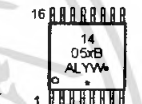
PDIP-16
P SUFFIX
CASE 648



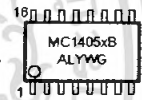
SOIC-16
D SUFFIX
CASE 751B



TSSOP-16
DT SUFFIX
CASE 948F



SOEIAJ-16
F SUFFIX
CASE 966



x = 1, 2, or 3
A = Assembly Location
WL, L = Wafer Lot
Y = Year
WW, W = Work Week
G or = = Pb-Free Package
(Note: Microdot may be in either location)

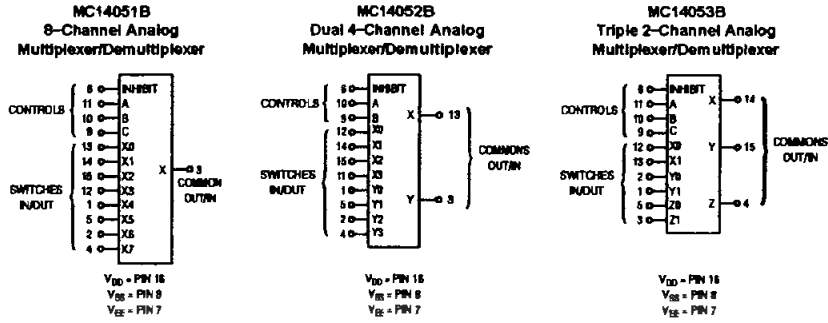
ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 9 of this data sheet.

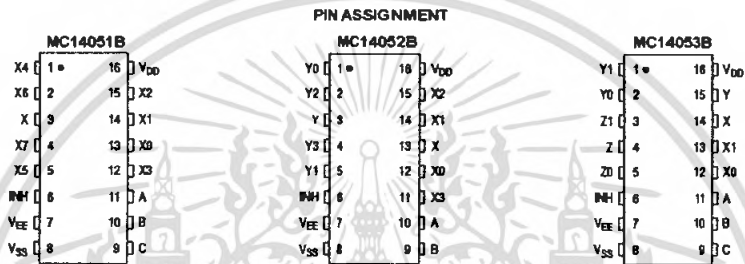
รูปที่ ง.1 แสดง Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14051B, MC14052B, MC14053B



Note: Control inputs referenced to V_{SS} . Analog Inputs and Outputs reference to V_{EE} . V_{EE} must be $\leq V_{SS}$.



<http://fonsemi.com>

รูปที่ ง.2 แสดง Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14051B, MC14052B, MC14053B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	V _{DD}	Test Conditions	-55°C		25°C			125°C		Unit
				Min	Max	Min	Typ (Note 2)	Max	Min	Max	
SUPPLY REQUIREMENTS (Voltages Referenced to V_{EE})											
Power Supply Voltage Range	V _{DD}	-	V _{DD} - 3.0 ≥ V _{SS} ≥ V _{EE}	3.0	18	3.0	-	18	3.0	18	V
Quiescent Current Per Package	I _{DD}	5.0	Control Inputs: V _{in} = V _{SS} or V _{DD} . Switch IO: V _{EE} ≤ V _{IO} ≤ V _{DD} , and ΔV _{switch} ≤ 500 mV (Note 3)	-	5.0	-	0.005	5.0	-	150	μA
		10		-	10	-	0.010	10	-	300	
		15		-	20	-	0.015	20	-	600	
Total Supply Current (Dynamic Plus Quiescent, Per Package)	I _{DD(V)}	5.0	T _A = 25°C only (The channel component, (V _{in} - V _{DD})/R _{on} , is not included.)	Typical		(0.07 μA/KHz) f + I _{DD}		(0.20 μA/KHz) f + I _{DD}		(0.36 μA/KHz) f + I _{DD}	μA
CONTROL INPUTS — INHIBIT, A, B, C (Voltages Referenced to V_{SS})											
Low-Level Input Voltage	V _{IL}	5.0	R _{on} = per spec, I _{off} = per spec	-	1.5	-	2.25	1.5	-	1.5	V
		10		-	3.0	-	4.50	3.0	-	3.0	
		15		-	4.0	-	6.75	4.0	-	4.0	
High-Level Input Voltage	V _{IH}	5.0	R _{on} = per spec, I _{off} = per spec	3.5	-	3.5	2.75	-	3.5	-	V
		10		7.0	-	7.0	5.50	-	7.0	-	
		15		11	-	11	8.25	-	11	-	
Input Leakage Current	I _{in}	-	V _{in} = 0 or V _{DD}	-	± 0.1	-	± 0.00001	± 0.1	-	1.0	μA
Input Capacitance	C _{in}	-		-	-	-	5.0	7.5	-	-	pF
SWITCHES IN/OUT AND COMMONS OUT — X, Y, Z (Voltages Referenced to V_{EE})											
Recommended Peak-to-Peak Voltage Into or Out of the Switch	V _{IO}	-	Channel On or Off	0	V _{DD}	0	-	V _{DD}	0	V _{DD}	V _{PP}
Recommended Static or Dynamic Voltage Across the Switch (Note 3) (Figure 5)	ΔV _{switch}	-	Channel On	0	600	0	-	600	0	300	mV
Output Offset Voltage	V _{OO}	-	V _{in} = 0 V, No Load	-	-	-	10	-	-	-	μV
ON Resistance	R _{on}	5.0	ΔV _{switch} ≤ 500 mV (Note 3) V _{in} = V _{IL} or V _{IH} (Control), and V _{in} = 0 to V _{DD} (Switch)	-	800	-	250	1050	-	1200	Ω
		10		-	400	-	120	500	-	520	
		15		-	220	-	80	280	-	300	
ΔON Resistance Between Any Two Channels in the Same Package	ΔR _{on}	5.0		-	70	-	25	70	-	135	Ω
		10		-	50	-	10	50	-	95	
		15		-	45	-	10	45	-	65	
Off-Channel Leakage Current (Figure 10)	I _{off}	15	V _{in} = V _{IL} or V _{IH} (Control) Channel to Channel or Any One Channel	-	± 100	-	± 0.05	± 100	-	± 1000	nA
Capacitance, Switch IO	C _{IO}	-	Inhibit = V _{DD}	-	-	-	10	-	-	-	pF
Capacitance, Common OI	C _{OI}	-	Inhibit = V _{DD} (MC14051B) (MC14052B) (MC14053B)	-	-	-	60	-	-	-	pF
		-		-	-	32	-	-	-		
		-		-	-	17	-	-	-		
Capacitance, Feedthrough (Channel Off)	C _{FO}	-	Pins Not Adjacent	-	-	-	0.15	-	-	-	pF
		-		Pins Adjacent	-	-	-	0.47	-	-	

2. Data labeled "Typ" is not to be used for design purposes, but is intended as an indication of the IC's potential performance.
 3. For voltage drops across the switch (ΔV_{switch}) > 600 mV (> 300 mV at high temperature), excessive V_{DD} current may be drawn, i.e. the current out of the switch may contain both V_{DD} and switch input components. The reliability of the device will be unaffected unless the Maximum Ratings are exceeded. (See first page of this data sheet.)

รูปที่ 3 แสดง Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14051B, MC14052B, MC14053B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note 4) ($C_L = 50$ pF, $T_A = 25^\circ\text{C}$) ($V_{EE} \leq V_{SS}$ unless otherwise indicated)

Characteristic	Symbol	$V_{DD} - V_{EM}$ Vdc	Typ (Note 5) All Types	Max	Unit
Propagation Delay Times (Figure 6) Switch Input to Switch Output ($R_L = 10$ k Ω) MC14051 $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 \text{ ns/pF}) C_L + 26.5 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 \text{ ns/pF}) C_L + 11 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 \text{ ns/pF}) C_L + 9.0 \text{ ns}$ MC14052 $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 \text{ ns/pF}) C_L + 21.5 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 \text{ ns/pF}) C_L + 8.0 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 \text{ ns/pF}) C_L + 7.0 \text{ ns}$ MC14053 $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 \text{ ns/pF}) C_L + 16.5 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 \text{ ns/pF}) C_L + 4.0 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 \text{ ns/pF}) C_L + 3.0 \text{ ns}$	t_{PLH}, t_{PHL}	5.0 10 15	35 15 12	90 40 30	ns
Inhibit to Output ($R_L = 10$ k Ω , $V_{EE} = V_{SS}$) Output "1" or "0" to High Impedance, or High Impedance to "1" or "0" Level MC14051B	$t_{PHZ}, t_{PLZ},$ t_{PZH}, t_{PZZ}	5.0 10 15	350 170 140	700 340 280	ns
MC14052B		5.0 10 15	300 155 125	600 310 250	ns
MC14053B		5.0 10 15	275 140 110	550 280 220	ns
Control Input to Output ($R_L = 10$ k Ω , $V_{EE} = V_{SS}$) MC14051B	t_{PLH}, t_{PHL}	5.0 10 15	380 180 120	720 320 240	ns
MC14052B		5.0 10 15	325 130 90	650 260 180	ns
MC14053B		5.0 10 15	300 120 80	600 240 160	ns
Second Harmonic Distortion ($R_L = 10$ k Ω , $f = 1$ kHz) $V_{IN} = 5$ V _{PP}	-	10	0.07	-	%
Bandwidth (Figure 7) ($R_L = 1$ k Ω , $V_{IN} = 1/2 (V_{DD} - V_{EE})$ P-P, $C_L = 50$ pF $20 \text{ Log } (V_{out}/V_{in}) = -3$ dB)	BW	10	17	-	MHz
Off Channel Feedthrough Attenuation (Figure 7) $R_L = 1$ k Ω , $V_{IN} = 1/2 (V_{DD} - V_{EE})$ P-P $f_{in} = 4.5$ MHz — MC14051B $f_{in} = 30$ MHz — MC14052B $f_{in} = 55$ MHz — MC14053B	-	10	- 50	-	dB
Channel Separation (Figure 8) ($R_L = 1$ k Ω , $V_{IN} = 1/2 (V_{DD} - V_{EE})$ P-P, $f_{in} = 3.0$ MHz)	-	10	- 50	-	dB
Crosstalk, Control Input to Common OM (Figure 9) ($R_1 = 1$ k Ω , $R_L = 10$ k Ω Control $t_{TH} = t_{TM} = 20$ ns, Inhibit = V_{SS})	-	10	75	-	mV

4. The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C .

5. Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

<http://onsemi.com>

4

รูปที่ 3.4 แสดง Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำมาใช้

MC14051B, MC14052B, MC14053B

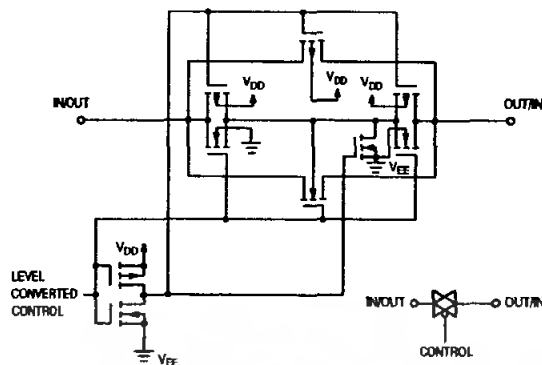


Figure 1. Switch Circuit Schematic

TRUTH TABLE

Control Inputs		ON Switches								
Inhibit	Select			MC14051B		MC14052B		MC14053B		
	C*	B	A	X0	X1	Y0	X0	Z0	Y0	X0
0	0	0	0	X0		Y0	X0	Z0	Y0	X0
0	0	0	1	X1		Y1	X1	Z0	Y0	X1
0	0	1	0	X2		Y2	X2	Z0	Y1	X0
0	0	1	1	X3		Y3	X3	Z0	Y1	X1
0	1	0	0	X4				Z1	Y0	X0
0	1	0	1	X5				Z1	Y0	X1
0	1	1	0	X6				Z1	Y1	X0
0	1	1	1	X7				Z1	Y1	X1
1	x	x	x	None		None		None		

*Not applicable for MC14052
x = Don't Care

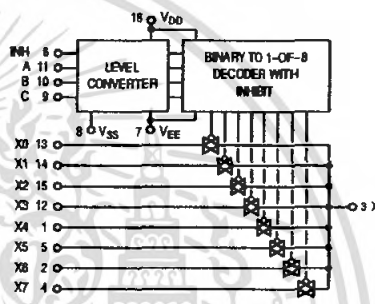


Figure 2. MC14051B Functional Diagram

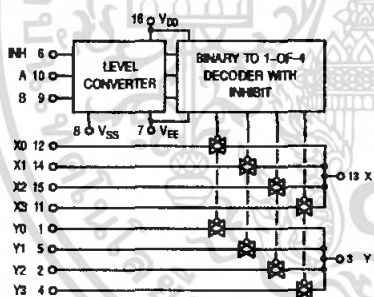


Figure 3. MC14052B Functional Diagram

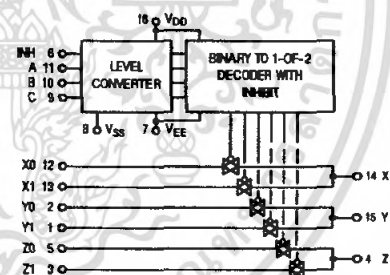


Figure 4. MC14053B Functional Diagram

รูปที่ ๓.5 แสดง Datasheet IC MC 14052B

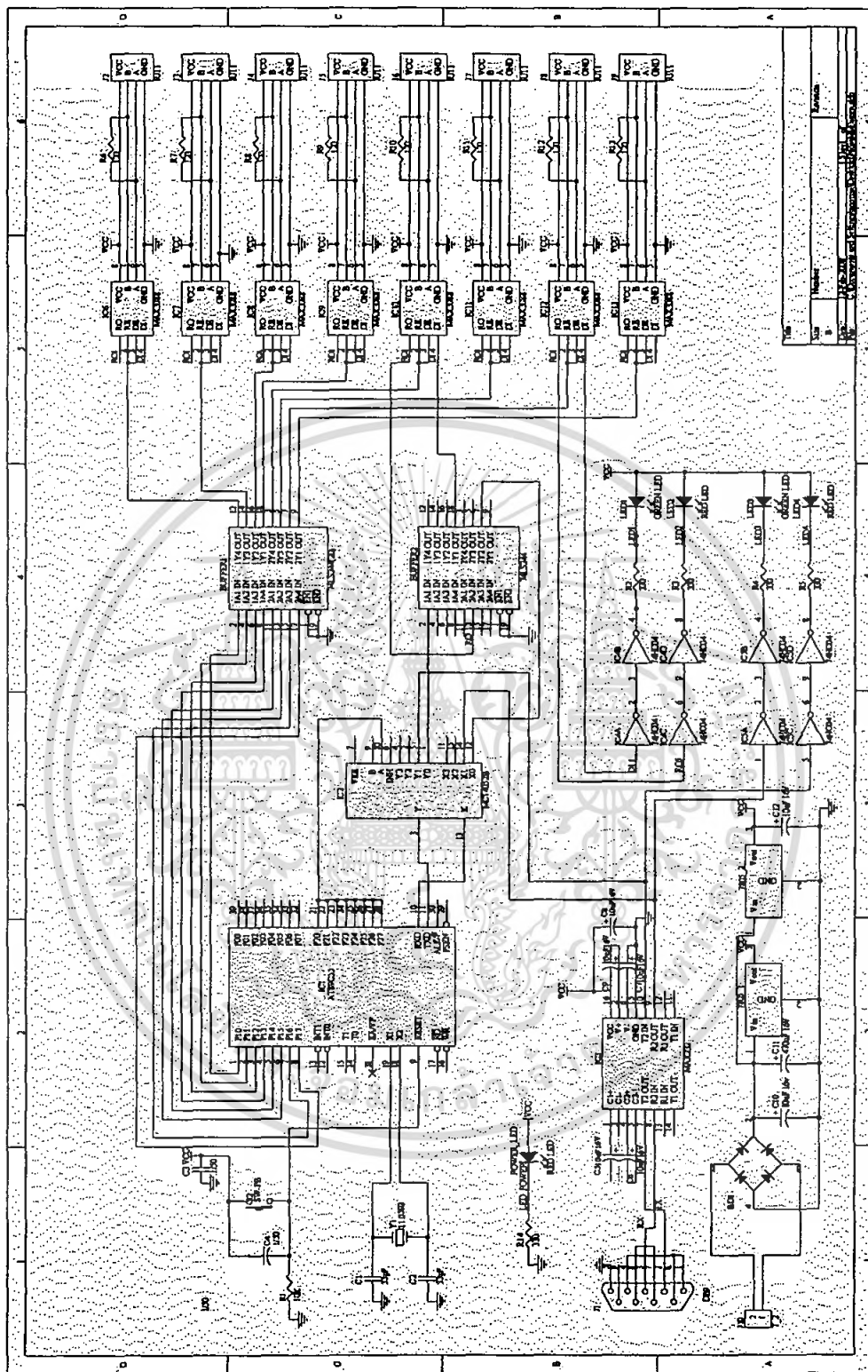
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

Hardware ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

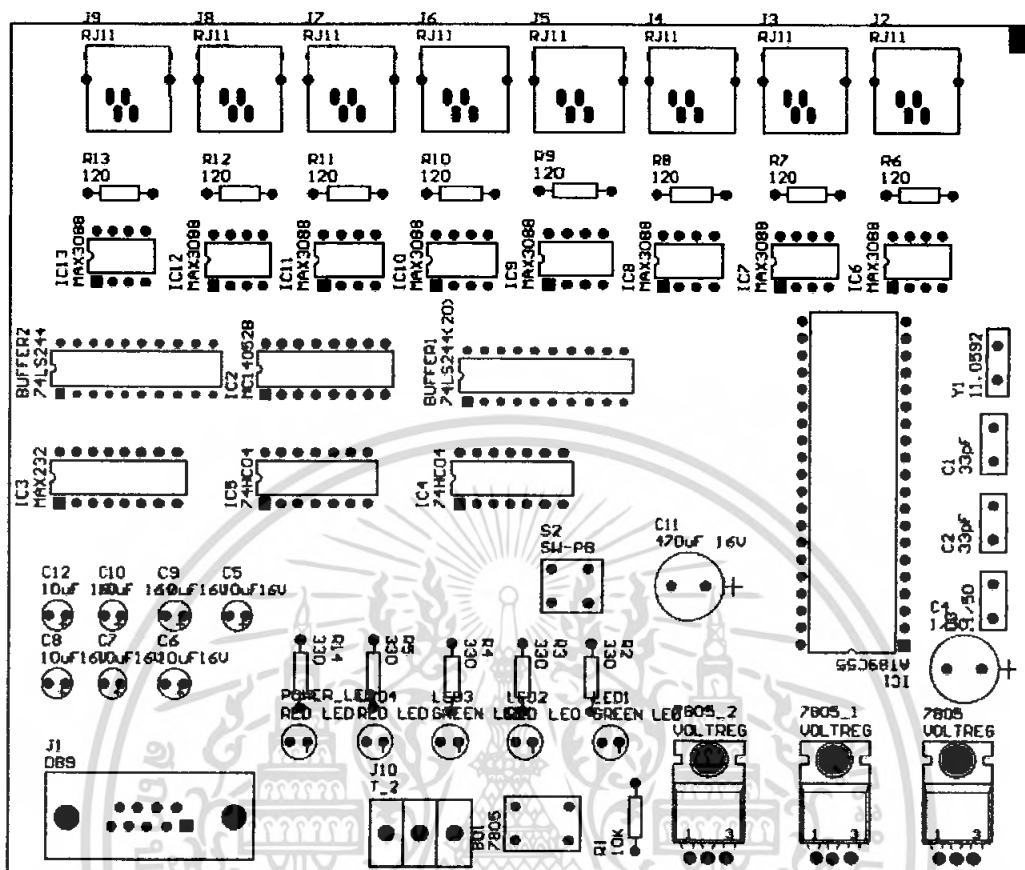


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



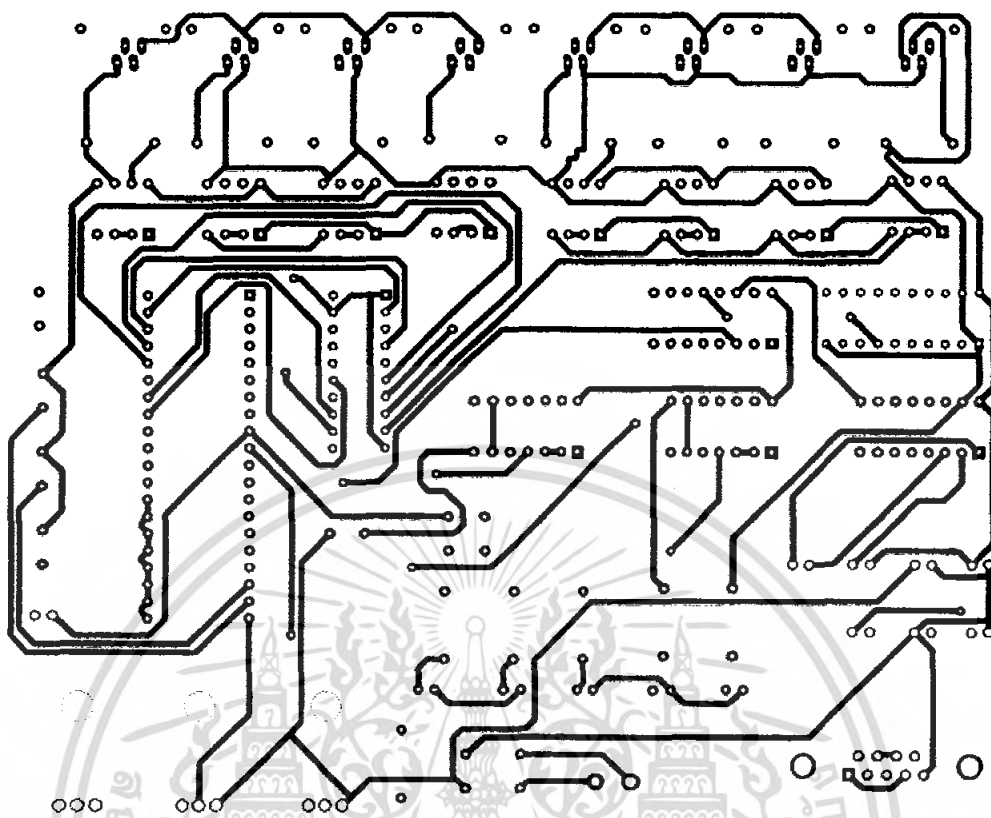
รูปที่ จ.1 แสดงวงจรของ Switch of Spot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



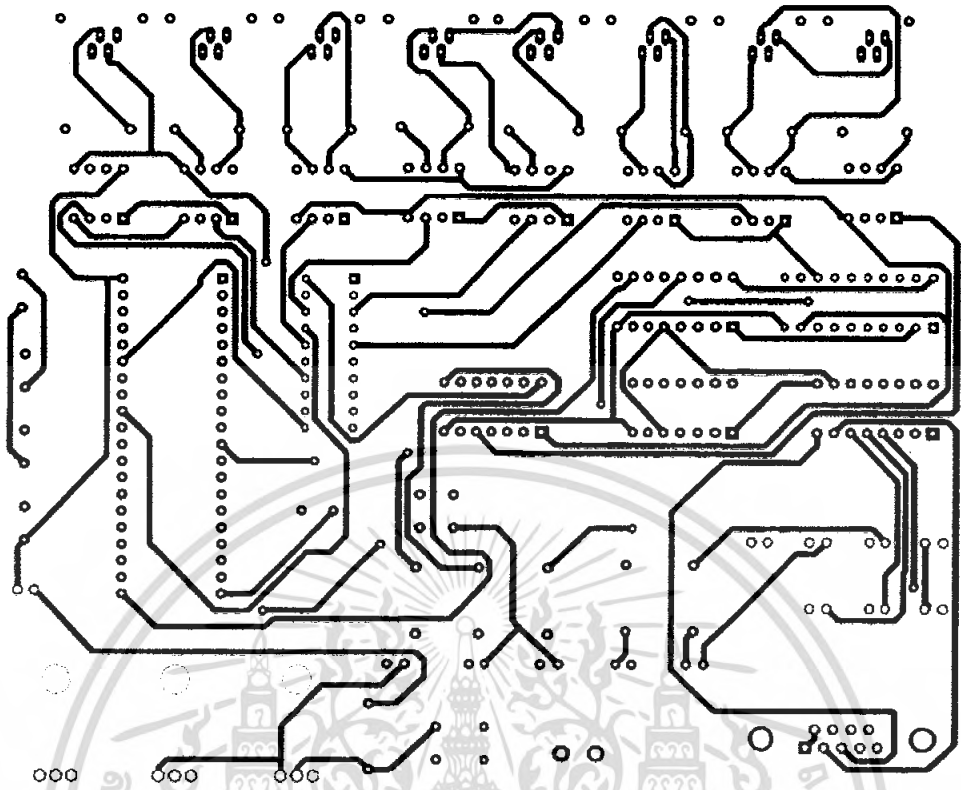
รูปที่ จ.2 แสดงการวางอุปกรณ์ของ Switch of Spot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



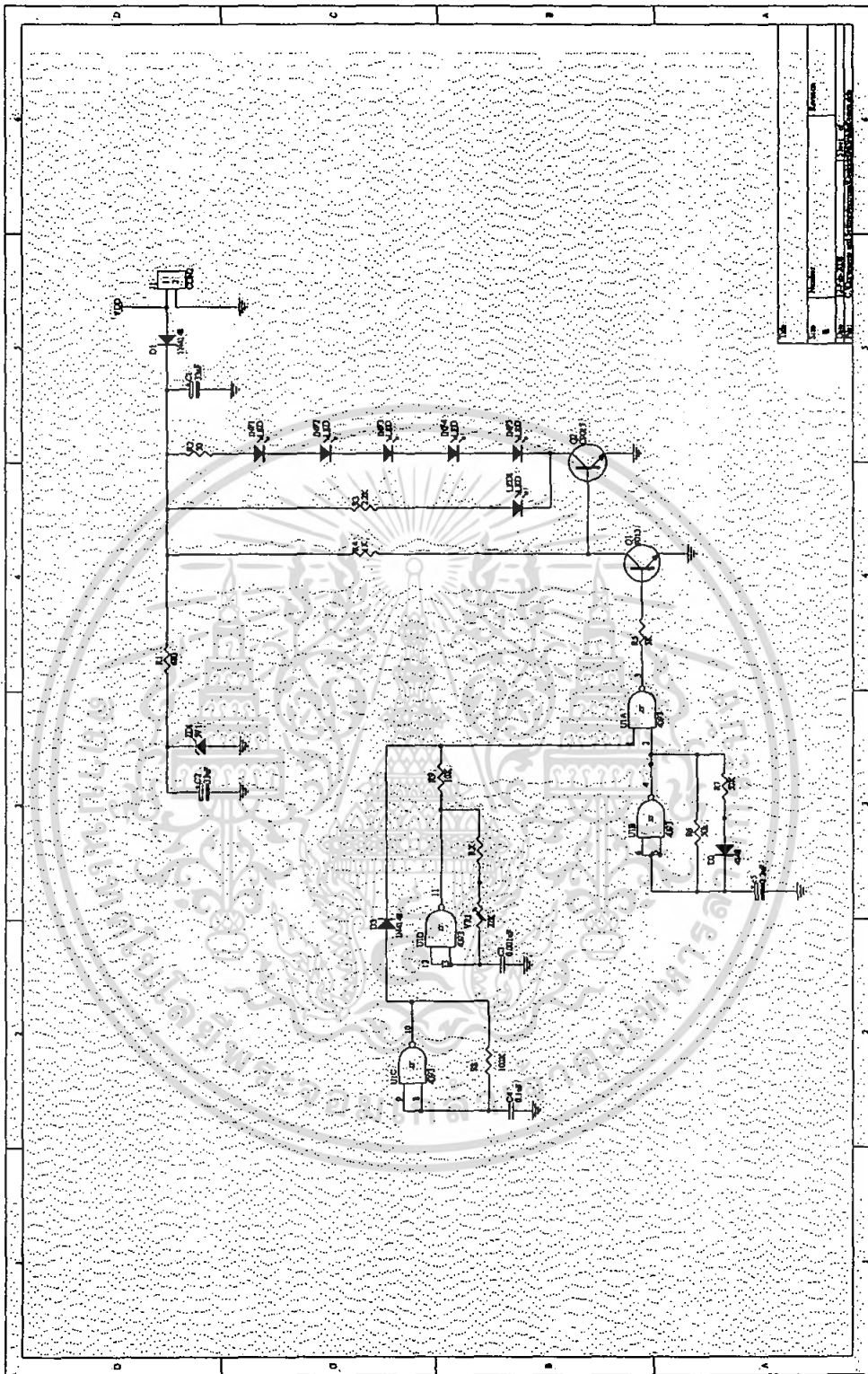
รูปที่ ๑.3 แสดง PCB Top Layer ของ Switch of Spot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



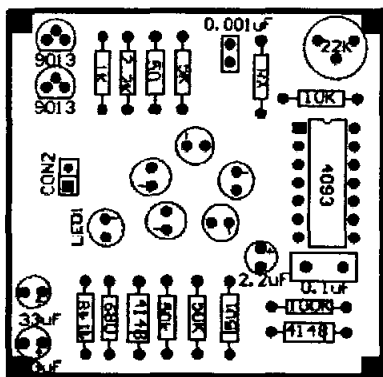
รูปที่ ๑.4 แสดง PCB Bottom Layer ของ Switch of Spot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

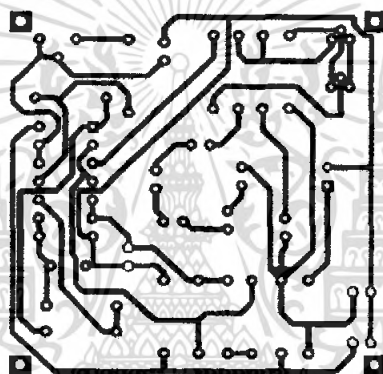


รูปที่ ๑.5 แสดงวงจรของภาคส่งของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

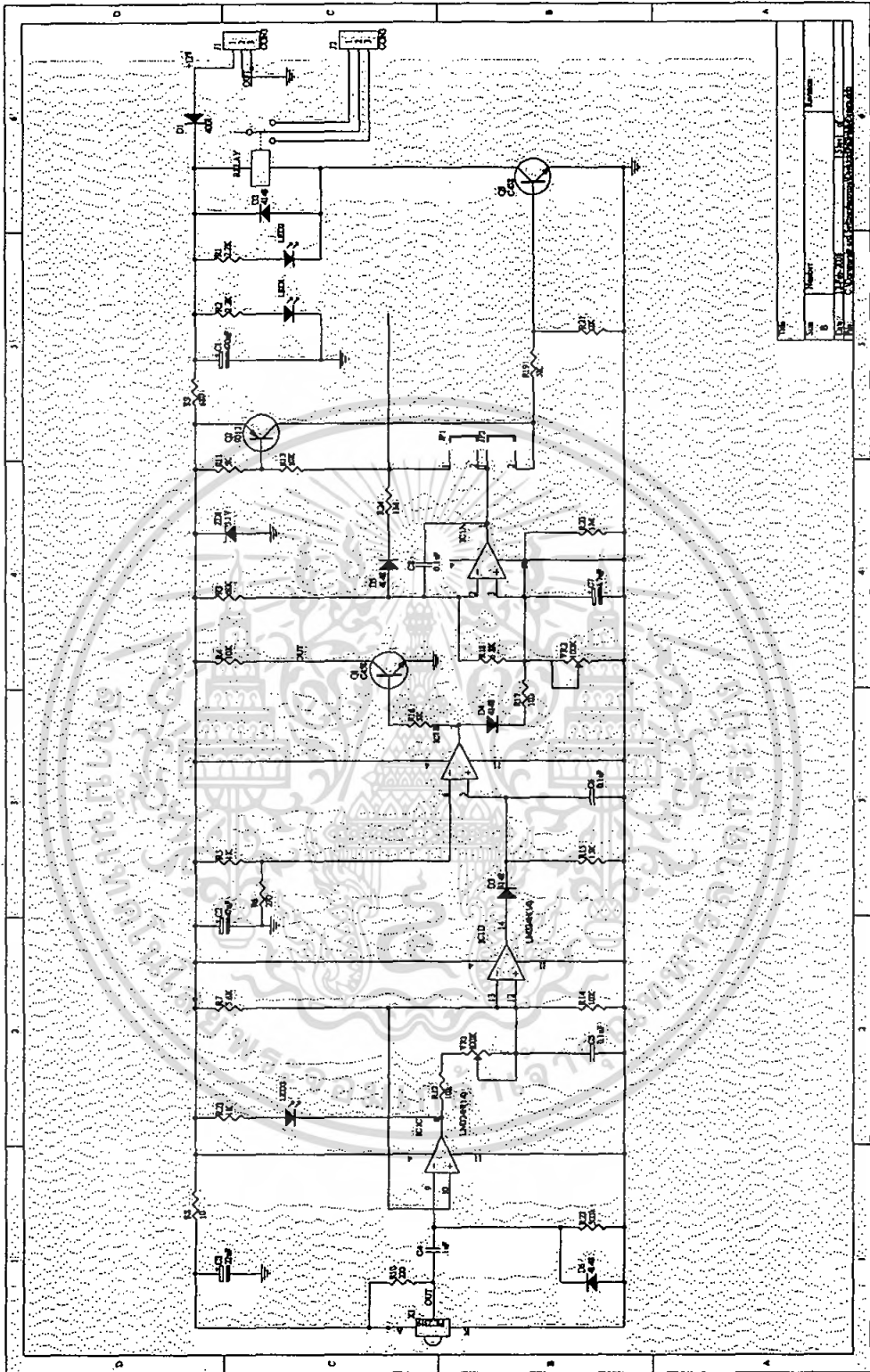


รูปที่ ๑.๖ แสดงการวางอุปกรณ์ของภาคส่งของ Sensor



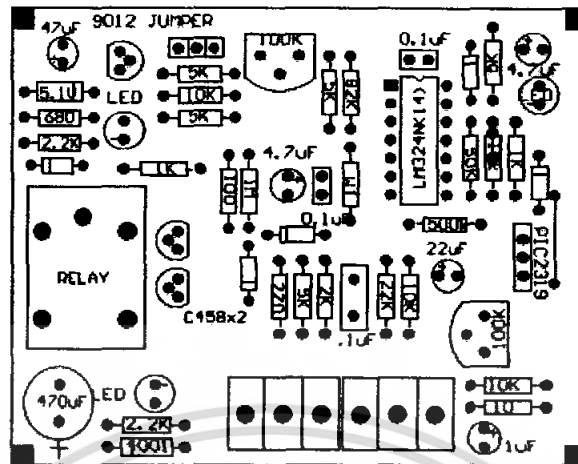
รูปที่ ๑.๗ แสดง PCB ของภาคส่งของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

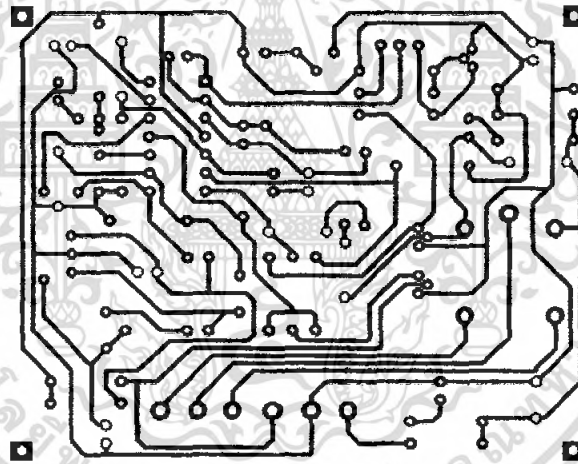


รูปที่ ๑.๘ แสดงวงจรของภาครับของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

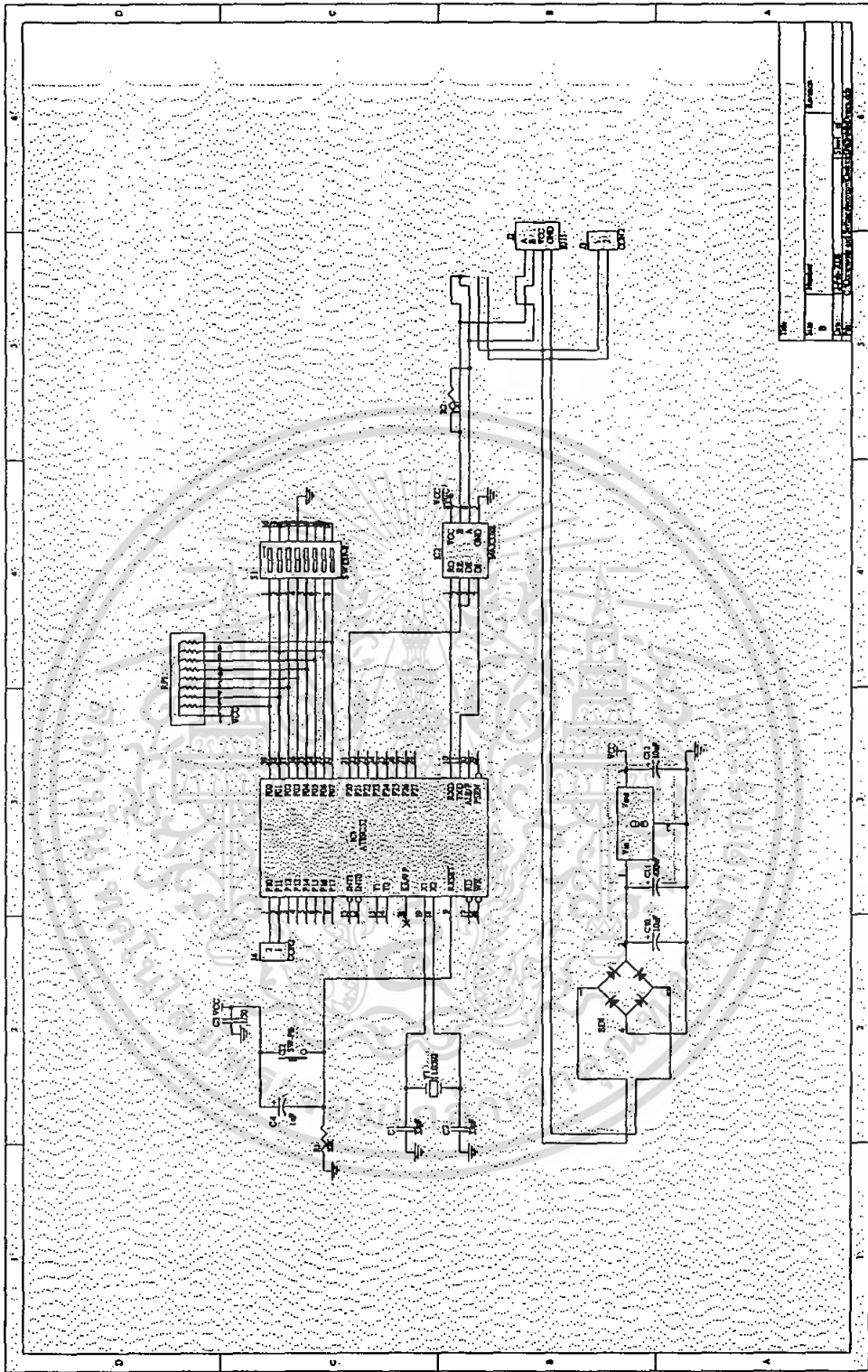


รูปที่ ๑.๙ แสดงการวางอุปกรณ์ของภากรับของ Sensor



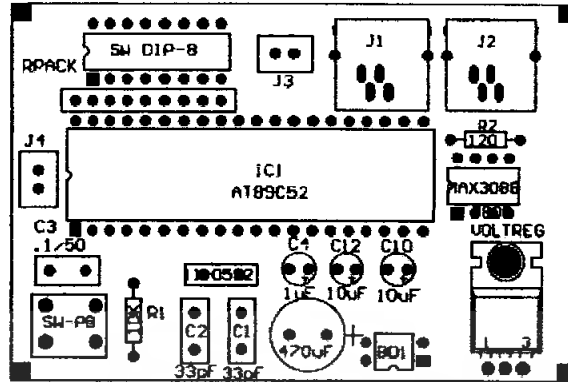
รูปที่ ๑.๑๐ แสดง PCB ของภากรับของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

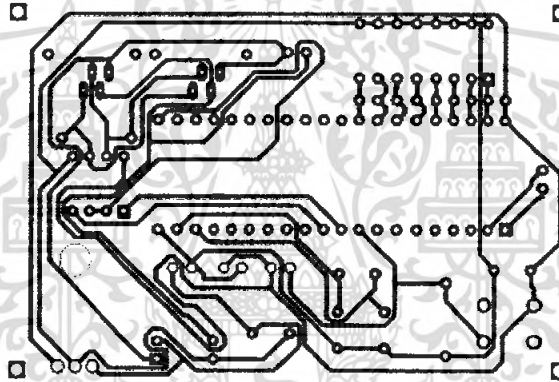


รูปที่ ๑.11 แสดงวงจรของอุปกรณ์การประมวลผลของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.12 แสดงการวางอุปกรณ์ของอุปกรณ์การประมวลของ MCS-51



รูปที่ จ.13 แสดง PCB ของอุปกรณ์การประมวลของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้