สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

CAR PARKING MANAGEMENT SYSTEM

ภาคร ภูเหล็ง

อิทธินพ โกฉาวัลย์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2ภ
ภ4115
2550

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

b 11959029
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

CARPARKING MANAGEMENT SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายภากร จูเหล็ง รหัสนักศึกษา 47010556

2. นายอิทธินพ โกลาวัลย์ รหัสนักศึกษา 47010992

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. สมศักดิ์ มิตะถา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

นายภากร จูเหล็ง 47010556

นายอิทธินพ โกลาวัลย์ 47010992

รศ. สมศักดิ์ มิตะถา อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการบริหารจัดการเกี่ยวกับระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในส่วน Hardware ประกอบด้วยการใช้ RFID Tag ในการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ การใช้สัญญาณ RS-485 ในการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Server และ Sensor ที่ช่องจอดรถยนต์ และการใช้ Infrared ในการตรวจสอบการจอดรถยนต์ที่ช่องจอด การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในส่วน Software ประกอบด้วย Software ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลการจอดรถยนต์ของช่องจอด และ Software ที่ใช้ในการบริหารจัดการการเข้าออกของรถยนต์ การคำนวนค่าใช้จ่ายการใช้บริการต่างๆ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Car Parking Management System

Mr. Pakorn	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 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานได้ดำเนินการได้เป็นอย่างดี ได้รับความกรุณา และปรารถนาดีจาก รศ. สมศักดิ์ มิตะถา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่กรุณาให้คำแนะนำ สั่งสอน และเสนอแนะตลอดระยะเวลาที่ทำโครงงาน จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณทางภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือในการทำโครงงานนี้ และขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือในการทำการทดสอบและคอยเป็นกำลังใจในการทำโครงงานนี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากโครงงานนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

นายภาคร จูเหล็ง

นายอิทธินพ โกลาวัลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูปภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญ.....1

1.2 จุดประสงค์.....1

1.3 เป้าหมายของโครงงาน.....1

1.4 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....2

1.5 นิยามและคำจำกัดความ.....2

1.6 อธิบายโครงงาน.....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 ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม.....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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด..... 68

3.7 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงงาน..... 69

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง..... 74

4.1 คุณสมบัติของระบบที่พัฒนาในโครงงาน.....74

4.2 ความสามารถของระบบที่พัฒนาในโครงงาน..... 77

4.3 การทดสอบการทำงานของระบบ..... 78

4.4 การทดลองหาอัตราเร็วการส่งข้อมูล.....80

4.5 การทดลองหาความถูกต้องในการส่งข้อมูล.....83

บทที่ 5 บทสรุป.....84

5.1 สรุปผลโครงงาน.....84

5.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน..... 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดงเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล..... 81

ก.1 แสดงการเปรียบเทียบไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51..... 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ.....7

2.2 แสดงระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ.....7

2.3 แสดงระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ.....7

2.4 แสดงระบบอาคารจอดรถยนต์อัตโนมัติ..... 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด	39
3.2 แสดงระบบจัดการช่องจอดรถยนต์	40
3.3 แสดง Use Case Diagram ของระบบ	41
3.4 แสดงส่วนต่างๆที่เกี่ยวของระบบจัดการช่องจอดรถยนต์	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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (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 แสดงระบบจัดการจอดรถยนต์..... 55

3.31 แสดง User Case Diagram ของระบบ..... 55

3.32 แสดง ER Diagram Database ของระบบ.....57

3.33 แสดงใบข้อมูลการจอดรถยนต์.....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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.50 แสดงโปรแกรมที่ Application Server..... 67

3.51 แสดงระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์..... 67

3.52 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด..... 68

3.53 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงงาน..... 99

3.54 แสดงแผนภาพการเข้าที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์..... 70

3.55 แสดงแผนภาพการออกที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์..... 71

3.56 แสดงแผนภาพการจองที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์..... 72

3.57 แสดงแผนภาพการใช้บริการรายเดือนและรายสัปดาห์ของผู้ใช้บริการ..... 73

4.1 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงงาน..... 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 แสดงโครงสร้างภายในของ MCS-51..... 87

ก.2 แสดงตำแหน่งขาของ MCS-51..... 88

ก.3 แสดงการต่อคริสตอลเข้ากับ MCS-51..... 90

ก.4 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำของ MCS-51..... 91

ก.5 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำข้อมูลภายใน..... 92

ก.6 แสดงตัวอย่างโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี..... 94

ก.7 แสดงแบบจำลองของข้อมูลที่ถูกบรรจุลงหน่วยความจำ..... 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 แสดงวงจรของอุปกรณ์การปะมวลของ MCS-51	126
จ.12 แสดงการวางอุปกรณ์ของอุปกรณ์การปะมวลของ MCS-51	127
จ.13 แสดง PCB ของอุปกรณ์การปะมวลของ MCS-51	127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในสภาวะการณ์ปัจจุบันการใช้งานรถยนต์ถือว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการใช้ชีวิตประจำวันและในการใช้งานรถยนต์จำเป็นต้องมีการสัญจรไปมาระหว่างสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง ดังนั้นที่สำหรับจอดรถยนต์ของแต่ละสถานที่จึงจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในสังคมเมืองใหญ่ๆ ที่มีการจราจลคับคั้งและสถานที่มีอยู่อย่างจำกัด การสร้างสถานที่จอดรถยนต์จึงเกิดขึ้นมากมายและจำเป็นต้องมีวิธีการควบคุมการจอดรถยนต์ให้เป็นไปอย่างเป็นระบบระเบียบ เพื่อที่จะให้การบริหารจัดการสถานที่จอดรถยนต์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ในโครงงานนี้จะเป็นออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ให้สามารถควบคุมการเข้าออกของรถยนต์ในสถานที่จอดรถยนต์ โดยจะรู้ถึงตำแหน่งในการจอดรถยนต์และการจัดการค่าใช้จ่ายในการจอดรถยนต์ได้

1.2 จุดประสงค์

1.2.1 ศึกษาวิธีการบริหารจัดการสถานที่จอดรถยนต์

1.2.2 ออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

1.2.3 ออกแบบและสร้าง Hardware เพื่อใช้บริหารจัดการที่จอดรถยนต์

1.2.4 ออกแบบและเขียน Software เพื่อใช้บริหารจัดการที่จอดรถยนต์

1.3 เป้าหมายของโครงงาน

1.3.1 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ ที่สามารถระบุตำแหน่งที่จอดรถยนต์ได้

1.3.2 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ ที่สามารถพิมพ์ใบเสร็จค่าใช้จ่ายในการจอดรถยนต์ได้

1.3.3 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ ที่สามารถเก็บข้อมูลในการจอดรถยนต์ได้

1.3.4 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ ที่สามารถศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้บริการการจอดรถยนต์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

โครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญคือ การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์และการพัฒนาระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ โดยจะมีขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าในส่วนต่างๆ ดังนี้

การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ จะเป็นการศึกษาระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่มีอยู่ในปัจจุบันของประเทศไทย และนำข้อมูลต่างๆมานำเสนอในรูปแบบที่ดีกว่าสิ่งที่ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในปัจจุบันมีอยู่ให้ครอบคลุมถึงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด

การพัฒนาระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ จะเป็นการสร้างระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่ได้มีการออกแบบและนำเสนอ โดยจะสร้างเฉพาะในส่วนที่จำเป็นต่อการใช้งานในด้านของการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานเป็นหลัก โดยจะไม่ครอบคลุมถึงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมดที่นำเสนอ และการสร้าง Hardware ที่ใช้ในโครงงานนี้จะสร้างจำนวนจำกัด กล่าวคือ รองรับการใช้งานทั้งหมด 9 ช่องจอดรถยนต์

1.5 นิยายและคำจำกัดความ

1.5.1 Spot หมายถึง ช่องที่ใช้สำหรับจอดรถยนต์

1.5.2 Spot Sensor หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาจอดในช่องจอดรถยนต์ว่ามีการจอดรถยนต์หรือไม่

1.5.3 Switch of Spot หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการแบ่ง Spot Sensor ออกเป็นกลุ่มๆ เนื่องมาจากความสามารถของ IC ที่ใช้ในโครงงานและเพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการ

1.5.4 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ หมายถึง ระบบที่สามารถดูแลการจอดรถยนต์ทั้งในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการจอดรถยนต์ การระบุ Spot สำหรับการจอดรถยนต์ และการดูแลเรื่องการจัดเก็บข้อมูลการจอดรถยนต์

1.6 อธิบายโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการศึกษา ออกแบบ และสร้างระบบจอดรถยนต์ โดยระบบนั้นมีลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.6.1 การจอดรถยนต์จะต้องทราบถึงระยะเวลาในการจอดรถยนต์ของรถยนต์แต่ละคัน

1.6.2 การนำรถยนต์เข้าจอดจะต้องรู้ตำแหน่งในการจอดรถยนต์

1.6.3 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์จะต้องทราบว่า รถยนต์คันใดจอดไม่ตรงตามตำแหน่งที่ระบุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.4 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์จะต้องสามารถระบุได้ว่าตำแหน่งการจอดใดที่ว่างอยู่ ณ เวลาหนึ่ง

1.6.5 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์จะต้องทราบถึงจำนวนรถที่เข้ามาจอดในอาคาร รวมถึงจำนวนที่ว่างที่สามารถจอดรถยนต์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในปัจจุบัน

2.1.1 การวางแผนและการพัฒนาระบบจอดรถยนต์

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

ในช่วงปี พ.ศ. 2517 กรุงเทพมหานครหรือในตัวเมืองต่างๆ ในประเทศไทย อาคาพาณิชย์จะเป็นตึกแถวอยู่ริมถนนเพื่อการค้าขาย การขนส่งสินค้าและการสัญจรเดินทางด้วยรถยนต์เป็นส่วนใหญ่มีการจอดรถติดต่อธุรกิจริมถนน ทำให้ผิวจราจรแคบลง เพราะอาคารส่วนใหญ่ไม่มีที่จอดรถ เนื่องจากมีกฎหมาย ให้อาคารต้องมีที่จอดรถยนต์ จึงมีกฎกระทรวง ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2517) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2479 กำหนดให้เจ้าของอาคารบางประเภทที่ใช้ในบริการสาธารณะเพื่อหาประโยชน์ ต้องจัดให้มีที่จอดรถยนต์สำหรับผู้ที่ใช้ประโยชน์จากอาคารนั้น และการกำหนดประเภทของอาคาร การกำหนดจำนวนพื้นที่ที่ต้องมีและใช้เป็นที่จอดรถยนต์ ที่กลับรถยนต์และทางเข้าออกของรถยนต์ให้กระทำตามกฎกระทรวงนี้ 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 ครอบครัว

2.1.1.4 ภัตตาคาร 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีที่จอดรถในอาคารจำนวนมากแล้ว จึงมีข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานครเรื่อง อาคารจอดรถยนต์ พ.ศ. 2521 เพื่อให้อาคารจอดรถยนต์มีความมั่นคงปลอดภัย ไม่กระทบกับการจราจรภายนอกอาคาร

ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4-6 (พ.ศ. 2530-2534) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงมากกว่า 10% ต่อปี กิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เกิดบนเส้นทางคมนาคมระหว่างกรุงเทพมหานครและพื้นที่โดยรอบเพิ่มขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2533 เกิดการเก็งกำไรจากการก่อสร้างอาคารต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร โดยมีพื้นที่ใช้สอยที่ก่อสร้างระหว่างปี พ.ศ. 2534 และ 2536 รวม 86.54 ล้านตารางเมตร เป็นพื้นที่อาคารสูงใน CBD มีการจ้างงานเป็นพนักงานในสำนักงานประมาณ 1.7 ล้านคน ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจร จากการที่อาคารต้องมีที่จอดรถไม่ให้น้อยกว่าที่กฎหมายกำหนด 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 เพราะส่วนใหญ่ผู้ใช้มีความจำเป็นเฉพาะนำมาแก้ปัญหาที่จอดรถไม่พอตามกฎกระทรวงฯ เท่านั้น

ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) เน้นการพัฒนาชาติอย่างยั่งยืน เป็นการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างมีคุณภาพควบคู่ไปกับการพัฒนาประชาชนภายใต้ภาวะวิกฤติเศรษฐกิจ การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่หยุดชะงัก ทำให้ผู้ประกอบการค้าที่จอดรถยนต์ด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติต้องเลิกกิจการไป อาคารจอดรถยนต์ยังคงเป็นแบบ Conventional หลายๆ ชั้น ใช้การเข้าจอดรถโดยเจ้าของรถเอง แม้กระทั่งที่จอดรถจำนวนมากของอาคารพาณิชยกรรมประเภทค้าปลีก ค้าส่ง (Hyper Market) ที่เกิดขึ้นในช่วงนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่สามารถออกมาตรการลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลได้ เนื่องจากระบบขนส่งสาธารณะไม่เพียงพอ รัฐบาลมีนโยบายเพิ่มระบบขนส่งมวลชนให้ได้ 300 กิโลเมตร ภายใน 6 ปี ในช่วงนี้หากนำระบบที่จอดรถที่ให้ความสะดวกกับคนที่ยังมีความจำเป็นใช้รถยนต์ส่วนบุคคลอยู่ จะเป็นการจูงใจให้จอดรถทิ้งไว้และใช้รถขนส่งสาธารณะแทน

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 จอดรถโดยใช้เครื่องจักรกลอัตโนมัติประกอบกับระบบอัจฉริยะ

2.1.3 ระบบอาคารจอดรถยนต์อัตโนมัติ

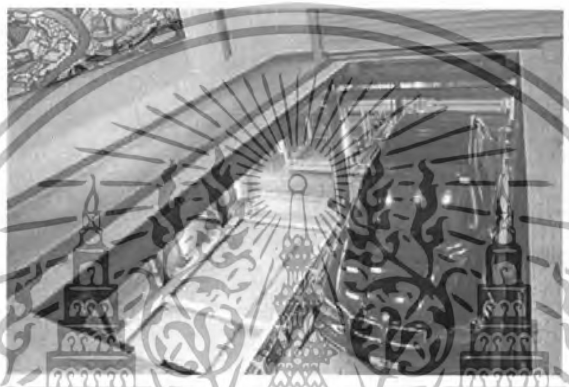
การนำเทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์มาใช้ในการบริหารจัดการอาคารจอดรถยนต์ เทคโนโลยีดังกล่าว มีชื่อเรียกว่า หุ่นยนต์สำหรับจอดรถอัตโนมัติ (Robotic Parking Garage) หรือ ระบบจอดรถอัตโนมัติ (The Modular Automated Parking System หรือเรียกสั้นๆ ว่า MAPS

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่2.1 แสดงระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ



รูป 2.2 แสดงระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ

รูปที่ 2.3 แสดงระบบจอดรถยนต์อัตโนมัติ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการจอดรถเจ้าของรถเพียงแค่นำรถเข้าจอดบนแผ่นโลหะรองรับรถยนต์ลงทะเบียน เข้าใช้บริการจอดรถผ่านระบบคอมพิวเตอร์ของหุ่นยนต์สำหรับจอดรถอัตโนมัติ ระบบจะสแกนรถแล้วออกรหัสประจำรถ (PIN Number) ให้แก่เจ้าของรถ จากนั้นหุ่นยนต์จะดำเนินการในส่วนที่เหลือให้ โดยเซ็นเซอร์จะค้นหาการ์ดแสดงรหัสประจำรถที่ถูกติดตั้งไว้ที่กระจกหน้าของรถ หุ่นยนต์จะทำการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งของที่จอดรถที่ว่างอยู่ และเมื่อพบตำแหน่งจอดรถยนต์ที่เหมาะสม หุ่นยนต์จะเลื่อนแผ่นรองรถยนต์ไปยังชั้นและตำแหน่งของที่จอดรถนั้น

เมื่อต้องการรถคืน เจ้าของรถเพียงแค่พิมพ์รหัสประจำรถลงในแป้นพิมพ์ (keypad) ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้าของประตูอาคารจอดรถ ภายในเวลาเพียง 2 นาที หุ่นยนต์จะค้นหารถและเลื่อนรถมาที่หน้าประตูอาคารพร้อมให้เจ้าของรถสามารถขับรถออกไปได้ทันที

รูปที่ 2.4 แสดงระบบอาคารจอดรถยนต์อัตโนมัติ

2.1.4 ตัวอย่างของระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในประเทศไทย

2.1.4.1 The Old Siam Plaza

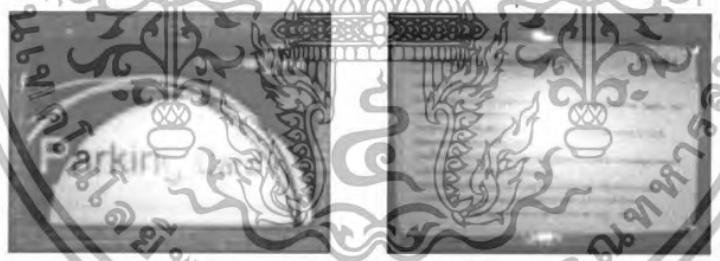
จากการสำรวจและเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ของ The Old Siam Plaza พบว่า จะใช้การยืนยันบุคคลในการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์โดย Barcode ซึ่งจะใช้การพิมพ์ออกมาเป็นกระดาษแผ่นเล็กๆ ซึ่งจะระบุข้อมูลต่างๆในการใช้งานที่จอดรถยนต์ไว้ภายในนั้นด้วยเช่น เวลาในการเข้าจอดรถยนต์ เป็นต้น แต่ในการเข้าใช้บริการจอดรถยนต์ผู้ใช้จะต้องขับรถยนต์ภายในที่จอดรถยนต์เพื่อหาช่องจอดรถยนต์ที่ว่างด้วยตัวเอง โดยข้อสังเกตที่สำคัญก็คือ บัตรที่ใช้ในการยืนยันสิทธิ์การใช้บริการนั้นจะสามารถใช้ได้ครั้งเดียว คือเมื่อใช้บริการเสร็จก็จะทิ้งหรือจะเก็บไว้เป็นหลักฐานการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ในแต่ละวันของทาง The Old Siam Plaza ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 แสดงบัตรและการเข้าใช้งาน

2.1.4.2 Central World Plaza

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



รูปที่ 2.6 แสดงด้านหน้าและด้านหลังของบัตร

2.1.4.3 เดอร์มอล์บางกะปิ

จากการสำรวจและเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ของ เดอร์มอล์บางกะปิ พบว่า การเข้าใช้งานสถานที่จอดรถยนต์จะใช้ บัตรพลาสติกซึ่งมี Barcode พิมพ์อยู่ในการยืนยันการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ ในการเข้าจอดรถยนต์นั้นนอกจากจะมีบัตรพลาสติก ซึ่งมี Barcode พิมพ์อยู่แล้ว จะได้รับใบพิมพ์กระดาษเล็กๆที่ระบุข้อมูลต่างๆในการเข้าใช้งานที่จอดรถยนต์ด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้บริการทราบถึงเวลาที่เข้าจอดรถยนต์ เป็นต้น และในการเข้าใช้บริการจอดรถยนต์ผู้ใช้จะต้องขับรถยนต์ภายในที่จอดรถยนต์เพื่อหาช่องจอดรถยนต์ที่ว่างด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 แสดงบัตรและการเข้าใช้งาน

2.2 Radio Frequency Identification (RFID)

2.2.1 RFID คืออะไร

Radio Frequency Identification หรือ RFID เป็นระบบฉลาดที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี 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 กล่อง หรือสิ่งของใดๆ สามารถติดตามข้อมูลของวัตถุ 1 ชิ้น ว่า 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 สามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับได้โดยไม่จำเป็นต้องนำไปจ่อในมุมที่เหมาะสมอย่างการใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Non-Line of Sight)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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

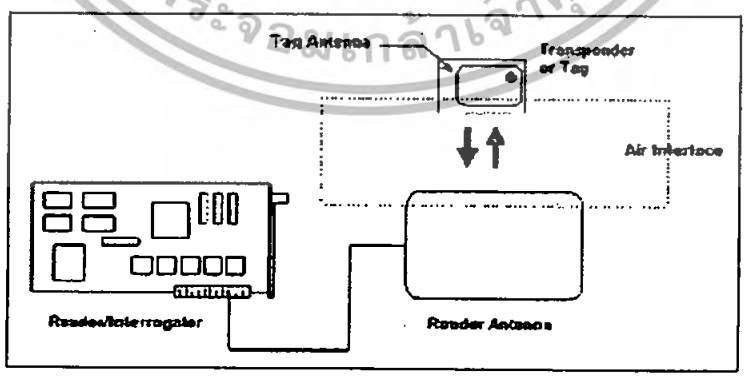
2.2.1.8 ความเสียหายของป้ายชื่อ (Tag) น้อยกว่าเนื่องจากไม่จำเป็นต้องติดไว้ภายนอกบรรจุภัณฑ์

2.2.1.9 ระบบความปลอดภัยสูงกว่า ยากต่อการปลอมแปลงและลอกเลียนแบบ

2.2.1.10 ทนทานต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน 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 ที่ใช้ในการดังกล่าวก็มีทั้งแบบสมาร์ทการ์ดที่สามารถถูกเขียนหรืออ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับเครื่องอ่านบัตรหรือคอนแทคเลสสมาร์ทการ์ด (Contact less Smart card), เหรียญ, ป้ายชื่อหรือฉลากซึ่งมีขนาดเล็กมากจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษ หรือฝังเอาไว้ในตัวสัตว์ได้เลยทีเดียว

2.2.2 องค์ประกอบของ RFID



รูปที่ 2.8 แสดงองค์ประกอบของ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบในระบบ RFID จะมีหลักๆ อยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนแรกคือฉลากหรือป้ายขนาดเล็กที่จะถูกผนึกอยู่กับวัตถุที่สนใจ โดยฉลากนี้จะทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ฉลากดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า ทรานสพอนเดอร์ (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 โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กส์นั้นก็จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

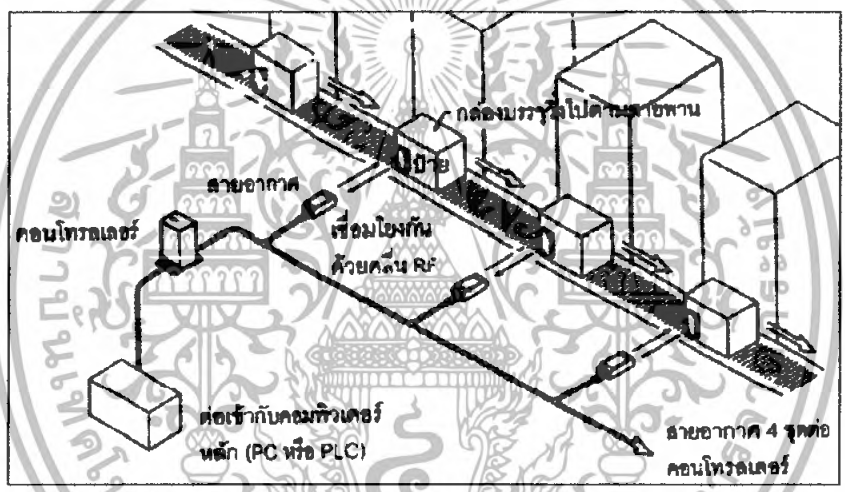
- ส่วนของการควบคุมภาครับส่งสัญญาณวิทยุ สำหรับโครงสร้างของส่วนนี้ประกอบด้วยภาคดีมอดูเลตและภาคมอดูเลต (สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กส์กับตัวเครื่องอ่าน) และวงจรกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

- ส่วนของการควบคุมภาคดิจิตอล ซึ่งรับหน้าที่จัดการเกี่ยวกับกระบวนการทางดิจิตอลทั้งหมด โครงสร้างหลัก ๆ ของส่วนการทำงานนี้ประกอบด้วย ส่วนบันทึกข้อมูล (ประกอบด้วยหน่วยความจำแรม (RAM) , รอม (ROM), อีอีพรอม (EEPROM)) ส่วนของการเข้ารหัส (Crypts Unit) ส่วนตอบรับสัญญาณร้องขอ (Answer to Request) ส่วนควบคุมและประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Control & Arthritic Unit) อย่างไรก็ตามโครงสร้างภายในของแท็กส์ที่ต่างผู้ผลิตหรือต่างรุ่นกัน บางครั้งก็อาจมีไม่ครบถ้วนทุกส่วนอย่างที่ได้ยกมา ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างตลอดจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดในการทำงานของแท็กส์เบอร์ใด ๆ ก็สามารถดูได้จากคาต้าชีตของบริษัทผู้ผลิตแท็กส์เบอร์นั้น ๆ

Transponder หรือ Tags มีลักษณะเป็นไมโครชิฟ (microchip) ที่ยอมให้ผู้ใช้ติดเข้าระหว่างชั้นของกระดาษหรือพลาสติกที่ใช้ทำป้ายฉลาก ชิฟหรือแท็กส์อาจมีรูปร่างได้หลายแบบขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน โดยอาจมีรูปร่างเหมือนบัตรเครดิตในการใช้งานทั่วไป หรือเล็กขนาดไส้ดินสอยาวเพียง 10 มิลลิเมตร เพื่อฝังเข้าไปใต้ผิวหนังสัตว์ในกรณีนำไปใชในงานปศุสัตว์ หรืออาจมีขนาดใหญ่มากสำหรับแท็กส์ที่ใช้ติดกับเครื่องจักรขณะทำการขนส่ง แท็กส์อาจนำไปติดไว้กับสินค้าในร้านค้าปลีกทั่วไปเพื่อป้องกันขโมย โดยจะมีการติดตั้งสายอากาศของตัวอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ไว้ตรงประตูทางออกเพื่อทำการตรวจจับขโมยโดยแท็กส์จะรับพลังงานจากสัญญาณ RF เพื่อติดต่อสื่อสารกับเครื่องอ่าน หรือใช้พลังงานจากแบตเตอร์รี่ที่บรรจุภายในป้าย ซึ่งเป็นแบตเตอร์รี่ Lithium-lion มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงมักนำมาใช้กับแผ่นป้ายนี้



รูปที่ 2.9 แสดงระบบการอ่านและเขียนข้อมูลอย่างง่ายของ RFID

แท็กส์จะประกอบไปด้วยสายอากาศที่มีขนาดเล็กที่จะช่วยให้แท็กส์ตอบสนองกับเครื่องอ่านโดยสายอากาศจะแผ่สัญญาณวิทยุจำนวนหนึ่งออกมา เพื่อกระตุ้นให้แท็กส์อ่านหรือเขียนข้อมูลลงไป สายอากาศสามารถทำได้ทุกขนาดและรูปร่าง เพื่อที่จะสามารถออกแบบให้ติดตั้งได้ทุกที่ และเพื่อให้เกิดความครอบคลุมได้ดีที่สุดในหลาย ๆ ระบบ สายอากาศจะถูกติดไปโดยตรงกับ Transceiver เหมือนกับเป็นอุปกรณ์ติดกัน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการควบคุมหรือระบบปฏิบัติการ ในขณะที่RAMจะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการติดต่อสื่อสารกัน

นอกจากนี้อาจมีการนำหน่วยความจำแบบ EEPROM มาใช้ในกรณีต้องการเก็บข้อมูลในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการสื่อสาร และข้อมูลยังคงอยู่ถึงแม้จะไม่มีพลังงานไฟฟ้าป้อนให้แก่แท็กส์

2.2.2.2 Reader หรือ Interrogator หน้าที่สำคัญของตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ก็คือการรับข้อมูลที่ส่งมาจากแท็กส์ แล้วทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ถอดรหัสสัญญาณข้อมูลที่ได้รับซึ่งกระทำโดย ไมโครคอนโทรเลอร์ อัลกอริทึมที่อยู่ในเฟิร์มแวร์ (Firmware) ของตัวไมโครคอนโทรเลอร์จะทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณ ถอดรหัสสัญญาณที่ได้ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลผ่านเข้าสู่กระบวนการต่อไป นอกจากนี้ตัวอ่านข้อมูลที่ดีต้องมีความสามารถในการป้องกันการอ่านข้อมูลซ้ำ เช่น ในกรณีที่แท็กถูกวางทิ้งอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตัวอ่านข้อมูลสร้างขึ้น หรืออยู่ในระยะการรับส่ง ก็อาจทำให้ตัวอ่านข้อมูลทำการรับหรืออ่านข้อมูลจากแท็กซ้ำอยู่เรื่อยๆไม่สิ้นสุด

ดังนั้นตัวอ่านข้อมูลที่ดีต้องมีระบบป้องกันเหตุการณ์เช่นนี้ที่เรียกว่าระบบ "Hands Down Polling" โดยตัวอ่านข้อมูล จะสั่งให้แท็กส์หยุดการส่งข้อมูลในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว หรืออาจมีบางกรณีที่มีแท็กส์หลายแท็กส์อยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกัน หรือที่เรียกว่า "Batch Reading" ตัวอ่านข้อมูลควรมีความสามารถที่จะจัดลำดับการอ่านแท็กส์ทีละตัวได้

รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างการใช้งาน Tag และ Reader

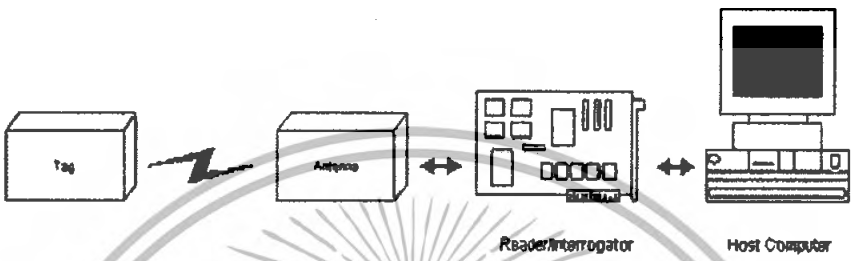
2.2.3 ลักษณะการทำงานของระบบ RFID

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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, กระจก หรือวัสดุทึบแสงอื่นๆในขณะที่บาร์โค้ดทำไม่ได้

2.2.4 วิธีการรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กส์และเครื่องอ่าน

โดยมากจะใช้วิธีการมอดูเลตทางแอมปลิจูดหรือใช้การมอดูเลตทางแอมปลิจูดบวกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ว่าในปัจจุบันก็มีแท็กส์ที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่นๆ ด้วย เช่น การมอดูเลชั่นแบบเฟสชีฟคีย์อิ้ง (Phase Shift Keying : PSK) ฟรีเควนซี่ชีฟคีย์อิ้ง (Frequency Shift Keying : FSK) หรือการใช้การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation : FM)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คงไม่สามารถนำเสาอากาศที่ใหญ่ขนาดนั้นมาใช้งานกับแท็กส์ขนาดเล็กได้ สายอากาศที่ดูจะเหมาะจะใช้ร่วมกับแท็กส์มากที่สุดก็คือ สายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็กหรือที่มีชื่ออย่างเป็นทางการว่า สายอากาศแบบแมกเนติกไดโพล (Magnetic dipole Antenna) รูปแบบของสายอากาศแบบนี้ก็จะมีอยู่หลากหลายทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันแกนอากาศหรือแกนเฟอร์ไรต์ แบบที่เป็นวงลูปที่ทำขึ้นจากลายทองแดงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ทั้งที่เป็นลูปแบบวงกลมและสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ความเหมาะสมในการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความถี่พาหะและประเภทของงานด้วยเช่นกัน

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

2.2.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID

2.2.5.1 ตัวอ่านข้อมูลจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามีแท็กส์เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการคอยตรวจจับว่ามีการมอดูเลตสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่

2.2.5.2 เมื่อมีแท็กส์เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แท็กจะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แท็กเริ่มทำงาน และจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในแท็ก

2.2.5.3 คลื่นพาหะที่ถูกส่งออกมาจากแท็กส์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูด, ความถี่ หรือเฟส ขึ้นอยู่กับวิธีการมอดูเลต

2.2.5.4 ตัวอ่านข้อมูลจะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะแปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป

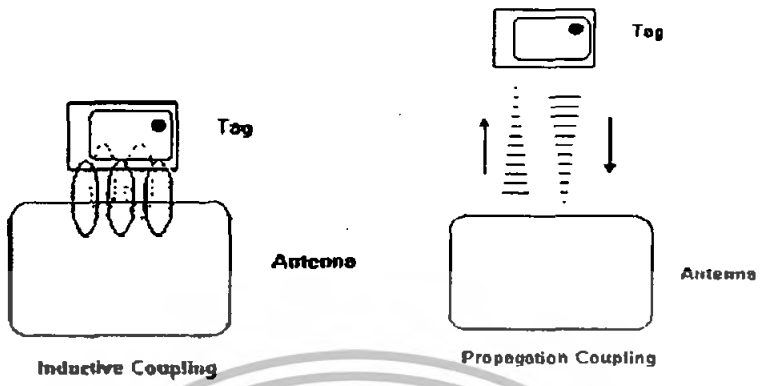
2.2.6 การสื่อสารแบบไร้สาย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Proximity Electromagnetic) กับ วิธีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromegnatic Propogation 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 การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมปลิจูด (ASK) ความถี่ของคลื่นพาห์ (Carrie Wave) ซึ่งทำหน้าที่นำสัญญาณอนาล็อกผ่านตัวกลางสื่อสารนั้นจะคงที่ ลักษณะของสัญญาณมอดูเลตเมื่อค่าของบิตของสัญญาณข้อมูลดิจิตอลมีค่าเป็น 1 ขนาดของคลื่นพาห์จะสูงขึ้นกว่าปกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น 0 ขนาดของคลื่นพาห์จะตกลงกว่าปกติ การมอดูเลต ASK มักจะไม่ค่อยได้รับความนิยมเพราะจะถูกรบกวนจากสัญญาณอื่นได้ง่าย

2.2.6.2 การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (FSK) ในการมอดูเลตแบบFSK ขนาดของคลื่นพาห์จะไม่เปลี่ยนแปลงที่เปลี่ยนแปลงคือความถี่ของคลื่นพาห์นั่นคือ เมื่อบิตมีค่าเป็น1 ความถี่ของคลื่นพาห์จะสูงกว่าปกติและเมื่อบิตมีค่าเป็น0 ความถี่ของคลื่นพาห์ก็จะต่ำกว่าปกติ

2.2.6.3 การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (PSK) หลักการของPhase Keying (PSK) คือ ค่าของขนาดและความถี่ของคลื่นพาห์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ที่จะเปลี่ยนคือ เฟสของสัญญาณกล่าวคือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของบิตจาก1 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) ในการมอดูเลตเพื่อเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกทั้ง 3 แบบ วิธีการแบบ PSK จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุดได้สัญญาณที่มีคุณภาพดีที่สุดแต่วงจรการทำงานจะยุ่งยากกว่าและราคาสูงกว่า

83023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 คลื่นพาหะและมาตรฐานของระบบ RFID

ในปัจจุบันได้มีการรวมกลุ่มระหว่างแต่ละประเทศ เพื่อทำการกำหนดมาตรฐานความถี่คลื่นพาหะของระบบ RFID โดยมีสามกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มประเทศในยุโรปและแอฟริกา (Region1), กลุ่มประเทศอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ (Region2) และสุดท้ายคือกลุ่มประเทศตะวันออกไกลและออสเตรเลีย (Region3) ซึ่งแต่ละกลุ่มประเทศจะกำหนดแนวทางในการเลือกใช้ความถี่ต่างๆให้แก่บรรดาประเทศสมาชิก

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

ย่านความถี่		ระยะทาง	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF)	125-134 kHz	18 นิ้ว	ปศุสัตว์ หรือ ป้าย สินค้าที่ขโมยที่ร้าน ในระยะใกล้ หรือระบบกันขโมยรถยนต์
ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF)	13.553-13.567 MHz	3 ฟุต อ่านได้เร็ว (10-100 ป้าย ต่อวินาที)	ห้องสมุด, สมาร์ตการ์ด ระบบติดตามหนังสือ ระบบปิดเปิดประตู
ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF)	400-1000 MHz (สหรัฐอเมริกาใช้ 433 MHz)	10 -30 ฟุต อ่านได้เร็วมาก (100-1000 ป้ายต่อวินาที)	คู่สินค้า รถบรรทุก แท่นยกสินค้า (pallet)
ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave Frequency)	2.45 GHz, 5.8 GHz	>30 ฟุต	อุปกรณ์ไร้สาย

รูปที่ 2.13 แสดงย่านความถี่ต่างๆของระบบ RFID

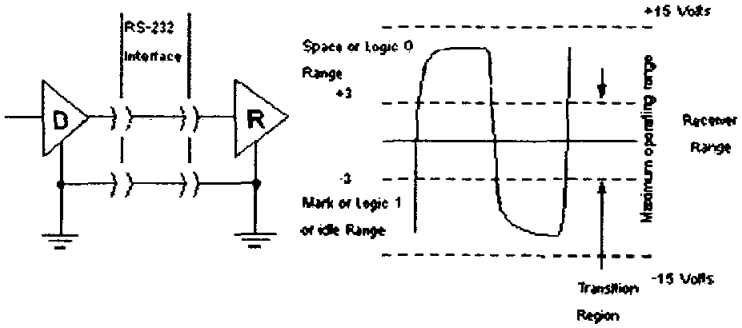
2.3 RS-485

2.3.1 การส่งข้อมูล (Data Transmission Signals)

2.3.1.1 ตัวส่งแบบไม่สมดุลย์ (Unbalanced line driver)

ระดับสัญญาณที่ส่งในระบบไม่สมดุลย์ 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

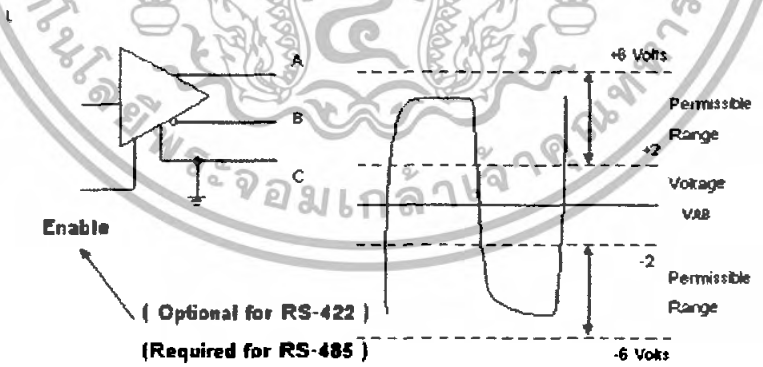
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดง RS-232 Interface Circuit

2.3.1.2 ตัวส่งแบบสมดุลย์ (Balanced line driver)

ระบบสมดุลย์จะส่งสัญญาณผ่านสาย 2 เส้น รูปด้านล่างแสดงรูปแบบและระดับแรงดัน ตัวส่งจะส่งแรงดันช่วง 2-6 V ที่เอาท์พุทระหว่าง A และ B ระบบจะมีการเชื่อมต่อสายกราวด์ 1 เส้น สายกราวด์ในระบบนี้ไม่ได้ใช้ในการส่งสัญญาณหรือหาสถานะลอจิกของข้อมูล แต่สายกราวด์มีความสำคัญคือใช้เป็นจุดอ้างอิงของระบบ การวัดสัญญาณข้อมูลจะถูกวัดเทียบกับสายกราวด์ ในการส่งข้อมูลตัวส่งจะได้รับสัญญาณหนึ่งเรียกว่าสัญญาณควบคุม หรือ Enable signal ซึ่งเชื่อมต่อระหว่างตัวส่งและเทอร์มินอล A และ B ที่เอาท์พุท ตัวส่งจะส่งสัญญาณควบคุมซึ่งเปรียบเสมือนเป็นเอาท์พุทที่ 3 นอกจากการส่งสถานะลอจิก 1 หรือ 0 ให้กับเทอร์มินอล ถ้าสัญญาณควบคุมอยู่ในสถานะ OFF จะหมายถึงตัวส่งตัวนั้นไม่ได้ต่ออยู่กับสายสัญญาณและไม่สามารถส่งสัญญาณข้อมูลได้ หรืออยู่ในสถานะ disable หรือ tri-state

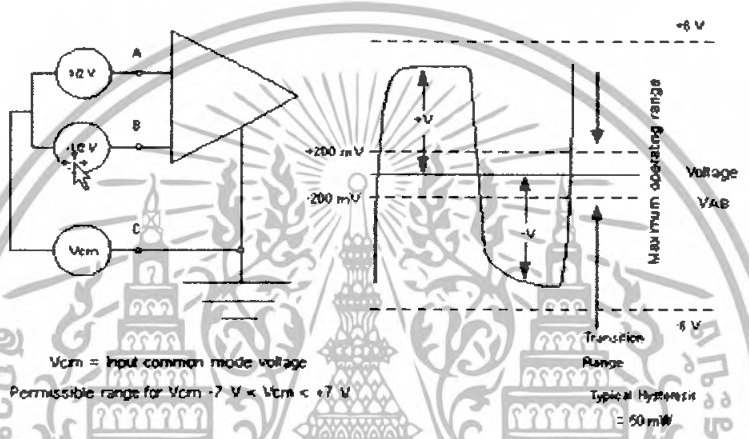


รูปที่ 2.15 แสดง Balanced Differential Output Line Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.3 ตัวรับแบบสมดุลย์ (Balanced line receiver)

ตัวรับในระบบสมดุลย์จะถูกเชื่อมต่อด้วยสายส่งสัญญาณข้อมูลและสายกราวด์ โดยจะรับสถานะของสัญญาณได้โดยวัดความแตกต่างของระดับแรงดันที่สายอินพุทของตัวรับ หรือวัดระหว่างเทอร์มินอล A และ B (Vab) ดังแสดงในรูปด้านล่าง ถ้าแรงดันมีขนาดมากกว่า +200 mV จะถูกกำหนดให้มีสถานะเป็นลอจิกค่าหนึ่ง และถ้ามีขนาดน้อยกว่า -200 mV จะถูกกำหนดให้มีสถานะตรงข้าม เนื่องจากอาจเกิดการลดทอนสัญญาณ (Attenuate) ขึ้นในสายส่ง ที่ตัวรับจึงถูกออกแบบให้สามารถรับความแตกต่างระดับแรงดันของสัญญาณได้ในช่วงที่กว้างกว่าตัวส่งคือ +- 200 mV ถึง +- 6 V ในขณะที่แรงดันที่ตัวส่งอยู่ในช่วง +- 2 V ถึง +- 6 V

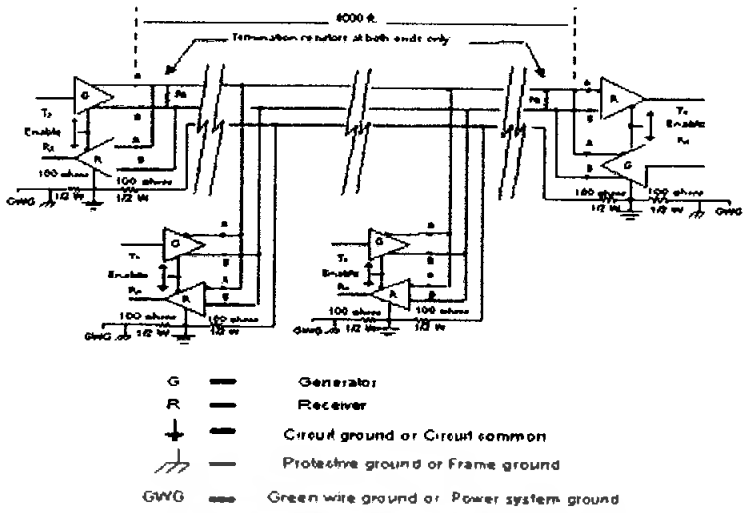


รูปที่ 2.16 แสดง Balanced Differential Input Line Receiver

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

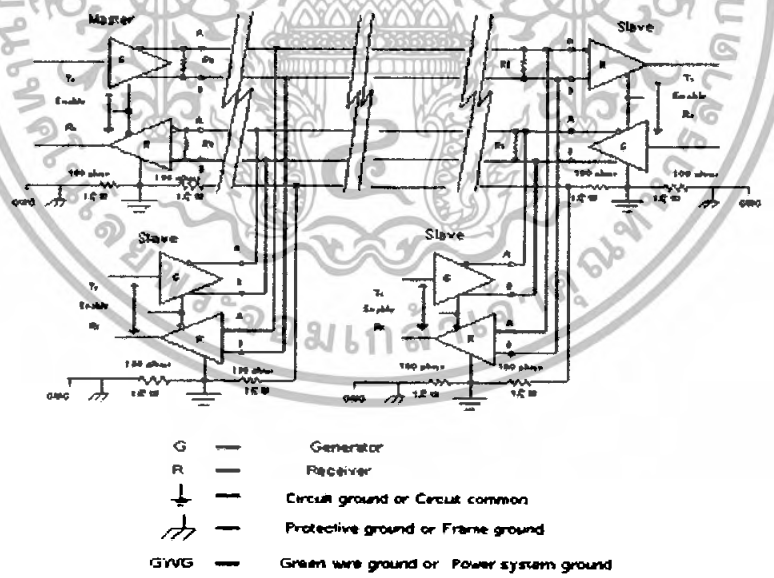
RS-485 เป็นการส่งข้อมูลในระบบสมดุลย์ สายสัญญาณ 1 คู่สายสามารถติดต่ออุปกรณ์ได้ถึง 256 ตัว คุณสมบัติของอุปกรณ์ในระบบ RS-422 และ RS-485 มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สำหรับในระบบ RS-485 สามารถทนแรงดันระหว่างสายสัญญาณและสายกราวด์ หรือ Common Mode Voltage หรือ Vcm ได้ในช่วง - 7 V ถึง +12 V ซึ่งมากกว่าอุปกรณ์ในระบบ RS-422

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดง Typical RS - 485 Two Wire Multidrop Network

รูป 2.17 แสดงระบบเครือข่ายที่เรียกการต่อในลักษณะนี้ว่า two-wire multidrop จากรูปสังเกตุได้ว่ามีการต่อความต้านทานขั้วที่โหนดปลายทั้งสองด้านของสายส่งแต่ไม่มีการต่อขั้วปลายที่โหนดที่อยู่ระหว่างสายส่ง การต่อขั้วปลาย (termination) มักใช้กับระบบที่มีอัตราการส่งข้อมูลสูงและระยะทางยาว



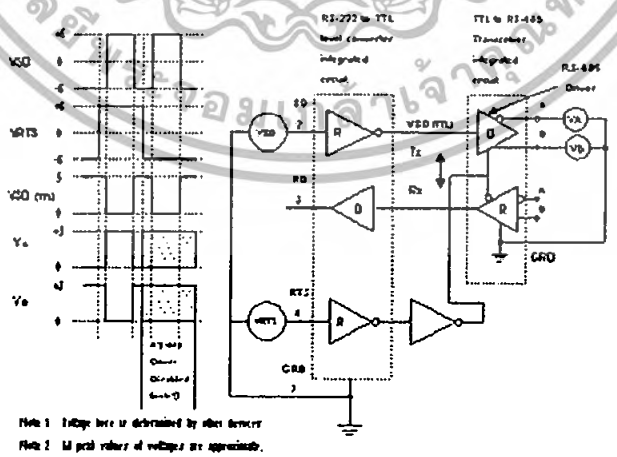
รูปที่ 2.18 แสดง Typical RS-485 Four – Wire Multidrop Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.18 แสดงระบบ RS-485 แบบ 4 สาย ประกอบด้วยสายสัญญาณ 4 เส้น และสายกราวด์ 1 เส้น มีลักษณะการติดต่อแบบโหนดแม่ (master node) และโหนดลูก (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 หรือการ์ดอนุกรม 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



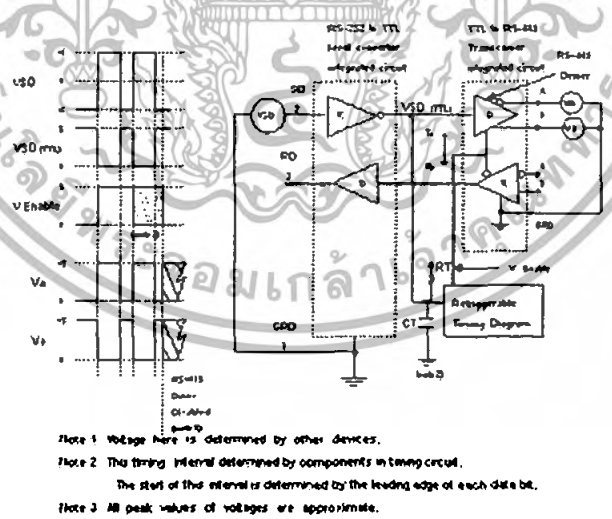
รูปที่ 2.19 แสดง Timing Diagram for RS-232 to RS-485 Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 หลังจากส่งบิทสุดท้ายแล้ว 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 แสดงให้เห็นว่ามีช่วงเวลาคงที่เวลาหนึ่งหลังการส่งข้อมูลบิทสุดท้ายและก่อนการ disable ของตัวส่ง ถ้าระยะเวลานั้นสั้นเกินไปหรือตัวส่งอาจถูก disableก่อนที่ตัวส่งจะส่งข้อมูลเสร็จ อาจทำให้ข้อมูลในส่วนท้ายสูญหายได้ และถ้ามีขนาดยาวเกินไปจะทำให้ระบบเปลี่ยนสายสัญญาณจากส่งเป็นรับก่อนที่โหนดพร้อมจะรับข้อมูลหรือตัวรับเชื่อมต่อเข้ากับสายส่งและรับข้อมูลช้าไม่ทันต่อสัญญาณที่ส่งมาถึง ทำให้ไม่ได้รับข้อมูลในส่วนแรก ดังนั้นควรกำหนดช่วงเวลาดังกล่าวให้เหมาะสม โดยส่วนมากมักเท่ากับความยาวหนึ่งตัวอักษรที่อัตราการส่งข้อมูลนั้นๆ



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

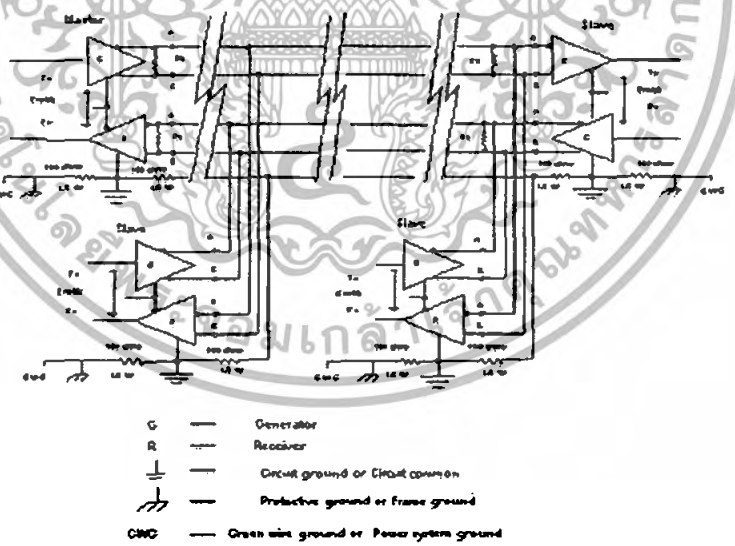
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 รูปแบบของระบบเครือข่าย

ในระบบเครือข่าย RS-232 และ RS-485 ไม่มีข้อกำหนดในหัวข้อรูปแบบการเชื่อมต่อ การออกแบบการเชื่อมต่อมักขึ้นอยู่กับความต้องการทางกายภาพของระบบ

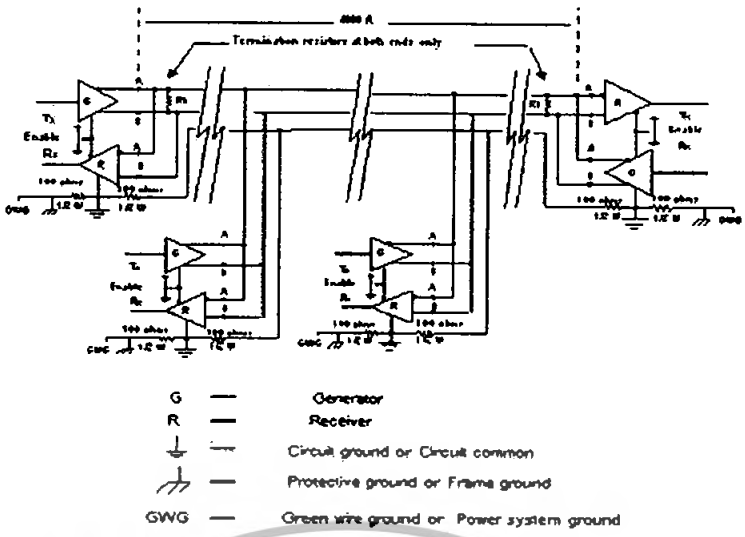
2.3.2.1 ระบบ 2 สาย และ 4 สาย

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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

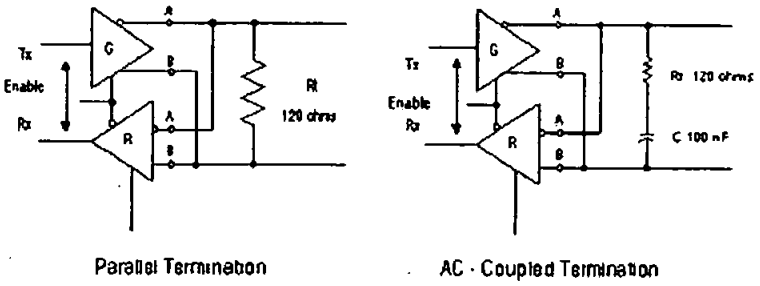


รูปที่ 2.22 แสดง Typical RS-485Two – Wire Multidrop Configuration

2.3.2.2 การต่อขั้วปลาย (Termination)

ระบบควรมีการต่อขั้วปลายหรือการต่ออิมพีแดนซ์ (Rt) เข้าระหว่างเทอร์มินอล เพื่อทำให้เกิดอิมพีแดนซ์สมดุลย์กันระหว่างอิมพีแดนซ์ของโหลดกับอิมพีแดนซ์ของสายส่ง ถ้าอิมพีแดนซ์ไม่สมดุลย์จะทำให้โหลดไม่ได้รับสัญญาณที่สมบูรณ์เนื่องจากสัญญาณบางส่วนเกิดการสะท้อนกลับภายในสายส่ง ถ้าอิมพีแดนซ์ของตัวกำเนิด (source) , อิมพีแดนซ์ของสายส่ง (transmission line) และอิมพีแดนซ์ของโหลดมีค่าเท่ากันจะไม่เกิดการสะท้อนกลับในระบบ แต่การต่อขั้วปลายนั้นก็ถือว่าเป็นการเพิ่มโหลดให้กับตัวส่ง ทำให้การติดตั้งซับซ้อนมากขึ้น , จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงการไบอัส และการปรับปรุงหรือแก้ไขระบบจะทำได้ยากขึ้น การตัดสินใจว่าควรทำการต่อขั้วปลายหรือไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของสายเคเบิ้ลและอัตราข้อมูลในระบบ หรืออีกทางหนึ่งอาจดูจาก Propagation delay ถ้ามีค่าน้อยกว่าความยาว 1 บิท ไม่จำเป็นต้องมีการต่อขั้วปลายเนื่องจากสัญญาณจะสะท้อนกลับไปกลับมาจนมีขนาดน้อยลงและหายไปในที่สุด (damp out) จึงไม่มีผลต่อการรับข้อมูล การรับของ "UART" จะเอาค่าที่อยู่ตรงกลางของบิทซึ่งถือว่าเป็นค่าที่มีความถูกต้องที่สุด การหาค่า Propagation delay คำนวณได้จากผลคูณระหว่างความยาวสายเคเบิ้ลกับ Propagation velocity ของสายเคเบิ้ล โดยจะถูกกำหนดจากผู้ผลิตซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 66%-75% ของความเร็วแสง

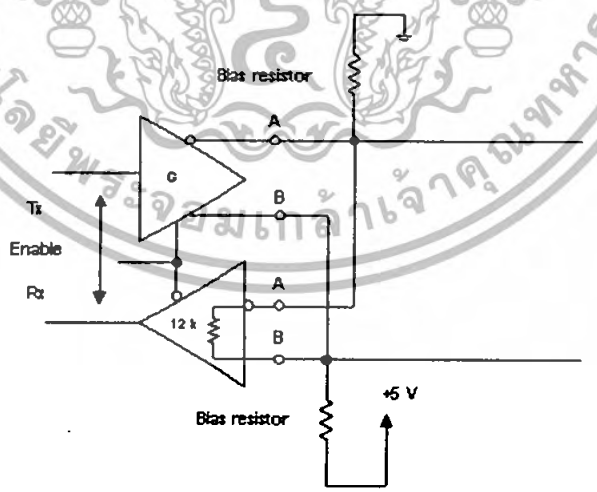
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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 ถ้าระดับแรงดันของอินพุทที่ ตัวรับ (A และ B)มีค่าอยู่ในช่วง +- 200 mV. ระดับลอจิกที่เอาท์พุทของตัวรับจะคงค่าของบิทสุดท้ายที่รับ เพื่อรักษาแรงดัน idle ให้เหมาะสมจำเป็นต้องมีการต่อความต้านทานที่เรียกว่าความต้านทานไบอัส เข้าระหว่างขั้ว B กับ 5 V. หรือเรียกว่า Pull up resister และใส่ความต้านระหว่างขั้ว A กับกราวด์หรือเรียกว่า Pull down resister รูปด้านล่างแสดงการต่อความต้านทานไบอัสเข้ากับตัวรับในระบบแบบ 2 สาย สำหรับระบบแบบ4 สายจะต่อความต้านทานเข้ากับตัวรับ ค่าความต้านทานไบอัสขึ้นอยู่กับการต่อขั้วปลายและจำนวนโหนดในระบบการสร้างกระแสไบอัสให้มีค่าเพียงพอที่จะรักษาแรงดันระหว่างสายส่ง A และ B ให้มีค่ามากกว่า 200 mV



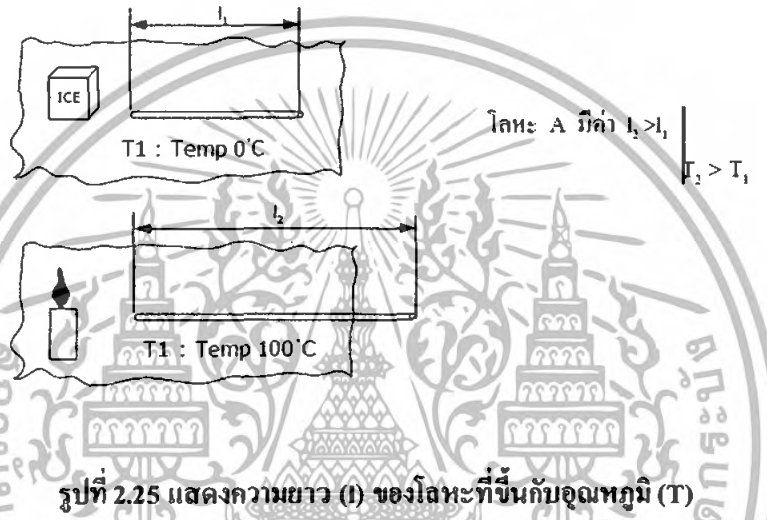
รูปที่ 2.24 แสดงการไบอัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์

ระบบควบคุมที่ดีมีความแม่นยำ และทำงานอย่างอัตโนมัตินั้นไม่ได้เกิดจากการควบคุมเพียงอย่างเดียวคงต้องพึ่งพาอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor Element) และการส่งผ่านสัญญาณที่ถูกต้องด้วยจึงจะสามารถทำให้ระบบทำงานได้อย่างแม่นยำ จะทำให้เกิดการคุ้มค่าในระบบงานอุตสาหกรรม

เซ็นเซอร์ (Sensor) ความหมายคือ การตรวจรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงจากบางสิ่งบางอย่าง ซึ่งตรวจจับได้โดยทางธรรมชาติ หรือมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาใช้ เช่น การเปลี่ยนความยาวของโลหะเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปดังรูป คือค่าความต้านทานเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิของเทอริมิสเตอร์ (Thermister)



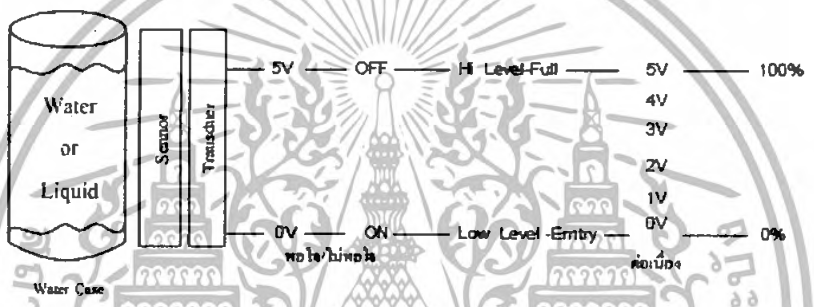
รูปที่ 2.25 แสดงความยาว (l) ของโลหะที่ขึ้นกับอุณหภูมิ (T)

รูปที่ 2.26 แสดงความต้านทาน (R) แปลตามอุณหภูมิ (T)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่ตรวจจับได้ดังกล่าวมาแล้วนั้นเป็นค่าทางพิสิกต์อาจพบว่าเป็นค่าการเปลี่ยนแปลงของความยาวของเส้นโลหะ หรือการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับนี้เราจะเรียกว่า เซนเซอร์ (Sensor) ซึ่งเซนเซอร์นี้อาจจะเป็นส่วนเล็ก ๆ ที่อยู่ในอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ค่าการเปลี่ยนแปลงที่ได้นี้จะต้องถูกแปรเปลี่ยนอย่างแม่นยำ เพื่อส่งต่อไปยังระบบควบคุมอีกทีซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะเป็นหน้าที่ของอุปกรณ์แปรงสัญญาณ (Transducer) ดังกล่าวต่อไป

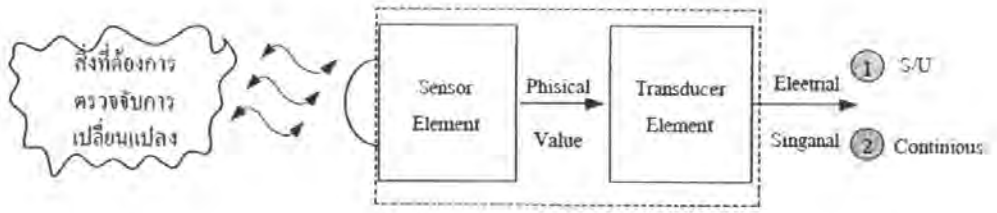
ทรานสดิวเซอร์ (Transduce) หรือเรียกว่าตัวแปลงมีหน้าที่เปลี่ยนแปลงค่าที่ได้จากการตรวจจับ (Sensor) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าในรูปของสัญญาณที่ต้องการอยู่ในรูปของสัญญาณแบบพอใจ (มี) ไม่พอใจ (ไม่มี) หรืออยู่ในรูปของสัญญาณที่มีความต่อเนื่อง เพื่อความสะดวกในการควบคุมและอ่านค่า เช่น การตรวจจับระดับของน้ำในถัง ดังรูป



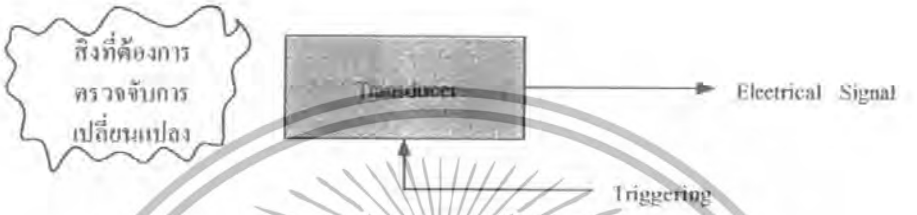
รูปที่ 2.27 แสดงการวัดระดับน้ำและให้ค่าสัญญาณทั้ง 2 ลักษณะ

โดยสรุปแล้วทรานสดิวเซอร์ (Transducer) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานที่อยู่ในรูปแบบหรือปริมาณทางพิสิกส์ เปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้าหรือสัญญาณไฟฟ้า เช่นพลังงานเสียง ความร้อน น้ำหนัก ความเร็ว ระยะทาง แสง และอื่น ๆ รวมถึงปฏิกริยาทางเคมีที่ได้รับมาเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งไปประมวลผลต่อไป ทรานสดิวเซอร์อาจรวมถึงเซนเซอร์ไว้ในตัวเองด้วยก็ได้ ทรานสดิวเซอร์มีอยู่ด้วยกันหลายแบบหลายชนิด ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างโดยหลักการพื้นฐานในการแปรงค่าออกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 แสดงส่วนประกอบภายในทรานสดิวเซอร์



รูปที่ 2.29 แสดงแผนผังการทำงานของทรานสดิวเซอร์

การทำงานของทรานสดิวเซอร์ในการตรวจจับและแปรค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามีอยู่หลายวิธี สรุปได้ 5 วิธีดังต่อไปนี้

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

2.4.1 สวิตช์ลำแสง

สวิตช์ลำแสง คืออุปกรณ์ซึ่งตรวจจับวัตถุโดยความหมายของการที่ลำแสงจากตัวส่ง ส่งไปสะท้อนกับวัตถุ หรือถูกกั้นขวางด้วยวัตถุ หรือถูกดูดซับโดยวัตถุและมีผลให้ตัวรับแสงรับรู้สภาวะที่เกิดขึ้น โดยจะเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณ เอาท์พุทไป

2.4.1.1 คุณลักษณะเด่นของสวิตทช์ลำแสง

- ตรวจจับวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัส
- ระยะการตรวจจับไกล
- สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบจะทุกชนิด
- ความเร็วในการตรวจจับสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้

- ความแม่นยำในการตรวจจับสูง

2.4.1.2 ชนิดของตัวตรวจรับแสงและตัวกำเนิดแสงในสวิตช์ลำแสง

- ตัวตรวจรับแสงจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Photo Transistor หรือ Photo Diode ทำหน้าที่ตรวจจับแสงและแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

- ตัวกำเนิดแสง มีหลายประเภทด้วยกัน คือ

หลอดแบบมีไส้ เป็นชนิดที่สวิตช์ลำแสงรุ่นก่อน มีข้อเสียตรงที่ขาดง่าย และมีขนาดค่อนข้างใหญ่ใช้พลังงานมาก แต่ปัจจุบันก็ยังมีใช้อยู่กับสวิตช์ลำแสงรุ่นพิเศษเพื่อการใช้งานเฉพาะแบบ

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

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

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

LEB แบบแสงสีเขียว เป็นแสงที่มองเห็นมีความยาวคลื่นประมาณ 560 nm. ให้ความเข้มของแสงต่ำสวิตช์ลำ แสงที่ใช้ LEB สีเขียว จะมีระยะการตรวจจับใกล้แต่สามารถตรวจจับมาร์คสีแดงบนพื้นสีขาวได้

2.4.1.3 โครงสร้างของสวิตช์ลำแสง

- Projector คือ ตัวส่งลำแสงส่วนมากจะเป็นหลอด LED

- Detector คือ ตังตรวจรับแสงส่วนมากจะเป็น Photo transistor หรือ Photo diode

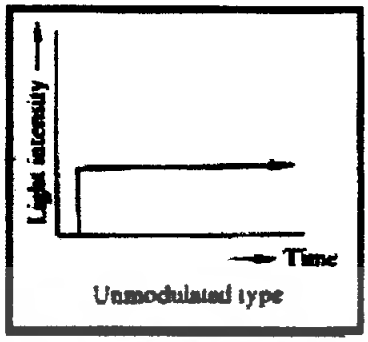
- Amplifier คือ ภาคขยายสัญญาณ ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปขับ Projector และรับสัญญาณจาก Detector มาขยายเพื่อส่งเป็นสัญญาณเอาท์พุทออกไป

- Power Supply ทำหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับ 220 VAC เป็นไฟกระแสตรงแรงดันต่ำเพื่อนำไปเลี้ยงวงจร Amplifier อีกทีนอกจากนี้บางที Power Supply อาจจะรวมเอาท์พุทที่เป็น Relay Contact อยู่ด้วยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

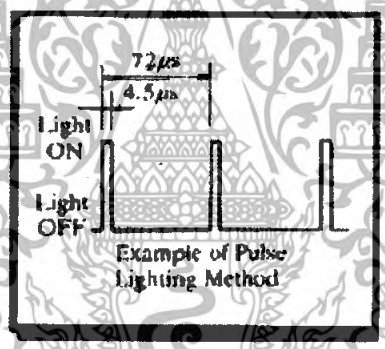
2.4.2.4 เทคนิคการส่งของลำแสง

- วิธีรับส่งแสงแบบทั่วไป



รูปที่ 2.30 แสดงวิธีการรับส่งแสงแบบทั่วไป

- วิธีการรับส่งแสงแบบ Pulse Modulation



รูปที่ 2.31 แสดงการรับส่งแบบ 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 ซึ่งเจ้าของสินค้าต่างๆไม่จำเป็น ต้องมีร้านค้าจริงและไม่จำเป็นต้องจ้างคนขายของอีกต่อไปร้านค้าและตัวสินค้านั้น จะไปปรากฏอยู่บน Wed site และการซื้อขายก็เกิดขึ้นบนโลกของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Internet แล้ว PHP ช่วยเราให้เป็นการพัฒนา Web site และความสามารถที่โดดเด่นอีกประการหนึ่งของ PHP นั้น คือ database-enabled web page ทำให้เอกสารของ HTML สามารถที่จะเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล (database) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว จึงทำให้ความต้องการในเรื่องการจัดรายการสินค้าและรับรายการสั่งของตลอดจนการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญผ่านทาง Internet เป็นไปได้อย่างง่าย

PHP เป็นภาษาจำพวก scripting language คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า สคริปต์ (script) และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปลชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปก็เช่น JavaScript, Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า 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 แบบที่เป็นโมดูลหนึ่งของ Apache จะทำงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่า

2.5.1.1 ลักษณะเด่นของ PHP

- ใช้ได้ฟรี
- PHP เป็นโปรแกรมที่ทำงานข้าง Sever ดังนั้นขีดความสามารถไม่จำกัด
- PHP สามารถใช้งานได้ทั้งเครื่อง UNIX , Linux , Windows
- เรียนรู้ง่าย เนื่องจาก PHP ฝังเข้าไปใน HTML และใช้โครงสร้างและไวยากรณ์ภาษาง่ายๆ
- เร็วและมีประสิทธิภาพ
- ใช้ร่วมกับ XML ได้ทันที
- ใช้กับระบบแฟ้มข้อมูลได้
- ใช้กับข้อมูลตัวอักษรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้กับโครงสร้างข้อมูลใช้ได้แบบ Scalar , Array , Associative array
- ใช้กับการประมวลผลภาพได้

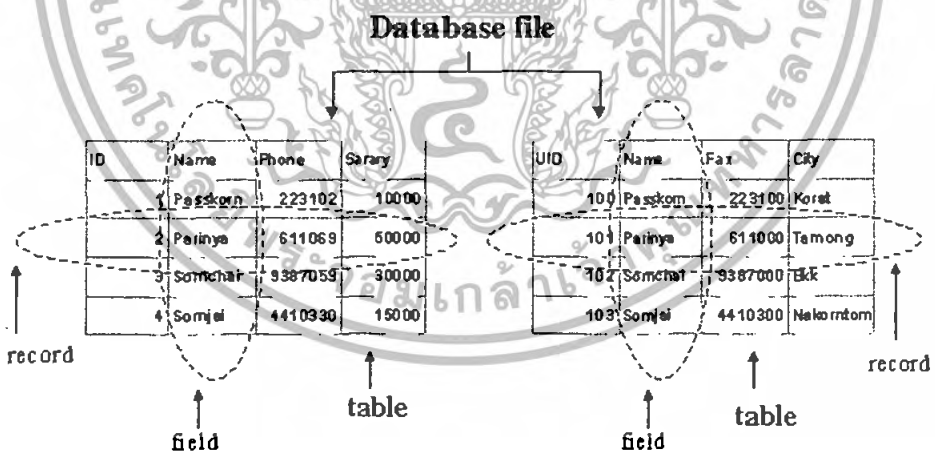
2.5.2 Python

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

ในชีวิตประจำวันเราจะพบได้ว่ามีข้อมูลต่างๆมากมายรอบตัวเราทั้งมีความหมายและไม่มีความหมายดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการจัดเก็บข้อมูล เพื่อความสะดวกสะบายเมื่อมีการเรียกใช้ไม่ว่าจะจัดเก็บโดยตู้บัตรรายการหรือจัดเก็บโดยคอมพิวเตอร์จำเป็นจะต้องมีรูปแบบในการจัดเก็บที่เหมาะสม ซึ่งรูปแบบการจัดเก็บทั้งสองอย่างรวมทั้ง MySQL ด้วย ก็ไม่แตกต่างกันนัก โดยสามารถแบ่งได้ตามภาพข้างล่างดังนี้



รูปที่ 2.32 แสดงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 Ell" ผู้พัฒนา MySQL เริ่มต้นจากการทำงานกับฐานข้อมูล mSQL ให้เชื่อมต่อกับจารางข้อมูลด้วย ISAM ฟังก์ชันระดับต่ำที่เร็วมาก แต่ได้ข้อสรุปบางประการ คือ mSQL ไม่ยืดหยุ่นเพียงกับความต้องการของผู้พัฒนา จึงได้นำมาสู่การพัฒนา MySQL

2.6.2.1 ความมุ่งหวังของผู้พัฒนา คือ

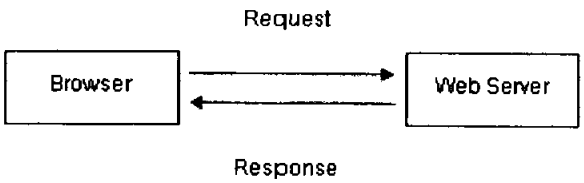
- ให้เป็นฐานข้อมูลที่ดีที่สุดและใช้งานมากที่สุดในโลก
- ตอบตามความต้องการได้ทั้งหมด
- ใช้งานง่ายมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เร็วและปลอดภัย
- ให้ความสนุกเมื่อใช้งานและปรับปรุง
- ปราศจากจุดบกพร่อง

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

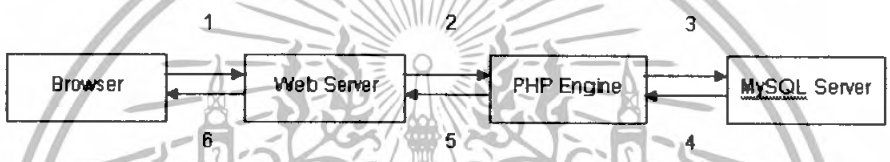
สถาปัตยกรรมปฏิบัติการพื้นฐานของแม่ข่ายเว็บ ตามการแสดงในรูปภาพ ระบบนี้ประกอบด้วย 2 อ๊อบเจค คือ web browser และ web serer การเชื่อมต้นคมนาคมมีความต้องการระหว่างอ๊อบเจค web browser ทำคำขอไปยังแม่ข่าย แม่ข่ายส่งกลับการตอบสนอง สถาปัตยกรรมนี้เหมาะสมกับแม่ข่ายส่งผ่าน static page ซึ่งสถาปัตยกรรมส่งผ่านฐานข้อมูลจากเว็บมีความซับซ้อนมากกว่าเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 แสดงการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Browser และ Web Server

โปรแกรมประยุกต์ฐานข้อมูลเว็บสามารถทำตามโครงสร้างฐานข้อมูลเว็บในตามรูปภาพโครงสร้างนี้ คือ



รูปที่ 2.34 แสดงสถาปัตยกรรมพื้นฐาน

ตามแบบแผนทรานแซคชัน ของฐานข้อมูลเว็บประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้ ซึ่งมีการเรียงหมายเลขในรูปภาพข้างต้น

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

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

2.6.3.3 PHP engine เริ่มการกระจายสคริปต์ ภายในสคริปต์ คือ คำสั่งการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลและการประมวลผลคิวรี่ PHP เปิดการเชื่อมต่อกับ MySQL server และส่งคิวรี่ ที่เหมาะสม

2.6.3.4 MySQL server รับคิวรี่สำหรับฐานข้อมูล และประมวลผล จากนั้นส่งผลลัพธ์กลับไปยังPHP engine

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.6 Web server ส่งผ่าน HTML กลับไปยัง browser ที่ผู้ใช้สามารถดูรายการต่างๆ

กระบวนการมีพื้นฐานเหมือนกับ scripting engine และฐานแม่ข่ายทั่วไป โดยส่วนมาก ซอฟต์แวร์ web server ในที่นี้คือ PHP engine และฐานข้อมูลแม่ข่าย ทำงานบนเครื่องเดียวกัน อย่างไรก็ตามฐานข้อมูลแม่ข่าย อาจจะทำงานบนคนละเครื่อง การทำเช่นนี้ด้วยเหตุผล ความปลอดภัย เพิ่มสมรรถนะ หรือกระจายภาระ จากมุมมองการพัฒนาที่จะมีการทำงานเหมือนกัน แต่อาจจะให้สมรรถนะดีขึ้นอย่างมีนัยยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

3.1 คุณสมบัติของระบบที่ออกแบบ

3.1.1 Functional Requirement

3.1.1.1 ระบบสามารถระบุได้ว่าจะให้มีการเลือก Spot โดยผู้ใช้บริการ, User หรือระบบ

3.1.1.2 ระบบสามารถระบุได้ว่าจะมีการเก็บค่าใช้จ่ายอย่างไร

3.1.1.3 ระบบสามารถระบุได้ว่าแต่ละ Spot จะมีระหัสประจำ Spot ใด

3.1.1.4 ระบบต้องรู้จำนวนรถที่เข้าจอดในที่จอดรถยนต์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ระบบจัดการช่องจอดรถยนต์

ระบบจัดการช่องจอดรถยนต์ หมายถึง ระบบที่สามารถรับรู้ถึงการเข้าและการออกของรถยนต์ของช่องจอดรถยนต์ทุกๆช่องจอดรถยนต์และระบบที่สามารถยืนยันการจอดรถยนต์ที่ช่องจอดรถยนต์ด้วย RFID โดยจะต้องมีส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

3.2.1.1 RFID Reader มีไว้เพื่อรับข้อมูลจาก RFID Tag เพื่อบอกว่าได้มีการนำรถยนต์เข้าจอดที่ช่องนั้นแล้วจริงและตรงกับที่ระบุจากระบบหรือไม่ โดยจะเปรียบเทียบข้อมูลที่อ่านได้กับข้อมูลที่ถูกส่งมาจาก Spot Server

3.2.1.2 Spot Sensor มีไว้เพื่อรับข้อมูลการจอดรถยนต์ของช่องจอดรถยนต์นั้นโดยจะสามารถระบุได้ว่ามีรถยนต์จอดในช่องจอดนั้นหรือไม่ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

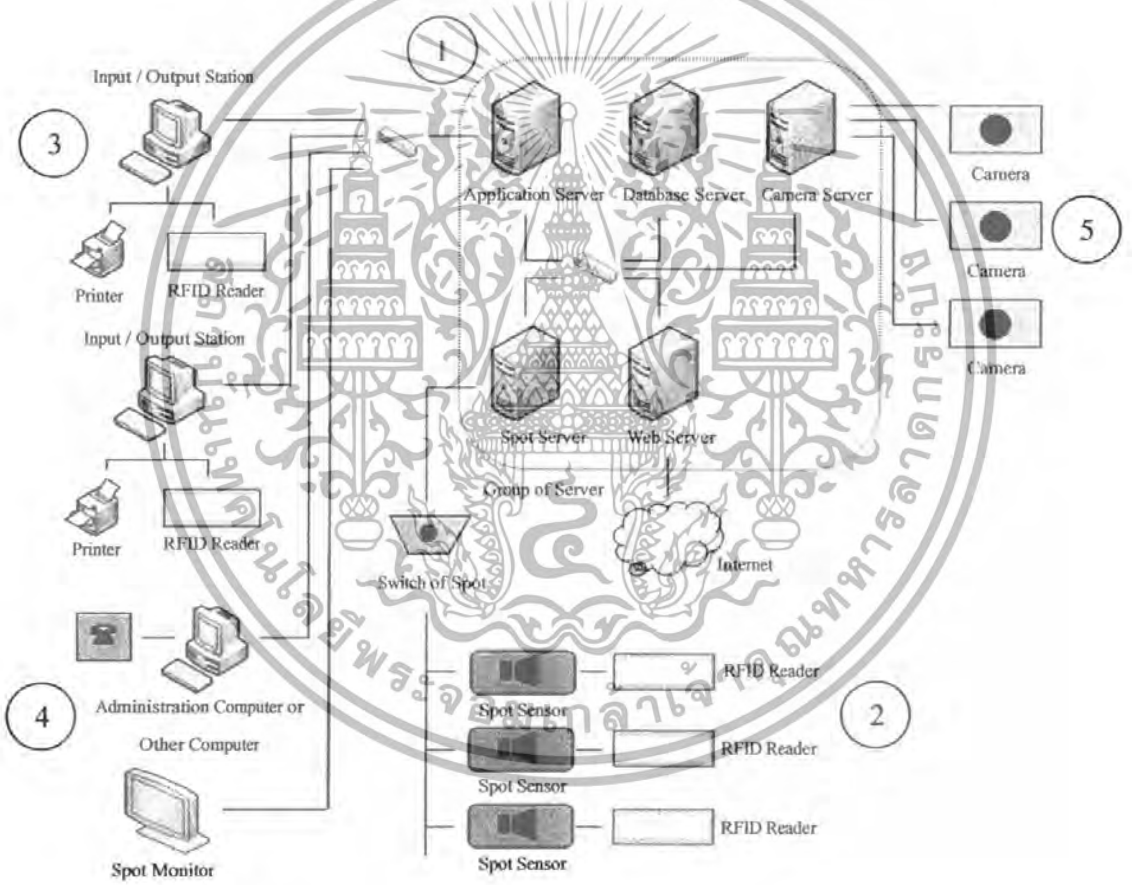
3.2.3 ระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์

ระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์ หมายถึง ระบบที่สามารถบันทึกภาพการเข้าและการออกของรถยนต์ทุกๆคันที่เข้าและออกสถานที่จอดรถยนต์ โดยจะต้องมีส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

3.2.3.1 กล้องบันทึกภาพ มีไว้เพื่อบันทึกภาพการเข้าและการออกของรถยนต์ทุกคันในการเข้ามาใช้บริการการจอดรถยนต์

3.2.3.2 Camera Server มีไว้เพื่อจัดการภาพต่างๆ ให้มีข้อมูลที่เหมาะสมและสามารถนำไปในงานในรูปแบบต่างๆได้

3.2.3.3 Database Server ไว้เพื่อเก็บข้อมูลภาพการจอดรถยนต์ต่างๆ



รูปที่ 3.1 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 3.1 เป็นการแสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมดที่รวมระบบย่อย 3 ระบบ คือ ระบบจัดการช่องจอดรถยนต์ ระบบจัดการจอดรถยนต์ และระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์ โดยจะมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้

หมายเลข 1 Server ต่างๆ คือ Application Server ใช้ในการบริหารจัดการการเข้าออกของรถยนต์ Spot Server ใช้ในการอ่านค่าข้อมูลการจอดรถยนต์จากช่องจอดรถยนต์ Database Server ใช้เก็บข้อมูลต่างๆ Web Server ใช้ในการจองที่จอดรถยนต์ผ่านทาง Internet และ Camera Server ใช้ในการจัดการกล้องวงจรปิดต่างๆเพื่อความปลอดภัย

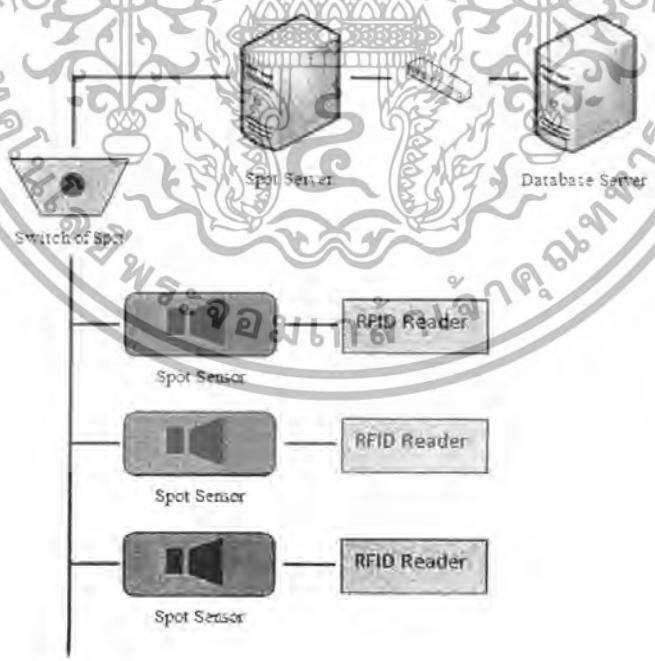
หมายเลข 2 Sensor ที่ช่องจอดรถยนต์ ใช้สำหรับอ่านค่าการจอดรถยนต์ของแต่ละช่องว่ามีรถยนต์จอดอยู่หรือไม่

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

หมายเลข 4 เครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ใช้ในการให้ผู้ดูแลระบบ ผู้บริหารระบบและบุคคลอื่นๆ เข้าใช้งานระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

หมายเลข 5 กล้องวงจรปิด เป็นส่วนที่จะเพิ่มความปลอดภัยให้กับสถานที่จอดรถยนต์

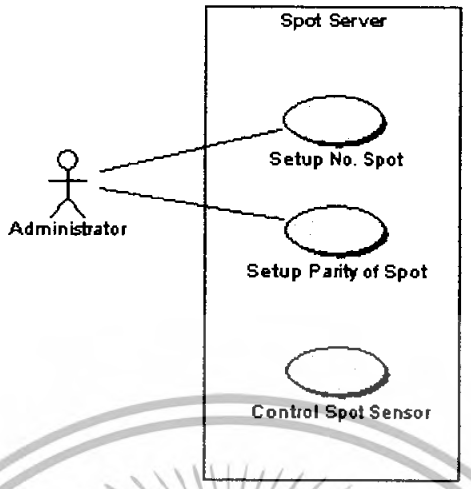
3.3 ระบบจัดการช่องจอดรถยนต์



รูปที่ 3.2 แสดงระบบจัดการช่องจอดรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 Use Case Diagram



รูปที่ 3.3 แสดง Use Case Diagram ของระบบ

3.3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ

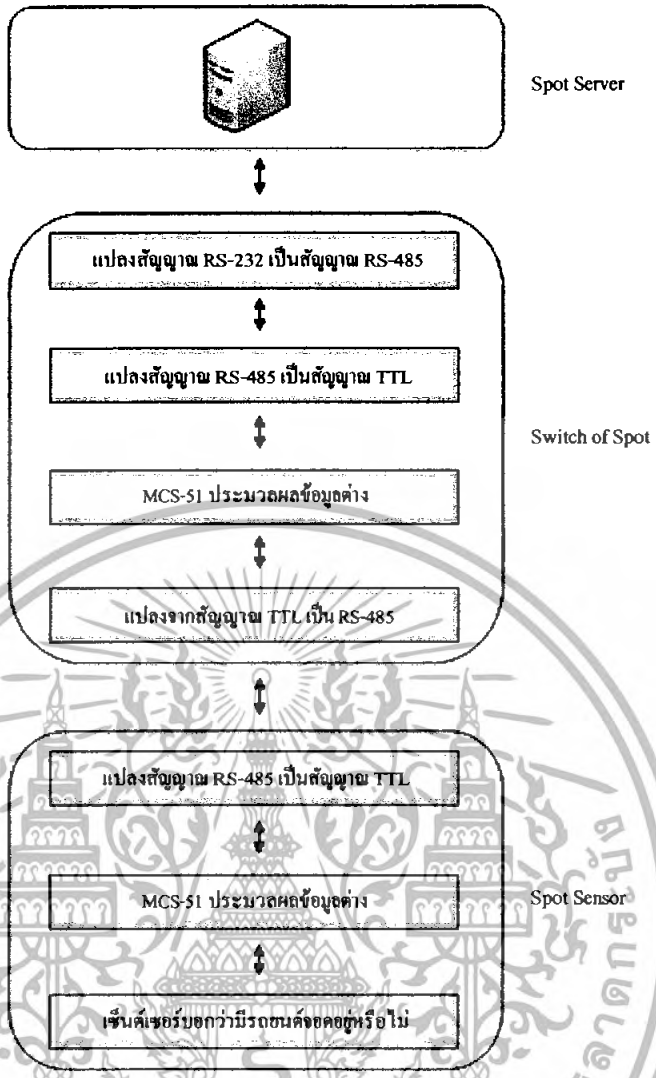
3.3.2.1 ส่วนประกอบต่างๆ

ในการออกแบบฮาร์ดแวร์ของระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ จะเป็นการออกแบบในส่วนของการดูแลและควบคุมการใช้งานช่องสำหรับจอดรถยนต์ กล่าวคือ จะออกแบบเซ็นต์เซอร์เพื่อที่จะรับรู้ว่าช่องสำหรับจอดรถยนต์นั้นมีรถยนต์จอดอยู่หรือไม่ โดยจะมีส่วนที่เกี่ยวข้องซึ่งจะนำมาถึงกระบวนการในการรับรู้ช่องสำหรับจอดรถยนต์ ดังต่อไปนี้

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

ซึ่งจะมีแผนภาพแสดงส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงส่วนต่างๆที่เกี่ยวของระบบจัดการช่องจอดรถยนต์

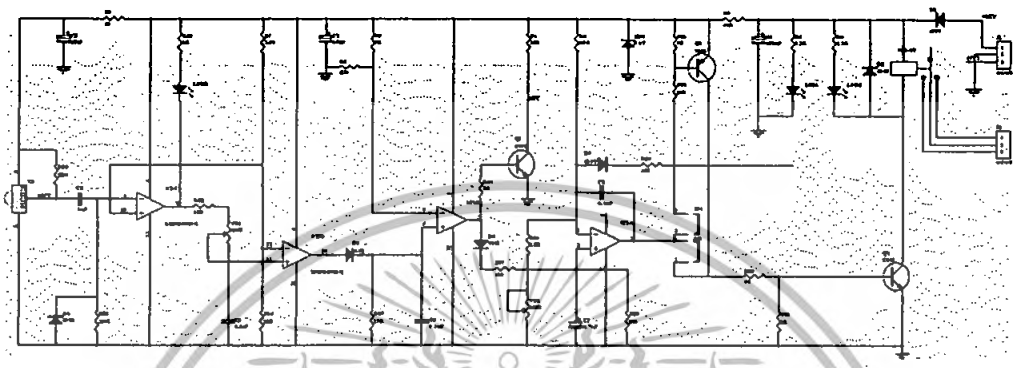
ในส่วนของ Switch of Spot นั้น จะเป็นส่วนที่ใช้ในการแบ่งแยก Spot Sensor ออกเป็นกลุ่มๆ โดยแต่ละกลุ่มจะมีจำนวน Spot Sensor ไม่เกิน 254 ตัว ซึ่งเนื่องมาจากคุณสมบัติของไอซี RS-485

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

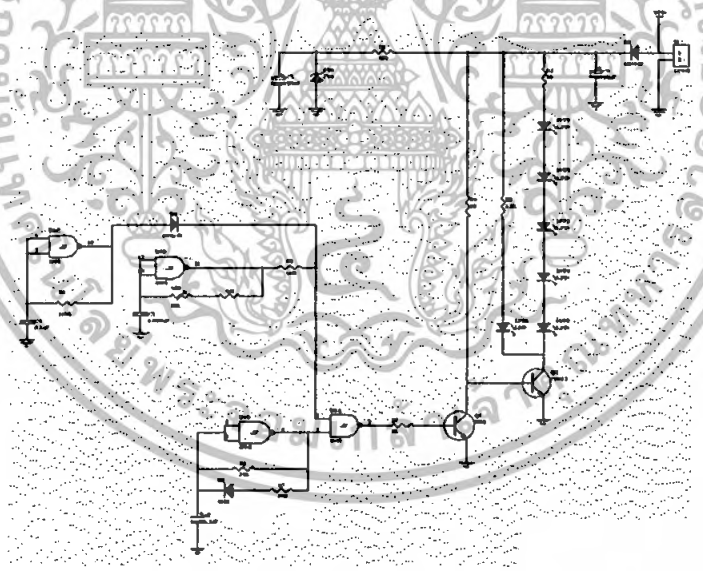
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 วงจรต่างๆที่เกี่ยวข้อง

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



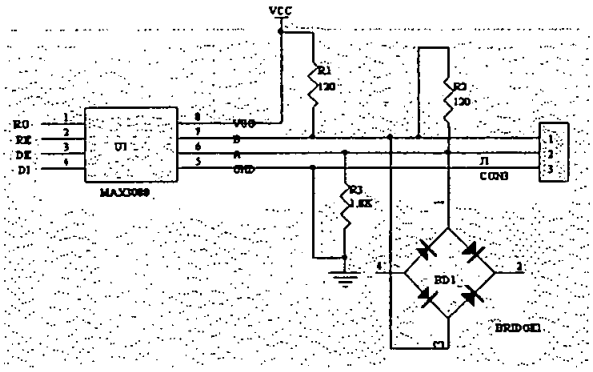
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรภาครับของ Sensor



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรภาคส่งของ Sensor

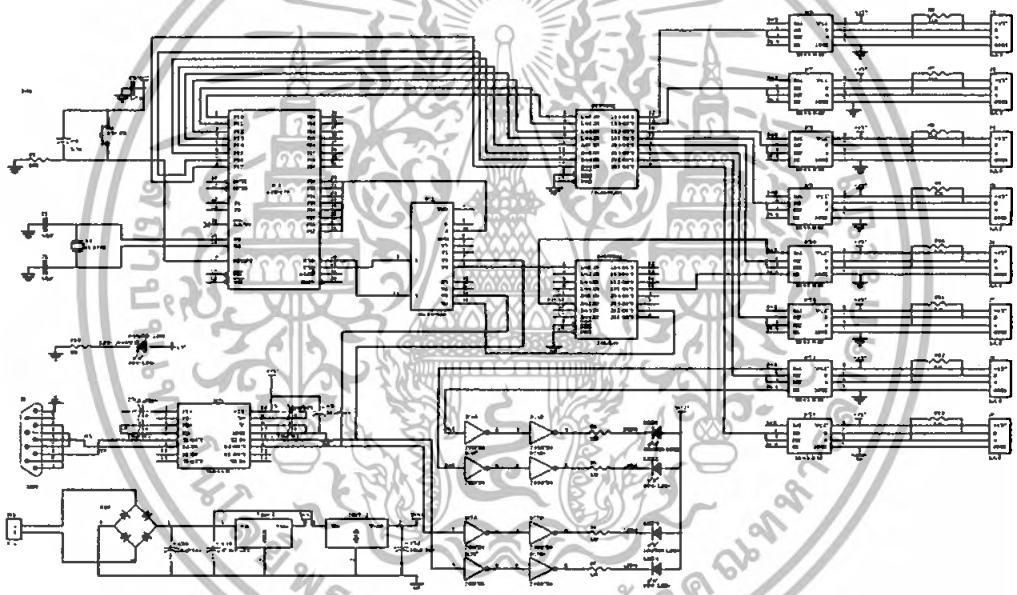
- การแปลงสัญญาณ TTL เป็นสัญญาณ RS-485 และการแปลงสัญญาณ RS-485 เป็นสัญญาณ TTL ซึ่งจะใช้ IC เบอร์ MAX3088 ในการแปลงสัญญาณต่างๆ โดยมีวงจรต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรการแปลงสัญญาณ TTL เป็นสัญญาณ RS-485

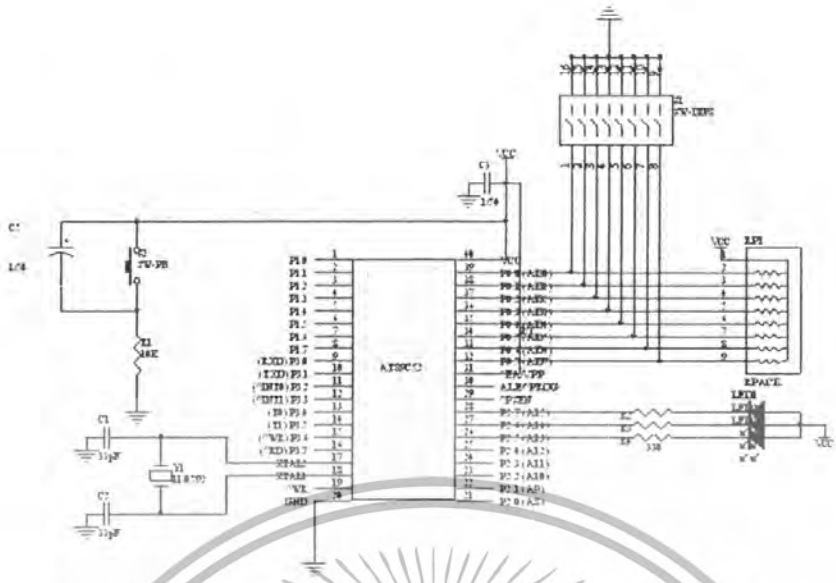
- วงจรของ Switch of Spot



รูปที่ 3.8 แสดงวงจร Switch of Spot

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงวงจรการประมวลผลของ MCS-51

3.3.3 การออกแบบการเชื่อมต่อข้อมูลที่ใช้ในโครงงาน

การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Spot Server กับ Spot Sensor จะผ่านการแปลงสัญญาณในรูปแบบต่างๆ โดยจะมีลักษณะการส่งข้อมูลต่างๆดังต่อไปนี้

การส่งข้อมูล

รหัส Port ของ Switch of Spot รหัส Spot Sensor

การตอบกลับข้อมูล

ข้อมูลการจอดรถยนต์

โดยที่ข้อมูลการจอดรถยนต์นั้นถ้าเป็น 01100011 หมายถึง ไม่มีรถยนต์จอด

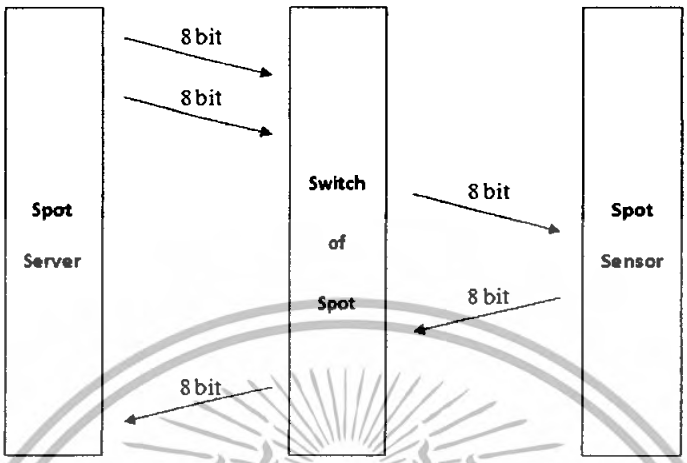
01101101 หมายถึง มีรถยนต์จอด

รูปที่ 3.10 แสดงรูปแบบการรับการส่งข้อมูล

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

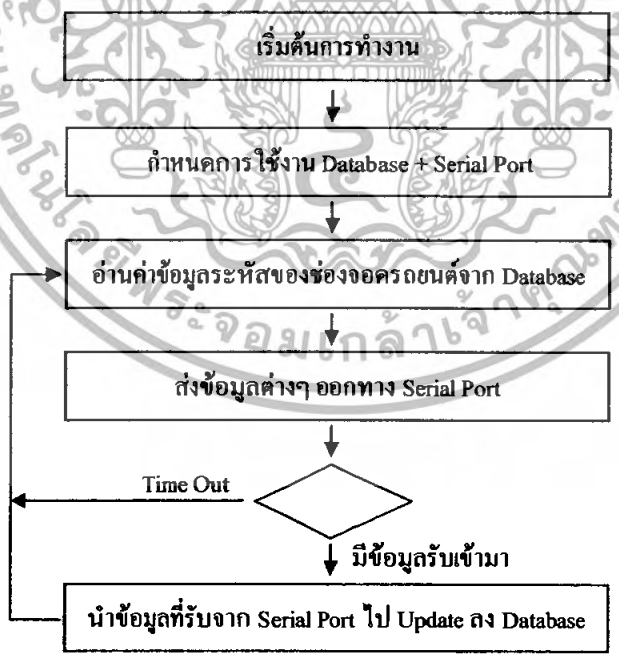
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sensor ตัวใดก็จะทำการส่งข้อมูล ไปยังเครือข่ายโดยผ่านการแปลงเป็นสัญญาณต่างๆตามเหมาะสม เมื่อ Spot Sensor อ่านค่าที่ถูกสู่งมาแล้วไม่ตรงกับรหัสของตัวเองก็จะไม่สนใจ แต่ถ้าอ่านค่าเข้ามาแล้วตรงกับรหัสของตัวเอง ก็จะทำการส่งข้อมูลตอบกลับ



รูปที่ 3.11 แสดงการรับและการส่งของข้อมูล

3.3.4 อธิบายการทำงานในส่วนต่างๆ



รูปที่ 3.12 แผนภาพแสดงการทำงานที่ Spot Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

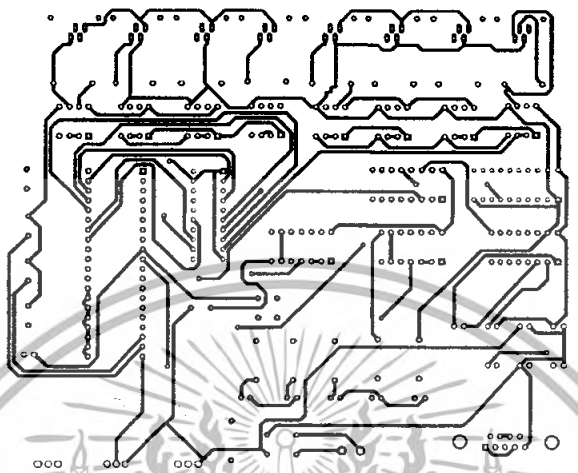
รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงการทำงานที่ Switch of Spot

รูปที่ 3.14 แผนภาพแสดงการทำงานที่ Spot Sensor

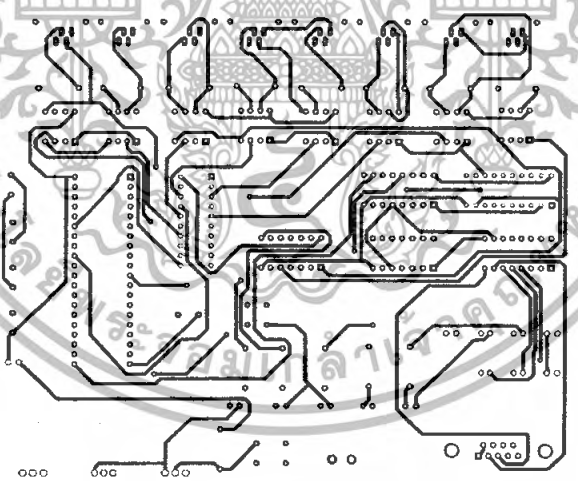
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การสร้าง Hardware

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



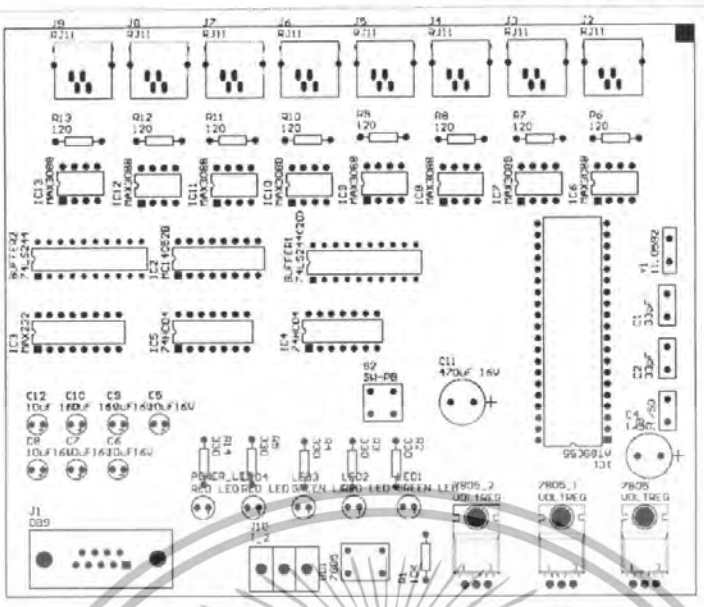
รูปที่ 3.15 แสดง PCB Top Layer ของ Switch of Spot



รูปที่ 3.16 แสดง PCB Bottom Layer ของ Switch of Spot

จากนั้นก็ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ครบตามวงจรที่ได้ทำการออกแบบ ซึ่งจะได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงอุปกรณ์ Switch of Spot

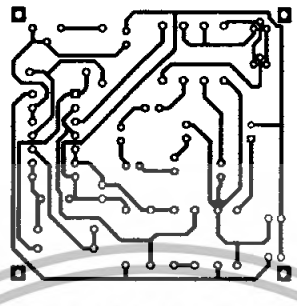
รูปที่ 3.18 แสดง Switch of Spot

จากนั้นทำการโปรแกรม Firmware ลงใน MSC-51 ให้สามารถทำงานได้ตามที่กำหนด

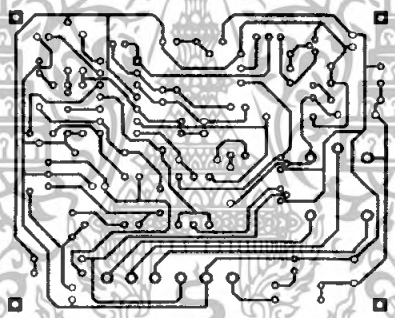
3.3.5.2 Spot Sensor ภายใน Spot Sensor จะประกอบด้วยวงจรภายใน 4 วงจร คือ วงจรภาคส่งของ Sensor วงจรภาครับของ Sensor วงจรแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS-485 และวงจรประมวลผลของ MCS-51 ซึ่งวงจรแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS-485 และวงจรประมวลผลของ MCS-51 จะทำอยู่ในแผงวงจรเดียวกัน จะมีวิธีการคือ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำงานร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

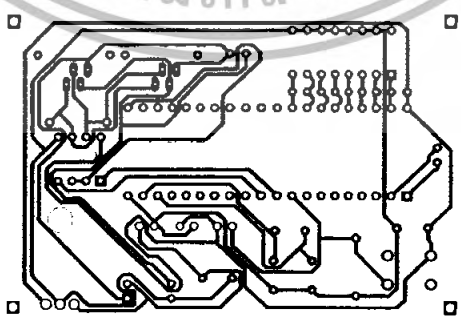
ภาคส่งของ Sensor (รูปที่ 3.6) วงจรภาครับของ Sensor (รูปที่ 3.5) และวงจรแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS-485 กับวงจรประมวลผลของ MCS-51 (รูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.9) ให้เป็นลายวงจร PCB (ดูขนาดจริงได้ที่ภาคผนวก) ซึ่งจะได้ PCB ต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.19 แสดง PCB ของวงจรภาคส่งของ Sensor



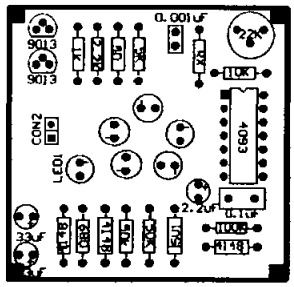
รูปที่ 3.20 แสดง PCB ของวงจรภาครับของ Sensor



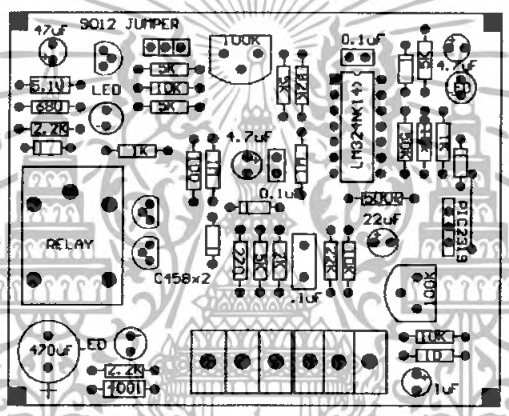
รูปที่ 3.21 แสดง PCB ของวงจรประมวลผลของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

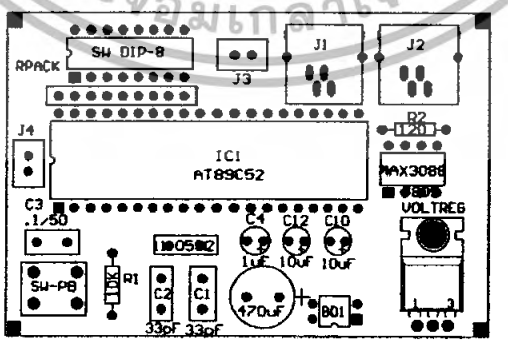
จากนั้นก็ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ครบตามวงจรที่ได้ทำการออกแบบ ซึ่งจะได้ดังนี้



รูปที่ 3.22 แสดงอุปกรณ์ภาคส่งของ Sensor

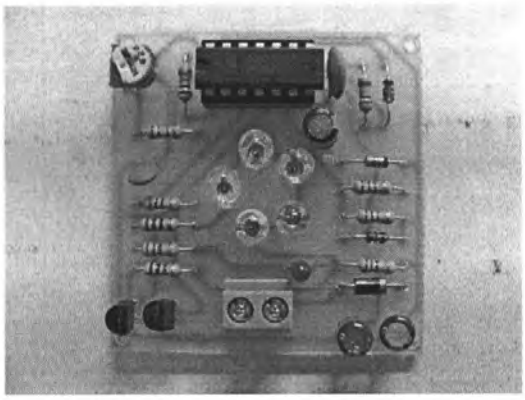


รูปที่ 3.23 แสดงอุปกรณ์ภาครับของ Sensor

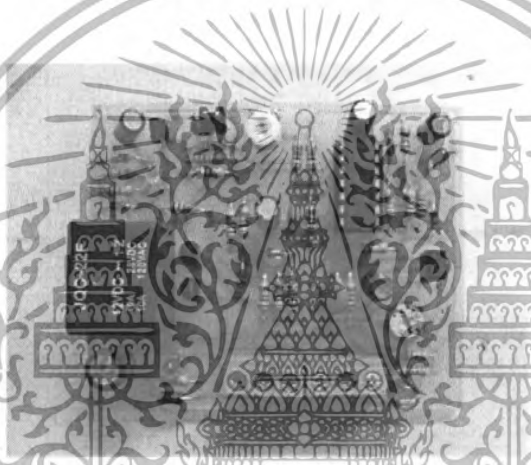


รูปที่ 3.24 แสดงอุปกรณ์วงจรประมวลผลของ MCS-51

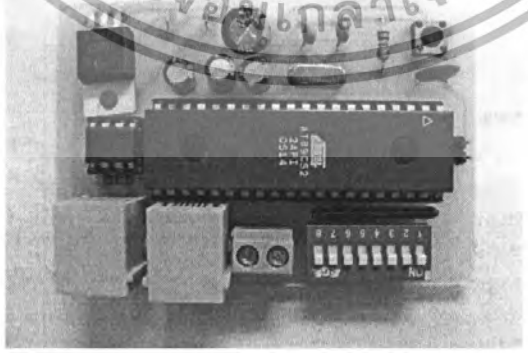
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 แสดงภาคส่งของ Sensor

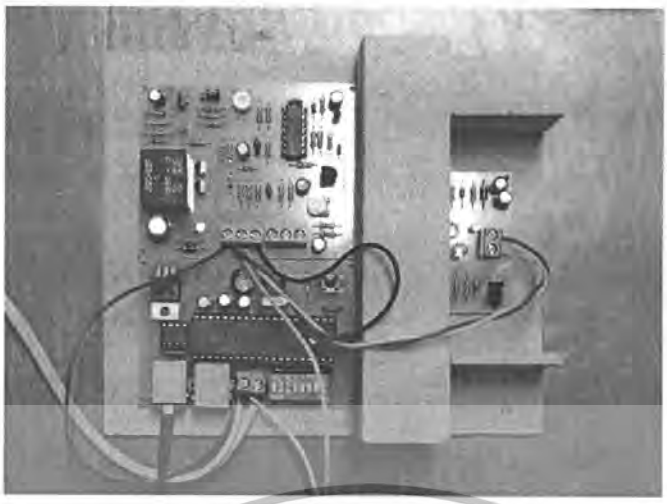


รูปที่ 3.26 แสดงภาครับของ Sensor



รูปที่ 3.27 แสดงวงจรประมวลผลของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 แสดงอุปกรณ์ของ Spot Sensor

จากนั้นทำการโปรแกรม Firmware ลงใน MSC-51 ให้สามารถทำงานได้ตามที่กำหนด

3.3.6 การออกแบบซอฟต์แวร์ของระบบ

ซอฟต์แวร์ของระบบจัดการช่องจอดรถยนต์ จะใช้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา 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 จากนั้นนำมาประมวลผลแล้วนำข้อมูลของช่องจอดรถยนต์ที่ได้บันทึกลง Database Server

3.3.7 การสร้าง Software

Software ที่ Spot Server จะใช้ภาษา Python ในการพัฒนา โดยจะต้องติดตั้งโปรแกรมต่างๆ คือ Python Complier , Pyserial เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Spot Sensor ผ่านทาง Serial Port ได้ , MySQL for Python เพื่อให้สามารถเขียนข้อมูลติดต่อ MySQL Database ได้ และที่ Database Server จะต้องติดตั้ง MySQL Database โดยโปรแกรมจะมีการทำงานต่างๆดังนี้

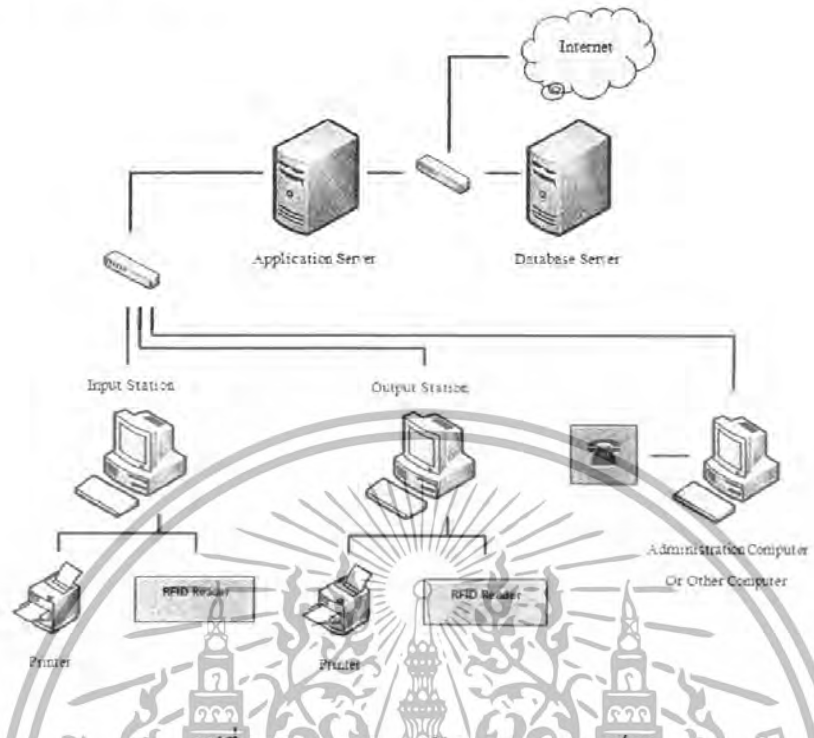
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะต้องไปถามข้อมูลที่ช่องจอดรถยนต์ว่ามีรถยนต์จอดอยู่หรือไม่ จากนั้นก็นำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลแล้วนำไปบันทึกค่าต่างๆลง Database Server โดยจะมีลักษณะต่างๆ คือ ถ้าอ่านข้อมูลจากช่องจอดรถยนต์ว่า มีรถยนต์จอดอยู่ จะต้องไปดูข้อมูลที่ Database ว่าช่องจอดรถยนต์นั้นมีข้อมูลเป็นอย่างไร ถ้ามีรถยนต์จอดอยู่ก็จะบันทึก Database ว่ามีรถยนต์จอดอยู่ ถ้าไม่มีรถยนต์จอดหรือมีการจองผ่านทาง Telephone หรือ Internet ก็จะบันทึก Database ว่ามีการจอดผิดช่องเนื่องจากไม่ได้ผ่านจาก Station Input ก่อน ถ้ามีการจอดรถยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน ก็จะต้องบันทึก Database ให้เป็นการจอดรถยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน ถ้าช่องจอดรถยนต์นั้นมีการจองผ่านทาง Station Input ก็จะต้องบันทึก Database ให้เป็นการจองผ่านทาง Station Input เช่นเดิม และถ้าอ่านข้อมูลจากช่องจอดรถยนต์ว่า ไม่มีรถยนต์จอดอยู่ จะต้องไปอ่านข้อมูลที่ Database ว่าช่องจอดรถยนต์นั้นมีข้อมูลเป็นอย่างไร ถ้าไม่มีรถยนต์จอดอยู่ก็จะบันทึก Database ว่าไม่มีรถยนต์จอดอยู่ ถ้ามีการจอดรถยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน ก็จะต้องบันทึก Database ให้เป็นการจอดรถยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน ถ้าช่องจอดรถยนต์นั้นมีการจองผ่านทาง Station Input ก็จะต้องบันทึก Database ให้เป็นการจองผ่านทาง Station Input เป็นต้น โดยโปรแกรมที่ทำงานจะมีลักษณะต่างๆดังนี้

รูปที่ 3.29 แสดงโปรแกรมที่ Spot Server

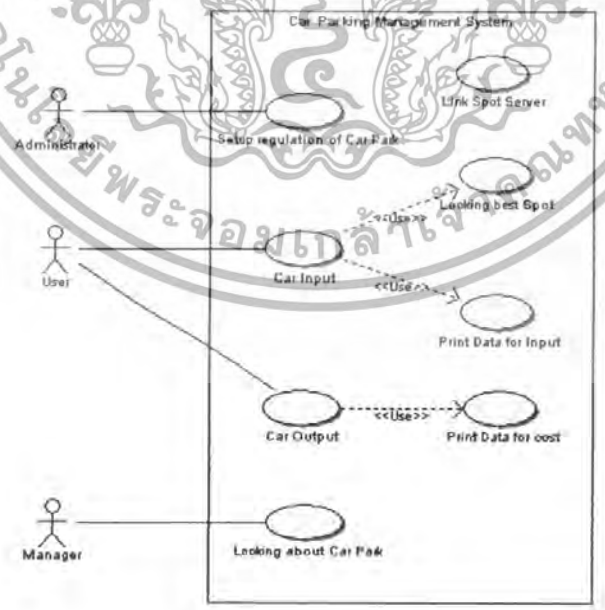
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระบบจัดการจอดรถยนต์



รูปที่ 3.30 แสดงระบบจัดการจอดรถยนต์

3.4.1 Use Case Diagram



รูปที่ 3.31 แสดง User Case Diagram ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 การแสดงสถานะของช่องจอดรถยนต์ในระบบ

การแสดงสถานะของช่องจอดรถยนต์ในระบบ จะแบ่งออกเป็น

สีเขียว หมายถึง ไม่มีการจอดรถยนต์

สีเหลือง หมายถึง มีการจองแต่ไม่มีการจอดรถยนต์

สีแดง หมายถึง มีการจอดรถยนต์

สีชมพู หมายถึง มีการจอดรถยนต์ผิดช่อง

สีดำ หมายถึง Spot Sensor ไม่ตอบสนองต่อระบบ

สีฟ้า หมายถึง มีการจองผ่านทาง Telephone หรือ Internet

สีเขียวอ่อน หมายถึง เป็นการจอดรถยนต์รายสัปดาห์หรือรายเดือน

3.4.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ของระบบจัดการจอดรถยนต์ จะเป็นลักษณะ Web Base Application โดยที่จะใช้ภาษา PHP ในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากการทำงานของระบบจะต้องประกอบด้วย Client หลายเครื่อง จึงง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพมากกว่า โดยการทำงานต่างๆคือ การที่นำข้อมูลจาก Database Server มาประมวลผล และการนำค่าต่างๆ เช่นข้อมูลผู้มาใช้บริการเก็บลง Database Server ซึ่งโปรแกรมจะต้องมีความสามารถต่างๆดังนี้

3.4.3.1 สามารถรับรู้ถึงข้อมูล Spot จากระบบจัดการช่องจอดรถยนต์

3.4.3.2 สามารถระบุข้อกำหนดในการเก็บค่าใช้บริการ

3.4.3.3 สามารถรับค่าข้อมูลผู้มาใช้บริการจาก Client มาจัดเก็บลง Database Server

3.4.3.4 สามารถเรียกดูค่าจาก Database Server เพื่อมาคำนวนค่าใช้จ่ายในการใช้บริการจอดรถยนต์

3.4.3.5 สามารถดูข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจอดรถยนต์

3.4.3.6 สามารถรู้ถึงตำแหน่งการจอดรถยนต์ที่เหมาะสม

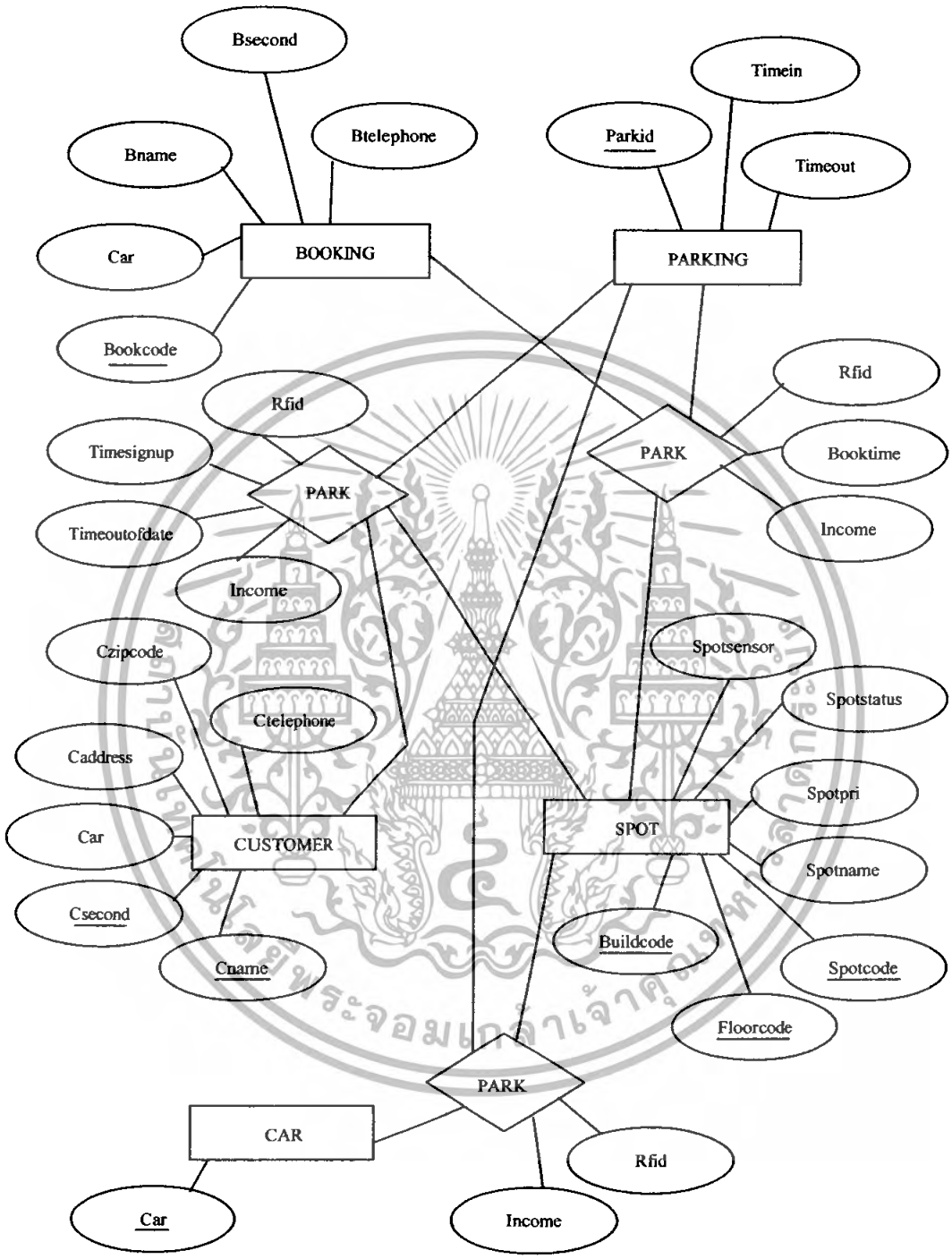
3.4.3.7 สามารถพิมพ์ข้อมูลการใช้บริการของที่จอดรถยนต์

3.4.3.8 สามารถพิมพ์ข้อมูลค่าใช้จ่ายของผู้มาใช้บริการจอดรถยนต์

3.4.3.9 สามารถที่จะใช้บริการข้อมูลต่างๆผ่านทาง Internet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การออกแบบ Database

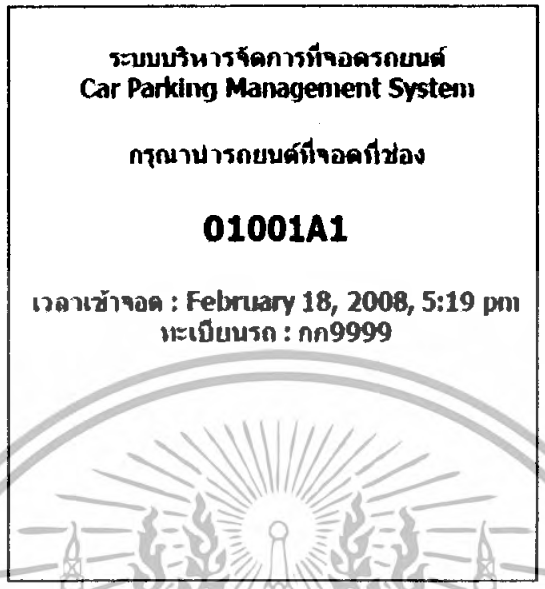


รูปที่ 3.32 แสดง ER Diagram Database ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การออกแบบส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

3.4.5.1 ใบบันทึกข้อมูลการเข้าใช้บริการ



รูปที่ 3.33 แสดงใบข้อมูลการจอดรถยนต์

3.4.5.2 ใบบันทึกค่าใช้จ่ายการใช้บริการ

รูปที่ 3.34 แสดงใบบันทึกค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การสร้าง Software

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

รูปที่ 3.35 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.35 เป็นหน้าแรกของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.36 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.36 เป็นหน้าหลักของส่วน Administrator

รูปที่ 3.37 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.37 เป็นหน้าที่ใช้กำหนดค่าใช้บริการต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.38 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.38 เป็นหน้าที่ใช้เพิ่มผู้ใช้งานระบบ

รูปที่ 3.39 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.39 เป็นหน้าที่ใช้ดูหรือแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.40 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.40 เป็นหน้าที่ใช้เลือกช่องจอดที่จะ ไปกำหนดค่าของช่องจอดรถยนต์

รูปที่ 3.41 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.41 เป็นหน้าที่ใช้กำหนดค่าของช่องจอดรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.42 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.42 เป็นหน้าที่ใช้ดูการจอดรถยนต์ ณ เวลาปัจจุบัน

รูปที่ 3.43 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.43 เป็นหน้าหลักของส่วน Manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 เป็นหน้าที่ใช้ดูข้อมูลของผู้ใช้บริการในการจอดรายเดือนหรือรายสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.48 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.48 เป็นหน้าที่ใช้ในการกำหนดค่าต่างๆ ในการออกจากที่จอดรถยนต์

รูปที่ 3.49 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

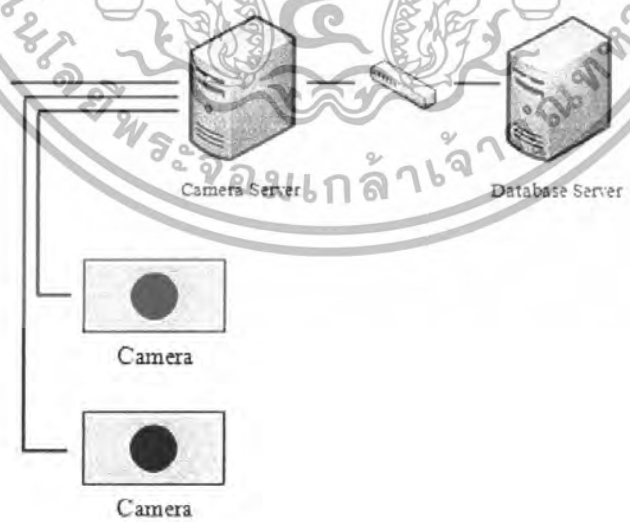
รูปที่ 3.49 เป็นหน้าที่ใช้ในการสมัครเข้าใช้บริการแบบรายเดือนหรือรายสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.50 แสดงโปรแกรมที่ Application Server

รูปที่ 3.50 เป็นหน้าที่ใช้ในการกำหนดค่าต่างๆในการจองผ่านทางโทรศัพท์หรือ Internet

3.5 ระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์



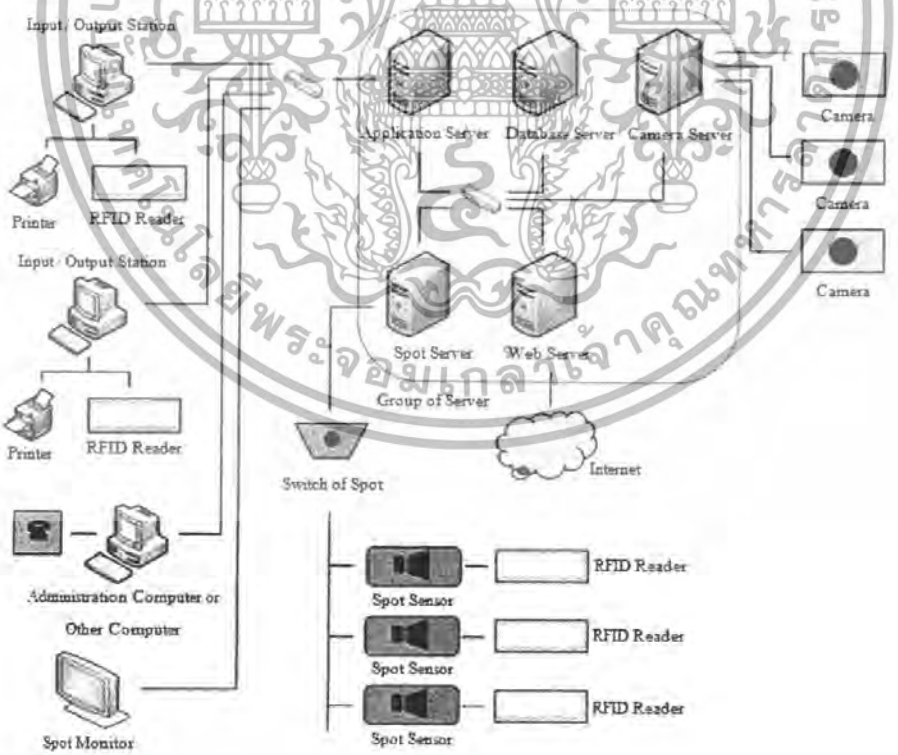
รูปที่ 3.51 แสดงระบบบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์ ถือว่ามีความสำคัญมากในเรื่องของการรักษาความปลอดภัยในที่จอดรถยนต์ และในการที่จะพัฒนาระบบมีวิธีการมากมายตัวอย่างเช่น การใช้ระบบ CCTV กล้องวงจรปิดซึ่งจะมีขายอยู่มากกมายในปัจจุบัน หรือจะพัฒนา Webcam บนคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานต่างๆเหมือนกับ CCTV ก็จะสามารถใช้งานเป็นระบบการบันทึกภาพการเข้าออกของรถยนต์ได้เช่นกัน ซึ่งในโครงงานนี้จะไม่พัฒนาในส่วนของระบบการบันทึกการเข้าออกของรถยนต์

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

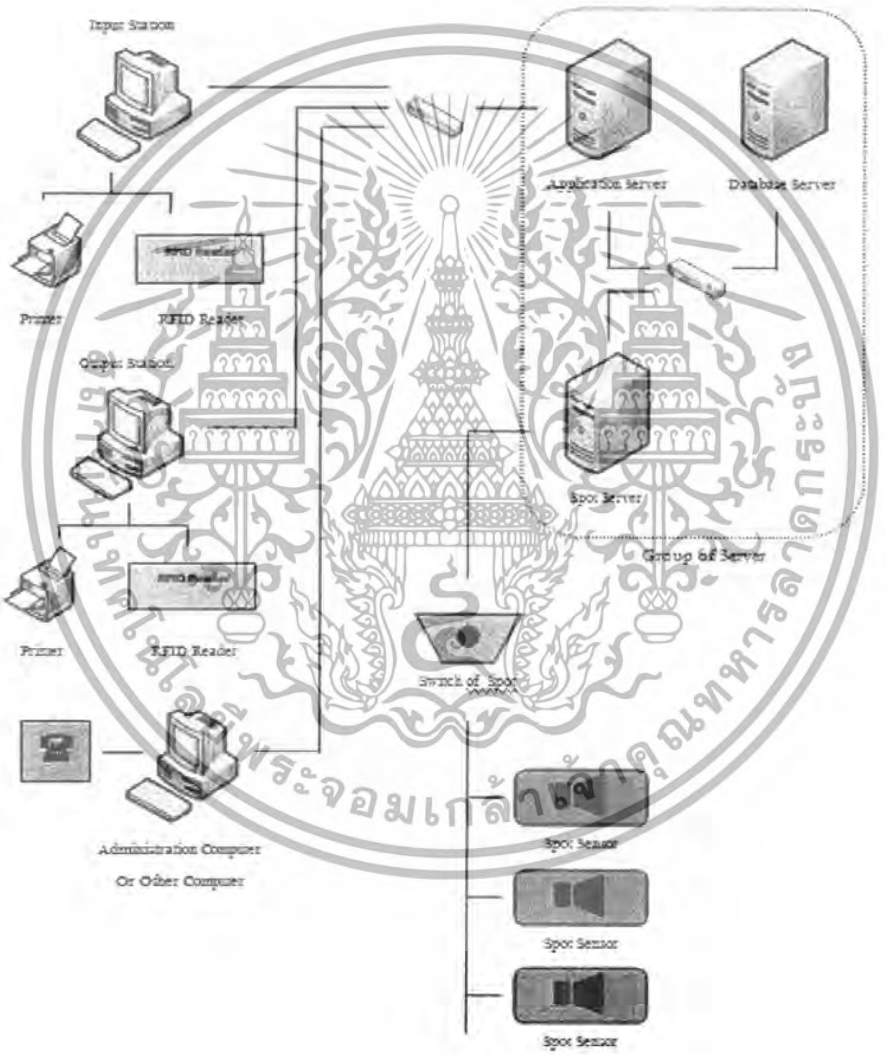


รูปที่ 3.52 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงงาน

การที่จะพัฒนาระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั้งหมดจำเป็นต้องระยะเวลามาก ดังนั้นในโครงงานนี้จึงจำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความสำคัญ กล่าวคือ ระบบที่สามารถรับรู้ถึงการเข้าและการออกของรถยนต์ของช่องจอดรถยนต์ทุกๆช่องจอดรถยนต์ , ระบบที่สามารถรู้ตำแหน่งการจอดที่เหมาะสมของรถยนต์ , ระบบที่สามารถมีวิธีการยืนยันตัวบุคคลการการเข้าและการออกด้วย RFID , ระบบที่สามารถจัดการค่าใช้จ่ายในการจอดรถยนต์ และระบบที่สามารถจัดเก็บข้อมูลในการจอดรถยนต์ ซึ่งจะมีแผนภาพต่างๆดังนี้



รูปที่ 3.53 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการเข้าและออกจากที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงงาน 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 และสิ่งที่พิมพ์ให้ Customer	
10	รับบัตร RFID และสิ่งที่พิมพ์มาเก็บไว้เพื่อการยืนยันบุคคล		
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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่	Customer	User	System
0			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมด
1	นำรถยนต์ออกมาจาก 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			คำนวนค่าใช้จ่ายต่างๆ
9			พิมพ์ค่าใช้จ่ายตามเงื่อนไข
10			Control Spot System จะระบุว่า Spot นั้นว่าง
11		นำข้อมูลค่าใช้บริการต่างๆให้ Customer	
12	ชำระเงินค่าใช้บริการ		
13	นำรถยนต์ออกจาก Station		
14			Control Spot System จะดูรายละเอียดของช่องจอดรถยนต์ทั้งหมดต่อไป

รูปที่ 3.55 แสดงแผนภาพการออกที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

รูปที่ 3.56 แสดงแผนภาพการจองที่จอดรถยนต์ของผู้ใช้บริการจอดรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

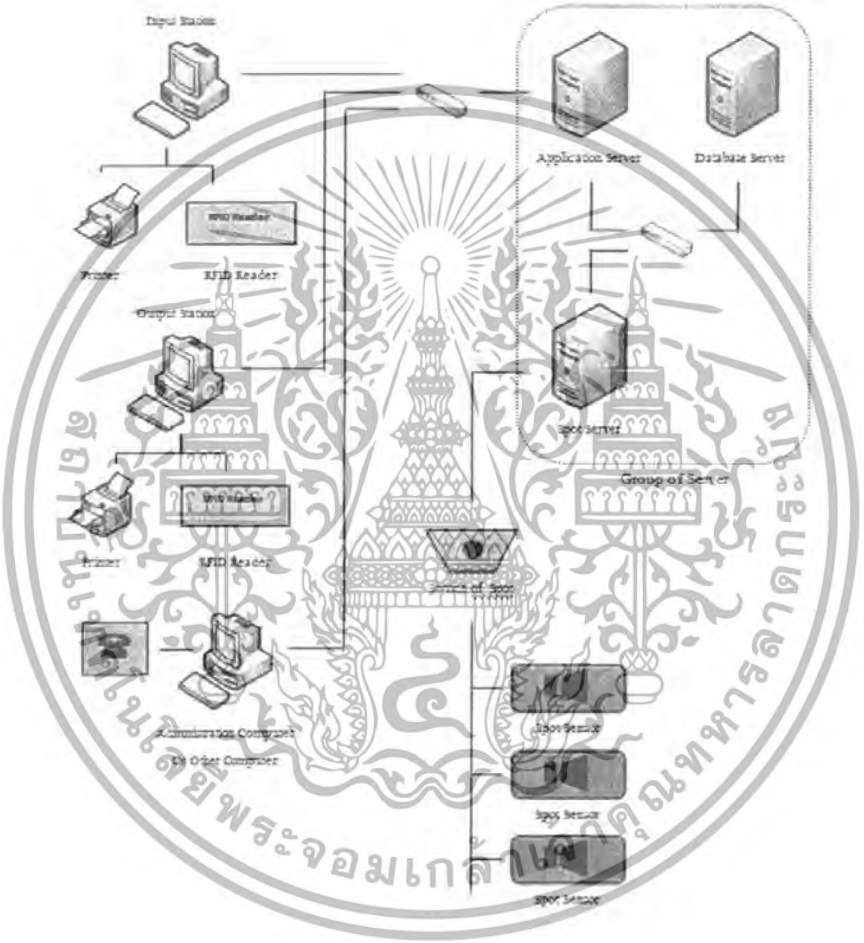
รูปที่ 3.57 แสดงแผนภาพการใช้บริการรายเดือนและรายสัปดาห์ของผู้ใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 คุณสมบัติของระบบที่พัฒนาในโครงงาน



รูปที่ 4.1 แสดงระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงงาน

จากการออกแบบและสร้างระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงงานนี้ จะสามารถระบุคุณสมบัติต่างๆได้ดังนี้

4.1.1 คุณสมบัติของ Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 แสดงระบบในส่วนของ Server

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

4.1.1.1 Application Server + Database Server

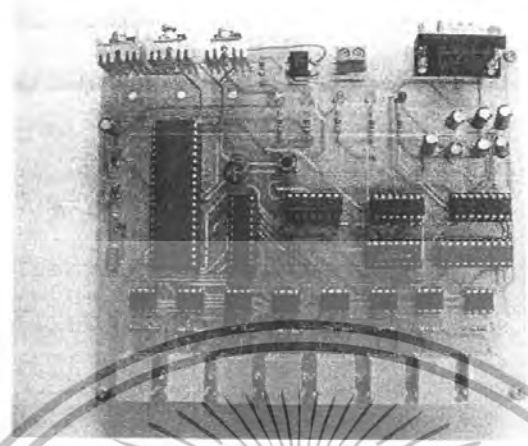
- มีการติดตั้ง Apache 2.2.4
- มีการติดตั้ง MySQL 5.45
- มีการติดตั้ง PHP 5.2.1
- ใช้ภาษา PHP ในการเขียน โปรแกรมที่ Application Server
- ราคาจะขึ้นอยู่กับเครื่อง Server ส่วนโปรแกรมต่างๆเป็น Open Source

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 ช่องจอดรถยนต์ คือ 250 ms
- ราคาจะขึ้นอยู่กับเครื่อง Server ส่วนโปรแกรมต่างๆเป็น Open Source

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

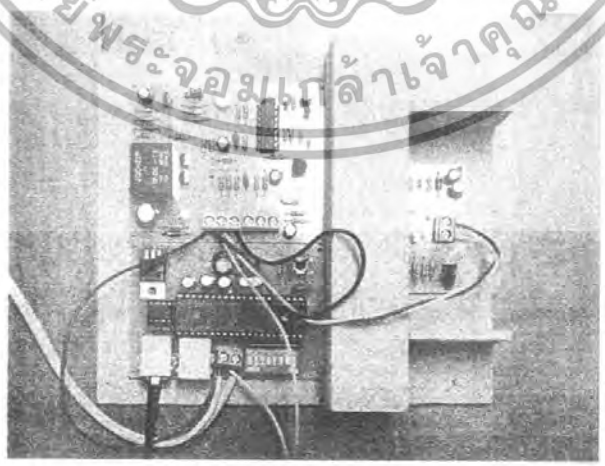
4.1.2 คุณสมบัติของ Switch of Spot



รูปที่ 4.3 แสดงระบบในส่วนของ Switch of Spot

- ใช้ไฟเลี้ยงกระแสตรง 12V กระแสสูงสุดประมาณ 800 mA
- ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางสัญญาณ RS-232
- ติดต่อกับ Sensor ผ่านทางสัญญาณ RS-485
- มี 8 port การใช้งานโดยแต่ละ 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ไฟเลี้ยงกระแสตรง 12V กระแสสูงสุดประมาณ 150 mA
- สามารถเลือกการทำงานของวงจรเป็นแบบสะท้อนกลับประมาณ 3 ฟุต
- 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

- เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆไป ที่สามารถใช้งาน Web Brower ได้
- ต้องสามารถใช้งาน RFID Reader ได้

4.2 ความสามารถของระบบที่พัฒนาในโครงงาน

4.2.1 ระบบสามารถคำนวนค่าใช้จ่ายในการจอดรถยนต์แต่ละคันได้

4.2.2 ระบบสามารถสรุปรายได้เป็นรายวัน , รายเดือนหรือรายปี และพิมพ์รายงานได้

4.2.3 ระบบสามารถรู้สถานะของช่องจอดรถยนต์แต่ละช่องได้

- สีเขียว หมายถึง ไม่มีการจอดรถยนต์
- สีเหลือง หมายถึง มีการจองแต่ไม่มีการจอดรถยนต์
- สีแดง หมายถึง มีการจอดรถยนต์
- สีชมพู หมายถึง ไม่มีการจอดรถยนต์แต่รถยังอยู่ในที่จอดรถยนต์
- สีดำ หมายถึง Spot Sensor ไม่ตอบสนองต่อระบบ
- สีฟ้า หมายถึง มีการจองผ่านทาง Telephone หรือ Internet
- สีเขียวอ่อน หมายถึงเป็นการจอดรถยนต์รายสัปดาห์ หรือ รายเดือน

4.2.4 ระบบสามารถใช้ RFID ในการยืนยันสิทธิเข้าใช้งานได้

4.2.5 ระบบสามารถจอดรถยนต์เป็นรายสัปดาห์หรือรายเดือนได้

4.2.6 ระบบสามารถจองที่จอดรถยนต์ผ่านทางโทรศัทพ์หรือ Internet ได้

4.2.7 ระบบสามารถพิมพ์รายละเอียดการเข้าจอดของรถยนต์แต่ละคันได้

4.2.8 ระบบสามารถพิมพ์ใบเสร็จได้

4.2.9 ระบบสามารถใช้งานพื้นฐานของระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ทั่วไปได้

4.2.9 ระบบมีความเป็นระบบระเบียบและใช้งานง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบการทำงานของระบบ

4.3.1 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบจะใช้วิธีการจำลองเหมือนกันสถานการณ์จริง โดยจะทำการทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ตามความต้องการของระบบ จากนั้นจะประเมินผลรับที่ได้โดยประเมินว่า 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 การทดสอบกรณีนำรถยนต์ที่ใช้บริการรายเดือนหรือรายสัปดาห์ออกจากที่จอดรถยนต์

4.3.1.9 การทดสอบกรณีมีการจอดรถยนต์ผิดช่องจอดรถยนต์

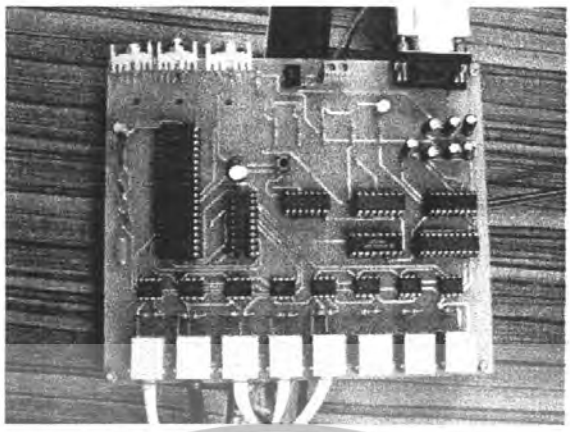
4.3.1.10 การทดสอบการดูข้อมูลการจอดรถยนต์ ณ เวลาปัจจุบัน

4.3.1.11 การทดสอบการดูข้อมูลและแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

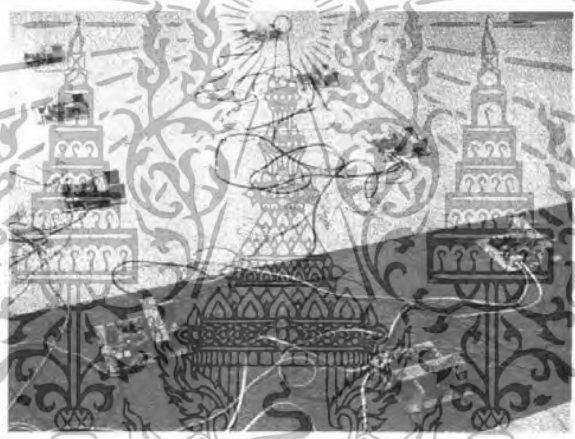
4.3.1.12 การทดสอบการดูข้อมูลรายรับของที่จอดรถยนต์

รูปที่ 4.5 แสดงการทดสอบระบบในส่วนของ Server

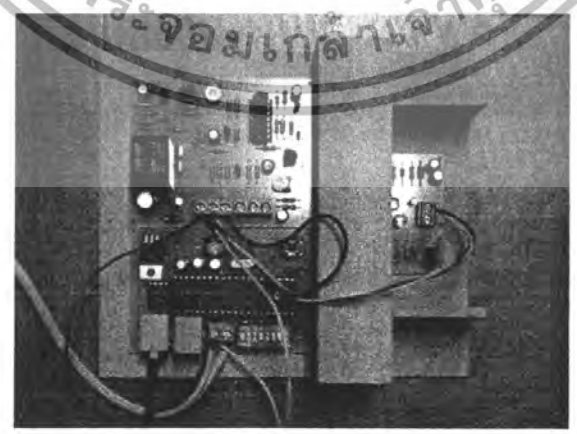
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงการทดสอบในส่วนของ Switch of Spot



รูปที่ 4.7 แสดงการทดสอบในส่วนของ Spot Sensor



รูปที่ 4.8 แสดงการทดสอบในส่วนของ Spot Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 แสดงการทดสอบในส่วนของอุปกรณ์ RFID Reader

4.3.2 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบด้วยกรณีต่างๆ พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องทุกกรณี กล่าวคือ ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่พัฒนาในโครงงาน สามารถทำงานได้ตามการใช้งานพื้นฐานต่างๆของระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ที่ควรจะสามารถทำได้ รวมถึงมีคุณสมบัติของระบบตามที่ได้ออกแบบ

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

4.4 การทดลองหาอัตราเร็วการส่งข้อมูลระหว่าง Spot Server กับ Spot Sensor

4.4.1 วิธีการทดลอง

เริ่มต้นใช้งานระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ โดยเชื่อมต่ออุกรณ์ทั้งหมดตามรูปที่ 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เริ่มต้นใช้งานระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ โดยเชื่อมต่ออุกรณ์ทั้งหมดตามรูปที่ 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 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลโครงงาน

5.1.1 การศึกษาเอกสารและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง

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

5.1.2 การออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

จากการออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ พบว่า ถ้าจะให้ระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์มีสามารถต่างๆครบถ้วนและมีการบริหารจัดการที่ดี จะต้องประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนจัดการช่องจอดรถยนต์เพื่อดูข้อมูลการจอดรถยนต์ของช่องจอดรถยนต์ ส่วนจัดการจอดรถยนต์เพื่อจัดการการเข้าออกของรถยนต์ , ระบุตำแหน่งในการจอดของรถยนต์ , การคำนวนค่าใช้จ่ายของรถยนต์ และส่วนการบันทึกภาพเพื่อการรักษาความปลอดภัย

5.1.3 การทดสอบและผลการทดสอบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์

การสร้างระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ในโครงงานนี้ เป็นไปตามที่ทำการออกแบบ โดยการสร้างจะเลือกเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้อกับการอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานบริการเป็นหลัก 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 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน

5.2.1 สามารถนำความรู้ต่างๆนำมารวบรวมและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการออกแบบระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์ได้

5.2.2 ได้แนวคิดของระบบที่จอดรถยนต์ที่สามารถบริหารและจัดการการเข้าใช้บริหารในทุกส่วนของระบบบริหารจัดการที่จอดรถยนต์จำเป็นต้องมีได้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. 2521. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์.** กรุงเทพ ฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์จำกัด.

อุดม รานอก. 2548. **ภาษา C สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์.** กรุงเทพ ฯ : บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด.

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. 2550. **คู่มือเรียน PHP และ MySQL.** กรุงเทพ 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 อังสโวทัย และกิญโญ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

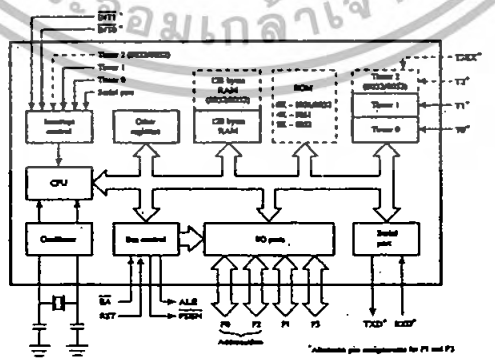
ก.1.5 ต่อขยายหน่วยความจำภายนอกโปรแกรม (External Program Memory) ได้ 64 กิโลไบต์

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 แบงก์รีจิสเตอร์ (Register Banks)



รูปที่ ก.1 แสดงโครงสร้างภายในของ MCS-51

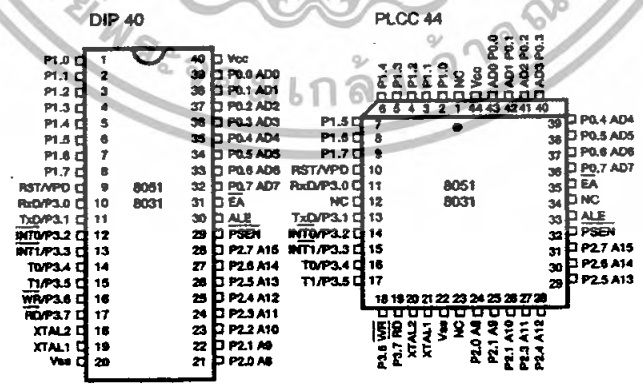
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ตัวต้านทานพูลอัป (Pull-up Resistor) หรือทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต

ก.2.4 ขาพอร์ต 1 ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ใช้งานได้โดยไม่ต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปภายนอก เพราะว่ามีตัวต้านทานพูลอัปอยู่ภายในแล้ว สำหรับการใช้งานพอร์ต 1 เป็นพอร์ตเอาต์พุตควรต่อบัฟเฟอร์ช่วยขยายกระแสด้วย

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

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 เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณอ่านข้อมูลลงหน่วยความจำภายนอก หรืออ่านข้อมูลจากพอร์ตที่ขยายเพิ่ม ซึ่งอยู่ในช่วงเลขที่อยู่ของหน่วยความจำ (Memory Map I/O)

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

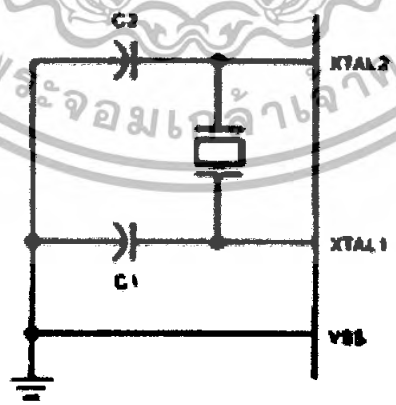
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.8 ขา ALE (Address Latch Enable) ALE เป็นขาเอาต์พุต ใช้แยกบัสเลขที่อยู่กับบัสข้อมูล (AD0-AD7) ของพอร์ต 0 ให้อิสระต่อกัน โดยต่อขา ALE กับขาแลตช์ของไอซี 74LS373 ในขณะทำงานถ้าขา ALE ส่งลอจิก "1" พอร์ต 0 จะเป็นบัสเลขที่อยู่ (A0-A7) และเมื่อขา ALE ส่งลอจิก "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 เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก โดยปกติจะต่อขา PSEN กับขา OE (Output Enable) ของหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (EPROM)

ก.2.10 ขา EA (External Access) ขา EA เป็นขาอินพุต ใช้เลือกหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) หรือภายใน (Internal Program Memory) กล่าวคือถ้าป้อนลอจิกเป็น "0" เพื่อเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก หรือถ้าป้อนลอจิกเป็น "1" เพื่อเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน ถ้าเป็นเบอร์ 8031/8032 ขา EA จะเป็น "0" เสมอ เพราะไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน

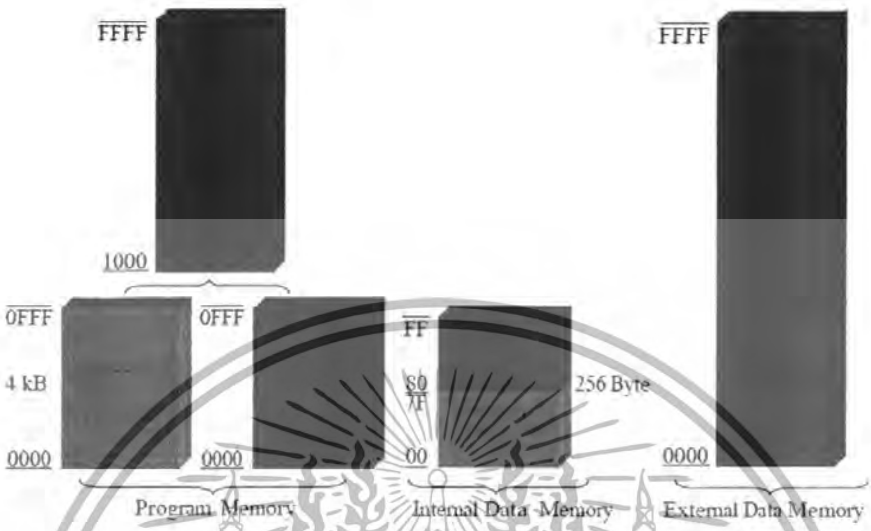
ก.2.11 ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสัญญาณที่ใช้สร้างสัญญาณนาฬิกา โดยปกติภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่แล้ว เพียงต่อคริสทัล (Crystal) ก็สามารถสร้างสัญญาณนาฬิกาได้ แต่ถ้าต้องการสร้างสัญญาณนาฬิกาจากวงจรภายนอกก็สามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกเข้าที่ขาสัญญาณ XTAL1 ก็ได้ ส่วนขาสัญญาณ XTAL2 จะมีสัญญาณตรงข้ามกับ XTAL1 ทั้งนี้เนื่องจากที่ขา XTAL1 และ XTAL2 มีนอตเกต (Not Gate) ต่ออยู่ที่ภายใน โดยที่ขา XTAL1 จะเป็นอินพุตของนอตเกต ส่วนที่ขา XTAL2 จะเป็นเอาต์พุตของนอตเกต



รูปที่ ก.3 แสดงการต่อคริสตอลเข้ากับ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 โครงสร้างหน่วยความจำของ MCS-51



รูปที่ ก.4 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำของ MCS-51

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

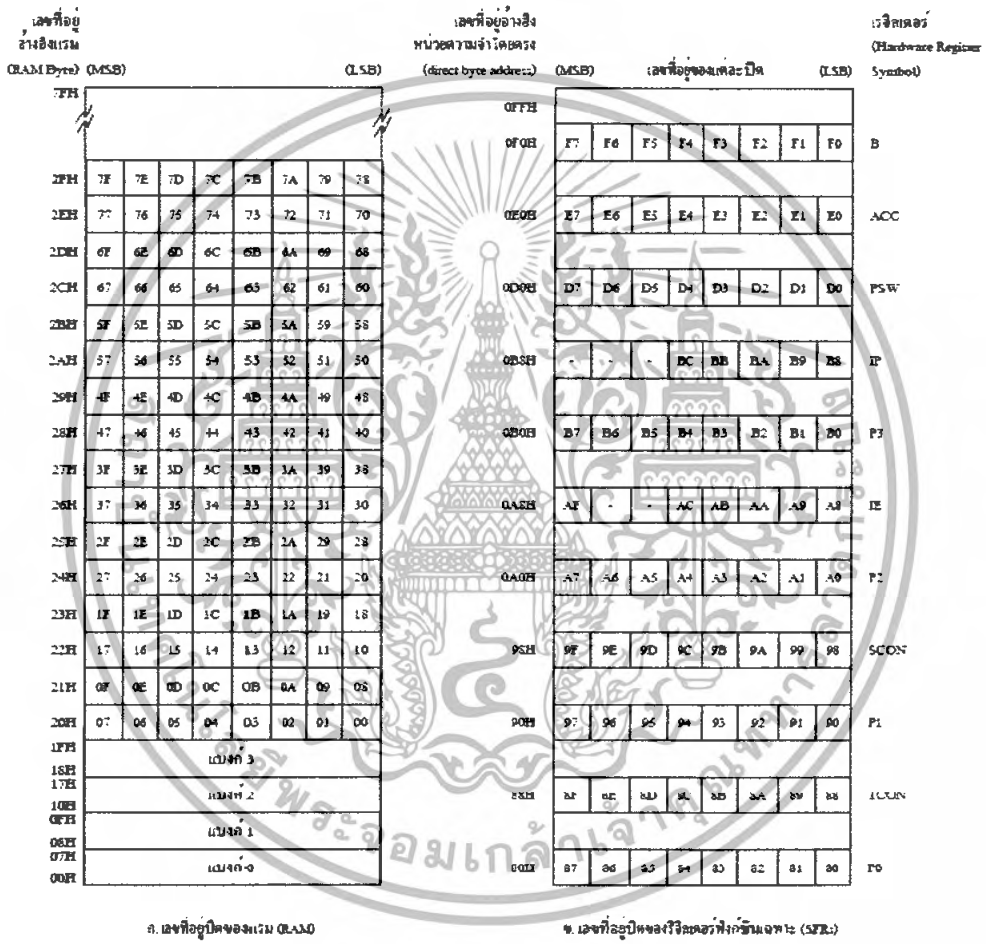
ก.3.2 หน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data Memory) ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 สามารถต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ในการติดต่อจะใช้สัญญาณ RD เพื่ออ่านและใช้สัญญาณ WR เพื่อเขียนหน่วยความจำ โดยสัญญาณทั้งสองนี้จะทำงานที่ลอจิก " 0 " ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 มีการขยายพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตเพิ่ม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

ก.3.3 หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal Data Memory) แบงก์รีจิสเตอร์อยู่ที่เลขที่อยู่ 00H-1FH แบ่งออกเป็น 4 แบงก์ คือ แบงก์ 0 – แบงก์ 3 โดยทั้ง 4 แบงก์นี้จะใช้ชื่อเหมือนกันคือ R0-R7 การใช้งานแบงก์รีจิสเตอร์นี้จะใช้งานได้ทีละแบงก์เท่านั้น ในการเลือกใช้แบงก์รีจิสเตอร์สามารถเลือกได้ที่บิต RS0 และบิต RS1 ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ PSW ถ้าไม่มีการเลือกใด ๆ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเลือกใช้แบงก์ 0 โดยอัตโนมัติ รีจิสเตอร์ R0-R7 นี้จะใช้เก็บข้อมูล แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ R0 และ R1 มีคุณสมบัติพิเศษกว่ารีจิสเตอร์ตัวอื่นคือสามารถนำไปใช้ชี้เลขที่อยู่หน่วยความจำข้อมูลได้

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



รูปที่ ก.5 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำข้อมูลภายใน

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

- P0 (80H) เป็นรีจิสเตอร์สำหรับชี้เลขที่อยู่พอร์ต 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SP (81H) เป็นรีจิสเตอร์สำหรับชี้หน่วยความนำสแตก (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) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ชี้เลขที่อยู่พอร์ต 1

- SCON (98H) Serial Port Control เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม

- SBUF (99H) Serial Port Buffer เป็นรีจิสเตอร์พักข้อมูลที่เข้า/ออกทางพอร์ตอนุกรม

- P2(A0H) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ชี้เลขที่อยู่พอร์ต 2

- IE (A8H) Interrupt Enable เป็นรีจิสเตอร์ที่ต้องเซตเพื่อยอมให้มีการขัดจังหวะ

- P3 (B0H) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ชี้เลขที่อยู่พอร์ต 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.4.1 ภาษาซี (C Language)

ก.4.2 ภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language)

ก.4.3 ภาษาปาสคาล (Pascal)

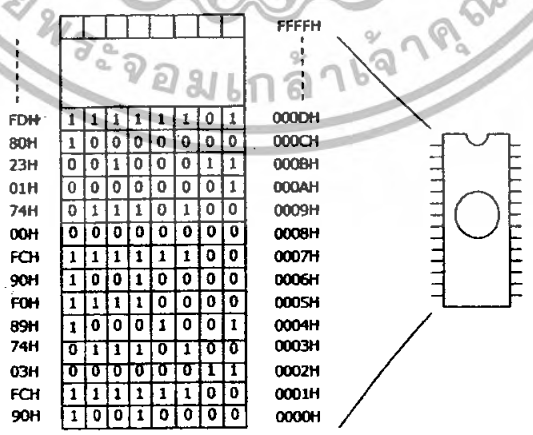
ก.4.4 ภาษาเบสิก (Basic)

ก.4.5 ภาษา PL/M51 (พัฒนาโดย Intel)

ไม่ว่าจะพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาใดก็ตามจำเป็นต้องแปลภาษานั้นๆ ให้เป็นรหัสเครื่อง (Machine Code) หรือรหัสคำเนินการ (Op Code) ซึ่งอยู่ในรูปเลขฐานสอง ในการแปลโปรแกรมภาษาระดับสูงเป็นรหัสเครื่องจะใช้ตัวแปลโปรแกรมที่เรียกว่า คอมไพเลอร์ (Compiler) สำหรับภาษา แอสเซมบลี (Assembly) จะใช้ตัวแปลโปรแกรมที่เรียกว่า แอสเซมเบลอร์ (Assembler) ภาษาเครื่องที่ได้รับการแปลแล้วสามารถเขียนลงในหน่วยความจำโปรแกรม

```
                    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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-1136; Rev 1; 12/97

MAXIM

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

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 1/8-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
MAX3080CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX3080CSD	0°C to +70°C	14 SO
MAX3080EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX3080ESD	-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.

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V_{CC}) ..... +7V
Control Input Voltage (RE, DE) ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Special Input Voltage
(HF, SRL, IXP, RXP) ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Driver Input Voltage (DI) ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Driver Output Voltage (A, B, Y, Z) ..... ±13V
Receiver Input Voltage (A, B) ..... ±13V
Receiver Input Voltage, Full Duplex (A, B) ..... ±25V
Receiver Output Voltage (RO) ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)

Continuous Power Dissipation
8 Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C) ... 727mW
8 Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C) 471mW
14 Pin Plastic DIP (derate 10.0mW/°C above +70°C) ... 800mW
14 Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C) 667mW
Operating Temperature Ranges
MAX308_C_ _ ..... 0°C to +70°C
MAX308_E_ _ ..... -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 the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

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

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
DRIVER							
Differential Drive Output (no load)	V_{OD1}	Figure 5				5	V
Differential Drive Output	V_{OD2}	Figure 5, R = 50Ω (RS-422)		2.0			V
		Figure 5, R = 27Ω (RS-485)		1.5			
Change in Magnitude of Differential Output Voltage (Note 2)	ΔV_{OD}	Figure 5, R = 50Ω or R = 27Ω				0.2	V
Driver Common-Mode Output Voltage	V_{OC}	Figure 5, R = 50Ω or R = 27Ω				3	V
Change in Magnitude of Common-Mode Voltage (Note 2)	ΔV_{OC}	Figure 5, R = 50Ω or R = 27Ω				0.2	V
Input High Voltage	V_{IH1}	DI, DE, RE, HF, IXP, RXP		2.0			V
Input Low Voltage	V_{IL1}	DI, DE, RE, HF, IXP, RXP				0.8	V
DI Input Hysteresis	V_{HYS}	MAX3080, MAX3085, and MAX3089 with SRL = V_{CC} or unconnected			100		mV
SRL Input Current	I_{IN1}	DI, DE, RE				±2	µA
	I_{IN2}	HF, IXP, RXP, internal pull-down		10		40	
Input High Voltage	V_{IH2}	SRL		V_{CC} - 0.8			V
Input Middle Voltage	V_{IM2}	SRL (Note 3)		0.4V_{CC}		0.6V_{CC}	V
Input Low Voltage	V_{IL2}	SRL				0.8	V
SRL Input Current	I_{IN3}	SRL = V_{CC}				75	µA
		SRL = GND (Note 3)		-75			
Input Current (A and B) Full Duplex	I_{IN4}	DE = GND, V_{CC} = GND or 5.25V	V_{IN} = 12V			125	µA
			V_{IN} = -7V			-75	
Output Leakage (Y and Z) Full Duplex	I_O	DE = GND, V_{CC} = GND or 5.25V	V_{IN} = 12V			125	µA
			V_{IN} = -7V	-100			
Driver Short-Circuit Output Current (Note 4)	I_{OD1}	-7V ≤ V_{OUT} ≤ V_{CC}		-250			mA
		0V ≤ V_{OUT} ≤ 12V				250	
		0V ≤ V_{OUT} ≤ V_{CC}		±25			

รูปที่ ข.2 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +5V and T_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_{SHDN}	DE = 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_{OD} and ΔV_{OC} are the changes in V_{OD} and V_{OC}, respectively, when the DI input changes state.

Note 3: The SRL pins 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.

รูปที่ ข.3 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t_{DPLH}	Figures 7 and 9, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF	500	2030	2600	ns
	t_{DPHL}		500	2030	2600	
Driver Output Skew |t_{DPLH} - t_{DPHL}|	t_{DSKEW}	Figures 7 and 9, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF		3	±200	ns
Driver Rise or Fall Time	t_{DR}, t_{DF}	Figures 7 and 9, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF	667	1320	2500	ns
Maximum Data Rate	f_{MAX}		115			kbps
Driver Enable to Output High	t_{DZH}	Figures 8 and 10, C_L = 100pF, S2 closed			3500	ns
Driver Enable to Output Low	t_{DZL}	Figures 8 and 10, C_L = 100pF, S1 closed			3500	ns
Driver Disable Time from Low	t_{DLZ}	Figures 8 and 10, C_L = 15pF, S1 closed			100	ns
Driver Disable Time from High	t_{DHZ}	Figures 8 and 10, C_L = 15pF, S2 closed			100	ns
Receiver Input to Output	t_{RPLH}, t_{RPHL}	Figures 11 and 13, V_{ID} ≥ 2.0V, rise and fall time of V_{ID} ≤ 15ns		127	200	ns
|t_{RPLH} - t_{RPHL}| Differential Receiver Skew	t_{RSKD}	Figures 11 and 13, V_{ID} ≥ 2.0V, rise and fall time of V_{ID} ≤ 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_{RLZ}	Figures 6 and 12, C_L = 100pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t_{RHZ}	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			6000	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	$t_{DZL(SHDN)}$	Figures 8 and 10, C_L = 15pF, S1 closed			6000	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

รูปที่ ข.4 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX3083–MAX3085, and MAX3089 with SRL = VCC

(VCC = +5V ±5%, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at VCC = +5V and TA = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	tDPLH	Figures 7 and 9, RDIFF = 54Ω, CL1 = CL2 = 100pF	250	720	1000	ns
	tDPHL		250	720	1000	
Driver Output Skew |tDPLH - tDPHL|	tDSKEW	Figures 7 and 9, RDIFF = 54Ω, CL1 = CL2 = 100pF		3	±100	ns
Driver Rise or Fall Time	tDR, tDF	Figures 7 and 9, RDIFF = 54Ω, CL1 = CL2 = 100pF	200	530	750	ns
Maximum Data Rate	fMAX		500			kbps
Driver Enable to Output High	tDZH	Figures 8 and 10, CL = 100pF, S2 closed			2500	ns
Driver Enable to Output Low	tDZL	Figures 8 and 10, CL = 100pF, S1 closed			2500	ns
Driver Disable Time from Low	tDLZ	Figures 8 and 10, CL = 15pF, S1 closed			100	ns
Driver Disable Time from High	tDHZ	Figures 8 and 10, CL = 15pF, S2 closed			100	ns
Receiver Input to Output	tRPLH, tRPHL	Figures 11 and 13; |VID| ≥ 2.0V; rise and fall time of VID ≤ 15ns		127	200	ns
|tRPLH - tRPHL| Differential Receiver Skew	tRSKD	Figures 11 and 13; |VID| ≥ 2.0V; rise and fall time of VID ≤ 15ns		3	±30	ns
Receiver Enable to Output Low	tRZL	Figures 6 and 12, CL = 100pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	tRZH	Figures 6 and 12, CL = 100pF, S2 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	tRLZ	Figures 6 and 12, CL = 100pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	tRHZ	Figures 6 and 12, CL = 100pF, S2 closed		20	50	ns
Time to Shutdown	tSHDN	(Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	tDZH(SHDN)	Figures 8 and 10, CL = 15pF, S2 closed			4500	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	tDZL(SHDN)	Figures 8 and 10, CL = 15pF, S1 closed			4500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	tRZH(SHDN)	Figures 6 and 12, CL = 100pF, S2 closed			3500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	tRZL(SHDN)	Figures 6 and 12, CL = 100pF, S1 closed			3500	ns

รูปที่ ข.5 แสดง Datasheet IC Max3088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX3086–MAX3088, and MAX3089 with SRL = GND

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

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t_{DPLH}	Figures 7 and 9, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF		34	60	ns
	t_{DPHL}			34	60	
Driver Output Skew (t_{DPLH} - t_{DPHL})	t_{DSKEW}	Figures 7 and 9, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF		2.5	±10	ns
Driver Rise or Fall Time	t_{DR}, t_{DF}	Figures 7 and 9, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF		14	25	ns
Maximum Data Rate	f_{MAX}		10			Mbps
Driver Enable to Output High	t_{DZH}	Figures 8 and 10, C_L = 100pF, S2 closed			150	ns
Driver Enable to Output Low	t_{DZL}	Figures 8 and 10, C_L = 100pF, S1 closed			150	ns
Driver Disable Time from Low	t_{DLZ}	Figures 8 and 10, C_L = 15pF, S1 closed			100	ns
Driver Disable Time from High	t_{DHZ}	Figures 8 and 10, C_L = 15pF, S2 closed			100	ns
Receiver Input to Output	t_{RPLH}, t_{RPHL}	Figures 11 and 13; V_{ID} ≥ 2.0V; rise and fall time of V_{ID} ≤ 15ns		106	150	ns
$\lvert t_{RPLH} - t_{RPHL} \rvert$, Differential Receiver Skew	t_{RSKD}	Figures 11 and 13; V_{ID} ≥ 2.0V; rise and fall time of V_{ID} ≤ 15ns		0	±10	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_{RLZ}	Figures 6 and 12, C_L = 100pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t_{RHZ}	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			250	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	$t_{DZL(SHDN)}$	Figures 8 and 10, C_L = 15pF, S1 closed			250	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

Note 5: The device is put into shutdown by bringing $\overline{RE}$ high and DE 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-4323; Rev 11; 2/03

MAXIM

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

General Description

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

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

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
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

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

Selection Table

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

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

รูปที่ ค.1 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

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

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

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

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

รูปที่ ค.2 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

(VCC = +5V ±10%, C1–C4 = 0.1µF, MAX220, C1 = 0.047µF, C2–C4 = 0.33µF, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
TTL/CMOS Output Leakage Current	$\overline{SHDN}$ = VCC or $\overline{EN}$ = VCC ($\overline{SHDN}$ = 0V for MAX222), 0V ≤ VOUT ≤ VCC			±0.05	±10	µA
$\overline{EN}$ Input Threshold Low	MAX242			1.4	0.8	V
$\overline{EN}$ Input Threshold High	MAX242		2.0	1.4		V
Operating Supply Voltage			4.5		5.5	V
VCC Supply Current ($\overline{SHDN}$ = VCC), Figures 5, 6, 11, 19	No load	MAX220		0.5	2	mA
		MAX222/232A/233A/242/243		4	10	
	3kΩ load both inputs	MAX220		12		
		MAX222/232A/233A/242/243		15		
Shutdown Supply Current	MAX222/242	TA = +25°C		0.1	10	µA
		TA = 0°C to +70°C		2	50	
		TA = -40°C to +85°C		2	50	
		TA = -55°C to +125°C		35	100	
$\overline{SHDN}$ Input Leakage Current	MAX222/242				±1	µA
$\overline{SHDN}$ Threshold Low	MAX222/242			1.4	0.8	V
$\overline{SHDN}$ Threshold High	MAX222/242		2.0	1.4		V
Transition Slew Rate	CL = 50pF to 2500pF, RL = 3kΩ to 7kΩ, VCC = 5V, TA = +25°C, measured from +3V to -3V or -3V to +3V	MAX222/232A/233A/242/243	6	12	30	V/µs
		MAX220	1.5	3	30	
Transmitter Propagation Delay TTL to RS-232 (Normal Operation), Figure 1	tPHLT	MAX222/232A/233A/242/243		1.3	3.5	µs
		MAX220		4	10	
	tPLHT	MAX222/232A/233A/242/243		1.5	3.5	
		MAX220		5	10	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TTL (Normal Operation), Figure 2	tPHLR	MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	µs
		MAX220		0.6	3	
	tPLHR	MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	
		MAX220		0.8	3	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TTL (Shutdown), Figure 2	tPHLS	MAX242		0.5	10	µs
	tPLHS	MAX242		2.5	10	
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	tER	MAX242		125	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	tDR	MAX242		160	500	ns
Transmitter-Output Enable Time ($\overline{SHDN}$ Goes High), Figure 4	tET	MAX222/242, 0.1µF caps (Includes charge-pump start-up)		250		µs
Transmitter-Output Disable Time ($\overline{SHDN}$ Goes Low), Figure 4	tDT	MAX222/242, 0.1µF caps		600		ns
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (Normal Operation)	tPHLT - tPLHT	MAX222/232A/233A/242/243		300		ns
		MAX220		2000		
Receiver + to - Propagation Delay Difference (Normal Operation)	tPHLR - tPLHR	MAX222/232A/233A/242/243		100		ns
		MAX220		225		

Note 3: MAX243 R2OUT is guaranteed to be low when R2IN is ≥ 0V or is floating.

รูปที่ ค.3 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX223/MAX230–MAX241

V_{CC} ..... -0.3V to +6V
V_+ ..... (V_{CC} - 0.3V) to +14V
V_- ..... +0.3V to -14V
Input Voltages
T_{IN} ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
R_{IN} ..... ±30V
Output Voltages
T_{OUT} ..... (V_+ + 0.3V) to (V_- - 0.3V)
R_{OUT} ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Short-Circuit Duration, T_{OUT} ..... Continuous
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C)....800mW
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)....842mW
20-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C)....889mW
24-Pin Narrow Plastic DIP
(derate 13.33mW/°C above +70°C).....1.07W
24-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....500mW
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C).....762mW
20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C).....800mW
24-Pin Wide SO (derate 11.76mW/°C above +70°C).....941mW
28-Pin Wide SO (derate 12.50mW/°C above +70°C) 1W
44-Pin Plastic FP (derate 11.11mW/°C above +70°C) 889mW
14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....727mW
16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C).....800mW
20-Pin CERDIP (derate 11.11mW/°C above +70°C).....889mW
24-Pin Narrow CERDIP
(derate 12.50mW/°C above +70°C).....1W
24-Pin Sidebraze (derate 20.0mW/°C above +70°C).....1.6W
28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C).....762mW
Operating Temperature Ranges
MAX2__C_ _ ..... 0°C to +70°C
MAX2__E_ _ ..... -40°C to +85°C
MAX2__M_ _ ..... -55°C to +125°C
Storage Temperature Range ..... -65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10s) ..... +300°C

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX223/MAX230–MAX241

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

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

รูปที่ ค.4 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

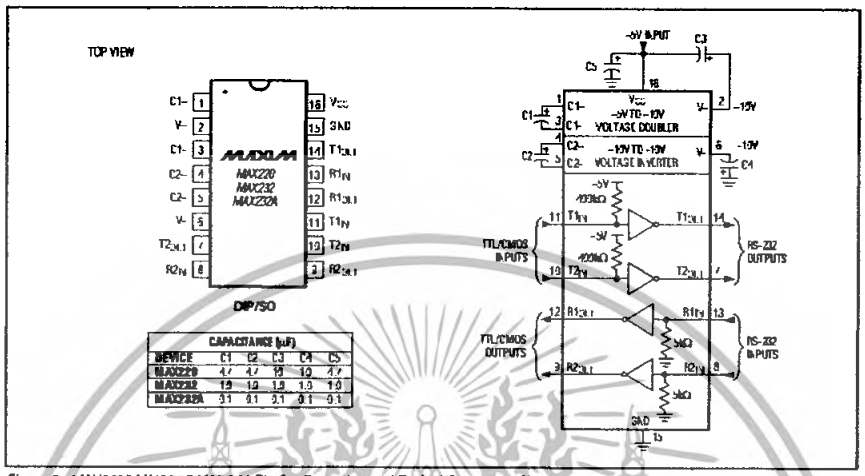


Figure 5. MAX220/MAX232/MAX232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

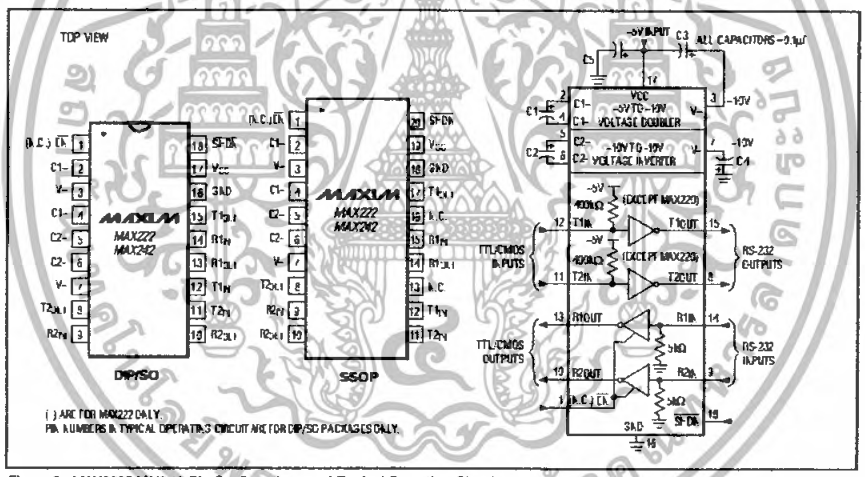


Figure 6. MAX222/MAX242 Pin Configurations and Typical Operating Circuit

รูปที่ ค.5 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

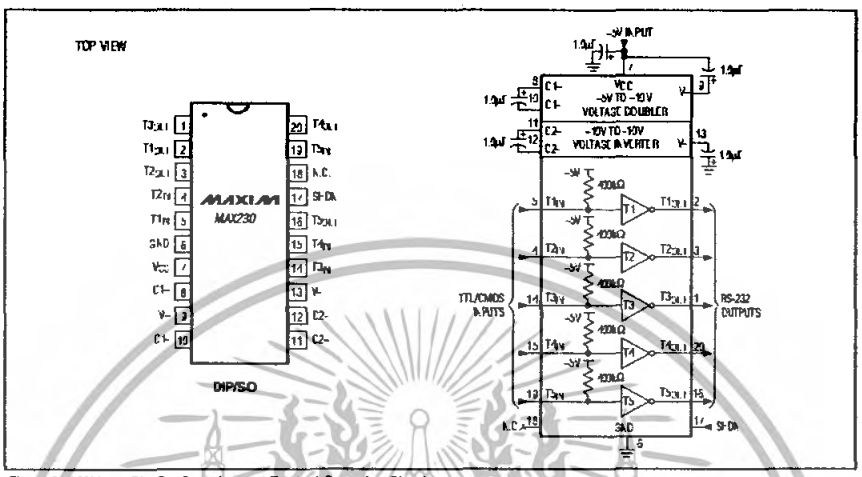


Figure 9. MAX230 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

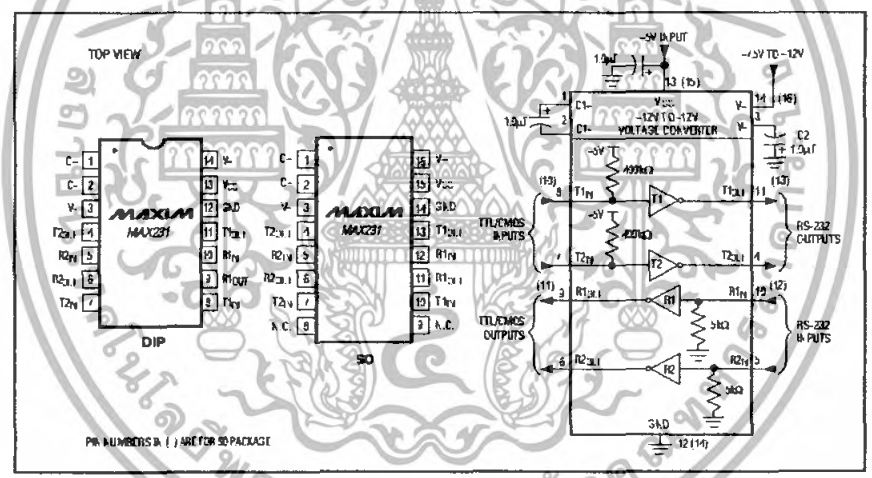


Figure 10. MAX231 Pin Configurations and Typical Operating Circuit

รูปที่ ค.6 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

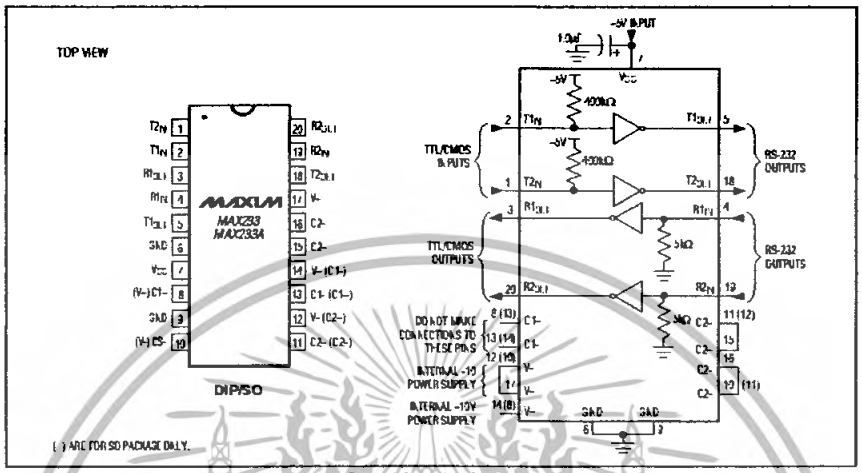


Figure 11. MAX233/MAX233A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

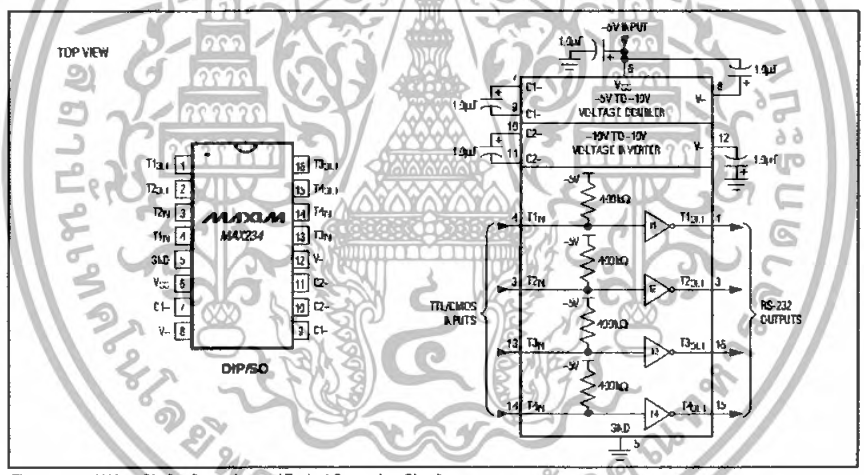


Figure 12. MAX234 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

รูปที่ ค.7 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

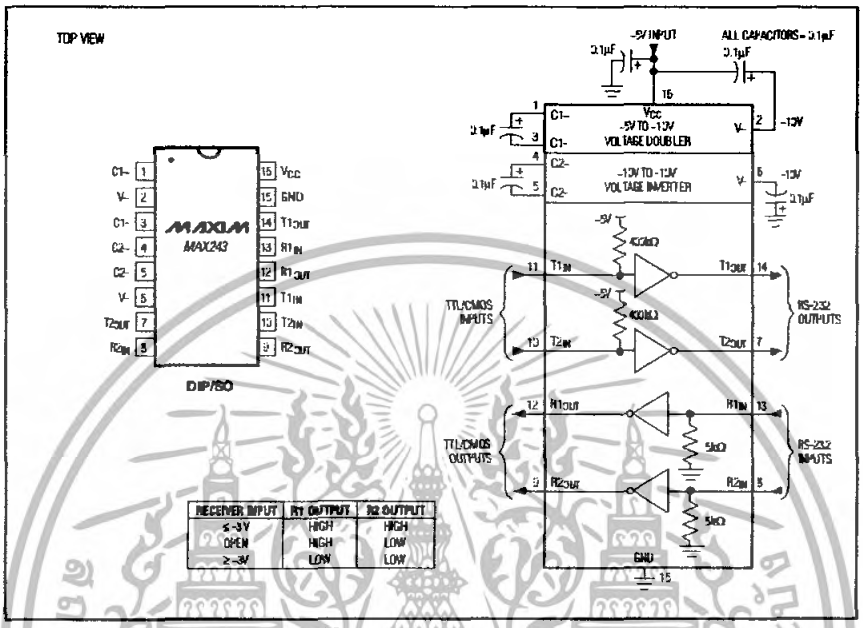


Figure 19. MAX243 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

รูปที่ ค.8 แสดง Datasheet IC Max232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ≤ V_{SS}
- Linearized Transfer Characteristics
- Low−noise − 12 nV/√Cycle, f ≥ 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 DW" Packages: − 7.0 mW/°C From 65°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 $V_{SS} \leq (V_{in}$ or $V_{out}) \leq V_{DD}$.

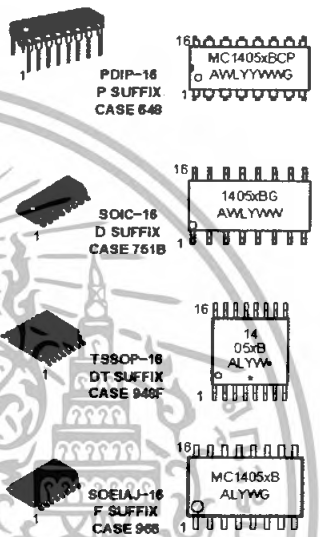
Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS}, V_{EE} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

*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



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

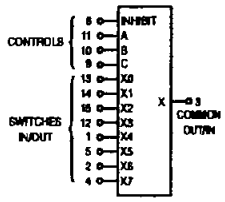
See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 9 of this data sheet.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2006

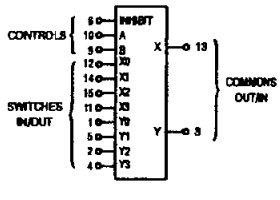
รูปที่ ง.1 แสดง Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

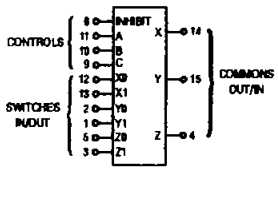
MC14051B
8–Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer



MC14052B
Dual 4–Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer



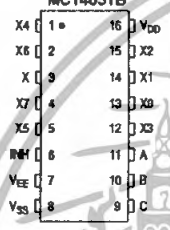
MC14053B
Triple 2–Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer



Note: Control Inputs referenced to V_{SS}. Analog Inputs and Outputs reference to V_{EE}. V_{EE} must be ≤ V_{SS}.

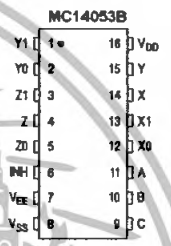
PIN ASSIGNMENT

MC14051B



MC14052B

MC14053B



รูปที่ ง.2 แสดง Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	V_{DD}	Test Conditions	−55°C Min	−55°C Max	25°C Min	25°C Typ (Note 2)	25°C Max	125°C Min	125°C Max	Unit
SUPPLY REQUIREMENTS (Voltages Referenced to V_{EE})											
Power Supply Voltage Range	V_{DD}	–	$V_{DD} - 3.0 \geq V_{SS} \geq V_{EE}$	3.0	18	3.0	–	18	3.0	18	V
Quiescent Current Per Package	I_{DD}	5.0 10 15	Control Inputs: $V_{in} = V_{SS}$ or V_{DD}. Switch I/O: $V_{EE} \leq V_{I/O} \leq V_{DD}$, and $\Delta V_{switch} \leq$ 500 mV (Note 3)	– – –	5.0 10 20	– – –	0.005 0.010 0.015	5.0 10 20	– – –	150 300 600	μA
Total Supply Current (Dynamic Plus Quiescent, Per Package	$I_{D(AV)}$	5.0 10 15	T_A = 25°C only (The channel component, $(V_{in} - V_{out})/R_{on}$, 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 10 15	R_{on} = per spec, I_{off} = per spec	– – –	1.5 3.0 4.0	– – –	2.25 4.50 6.75	1.5 3.0 4.0	– – –	1.5 3.0 4.0	V
High−Level Input Voltage	V_{IH}	5.0 10 15	R_{on} = per spec, I_{off} = per spec	3.5 7.0 11	– – –	3.5 7.0 11	2.75 5.50 8.25	– – –	3.5 7.0 11	– – –	V
Input Leakage Current	I_{in}	15	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/IN — X, Y, Z (Voltages Referenced to V_{EE})											
Recommended Peak−to−Peak Voltage Into or Out of the Switch	$V_{I/O}$	–	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 10 15	$\Delta V_{switch} \leq$ 500 mV (Note 3) $V_{in} = V_{IL}$ or V_{IH} (Control), and V_{in} = 0 to V_{DD} (Switch)	– – –	800 400 220	– – –	250 120 80	1050 500 280	– – –	1200 520 300	Ω
ΔON Resistance Between Any Two Channels in the Same Package	ΔR_{on}	5.0 10 15		– – –	70 50 45	– – –	25 10 10	70 50 45	– – –	135 95 65	Ω
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 I/O	$C_{I/O}$	–	Inhibit = V_{DD}	–	–	–	10	–	–	–	pF
Capacitance, Common O/I	$C_{O/I}$	–	Inhibit = V_{DD} (MC14051B) (MC14052B) (MC14053B)	– – –	– – –	– – –	60 32 17	– – –	– – –	– – –	pF
Capacitance, Feedthrough (Channel Off)	$C_{I/O}$	– –	Pins Not Adjacent Pins Adjacent	– –	– –	– –	0.15 0.47	– –	– –	– –	pF

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 3.3 แสดง Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14051B, MC14052B, MC14053B

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

Characteristic	Symbol	$V_{DD} - V_{EE}$ Vdc	Typ (Note 5) All Types	Max	Unit
Propagation Delay Times (Figure 6)	t_{PLH}, t_{PHL}				ns
Switch Input to Switch Output (R_L = 10 kΩ)					
MC14051					
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 ns/pF) C_L + 26.5 ns		5.0	35	90	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 ns/pF) C_L + 11 ns		10	15	40	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 ns/pF) C_L + 9.0 ns		15	12	30	
MC14052					ns
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 ns/pF) C_L + 21.5 ns		5.0	30	75	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 ns/pF) C_L + 8.0 ns		10	12	30	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 ns/pF) C_L + 7.0 ns		15	10	25	
MC14053					ns
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 ns/pF) C_L + 16.5 ns		5.0	25	65	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 ns/pF) C_L + 4.0 ns		10	8.0	20	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 ns/pF) C_L + 3.0 ns		15	6.0	15	
Inhibit to Output (R_L = 10 kΩ, V_{EE} = V_{SS}) Output "1" or "0" to High Impedance, or High Impedance to "1" or "0" Level	t_{PHZ}, t_{PLZ}, t_{PZH}, t_{PZL}				ns
MC14051B		5.0	350	700	
		10	170	340	
		15	140	280	
MC14052B		5.0	300	600	ns
		10	155	310	
		15	125	250	
MC14053B		5.0	275	550	ns
		10	140	280	
		15	110	220	
Control Input to Output (R_L = 10 kΩ, V_{EE} = V_{SS})	t_{PLH}, t_{PHL}				ns
MC14051B		5.0	360	720	
		10	160	320	
		15	120	240	
MC14052B		5.0	325	650	ns
		10	130	260	
		15	90	180	
MC14053B		5.0	300	600	ns
		10	120	240	
		15	80	160	
Second Harmonic Distortion (R_L = 10KΩ, f = 1 kHz) V_{in} = 5 V_{PP}	–	10	0.07	–	%
Bandwidth (Figure 7) (R_L = 1 kΩ, V_{in} = 1/2 (V_{DD}–V_{EE}) p–p, C_L = 50pF 20 Log (V_{out}/V_{in}) = – 3 dB)	BW	10	17	–	MHz
Off Channel Feedthrough Attenuation (Figure 7) R_L = 1KΩ, 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 kΩ, V_{in} = 1/2 (V_{DD}-V_{EE}) p–p, f_{in} = 3.0 MHz	–	10	– 50	–	dB
Crosstalk, Control Input to Common Out (Figure 9) (R_t = 1 kΩ, R_L = 10 kΩ Control t_{TLH} = t_{THL} = 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.

รูปที่ 3.4 แสดง Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

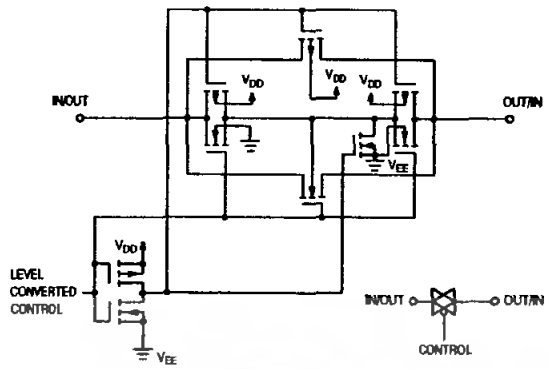


Figure 1. Switch Circuit Schematic

TRUTH TABLE

Control Inputs				ON Switches					
	Select								
Inhibit	C*	B	A	MC14051B	MC14052B		MC14053B		
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

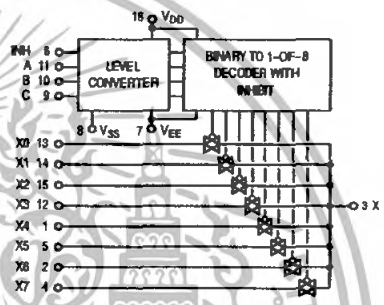


Figure 2. MC14051B Functional Diagram

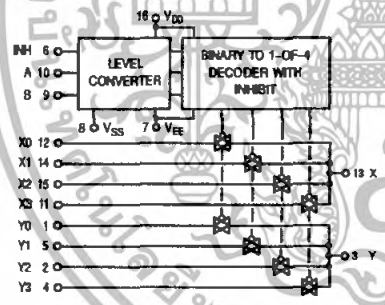


Figure 3. MC14052B Functional Diagram

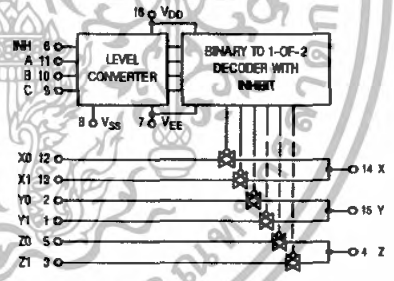


Figure 4. MC14053B Functional Diagram

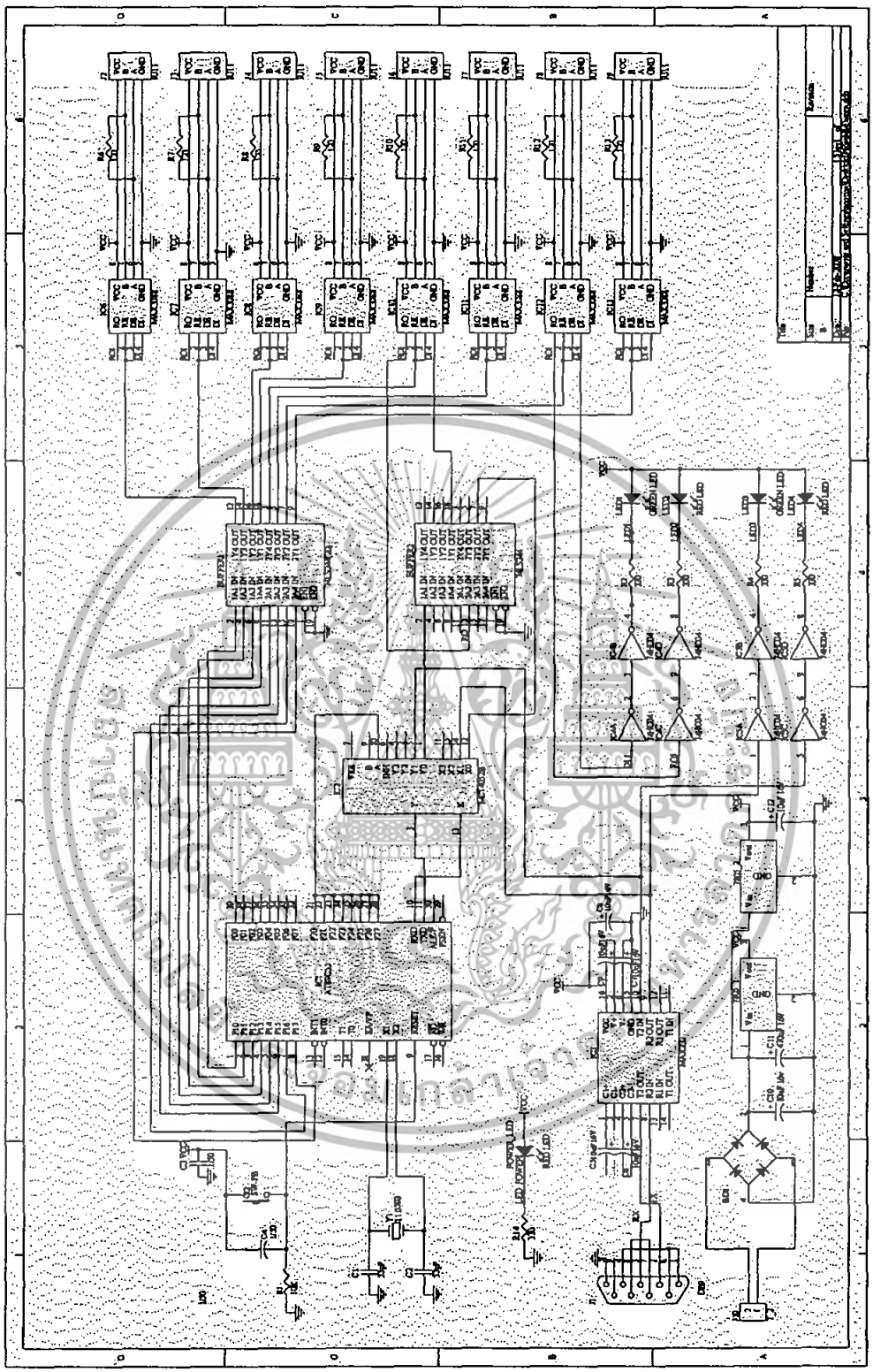
รูปที่ ง.5 แสดง Datasheet IC MC 14052B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

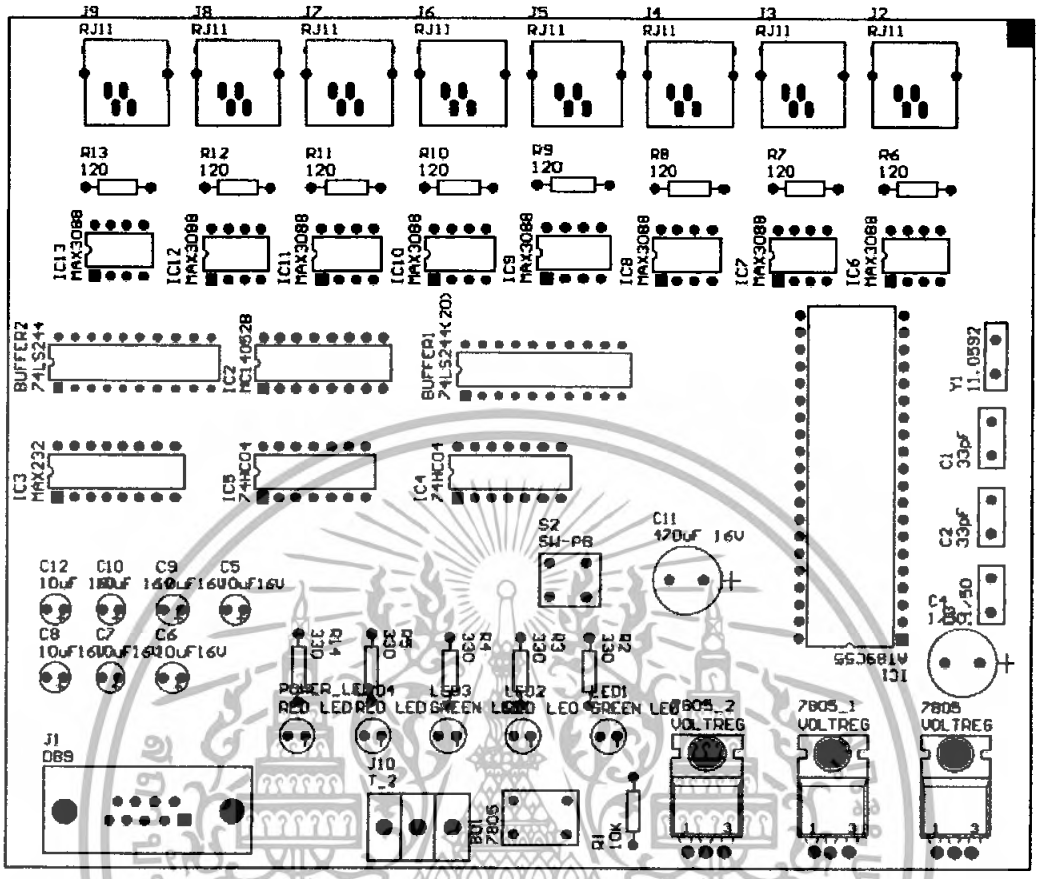
Hardware ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



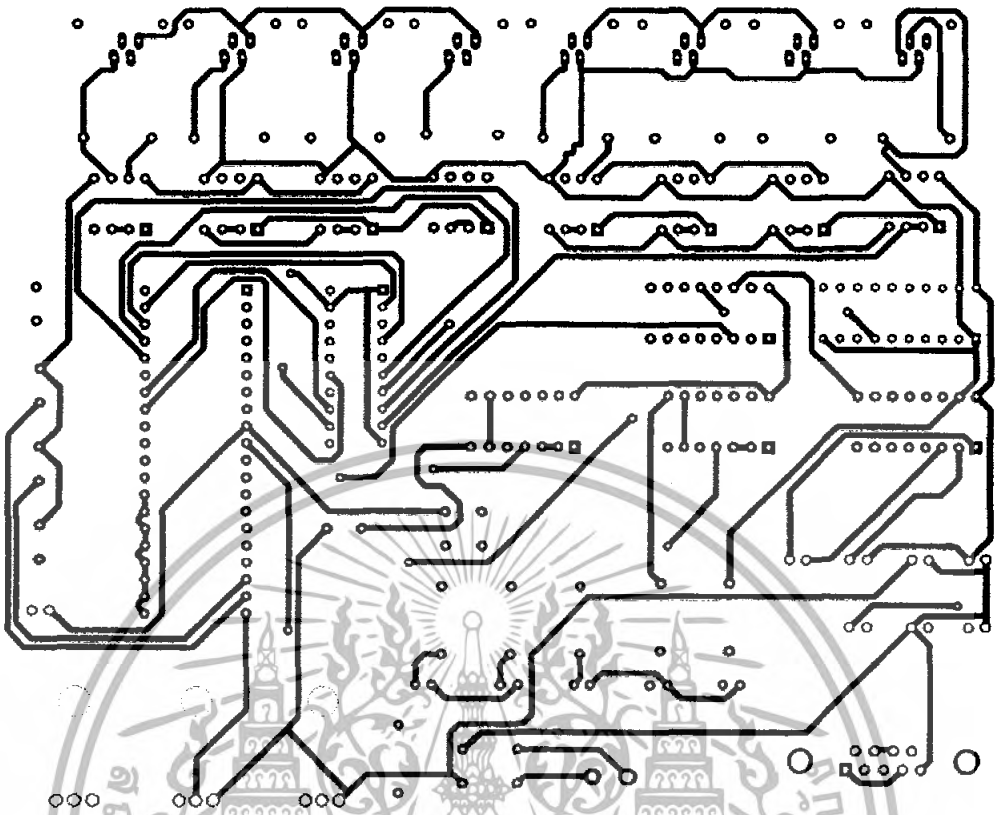
รูปที่ จ.1 แสดงวงจรของ Switch of Spot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



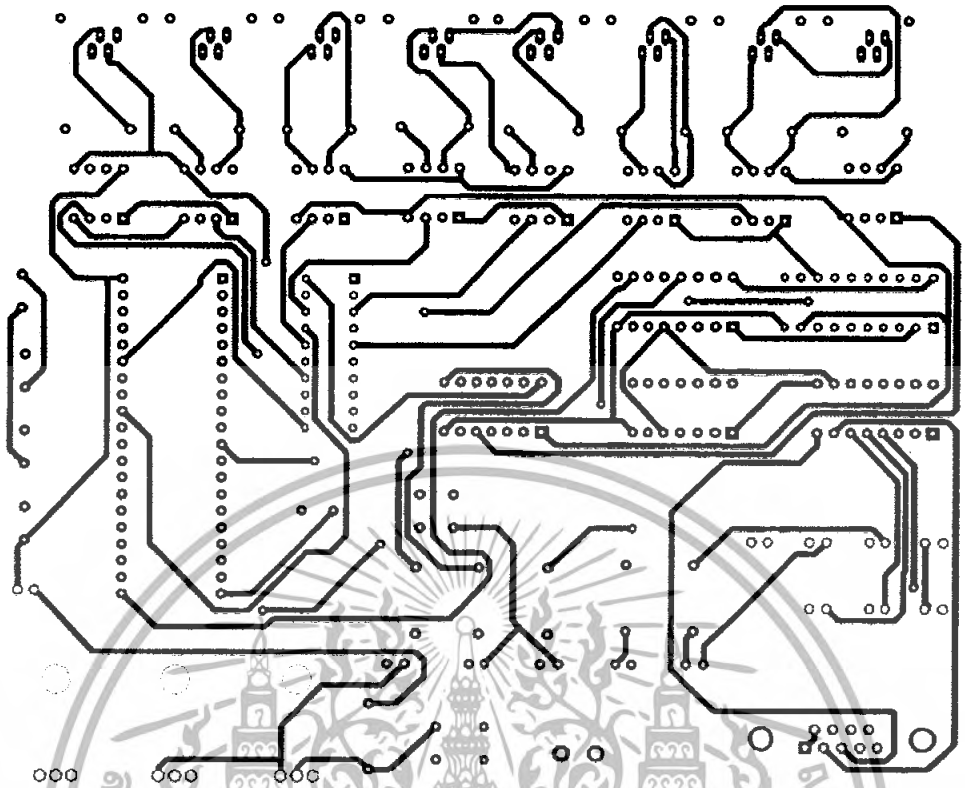
รูปที่ จ.2 แสดงการวางอุปกรณ์ของ Switch of Spot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



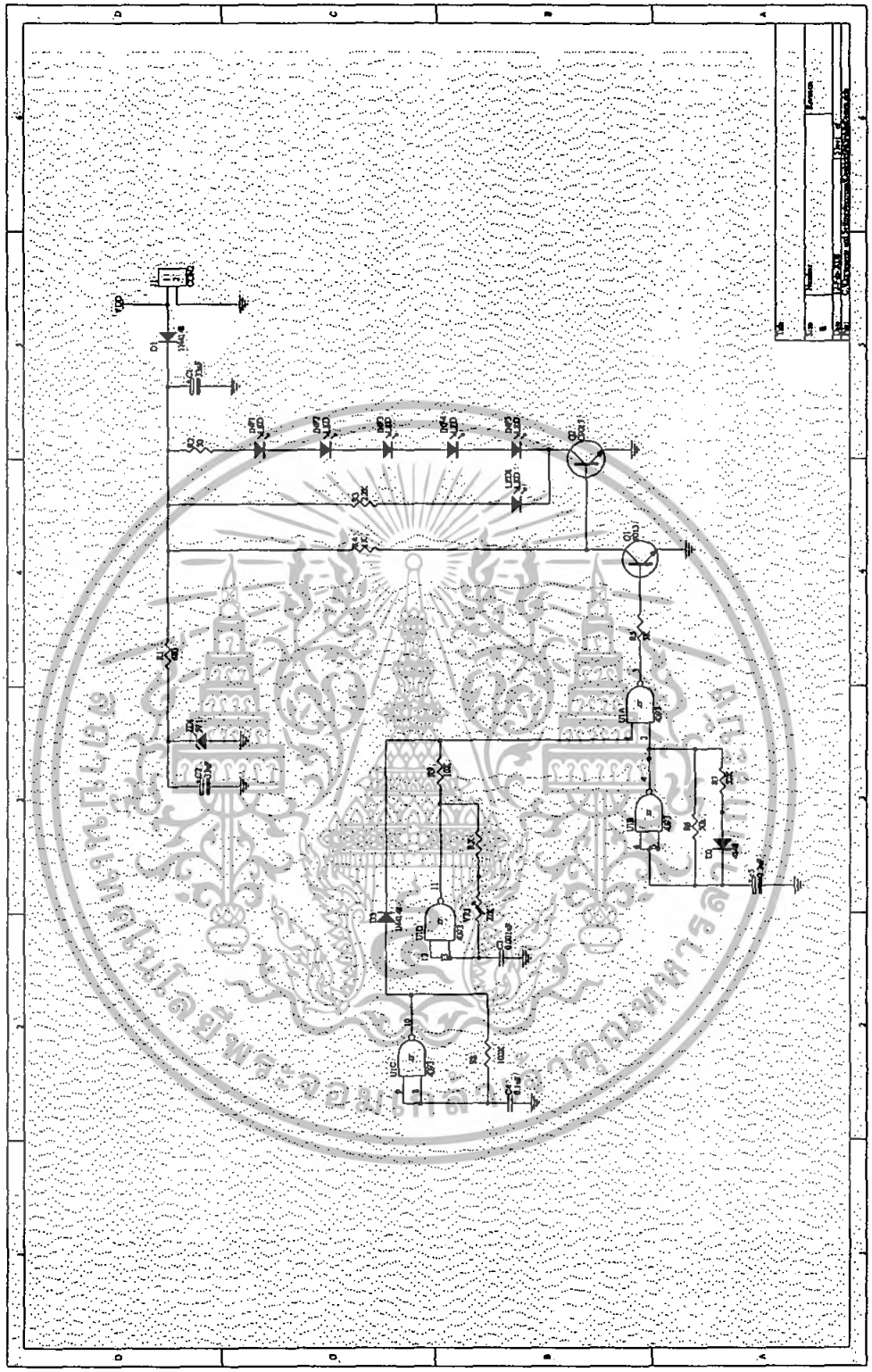
รูปที่ จ.3 แสดง PCB Top Layer ของ Switch of Spot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



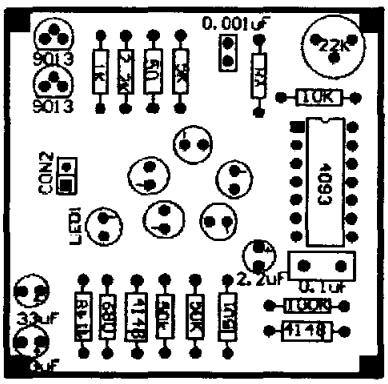
รูปที่ จ.4 แสดง PCB Bottom Layer ของ Switch of Spot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

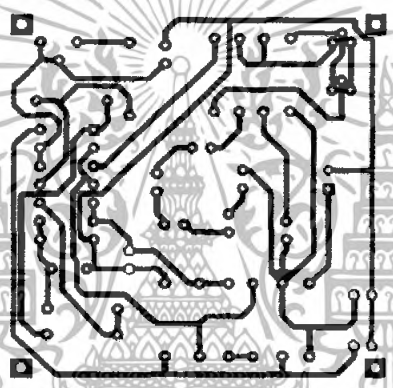


รูปที่ จ.5 แสดงวงจรของภาคส่งของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

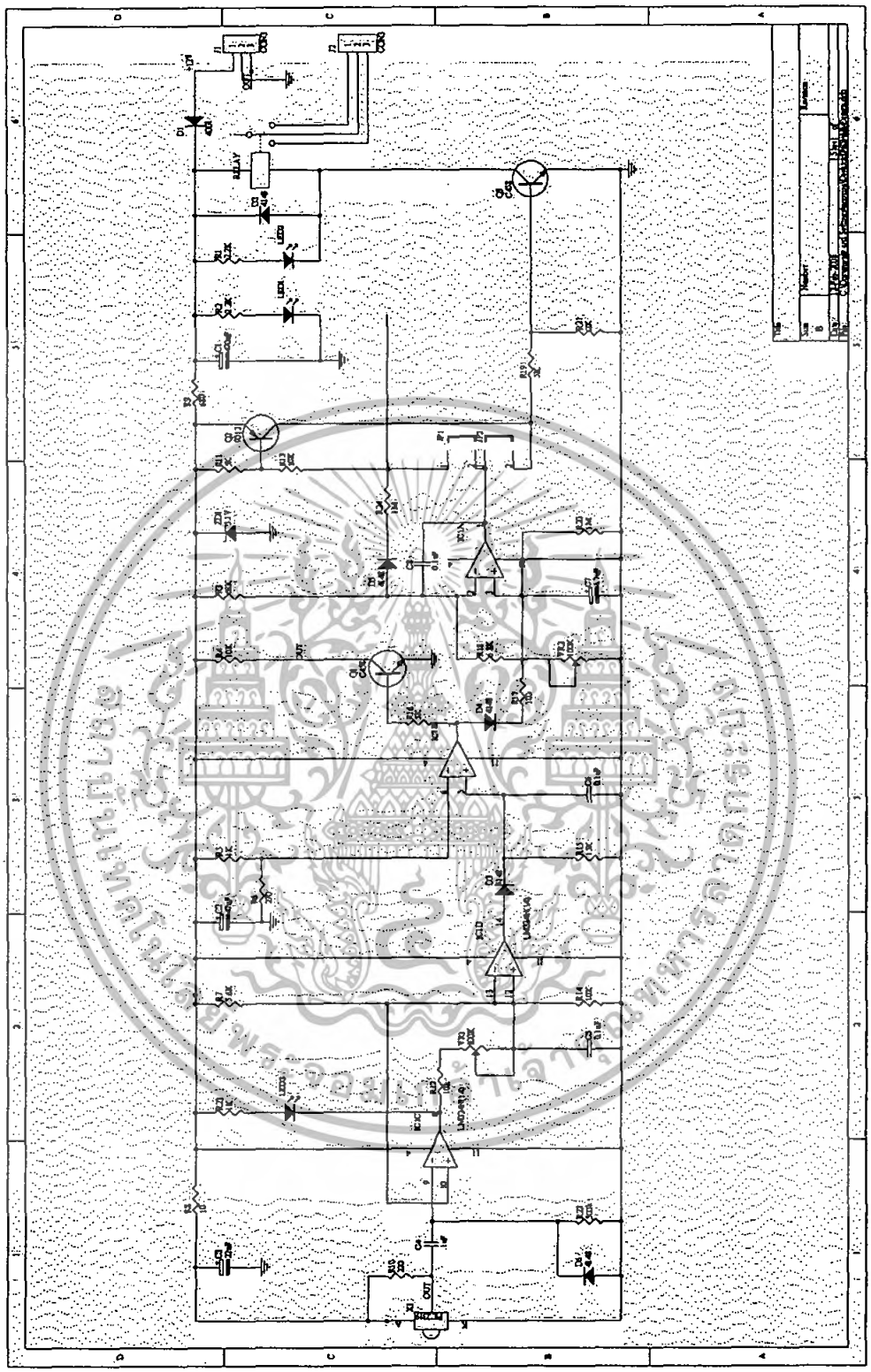


รูปที่ จ.6 แสดงการวางอุปกรณ์ของภาคส่งของ Sensor



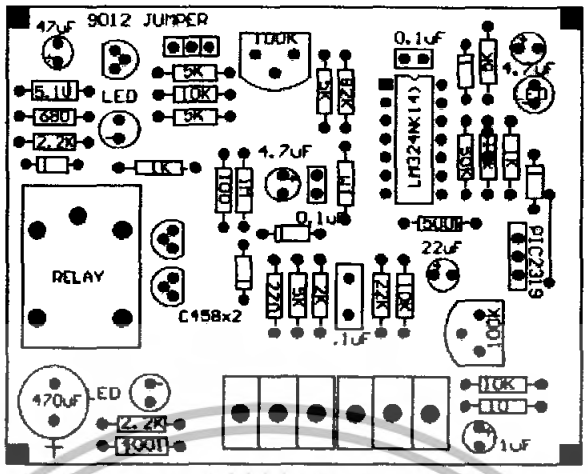
รูปที่ จ.7 แสดง PCB ของภาคส่งของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

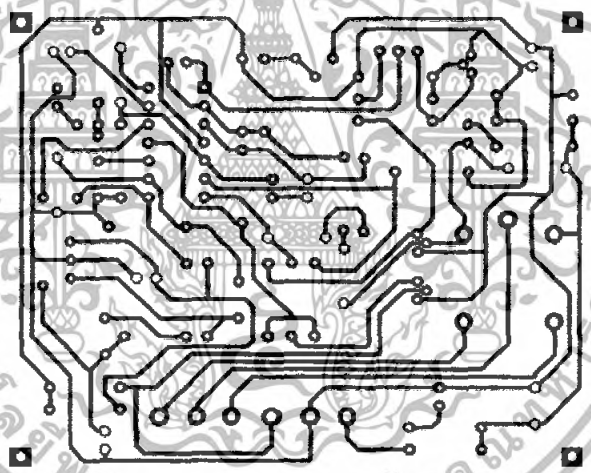


รูปที่ จ.8 แสดงวงจรของภาครับของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

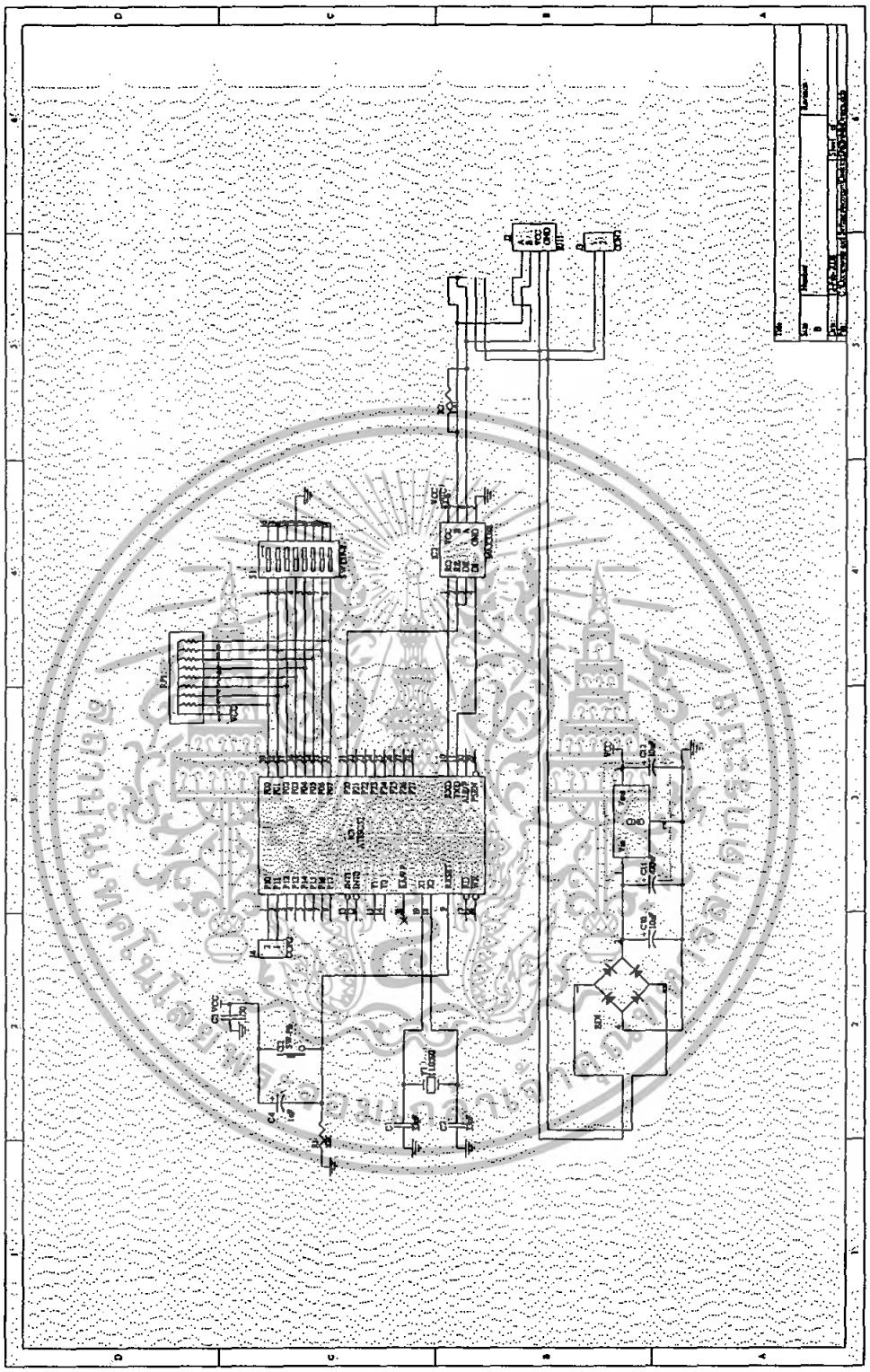


รูปที่ จ.9 แสดงการวางอุปกรณ์ของภาครับของ Sensor



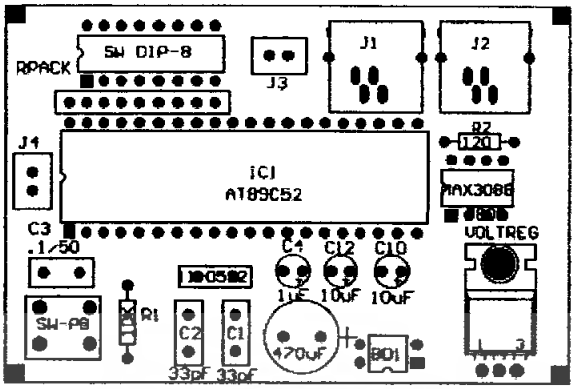
รูปที่ จ.10 แสดง PCB ของภาครับของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

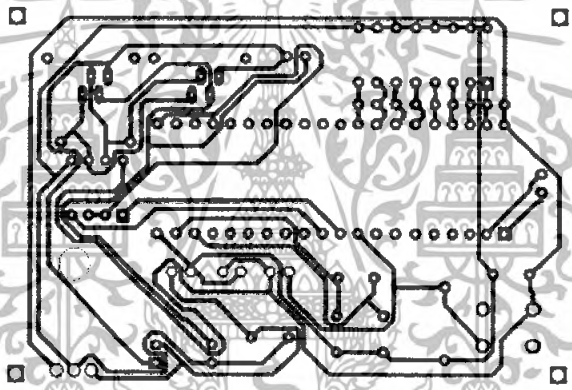


รูปที่ จ.11 แสดงวงจรของอุปกรณ์การปะมวลของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.12 แสดงการวางอุปกรณ์ของอุปกรณ์การปะมวลของ MCS-51



รูปที่ จ.13 แสดง PCB ของอุปกรณ์การปะมวลของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้