สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบยืนยันความเป็นเจ้าของของจักรยานด้วย RFID

BIKE OWNER AUTHENTICATION WITH RFID

T117395

พิมพ์กัญญพัชร อุดมทรัพย์

กิตติคุณ ชาติมาลา

กิตติพัทธ์ คำป้อม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่
เลขทะเบียน 117395
วัน,เดือน,ปี - 1 ส.ค. 2554

b 12313369
i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบยืนยันความเป็นเจ้าของของจักรยานด้วย RFID

BIKE OWNER AUTHENTICATION WITH RFID

ผู้จัดทำ

1. นางสาวพิมพ์กัญญพัชร อุดมทรัพย์ รหัสนักศึกษา 50010001
2. นายกิตติคุณ ชาติมาลา รหัสนักศึกษา 50010105
3. นายกิตติพัทธ์ คำป้อม รหัสนักศึกษา 50010122

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ประสาร ตังติสานนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบยืนยันความเป็นเจ้าของของจักรยานด้วย RFID

นางสาวพิมพ์กัญญพัชร อุดมทรัพย์ 50010001
นายกิตติคุณ ชาติมาลา 50010105
นายกิตติพัทธ์ คำป้อม 50010122
อาจารย์ประสาร ตังติสานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ในสังคมปัจจุบันได้เกิดปัญหาการโจรกรรมสิ่งของมีค่าต่างๆ ซึ่งสร้างความเดือดร้อนให้กับผู้ที่ถูกโจรกรรมเป็นอย่างมาก แม้สิ่งของต่างๆเหล่านั้นมีมาตรการในการป้องกันอยู่แล้วแต่ก็ยังสามารถถูกโจรกรรมไปได้และเมื่อสิ่งของเหล่านั้นถูกนำไปใช้ต่อจะไม่สามารถระบุได้ว่าผู้ที่ใช้เป็นเจ้าของที่แท้จริงหรือไม่ เพราะไม่มีลักษณะบ่งชี้ที่แน่นอนในสิ่งของนั้น จากสังคมใกล้ตัวเราโดยเฉพาะในเขตสถานศึกษา จักรยานก็เป็นอีกหนึ่งความเสี่ยงที่มักจะถูกโจรกรรมอยู่เสมอ ผู้จัดทำจึงได้สร้างโปรแกรมเพื่อใช้สำหรับระบบยืนยันความเป็นเจ้าของของจักรยานขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้ สำหรับการระบุตัวตนของเจ้าของจักรยานคันนั้นๆ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบชุดอาร์เอฟไอดีสองชุดซึ่งสองชุดนี้จะอยู่ที่วัตถุสิ่งของและอยู่ที่ตัวเจ้าของ ว่ามีค่าที่ตรงกันหรือไม่ ซึ่งจะทำให้สามารถรู้ได้ว่าสิ่งของต่างๆเหล่านั้นถูกใช้โดยผู้ใช้ที่ถูกต้องหรือไม่ และจากการพัฒนาและทำการทดลอง โปรแกรมสามารถใช้ในการเปรียบเทียบหรือยืนยันตัวตนได้อย่างถูกต้องและเป็นไปตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ แต่ยังคงต้องทำการปรับปรุงต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIKE OWNER AUTHENTICATION WITH RFID

Ms. Pimganyaput	Udomsab	50010001
Mr. Kittikut	Chatmala	50010105
Mr. Kittiphut	Khumpom	50010122
Mr. Prasarn	Tangtisanon	Advisor

Academic Year 2010

ABSTRACT

"Robbery" is big social problem in all country of the world. Populations who lose their wealth from theft that feel very suffer from this bad performance. Although some wealth has well protecting system, but it is not good enough to prevent from expert hacker. Wealth owner cannot know that which wealth comes from theft because there does not has any evidence to prove, and within wealth does not have description to indicate who acquire that they are truly owner or not. At educate institute has a lot of robbery problem with bicycle. As above problem, it is the cause to lead my group interest about how to reduce high theft rate . We make program for indicating who is owner in each bicycle by using RFID technology to apply. We take 2 RFID equipments to both bicycle and owner, and compare indicated number. This method can tell that bicycle is in owner hand or not. After we develop this program and test some error, our program can use to confirm who is owner for each bicycle truly and all scoops is as we define. However this program must improve in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และคำปรึกษาจาก อาจารย์ ประสาร ตังติสานนท์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ ให้ข้าพเจ้า ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้ทั้งกำลังกาย กำลังใจ และการสนับสนุนในทุกๆเรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณความดีใดๆ ที่ปรากฏในปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิมพ์กัญญพัชร อุดมทรัพย์
กิตติคุณ ชาติมาลา
กิตติพัทธ์ คำป้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป..... VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.5 วิธีการดำเนินงาน.....2

1.6 ส่วนประกอบของรายงาน.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ RFID.....4

2.1 ความหมายและประวัติความเป็นมาของ Auto-ID.....4

2.2 ความหมายและความสำคัญของ RFID.....7

2.3 มาตรฐานของอาร์เอฟไอดี.....7

2.4 รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐาน ISO 14443.....9

2.5 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี..... 10

2.6 คลื่นความถี่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี.....17

2.7 หลักการทำงานของอาร์เอฟไอดี..... 18

2.8 การรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน..... 21

2.9 การชนกันของข้อมูล.....24

2.10 การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี.....24

2.11 ความปลอดภัยของข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคลของอาร์เอฟไอดี..... 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในส่วนของ Hardware ที่ใช้.....30

3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....30

3.2 PIC (Peripheral Interface Controller).....33

3.3 มอเตอร์กระแสตรง.....46

3.4 สวิตช์.....51

3.5 อุปกรณ์เซนเซอร์ทางแสง.....52

3.6 ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า.....54

3.7 โฟโตคัปเปลอร์ (Photocoupler).....57

3.8 ตัวต้านทาน (R : Resistor).....58

บทที่ 4 การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน.....60

4.1 หลักการทำงานของระบบตรวจสอบความเป็นเจ้าของ.....60

4.2 USER REQUIREMENT.....60

4.3 กระบวนการทำงานในการตรวจสอบความถูกต้อง(CLIENT APPLICATION).....62

4.4 กระบวนการทำงานในการลงทะเบียน.....63

4.5 Use case diagram.....64

4.6 โครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้งานในระบบ.....66

4.7 การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลในระบบ.....66

4.8 การออกแบบแผงที่กั้นรถ (Parking Barrier).....67

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง.....72

5.1 บทนำการทดลอง.....72

5.2 ขั้นตอนการทดลองส่วนของแอพพลิเคชั่นโปรแกรม.....72

5.3 ขั้นตอนการทดลองส่วนอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์.....78

5.4 สรุปผลการทดลอง.....80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 สรุปผลการดำเนินงาน.....81
6.1 สรุปผลการดำเนินงาน..... 81
6.2 ปัญหาและอุปสรรค..... 81
6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ปัญหา..... 81
6.4 แนวทางการพัฒนาต่อ.....82

บรรณานุกรม.....83

ภาคผนวก ก.....84
ภาคผนวก ข.....85
ภาคผนวก ค.....88
ภาคผนวก ง..... 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติด้านต่างๆ ของเทคโนโลยี Auto-ID แต่ละประเภท.....6

2.2 การใช้งานย่านความถี่ที่ใช้ใน RFID Technology..... 18

3.1 ความหมายของตัวอักษรบอกลักษณะของหน่วยความจำโปรแกรม..... 35

3.2 ความหมายของตัวอักษรบอกช่วงอุณหภูมิที่ PIC สามารถทำงานได้.....36

3.3 ความหมายของตัวอักษรบอกลักษณะตัวถัง.....36

3.4 ชื่อของขาสัญญาณต่างๆของหัวต่อ DB9..... 44

5.1 ผลการทดสอบระยะการอ่าน..... 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 ระบบ Auto-ID ที่ใช้ในปัจจุบัน	4
2.2 ตัวอย่างระบบ Auto-ID แต่ละประเภท	6
2.3 แท็กแบบต่างๆของ PHILIPS mifare	9
2.4 การแบ่งพื้นที่ภายในหน่วยความจำของTag Mifare Standard	10
2.5 ส่วนประกอบของอาร์เอฟไอดี	11
2.6 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอกทีฟ และแบบพาสซีฟ	11
2.7 โครงสร้างภายในแท็กแบบพาสซีฟ	11
2.8 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอกทีฟที่มีการ seal	12
2.9 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอกทีฟ ที่มีแบตเตอร์รี่ลิเธี่ยม 2 ก้อน อยู่ภายในแท็ก	12
2.10 โครงสร้างทางกายภาพภายในแท็กแบบพาสซีฟ	13
2.11 สถาปัตยกรรมภายในไมโครชิปของแท็กแบบพาสซีฟ	14
2.12 แท็กแบบพาสซีฟในรูปแบบต่างๆ	14
2.13 Fixed RFID Reader	15
2.14 Mobile RFID Reader	15
2.15 Handheld RFID Reader	16
2.16 โครงสร้างภายในเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี	16
2.17 สนามแม่เหล็กจากกระบวนการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ	19
2.18 การทำงานแบบ Backscatter ในแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ	20
2.19 หลักการทำงานของ LF, HF และ UHF	21
2.20 การทำงานของ RFID	21
2.21 การอ่าน เขียนข้อมูลระหว่าง Reader กับ Tag	22
2.22 การเข้ารหัสแบบต่างๆ	23
2.23 ตัวอย่างการทำ ASK	23
2.24 เครื่องอ่านทำงานในการอ่านแท็กหลายๆแท็กพร้อมกัน	24
2.25 เทคนิคที่ใช้ในการอ่านแท็กหลายแท็กพร้อมกัน	24
2.26 การใช้งานในขั้นตอนการผลิต	25
2.27 การใช้งานในซุปเปอร์มาเก็ต	25
2.28 การใช้งานในด้านการแพทย์	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
2.29 การใช้งานด้านปศุสัตว์	26
2.30 การใช้งานเป็นกุญแจอิเล็กทรอนิกส์	27
2.31 อัลกอริธึมแบบสมมาตร (Symmetric algorithm)	28
3.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์	30
3.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์	31
3.3 โครงสร้างหลักของ PIC	33
3.4 ชิพแบบ OTP	34
3.5 ชิพแบบ EPROM	34
3.6 ชิพแบบ EEPROM	35
3.7 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์	39
3.8 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877	40
3.9 สัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมขนาด 1 Byte	41
3.10 ลักษณะของการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม USART แบบ Asynchronous	42
3.11 ลักษณะของการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม USART แบบ Synchronous	42
3.12 ลักษณะและตำแหน่งของขาต่างๆของหัวต่อ DB9	43
3.13 ลักษณะการต่อวงจรใช้งานไอซี MAX232	45
3.14 การหมุนของมอเตอร์	47
3.15 ความสัมพันธ์ของทิศทางการหมุนของมอเตอร์ตัดกับค่าสนามแม่เหล็ก	47
3.16 หลักการกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง	48
3.17 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง	48
3.18 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	50
3.19 ช่วงสัญญาณพัลส์แสดงความสัมพันธ์กับค่าดิวตี้ไซเคิล	51
3.20 สวิตช์ชนิดต่างๆ	52
3.21 ลักษณะโครงสร้างของ Photo Diode และการต่อวงจรใช้งาน	53
3.22 รูปร่างและสัญลักษณ์ของ Photo Diode	53
3.23 ลักษณะของ Photo Diode ที่ใช้งานทั่วไป	53
3.24 คุณลักษณะการส่องสว่างของซิลิคอนโฟโต้ไดโอด	54
3.25 วงจรสัมมูลย์ของ MOSFET	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.26 โครงสร้างของมอสเฟตแบบ Depletion	55
3.27 สัญลักษณ์ของมอสเฟตแบบ Depletion	56
3.28 โครงสร้างของมอสเฟตแบบ Enhancement	56
3.29 สัญลักษณ์ของมอสเฟส แบบ Enhancement	57
3.30 วงจรภายในไอซี PC817 ทำงานเป็นโฟโตคัปเปลอร์	58
3.31 ค่าของแถบสีที่อยู่บนตัวต้านทาน	59
4.1 ภาพรวมของระบบตรวจสอบความเป็นเจ้าของและจุดเข้าออก	61
4.2 กระบวนการทำงานในการตรวจสอบความถูกต้อง	62
4.3 กระบวนการทำงานในการลงทะเบียน(เขียน/อ่าน RFID TAG)	63
4.4 Client Site Use Case Diagram	64
4.5 Center Site Use Case Diagram	65
4.6 Database ที่ออกแบบใช้ในระบบ	66
4.7 State Machine ของแผงที่กั้นรถ (Parking Barrier)	67
4.8 Flow Chart Diagram สำหรับเขียนโปรแกรมบน PIC ของแผงที่กั้นรถ	68
4.9 วงจรส่วน Microcontroller รวมถึงส่งสัญญาณผ่านพอร์ตอนุกรมไปยังคอมพิวเตอร์	69
4.10 วงจรส่วนส่งแรงดันขับมอเตอร์	70
4.11 วงจร Infrared ภาครับ	71
4.12 วงจร Infrared ภาคส่ง	71
5.1 โปรแกรม CENTER SITE	72
5.2 ส่วนของการจัดการผู้ใช้	73
5.3 Dialog สำหรับเพิ่มหรือแก้ไขผู้ใช้	73
5.4 ส่วนของการจัดการเกี่ยวกับจักรยาน	74
5.5 เครื่องมือสำหรับการเลือกดูจักรยาน	74
5.6 ส่วนการดูข้อมูลการเข้าออก	75
5.7 เครื่องมือการค้นหา	75
5.8 Dialog แสดงข้อมูลรายละเอียดของสถิติ	76
5.9 หน้าโปรแกรมในส่วน Client Site ที่คอยตรวจสอบชุด RFID	76
5.10 หน้าโปรแกรมในส่วน Client Site เมื่อตรวจพบชุด RFIDที่ถูกคู่	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
5.11 หน้าโปรแกรมในส่วน Client Side เมื่อตรวจพบชุด RFIDที่ไม่ถูกคู่	77
5.12 INNET RFID Reader	78
ก.1 คลาส และเมธอดใน AxInnetISO14443Lib	84
ข.1 องค์ประกอบของ Replication บน SQL Server	85
ข.2 กระบวนการ Transactional replication	87
ค.1 วงจรส่งข้อความผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART	88
ง.1 จำลองการทำงานของ PIC ในโปรแกรม Proteus 7	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เนื่องจากหลายปีที่ผ่านมานั้นมีงานหลายประเภทได้นำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID: Radio Frequency Identification) เข้ามาใช้งานค่อนข้างหลากหลาย และเพิ่มมากขึ้น เช่น การจัดการด้านห่วงโซ่อุปทาน งานด้านโลจิสติกส์ ระบบสายพานการผลิตในโรงงาน ระบบการจัดเก็บสินค้า งานด้านเกษตรกรรมสำหรับตรวจสอบย้อนหาที่มาของอาหาร(Food Traceability) และระบบติดตามการขนส่งด้วย RFID เป็นต้น ซึ่งช่วยในการอำนวยความสะดวก เพิ่มประสิทธิภาพของระบบงานต่างๆให้มีมากขึ้น รวมถึงในประเทศไทยก็ได้มีการนำระบบ RFID มาประยุกต์ใช้โดยที่มีแนวโน้มการใช้งานที่สูงขึ้นเรื่อยๆ

จากข้อมูลข้างต้นเห็นได้ชัดว่าเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทที่สำคัญเนื่องจากความสามารถในการระบุตัวตนแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบเดิม จึงได้นำมาประยุกต์ใช้งานในระบบระบุความเป็นเจ้าของจักรยานด้วย RFID ซึ่งนำไปใช้ในจุดเข้าออกที่จอดจักรยาน เพื่อตรวจสอบการเข้าออก และ ตรวจสอบความถูกต้องของจักรยานและเจ้าของจักรยาน โดยระบบจะทำงานโดยมีส่วนของ ไม้กั้นอัตโนมัติ เครื่องอ่าน RFID Software Application ที่ควบคุมการทำงานของระบบ รวมถึงระบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บของมูลของระบบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อศึกษาเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี และการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีไปประยุกต์ใช้
2) เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านและเขียนข้อมูลกับแท็กอาร์เอฟไอดีชนิดพาสซีฟ
3) เพื่อศึกษา ส่วนประกอบที่จำเป็นในการทำไม้กั้นอัตโนมัติ ในส่วนของ Hardware หรือวงจรควบคุมการทำงาน หลักการทำงาน และการใช้งาน รวมถึงการออกแบบเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการ
4) เพื่อศึกษาการนำฐานข้อมูลมาใช้ในระบบงาน
5) สามารถออกแบบระบบเพื่อแก้ปัญหาที่ต้องการได้โดยใช้ข้อมูลที่ทำการศึกษา
6) สามารถนำข้อมูลที่ได้ศึกษา และการออกแบบระบบที่ต้องการ มาดำเนินการพัฒนาระบบตรวจสอบความเป็นเจ้าของของจักรยานได้ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ความรู้ในเรื่องเกี่ยวกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เช่นประสิทธิภาพ และหลักการทำงาน
2) สามารถเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านและเขียนข้อมูลกับแท็กอาร์เอฟไอดีได้
3) ความรู้ในส่วนของวงจร การใช้งานและการออกแบบ
4) ความรู้ในการออกแบบและใช้งานฐานข้อมูล
5) รู้จักการนำข้อมูลต่างๆที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาตามที่ได้ออกแบบไว้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1) ศึกษาการเทคโนโลยี และการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี
2) ทดลองเขียนแอพพลิเคชั่นเพื่อใช้งานระบบอาร์เอฟไอดี
3) ศึกษาส่วนของวงจรสำหรับควบคุมการทำงานไม้กั้นอัตโนมัติ
4) ออกแบบระบบการทำงานโดยรวม ลำดับการทำงานของระบบในส่วนต่างๆ ออกแบบการทำงานและ User Interface ของ Software Application ออกแบบและติดตั้งระบบฐานข้อมูลที่จะนำมาใช้งาน
5) ดำเนินการพัฒนาชิ้นงาน ทั้งในส่วนของ Software และ Hardware ตามขอบเขตที่ออกแบบ

1.5 วิธีการดำเนินงาน

1) ศึกษาระบบงานที่ต้องการ ความต้องการของระบบ และ องค์ประกอบต่างๆที่สามารถนำมาใช้งาน
2) ศึกษาองค์ประกอบ หลักการทำงาน การประยุกต์ใช้งานระบบ RFID
3) ศึกษาส่วนประกอบของการทำไม้กั้นอัตโนมัติ ส่วนของกลไกและวงจรตัวอย่าง
4) ศึกษาการเขียน Application โดยภาษา C# เพื่อสามารถติดต่อกับเครื่องอ่าน RFID ได้
5) ศึกษาวิธีการติดตั้ง และ ใช้งานฐานข้อมูล SQL Server
6) ออกแบบ Software Application ฐานข้อมูล และ วงจรควบคุมไม้กั้นอัตโนมัติ
7) ดำเนินการพัฒนาชิ้นงาน ทั้งในส่วนของ Software Hardware รวมถึงการติดตั้งฐานข้อมูล
8) ทำการทดสอบการทำงานของชิ้นงานที่พัฒนาขึ้น

1.6 ส่วนประกอบของรายงาน

เนื้อหาของรายงานเล่มนี้ประกอบด้วย เนื้อหา 6 บท โดยสรุปดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขต และ วิธีการดำเนินงานโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี อันได้แก่ทฤษฎีเบื้องต้นที่เกี่ยวข้อง หลักการทำงาน คุณลักษณะ รวมถึงการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีไปประยุกต์ใช้งาน

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวของกับวงจรและอุปกรณ์ต่างๆ

บทที่ 4 กล่าวถึงหลักการ และการออกแบบระบบโดยนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้ รวมถึงวงจรควบคุมไม้กั้นอัตโนมัติ

บทที่ 5 กล่าวถึงส่วนที่ได้พัฒนาขึ้นมา การทดสอบ และผลการทดสอบระบบที่ได้พัฒนาขึ้น

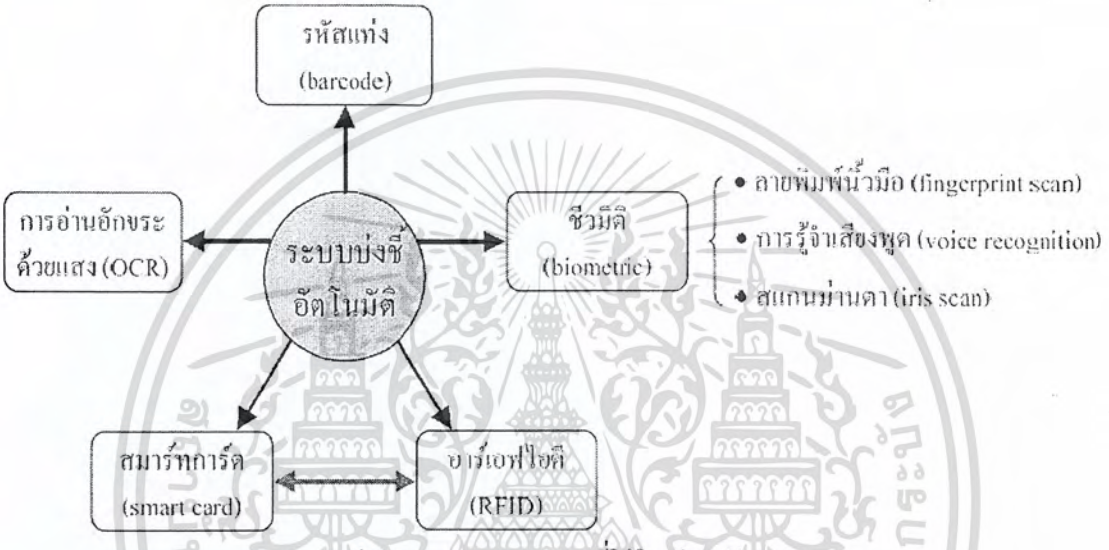
บทที่ 6 เป็นการสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่พบรวมทั้งแนวทางการแก้ไขปัญหา และข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ RFID

2.1 ความหมายและประวัติความเป็นมาของ Auto-ID

Auto-ID หรือเทคโนโลยีแสดงตนแบบอัตโนมัติมีอยู่ หลายชนิด เพื่อเป็นการเปรียบเทียบมาตรฐาน RFID กับมาตรฐานแบบอื่นๆ สามารถจำแนกประเภท ของเทคโนโลยี Auto-ID ได้ ดังรูป



รูป 2.1 ระบบ Auto-ID ที่ใช้ในปัจจุบัน

2.1.1 เทคโนโลยีบาร์โค้ด (Barcode)

Barcode คือ การใช้รหัสซึ่งประกอบด้วยแถบสีดำเข้ม (Bar) ซึ่งมีความยาวต่างๆ พิมพ์เรียงตัวกัน โดยมีช่องว่าง (Gap) ซึ่งมีความยาวแตกต่างกันขั้นระหว่างแต่ละแถบสี มีการกำหนดมาตรฐานเพื่อใช้เป็นรหัสแทนตัวอักษรและตัวเลขต่างๆ โดยนำแถบรหัสนี้ไปติดไว้ที่สินค้าหรือฉลากสินค้าต่างๆ การอ่านค่าบาร์โค้ดกระทำโดยใช้เครื่องอ่านรหัส รหัส Barcode ในปัจจุบัน มี 13 หลัก ซึ่งเป็นมาตรฐาน Barcode ที่กำหนดขึ้นมาใช้ในธุรกิจจำหน่ายสินค้า เพื่อใช้ในห้างสรรพสินค้าและร้านค้าต่างๆ

ข้อจำกัดในการใช้งาน Barcode คือ การอ่านข้อมูลต้องจ่อยิงเพื่ออ่านในระยะใกล้ๆ และยังอ่านได้ทีละชิ้นทำให้เสียเวลา และในกรณีที่ฉลากที่ติด Barcode เปื้อนหรือฉีกขาด ก็ไม่สามารถอ่านค่ารหัสโดยใช้เครื่องอ่านได้ ทำให้ต้องมีทางเลือกให้พนักงานขายสามารถกดปุ่มป้อนรหัสสินค้าด้วยตนเอง ซึ่งโดยรวมแล้วระบบนี้ทำให้ต้องเสียเวลาไปกับการอ่านเขียนและบันทึกข้อมูลเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 เทคโนโลยีการรู้จำอักษร (Optical Character Recognition)

แนวคิดของเทคโนโลยี Optical Character Recognition หรือเรียกง่ายๆ ว่า OCR คือ การออกแบบตัวอักษรและตัวเลขภาษาอังกฤษให้มีรูปแบบ (Font) เฉพาะตัวที่สามารถอ่านได้ด้วยสายตามนุษย์ และอ่านได้ด้วยเครื่องอ่าน OCR

ข้อจำกัดของมาตรฐาน OCR ที่ทำให้ไม่ได้รับความนิยมใช้งานแพร่หลายก็คือ ราคาต้นทุน และความเที่ยงตรงของเครื่องอ่านรหัส ORC ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้รหัส Auto- ID แบบอื่นๆ แล้ว พบว่าเครื่องอ่านรหัส OCR มีราคาแพงกว่า และยังมีความซับซ้อนในการใช้งาน ทำให้จำกัดวงในการใช้งานเฉพาะกลุ่ม อีกทั้งการอ่านข้อมูลต้องมีการสัมผัสหรืออ่านข้อมูลครั้งละ ชิ้น เหมือนบาร์โค้ด

2.1.3 เทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์ (Biometric)

เป็นเทคโนโลยี Auto-ID แบบใช้การสัมผัสเช่นเดียวกับ Barcode และ OCR ซึ่งความหมายของการสัมผัสนั้น อาจหมายถึงการสัมผัสตรงๆ หรือใช้ลำแสงสัมผัสก็ได้ สำหรับเทคโนโลยี Biometric นั้นได้รับการออกแบบภายใต้ความเชื่อที่ว่า รหัสที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ แทนตัวตนของสิ่งมีชีวิต เช่น คน หรือสัตว์ นั้นควรจะเป็นลักษณะทางกายภาพที่มีความเป็นเอกเทศ ของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละคนหรือแต่ละตัว โดยไม่มีทางที่ จะมีรูปแบบที่เหมือนกันได้ ทำให้เทคโนโลยีการแสดงตัวตนในตระกูล Biometric นั้นเหมาะเฉพาะ การใช้ตรวจสอบกับสิ่งมีชีวิตเท่านั้น

เทคโนโลยี Biometric มีการแตกแขนงออกเป็นเทคโนโลยี Auto-ID เฉพาะทาง 2 ประเภท คือ การตรวจสอบโดยใช้ลายนิ้วมือ ด้วยเทคโนโลยี Fingerprint และการตรวจสอบโดยใช้เสียงพูด หรือ Voice Recognition

2.1.4 เทคโนโลยีบัตรเอนกประสงค์ (Smartcard)

Smartcard เป็นการสร้างบัตรอิเล็กทรอนิกส์ที่หน่วยบันทึกข้อมูลอยู่ภายใน ทั้งนี้ตัวบัตรจะมีขนาด บางและพกพาสะดวก โดยทั่วไปขนาดเท่ากับบัตรเครดิต การใช้งาน ตัวบัตรซึ่งมีหน้าสัมผัสที่มีตัวนำไฟฟ้าจะสัมผัสเข้ากับเครื่องอ่าน ซึ่งมีลักษณะเป็นขา (pin) โดยหน้าสัมผัสบนแผ่น Smartcard จะมีอยู่หลายชุด แต่ละชุดจะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังวงจรภายใน ทั้งนี้บัตร Smartcard จะได้รับไฟเลี้ยงและสัญญาณฐานเวลา (clock) จากเครื่องอ่านป้อนส่งผ่านหน้าสัมผัสที่เกี่ยวข้องไปยังวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน พร้อมเริ่มทำการรับส่งข้อมูลผ่านหน้าสัมผัสที่เป็น เทคโนโลยี Smart Card ถึงแม้จะเป็นที่นิยมของตลาดโลก แต่ก็มีข้อเสียที่การใช้ งานเป็นแบบสัมผัส ทำให้มีอายุการใช้งานที่จำกัด อันเนื่องมาจากการสึกหรอ ฉีกขาด หรือความ เสียหายที่เกิดขึ้นกับแผ่นตัวนำไฟฟ้าที่อยู่บนหน้าสัมผัสของ Smart Card นอกจากนั้นเครื่องอ่านก็ มักจะมีปัญหาการทำงานผิดพลาด และมีต้นทุนในการบำรุงรักษาค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.2 ตัวอย่างระบบ Auto-ID แต่ละประเภท

2.1.5 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยี Auto-ID

เทคโนโลยี Auto-ID แบบต่างๆ ที่ได้กล่าวถึงไว้ข้างต้น จะสังเกตได้ว่าเทคโนโลยี Smart Card และ RFID แม้จะมีความใกล้เคียงกันหลายๆ ด้าน แต่เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะความเสียหาย หรือรอยเปื้อนที่เกิดขึ้นบนแผ่น Smartcard แล้วจะ เห็นว่าเทคโนโลยี RFID ใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นช่องทางในการในการติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูล มีความได้เปรียบในการใช้งาน แม้มูลค่าในการลงทุนจัดซื้อเครื่องอ่าน อาจจะสูงกว่าเทคโนโลยี Smartcard

ตาราง 2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติด้านต่างๆ ของเทคโนโลยี Auto-ID แต่ละประเภท

System parameters	Barcode	OCR	Voice recog.	Biometry	Smart card	RFID systems
Typical data quantity (bytes)	1–100	1–100	—	—	16–64 k	16–64 k
Data density	Low	Low	High	High	Very high	Very high
Machine readability	Good	Good	Expensive	Expensive	Good	Good
Readability by people	Limited	Simple	Simple	Difficult	Impossible	Impossible
Influence of dirt/damp	Very high	Very high	—	—	Possible (contacts)	No influence
Influence of (opt.) covering	Total failure	Total failure	—	Possible	—	No influence
Influence of direction and position	Low	Low	—	—	Unidirectional	No influence
Degradation/wear	Limited	Limited	—	—	Contacts	No influence
Purchase cost/reading electronics	Very low	Medium	Very high	Very high	Low	Medium
Operating costs (e.g. printer)	Low	Low	None	None	Medium (contacts)	None
Unauthorised copying/modification	Slight	Slight	Possible* (audio tape)	Impossible	Impossible	Impossible
Reading speed (including handling of data carrier)	Low ~4 s	Low ~3 s	Very low >5 s	Very low >5–10 s	Low ~4 s	Very fast ~0.5 s
Maximum distance between data carrier and reader	0–50 cm	< 1 cm Scanner	0–50 cm	Direct contact**	Direct contact	0–5 m, microwave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความหมายและความสำคัญของ RFID

RFID (Radio Frequency Identification) คือ การระบุบ่งชี้วัตถุ(Identify) ด้วยคลื่นวิทยุ(Radio Frequency) โดยเป็นการระบุตัวตนได้ทั้ง คน สัตว์ และสิ่งของ ซึ่งเป็นเทคโนโลยี Auto-ID (automatic identification) แบบหนึ่ง เช่นเดียวกับระบบบาร์โค้ด หรือ biometric technologies แต่ RFID เป็นการทำงานโดยไม่มีสาย หรือ wireless การทำงานมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องคือ RFID Reader กับ RFID Tag ใน tag ก็มีสายอากาศกับ chip ที่บรรจุรหัส ID เมื่อได้รับคลื่นวิทยุซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ก็จะเอาพลังงานมาทำการเหนี่ยวนำ (Induction) หรือสะท้อน (Backscattering) คลื่นกลับไปโดย modulate ด้วยรหัสข้อมูลที่อยู่ใน chip แล้ว reader ก็นำเอาข้อมูลนี้ไปใช้ จุดเด่นของเทคโนโลยี RFID ก็คือ มีระยะการทำงานไกล (1-5 เมตร) และ สามารถอ่าน tag ได้หลายๆ tag พร้อมกัน ทำให้ RFID มีความแตกต่างจากเทคโนโลยีที่ใช้ในการระบุเอกลักษณ์วัตถุ หรือตัวบุคคลอื่นๆ เช่น บาร์โค้ดที่อาศัยคลื่นแสง หรือการสแกนลายนิ้วมือ เป็นต้น โดยมีความแตกต่าง เช่น ความแตกต่างจากเทคโนโลยีบาร์โค้ดที่โดยส่วนใหญ่แล้วต้องอาศัยคนในการใช้ reader คอยจับหรืออ่านข้อมูลจาก tag แต่ RFID สามารถในการทำงานเหล่านี้โดยไม่ต้องอาศัยคน โดยสามารถให้ระบบคอมพิวเตอร์จัดการแทนคนได้

จุดประสงค์ที่สำคัญของเทคโนโลยี RFID นั่นคือ การชี้เฉพาะ ซึ่งเป็นวิธีการระบุเอกลักษณ์ของสิ่งต่างๆ เช่น พิจารณาสินค้าชนิดเดียวกันสองชิ้น เช่น ปลากระป๋อง 2 กระป๋อง ถ้าพิจารณาจากรูปลักษณ์ภายนอก เช่น ฉลาก สี หรือรูปทรง จะพบว่า ปลากระป๋องทั้งสองกระป๋องนั้นมีความแตกต่างกันน้อยมาก หรืออาจจะไม่มีความแตกต่างกันเลย ซึ่งความเป็นจริงแล้วนั้น มีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง เช่น วัตถุดิบมาจากคนละจังหวัด การผลิตจากคนละโรงงาน ร้านค้าจัดจำหน่ายอาจจะซื้อมาจากตัวแทนจำหน่ายคนละตัวแทน การจัดส่งอาจจัดส่งโดยผู้ขนส่งคนละราย หรือคนละวัน โดยทั่วไป ข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นจะไม่ปรากฏบนกระป๋อง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของปลากระป๋องทั้งสองกระป๋อง ทำให้เทคโนโลยี RFID เข้ามามีบทบาทสำคัญในการช่วยระบุเอกลักษณ์ของสิ่งต่างๆ ให้มีความสะดวกในการบันทึกข้อมูล และการค้นหาข้อมูลในภายหลัง

2.3 มาตรฐานของอาร์เอฟไอดี

มาตรฐานและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องในเทคโนโลยี RFID ได้กำหนดรายละเอียดต่างๆที่เหมือนเป็นระเบียบหรือข้อตกลงที่เป็นมาตรฐาน เพื่อให้เป็นที่เข้าใจตรงกันและมีมาตรฐาน มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ RFID ได้มีการวางกรอบกำหนดมาตรฐานโดยกำหนดไว้ 4 ด้านดังนี้

1) มาตรฐานด้านเทคโนโลยี (Technology)

2) มาตรฐานรูปแบบของข้อมูล (Data format)

3) มาตรฐานวิธีการทดสอบ (Conformance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) มาตรฐานการใช้งาน (Applications)

2.3.1 องค์กรมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

1) International standards organization

ISO – International Organization for Standardization

ITU – International Telecommunication Union

IEC – International Electrotechnical Commission

2) Regional standards

CEN – European Committee for Normalization and Standardization

3) National Standards

ANSI – American National Standards Institute

BSI – British Standards Institution

4) Industry

EPCglobal – Electronic Product Code

GS1 – European specific of EPC plus UCC/EAN

AIAG – Automotive Industry Action Group

2.3.2 มาตรฐาน ISO 18000 ที่เกี่ยวข้องกับ RFID

โดยทั่วไปแล้วมาตรฐานที่เป็นที่คุ้นเคยและครอบคลุมเนื้อหาต่างๆข้างต้นครบ ถ้วนจะเป็นมาตรฐาน ของ ISO 18000 โดยมาตรฐานที่บทบาทอย่างมากก็คือ ISO 18000 กับ EPC Gen 2 โดยมาตรฐาน ISO 18000 นั้นพูดถึง RFID Air Interface ใน 5 ย่านความถี่ด้วยกันคือ

1) ISO 18000 - 2 ความถี่ต่ำกว่า 135kHz.
2) ISO 18000 - 3 ความถี่ 13.56 MHz.
3) ISO 18000 - 7 433 MHz
4) ISO 18000 - 6 ความถี่ 860MHz ~ 960 MHz.
5) ISO 18000 - 4 ความถี่ 2.45 GHz.

2.3.3 มาตรฐาน EPCglobal และ GS1

EPC นั้นหมายถึง Electronic Product Code ซึ่งผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นที่มีการผลิตขึ้นในโลกสามารถจะมี unique EPC code ได้ ถ้าผู้ผลิตเป็นมีรหัส EPC ที่ GS1 เพื่อที่ว่าต้องการจะให้สินค้าทุกชิ้นทั่วโลกสามารถถูกตรวจสอบหรือ track ใน supply chain ได้เพื่อประสิทธิภาพสูงสุด โดยมี EPC Gen 2 เป็นมาตรฐานอันล่าสุดที่จะทำให้ tag ทุกอันที่ comply ตามมาตรฐาน EPC Gen 2 นี้สามารถอ่านได้ในทุกประเทศโดยใช้มาตรฐาน ISO 18000 - 6 และเนื่องจากในอเมริกาใช้ความถี่ย่าน 915 MHz ในขณะที่ยุโรปใช้ย่าน 868 MHz Tag EPC Gen 2 นี้จะต้องสามารถถูกอ่านได้ทั้งโดย Reader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่าน 868 MHz และ ย่าน 915 MHz. ด้วย มาตรฐาน EPC Gen 2 นั้นจะกำหนดให้มีอย่างน้อย 96 bits ซึ่งเป็นรหัส EPC ส่วนที่เกินไปจาก 96 bits จะเป็นข้อมูลเช่น password

2.3.4 มาตรฐาน ISO14443

ISO14443 คือมาตรฐานที่กำหนดรูปแบบมาตรฐานของสื่อที่เก็บ ID หรือข้อมูล ที่จะใช้รวมถึงการสื่อสารที่สามารถใช้งานร่วมกัน หรือ โปรโตคอล โดยมาตรฐานนี้จะอธิบายถึงเรื่องต่างๆ แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ

1) Physical characteristics

2) Radio frequency power and signal interface

3) Initialization and anticollision

4) Transmission protocol

ในมาตรฐาน ISO14443 จะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ 14443A และ 14443B โดยทั้งสองรูปแบบนี้จะมีข้อที่แตกต่างกันที่รูปแบบการ Modulation รูปแบบการเข้ารหัส เป็นต้น โดยทั้งสองรูปแบบ นี้จะใช้งานร่วมกับสื่อกลางที่เป็นรูปแบบ contactless integrated circuit devices ซึ่งอาจจะมีรูปแบบที่เป็นบัตรแบบสัมผัส (contactless cards) โดยใช้คลื่นวิทยุความถี่ 13.56 MHz ในการสื่อสาร

2.4 รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐาน ISO 14443

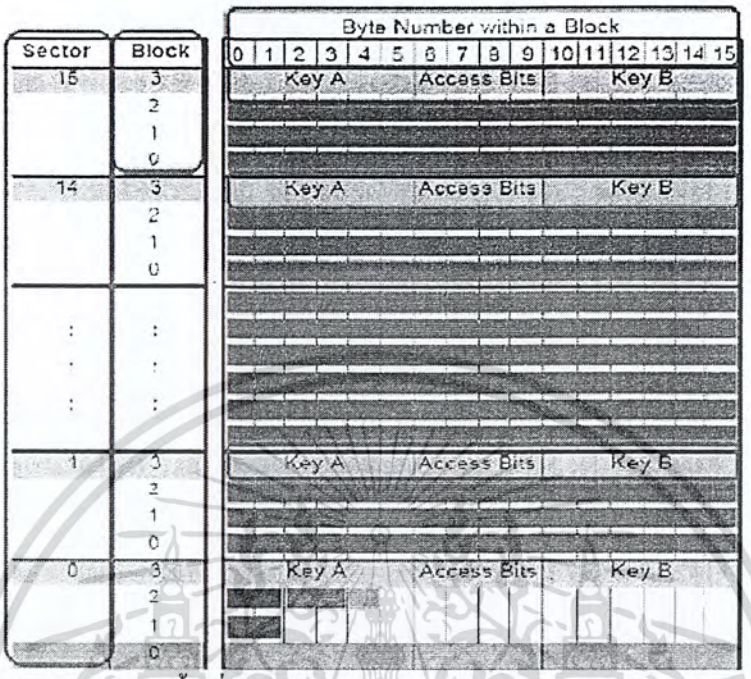
2.4.1 ตัวอย่างแท็กบันทึกข้อมูลในมาตรฐาน ISO14443 ยี่ห้อ Mifare

Mifare เป็นชื่อทางการค้าของบริษัท Phillips ด้าน Contactless Smart Card ตรงตามมาตรฐานสากล ISO 14443A โดยจะใช้หน่วยความจำแบบ EEPROM เขียนข้อมูลซ้ำได้กว่า 100,000 ครั้ง มีการรองรับการทำงานแบบ Multi Application โดยการแบ่งหน่วยความจำเป็นจำนวนหลาย Block และแต่ละ Block มีรหัสผ่านในการเข้าถึงข้อมูลภายใน จึงสามารถใช้บัตรใบเดียวกับงานหลายๆงานได้ โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขการเข้าถึงหน่วยความจำแต่ละบล็อกได้อย่างอิสระ เช่น รหัสA, รหัสB หรือ รหัสA/B โดยบัตรแต่ละใบมี Serial Number ที่ไม่ซ้ำกับบัตรอื่น และการรับส่งข้อมูล มีการเข้ารหัสเพื่อป้องกันการโจรกรรมข้อมูล

รูป 2.3 แท็กแบบต่างๆของ PHILIPS mifare

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างคุณลักษณะของ MIFARE Standard 1 Kbyte (MF1 IC S50)เป็น Contactless Smart Card หน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 1 Kbyte แบ่งหน่วยความจำเป็น 16 Sectors (0-15)



รูป 2.4 การแบ่งพื้นที่ภายในหน่วยความจำของTag Mifare Standard

2.4.2 การแบ่งพื้นที่ในหน่วยความจำของ Mifare Standard

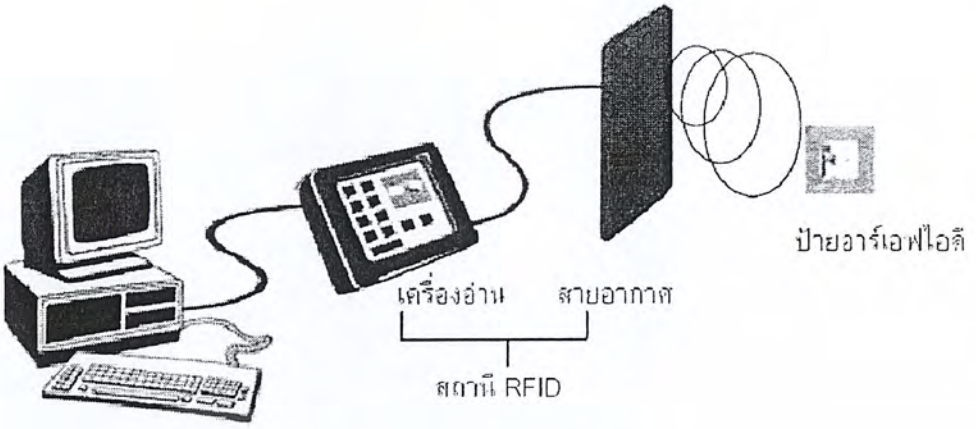
การแบ่งพื้นที่ภายหน่วยความจำของแท็กยี่ห้อ Mifare เป็นคือ1 Sector แบ่งเป็น 4 Blocks (0-3), 1 Block แบ่งเป็น 16 Bytes (0-15), 1 Byte แบ่งเป็น 8 Bits โดย Block ที่ 3 ของทุกๆ Sector จะเรียกว่าส่วนหาง(Sector Trailer) ซึ่งจะถูกกันไว้เป็นส่วนของสิทธิใช้งานในแต่ละ Sector โดยการที่แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 16 Sectors ทำให้สามารถรองรับงานแบบ Multi Application ได้ 16 Applications ซึ่งก็คือการให้แต่ละ Sector ใช้กับงานที่มีจุดประสงค์แตกต่างกันออกไป

ดังนั้นจะสามารถใช้บัตรสมาร์ตการ์ดใบเดียวรองรับการใช้งานหลายๆงาน ซึ่งช่วยลดต้นทุนการจัดซื้อบัตรใหม่ รวมถึงความสะดวกสบายของผู้ที่ถือบัตร ที่บัตรใบเดียวสามารถนำไปใช้งานได้หลายงานทำให้ไม่ต้องถือบัตรหลายๆใบ หรือ ไม่ต้องทำระบบใหม่ทั้งหมดเมื่อต้องการเพิ่มการใช้งาน Applications อื่นๆ ซึ่งเป็นข้อดีอย่างมากของ Mifare ซึ่งแตกต่างจากบัตรแบบแม่เหล็ก บัตรบาร์โค๊ดหรือบัตรแบบ Proximity 125 KHz ซึ่งจะต้องเพิ่มบัตรตามจำนวน Application ที่เพิ่มการใช้งานขึ้นในภายหลัง

2.5 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี

ในระบบอาร์เอฟไอดี จะมีองค์ประกอบหลักๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกัน ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

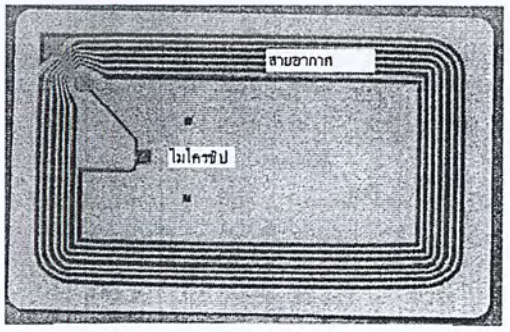


รูป 2.5 ส่วนประกอบของอาร์เอฟไอดี

2.5.1 RFID Tag หรือ Transponders

RFID Tag หรือ Transponder ซึ่งมาจากคำว่า Transmitter ผสมกับคำว่า Responder โดย RFID Tag นั้นมีหน้าที่ส่งสัญญาณวิทยุ หรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ใน ไมโครชิปไปที่ตัวอ่านข้อมูล การสื่อสารระหว่าง RFID Tag และตัวอ่านข้อมูลจะเป็นแบบไร้สายผ่านอากาศ Wireless ภายใน RFID Tag จะประกอบไปด้วยไมโครชิป ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับสายอากาศ

รูป 2.6 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอกทีฟ และแบบพาสซีฟ



รูป 2.7 โครงสร้างภายในแท็กแบบพาสซีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

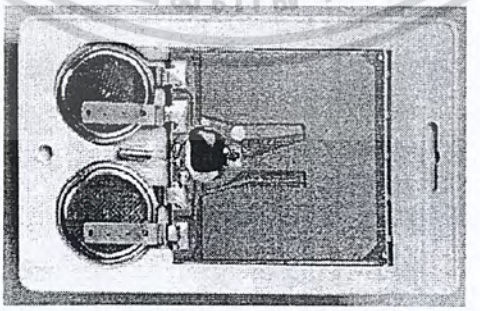
ไมโครชิปที่อยู่ใน RFID Tag จะมีหน่วยความจำซึ่งอาจเป็นแบบอ่านได้อย่างเดียว (ROM) หรือทั้งอ่านทั้งเขียน (RAM) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน โดยปกติหน่วยความจำแบบ ROM จะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย เช่นข้อมูลของรหัส Password หรือข้อมูลความลับบุคคล ในขณะที่ RAM จะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่ RFID Tag และตัวอ่านข้อมูลทำการติดต่อสื่อสารกัน

ข้อมูลภายในที่ tag เก็บไว้ จะมีข้อมูลที่เรียกว่า UID (Unique Identification Number) อยู่ และอาจจะมีข้อมูลอื่นๆอยู่ด้วยก็ได้ เช่น รหัส ข้อมูลต่างๆ เป็นต้น เราสามารถแบ่งชนิดของ RFID Tag ออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.5.1.1 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอกทีฟ

Tag ชนิดนี้จะมีแบตเตอรี่อยู่ภายใน เพื่อเป็นแล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรภายใน มีสามารถทั้งอ่านและเขียนข้อมูลลงใน RFID Tag ชนิดนี้ได้ และการที่ต้องใช้แบตเตอรี่จึงทำให้ RFID Tag ชนิด Active Tag มีอายุการใช้งานจำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่หมดก็ต้องนำไปทิ้งไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากจะมีการ seal จึงไม่สามารถเปลี่ยนแบตเตอรี่ ได้ Active Tag มีกำลังส่งสูงและระยะการรับส่งข้อมูลไกลกว่า RFID Tag ชนิด Passive Tag และ ยังสามารถทำงานในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนได้ดี tag ชนิดนี้จึงมักเหมาะกับงานที่มีระยะการใช้งานสูง และความถี่สูงๆ

รูป 2.8 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอกทีฟที่มีการ seal



รูป 2.9 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอกทีฟ ที่มีแบตเตอร์รี่ลิเธี่ยม 2 ก้อน อยู่ภายในแท็ก

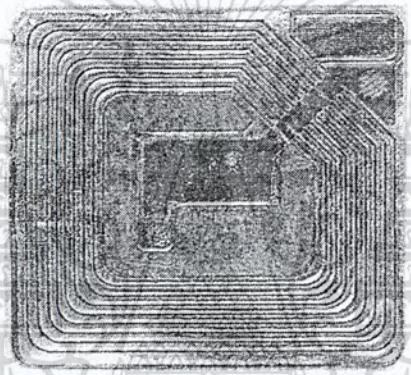
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบกึ่งพาสซีฟ

แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอร์รี่ภายนอก ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ระยะไกลกว่าแท็กแบบพาสซีฟเพื่อประหยัดไฟ ตัวแท็กจะรอรับสัญญาณกระตุ้นให้ทำงานจากเครื่องอ่านแล้วจึงจะส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องอ่าน

2.5.1.3 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ

Tag ชนิดนี้ไม่มีแบตเตอรี่อยู่ภายในทำงานโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(Electromagnetic) จากReader จึงทำให้แท็กชนิดนี้ มีน้ำหนักเบากว่าชนิด Active Tag, มีอายุการใช้งานไม่จำกัด, ราคาถูกกว่าแบบ Active Tag แต่มีข้อเสีย คือระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ และตัวอ่านข้อมูลจะต้องมีความไวสูง นอกจากนี้ Passive Tag มักจะมีปัญหาเมื่อนำไปใช้งานในสิ่งแวดล้อมที่มีสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนสูงอีกด้วย



รูป 2.10 โครงสร้างทางกายภาพภายในแท็กแบบพาสซีฟ

2.5.1.3.1 โครงสร้างของแท็กแบบพาสซีฟประกอบด้วย

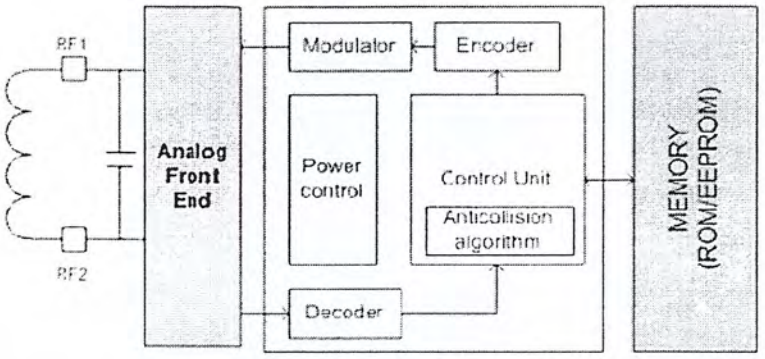
ไมโครชิปหรือไอซีของป้ายชนิดแพสซีฟที่ผลิตออกมามีหลายขนาดและรูปร่าง แตกต่างกันไปตามการใช้งาน ตั้งแต่ขนาดเล็กจนมองแทบไม่เห็นถึงขนาดใหญ่สะดุดตา โครงสร้าง ของไอซีของป้ายประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1) ส่วนควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ (Analog Front-End)

2) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit)

3) ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) เป็นแบบ ROM หรือ EEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.11 สถาปัตยกรรมภายในไมโครชิปของแท็กแบบพาสซีฟ

รูป 2.12 แท็กแบบพาสซีฟในรูปแบบต่างๆ

Tag นั้นถูกออกแบบลักษณะให้มีหลากหลายรูปแบบ เพื่อเหมาะกับจุดประสงค์การใช้งานแบบต่างๆ เช่น key card เหรียญ บัตรประจำตัว พวงกุญแจ สายรัดข้อมือ

2.5.1.4 การแบ่งประเภทของป้ายตามรูปแบบการอ่านและเขียนข้อมูล

แบ่งได้เป็น 3 แบบ ได้แก่

1) ป้ายชนิดที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้หลายครั้ง (Read-Write)
2) ป้ายชนิดที่เขียนได้เพียงครั้งเดียวแต่อ่านข้อมูลได้หลายครั้ง (Write-Once Read- Many หรือ WORM)
3) ป้ายชนิดที่อ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read Only)

2.5.2 Reader หรือ Interrogator

Reader หรือตัวอ่านข้อมูลก็คือการรับคลื่นวิทยุข้อมูลที่ส่งมาจาก RFID Tag แล้วทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล รวมทั้งถอดรหัสข้อมูล และนำข้อมูลที่รับมานั้นไปใช้ต่อไป ตัว reader นั้นจะมีความสามารถต่างๆในการใช้งาน คือ มีระบบป้องกันเหตุการณ์การอ่านซ้ำของข้อมูล เรียกว่าระบบ Hands Down Polling โดยตัว Reader จะสั่งให้ RFID Tag หยุดการส่ง

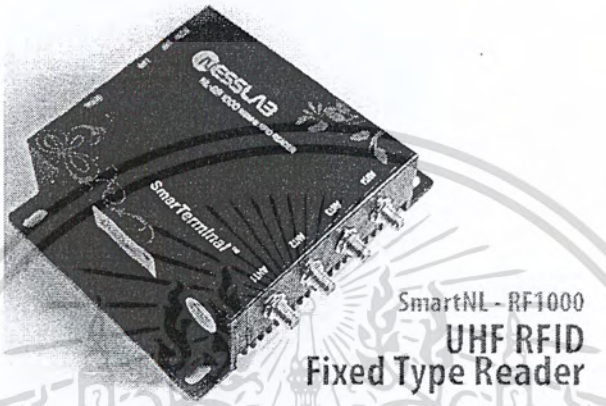
ข้อมูลในกรณีเกิดเหตุการณ์ RFID Tag ถูกวางทิ้งอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในระยะการรับส่งข้อมูลทำให้การรับหรืออ่านข้อมูลจาก RFID Tag ซ้ำอยู่เรื่อยๆไม่สิ้นสุด หรือกรณีที่มี RFID Tag อยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกันหลายอัน ตัว Reader ควรจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถที่จะจัดลำดับการอ่าน RFID Tag ทีละตัวได้(Batch Reading) รวมถึงการป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล(Anti-Collision) RFID Reader สามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ

2.5.2.1 Fixed RFID Reader

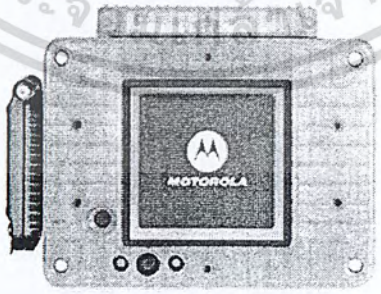
Fixed RFID Reader มักจะใช้ในงานที่มีขนาดใหญ่ หรือเป็นงานที่ตัวอ่านติดตั้งอยู่กับที่ เช่น การติดตั้งอยู่ประตูโกดังสินค้า หรือ ท่าเรือ เพื่อตรวจสินค้าที่เข้า หรือ สินค้าที่ออก โดยทั่วไป Fixed RFID Reader จะเชื่อมต่อเครือข่ายได้ผ่านทาง RS-232 RJ-45 และ USB



รูป 2.13 Fixed RFID Reader

2.5.2.2 Mobile RFID Reader

Mobile RFID Reader จะถูกใช้งานในที่ๆยากต่อการติดตั้ง reader แบบ Fixed RFID Reader เช่น การติดตั้งบนรถที่เคลื่อนที่อย่าง เช่น รถขนสินค้าภายในโกดัง(Forklift truck) โดย reader ชนิดนี้จะมีเสาอากาศ และ แบตเตอรี่ให้พลังงานติดตั้งในตัวเอง มีความสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ wireless ได้



รูป 2.14 Mobile RFID Reader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

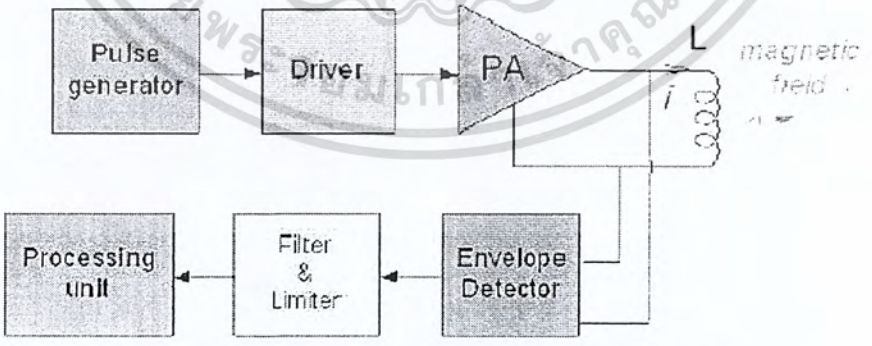
2.5.2.3 Handheld RFID Reader

Handheld RFID Reader มีลักษณะออกแบบให้เหมาะกับการถือใช้งาน มีน้ำหนักเบา มีเสาอากาศและแบตเตอรี่ในตัว โดยมากเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายได้ และสามารถที่จะติดตั้ง PDA หรือ Tablet PC เพื่อใช้งานร่วมกันได้

รูป 2.15 Handheld RFID Reader

2.5.3 องค์ประกอบของเครื่องอ่าน และหน้าที่การทำงาน

เครื่องสำหรับอ่านเขียนข้อมูล มีหน้าที่เชื่อมต่อเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลลงในป้าย ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อ ใช้รับส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูลซึ่งมักเป็นวงจรจำพวกไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์



รูป 2.16 โครงสร้างภายในเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

องค์ประกอบของเครื่องอ่านได้แก่

1) ภาครับและส่งสัญญาณวิทยุ (Transceiver)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2) ภาคสร้างสัญญาณพาหะ (Carrier)

3) ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna)

4) วงจรจูนสัญญาณ (Tuner)

5) หน่วยประมวลผลข้อมูล และภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์ (Processing Unit)

โดยทั่วไปหน่วยประมวลผลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นอัลกอลิธึมที่อยู่ภายในโปรแกรม จะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (Decoding) ที่ได้รับ และ ทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์

2.6 คลื่นความถี่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี

คลื่นวิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะแบ่งแยกออกได้ที่ย่านความถี่ต่างๆ ซึ่งก็คือช่วงค่าความถี่ของคลื่นวิทยุนั่นเอง คลื่นวิทยุที่แผ่กระจายออกจากสายอากาศนั้นประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กและสนาม ไฟฟ้า ค่าความถี่ของคลื่นวิทยุ จะหมายถึงความถี่ของคลื่นพาหะ หรือ Carrier Frequency

ในปัจจุบันย่านความถี่สำหรับการใช้งาน RFID ทั่วโลกจะอยู่ในย่านความถี่ ISM Band (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่หลายประเทศกำหนดไว้สอดคล้องกันในการอนุญาตให้ใช้งานใน เชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ จะมีอยู่ 4 ย่านความถี่และสำหรับย่านความถี่คลื่นวิทยุใน ISM Band ที่กำหนดให้ใช้สำหรับ RFID ทั้ง 4 ย่านความถี่คือ

1) ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LH) ต่ำกว่า 150 kHz

2) ย่านความถี่สูง (High Frequency : HF) 13.56/27.125 MHz

3) ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency : UHF) 433/868/915 MHz

4) ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave frequency) 2.45/5.8 GHz

ในการใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะใกล้ (LH ระยะอ่านประมาณ 10-20 เซนติเมตร และ HF ระยะอ่านประมาณ 15-100 เซนติเมตร) เช่น การตรวจสอบการผ่านเข้าออกพื้นที่หรือรถไฟฟ้า การเก็บประวัติในสัตว์เป็นต้น ส่วนย่านความถี่ UHF จะถูกใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 1-10 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน ระบบขนส่งสินค้า

ในปัจจุบันระบบ RFID กำลังถูกวิจัยและพัฒนาในย่านความถี่ไมโครเวฟที่ความถี่ 2.4 GHz และความถี่ 5.8 GHz เพื่อใช้งานในระบบคลังสินค้าเนื่องจากขนาดของสายอากาศที่เล็กมาก ในด้านของราคาและความเร็วในการสื่อสารข้อมูล เมื่อเทียบกันแล้ว RFID ซึ่งใช้คลื่นพาหะย่านความถี่สูงเป็นระบบที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงแต่ก็มีมีราคาสูงด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

117395

ตาราง 2.2 การใช้งานย่านความถี่ที่ใช้ใน RFID Technology

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

งานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลระยะใกล้เหมาะกับความถี่ต่ำ (LF) 125 กิโลเฮิรตซ์ และ 134 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งนิยมใช้สำหรับควบคุม การเข้าออกสถานที่และการลงทำเบียนสัตว์ ส่วนย่านความถี่สูง (HF) 13.56 เมกะเฮิรตซ์ นิยมใช้ใน บัตรเอนกประสงค์แบบไร้สัมผัสและหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนย่านความถี่สูงยิ่งจะถูกใช้ กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 2-5 เมตร) เช่น ระบบเก็บ ค่าบริการทางด่วน ระบบขนส่งสินค้า เป็นต้น

2.7 หลักการทำงานของอาร์เอฟไอดี

2.7.1 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ

การติดต่อสื่อสารระหว่าง Reader กับ Tag จะมีอยู่ในสองลักษณะคือ

2.7.1.1 การติดต่อระหว่าง Reader กับ Tag แบบ Load Modulation

สำหรับการทำงานในระยะใกล้ๆ (Near Field) คือระยะน้อยกว่า 1 เมตร มักจะใช้ในย่านความถี่ LF(ต่ำกว่า 150 kHz) , HF(13.56/27.125 MHz) และก็อาจจะมีใช้ในย่าน UHF(433/868/915 MHz) ด้วย ซึ่งระบบ Near Field มีลักษณะรูปแบบ คือ

1) เสาอากาศขดเป็นวงๆตามความยาวคลื่น

2) ใช้หลักการ Inductive Coupling ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสาร

3) สายอากาศของ Reader กับ Tag ทำตัวเป็นเหมือน Transformer

4) ระยะการอ่านสั้น

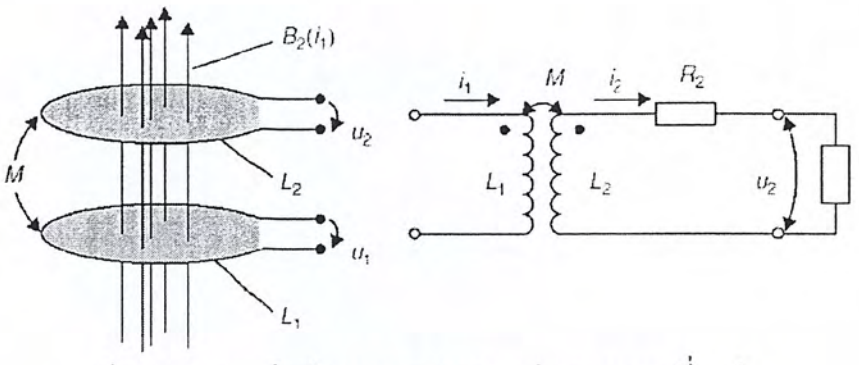
5) อ่านผ่านน้ำได้(ช่วงความถี่ต่ำ)

6) เหมาะกับงาน item level tagging

7) ย่าน 125 kHz กับ 134.2 kHz จะมีระยะอ่านสูงสุด 30cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ย่าน 13.56 MHz จะมีระยะอ่านสูงสุด 1.5m โดยเฉลี่ยก็ประมาณ 1.2m



รูป 2.17 สนามแม่เหล็กจากกระบวนการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ

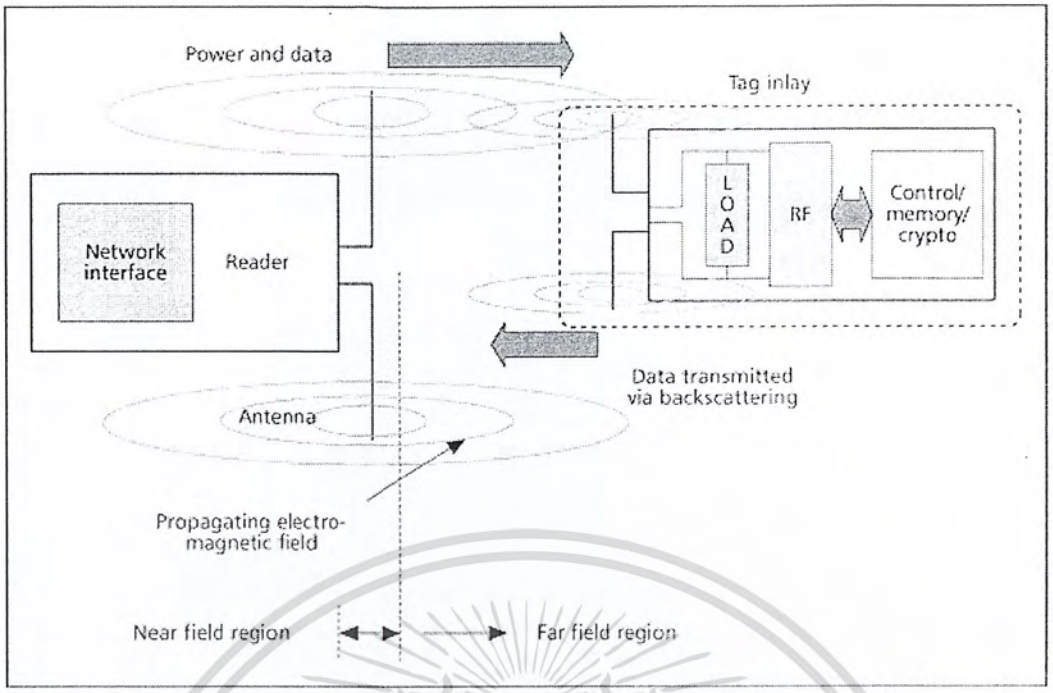
การสื่อสารในแบบ near field นั้น ตัว Tag จะสื่อสารกับ Reader โดยใช้หลักการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเสาอากาศของ Reader และ Tag จะอยู่ใกล้กันทำให้เกิดลักษณะของ transformer เกิดขึ้น Reader ก็จะทำการเปลี่ยนแปลงค่า amplitude, phase หรือ ความถี่ของคลื่น carrier หรือทำการ modulate คลื่น carrier ด้วยข้อมูลที่ Reader ต้องการส่งไปให้ Tag ส่วน Tag ก็จะสื่อสารกลับโดยใช้การ modulation ในลักษณะคล้ายๆกัน

2.7.1.2 การติดต่อระหว่าง Reader กับ Tag แบบ Backscatter

สำหรับการทำงานในระยะไกล (Far Field) คือระยะมากกว่า 1 เมตร มักพบในย่าน UHF และ Microwave ซึ่งระบบ Far Field มีลักษณะดังนี้

1) เสาอากาศยาว 1 ความยาวคลื่นหรือมากกว่า
2) ใช้หลักการ passive backscatter ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสาร
3) ระยะการอ่านไกล
4) อ่านผ่านน้ำไม่ได้
5) เหมาะกับ pallet และ box tagging เช่น งานในโกดังสินค้าขนาดใหญ่
6) ย่าน 868 MHz จะมีระยะอ่านน้อยกว่าย่าน 915 MHz เล็กน้อยเนื่องจากกฎระเบียบที่มีการกำหนด ระยะอ่านประมาณ 5-7 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

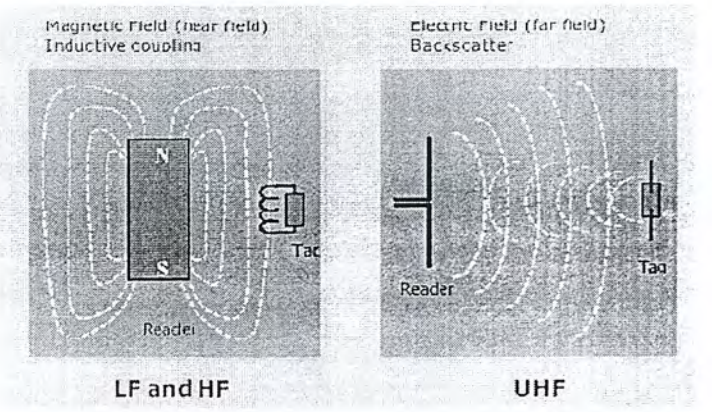


รูป 2.18 การทำงานแบบ Backscatter ในแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ

การสื่อสารแบบ far field นั้นจะใช้ลักษณะของ backscatter หรือการสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อคลื่นวิ่งมาชนสายอากาศของ Tag ปริมาณการสะท้อนกลับก็จะขึ้นอยู่กับว่าสายอากาศกับ load impedance ของ chip match กันมากน้อยแค่ไหน ถ้าไม่ match ก็จะมีการสะท้อนกลับเยอะ ถ้า match ก็จะมีการสะท้อนกลับน้อย การเปลี่ยน load impedance ของ chip ไปมาก็จะเป็นการ modulate คลื่นที่สะท้อนกลับไปที่ Reader นั่นเอง ทั้งนี้คลื่นที่เข้ามาที่ Tag จะต้องมีการ resonate กับสายอากาศด้วยเพื่อให้สามารถถ่ายทอดพลังงานได้สูงสุด ทั้งนี้การ resonate หรือ resonance การที่ระบบจะมีการ oscillate ด้วย amplitude สูงสุดที่ความถี่หนึ่งๆ ซึ่งสามารถทำการปรับได้ด้วยการออกแบบสายอากาศให้เหมาะสม

RFID Tag แต่ละอันนั้นก็จะถูกออกแบบให้ resonate กับย่านความถี่ใดความถี่หนึ่ง เราจึงไม่สามารถเอา Tag ที่ออกแบบสำหรับย่าน 125 kHz ไปใช้กับย่าน 134.2 kHz ไม่ได้ถึงแม้ว่าจะเป็นย่านที่ใกล้กันก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



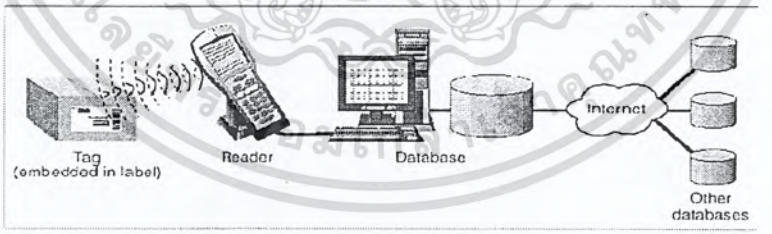
รูป 2.19 หลักการทำงานของ LF, HF และ UHF

2.7.2 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ

ป้ายชนิดนี้ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอร์รี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับ วงจรภายใน โดยป้ายแบบแอ็กทีฟจะทำการส่งข้อมูลออกมาก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณจากเครื่องอ่าน และเครื่องบอกตำแหน่ง (Beacon) ซึ่งสัญญาณจะถูกปล่อยออกมาเป็นระยะๆ การใช้งานป้ายชนิดนี้อาจพบได้ในระบบ เช่น ระบบจ่ายเงินทางด่วน หรือด่านตรวจ ขณะที่เบคอนอาจพบได้ในระบบที่ต้องการบ่งชี้พิกัดแบบเวลาจริง (Real-Time Locating System) เช่น การจัดการการขนส่งสินค้า

2.8 การรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน

การทำงานของระบบ RFID จะเริ่มจากเครื่องอ่านป้ายจะอ่านข้อมูลจากป้าย (Tag) ในระยะการอ่าน และเก็บค่าที่ได้ลงในฐานข้อมูล ดังรูป

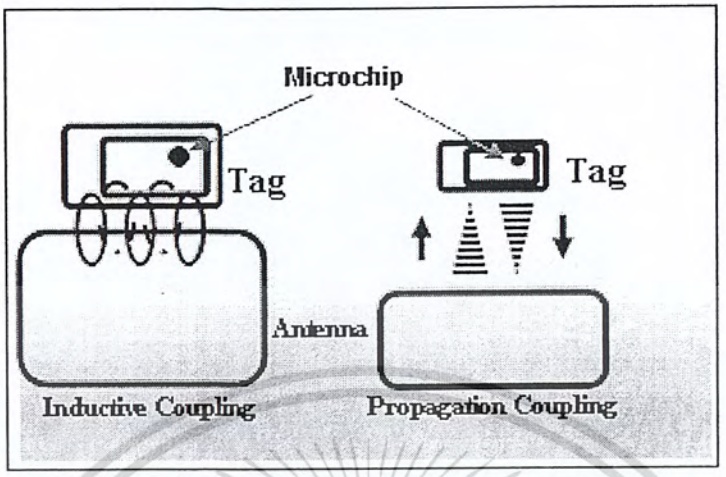


รูป 2.20 การทำงานของ RFID

ตัว Reader จะส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาอยู่ตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่า RFID Tag เข้ามาอยู่ในบริเวณของสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นหรือไม่ หรือก็คือคอยตรวจจับคลื่นที่มีการมอดูเลตมาจาก RFID Tag โดยเมื่อมี RFID Tag เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแล้ว RFID Tag ก็จะได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตัว Reader ส่งออกมาแล้วจึงทำการแปลงไปเป็นพลังงานไฟฟ้าทำให้ RFID Tag เริ่มทำงาน และสะท้อนคลื่นโต้ตอบกลับออกไปยังตัว Reader พร้อมกับข้อมูลที่บันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในไมโครชิป โดยอาศัยคลื่นพาห์(Carrier wave) ที่ผ่านการมอดูเลตคลื่นสัญญาณเรียบร้อยแล้ว ออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายใน RFID Tag

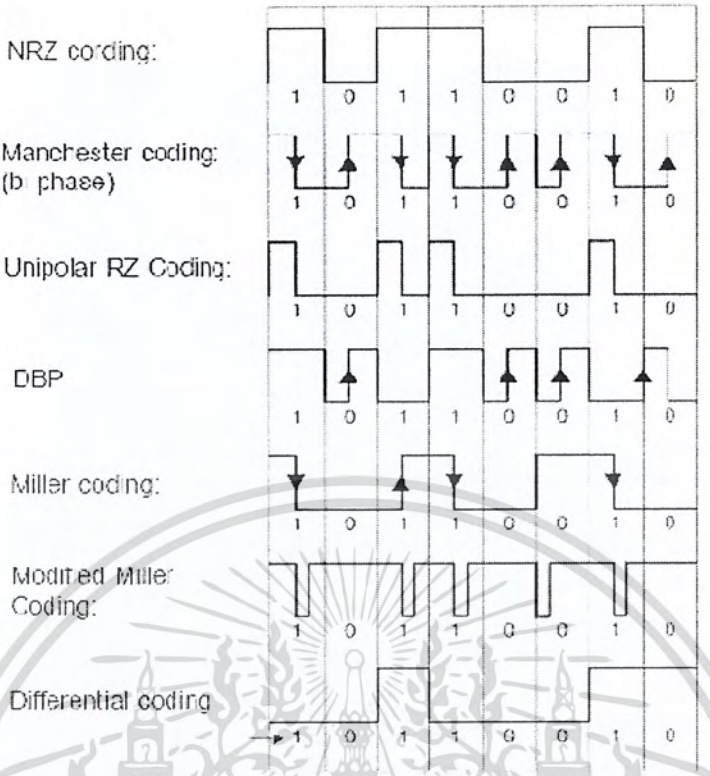


รูป 2.21 การอ่าน เขียนข้อมูลระหว่าง Reader กับ Tag

ตัว Reader จะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาห์ที่ส่งกลับมาจาก tag แล้วทำการถอดรหัสสัญญาณที่ได้รับ ซึ่งคลื่นพาห์ที่ถูกส่งออกมาจาก RFID Tag จะเกิดการเปลี่ยนแปลง Amplitude, Frequency หรือ Phase ขึ้นอยู่กับวิธีหรือเทคนิคในการมอดูเลตสัญญาณ เพื่อที่จะนำคลื่นสัญญาณไปแปลงกลับเป็นข้อมูลเพื่อใช้งานต่อไป

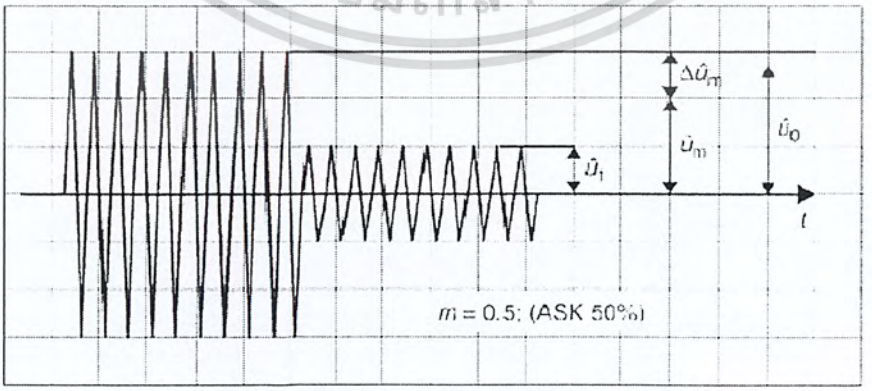
กระบวนการส่งสัญญาณระหว่างอาร์เอฟไอดีและเครื่องอ่านโดยทั่วไป เป็นไปตามกระบวนการทางด้านการสื่อสารระบบดิจิตอล คือ การเตรียมข้อมูลดิจิตอลที่จะส่งผ่านโดยการเข้ารหัสข้อมูล (Decoder) ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมสำหรับการส่งผ่านช่องสัญญาณ (Channel) การเข้ารหัสมีได้หลายแบบโดยการเลือกใช้ขึ้นอยู่กับช่องสัญญาณที่จะส่งผ่าน ตัวอย่างเทคนิคการเข้ารหัส เช่น การเข้ารหัสสัญญาณแบบ NRZ , Manchester, Miller, Differential เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.22 การเข้ารหัสแบบต่างๆ

หลังจากเข้ารหัสสัญญาณแล้ว สัญญาณจะถูกทำการกล้ำสัญญาณ (Modulation) กับคลื่นพาหะย่านที่สูงกว่าเพื่อทำการส่งรับข้อมูลในย่านนั้นๆ การกล้ำสัญญาณหมายถึงการ ปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ของคลื่นพาหะซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น แอมพลิจูด เฟส ความถี่ ตามค่า ของข้อมูลที่จะส่ง ตัวอย่าง เช่น ในการกล้ำสัญญาณแบบ ASK (Amplitude Shift Keying) ค่าแอม พลิจูดของคลื่นพาหะจะถูกเปลี่ยนอยู่ระหว่างค่าสองค่า ซึ่งขึ้นกับค่าไบนารีของสัญญาณที่ถูก เข้ารหัส ดังรูป

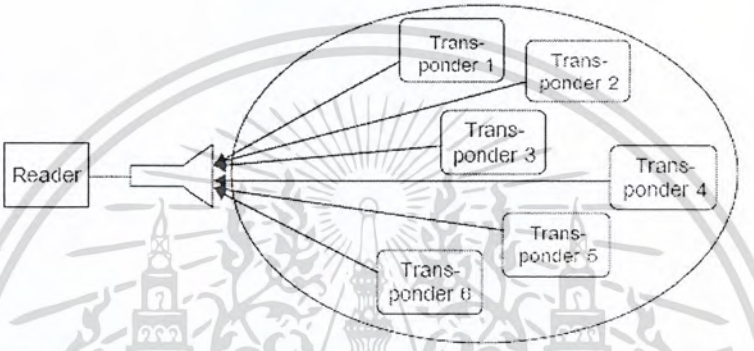


รูป 2.23 ตัวอย่างการทำ ASK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

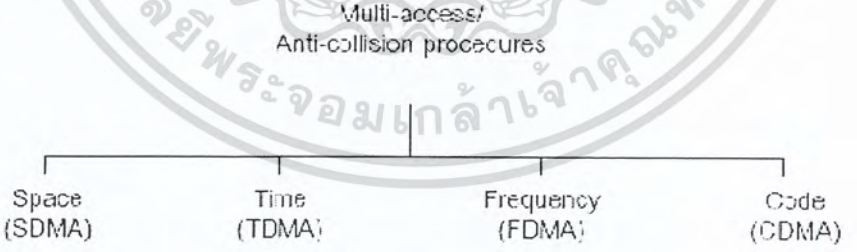
2.9 การชนกันของข้อมูล

ข้อดีของระบบอาร์เอฟไอดี คือ การอ่านข้อมูลจากป้ายได้หลายๆ ป้าย ในเวลาเดียวกัน โดยระบบจะป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-Collision) ซึ่งทำให้การ อ่านข้อมูลจากป้ายจำนวนมากทำได้อย่างรวดเร็วพร้อมๆ กัน ตัวอย่างการป้องกันการชนกันของ ข้อมูล เช่น การใช้เทคนิค TDMA (Time Division Multiple Access) ซึ่งเป็นการจัดลำดับการอ่านค่า จากป้ายในเวลาที่ต่างกันทำให้สามารถอ่านได้ครบทุกป้าย ยิ่งไปกว่านั้นอาร์เอฟไอดียังมี กระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ เช่น การทำผลรวมตรวจสอบ (Check-Sum)



รูป 2.24 เครื่องอ่านทำงานในการอ่านแท็กหลายๆแท็กพร้อมกัน

นอกเหนือจากเทคนิคป้องกันการชนกันของข้อมูลโดยวิธีการจัดลำดับการอ่านค่า จากป้ายในเวลาที่ต่างกัน (TDMA) แล้วยังมีเทคนิคอื่นๆ อีก เช่น SDMA, FDMA, CDMA หรือ เทคนิคขั้นสูงจะใช้ FTDMA และการกระโดดความถี่ (Frequency Hopping) เข้าช่วย



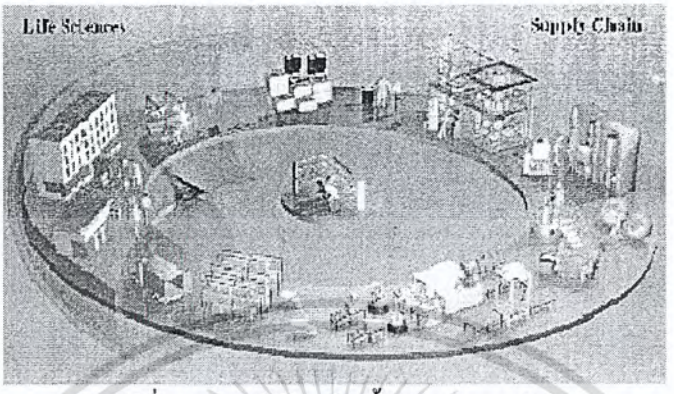
รูป 2.25 เทคนิคที่ใช้ในการอ่านแท็กหลายแท็กพร้อมกัน

2.10 การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี

ในปัจจุบันนำระบบอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้งานหลายด้าน เช่น ระบบคลังสินค้า ด้านระบบการขนส่ง ด้านการทหาร ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ด้านการเกษตรกรรมและปศุ สัตว์ ธุรกิจการบิน ธุรกิจการเงิน การศึกษา การท่องเที่ยว การผลิตอุตสาหกรรม ตัวอย่างการใช้งาน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบห่วงโซ่อุปทาน การค้าปลีก การผลิต การกระจายสินค้า และลอจิสติกส์ ยกตัวอย่างการใช้งาน โดยการติดป้ายไว้กับชิ้นงานเมื่อชิ้นงานผ่านสายพานการผลิตในโรงงาน แต่ ละแผนกจะรู้ว่าต้องทำอย่างไร ประกอบชิ้นงานอะไรบ้าง และต้องส่งไปยังสถานีถัดไป



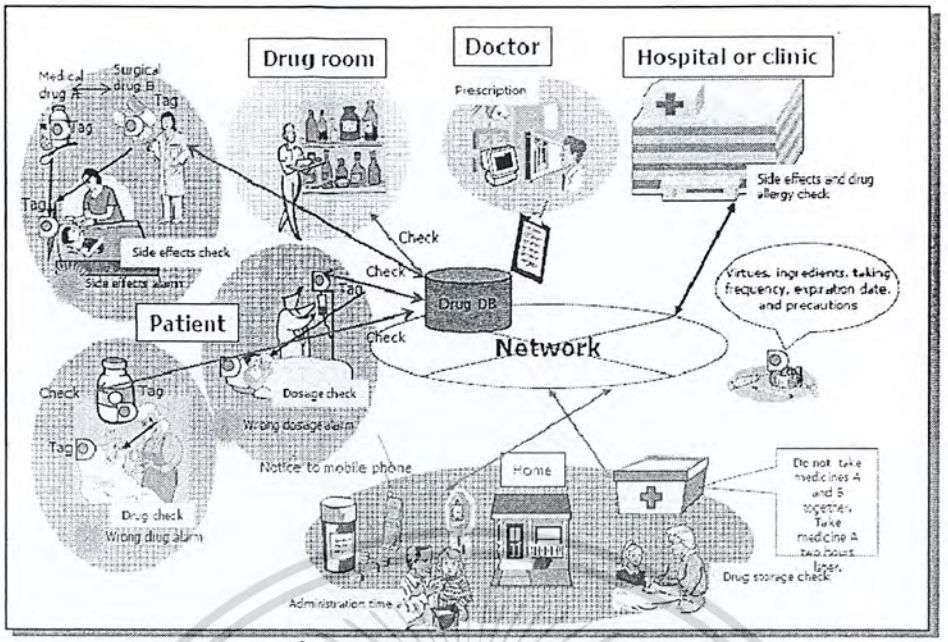
รูปที่ 2.26 การใช้งานในขั้นตอนการผลิต

การจัดการสินค้าในคลังสินค้า เช่น การรับส่งสินค้า การจัดเก็บ ยกตัวอย่างการซื้อ สินค้าในซุปเปอร์มาร์เก็ต เมื่อมีการคำนวณราคารวม เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีสามารถคำนวณราคา รวมภายในครั้งเดียวได้ทันที โดยไม่ต้องมีการสแกนรหัสแท่งที่ติดกับสินค้าทีละชิ้นแบบเดิมๆ และอาจจะเตือนผู้ซื้อได้หากสินค้าที่ซื้อหมดอายุ นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้งานสำหรับการขนถ่ายสินค้าที่เรียกว่า การค้าแบบปลอดภัย (Secure Trade หรือ Operation Safe Commerce) เพิ่มความปลอดภัยในการขนส่งสินค้า

รูปที่ 2.27 การใช้งานในซุปเปอร์มาเก็ต

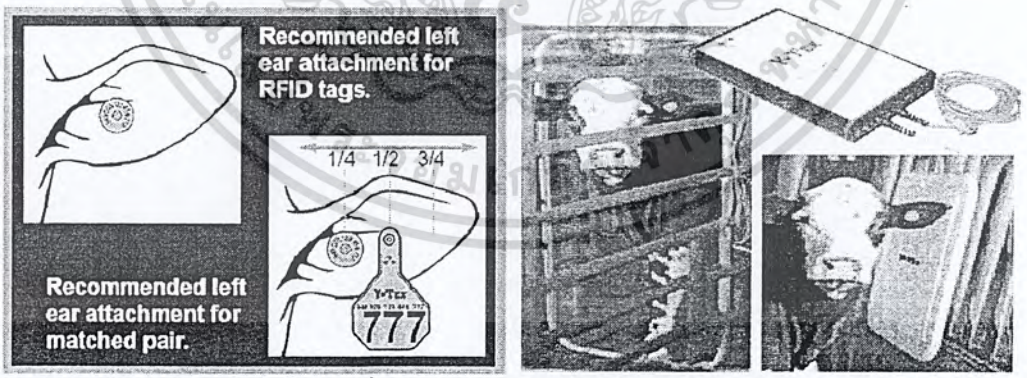
ด้านการแพทย์และสาธารณสุข มีการใช้งานสำหรับการทำทะเบียน สำหรับ เครื่องมือแพทย์ที่มีราคาแพง ทำให้สามารถตรวจสอบการเก็บรักษาเครื่องมือแพทย์ได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 การใช้งานในด้านการแพทย์

ด้านการเกษตรและปศุสัตว์ ระบบติดตามตัวสัตว์ (Animal Tracking) มาใช้กับ การเกษตรไทย ในการพัฒนาด้านปศุสัตว์ให้เป็นระบบฟาร์มออโตเมชันด้วยชิปอาร์เอฟไอดีติดตัว สัตว์เลี้ยง ทำให้สามรถตรวจสอบข้อมูลเฉพาะตัวของสัตว์แต่ละตัวได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง เช่น ตรวจสอบสายพันธุ์ การให้อาหาร ประวัติการฉีดวัคซีนและการควบคุมโรคติดต่อในสัตว์ได้ รวมถึง การใช้งานสำหรับ ทำการตรวจย้อนกลับแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์อาหาร (Food Traceability) หรือ สินค้าเกษตรกรรมได้



รูปที่ 2.29 การใช้งานด้านปศุสัตว์

นอกจากนี้ยังมีการนำระบบอาร์เอฟไอดีไปใช้งานด้านต่างๆ เช่น การควบคุมเข้า- ออก/บัตรประจำตัวของพนักงาน ระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ ระบบหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ ระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ ระบบห้องสมุด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.30 การใช้งานเป็นกุญแจอิเล็กทรอนิกส์

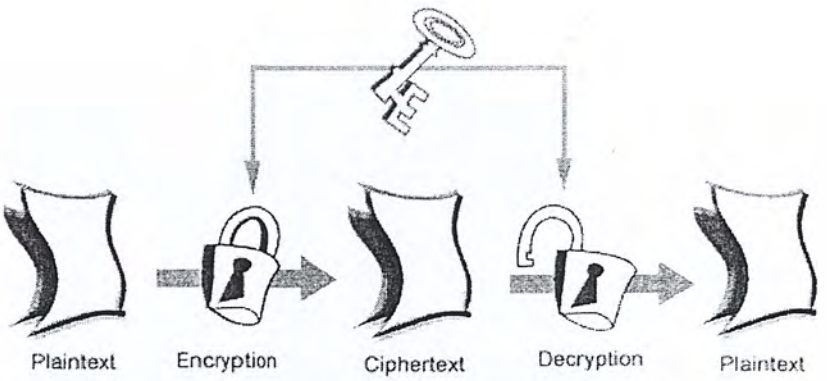
2.11 ความปลอดภัยของข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคลของอาร์เอฟไอดี

เนื่องจากอาร์เอฟไอดี จะถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวันของเราอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลนั้น ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารผ่านสายหรือผ่านคลื่นดังเช่นในกรณีของอาร์เอฟไอดี ล้วนมีความเสี่ยงต่อการถูกจู่โจมทั้งการดักฟัง ปิดกั้น แก้ไข และพยายามดักฟังเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นมีได้ทั้งในระดับบุคคล หรือองค์กร ซึ่งอาจมีค่ามหาศาลจึงเป็นการปกติที่ระบบต่างๆ จะต้องมีการใช้มาตรการรักษาความปลอดภัยให้เพียงพอสำหรับงานนั้นๆ

2.11.1 ความปลอดภัยสำหรับอาร์เอฟไอดีประสิทธิภาพสูงสำหรับการใช้งานเฉพาะทาง

การรักษาความปลอดภัย ของข้อมูลในอาร์เอฟไอดีประสิทธิภาพสูงนั้น ทำได้โดยผ่านการเข้ารหัสลับและการพิสูจน์ตัวตน(authentication) ซึ่งในปัจจุบันมีรูปแบบหลักๆ 2 รูปแบบ คือ การใช้อัลกอริธึมแบบสมมาตร (symmetric algorithm) และแบบอสมมาตร (asymmetric algorithm) ซึ่งทั้งสองระบบนั้นเป็นการทำการเข้ารหัสลับโดยการอาศัยกุญแจลับ หมายความว่าอัลกอริธึมที่ใช้นั้นถูกเปิดเผยได้ แต่ตราบใดที่ผู้ที่รับไม่มีกุญแจที่ถูกต้อง ก็ไม่สามารถเข้าถึงความจริงของข้อมูลได้ ซึ่งหลักการนี้แตกต่างเป็นอย่างมากกับการเข้ารหัสลับในสมัยโบราณที่อาศัยความลับของอัลกอริธึมเป็นหลักซึ่งง่ายกว่า ในการถูกแกะข้อมูล (ตัวอย่างเช่น กระบวนการสับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมตำแหน่งของตัวอักษรอย่างเป็นระบบ ดังเช่นที่ถูกใช้ในระบบการส่งข้อมูลข่าวสารทางการทหารในสมัยโบราณ เป็นต้น) ทั้งนี้กระบวนการทำงานของการเข้ารหัสลับ และการพิสูจน์ตัวตนโดยใช้ระบบกุญแจนั้น โดยทั่วไปต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลเพียงพอ สำหรับในระบบอาร์เอฟไอดีชนิดที่มีหน่วยประมวลผล (MCU : microcontroller) ข้างในหรืออีกนัยหนึ่งนั่นก็คือ บัตรอเนกประสงค์ชนิดไร้สัมผัส หรือ contact less smart card (proximity card) ตามมาตรฐาน ISO 14443

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.31 อัลกอริธึมแบบสมมาตร (Symmetric algorithm)

ในการเข้ารหัสลับแบบสมมาตร หรือที่เรียกอีกแบบว่า อัลกอริธึมกุญแจลับ (Secret-key) นั้นข้อมูลจากผู้ส่ง เช่นระหว่างผู้ส่งคือ "ต้น" กับผู้รับคือ "เกษ" เมื่อต้นส่งข้อความซึ่งเรียกว่าข้อความธรรมดา (plaintext) จะถูกเข้ารหัสลับด้วยกุญแจส่วนตัว (private key) กลายเป็นข้อความลับ (cipher text) เมื่อเกษได้รับข้อมูลนั้นก็จะใช้กุญแจชุดเดียวันในการถอดรหัสข้อความ โดยที่ในระหว่างทางแม้จะมีผู้แอบดักฟังคือ "เบิร์ด" จะเห็นตัวข้อความลับแต่เมื่อไม่มีกุญแจก็ไม่สามารถตีความหมายได้ ยกตัวอย่างการเข้ารหัสง่าย ๆ เช่น ต้น(หรือ แท็กอาร์เอฟไอดี) ต้องการส่งสัญญาณไบนารี่ 1101 ให้เกษ เมื่อมีการเข้ารหัสโดยการ XOR กับกุญแจ 1001 จะได้ข้อมูลที่เข้ารหัสมีค่าเท่ากับ XOR(1101,1001) = 0100 ซึ่งเป็นที่เบิร์ดได้เห็นเมื่อดักฟัง ส่วนเกษสามารถถอดรหัสข้อความโดยการใช้กุญแจชุดเดียวกันคือ 0100 XOR 1001 = 1101 ซึ่งได้เป็นค่าข้อความที่ถูกต้อง เป็นต้น

ส่วนอัลกอริธึมแบบอสมมาตร หรือที่เรียกอีกแบบหนึ่งว่าอัลกอริธึม แบบกุญแจสาธารณะ (public-key algorithm) นั้นแตกต่างจากสมมาตรตรงที่การเข้ารหัสลับและการถอดรหัสลับ ใช้กุญแจลับต่างกัน ซึ่งการเข้ารหัสลับจะใช้กุญแจสาธารณะซึ่งสามารถเผยแพร่โดยทั่วไปได้ ซึ่งผู้ที่สามารถอ่านข้อความที่ถูกเข้ารหัสโดยกุญแจสาธารณะได้นั้นจะต้องเป็นผู้ที่มีกุญแจส่วนตัวที่คู่กับกุญแจสาธารณะนั้นๆ โดยตรงเท่านั้น โดยที่เป็นไปได้ยากมาก หรือเป็นไปไม่ได้เลยที่จะคาดเดากุญแจส่วนบุคคลจากอัลกอริธึมกุญแจสาธารณะ อัลกอริธึมกุญแจสาธารณะมีความซับซ้อนสูง แต่มีความปลอดภัยสูง เช่นกัน ตัวอย่างอัลกอริธึมที่ใช้ เช่น RSA,ECC เป็นต้น ซึ่งอัลกอริธึมแบบสมมาตรเหมาะสำหรับการใช้งานรักษาความปลอดภัยประเภทกระจาย (Many-to-many) เช่นใน e-commerce โดยเราอาจใช้กุญแจสาธารณะ ซึ่งสามารถมีจำนวนมากได้ในการเข้าสลักการสั่งสินค้า ส่วนการถอดสลักโดยบริษัทจะสามารถทำได้อาศัยกุญแจส่วนตัวเฉพาะของบริษัทเท่านั้น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 ความปลอดภัยสำหรับอาร์เอฟไอดีราคาต่ำที่จะต้องมีการใช้ทั่วไปใน EPC

เนื่องจากเงื่อนไขทางด้านราคาที่จะต้องถูกที่สุดเพื่อนำไปใช้อย่างกว้างขวางเป็นเป้าหมายหลักที่ต้องทำก่อน ข้อกำหนดทางด้านความปลอดภัยจึงยังไม่ชัดเจนนัก ซึ่งประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคล เช่นการถูกขโมยรหัสประจำตัว

ถ้ามีการซ่อนอาร์เอฟไอดีได้ไว้ในผลิตภัณฑ์ มีความเป็นไปได้ทางเทคนิคที่จะมีการแอบอ่าน ข้อมูล แต่ทั้งนี้การจะทำได้นั้นต้องทำในระยะที่ใกล้มาก ซึ่งทำให้เงื่อนไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้นมีได้น้อย หรือต้องการเครื่องอ่านที่ใช้กำลังส่งแรงผิดปกติมาก ซึ่งอาจทำการสังเกตและป้องกันได้

2.11.3 การป้องกันข้อมูลของป้ายราคาต่ำที่ติดสำหรับอะไรไว้มีความจำเป็นที่ต้องมี

โดยหลักใหญ่แล้ว ป้ายอาร์เอฟไอดีราคาต่ำ โดยเฉพาะ EPC ถูกติดเพื่ออำนวยความสะดวกในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง ความหมายของรหัสประจำตัวซึ่งจะบ่งบอกถึงชนิดและข้อมูลเฉพาะของสินค้าชิ้นนั้นๆ เช่นกระบวนการบริหารจัดการกับผลิตภัณฑ์ ชิ้นนั้นที่ผ่านมาจะถูกจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล การเข้าถึงรหัสประจำตัวอย่างเดียวโดยไม่รู้ถึงข้อมูลในฐานข้อมูล อาจไม่เกิดประโยชน์ สำหรับผู้ดักฟัง

2.11.4 แนวทางป้องกันการละเมิดสิทธิส่วนบุคคลกับอาร์เอฟไอดี

แนวทางที่อาจใช้เป็นกรอบเพื่อความสบายใจของผู้บริโภค ได้เคยมีผู้เสนอดังนี้คือ

1) สิทธิที่จะทราบว่า ผลิตภัณฑ์มีป้ายอาร์เอฟไอดี
2) สิทธิที่จะทำการถอด หยุดการทำงาน หรือทำลายป้าย หลังจากการซื้อผลิตภัณฑ์
3) สิทธิที่จะมีทางเลือกในการซื้อสินค้า หรือรับบริการที่เหมือนกันแต่ไม่มีอาร์เอฟไอดีร่วมด้วย
4) สิทธิที่จะทราบถึงข้อมูลที่ถูกบรรจุในป้าย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูล และสิทธิที่จะแก้ไขในกรณีที่ข้อมูลไม่ถูกต้อง
5) สิทธิที่จะทราบว่า เมื่อไร ที่ไหน และทำไมป้ายถึงถูกอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในส่วนของ Hardware ที่ใช้

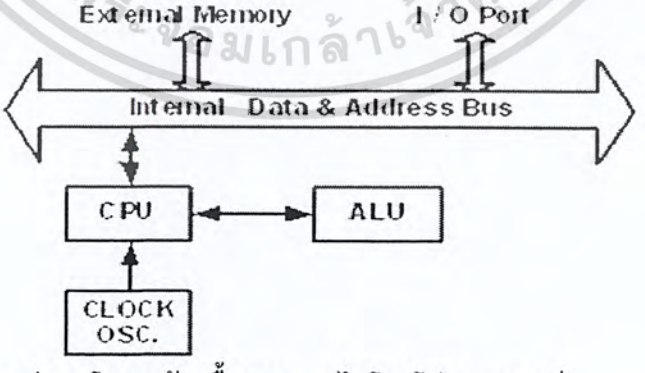
3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คำหนึ่งคือ ไมโคร (Micro) หมายถึงขนาดเล็ก และคำว่า คอนโทรลเลอร์ (controller) หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ กล่าวคือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีใช้งานในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายตระกูล แต่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบันมีอยู่สองตระกูลด้วยกัน คือ MCS51 ซึ่งมีราคาถูกและ PIC ที่มีให้เหลือกหลายเบอร์ ส่วนตระกูลอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ก็มีความสามารถที่ไม่แพ้กันเพียงแต่ว่ายังใหม่ ยังไม่เป็นที่รู้จักมากนัก

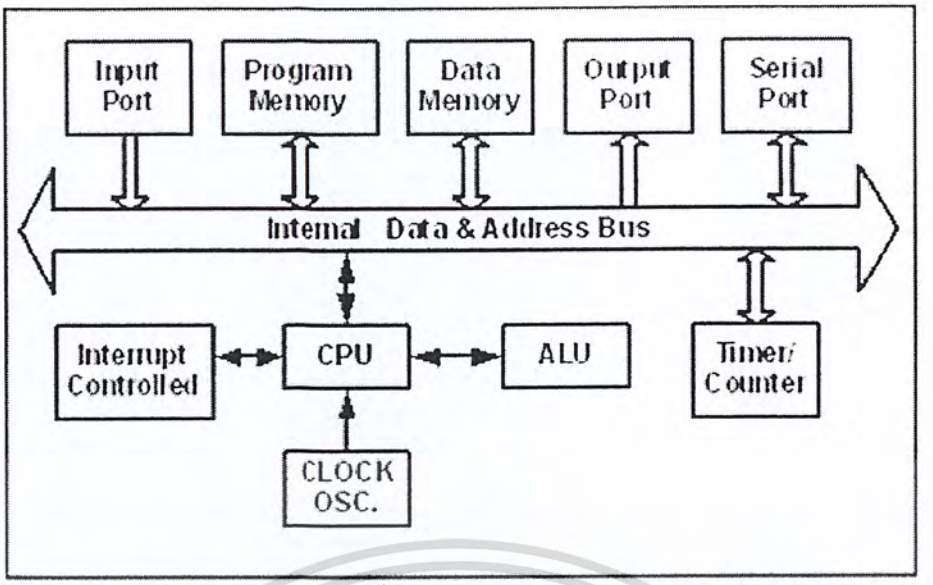
3.1.1 ข้อแตกต่างระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะไม่มีหน่วยความจำ RAM, ROM และพอร์ตอยู่ในตัวชิปทำให้ต้องต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเพิ่ม และต้องใช้ไอซีขยายพอร์ตเพิ่มเติม ข้อดี คือสามารถเพิ่มหน่วยความจำได้ตลอด ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีวงจนพื้นฐานประกอบอยู่ภายในชิป เช่น หน่วยความจำ RAM, ROM และ อินพุตเอาพุตพอร์ต ดังนั้น ในระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงมีขนาดเล็กกว่าและราคาต่ำกว่าระบบไมโครโปรเซสเซอร์



รูป 3.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1) หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
2) หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลใดๆที่ถูกเก็บไว้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไป คล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง
3) ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะ คือพอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
4) ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู, หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus) โดย บัสข้อมูลเป็นสายสัญญาณที่บรรจุข้อมูล เพื่อการประมวลผลทั้งหมด ขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถการประมวลผลของซีพียู สำหรับในงานทั่วๆไป ขนาดของบัสข้อมูลจะเป็น 8 บิต และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาขึ้นมาจนถึง 16, 32 และ 64 บิต และบัสแอดเดรสเป็นสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหน่งของหน่วยความจำ โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนั้น ซีพียูต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน ดังนั้นจำนวนสายสัญญาณของแอดเดรสจึงต้องมีจำนวนมาก ยิ่งมากเท่าไหร่ ก็จะเป็นการแสดงขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อได้ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{จำนวนแอดเดรสของหน่วยความจำ} = 2^n \qquad (3.1)$$

หากต้องการทราบความจุของหน่วยความจำจริงๆจะต้องทราบถึงขนาดของบัสข้อมูลก่อนว่าเป็นเท่าใด หากเป็น 8 บิต ความจุของหน่วยความจำที่มีสายแอดเดรส 10 เส้น จะเท่ากับ 8x1024 = 8,192 บิต ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ดังกล่าว จึงมีความจุของหน่วยความจำเท่ากับ 8,192 บิต หรือ 1,024 ไบต์ หรือ 1 กิโลไบต์ บัสควบคุมเป็นกลุ่มของสายสัญญาณควบคุมการติดต่อทั้งหมดของซีพียูกับหน่วยความจำและพอร์ต สำหรับสายสัญญาณเลือกควบคุมหลักได้แก่ สายสัญญาณเลือกอ่าน-เขียนหน่วยความจำ สายสัญญาณเลือก เลือกอ่าน-เขียนข้อมูลกับพอร์ต

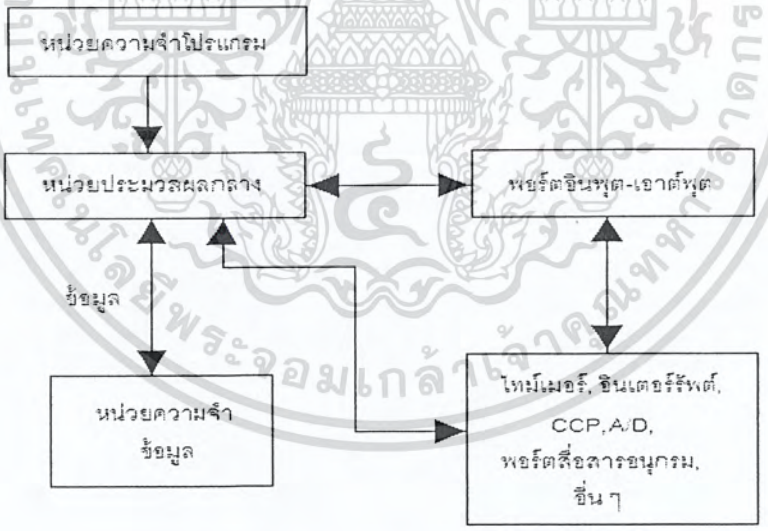
5) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 PIC (Peripheral Interface Controller)

PIC ถือได้ว่า เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยมตัวหนึ่ง เพราะ PIC มีความโดดเด่นทางด้านคุณสมบัติที่สามารถใช้ทำอะไรได้หลากหลาย รวมถึงมีคอมไพเลอร์ให้เลือกใช้งานอยู่มากมาย เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ประสิทธิภาพสูง ราคาถูก และก็ยังมีให้เลือกใช้มากมายหลายเบอร์อีกด้วย PIC ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดย บริษัทไมโครชิพ (Microchip Technology, Inc.) แนวคิดในการสร้าง PIC คือการพยายามรวมเอาทุกอย่างไว้ในชิพตัวเดียวไม่ว่าจะเป็น หน่วยประมวลผลกลาง, หน่วยความจำโปรแกรม, หน่วยความจำข้อมูล, EEPROM, I^2R, CCP, A/D ฯลฯ โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เสริมจากภายนอก ผลที่ตามมาก็คือแผ่น PCB จะมีขนาดเล็ก และอุปกรณ์ที่ใช้จะไม่มาก บางงานอาจใช้แค่ PIC เพียงตัวเดียว โดยไม่ต้องใช้ชิพอื่นๆมาต่อเพิ่มเติมเลย

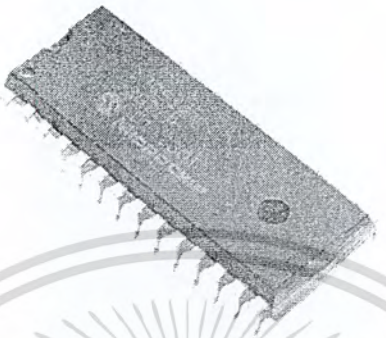
PIC เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีสถาปัตยกรรมแบบฮาวาร์ด (Havard Architecture) หรือที่เรียกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) คือ มีการทำงานที่มีจำนวนชุดคำสั่งน้อย แต่ละคำสั่งจะทำงานแบบง่ายๆ ทำให้ความเร็วในการทำงานแต่ละคำสั่งสูง หนึ่งคำสั่งของ PIC จะมีขนาด 14 บิต เป็นผลให้จำนวนชุดคำสั่งของ PIC มีน้อยนั่นเอง ลักษณะโครงสร้างหลักๆของ PIC แสดงดังรูป



รูป 3.3 โครงสร้างหลักของ PIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC แบ่งออกตามชนิดของหน่วยความจำโปรแกรมได้ 3 ประเภท คือ OTP (One-Time Programmable) เป็นชิพประเภทราคาถูก แต่สามารถทำการโปรแกรมได้แค่ครั้งเดียว เหมาะสำหรับกรณีที่พัฒนาโปรแกรมจนไม่พบจุดบกพร่องของโปรแกรมแล้วและต้องการใช้งานจำนวนมากๆเพราะมีราคาถูก ยกตัวอย่างเช่น PIC12C509, PIC12C672, PIC16C84, PIC16C74



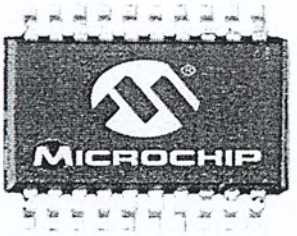
รูป 3.4 ชิพแบบ OTP

EPROM (Erasable Programmable ROM) เป็นชิพที่เมื่อทำการเขียนโปรแกรมลงไปแล้วสามารถลบโปรแกรมเดิมได้ด้วยแสง UV (Ultra Violet) ส่วนด้านบนของชิพจะมีกระจกรับแสง UV ให้ส่องผ่านเข้าไปในตัวชิพได้ ชิพแบบนี้เบอร์ของชิพจะมีตัวอักษร JW เขียนกำกับอยู่ ยกตัวอย่างเช่น PIC16FC57/JW, PIC16C72A/JW, PIC16C74/JW

รูป 3.5 ชิพแบบ EPROM

EEPROM (electronically erasable programmable ROM) หรือที่เรียกทั่วไปว่าแบบแฟลช (Flash) เป็นชิพประเภทที่สามารถเขียนและลบโปรแกรมได้ด้วยไฟฟ้า และสามารถลบและเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง ทำให้ชิพประเภทนี้เป็นที่นิยมมากที่สุด ยกตัวอย่างเช่น PIC12F510, PIC16F84, PIC18F1220, PIC18F4331, PIC24HJ12GP201, PIC32MX340F128H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.6 ชิพแบบ EEPROM

3.2.1 เบอร์ของ PIC

ยกตัวอย่างการดูเบอร์ของ PIC เช่น PIC เบอร์ 18F452-I/P จะบอกรายละเอียดต่างๆ ดังนี้ 18 ตัวเลขสองตัวเลข คือ Family number ของ PIC ซึ่งจะมีตั้งแต่เลข 10, 12, 14, 16, 17, 18, 24 และ 32 นอกจากนี้ยังมีตัวเลข 30 และ 33 สำหรับ dsPIC (digital signal PIC) ซึ่งตัวเลขเหล่านี้บ่งบอกวิวัฒนาการของ PIC ที่มี Family number 10, 12, 14, 16, 18 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต Family number 24, 30, 33 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 16 บิต และ Family number 32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิต F ตัวอักษรนี้หมายถึง ลักษณะของหน่วยความจำโปรแกรมว่ามีลักษณะแบบใด ซึ่งแสดงได้ดังตาราง

ตาราง 3.1 ความหมายของตัวอักษรบอกลักษณะของหน่วยความจำโปรแกรม

ตัวอักษร	ลักษณะของหน่วยความจำโปรแกรม
C	EPROM
CR	ROM
CE	One-time programmable EPROM และ EEPROM
F	Flash
HV	High Voltage (15V)
LF	Low Voltage Flash
LC	Low Voltage One-time programmable
LCR	Low Voltage ROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลขที่อยู่ถัดจากตัวอักษร (452) คือ ตัวเลขบอกประเภทของ PIC เบอร์นั้นๆ -xx กรณีที่มีตัวเลขต่อจากเครื่องหมายขีด (-) ตัวเลขนี้จะบอกถึงความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุดที่ PIC เบอร์นั้นๆ ทำงานได้ I ตัวอักษรนี้บอกถึงช่วงอุณหภูมิที่ PIC เบอร์นั้นๆสามารถทำงานได้

ตาราง 3.2 ความหมายของตัวอักษรบอกช่วงอุณหภูมิที่ PIC สามารถทำงานได้

ตัวอักษร	ช่วงอุณหภูมิที่ PIC สามารถทำงานได้
C	Commercial 0°C ถึง +85°C
I	Industrial –40°C ถึง +85°C
E	Extended –40°C ถึง +125°C

/P เป็นตัวอักษรบอกลักษณะตัวถัง (Package) ของ PIC ว่าเป็นตัวถังแบบใด แสดงดังตาราง 3.3

ตาราง 3.3 ความหมายของตัวอักษรบอกลักษณะตัวถัง

ตัวอักษร	ลักษณะตัวถัง
JW	Ceramic window (EEPROM only)
P	Plastic DIP
SN, OA, SM, SL, OD, SO, SI	SOIC-plastic small outline (surface mount)
PQ	QFP-Plastic quad flatpack surface mount
SS	SSOP-plastic shrink small outline surface mount
ML	Chip scale package
ST	TSSOP-Plastic thin shrink small outline surface mount
PT	TQFP-plastic thin quad flatpack

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเลือก PIC เพื่อนำมาใช้งาน

รายละเอียดของ PIC ที่ได้จากการดูเบอร์นั้นเป็นส่วนหนึ่งของการพิจารณาเท่านั้น ทั้งนี้จำเป็นต้องศึกษาโครงสร้างส่วนประกอบภายในของ PIC แต่ละเบอร์จากคู่มือการใช้งาน (Data sheet) ของ PIC เบอร์นั้นๆด้วย เพื่อประกอบการตัดสินใจ หลักการเลือกใช้งาน PIC มีหลักการดังต่อไปนี้

1) ต้องการใช้พอร์ตอินพุต – เอาต์พุตทั้งหมดกี่พอร์ต
2) ต้องการหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลแบบไหน ขนาดเท่าใด
3) ต้องการความเร็วในการทำงานสูงแค่ไหน
4) ต้องการใช้ฟังก์ชันพิเศษอะไรของ PIC บ้าง
5) ต้องการ PIC ที่มีตัวถังแบบใด
6) ต้องการให้ PIC ทำงานแบบ Low-voltage Operation หรือไม่

ซึ่งเราสามารถแบ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ที่นิยมใช้กันทั่วไป เรียงลำดับจากความสามารถต่ำไปถึงสูงได้ดังนี้

3.2.2.1 PIC16C5X

PIC ตระกูลนี้เป็นชิพที่ออกมายุคแรกๆของไมโครชิพ จึงทำให้มีแต่หน่วยความจำโปรแกรมแบบ OTP และ EPROM เท่านั้นส่วนฟังก์ชันพิเศษก็มีเพียงแค่ ไทม์เมอร์และวอทช์ดอกไทม์เมอร์ ไม่มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมและ A/D ในปัจจุบันก็ยังคงมี PIC ตระกูลนี้อยู่บ้าง เช่น PIC16C505, PIC16C58 เป็นต้น

3.2.2.2 PIC16CXXX

PIC ตระกูลนี้เป็นยุคต่อจาก PIC16C5X ที่ยังคงมีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ OTP และ EPROM แต่มีฟังก์ชันพิเศษให้ใช้งานได้มากขึ้นซึ่งก็คือ มีไทม์เมอร์, วอทช์ดอกไทม์เมอร์, พอร์ตสื่อสารอนุกรม USART, I^2C, SPI, CCP นอกจากนั้นบางเบอร์ยังมี A/D อีกด้วย ซึ่งทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ง่ายขึ้น ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมติดต่อเอง โดยตัวอย่างของ PIC ในตระกูลนี้ก็เช่น PIC16C621, PIC16C72, PIC16C711 เป็นต้น

3.2.2.3 PIC12CXXX

PIC ตระกูลนี้เป็น PIC ที่มีเพียง 8 ขา ซึ่งออกแบบมาเพื่อใช้กับงานเล็กๆมีไทม์เมอร์และวอทช์ดอกไทม์เมอร์, A/D นอกจากนั้นแล้ว ยังมี 4 MHz ออสซิลเลเตอร์ (OSC) กำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิพ และบางเบอร์ก็มี EEPROM อยู่ภายในชิพด้วย แต่หน่วยความจำโปรแกรมก็ยังเป็นแบบ OTP และ EPROM อยู่เหมือนเดิม PIC ในตระกูลนี้ก็ยกตัวอย่างเช่น PIC12C509, PIC12C672 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4 PIC17CXXX

PIC ตระกูลนี้ออกมาพร้อมๆ กับ PIC16CXXX แต่ PIC17CXXX จะมีขนาดหน่วยความจำโปรแกรมที่ใหญ่กว่า และสามารถต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเพิ่มได้ มีไทม์เมอร์, วอทช์ดอกไทม์เมอร์, พอร์ตสื่อสารอนุกรม USART, I^2C, SPI, CCP นอกจากนั้นยังสามารถใช้คำสั่งการคูณ และการหารได้อีกด้วย ตัวอย่างของ PIC ในตระกูลนี้เช่น PIC17C43, PIC17C44, PIC17C756 เป็นต้น

3.2.2.5 PIC16FXXX, PIC12FXXX

PIC ตระกูลนี้เป็น PIC ยุคแรกๆที่มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash (EEPROM) ทำให้การสร้างเครื่องโปรแกรมชิพสามารถทำได้ง่าย จึงเป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในตระกูล PIC16F8XXX ซึ่งมี A/D ขนาด 10 บิต, ไทม์เมอร์, วอทช์ดอกไทม์เมอร์, พอร์ตอนุกรม USART, I^2C, SPI, CCP และ EEPROM ภายในชิพ ตัวอย่างของ PIC ในตระกูลนี้ก็เช่น PIC18F628, PIC16685, PIC16F872, PIC16F877 เป็นต้น หลังจากที่ PIC16FXXX ออกมาได้ไม่นาน PIC12FXXX ซึ่งเป็น PIC แบบ 8 ขา แต่มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash ก็ออกตามมา ยกตัวอย่างเช่น PIC16F629, PIC12F675 เป็นต้น

3.2.2.6 PIC18FXXX

PIC ตระกูลนี้มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash เช่นเดียวกับตระกูล PIC16FXXX แต่จะแก้ไขจุดด้อยของ PIC16FXXX ตรงที่ไม่ต้องอ้างหน่วยความจำข้อมูลแบบที่มีลักษณะแบ่งออกเป็นหน้าๆ (Page) ซึ่งทำให้สะดวกในการเขียนโปรแกรม ซึ่ง PIC18FXXX นั้นจะมี A/D ขนาด 10 บิต, ไทม์เมอร์, วอทช์ดอกไทม์มอร์, พอร์ตอนุกรม USART, I^2C, SPI, CCP, CAN และ EEPROM ภายในชิพ สามารถต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเพิ่มได้ ตัวอย่างของ PIC ในตระกูลนี้เช่น PIC18F1220, PIC18F252, PIC18F2550, PIC18F4220, PIC18F4431, PIC18F452 เป็นต้น

3.2.2.7 PIC24FXXX, dsPIC30FXXX, dsPIC33FXXX

PIC ตระกูลนี้เป็น PIC ที่มีหน่วยประมวลผลกลางขนาด 16 บิต ซึ่งเบอร์ก่อนๆจะเป็น 8 บิต นอกจากนั้น dsPIC ยังได้รวมการประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DSP) เข้าไว้ในชิพด้วย ทำให้ PIC รูปแบบนี้ถูกเรียกว่า Digital Signal Controller PIC ตระกูลนี้มีฟังก์ชันพิเศษมากมายให้เลือกใช้ เช่น A/D, ไทม์เมอร์, USART, CCP, I^2R, SPI, CAN, RTCC, EEPROM นอกจากนั้นบางเบอร์ยังมีโมดูล สำหรับติดต่อผ่านพอร์ต USB (OTG) ภายในอีกด้วย มีการทำงานแบบ Low-voltage Operation เช่น 2.0-3.6 V ตัวอย่างของ PIC ในตระกูลนี้เช่น PIC24FJ48GA02, dsPIC30F4011, dsPIC33FJ64MC710 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

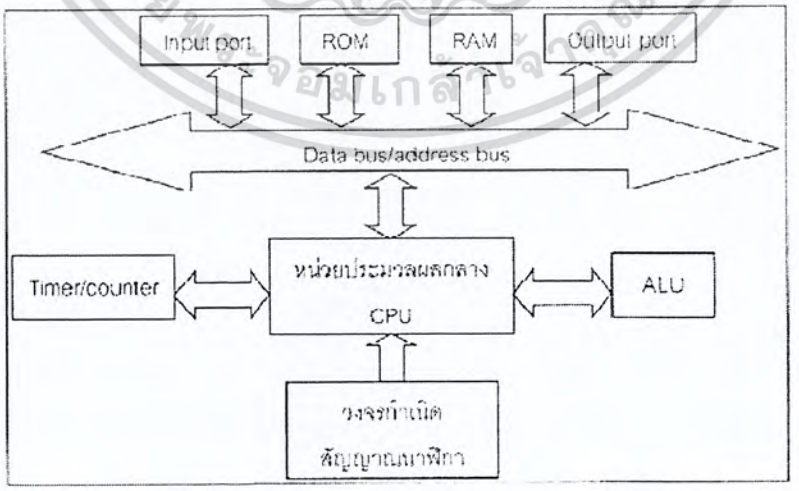
3.2.2.8 PIC32MX3XX, PIC32MX4XX

PIC ตระกูลนี้เป็นตระกูลที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในปัจจุบัน มีหน่วยประมวลผลกลางขนาด 32 บิต มีความเร็วในการทำงานสูงมากถึงระดับ 80 MHz มีขนาดหน่วยความจำโปรแกรมสูงสุดที่ 256K หน่วยความจำข้อมูลสูงสุด 32K มีระบบหน่วยความจำแคช (cached processor) มีโมดูลสำหรับติดต่อผ่านพอร์ต USB มีการทำงาน Low-voltage Operation เช่น 2.3-3.6 V และฟังก์ชันพิเศษอื่นๆครบถ้วน เหมาะสมสำหรับงานขนาดใหญ่ ที่ต้องการความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์สูง ตัวอย่างของ PIC ในตระกูลนี้เช่น PIC32MX340F128H, PIC32MX460F256L เป็นต้น

3.2.3 Microcontroller PIC16F877

Microcontroller PIC16F877 มีพอร์ตใช้งานทั้งสิ้น 5 พอร์ต คือ PORTA 6 บิท, PORTB 8 บิท, PORTC 8 บิท, PORTD 8 บิท และ PORTE 3 บิท เป็นพอร์ตแบบมี 2 ทิศทาง คือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุต และเอาท์พุต และยังเป็นพอร์ตที่สามารถแปลงสัญญาณ ADC (Analog to Digital Converter) ได้อีกด้วย Microcontroller PIC มีคุณลักษณะคือ มีพอร์ต I/O ขนาด 3 บิท, 6 บิท, 8 บิท จำนวน 5 พอร์ต

มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช 1 ถึง 32 kwords มีหน่วยความจำข้อมูลแรม RAM 64 ถึง 1536 bytes มีหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม EEPROM 256 bytes มี Timer/Counter โดย Timer 0 ขนาด 8 บิท Timer 1 ขนาด 16 บิท และ Timer 2 ขนาด 8 บิท มีกระแสซิงก์และกระแสซอร์ส (High Sink/Source Current) 25 mA มีวงจรแปลงสัญญาณ Analog to Digital Converter 10 บิท มีวงจรสื่อสารแบบอนุกรมทั้ง SPI และ I2C (Master/Slave) มีวงจร Pulse Width Modulation (PWM) ความละเอียดสูงถึง 10 บิท

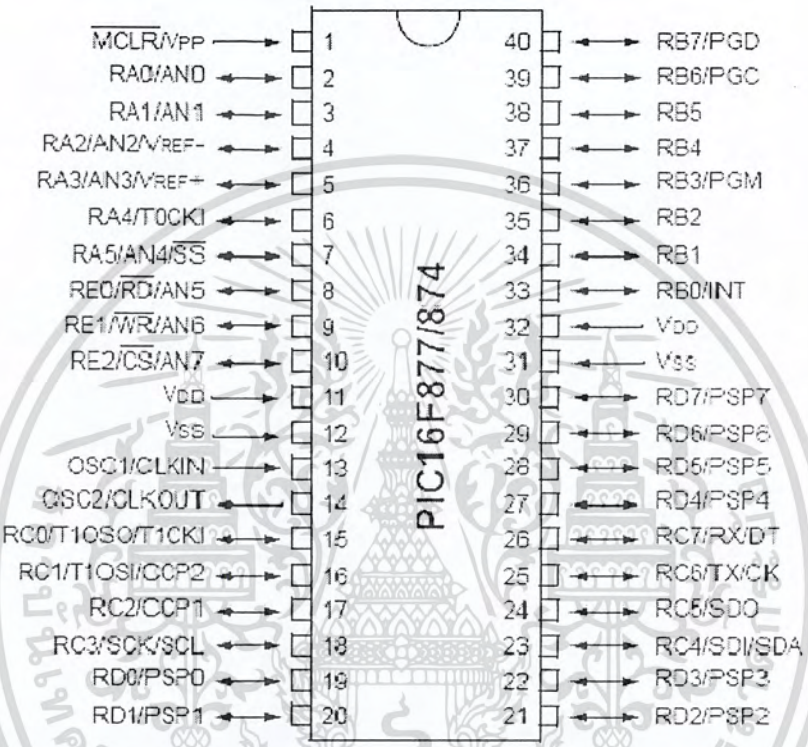


รูป 3.7 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 พอร์ตอินพุต/เอาท์พุต (I/O port)

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีพอร์ตสำหรับติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกแล้วแต่วัตถุประสงค์ในการใช้งานและคุณสมบัติของพอร์ต โดยสามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกทำหน้าที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตได้ เช่น Pushbutton, Keypad, Sensor, LCD, Timer/Counter ตลอดจนการแปลงสัญญาณ Analog to Digital Converter เป็นต้น



รูป 3.8 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

ในตัว Microcontroller PIC16F877 ขนาด 40 Pins มีขาสัญญาณที่ใช้ติดต่อ Input/Output Port จำนวนขาสัญญาณทั้งสิ้น 33 Pins อธิบายดังนี้

1) PORTA RA0-RA5 จำนวน 6 Pins
2) อินพุตอนาลอก หรือ อินพุตเอาท์พุตดิจิตอล
3) อินพุตสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกของไทเมอร์ 0 ผ่านทางขา RA4/T0CK1
4) เอาท์พุตเปรียบเทียบสัญญาณอนาลอก
5) PORTB RB0-RB7 จำนวน 8 Pins
6) อินพุต/เอาท์พุตดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) สามารถพูลอัพ (pull-ups) ขาพอร์ตด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ได้ 8 อินเตอร์รัปต์ เนื่องจากสัญญาณภายนอก (External Interrupt) ที่ขา RB0/INT และอินเตอร์รัปต์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ (Interrupt-on-change) ที่ขา RB4-RB7
8) PORTC RC0-RC7 จำนวน 8 Pins
9) อินพุตเอาท์พุตดิจิตอล
10) ขาโมดูล CCP อินพุตตรวจจับสัญญาณ เอาท์พุตเปรียบเทียบข้อมูล และสร้างสัญญาณ PWM
11) ขาโมดูล USART สื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบ SPI และ RS-232 (UART) PORTD RD0-RD7 จำนวน 8 Pins
12) อินพุตเอาท์พุตดิจิตอล
13) ขาพอร์ตขนานเสริม (Parallel slave port)
14) PORTE RE0-RE2 จำนวน 3 Pins
15) อินพุตอนาลอก หรือ อินพุตเอาท์พุตดิจิตอล
16) ขาอ่านเขียนพอร์ตขนาน ใช้งานร่วมกับขาพอร์ต D

3.2.5 พอร์ตสื่อสารอนุกรม USART สำหรับ PIC

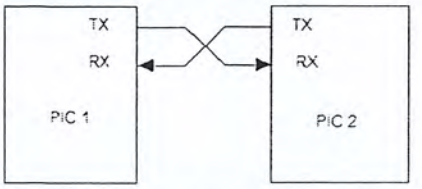
การสื่อสารผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม คือ การรับหรือส่งข้อมูลโดยที่ข้อมูลที่รับหรือส่งอยู่ในรูปแบบข้อมูลอนุกรม แทนที่จะเป็นข้อมูลแบบขนานดังเช่นที่ผ่านๆมา โดยใช้สายสัญญาณเพียงไม่กี่เส้นเท่านั้นในการรับหรือส่งข้อมูล รวมทั้งยังสามารถรับหรือส่งข้อมูลในระยะทางไกลได้อีกด้วย การสื่อสารผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรมนี้จะใช้ในการรับหรือส่งข้อมูลระหว่าง PIC กับคอมพิวเตอร์, PIC กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆหรือ PIC ด้วยกันเองได้

รูป 3.9 สัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมขนาด 1 Byte

USART ย่อมาจาก Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter พอร์ตสื่อสารอนุกรม USART สามารถสื่อสารแบบ Asynchronous หรือแบบ Synchronous ก็ได้ ซึ่งถ้าสื่อสารแบบ Asynchronous จะสามารถทำการส่งข้อมูลและรับข้อมูลไปพร้อมๆกันได้ ซึ่งการสื่อสารแบบนี้เรียกว่า full duplex ซึ่งในการสื่อสารแบบนี้จะใช้สายสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตทั้งหมด 2 เส้น ประกอบด้วย TX (Transmitter) ใช้เป็นสายในการส่งข้อมูล และ RX (Receiver) ใช้เป็น

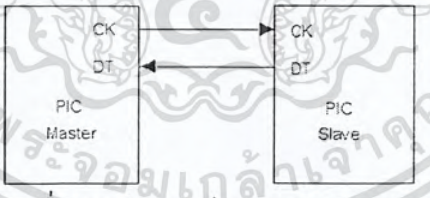
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายในการรับข้อมูล โดยในการใช้งานจะทำการไขว้สายสัญญาณ TX และ RX เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งต้องการสื่อสารด้วย เพื่อทำให้รับ-ส่งข้อมูลกันได้



รูป 3.10 ลักษณะของการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม USART แบบ Asynchronous

ส่วนถ้าสื่อสารแบบ Synchronous ข้อมูลจะถูกส่งและรับอยู่บนสายสัญญาณเส้นเดียวเท่านั้น ไม่สามารถทำการส่งข้อมูลและรับข้อมูลไปพร้อมๆกันได้ ซึ่งการสื่อสารแบบนี้เรียกว่า half duplex ซึ่งในการสื่อสารแบบนี้ จะมีสายสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตทั้งหมด 2 เส้นเช่นกัน ซึ่งก็คือสายสัญญาณเส้นเดียวกับการสื่อสารแบบ Asynchronous แต่เปลี่ยนหน้าของสายสัญญาณ TX และ CK และจากสายสัญญาณ RX เป็น DT ซึ่งหน้าที่ของสายสัญญาณทั้งสองคือCK (Clock) ใช้เป็นสายเชื่อมโยงสัญญาณนาฬิกาเพื่อทำการ Synchronize และ DT (Data) ใช้เป็นสายทั้งในการรับและส่งข้อมูลโดยในการใช้งานจะให้อุปกรณ์ตัวหนึ่งเป็นอุปกรณ์ Master ทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณนาฬิกาที่จะจ่ายให้กับอุปกรณ์ตัวอื่นๆซึ่งเป็นอุปกรณ์ Slave อุปกรณ์ Slave ก็จะทำหน้าที่รับหรือส่งข้อมูลตามสัญญาณนาฬิกาที่รับมาจากอุปกรณ์ Master ลักษณะการเชื่อมต่อสายสัญญาณสื่อสารแบบ Synchronous



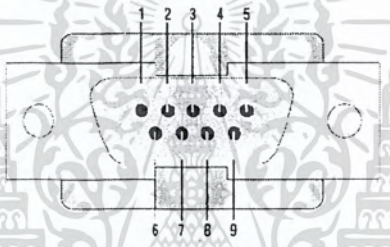
รูป 3.11 ลักษณะของการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม USART แบบ Synchronous

การสื่อสารผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART จะใช้วิธีการสื่อสารข้อมูลตามแบบมาตรฐาน RS-232 โดยจะมีความเร็วในการสื่อสารข้อมูลอยู่ที่ 4800 bits/second, 9600 bits/second, 19200 bits/second หรือ 38400 bits/second เป็นต้น โปรโตคอล RS-232 จะมีรูปแบบของข้อมูลอนุกรมประกอบไปด้วยบิต start ตามด้วยตัวข้อมูลอีก 7-8 บิต จากนั้นจึงตามด้วยบิต parity และสุดท้ายคือ บิต stop โดยส่วนใหญ่จะนิยมใช้ข้อมูล 8 บิต และไม่ใช้บิต parity โดยในการสื่อสารข้อมูลบิตที่มีลำดับความสำคัญต่ำสุด (บิต LSB) จะถูกส่งออกไปเป็นบิตแรก และข้อมูลบิตที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด (บิต MSB) จะถูกส่งออกไปเป็นบิตสุดท้าย ในรูปแบบข้อมูลอนุกรมตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตคอล RS-232 ลอจิก 1 จะมีค่าแรงดันเท่ากับ -12 V และลอจิก 0 จะมีค่าแรงดันเท่ากับ +12 V ซึ่งโดยปกติแล้วแรงดันในสายสัญญาณสื่อสาร ในขณะที่ไม่มีการสื่อสารข้อมูลจะมีค่า -12 V หรือมีค่าเป็นลอจิก 1 นั่นเอง เมื่อมีการสื่อสารข้อมูลบิต start จะทำให้แรงดันเปลี่ยนเป็น +12 V หรือมีค่าเป็นลอจิก 0 จากนั้นทำการส่งข้อมูลทั้ง 8 บิตโดยเริ่มจากบิต LSB ไปจนถึงบิต MSB เมื่อส่งข้อมูลจนครบแล้วบิต stop จะทำให้แรงดันเปลี่ยนเป็น -12 V หรือมีค่าเป็นลอจิก 1 เหมือนเดิม

ในการใช้การสื่อสารผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART เพื่อสื่อสารข้อมูลระหว่าง PIC กับคอมพิวเตอร์จะทำการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า Comport ซึ่ง Comport หัวต่อ DB9 ซึ่งประกอบไปด้วยขาเชื่อมต่อสัญญาณทั้งหมด 9 ขา ลักษณะและตำแหน่งของขาต่างๆของหัวต่อ DB9 ซึ่งประกอบไปด้วยขาเชื่อมต่อสัญญาณทั้งหมด 9 ขา ลักษณะและตำแหน่งของขาต่างๆของหัวต่อ DB9 และชื่อของขาสัญญาณต่างๆของหัวต่อ DB9 แสดงดังดังรูปและตารางต่อไปนี้



รูป 3.12 ลักษณะและตำแหน่งของขาต่างๆของหัวต่อ DB9

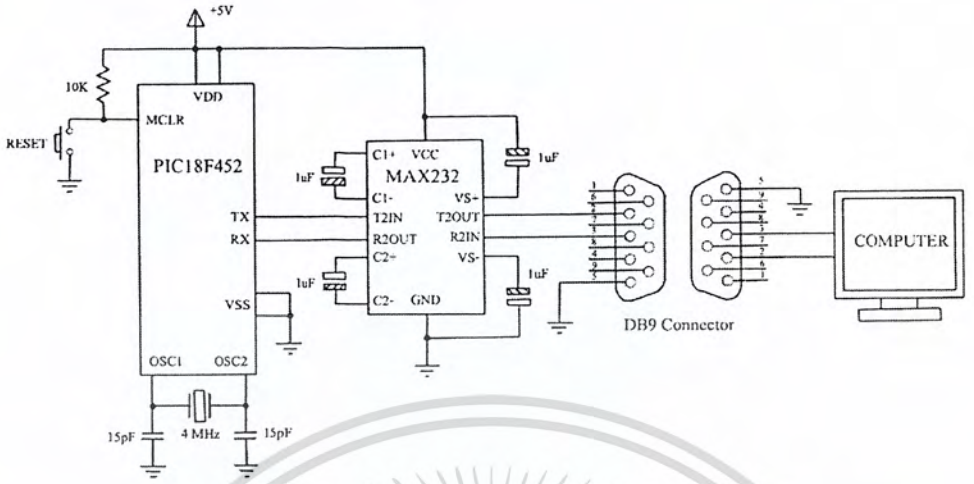
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.4 ชื่อของขาสัญญาณต่างๆของหัวต่อ DB9

หมายเลขของขาสัญญาณ	ชื่อของขาสัญญาณ
1	Data Carrier Detect (DCD)
2	Received Data (RX)
3	Transmitted Data (TX)
4	Data Terminal Ready (DTR)
5	Signal Ground (GND)
6	Data Set Ready (DSR)
7	Request To Send (RTS)
8	Clear To Send (CTS)
9	Ring Indicator (RI)

เนื่องจากระดับแรงดันของสัญญาณที่ PIC ใช้ในการทำงานมีค่าอยู่ระหว่าง 0 V ถึง +5 V ดังนั้นในการสื่อสารผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART จึงจำเป็นต้องทำการเปลี่ยนค่าแรงดันดังกล่าวให้เหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 ซึ่งก็คือ +12 V และ – 12 V ไอซีที่นิยมใช้ในการเปลี่ยนค่าแรงดันของสัญญาณดังกล่าวก็คือ ไอซี MAX232 โดยไอซี MAX232 นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเปลี่ยนค่าแรงดันของสัญญาณอนุกรมที่ออกจาก PIC จาก 0 V และ +5 V เป็น +12 V และ -12 V และในทางกลับกัน ก็จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณอนุกรมที่เข้าสู่ PIC จาก +12 V และ -12 V เป็น 0 V และ +5 V อีกด้วย ในการใช้งานไอซี MAX232 จะต้องทำการต่อ C ขนาด 1 µF อีก 4 ตัวเพิ่มเข้าไปด้วย จึงจะสามารถทำงานได้ ลักษณะการต่อวงจรใช้งานไอซี MAX232 เพื่อเชื่อมต่อการสื่อสารผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART ระหว่าง PIC16F877 กับคอมพิวเตอร์ผ่าน Comport DB9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.13 ลักษณะการต่อวงจรใช้งานไอซี MAX232

3.2.6 USART library functions

UART library functions ประกอบไปด้วยฟังก์ชันต่างๆทั้งหมด 4 ฟังก์ชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.6.1 Usart_Init

ใช้ในการกำหนดค่าความเร็วในการสื่อสารข้อมูล (Baud rate) ผ่านพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART ว่าต้องการใช้ความเร็วเท่ากับกี่ bits/second (bps)

3.2.6.2 Usart_Data_Ready

ฟังก์ชันนี้จะใช้คู่กับฟังก์ชัน Usart_Read ในกระบวนการรับข้อมูลในการสื่อสารผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART โดยใช้ตรวจสอบว่า มีข้อมูลเข้ามาที่บัฟเฟอร์หรือไม่ ถ้ามีข้อมูลเข้ามา ฟังก์ชันจะส่งกลับค่าลอจิก 1 และจะใช้ฟังก์ชัน Usart_Read ในการอ่านข้อมูลเพื่อรับข้อมูลเข้ามา ถ้าไม่มีข้อมูลเข้ามา ฟังก์ชันจะส่งกลับค่าลอจิก 0 ยกตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชัน Usart_Data_Ready คู่กับฟังก์ชัน Usart_Read ในการรับข้อมูล จากการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART มาเก็บไว้ที่ตัวแปร receive ดังโปรแกรม 3.1

โปรแกรม 3.1 การใช้งานฟังก์ชัน Usart_Data_Ready

```
int recive;
if(Usart_Data_Ready())
{  receive = Usart_Ready;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6.3 Usart_Read

ใช้ในการอ่านข้อมูลจากบัฟเฟอร์ในกระบวนการรับข้อมูล ในการสื่อสารผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART และจะใช้คู่กับฟังก์ชัน Usart_Data_Ready เพื่อตรวจสอบว่ามีข้อมูลเข้ามาที่บัฟเฟอร์หรือไม่ ก่อนจะทำการอ่านข้อมูลเพื่อรับข้อมูลจากบัฟเฟอร์เข้ามา ยกตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชัน Usart_Read คู่กับฟังก์ชัน Usart_Data_Ready ในการรับข้อมูลจากการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART มาเก็บไว้ที่ตัวแปร receive ดังโปรแกรม 3.2

โปรแกรม 3.2 การใช้งานฟังก์ชัน Usart_Read

```
int recive;
if(Usart_Data_Ready())
{  receive = Usart_Read; }
```

3.2.6.4 Usart_Write

ใช้ในการเขียนข้อมูลในกระบวนการส่งข้อมูล ในการสื่อสารผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART ยกตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชั Usart_Write ในการส่งข้อมูล 0DH ไปในสายสัญญาณสื่อสารของการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART ดังโปรแกรม 3.3

โปรแกรม 3.3 การใช้ฟังก์ชัน Usart_Write

```
Usart_Write(0x0D)
```

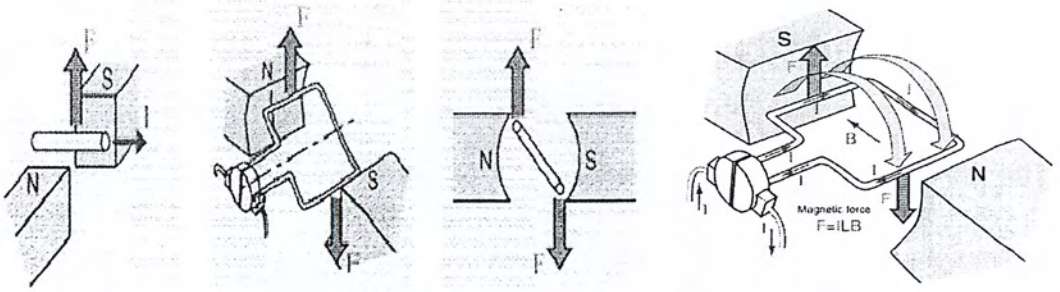
3.3 มอเตอร์กระแสตรง

3.3.1 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

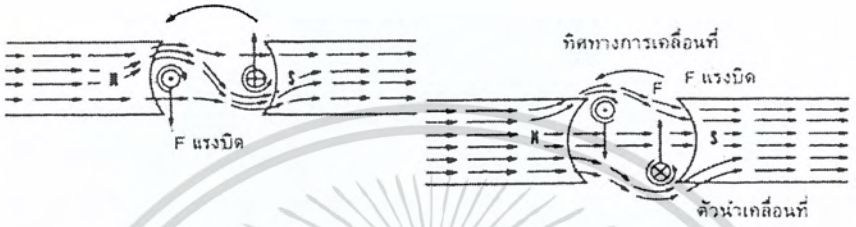
เมื่อมีการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กซึ่งมีสัดส่วนของแรงขึ้นกับกระแสแรงของสนามแม่เหล็ก โดยแรงจะเกิดขึ้นเป็นมุมฉากกับกระแสและสนามแม่เหล็ก ขณะที่ทิศทางของแรงกลับตรงกันข้ามกัน ถ้าหากกระแสของสนามแม่เหล็กไหลย้อนกลับจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแส และ สนามแม่เหล็กเป็นผลทำให้ทิศทางของแรงเปลี่ยนไป ด้วยคุณสมบัตินี้ทำให้มอเตอร์กระแสตรงกลับทิศทางการหมุนได้ สนามแม่เหล็กของมอเตอร์ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากแม่เหล็กถาวรซึ่งจะถูกยึดติดกับแผ่นเหล็ก หรือ เหล็กกล้า โดยปกติส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ยึดอยู่กับที่ และ ขดลวดเหนี่ยวนำจะพันอยู่กับส่วนที่เป็นแกนหมุนของมอเตอร์

มอเตอร์คือเครื่องกลไฟฟ้า ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลในรูปของการหมุนเคลื่อนที่ มอเตอร์กระแสตรงประกอบด้วยแม่เหล็กถาวร 2 ขั้ววางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำจะได้รับแรงดันไฟตรงป้อนให้ในการทำงาน ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



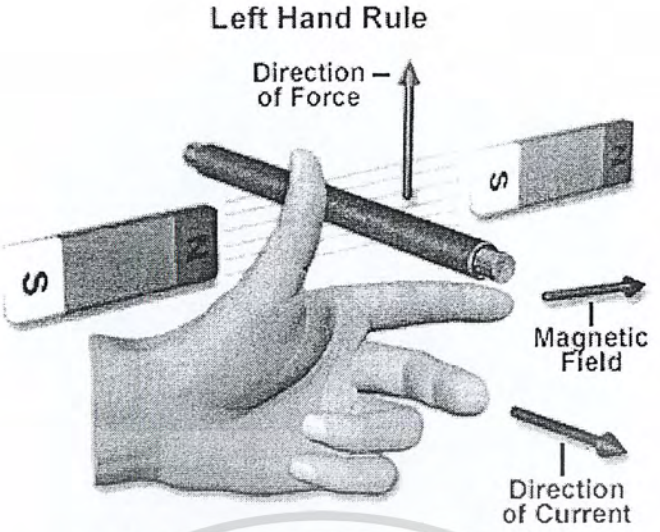
รูป 3.14 การหมุนของมอเตอร์



รูป 3.15 ความสัมพันธ์ของทิศทางการหมุนของมอเตอร์ตัดกับค่าสนามแม่เหล็ก

เมื่อมีกระแสไหลผ่านเข้าไปในมอเตอร์กระแสจะแบ่งออกไป 2 ทาง คือ ส่วนที่หนึ่งจะผ่านเข้าไปที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นและอีกส่วนหนึ่งจะผ่านแปลงถ่านคาร์บอนและผ่านคอมมิวเตเตอร์ เข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นเช่นกัน ซึ่งทั้งสองสนามจะเกิดขึ้นขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กแล้วจะไม่มีการตัดกัน จะมีแต่การหักล้างและการเสริมกัน ซึ่งทำให้เกิดแรงบิดในอาร์เมเจอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์หมุน ซึ่งในการหมุนนั้นจะเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming's left hand rule)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

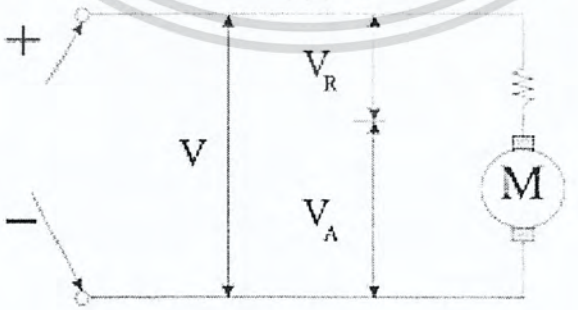


รูป 3.16 หลักการกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง

เมื่อมีการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กซึ่งมีสัดส่วนของแรงขึ้นกับกระแสแรงของสนามแม่เหล็ก โดยแรงจะเกิดขึ้นเป็นมุมฉากกับกระแสและสนามแม่เหล็ก ขณะที่ทิศทางของแรงกลับตรงกันข้ามกัน ถ้าหากกระแสของสนามแม่เหล็กไหลย้อนกลับจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแส และ สนามแม่เหล็กเป็นผลทำให้ทิศทางของแรงเปลี่ยนไป ด้วยคุณสมบัตินี้ทำให้มอเตอร์กระแสตรงกลับทิศทางการหมุนได้ สนามแม่เหล็กของมอเตอร์ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากแม่เหล็กถาวรซึ่งจะถูกยึดติดกับแผ่นเหล็ก หรือ เหล็กกล้า โดยปกติส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ยึดอยู่กับที่ และ ขดลวดเหนี่ยวนำจะพันอยู่กับส่วนที่เป็นแกนหมุนของมอเตอร์

3.3.2 คุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรง

ในการอธิบายคุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรงให้ละเอียดนั้นต้องพิจารณาแรงดันที่ป้อนและความต้านทานของโรเตอร์ด้วย วงจรภายในของมอเตอร์เขียนได้ดังรูป



รูป 3.17 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสมมติให้ทุ่นโรเตอร์ไม่มีความต้านทานอยู่เลย อนุกรมกับความต้านทานซึ่งในที่นี้ก็คือความต้านทานของขดลวดนั่นเอง แรงดันที่ขั้วต่อสายของมอเตอร์ก็คือผลบวกระหว่างแรงดันที่ทุ่นโรเตอร์ (V_A) และ แรงดันตกคร่อมความต้านทานขดลวด (V_R) แรงดัน V_A ถูกเรียกว่า แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำป้อนกลับ (BACK EMF) ซึ่งเกิดขึ้นในโรเตอร์ขณะที่หมุน แรงดันที่เกิดขึ้นนี้เป็นไปตากกฎของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก สัมพันธ์กับแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำแม่เหล็ก และ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวนำ แรงดันที่เกิดขึ้นจะมีขั้วตรงกันข้ามกับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ และ แปรผันตรงกับความเร็วในการหมุน ผลบวกของแรงดันที่ทุ่นโรเตอร์ (V_A) และแรงดันตกคร่อมขดลวด (V_R) ต้องเท่ากับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ (V)

$$V = V_A + V_R (V) \tag{3.2}$$

เมื่อพิจารณาตั้งแต่มอเตอร์หยุดนิ่ง ความเร็วมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น $V_A = 0, V_R = V$ กระแสที่ไหลในมอเตอร์หาได้จากสมการ b

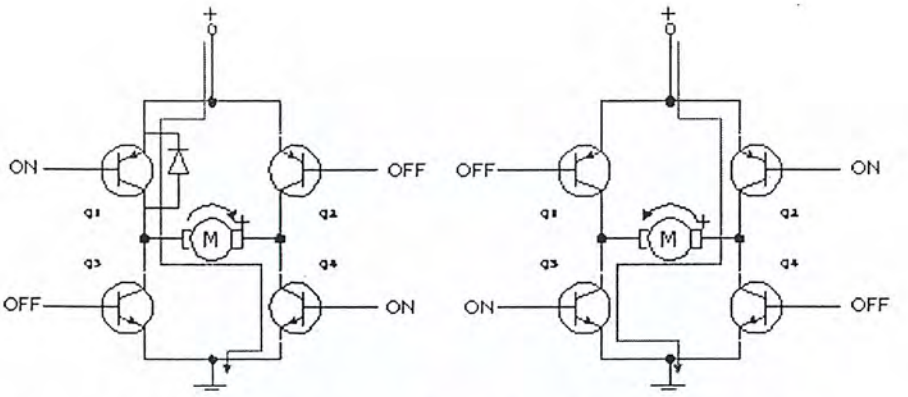
$$I = V_R / R (A) \tag{3.3}$$

เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนจะมีความเร็ว และ V_A เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามความเร็ว V_R ซึ่งมีค่าเท่ากับความแตกต่างระหว่าง V_A และ V จะเริ่มลดลง กระแส I ก็จะเริ่มลดลงเช่นกันขณะที่มอเตอร์ยังมีความเร่งอยู่ ความเร็วจะเพิ่มขึ้น แรงบิดจะลดลงจนกว่าจะถึงจุดซึ่งแรงบิดของมอเตอร์รับภาระโหลดได้สมดุลพอดี ขณะที่มอเตอร์ไม่มีโหลด และ หมุนอย่างอิสระจะมีเพียงค่าความฝืดของแบริ่ง และ แรงต้านอากาศทำให้ V_A เกือบเท่ากับค่า V

3.3.3 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น เราจะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้น สามารถที่จะใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่น ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.18 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

จากรูปเป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

3.3.4 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไปเช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation)

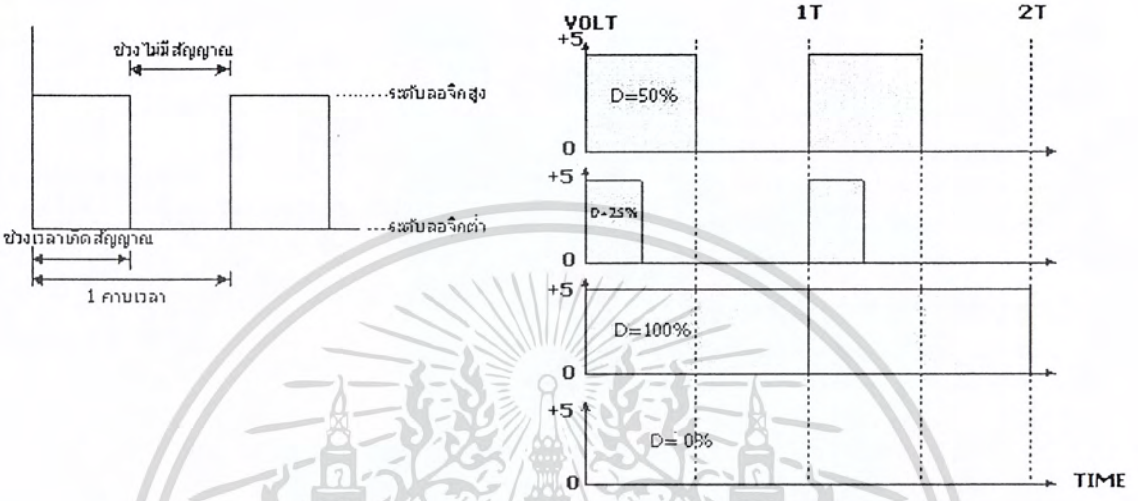
3.3.5 วิธีการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ (PWM)

การมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation) จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วน และความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเกิล (duty cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิล คือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซตน์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามาก หมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าจะไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถ จะหาได้จากค่าความสัมพันธ์

ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของสัญญาณพัลส์/คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ) X100% (3.4)

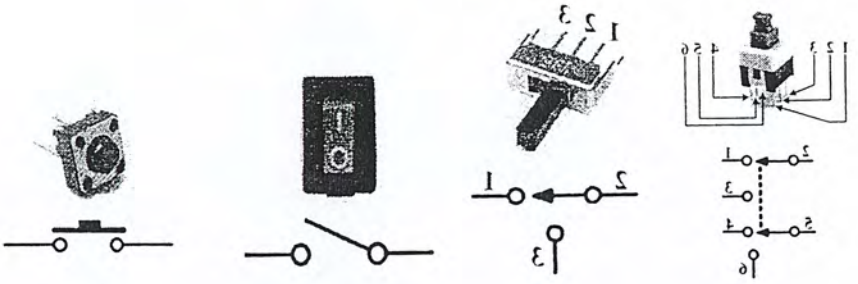


รูป 3.19 ช่วงสัญญาณพัลส์แสดงความสัมพันธ์กับค่าดิวตี้ไซเคิล

3.4 สวิตช์

สวิตช์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้สำหรับการตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้าในส่วนต่างๆของวงจร ซึ่งสวิตซ์จะมีอยู่หลายประเภทด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นสวิตช์กดติดปล่อยดับ สวิตช์กดติดกดดับ สวิตช์เลื่อน สวิตช์ทางเดียว สวิตช์สองทาง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)　　ข)　　ค)　　ง)

รูป 3.20 สวิตช์ชนิดต่างๆ

ก) สวิตช์กดติดปล่อยดับ

ข) สวิตช์ทางเดียว

ค) สวิตช์สองทาง

ง) สวิตช์กดติดกดดับ

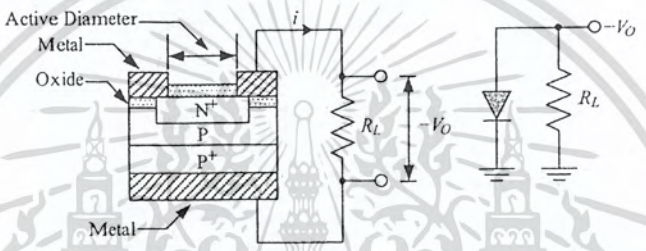
3.5 อุปกรณ์เซนเซอร์ทางแสง

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเซนเซอร์หรือตรวจรู้ทางแสง (Photo Sensors) จัดเป็นพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ที่มีอยู่มากมายหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างทางกายภาพโดยมีการนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในทางอุตสาหกรรม เนื่องจากมีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง ราคาถูก ตลอดจนการติดตั้งและบำรุงรักษาง่าย นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับงานได้เกือบทุกประเภท ยกตัวอย่างเช่น โฟโต้อิมิซีฟ (Photoemissive) หรือหลอดโฟโต้มัติพลายเออ (Photomultiplier Tube) โฟโต้คอนดักตีฟเซลล์ (Photoconductive Cell) โฟโต้โวลตาลิกเซลล์ (Photovoltaic Cell) โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) และโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) เป็นต้น อุปกรณ์โฟโต้อิมิสซีฟจะอาศัยหลักการแพร่กระจายของแสงที่มาตกกระทบลงบนแคโทด (Cathode) ให้อิเล็กครอนเกิดการเคลื่อนที่และเปล่งแสงออกจากพื้นผิวของแคโทด ส่วนอุปกรณ์โฟโต้คอนดักทีฟนั้น ความต้านทานภายในของตัวเซนเซอร์จะขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ และสำหรับโฟโต้โวลตาลิกเซลล์หรือเซลล์พลังแสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ประเภท Active Transducer ที่สามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตออกมาเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเข้มแสง ซึ่งแสงดังกล่าวในที่นี้อยู่ในรูปของอินฟราเรด (Infrared) อัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) รังสีแกรมม่า (Gamma Rays) รังสีเอ็กซ์ (X – Rays) หรือแสงลักษณะอื่นๆที่สายตามนุษย์มองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

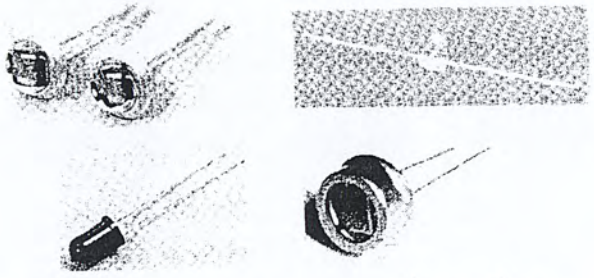
3.5.1 โฟโต้ไดโอด (Photo Diode)

Photo Diode เป็นเซนเซอร์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำประเภท Passive Transducer ที่ประกอบด้วยรอยต่อพี (P – Junction) และรอยต่อเอ็น (N – Junction) มีลักษณะโครงสร้างคล้ายคลึงกับไดโอดธรรมดาทั่วไป แต่การใช้งาน Photo Diode นั้นจำเป็นจะต้องต่อวงจรในลักษณะไบอัสกลับ (Reverse Bias) เพื่อให้ช่วงของ Depletion Region กว้างมากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้กระแสที่ไหลผ่านจุดเชื่อมต่อน้อยมากในขณะที่ไม่มีแสงมาตกกระทบ และเมื่อมีแสดงมาตกกระทบ Depletion Region ของ Photo Diode จะแคบลง กระแสที่ไหลผ่านจุดเชื่อมต่อจึงเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามกระแสที่เพิ่มขึ้นเกือบทั้งหมดจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ



รูป 3.21 ลักษณะโครงสร้างของ Photo Diode และการต่อวงจรใช้งาน

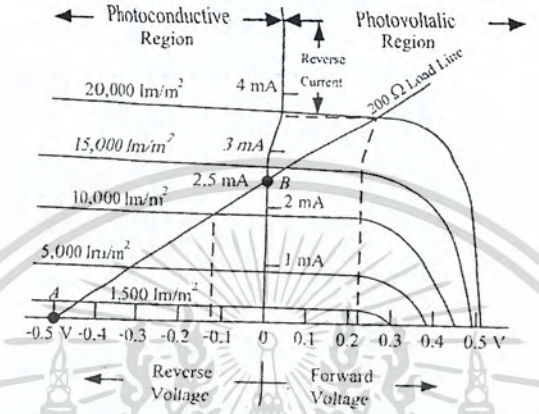
รูป 3.22 รูปร่างและสัญลักษณ์ของ Photo Diode



รูป 3.23 ลักษณะของ Photo Diode ที่ใช้งานทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์และลักษณะรูปร่างของ Photo Diode โดยทั่วไปที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้เช่นเดียวกับ LDR แต่ Photo Diode จะมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าอยู่มากเนื่องจาก Photot Diode มีผลตอบสนองที่เร็วและดีกว่า ดังนั้นจึงเหมาะอย่างมากที่จะนำไปใช้กับสภาพของแสงที่มีความถี่สูงและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ส่วน LDR จะเหมาะสำหรับการใช้งานเฉพาะในช่วงที่ความถี่ต่ำๆ



รูป 3.24 คุณลักษณะการส่องสว่างของซิลิคอนโฟโต้ไดโอด

3.5.2 อุปกรณ์กำเนิดแสงอินฟราเรด (Infrared)

การใช้อินฟราเรดเป็นตัวกำเนิดแสงเป็นที่นิยมใช้มากที่สุดมีข้อดีคืออินฟราเรดเป็นแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีความเข้มแสงสูง ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910 nm สามารถส่งแสงได้ในระยะทางไกลๆ ตลอดจนสามารถทะลุผ่านวัสดุบางชนิดได้ แต่ข้อเสียคือ ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีแต่ละสีได้

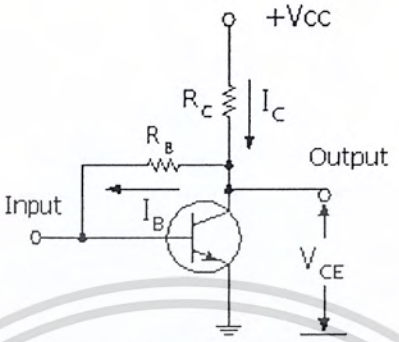
3.6 ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า

ทรานทรานซิสเตอร์ที่ใช้สนามไฟฟ้าในการเปลี่ยนแปลงสภาพของสารกึ่งตัวนำเพื่อให้เกิดการนำกระแสเมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม โดยทั่วไปมักเรียกชื่อย่อว่า เฟทแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ทรานซีสเตอร์สนามไฟฟ้าแบบรอยต่อ (Juntino Field Effect Transistor) หรือ เจเฟท (JFET) และ ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าแบบโลหะ-ออกไซด์-สารกึ่งนำ (Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor) หรือ มอสเฟท (MOSFET)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 มอสเฟต (MOSFET)

มอสเฟตประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำซึ่งได้รับ การเคลือบผิวบางส่วนด้วยโลหะออกไซด์ ข้อเด่นของเฟตชนิดนี้คือ มีค่าความต้านทานอินพุต (หมายถึงค่าความต้านทานที่เกต) สูงมาก

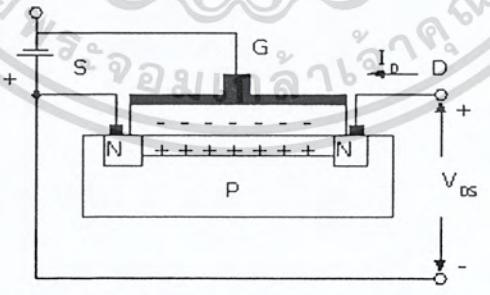


รูป 3.25 วงจรสัมมูลย์ของ MOSFET

มอสเฟตยังแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบดีพลีชั่น (depletion) และแบบเอนฮานซ์เมนต์ (enhancement)

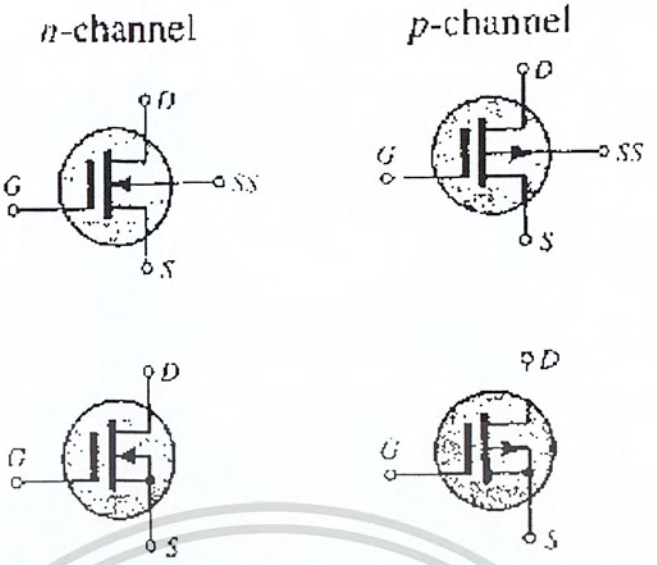
3.6.1.1 มอสเฟตแบบดีพลีชั่น (depletion)

การทำงานของมอสเฟตแบบดีพลีชั่น พิจารณาจากรูป ให้ขาเกต (gate) มีแรงดันเป็นลบ เมื่อเทียบกับขาซอร์ส (source) จะทำให้มีประจุลบเกิดขึ้น ที่ขาเกต และเกิดประจุบวกปรากฏขึ้นทางด้านที่ติดฉนวนซิลิกอนออกไซด์ ส่งผลให้เนื้อสารเอ็นที่มีอยู่น้อยมีขนาดลดลง ทำให้ช่องว่างระหว่าง ขาเดรนและซอร์สมากขึ้น กระแสก็จะไหลได้น้อยลง ลักษณะการทำงานเช่นนี้จะเหมือนกับการทำงานของเจเฟต



รูป 3.26 โครงสร้างของมอสเฟตแบบ Depletion

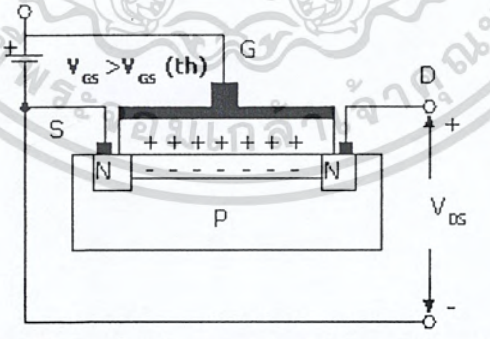
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.27 สัญลักษณ์ของมอสเฟตแบบ Depletion

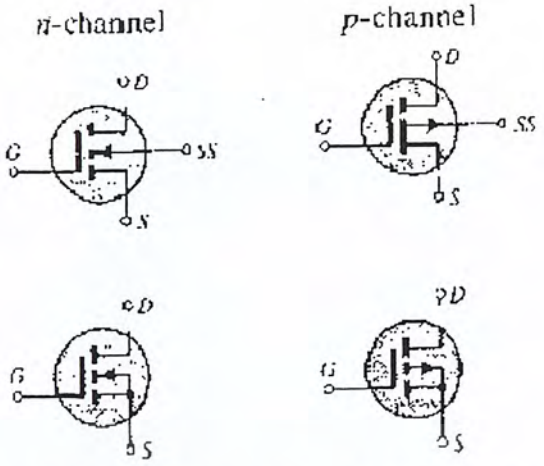
3.6.1.2 มอสเฟตแบบเอนฮานซ์เมนต์ (Enhancement)

การทำงานของมอสเฟตแบบเอนฮานซ์เมนต์ เนื่องจากระหว่างสารเอ็นที่ขาเดรนและซอร์สเป็นสารพี ซึ่งแตกต่างจากมอสเฟตแบบดีพลีชั่น ทำให้เมื่อป้องแรงดันบวกเข้าที่ขาเกต จะเกิดประจุลบขึ้นทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากสารเอ็นที่ขาซอร์สมายังเดรนได้ จึงทำให้มอสเฟตทำงานได้ ดังนั้นมอสเฟตแบบนี้จะทำงานได้ต้องป้องแรงดันที่ขาเกตเป็นแรงดันบวกเท่านั้น และแรงระหว่างขาเกตและซอร์ส (Vgs) ที่ป้อนให้นี้ต้องมีค่ามากกว่า Vgs (th) (Gate Source threshold voltage)



รูป 3.28 โครงสร้างของมอสเฟตแบบ Enhancement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



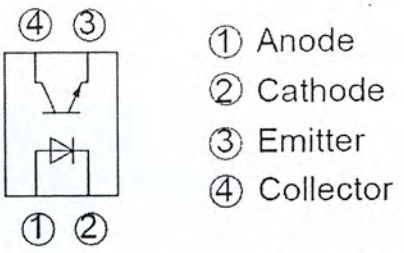
รูป 3.29 สัญลักษณ์ของมอสเฟส แบบ Enhancement

3.7 โฟโตคัปเปลอร์ (Photocoupler)

โฟโตคัปเปลอร์ (Photocoupler) คือสิ่งประดิษฐ์ทางออปโตอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยภาคเปล่งแสงและภาครับแสงในชิพเดียวกัน แสงที่เปล่งออกมาจากภาคเปล่งแสงจะวิ่งเข้าสู่ภาครับแสง ระหว่างภาคเปล่งแสงและภาครับแสงจะเปิดช่องออกเพื่อให้วัตถุจากภายนอกสามารถวิ่งตัดแสงหรือไม่ก็ได้ ถ้าเราแบ่งโฟโตคัปเปลอร์ออกตามวิธีการตัดแสงจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ โฟโตไอโซเลเตอร์ และโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์โฟโตไอโซเลเตอร์ ได้แก่ อุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยภาคเปล่งแสงและภาครับแสงที่อยู่ใกล้ชิดกันมากภายในภาชนะเดียวกันที่ปิดมิดชิด โดยแสงนั้นจะไม่มีการเล็ดลอดออกมาภายนอกเลย และแสงจากภายนอกก็ไม่สามารถเข้าสู่ภายในโฟโตไอโซเลเตอร์ โฟโตไอโซเลเตอร์จึงเปรียบเสมือนอินเทอร์เฟซ ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นแสง กล่าวคือเปลี่ยนไฟฟ้าให้เป็นแสง และเปลี่ยนแสงให้เป็นไฟฟ้า

โฟโต้อินเทอร์รัปเตอร์ ได้แก่อุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยภาคเปล่งแสงและภาครับแสงที่อยู่ห่างกันเป็นระยะไม่ไกลมากเช่น 0.3-1 cm บรรจุอยู่ในภาชนะที่เปิดออก โดยแสงนั้นจะสามารถถูกตัดขาดได้ถ้ามีวัสดุจากภายนอกมาวางกั้นกลางระหว่างภาคเปล่งแสงและภาครับแสง ดังนั้นการใช้งานจึงสามารถใช้เป็นเซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งได้ เช่น ใช้ตรวจว่ามีวัสดุผ่านเข้ามาหรือไม่ มีขนาดเท่าไร มีจำนวนเท่าไร ตำแหน่งวัสดุอยู่ที่ไหน หรือใช้เป็นเครื่องอ่านข้อมูลแบบโรทารีเอนโคดเดอร์ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.30 วงจรภายในไอซี PC817 ทำงานเป็นโฟโตคัปเปลอร์

3.8 ตัวต้านทาน (R : Resistor)

ตัวความต้านทานแต่ละตัวในวงจร จะมีหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไป แต่หน้าที่โดยทั่วไปแล้ว ตัวความต้านทานจะทำหน้าที่คือ เป็นตัวจำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้า และแรงเคลื่อนไฟฟ้า ตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในวงจรค่าของตัวความต้านทาน จะมีหน่วยในการวัดเป็น โอห์ม(Ohm)

3.8.1 ตัวความต้านทานชนิดค่าคงที่ (Fixed Resistors)

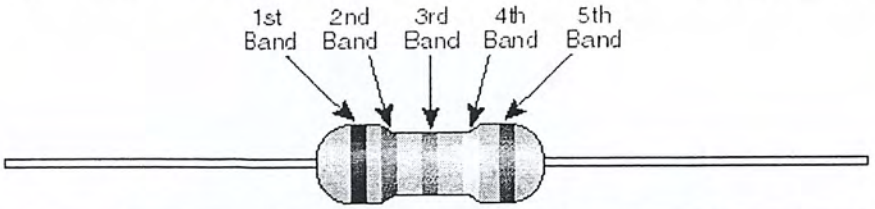
คือ ตัวความต้านทานที่มีค่าแน่นอน ไม่สามารถแปรเปลี่ยนค่าของตัวมันเองได้ โดยมากแล้วตัวต้านทานชนิดนี้จะมีชื่อเรียกตามวัสดุที่นำมาสร้าง เช่น คาร์บอน, ฟิล์มคาร์บอน, ฟิล์มโลหะ หรือพวกเส้นลวดที่เป็นโลหะผสม

ตัวความต้านทานแบบคาร์บอน (Carbon Resistor) เป็นตัวความต้านทานที่นำมาจากแท่งคาร์บอน หรือ การไฟต์ ซึ่งผสมกับตัวประสาน ฟีนอลลิก แล้วจึงต่อด้วยปลายขาโลหะ ทั้งสองข้างออกมาตัวต้านชนิดนี้เป็นแบบ ที่ใช้ในงานทั่ว ๆ ไป ซึ่งมันสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และแรงดัน ทรานเซี้ยนท์ได้ดี คาร์บอนรีซีสเตอร์นี้ เหมาะสำหรับงานที่มีค่าคลาดเคลื่อนของความต้านทาน ±5% ถึง 20% ทั้งนี้เนื่องจากว่า กรรมวิธีในการผลิตที่ไม่สามารถจะควบคุมให้ผงคาร์บอน หรือกราไฟต์อัดตัวกันแน่น เพื่อให้ได้ค่าความต้านทานตามที่กำหนดได้ยาก ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 2.7 โอห์ม ถึง 100 เมกกะโอห์ม ขนาดของตัวความต้านทานนี้ จะเป็นตัวบอกถึงได้ กำลังวัตต์ที่ใช้

ตัวความต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน (Carbon film Resistors) ตัวความต้านทานชนิดนี้ทำได้โดยการฉาบหมึก คาร์บอน ซึ่งเป็นตัวความต้านทานลงบนแท่งเซรามิค แล้วจึงนำไปเผา เพื่อให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์มคาร์บอนขึ้นมา หรืออาจจะมีเทคนิคอื่นๆในการผลิตฟิล์มคาร์บอนก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standard EIA Color Code Table 5 Band: ±.1%, ±.25%, ±.5%, ±1%



Color	1st Band (1st figure)	2nd Band (2nd figure)	3rd Band (3rd figure)	4th Band (multiplier)	5th Band (tolerance)
Black	0	0	0	10^0	
Brown	1	1	1	10^1	±1%
Red	2	2	2	10^2	
Orange	3	3	3	10^3	
Yellow	4	4	4	10^4	
Green	5	5	5	10^5	±.5%
Blue	6	6	6	10^6	±.25%
Violet	7	7	7	10^7	±.1%
Gray	8	8	8	10^8	
White	9	9	9	10^9	
Gold				10^{-1}	

รูป 3.31 ค่าของแถบสีที่อยู่บนตัวต้านทาน

วิธีการอ่านค่า ก็คือ ถ้าเป็น ตัวความต้านทาน 4 แถบสีจะอ่าน 2 แถบสีแรกเป็นค่า และแถบสีที่ 3 นั้น เป็นตัวคูณหรือบ่งบอกว่ามี 0 ต่อหลัง 1 กี่ตัว ส่วนแถบสีที่ 4 จะเป็นตัวบอกเปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาด วิธีการอ่านก็จะคล้ายกับสี่แถบสี แต่เพิ่มเข้ามาอีก 1 แถบสี ซึ่งจะเป็นแถบสีบอกค่าเข้ามาอีก 1 ทำให้สามารถอ่านค่าได้ง่ายขึ้น สิ่งที่แตกต่างที่เพิ่มเข้ามา คือการอ่านจะอ่านคล้ายกับตัวความต้านทาน5 แถบสี แต่ จะมีแถบสีที่บ่งบอกค่า สัมประสิทธิ์อุณหภูมิเพิ่มเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

4.1 หลักการทำงานของระบบตรวจสอบความเป็นเจ้าของ

เป็นระบบที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของวัตถุต่างๆ เช่น ยานพาหนะต่างๆ เป็นต้น โดยการนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้งาน หลักการทำงานเบื้องต้นคือ การใช้ RFID สองชุดในการยืนยันความเป็นเจ้าของของสิ่งของต่างๆ โดยชุดหนึ่งติดที่สิ่งของและอีกชุดหนึ่งอยู่กับเจ้าของ ซึ่ง RFID สองชุดนี้จะมีความแตกต่างหรือแบ่งแยกได้ชัดเจนว่าชุดไหนเป็นของยานพาหนะและชุดไหนเป็นของเจ้าของ เมื่อชุด RFID สองชุดนี้ผ่านเครื่องอ่านข้อมูลในเวลาใกล้เคียงกันและเป็นคู่กันระบบจะไม่ทำการแจ้งเตือน แต่หากชุด RFID ในส่วนของสิ่งของผ่านเครื่องอ่านข้อมูลเพียงชุดเดียวหรือไม่เป็นคู่กันระบบจะทำการแสดงการแจ้งเตือนและแสดงข้อมูลที่จำเป็นออกทาง Application ในส่วนของ Client และทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลทั้งในส่วนของ Client และ Center เป็นต้น

4.2 USER REQUIREMENT

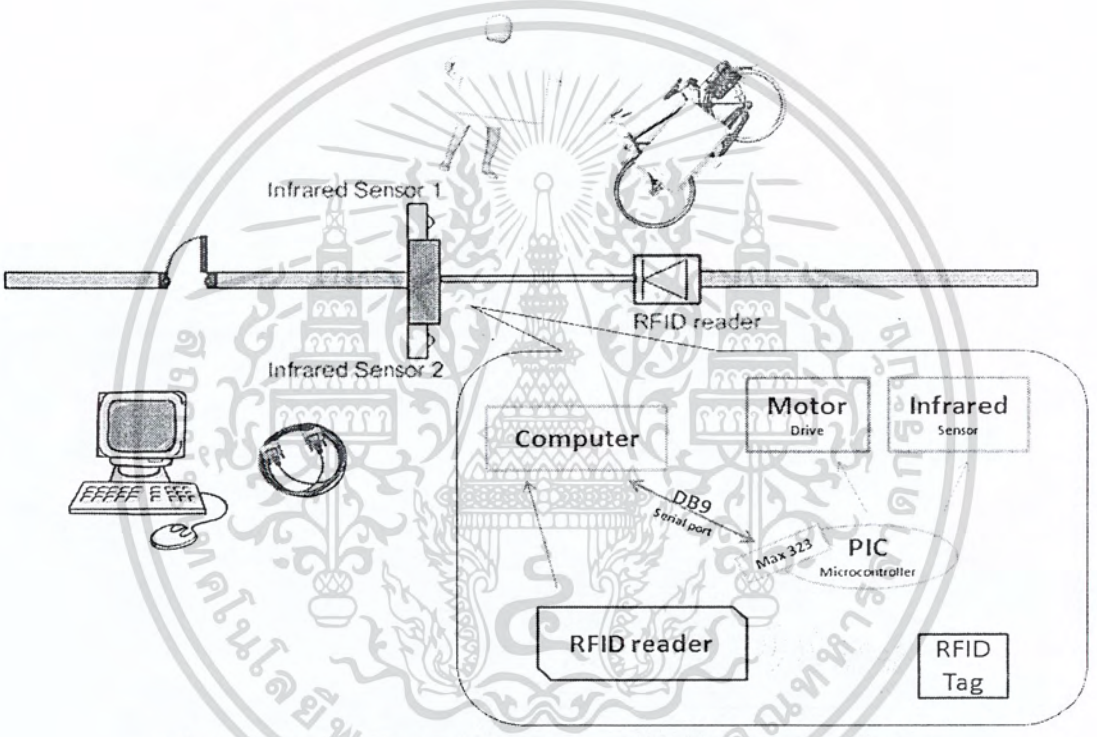
4.2.1 CLIENT SITE

1) สามารถทำการเชื่อมต่อและควบคุมกับอุปกรณ์ Hardware ซึ่งเป็นประตูเปิดปิดและควบคุมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าได้และเครื่องอ่านเขียน RFID สำหรับการตรวจเช็ก RFID Tag
2) เชื่อมต่อกับ Software ในส่วนของ Center Site ได้โดยเป็นการติดต่อผ่านทาง Network
3) มี Database System สำหรับการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน โดยระบบ Database นั้นสามารถทำการ Synchronize ข้อมูลระหว่าง Client และ Center SITE ได้
4) สามารถแจ้งเตือนข้อมูล เมื่อเครื่องตรวจสอบ RFID Tag ตรวจพบว่าไม่ถูกคู่กัน โดยเป็นการดึงข้อมูลใน Database ในฝั่งของ Client
5) การบันทึกข้อมูลลง Database เมื่อมี RFID Tag ผ่านเครื่องตรวจสอบ
6) การแจ้งเตือนด้วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 CENTER SITE

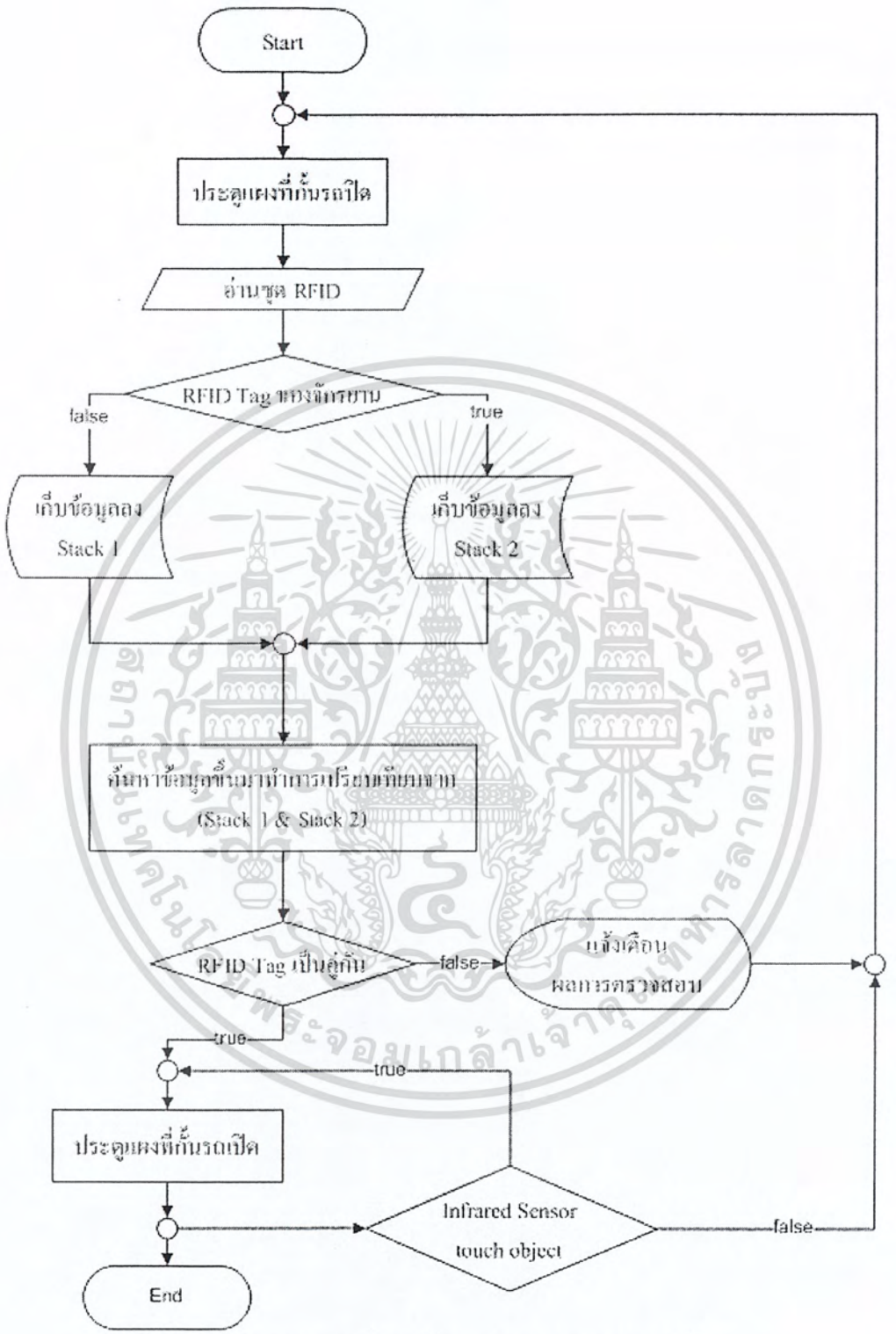
1) เชื่อมต่อกับ Software ในส่วนของ Client Site ได้โดยเป็นการติดต่อผ่านทาง Network
2) สามารถเชื่อต่อกับ Database ในฝั่ง Center ได้ และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของ Database ข้อมูลจะทำการ Update ในฝั่ง Client ด้วย
3) สามารถทำการลงทะเบียนการใช้บริการ โดยเป็นการ เพิ่ม ลบ หรือ แก้ไข ข้อมูลลงใน Database ได้
4) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อ่านเขียน RFID ได้
5) รายงานสถานะและข้อมูลทั้งหมดของผู้ใช้บริการได้



รูป 4.1 ภาพรวมของระบบตรวจสอบความเป็นเจ้าของและจุดเข้าออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 กระบวนการทำงานในการตรวจสอบความถูกต้อง(CLIENT APPLICATION)



รูป 4.2 กระบวนการทำงานในการตรวจสอบความถูกต้อง

กระบวนการนี้ทำงานในโปรแกรมฝั่ง Client Site ซึ่งจะค่อยตรวจสอบความถูกต้องตลอดเวลา เมื่อเครื่องอ่านเขียน RFID ตรวจพบชุด RFID ที่ได้ลงทะเบียนไว้กับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

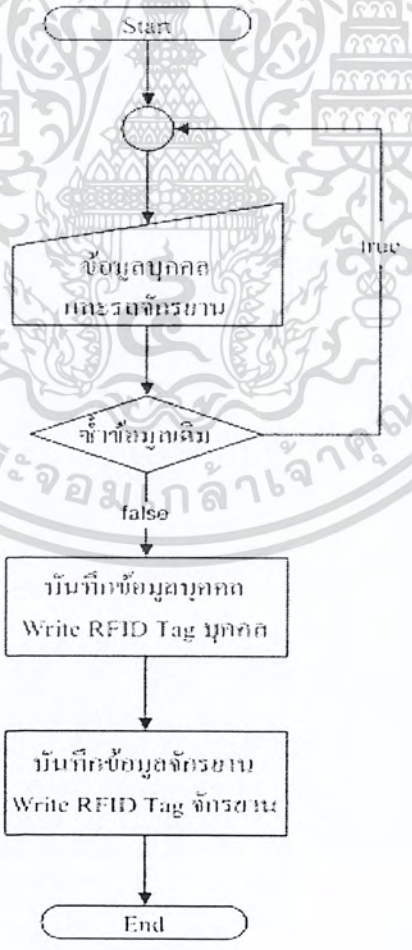
4.3.1 การออกแบบกระบวนการเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูล

ในการเปรียบเทียบนั้นจะใช้ STACK เข้ามาช่วยในการทำงาน โดยมี STACK สองชุด เพื่อเป็นการเก็บแยกชนิดของชุด RFID ที่ต่างกัน ซึ่งหากข้อมูลที่มีอยู่ใน STACK ในส่วนของบุคคลเพียงส่วนเดียวระบบจะไม่ทำการตรวจสอบ เพราะถือว่าเป็นผ่านของบุคคลเท่านั้น แต่หากพบว่าข้อมูลมีอยู่ใน STACK ในส่วนของจักรยาน ระบบจะทำการตรวจสอบรหัสใน Database ที่มีอยู่และทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดที่อยู่ในระบบว่าเป็นคู่ที่ถูกต้องหรือไม่ หากเปรียบเทียบข้อมูลเสร็จแล้วและพบว่ามีข้อมูลที่ไม่เข้าคู่ระบบก็จะเข้าสู้กระบวนการแจ้งเตือน

4.3.2 การออกแบบกระบวนการแจ้งเตือน

เมื่อตรวจพบข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เข้าคู่ ระบบจะทำดึงข้อมูลจาก Database และทำการแจ้งเตือนข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการบ่งบอกข้อมูลของผู้ใช้ และทำการส่งข้อมูลซึ่งเป็นเลข ID ไปยังส่วน Center Side

4.4 กระบวนการทำงานในการลงทะเบียน

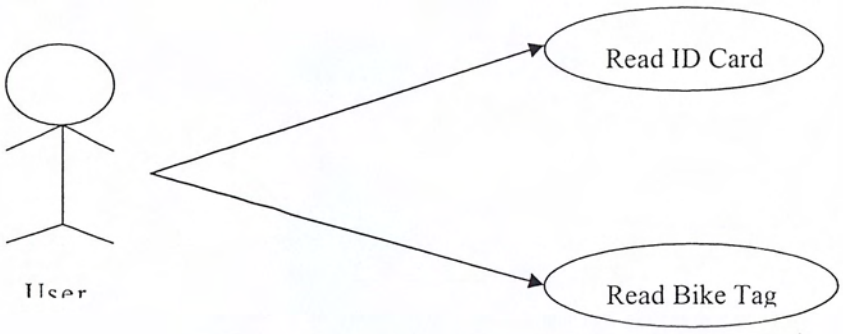


รูป 4.3 กระบวนการทำงานในการลงทะเบียน(เขียน/อ่าน RFID TAG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 Use case diagram

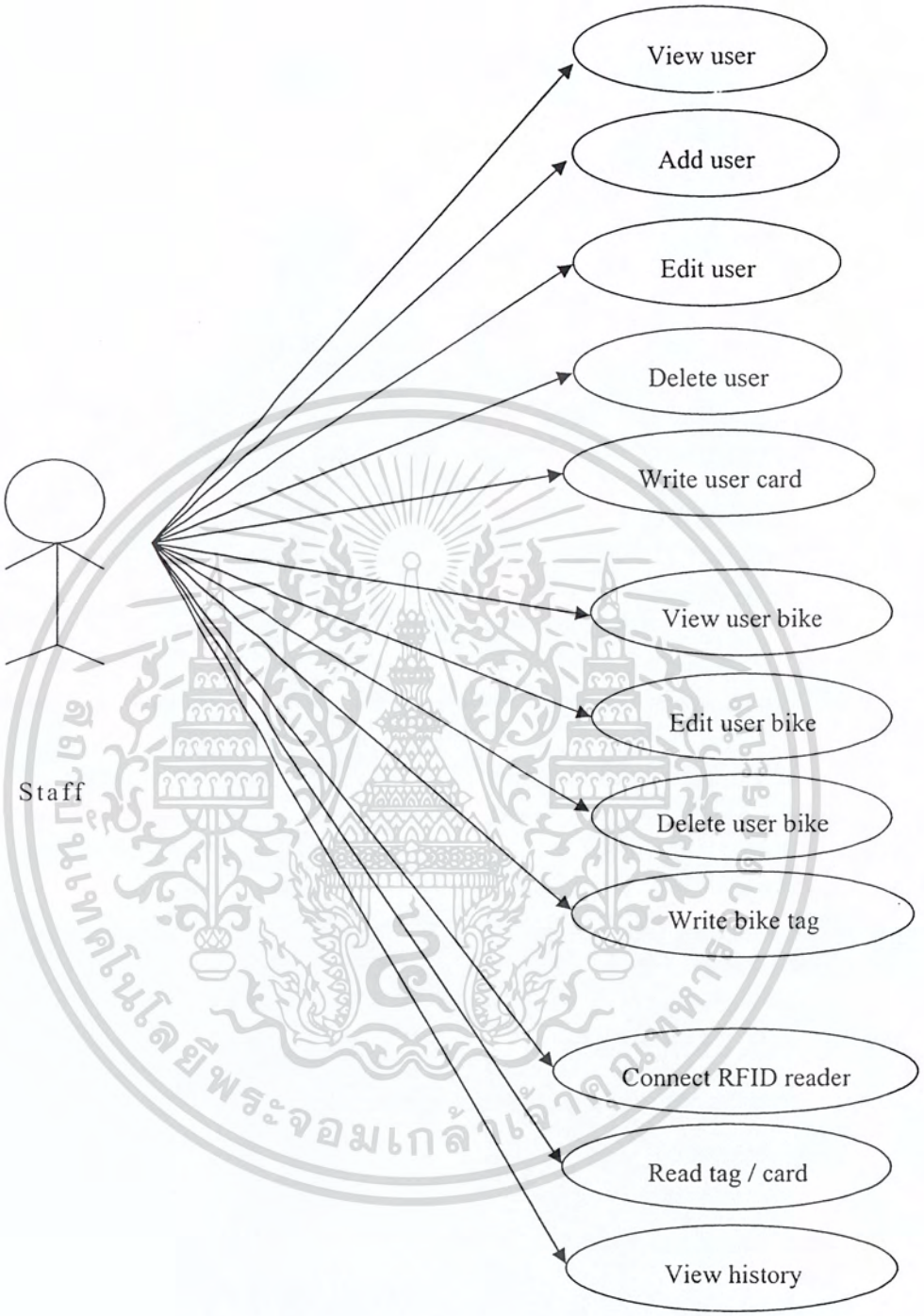
4.5.1 Client site



รูป 4.4 Client Site Use Case Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 Center site

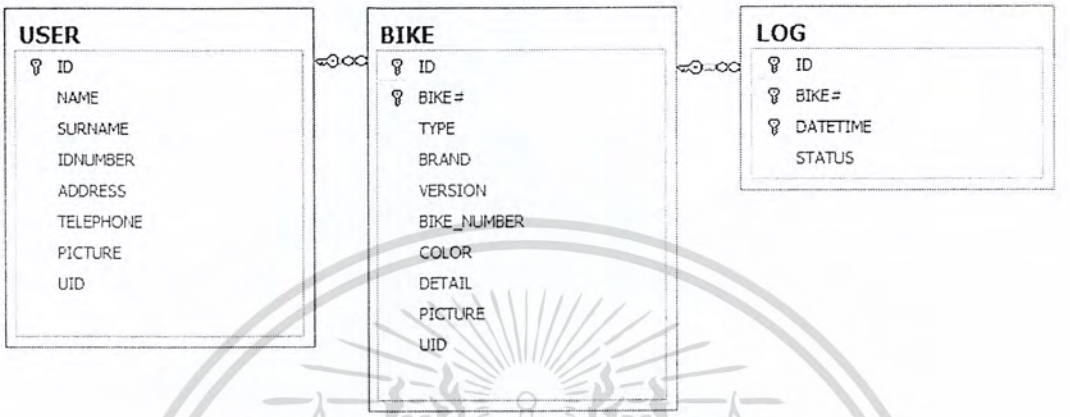


รูป 4.5 Center Site Use Case Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 โครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้งานในระบบ

ฐานข้อมูลที่ใช้ โดยเลือกใช้ SQL Server 2008 โดนสามารถใช้งานร่วมกับ Application ที่เขียนโดยภาษา C# และ .NET Framework โดยได้ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้แบ่งออกเป็น 3 ตาราง ดังนี้



รูป 4.6 Database ที่ออกแบบใช้ในระบบ

1) USER Table - เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลของผู้ใช้งานที่มาขอลงทะเบียนใช้งานในระบบนี้ ซึ่งจะเก็บข้อมูล ID ใช้ในการอ้างอิงผู้ใช้ในระบบ และ ข้อมูลส่วนตัวอื่นๆ เช่น ชื่อ นามสกุล รหัสประจำตัวประชาชน ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ ค่า UID เพื่อระบุแท็กที่เกี่ยวข้อง
2) BIKE Table - เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของจักรยานหรือจักรยานยนต์ของผู้ใช้แต่ละคน ซึ่งจะเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น คุณลักษณะต่างๆ รูปภาพ โดย คอลัมน์ ID และ BIKE# ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ระบุจักรยานแต่ละคัน โดยที่คอลัมน์ ID นั้นจะเป็นคีย์นอก (foreign key) ที่อ้างอิงถึงค่า ID ในตาราง USER ค่า UID เพื่อระบุแท็กที่เกี่ยวข้อง
3) LOG Table - เป็นตารางที่เก็บสถิติการใช้งานต่างๆที่เกิดขึ้นในระบบ คือ ข้อมูลเวลาที่เข้าออกของจักรยานแต่ละคัน คอลัมน์ ID และ BIKE# ใช้ในการเก็บข้อมูลระบุจักรยานแต่ละคัน คอลัมน์ STATUS ใช้ในการเก็บค่าที่ระบุว่า ข้อมูลนั้นๆ เป็นการเข้าหรือการออก หรือเกิดปัญหาขึ้นในระบบ

4.7 การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลในระบบ

เนื่องจากในระบบจะใช้ฐานข้อมูลที่แยกกันอยู่ในสองจุดนั่นคือที่ศูนย์กลาง ใช้ในการทำงานร่วมกับ Application ที่ใช้ในการจัดการผู้ใช้งาน และ ที่จุดเข้าออก เพื่อใช้งานร่วมกับ Application ที่ใช้ในการควบคุมจุดเข้าออก ดังนั้นจึงต้องมีกลไกที่ใช้ในการควบคุมการแลกเปลี่ยนส่งข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลทั้งสองจุด โดยที่ SQL Server 2008 นั้นมีความสามารถในการทำ Replication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่าง Database ต่างๆได้ ซึ่งได้นำความสามารถ Transactional Replication มาประยุกต์ใช้ โดยที่ฐานข้อมูลที่อยู่ที่ศูนย์กลางจะเป็น Publisher นั่นคือเป็นเหมือนผู้ที่สร้าง ลบ หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลขึ้นมา ซึ่งในระบบก็คือข้อมูลของผู้ใช้ในระบบ และ ฐานข้อมูลที่อยู่ที่จุดเข้าออกเป็น Subscriber ซึ่งจะคอยรับเอาข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงโดย Publisher เข้ามา

4.8 การออกแบบแผงที่กั้นรถ (Parking Barrier)

4.8.1 State Machine ของแผงที่กั้นรถ (Parking Barrier)

Note.

Com-signal : Signal from computer to command the barrier parking.

Sw1 : Switch for checking the arm of barrier parking was Open complete.

Sw2 : Switch for checking the arm of barrier parking was Close complete.

Inf0 : Infrared don't found touch.

Inf1 : Infrared found objects.

Help function (Manual)

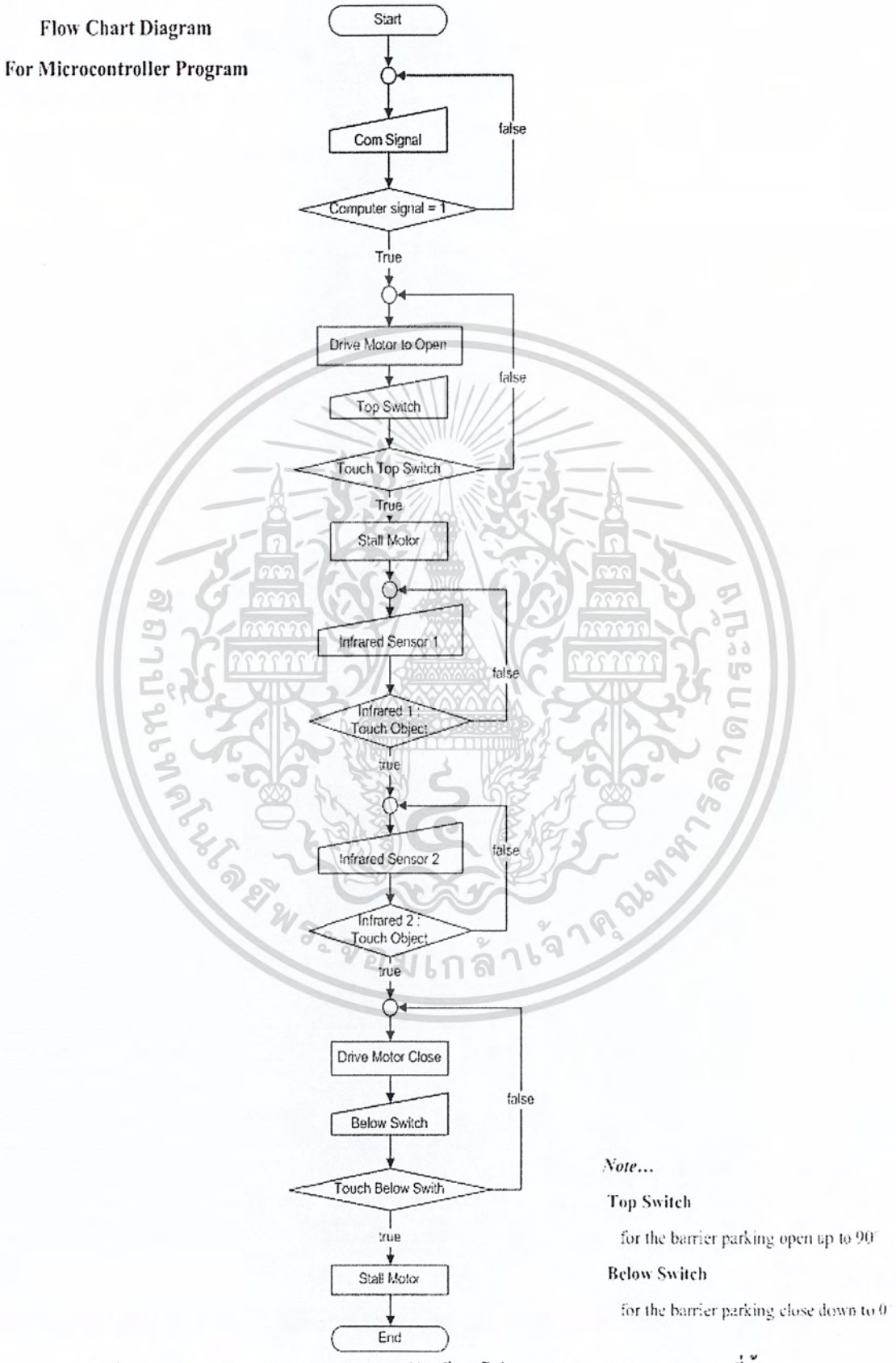
B1 : Buttom 1 (for open the arm of barrier)

B0 : Buttom 0 (for close the arm of barrier)

รูป 4.7 State Machine ของแผงที่กั้นรถ (Parking Barrier)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.2 Flow Chart Diagram สำหรับเขียนโปรแกรมบน PIC ของแผงที่กั้นรถ



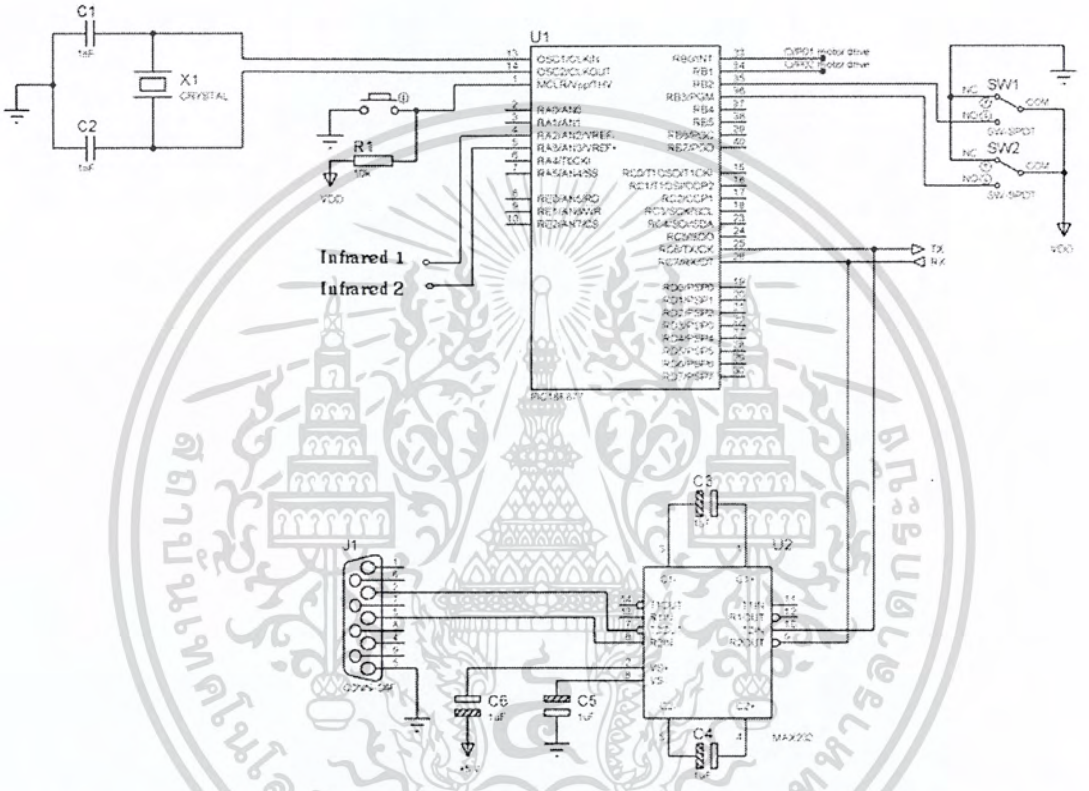
รูป 4.8 Flow Chart Diagram สำหรับเขียนโปรแกรมบน PIC ของแผงที่กั้นรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.3 วงจรแผงที่กั้นรถ (Parking Barrier Circuit)

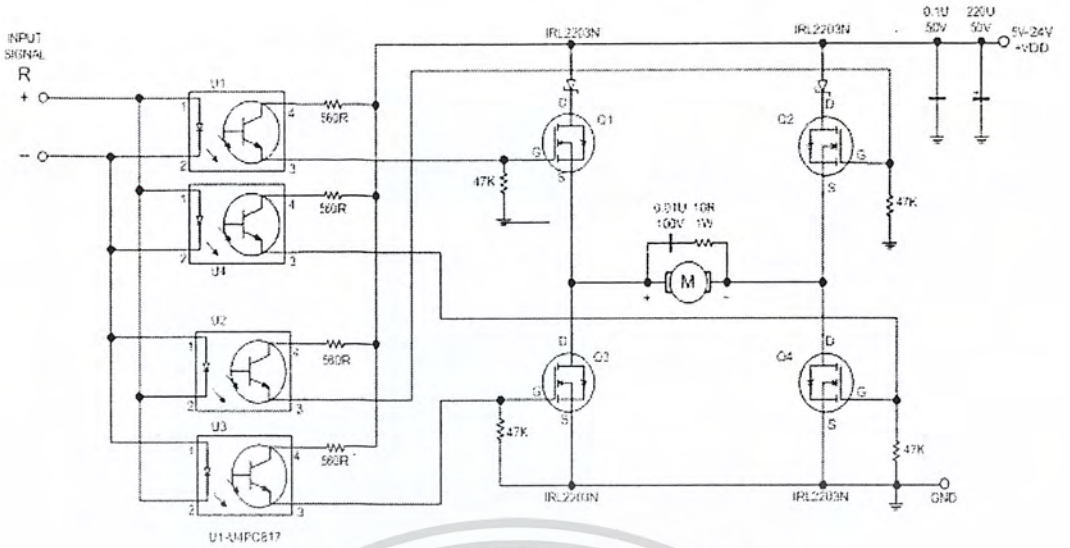
สำหรับวงจรแผงที่กั้นรถนี้ได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักด้วยกัน คือ

1) ส่วนประมวลผลกลาง (PIC-Microcontroller)
2) ส่วนควบคุมการส่งแรงดันสำหรับควบคุมการหมุนมอเตอร์ปิด/เปิดแผงที่กั้นรถ
3) ส่วนทำการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยชิพ MAX232 ผ่านพอร์ต Connect DP9
4) ส่วน Infrared Sensors



รูป 4.9 วงจรส่วน Microcontroller รวมถึงส่งสัญญาณผ่านพอร์ตอนุกรมไปยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.10 วงจรส่วนส่งแรงดันขับมอเตอร์

กรณีที่มอเตอร์หมุนไปทางขวา เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการส่งสัญญาณอินพุตเข้ามา (INPUT SIGNAL R) เป็นบวก-ลบ เข้าวงจร U1 และ U4 และจะทำงานเมื่อ MOSFET Q1 และ Q4 ได้รับแรงดันที่ขา G ทำให้ Q1 และ Q4 ทำงานทำให้มอเตอร์ได้รับแรงดันครบวงจรปรกติจึงหมุนไปทางขวา

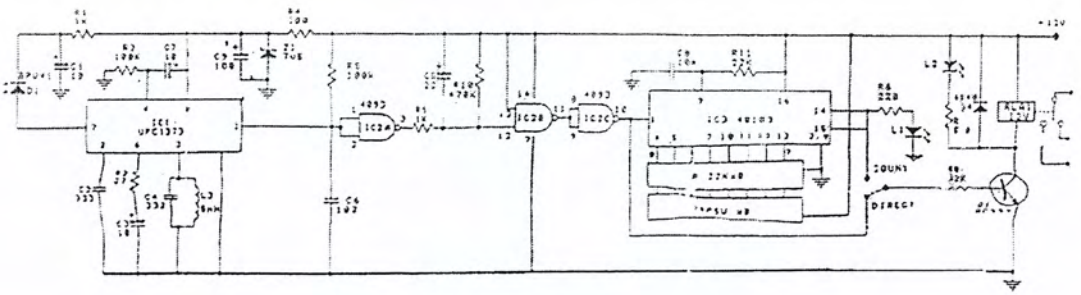
กรณีที่มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการส่งสัญญาณอินพุตเข้าเป็น ลบ-บวก เข้าวงจร U2 และ U3 และจะทำงานเมื่อ MOSFET Q2 และ Q3 ได้รับแรงดันที่ขา G ทำให้ Q2 และ Q3 ทำงานทำให้มอเตอร์ได้รับแรงดันครบวงจรปรกติจึงหมุนไปทางซ้าย

กรณีที่มีการส่งสัญญาณอินพุตเข้ามาเป็น ลบ-ลบ หรือ บวก-บวก จะไม่สามารถทำให้ MOSFET ทำงานได้เพราะไม่มีแรงดันไบแอส ที่ขา G จึงทำให้กระแสไม่ไหลพอที่จะขับมอเตอร์ มอเตอร์จึงไม่ทำงาน

4.8.4 วงจร Infrared Sensor

วงจรส่วนนี้แบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนภาครับ โดยสามารถรับสัญญาณได้ไกลประมาณ 10 เมตร และสามารถใช้ได้กับแรงดันไฟตั้งแต่ 9-12V กรณีใช้ไฟ 9V ต้องทำการปรับเปลี่ยนรีเลย์

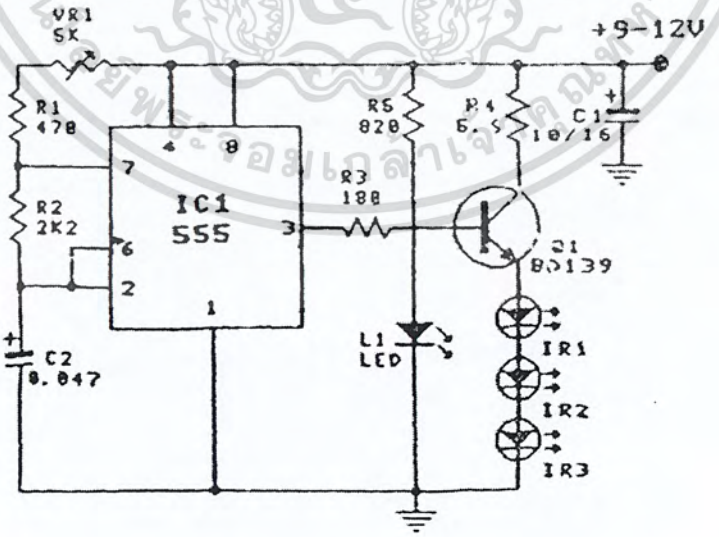
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.11 วงจร Infrared ภาครับ

ส่วนภาคส่งมีหลักการทำงานคือ เมื่อป้อนแรงไฟให้กับอินฟราเรดไดโอด ก็จะได้แสงอินฟราเรดที่มองไม่เห็นออกมา และจำเป็นที่จะต้องป้อนสัญญาณพัลซ์ความถี่ 5KHz ให้กับอินฟราเรดไดโอดเพื่อขจัดผลการสัญญาณรบกวนต่างๆ และลดพลังงานที่ต้องป้อนให้กับไดโอด

IC555 จะเป็นตัวกำเนิดความถี่ 5 KHz โดยค่าความถี่ของวงจรจะถูกกำหนดโดย VR1,R1, R2 และ C2 สามารถปรับแต่งความถี่ด้วยการปรับค่าของ VR1 รีซิสเตอร์ R3 เป็นตัวจำกัดปริมาณการไหลของกระแสไฟที่ไหลผ่านอินฟราเรดไดโอดไม่ให้เกิน 50 มิลลิแอมป์ โดยเอาท์พุทของไอซีจะป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ TR1 เพื่อให้สามารถขับอินฟราเรดไดโอดด้วยกระแส 100 มิลลิแอมป์ และ รีซิสเตอร์ R3 ในวงจรไม่ควรต่ำกว่า 3.9 โอห์ม ส่วน R4 และ LED D4 ต่อไว้เพื่อแสดงว่าวงจรได้รับแรงไฟซัพพลายแล้ว



รูป 4.12 วงจร Infrared ภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดลองและผลการทดลอง

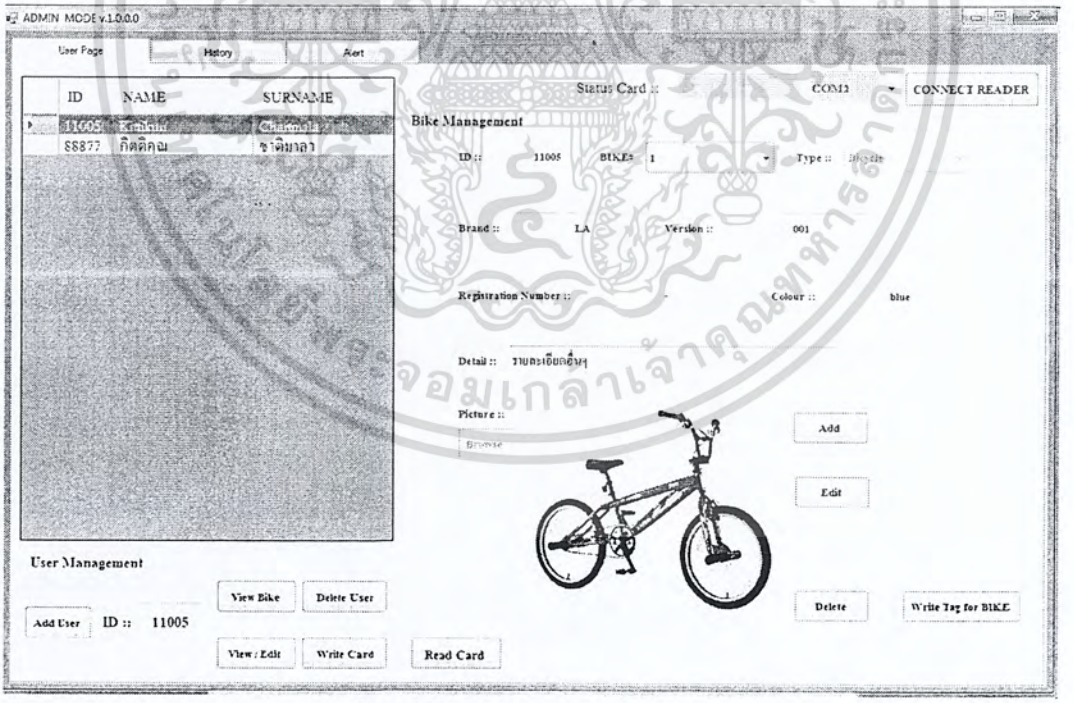
5.1 บทนำการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการแบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วนหลัก คือส่วนของแอพพลิเคชั่นโปรแกรม และส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ โดยส่วนของแอพพลิเคชั่นโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือส่วนที่เป็นโปรแกรมสำหรับลงทะเบียนผู้ใช้ซึ่งเป็นการเขียน อ่าน และทำการบันทึกข้อมูลลงใน Database (CENTER SITE) และส่วนที่เป็นโปรแกรมสำหรับค่อยตรวจสอบความถูกต้องของชุด RFID (CLIENT SITE)

5.2 ขั้นตอนการทดลองส่วนของแอพพลิเคชั่นโปรแกรม

เป็นการทดลองในส่วน CENTER SITE โดยต้องทำการติดตั้งเครื่องอ่านและเขียน RFID เข้ากับ USB Port และเริ่มการทำงานของโปรแกรมได้ดังนี้

5.2.1 ส่วนหน้าหลัก CENTER SITE



รูป 5.1 โปรแกรม CENTER SITE

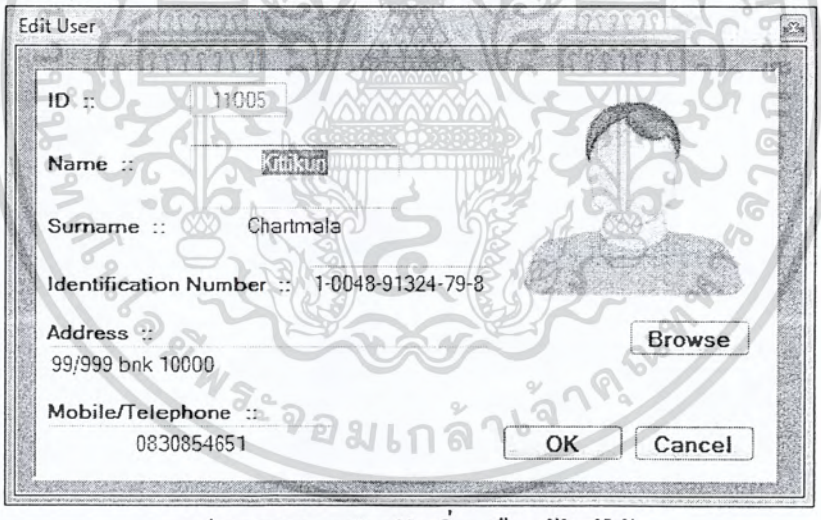
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมมีส่วนที่ให้ทำการเลือก Com port ที่เครื่องอ่านและเขียน RFID เชื่อมต่ออยู่ โปรแกรมจะมีส่วนแสดงสถานะ RFID การ์ด ว่ามีการ์ดที่ติดต่อด้วยหรือไม่

สำหรับการแสดงข้อมูลที่มีในระบบ จะเห็นได้ว่าเมื่อเข้าสู่หน้าโปรแกรมตารางทางด้านซ้ายจะแสดงรายชื่อผู้ใช้ที่มี สามารถที่จะเลือกดูรายละเอียดของผู้ใช้แต่ละคนทั้ง และรายละเอียดของจักรยานของที่แต่ละคนมีซึ่งจะสามารถแสดงทางฝั่งขวา

รูป 5.2 ส่วนของการจัดการผู้ใช้

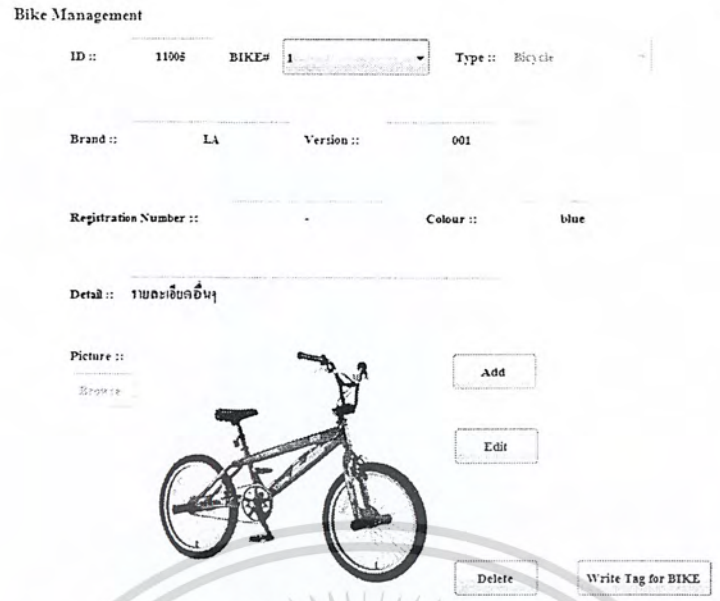
สำหรับการจัดการผู้ใช้จะสามารถเพิ่มข้อมูลผู้ใช้ใหม่ รวมถึงลบและแก้ไข สามารถเพิ่มได้โดยการกด Add User โดยจะมี Dialog ที่สำหรับกรอกข้อมูลรายละเอียดผู้ใช้ รวมถึงใช้ในการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้ที่มีอยู่แล้วด้วย



รูป 5.3 Dialog สำหรับเพิ่มหรือแก้ไขผู้ใช้

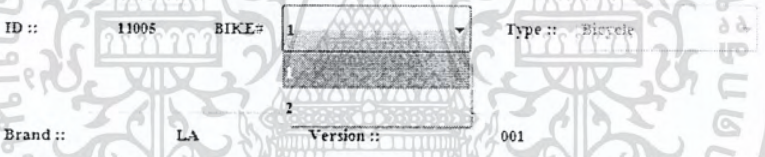
ฝั่งของการจัดการเกี่ยวกับจักรยานของผู้ใช้ สามารถแสดงรายละเอียดต่างๆ และสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลของจักรยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.4 ส่วนของการจัดการเกี่ยวกับจักรยาน

โดยที่หากผู้ใช้คนนั้นๆลงทะเบียนจักรยานไว้หลายคันสามารถที่จะเลือกดูรายละเอียดของแต่ละคันได้



รูป 5.5 เครื่องมือสำหรับการเลือกดูจักรยาน

หากเป็นการต้องการเขียนข้อมูลต่างๆ ลง Card หรือ Tag ก็สามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการเขียนแล้วคลิ้กปุ่ม WRITE CARD หรือ ปุ่ม WRITE TAG for BIKE ซึ่งโปรแกรมจะทำการติดต่อกับ RFID Reader เพื่อทำการเขียนข้อมูลลงไปใน RFID การ์ดตามที่ต้องการ

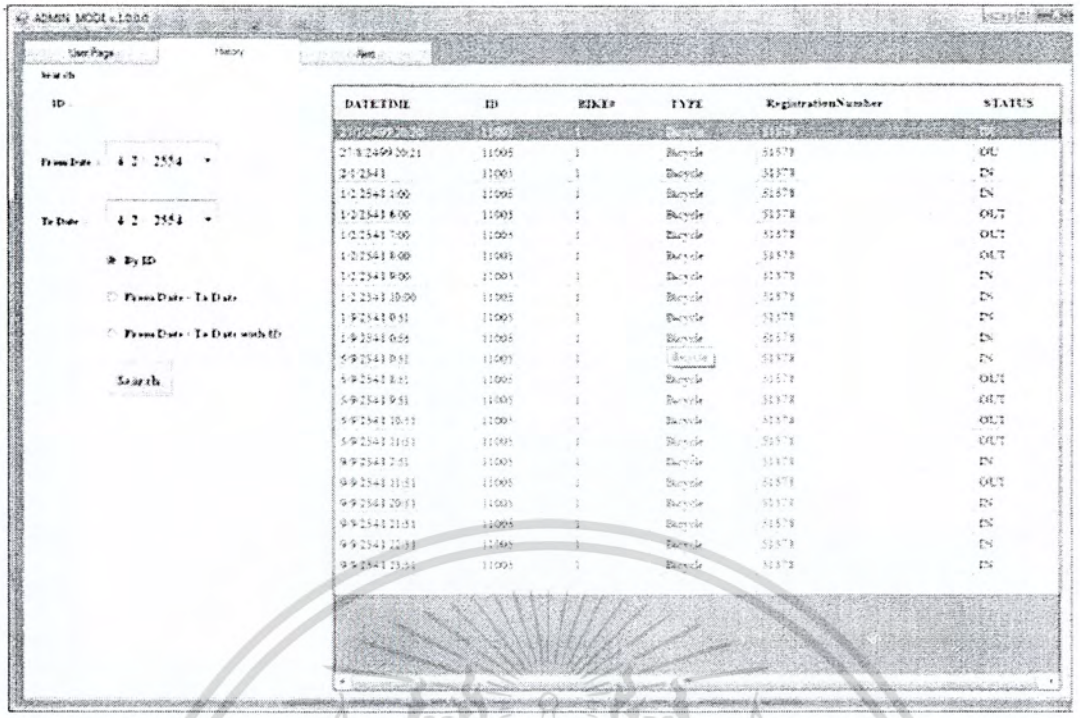
ปุ่ม Read Card ใช้สำหรับการเปิดการอ่าน Tag เพื่อดูข้อมูล โดยโปรแกรมจะตรวจสอบข้อมูลใน Tag และทำการแสดงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ Tag นั้น

สำหรับการทดลองการใช้งานในส่วนนี้สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ทั้งในส่วนของการเพิ่ม แก้ไขและลบข้อมูลต่างๆสามารถทำได้อย่างถูกต้อง และการเขียน อ่าน Tag RFID ก็สามารถทำได้อย่างถูกต้อง

5.2.2 ส่วนการดูข้อมูลการเข้าออกของจักรยาน

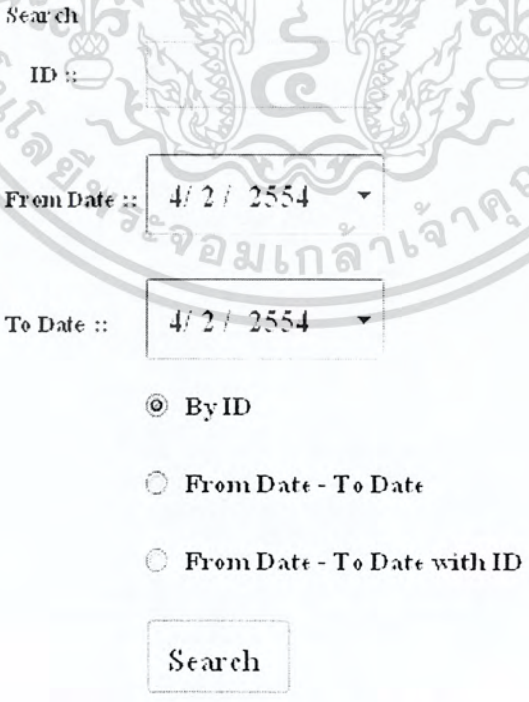
ส่วนของการดูและค้นหาข้อมูลสถิติการใช้งานของผู้ใช้ ที่จะบันทึกข้อมูลการเข้าออกของจักรยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.6 ส่วนการดูข้อมูลการเข้าออก

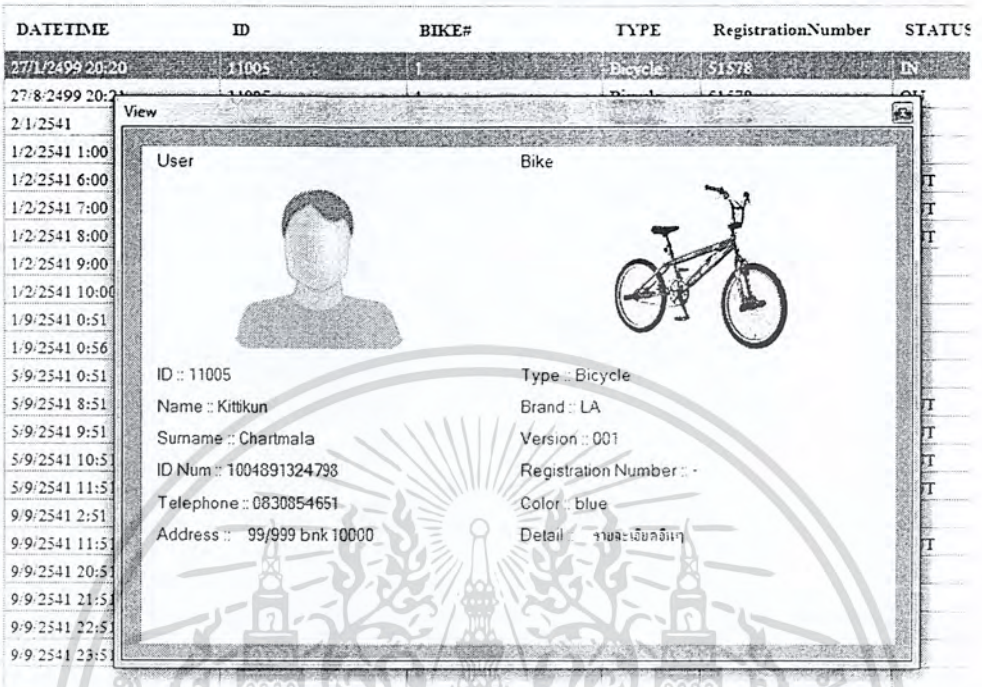
การค้นหาสามารถกำหนดเงื่อนไขได้ว่าต้องการค้นหาตาม ID ผู้ใช้ ตามวันที่ หรือทั้งสองอย่าง โดยจะมีส่วนที่ให้กรอก ID ที่ต้องการค้นหา และเลือกวันที่ๆต้องการ โดยในส่วนของ Radio Button จะเป็นการเลือกเงื่อนไขในการค้นหา



รูป 5.7 เครื่องมือการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

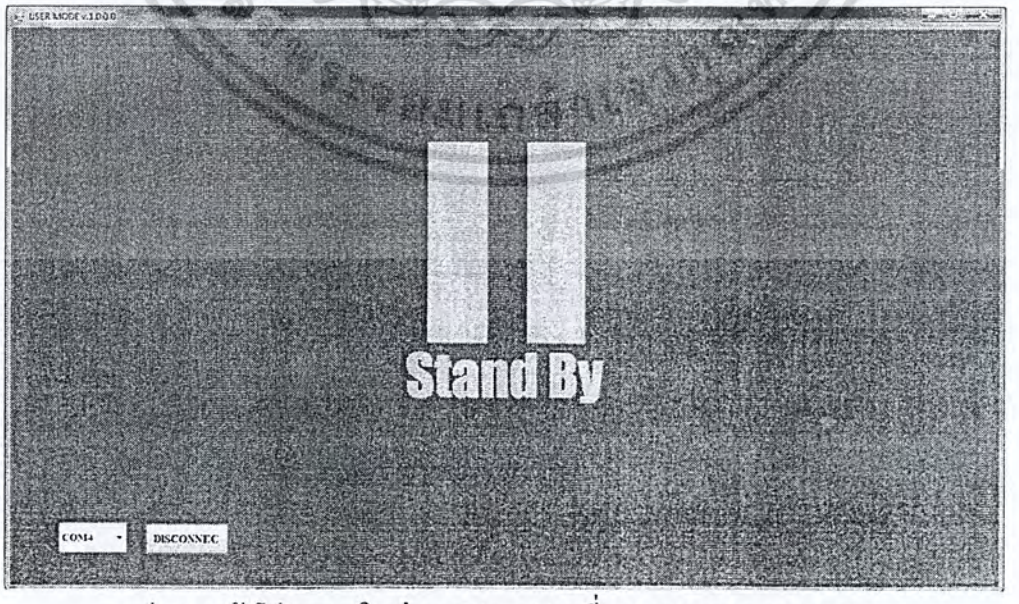
หากต้องการดูรายละเอียดต่างๆของข้อมูลสถิติแต่ละแถว สามารถทำการดับเบิ้ลคลิ๊ก บนแถวแต่ละแถวเพื่อดูข้อมูลนั้นๆ



รูป 5.8 Dialog แสดงข้อมูลรายละเอียดของสถิติ

การทดลองการใช้งานในส่วนนี้ โปรแกรมสามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลออกมาแสดงได้อย่างถูกต้อง

5.2.3 การทำงานของโปรแกรมในส่วนของระบบที่คอยตรวจจับชุดRFID (CLIENT SITE)

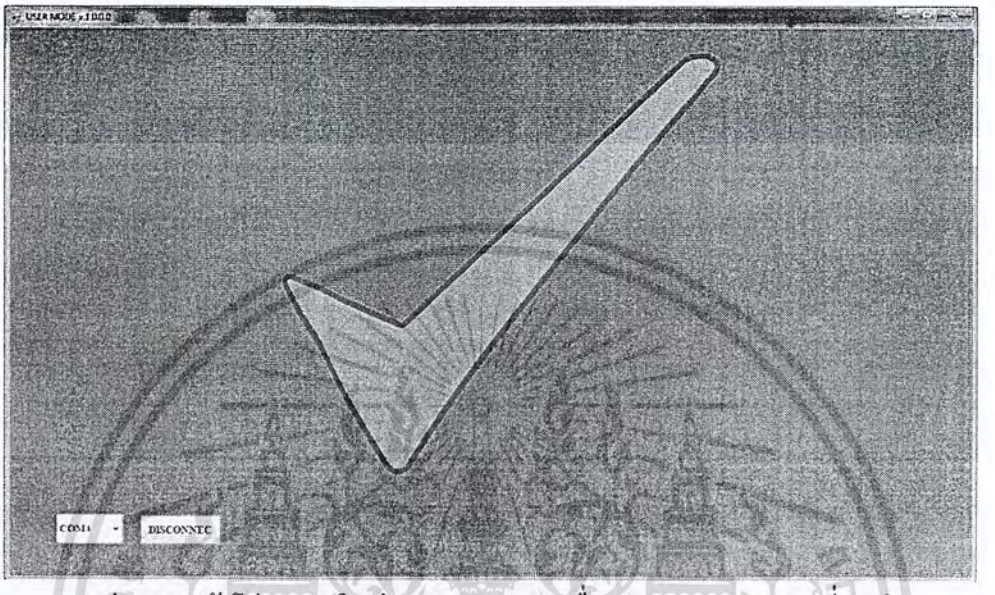


รูป 5.9 หน้าโปรแกรมในส่วน Client Site ที่คอยตรวจสอบชุด RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะต้องการ การติดตั้งเครื่องอ่าน RFID ที่ Usb Port และทำการเลือก Comport ที่อุปกรณ์นั้นเชื่อมต่ออยู่ กดปุ่ม Connect เพื่อทำการเชื่อมต่อไปยังโปรแกรมส่วน Center เลือกเสียงเตือนเมื่อระบบตรวจสอบและเจอข้อผิดพลาดของชุด RFID

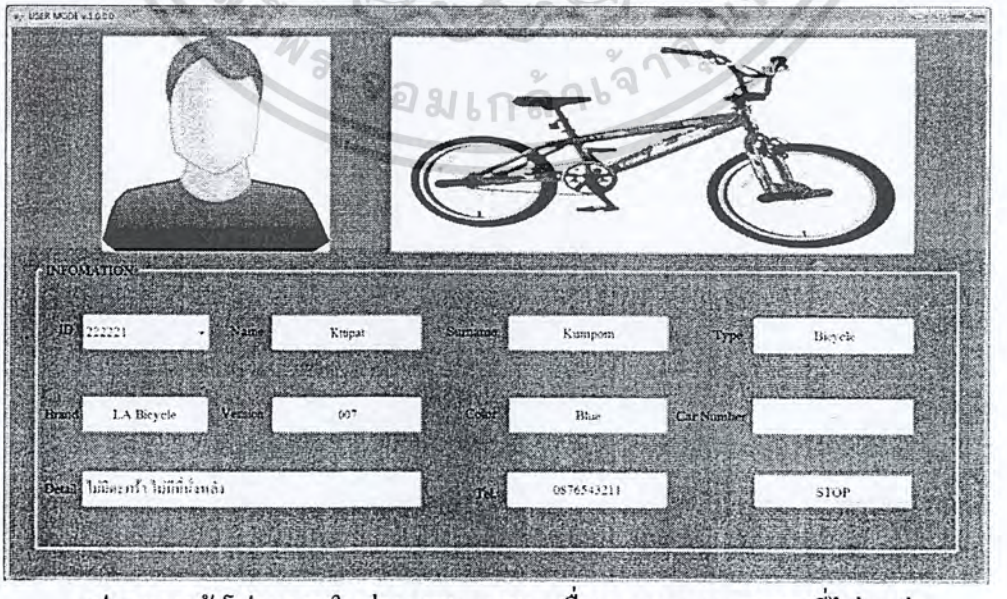
5.2.4 การทำงานเมื่อตรวจเจอชุด RFID ที่เป็นคู่ถูกต้อง



รูป 5.10 หน้าโปรแกรมในส่วน Client Site เมื่อตรวจพบชุด RFIDที่ถูกคู่

โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลหรือรหัสที่พบทั้งหมดในระบบกรณีนี้คือสามารถจับคู่ข้อมูลได้ทั้งหมด และทำการบันทึกข้อมูลลง Client Database เพื่อเป็นการเก็บสถิติการใช้งาน

5.2.5 การทำงานเมื่อตรวจเจอชุด RFID ที่ไม่เป็นคู่ที่ถูกต้อง



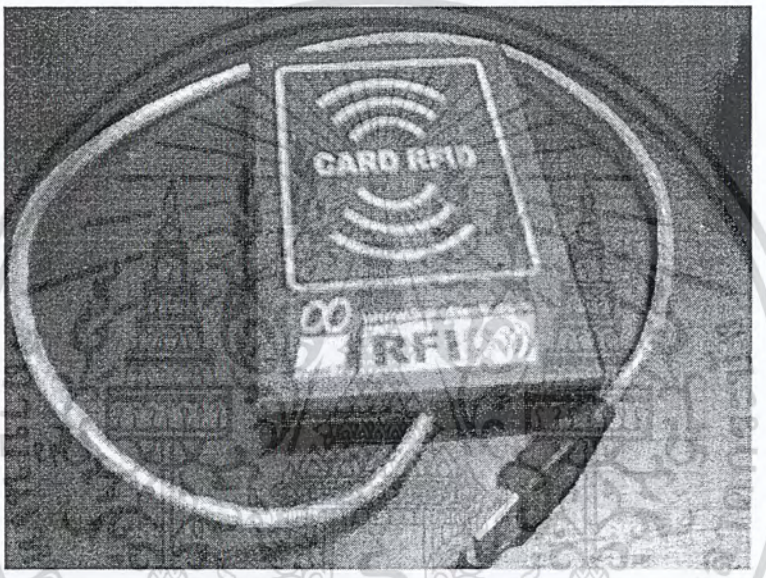
รูป 5.11 หน้าโปรแกรมในส่วน Client Site เมื่อตรวจพบชุด RFIDที่ไม่ถูกคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะรายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพาหนะที่ตรวจพบว่ามีชุด RFID Tag ไม่ถูกคู่ เช่น เกิดการพบ Tag ของยานพาหนะเท่านั้นหรือพบ Tag ของทั้งบุคคลและพาหนะแต่ไม่ถูกคู่กัน เช่น เกิดเหตุมีการขโมยเกิดขึ้น โปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลลง Client Database และทำการส่งเลข ID ของพาหนะนั้นๆไปยังส่วนของ Center เพื่อเป็นการรับทราบข้อมูลทั้งระบบและทำการแก้ไขต่อไป ในส่วนของ Center ก่อจะทำการบันทึกข้อมูลลง Center Database เช่นกัน

5.3 ขั้นตอนการทดลองส่วนอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

5.3.1 ตัวอุปกรณ์ RFID reader and RFID Tag



รูป 5.12 INNET RFID Reader

การทดสอบเครื่องอ่าน RFIDโดยจะทดสอบในด้านต่างๆ ดังนี้

5.3.1.1 ระยะการอ่าน

ทำการทดสอบระยะระหว่างตัว Reader และ Tag ที่สามารถอ่านได้ ซึ่งได้ผลดังตาราง 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5.1 ผลการทดสอบระยะการอ่าน

ระยะระหว่างเครื่องอ่านและ Tag	ผลการอ่าน
แนบติดกับเครื่อง	สามารถอ่านได้
1 ซ.ม.	สามารถอ่านได้
2 ซ.ม.	สามารถอ่านได้
3.ซ.ม.	สามารถอ่านได้
4 ซ.ม.	ไม่สามารถอ่านได้
มากกว่า 4 ซ.ม.	ไม่สามารถอ่านได้

5.3.1.2 ความสามารถในการอ่านผ่านสิ่งกีดขวาง

จากการทดสอบ เครื่องอ่านสามารถอ่าน Tag โดยที่ถูกวัตถุที่ไม่ใช่โลหะคั่นระหว่างเครื่องอ่านและ Tag ได้ แต่ไม่สามารถอ่านได้หากถูกวัตถุที่เป็นโลหะคั่นระหว่างกลาง

5.3.1.3 จำนวน Tag ที่อ่านได้พร้อมกัน

จากการทดสอบ เครื่องสามารถอ่าน Tag หรือ บัตร ได้สูงสุด 2 ในเวลาเดียวกัน โดยที่การตรวจจับจากเครื่องอ่านนั้นจะเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน

5.3.1.4 ความแม่นยำในการตรวจจับ Tag

หากเป็นการอ่าน Tag หรือ บัตร 1 ใบในเวลาเดียวกัน เครื่องอ่านจะมีความแม่นยำสูง สามารถตรวจพบ Tag เมื่อเข้าในระยะการอ่านได้ทุกครั้ง แต่ถ้าหากเป็นการอ่าน Tag จำนวนสองใบในเวลาเดียวกัน ความแม่นยำจะลดลง เพราะเครื่องอ่านจะตรวจจับพบเพียง Tag แค่ใบเดียวในบางครั้งของการทดสอบ

5.3.2 ตัววงจรแผงที่กั้นจอดรถ

การทดลองส่วนต่างๆของวงจรและแผงกั้นรถ

5.3.2.1 การทดลองส่วนวงจรสร้างแรงดันขับมอเตอร์กระแสตรง

จากการทดลองวงจรได้ทดลองต่อวงจรสร้างแรงดันขับมอเตอร์ มอเตอร์ทำงานได้โดยใช้ซอร์สที่ให้กระแส 12 V 6.6 Amp โดยความเร็วการหมุนมอเตอร์ขึ้นกับค่าแรงดัน

5.3.2.2 การทดลองส่วนวงจร Infrared Sensor

จากการทดลองวงจร Infrared Sensors การทำงานของส่วนภาคส่งและภาครับสามารถส่งสัญญาณติดต่อกันได้ในระยะที่ 1.5 เมตร ได้ตามต้องการ แต่ต้องใช้เวลาในการปรับระยะตำแหน่งให้พอดี แม้ตำแหน่งเปลี่ยนเพียงเล็กน้อยก็มีผลต่อการรับส่งสัญญาณ

5.3.2.3 การทดลองส่วนวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

จากการทดลองวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำงานได้ดีตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยขาสัญญาณที่ใช้เป็นขาอินพุต คือ PIN A0-A3 รับสัญญาณจากเซนเซอร์ ขาเอาท์พุต คือ PIN B1-B2 สำหรับจ่ายเข้าวงจรขับแรงดันมอเตอร์อีกที

5.3.2.4 การทดลองส่วนวงจรส่งสัญญาณ Serial

จากการทดลองวงจร ส่งสัญญาณ Serial สามารถรับส่งสัญญาณได้ตามต้องการ โดยการรับส่งที่ใช้เป็นสัญญาณ 8 บิต Baud rate 9600

5.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองโปรแกรมในทั้งสองส่วนพบว่า โปรแกรมทำงานได้ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยสามารถทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์อ่านเขียน RFID ได้ และใช้การอ่านและเขียนข้อมูลลง Sector 1 ได้ถูกต้องตามการออกแบบระบบ สามารถติดต่อสื่อสารผ่านทาง Local Area Network ได้ โดยสามารถส่งและแลกเปลี่ยนชุดข้อมูลได้ตามการออกแบบไว้ โปรแกรมในส่วนที่คอยตรวจสอบความถูกต้องของชุด RFID สามารถตรวจได้อย่างถูกต้องตามการออกแบบ มีเสียงแจ้งเตือนในกรณีที่ตรวจเจอความผิดพลาด และแสดงสัญลักษณ์ถูกในกรณีที่ตรวจเจอชุด RFID ที่ถูกคู่เป็นไปตามการออกแบบและขอบเขตการทำงานที่ได้กำหนดไว้

ส่วนของการทดลองต่อวงจรสำหรับสร้างแผงที่กั้นรถพบว่าสามารถทำงานได้ในขอบเขตที่ต้องการ มีการเชื่อมต่อรับส่งสัญญาระหว่างตัววงจรแผงที่กั้นรถกับโปรแกรมได้ และส่งสัญญาณไปสร้างกระแสยังวงจรขับแรงดันมอเตอร์กระแสตรงได้ โดยมีวงจร Infrared Sensors เข้ามาช่วยพิจารณาขั้นตอนการหมุนมอเตอร์โดยส่งสัญญาณเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการดำเนินงาน

6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาข้อมูลต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบ RFID ทำให้มีความรู้ความเข้าใจถึงประสิทธิภาพที่ดีของเทคโนโลยีในการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการระบุตัวตนในด้านต่างๆ รวมถึงองค์ประกอบและรายละเอียดต่างๆ ซึ่งได้ใช้ความรู้เหล่านี้นำไปสู่การออกแบบระบบการตรวจเช็คและระบุความเป็นเจ้าของของจักรยาน โดยการดำเนินงานเป็นส่วนของการศึกษา ออกแบบและพัฒนาส่วนต่างๆคือ ส่วนของ Hardware และ Software Application ที่จะพัฒนาขึ้นมาใช้งานในระบบ รวมทั้งออกแบบและติดตั้งส่วนของฐานข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลในระบบ

6.2 ปัญหาและอุปสรรค

1) ระยะการอ่านข้อมูลของเครื่องอ่านแต่ละตัวนั้นมีค่าไม่เท่ากัน รวมถึงจำนวน Tag ที่อ่านได้พร้อมกัน และความแม่นยำในการอ่านไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่อง
2) ฐานข้อมูล SQL Server ที่ใช้มีความสามารถหลากหลาย แต่มีความยุ่งยากในการตั้งค่าต่างๆของระบบฐานข้อมูลบ้างขึ้นอยู่กับความสามารถที่เลือกใช้
3) ในส่วนการสร้างวงจรขับแรงดันมอเตอร์ ตัวมอเตอร์ที่ได้นำมาทดลองไม่ได้บอกสเปคละเอียดมากเพียงพอ จึงต้องทำการทดลองหาระดับกระแสที่เหมาะสม เนื่องจากรายละเอียดที่ได้บอกมีเพียงค่าแรงดันเท่านั้น

6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ปัญหา

1) ควรเลือกใช้ประเภทของเครื่องอ่าน และ Tag ให้เหมาะสมกับสภาพงาน โดยอาจพิจารณาจากประสิทธิภาพที่ต้องการที่ขึ้นกับงานที่ต้องนำไปใช้ และราคาที่เหมาะสม
2) ควรศึกษาความสามารถต่างๆและวิธีการติดตั้ง ตั้งค่าต่างๆที่มีใน SQL Server พอสมควรเพื่อที่จะรู้ว่ามีความสามารถใดบ้างที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการได้
3) ควรศึกษาคุณสมบัติของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับงานและเรื่องใช้มอเตอร์ที่มีรายละเอียด Datasheet ประกอบเพื่อนำไปประกอบการออกแบบวงจรที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

1) เลือกการใช้งานเครื่องอ่าน RFID เครื่องที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับงานที่ใช้ และมีความสามารถเพียงพอตามงานที่ได้ออกแบบไว้
2) พัฒนาส่วนของโปรแกรม Application ให้มีตัวอย่างของข้อมูลต่างๆแสดงให้เลือกไว้ได้ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานในขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลต่างๆได้สะดวกมากยิ่งขึ้น
3) พัฒนาวงจรที่ใช้งานกับตัวที่กั้น โดยทำเป็นวงจรบนแผ่นปรินต์ เพื่อให้มีความคงทนมากขึ้น และมีความเสถียรในการใช้งานมากยิ่งขึ้น
4) พัฒนาโครงสร้างและรูปลักษณ์ภายนอกของที่กั้นให้ดูคงทนและมีความสวยงามมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2553. **Advance PIC Microcontroller in C ประยุกต์ใช้งาน PIC ขั้นสูงด้วยภาษา C**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.ซี.พี ซัคเซสกรุ๊ป.

Klaus Finkenzeller. 2003. **RFID Handbook : Fundamentals and Application in Contactless Smart Cards and Identification.** 2nd ed. New Jersey : Wiley.

อาทิตย์ ไชยสุข และอาวุธ คงศิริ. 2550. "การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี" ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาบันส่งเสริมความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแห่งประเทศไทย. 2010. **องค์ประกอบของระบบ RFID**. [Online]. Available : http://www.rfid.or.th/th/technology/component.asp

RFID Thailand. 2010. **RFID Lesson.** [Online].
Available : http://www.rfidthailand.com

RFID Journal. 2010. **A Guide to Understanding RFID**. [Online].
Available : http://www.rfidjournal.com/article/gettingstarted

MSDN. 2010. **SQL Server Replication.** [Online].
Available : http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms151198.aspx

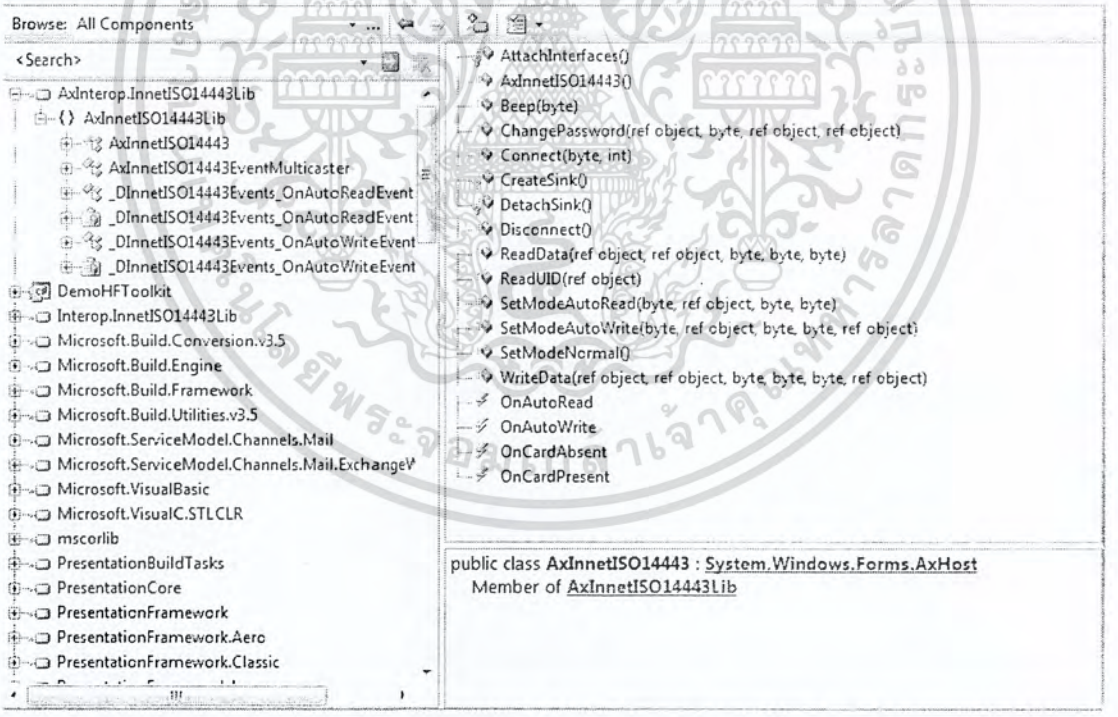
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ActiveX Control Library สำหรับติดต่อ RFID Reader

ก.1 INNET ISO14443 ActiveX Control

INNET ISO14443 ActiveX Control เป็นชื่อของ ActiveX Control ซึ่งคือ Software Component ที่สามารถนำไปใช้งานได้บนหลายภาษา เช่น C++ , C# หรือ VB เป็นต้น สำหรับที่ใช้งานในโปรแกรมตัวอย่างนี้ จะมี control รวมถึงไลบารี่ที่จำเป็นในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ RFID Reader ตัวที่ใช้งานนี้ ซึ่งตัว control นั้นจะมีชื่อว่า InnetISO14443 Control สามารถใช้งานได้โดยทำการเพิ่มลงในตัวโปรแกรมลงบน Windows Forms ซึ่งเมื่อทำการสร้าง control นี้แล้ว จะสามารถใช้งานเมธอดต่างๆที่ต้องการได้ผ่าน object ที่สร้างจากคลาสที่ชื่อว่า AxInnetISO14443 ที่อยู่ภายใน AxInnetISO14443Lib ซึ่งก็คือ ไลบารี่ที่จำเป็นต่อการใช้งาน คลาสนี้จะมีเมธอดต่างๆรวมถึงอีเวนท์ต่างๆที่รับผิดชอบการใช้งานเพื่อติดต่อหรือควบคุมการทำงานร่วมกับ RFID Reader



รูป ก.1 คลาส และเมธอดใน AxInnetISO14443Lib

จากรูป ก.1 เป็นการเรียกดูรายละเอียดของไลบารี AxInnetISO14443Lib ผ่าน Object Browser ของโปรแกรม Visual Studio เพื่อดูรายละเอียดของคลาส AxInnetISO14443 ที่มีเมธอดรวมถึงอีเวนท์ต่างๆที่มีให้เลือกใช้งานตามจุดประสงค์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

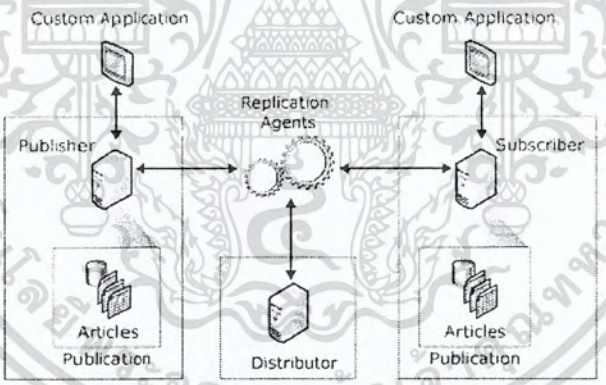
Replication ฐานข้อมูล SQL Server

ข.1 Replication

Replication คือการทำสำเนาข้อมูลที่เราสนใจ ข้อมูลนั้น อาจเป็นข้อมูลทั้ง Database หรือ Table ใดๆ ใน Database หรือ เพียงบาง Field ใน Table แล้วทำกระจายข้อมูลที่สนใจนั้นออกไปใช้งานในแหล่งอื่นๆที่มีความสัมพันธ์กัน และยังสามารถกำหนดให้นำข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงจากแหล่งใดๆ (ที่ได้รับการกระจายข้อมูลให้ในตอนแรก) กลับมาอัพเดตให้กับแหล่งอื่นๆที่เกี่ยวข้องกันด้วย

ข.2 Replication บน SQL Server

กระบวนการทำงานของ Replication บน SQL Server เปรียบเหมือนเป็นธุรกิจสิ่งพิมพ์ (นิตยสาร, วารสาร) ซึ่งมีคนที่มีหน้าที่ตีพิมพ์สิ่งพิมพ์ คนที่ทำหน้าที่กระจายส่งสิ่งพิมพ์ไปยังผู้รับและผู้ที่รับสิ่งพิมพ์นั้นๆ



รูป ข.1 องค์ประกอบของ Replication บน SQL Server

ซึ่ง Replication บน SQL Server มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ

ข.2.1 Publisher

เป็น Server ที่ให้กำเนิดข้อมูลที่จะส่งกระจายออกไปนั่นเอง ข้อมูลที่เตรียมไว้และจะส่งกระจายออกไปแต่ละครั้งนั้นจะเรียกว่า Publications (สิ่งตีพิมพ์) ซึ่งประกอบขึ้นมาจาก Articles (บทความ) อาจจะหลายๆ Article โดยแต่ละ Article ก็จะเป็น Logical Table ขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าของ Replication ว่า Article หนึ่งๆอาจจะเป็นข้อมูลที่เป็นทั้งฐานข้อมูล หรือ View หรือ Table หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะเป็นกลุ่มของคอลัมน์จาก Table/View ใดๆ โดยไม่ได้ดึงมาครบทั้ง Table/View และยังสามารถกรองเอาข้อมูลที่มีค่าเฉพาะตามที่ต้องการก็ได้เช่นกัน

ข.2.2 Distributor

เป็น Server ที่ทำหน้าที่รวบรวม Publications จาก Publishers (หลาย Publishers สามารถใช้งาน Distributor เดียวกันร่วมกันได้) ก่อนจะส่งต่อออกไปที่ Subscribers (หรือ Subscribers มาดึงเอาไป) ถ้าเป็น Replication ที่กำหนดค่าอย่างง่ายแล้ว Publisher กับ Distributor สามารถถูกกำหนดให้ทำงานอยู่บนเซิร์ฟเวอร์เดียวกันก็ได้ ข้อมูล Publications จะถูกเก็บรวบรวมไว้ที่ฐานข้อมูลระบบชื่อ Distribution ซึ่งหากยังไม่มีการกำหนดให้เกิดงาน Replication ขึ้นก็จะไม่มีฐานข้อมูลนี้ปรากฏขึ้นมาที่เซิร์ฟเวอร์ที่เป็น Distributor

ข.2.3 Subscriber

เป็น Server ที่คอยรับ Publications (หรือไปดึงเอามา) ที่ Publisher ผลิตออกมา หรือส่งข้อมูลกลับไป Publisher หรือส่งไป Subscriber อื่นๆต่อไป ก่อนจะรับหรือไปดึงมา ต้องทำการ Subscription (การสมัครเข้ากับ Publisher ที่ต้องการรับข้อมูลที่ Publisher นั้นๆผลิตขึ้นมา) ให้เรียบร้อยก่อนซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบ

ข.2.3.1 Pull Subscription

การสมัครเพื่อที่ Subscriber จะได้ไปดึงข้อมูล Publications มาใช้งานได้ กล่าวได้ว่าเป็นการทำงานหรือความรับผิดชอบของ Server ที่เป็น Subscriber เองในการไปรับข้อมูล Publications มา เหมาะกับ Server ที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับ Server ที่เป็น Publisher อย่างสม่ำเสมอ

ข.2.3.2 Push Subscription

การสมัครเพื่อที่ Server ที่เป็น Publishers เป็นฝ่ายดำเนินการส่งข้อมูลมาให้ Server ที่เป็น Subscribers การทำงานรวมไปถึงการใช้ทรัพยากรระบบ จะเกิดขึ้นที่ Distributors

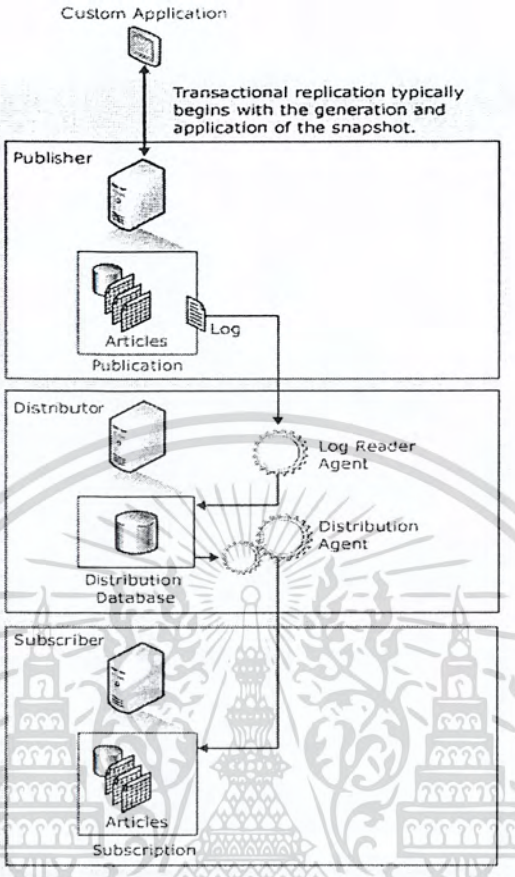
ข.3 ชนิดของ SQL Server Replication

ข.3.1 Snapshot replication

เป็นชนิดที่เรียบง่ายที่สุด ไม่มีการจัดการที่ซับซ้อนเหมือนอีก 2 ชนิด โดย publication ข้อมูลจาก publisher จะเป็นสิ่งเดียวที่จะนำมาใช้งาน ข้อมูล publication แบบนี้จะเรียกว่า snapshot (โดยข้อมูล snapshot นี้ replication อีก 2 ชนิดก็มีการใช้งานด้วยเช่นกัน) ซึ่งก็คือตัวเนื้อข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการกระจายออกไป ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงย่อยๆอื่นๆจะไม่มีการนำใช้ใน replication ชนิดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3.2 Transactional replication



รูป ข.2 กระบวนการ Transactional replication

เริ่มต้นการทำงานนั้น publication แรกจะถือเป็นข้อมูล snapshot (ข้อมูลก้อนใหญ่ที่ใช้เป็นพื้นฐานแบบเดียวกับที่ snapshot replication ใช้) แต่มีความแตกต่างจาก Snapshot replication ตรงที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับ article รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง (Insert/Update/Delete) บนฐานข้อมูลที่เป็น Publisher นั้นก็จะถูกรวบรวมจาก transaction log และนำส่งข้อมูลความเปลี่ยนแปลงนั้นออกไปที่ subscriber เพื่อให้ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบน subscriber

ข.3.3 Merge replication

มีความคล้ายกับ transactional replication ในด้านการรวบรวมความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลต่างๆที่เกิดขึ้น แต่ต่างกันที่ แทนที่จะส่งออกไปอย่างต่อเนื่อง จะมีการรวบรวมเป็นก้อนใหญ่กว่าแล้วค่อยส่งในลักษณะ batch ด้วยช่วงเวลาที่นานขึ้น และ merge replication ยังมีการจัดการความขัดแย้งของข้อมูล (conflict resolver) ที่เมื่อนำข้อมูลมาผสานหรือ merge กัน เพราะ Merge replication จะให้อิสระกับ Publisher และ Subscriber ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลของตนเอง จากนั้นจึงทำการความขัดแย้งของข้อมูลตามที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า

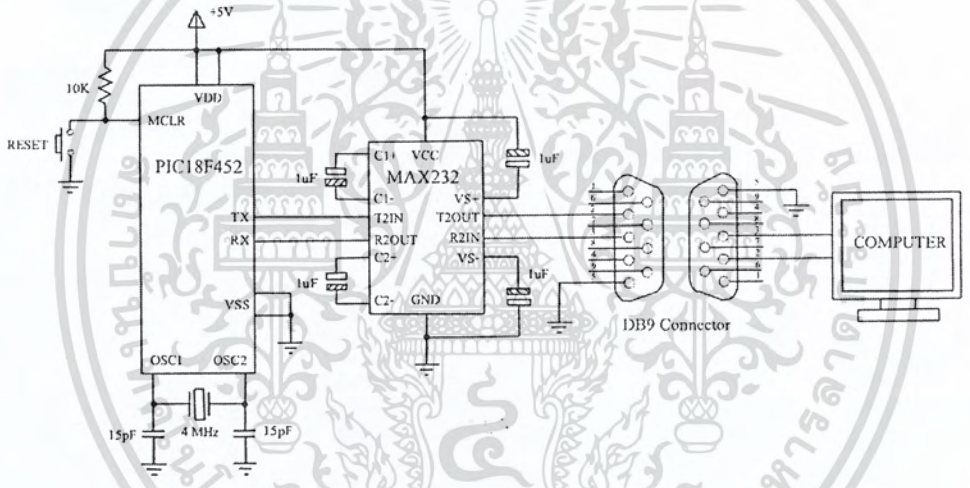
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การเขียนโปรแกรมใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART

ค.1 วงจรส่งข้อความผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมส่งข้อความ “Hello PIC” ออกจากขา TX ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART ของ PIC18F252 ผ่านไอซี MAX232 และผ่านคอมพอร์ตหัวต่อ DB9 เพื่อไปแสดงผลบนโปรแกรม Hyper Terminal ของคอมพิวเตอร์ วงจรส่งข้อความพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART แสดงดังรูป ค.1



รูป ค.1 วงจรส่งข้อความผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.2 โค้ดโปรแกรมภาษา C สำหรับโปรแกรมส่งข้อความผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART

โปรแกรม ค.1 ส่งข้อความผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม USART

```
void main()
{
   unsigned char text[]= "Hello PIC";
   unsigned char I;
   usart_Init(9600);      9600 bits/second
   for(i=0;i<14;i++)Usart_Write(text[i]);
}
```

โปรแกรมข้างต้นนั้นเป็นการสร้างอาร์เรย์เพื่อเก็บอักขระของข้อความ ทำการสร้างตัวแปร indes และกำหนดความเร็วการสื่อสารด้วยฟังก์ชั่น usart_Init จากนั้นจึงทำหารวนลูปเพื่อส่งตัวอักขระของข้อความทั้งหมด

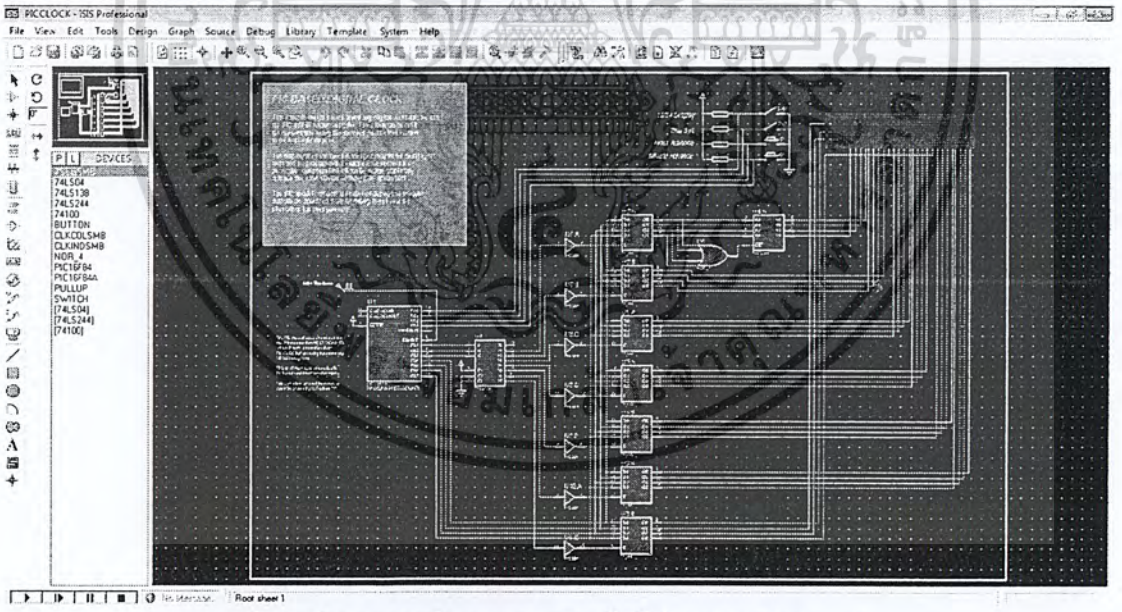
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การจำลองการทำงานของโปรแกรม

ง.1 การจำลองการทำงานของโปรแกรม

การจำลองการทำงานของโปรแกรม เป็นการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมที่เขียนขึ้นก่อนนำไฟล์ภาษาเครื่อง (.hex) ไปทำการโปรแกรมให้กับชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ การจำลองการทำงานนี้จะกระทำผ่านโปรแกรม Simulator ประเภท Graphic Simulator ซึ่งจะทำให้เห็นภาพอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เหมือนกับการต่อวงจรจริงๆ เพียงแต่ทำได้ง่ายกว่าและประหยัดเวลากว่า โปรแกรมจำลองการทำงานของ PIC ในปัจจุบัน มีอยู่หลายโปรแกรมด้วยกัน เช่น Proteus, GPSIM, Crocodile Technology 3D เป็นต้น

โปรแกรมจำลองการทำงานที่ใช้ประกอบการเรียนรู้คือ โปรแกรม Proteus 7 ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองการทำงาน ที่อาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนฟังก์ชันของตัวอุปกรณ์ สามารถจำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ทั้งอนาล็อกและดิจิตอล ซึ่งรวมถึงการจำลองการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย



รูป ง.1 จำลองการทำงานของ PIC ในโปรแกรม Proteus 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้