ระบบการจัดการคลังสินค้า และค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

Warehouse Management System and Products Finding by RFID Portable Reader

สรนนท์ วงศ์ทองดี

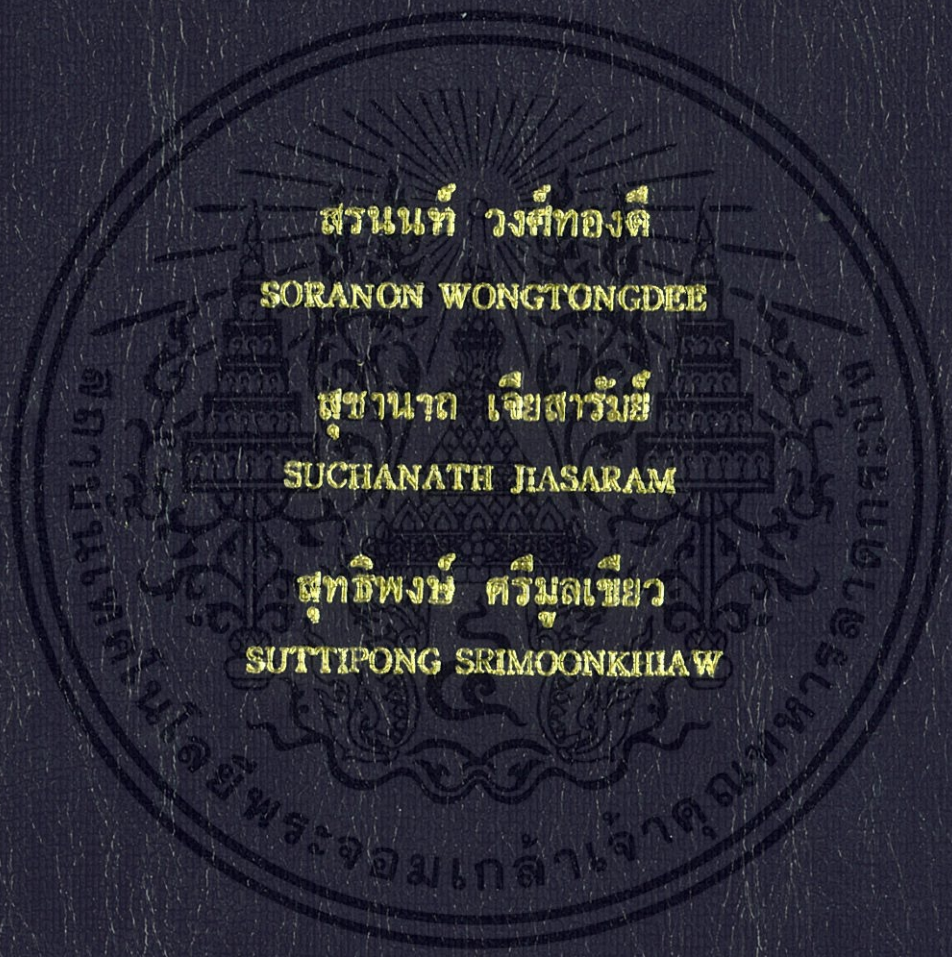
SORANON WONGTONGDEE

สุชานาถ เจียสารัมย์

SUCHANATH JIASARAM

สุทธิพงษ์ ศรีมูลเขียว

SUTTIPONG SRIMOONKHIAW



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ระบบการจัดการคลังสินค้า
และค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา
Warehouse Management System and Products Finding by RFID Portable Reader

สรนนท์ วงศ์ทองดี

SORANON WONGTONGDEE

สุชานาถ เจียสารัมย์

SUCHANATH JIASARAM

สุทธิพงษ์ ศรีมูลเขียว

SUTTIPONG SRIMOONKHIAW

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Warehouse Management System and Products Finding by RFID Portable Reader

SORANON WONGTONGDEE

SUCHANATH JIASARAM

SUTTIPONG SRIMOONKHIAW

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา
รายชื่อนักศึกษา	นายสรนนท์ วงศ์ทองดี รหัสนักศึกษา 53011639
	นางสาวสุชานาถ เจียสารัมย์ รหัสนักศึกษา 53011732
	นายสุทธิพงษ์ ศรีมูลเขียว รหัสนักศึกษา 53011740
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
พ.ศ.	2556
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	อ. สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

.....

(อ.สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา
รายชื่อนักศึกษา	นายสรนนท์ วงศ์ทองดี รหัสนักศึกษา 53011639
	นางสาวสุชานาถ เจียสารัมย์ รหัสนักศึกษา 53011732
	นายสุทธิพงษ์ ศรีมูลเขียว รหัสนักศึกษา 53011740
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
พ.ศ.	2556
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	อ.สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าภายในคลังสินค้า จากการศึกษาระบบการจัดการคลังสินค้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ยังเป็นระบบที่มีความล่าช้าในการค้นหาสินค้าและการอัพเดตข้อมูลสินค้าภายในคลังสินค้า เพราะไม่ทราบที่จัดวางสินค้าและจำนวนสินค้าเข้าออกที่แน่นอน จึงได้ทำการคิดเทคโนโลยีที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการบริหารจัดการคลังสินค้า ให้สามารถค้นหาสินค้าต่างๆ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้นผ่านเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา โดยการทำงานของระบบเพียงแค่พนักงานใส่ชื่อสินค้าที่ต้องการและเมื่อทำการค้นหาหน้าจอ LCD ก็จะแสดงตำแหน่งของสินค้าพร้อมทั้งมีไฟระบุตำแหน่งของช่องสินค้าที่เรากำลังค้นหาอยู่ ทำให้การค้นหาสินค้าเป็นไปอย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Warehouse Management System and Products Finding by RFID Portable Reader
Student	Mr. Soranon Wongtongdee Student ID. 53011639
	Ms. Suchanath Jiasaram Student ID. 53011732
	Mr. Suttipong Srimoonkhiaw Student ID. 53011740
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Information Engineering
Year	2013
Thesis Adviser	Mr. Sorapong Wachirarattanapornkul

ABSTRACT

This thesis is to learn for increasing the performance of finding products in warehouse. According to the warehouse management system nowadays is still lack of advancement in technology for finding and updating the database of the products, since we don't know exactly that where the products are or how many products are now, so the discussion then take advantage of the technologies that will help us manage more comfortably by using RFID portable reader. To find a product just type the name of it and then you will see the position of the product that you want along with the light of product's column.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แรงบันดาลใจ แนวคิด และแนวทางวิธีการปฏิบัติจาก อาจารย์สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล และอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศทุกท่าน ซึ่งเป็น อาจารย์ต้นแบบที่เน้นถึงองค์ความรู้ของนักศึกษาเป็นหลัก และได้นำประสบการณ์จากการทำงาน จริงมาเป็นแนวทางในการสอนเพื่อประโยชน์สูงสุดแก่นักศึกษา ปริญญานิพนธ์นี้ได้จัดทำขึ้นเป็น ผลสำเร็จ ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ทุกท่านโดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงรุ่นพี่และมิตรสหายคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบังทุกท่านที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการสนับสนุน และหาข้อมูลต่างๆ ทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่สนับสนุนและคอยช่วยเหลือคณะ ผู้จัดทำตลอดเรื่อยมา จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

นายสรนนท์ วงศ์ทองดี
นาวสาวสุชานาถ เจียสารัมย์
นายสุทธิพงษ์ ศรีมูลเขียว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญรูป VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา 1
1.2 จุดประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ 3
1.6.1 ฮาร์ดแวร์ 3
1.6.2 ซอฟต์แวร์ 3
1.7 เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน 5
2.1 การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management) 5
2.1.1 ความหมายการจัดการคลังสินค้า 5
2.1.2 วัตถุประสงค์ในการจัดการคลังสินค้า 5
2.1.3 ประโยชน์ของการจัดการคลังสินค้า 5
2.1.4 ประเภทของคลังสินค้า 6
2.2 RFID 7
2.2.1 ส่วนประกอบของระบบ RFID 7
2.2.2 ขั้นตอนการทำงานระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก 10
2.2.3 คลื่นพาหะในระบบ RFID 11
2.2.4 ระยะการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง 11
2.2.5 อัตราการรับส่งข้อมูลและแบนด์วิดธ์ 12
2.2.6 ตัวอย่างการใช้งาน RFID 12
2.2.7 ข้อดีและข้อเสียของระบบ RFID 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 ฐานข้อมูล (Database) 14
2.3.1 ข้อมูลและฐานข้อมูล 14
2.3.2 ลักษณะของฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ 16
2.4 บอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011 17
2.4.1 คุณสมบัติของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011 17
2.4.2 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011 19
2.4.3 ขั้วต่อสัญญาณต่างๆ 21
2.5 ภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ 21
2.5.1 โครงสร้างภาษาซี 21
2.5.2 คำสั่งต่างๆ ที่ใช้เขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วยภาษาซี 22
2.5.3 การเขียนฟังก์ชั่น (Function) 23
2.6 โมดูล (Module) ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์ 24
2.6.1 คีย์แพด (Keypad) 24
2.6.2 โมดูล RFID รุ่น SL031 26
2.6.3 โมดูลแอลซีดี (Module LCD) ขนาด 128x64 28
2.7 เทคโนโลยีไร้สาย ZigBee 29
2.8 มาตรฐาน IEEE 802.15.4 30
2.8.1 มาตรฐาน IEEE 802.15.4 Physical Layer 30
2.8.2 มาตรฐาน IEEE 802.15.4 MAC Layer 31
2.8.3 ชนิดอุปกรณ์ของ ZigBee 32
2.8.4 เครือข่ายโปรโตคอล ZigBee 33
2.8.5 ขั้นตอนการทำงานของโปรโตคอล ZigBee 34
2.8.6 ZigBee กับมาตรฐานการสื่อสารแบบไร้สายอื่นๆ 34
2.9 Arduino UNO R3 35
2.9.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม 35
2.9.2 Layout และ Pin out ของบอร์ด Arduino UNO R3 35
บทที่ 3 การออกแบบและการทำงานของระบบ 37
3.1 โครงสร้างรวมของระบบ 37
3.2 การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์ 39
3.3 ผังการทำงานของระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.1 การนำสินค้าเข้าคลังสินค้า....40
3.3.2 การค้นหาสินค้าในคลังสินค้า....41
3.3.3 การตรวจเช็คสินค้าในคลังสินค้า....42
3.3.4 การนำสินค้าเข้า/ออกจากคลังสินค้า....43
3.4 การออกแบบระบบ....44
3.4.1 Use case ไดอะแกรม....44
3.4.2 การออกแบบฐานข้อมูล....45
บทที่ 4 ผลการทดลอง....48
4.1 ผลการทดลอง....48
4.1.1 การทำงานบนเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา....48
4.1.2 การทำงานในส่วนของโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์....56
4.1.3 ผลการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย....68
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินปริญญานิพนธ์....69
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน....69
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินปริญญานิพนธ์....69
5.3 แนวทางในการพัฒนาปริญญานิพนธ์....69
บรรณานุกรม....70
ภาคผนวก....71
ภาคผนวก ก. คุณสมบัติและคู่มือการใช้งาน....72
ภาคผนวก ข. การติดตั้งโปรแกรมการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา.80
ภาคผนวก ค. การติดตั้งโปรแกรมที่ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์....83
ภาคผนวก ง. ชิ้นงาน....96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานในการทำปริญญานิพนธ์ 3
2.1 ค่าข้อมูลของ LCD ที่สัมพันธ์ระหว่างคีย์ต่างๆ ของคีย์แพด 4x4 กับตำแหน่งอ้างอิง 25
2.2 รายละเอียดของโครงสร้างพื้นฐานของโมดูล RFID รุ่น SL031 27
2.3 รูปแบบชุดคำสั่งที่ส่งไปยังโมดูล RFID เพื่อการสั่งงาน 27
2.4 รูปแบบชุดคำสั่งที่โมดูล RFID ตอบกลับ เพื่อการตรวจสอบ 27
2.5 รายละเอียดขาต่างๆ ของโมดูล LCD 29
2.6 มาตรฐาน IEEE 802.15.4 frequency bands and data transfer rates 31
2.7 ZigBee แบบ Physical Device 32
2.8 ZigBee แบบ Logical Device 33
2.9 การเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารแบบไร้สาย 35
3.1 ตารางเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน (ProductMember) 46
3.2 ตารางเก็บข้อมูลสินค้าในคลังสินค้า (ProductStore) 46
3.3 ตารางเก็บข้อมูลการนำสินค้าเข้า-ออกจากคลังสินค้า (ProductHistory) 47
4.1 ผลการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ภาพรวมของระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา 2
2.1 ภาพรวมของระบบ RFID 7
2.2 RFID แท็กในรูปแบบต่างๆ 8
2.3 บล็อกไดอะแกรมของ Passive Tag 8
2.4 ตัวอย่าง Active Tag ที่มีแบตเตอรี่ Lithium 2 ก้อนอยู่ภายนอก 9
2.5 โครงสร้างภายในเครื่องอ่าน 9
2.6 ตัวอย่างเครื่องอ่านแบบต่างๆ 10
2.7 ความถี่ย่านที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน 11
2.8 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในงานต่างๆ 13
2.9 ผังลักษณะการใช้งานระบบฐานข้อมูล 16
2.10 ลักษณะหน้าตาของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011 17
2.11 การจัดขาสัญญาณของ dsPIC30F4011 19
2.12 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011 19
2.13 การจัดเรียงสัญญาณของพอร์ต I/O ต่างๆ ของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011 21
2.14 การนำสวิตช์หลายตัวมาต่อกันเป็นคีย์แพด 4x4 24
2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างคีย์ต่างๆ ของคีย์แพด 4x4 กับตัวเลขตำแหน่งอ้างอิง 24
2.16 คีย์แพดขนาด 4x4 ที่ใช้งาน 25
2.17 โครงสร้างพื้นฐานของโมดูล RFID รุ่น SL031 26
2.18 หน้าจอแสดงผล LCD ขนาด 128x64 28
2.19 บล็อกไดอะแกรมของโมดูล LCD 28
2.20 โปรโตคอลของ ZigBee 30
2.21 ชนิดของเครือข่าย ZigBee 33
2.22 รูปร่างของบอร์ด Arduino UNO R3 35
3.1 การทำงานโดยรวมของระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา 37
3.2 ส่วนต่างๆ ของระบบและหน้าที่ของส่วนต่างๆ 38
3.3 โครงสร้างของระบบฮาร์ดแวร์ 39
3.4 Flow chart ขั้นตอนการนำสินค้าเข้าคลังสินค้า 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.5 Flow chart ขั้นตอนการค้นหาสินค้าในคลังสินค้า....41
3.6 Flow chart ขั้นตอนการตรวจเช็คสินค้าในคลังสินค้า....42
3.7 Flow chart ขั้นตอนการนำสินค้าเข้า/ออกจากคลังสินค้า....43
3.8 Use case ไดอะแกรม....44
3.9 ER ไดอะแกรม....45
4.1 การเริ่มต้นโปรแกรม....48
4.2 เข้าสู่การตั้งค่าการสื่อสาร....49
4.3 ตั้งค่าการสื่อสาร....49
4.4 กดปุ่ม start เพื่อเริ่มการทำงาน....50
4.5 หน้าต่างแสดงการพร้อมเริ่มทำงาน....50
4.6 หน้าต่างการทำงานแรกของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา....51
4.7 ล็อกอินเข้าสู่ระบบ....51
4.8 หน้าต่างการค้นหาสินค้า....51
4.9 ค้นหาสินค้า....51
4.10 ข้อมูลการค้นหาสินค้า....52
4.11 ไฟที่คลังสินค้าติด....52
4.12 หน้าต่างแสดงการบอกให้ทาบแท็ก RFID....52
4.13 อ่านแท็ก RFID....53
4.14 แสดงเมนูการนำเข้า/นำออก ให้เลือก....53
4.15 ทำการเลือกนำสินค้าเข้าคลังสินค้า....53
4.16 ใส่จำนวนสินค้าที่ต้องการนำเข้าคลังสินค้า....54
4.17 ดำเนินการนำสินค้าเข้าสู่คลังสินค้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว....54
4.18 การค้นหาสินค้า....54
4.19 จำนวนสินค้าเพิ่มขึ้น....54
4.20 เลือกการนำสินค้าออกจากคลังสินค้า....55
4.21 ใส่จำนวนสินค้าที่ต้องการนำออกจากคลังสินค้า....55
4.22 ดำเนินการนำสินค้าออกจากคลังสินค้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว....55
4.23 จำนวนสินค้าลดลง....55
4.24 ระบบอัพเดตฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ....56
4.25 เข้าสู่หน้าหลักของโปรแกรม....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.26 เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล 57
4.27 ล็อกอินเข้าสู่ระบบ 57
4.28 หน้าต่างของระบบฐานข้อมูล 58
4.29 เพิ่มสินค้าเข้าสู่ฐานข้อมูล 58
4.30 บันทึกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว 59
4.31 ค้นหาสินค้า 59
4.32 เลือกเมนูลบข้อมูลสินค้า 59
4.33 หน้าต่างโปรแกรมการลบข้อมูลสินค้า 60
4.34 ทำการลบสินค้าออกจากฐานข้อมูล 60
4.35 ลบข้อมูลสินค้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว 60
4.36 ผลการค้นหาสินค้าที่ถูกลบออกจากฐานข้อมูล 61
4.37 รูปแบบการรายงานการจัดการสินค้า 61
4.38 เลือกดูรายงานสินค้าแบบค้นหาจากวันที่ 62
4.39 ผลการค้นหาการจัดการสินค้าแบบค้นหาจากวันที่ 62
4.40 แสดงหน้าการปริ้นท์รายงานการจัดการสินค้า 63
4.41 เลือกเมนูระบบสมาชิก 63
4.42 หน้าต่างโปรแกรมระบบสมาชิก 64
4.43 เพิ่มสมาชิกใหม่เข้าสู่ระบบ 64
4.44 ทำการเพิ่มสมาชิกใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว 65
4.45 ข้อมูลหลังจากการเพิ่มสมาชิกใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูล 65
4.46 เลือกเมนูลบข้อมูลสมาชิก 66
4.47 หน้าต่างโปรแกรมลบสมาชิก 66
4.48 ลบสมาชิกออกจากฐานข้อมูล 66
4.49 ทำการลบสมาชิกออกจากฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว 67
4.50 ข้อมูลหลังจากการลบสมาชิกออกจากฐานข้อมูล 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

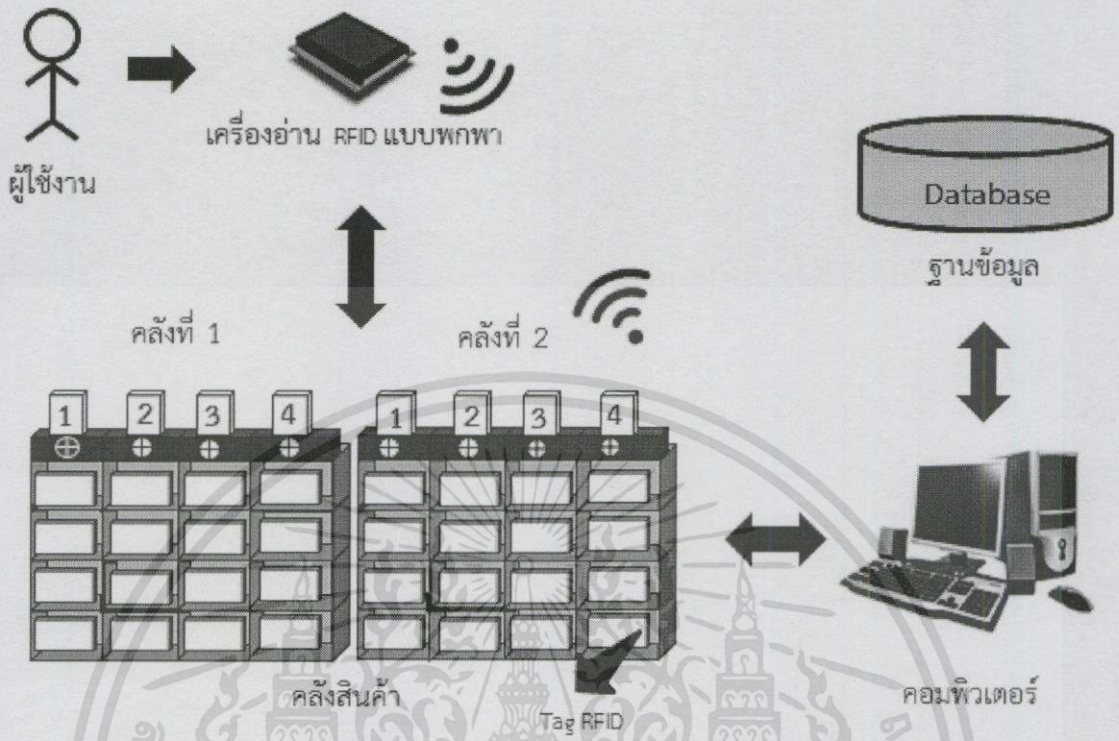
การเก็บสินค้าในคลังสินค้ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายอย่าง เช่น หาสินค้าไม่เจอ เสียเวลาในการค้นหาสินค้านาน สินค้าสูญหาย ขาดความน่าเชื่อถือ มีสินค้าอยู่ในคลังสินค้ามากเกินความจำเป็น หรือมีความต้องการสินค้าแต่สินค้าในคลังสินค้าหมด เป็นต้น โดยปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นจาก คน เช่น ค้นหาสินค้าไม่เจอ มีการหยิบสินค้าโดยไม่ได้แจ้ง เป็นต้น ปัญหาจากกระบวนการทำงาน เช่น ขั้นตอนการค้นหาสินค้ามีหลากหลายขั้นตอน การจัดเก็บสินค้าที่ไม่เป็นระบบ เป็นต้น แต่เทคโนโลยีในปัจจุบันมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) เทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูล เป็นต้น จึงได้เกิดแนวความคิดนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน ทำเป็นระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ทำให้เกิดความแม่นยำในการค้นหาสินค้าไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหาสินค้านานๆ ไม่จำเป็นต้องใช้คนที่มีประสบการณ์มากนัก การใช้ RFID ทำให้สามารถบริหารการสำรองสินค้าไว้ในคลังสินค้าด้วยระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in time หรือJIT) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยิ่งไปกว่านั้นยังช่วยลดความเสี่ยงด้านต้นทุนในการบริหารสินค้าคงคลัง ทำให้ไม่ต้องสำรองสินค้ามากเกินความจำเป็น เงินทุนไม่จมและไม่ต้องมีภาระรับผิดชอบจากปัญหาของเสียจากการเก็บสินค้านานเกินไป

1.2 จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาและเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล dsPIC30F4011
2. เพื่อศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับระบบ RFID
3. เพื่อนำไมโครคอนโรลเลอร์กับ RFID มาประยุกต์ใช้ในคลังสินค้าขนาดเล็ก
4. เพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบระบบการค้นหาสินค้าด้วย RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์



รูปที่ 1.1 ภาพรวมของระบบการจัดการคลังสินค้า
และค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

จากรูปที่ 1.1 ระบบจะมีเครื่องอ่าน RFID แบบพกพาเป็นส่วนสำคัญหลัก อันประกอบด้วย จอ LCD ที่ทำหน้าที่แสดงชื่อและตำแหน่งของสินค้าชนิดนั้นๆ ผู้ใช้สามารถที่จะนำสินค้าเข้าหรือนำสินค้าออกจากคลังสินค้าผ่านทางเครื่องอ่าน RFID แบบพกพาได้ โดยไม่จำเป็นต้องทำผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ และปริญญานิพนธ์นี้มีขอบเขตการดำเนินงาน ดังนี้

1. แบบจำลองคลังสินค้าขนาด 4 ช่อง ช่องละ 4 ชั้น จำนวน 2 ชิ้น
2. มีไฟสัญญาณเพื่อบอกตำแหน่งของช่องสินค้า
3. ในชั้นวางสินค้าแต่ละตำแหน่งจะมีแท็ก RFID ติดอยู่ 1 ชิ้น เพื่อเป็นตัวบอกชนิดสินค้า
4. ระบบสามารถเช็คจำนวนสินค้าที่เข้าและออกจากคลังสินค้าได้
5. แสดงผลข้อมูลและตำแหน่งสินค้าบนจอ LCD ขนาดเล็กโดยมีคีย์แพด ขนาด 4x4 ใช้การกดดูข้อมูล
6. มีรูปแบบการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานในการทำปริญญานิพนธ์

ลำดับ	ชื่องาน	2556							2557		
		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1	กำหนดความต้องการ จุดประสงค์ และขอบเขตของโครงงาน										
2	ขั้นการวิเคราะห์และออกแบบ										
3	การออกแบบ Hardware										
4	การออกแบบ Software และ Interface										
5	ขั้นการลงมือทำงาน										
6	ทำ Database สำหรับเก็บข้อมูลในคลังสินค้า										
7	RFID										
8	วงจร LCD แบบพกพา										
9	โปรแกรม Interface										
10	โมเดลคลังสินค้า										
11	ขั้นการทดสอบและแก้ไข										
12	ขั้นการทำเอกสาร										

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล dsPIC30F4011 และเทคโนโลยี RFID
2. สามารถนำเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล dsPIC30F4011 และเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้กับคลังสินค้าได้
3. ระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในในคลังสินค้าขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำปริญญานิพนธ์ไปประยุกต์ใช้กับการทำงานในอนาคตได้

1.6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.6.1 ฮาร์ดแวร์

- แท็ก RFID
- ตัวอ่าน RFID
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล dsPIC30F4011
- จอ LCD ขนาดเล็ก
- คีย์แพด ขนาด 4x4
- ตัวรับส่งสัญญาณไร้สาย
- หลอดไฟ LED

1.6.2 ซอฟต์แวร์

- ภาษา C สำหรับเขียนสั่งการไมโครคอนโทรลเลอร์
- Microsoft Visual Studio สำหรับทำ User Interface บนคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 เนื้อหาในปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 5 บท โดยที่

บทที่ 1 จะเป็นบทนำที่กล่าวถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขตการทำปริญญานิพนธ์ ขั้นตอนการดำเนินงาน ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำปริญญานิพนธ์และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 จะบทที่กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล dsPIC30F4011, RFID, โมดูลต่างๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล dsPIC30F4011 การสื่อสารไร้สาย

บทที่ 3 จะเป็นการออกแบบวงจรเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา การออกแบบระบบโดยใช้ Use case ไดอะแกรม และออกแบบระบบฐานข้อมูลโดยใช้ ER ไดอะแกรม

บทที่ 4 จะเป็นผลการทดลองชิ้นงาน ผลการทำงานของโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผลการทำงานของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ผลการทำงานของไฟบนแบบจำลองคลังสินค้าและผลของการรับส่งแบบไร้สาย

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการดำเนินปริญญานิพนธ์ ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างทำปริญญานิพนธ์ แนวทางในการพัฒนาปริญญานิพนธ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management)

2.1.1 ความหมายการจัดการคลังสินค้า

คลังสินค้า หมายถึง สิ่งปลูกสร้างหรือพื้นที่ที่มีไว้เพื่อใช้ในการพักเก็บรักษาสินค้า เพื่อการขนย้ายและกระจายสินค้า คลังสินค้ามีหน้าที่สั่งสินค้าจากผู้ผลิต รับสินค้า (Good Receipt) ตรวจพิสูจน์ทราบ (Identify Goods) การตรวจแยกประเภทสินค้า (Sorting Goods) จัดเก็บสินค้า (Put away) ดูแลรักษาสินค้า (Holding Goods) นำออกจากที่เก็บ (Picking) การส่งสินค้าผ่านคลัง (Cross Docking) และงานจัดส่งสินค้าตามใบสั่งสินค้าของร้านค้าสาขาต่างๆ (Dispatch Goods) เป็นต้น ลักษณะทั่วไปของคลังสินค้าคือเป็นอาคารชั้นเดียว มีพื้นที่กว้างขวางสำหรับการเก็บสินค้า และมีประตูขนาดใหญ่หลายประตูเพื่อสะดวกในการขนย้ายสินค้า

การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management) เป็นการจัดการการรับ การจัดเก็บ การจัดส่งสินค้าให้ผู้รับเพื่อกิจกรรมการขาย เป้าหมายหลักในการบริหาร ดำเนินธุรกิจ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าก็เพื่อให้เกิดการดำเนินการเป็นระบบให้คุ้มกับการลงทุน การควบคุมคุณภาพของการเก็บ การคัดแยกสินค้า การป้องกันและลดการสูญเสียจากการดำเนินงานเพื่อให้ต้นทุนการดำเนินงานต่ำที่สุด และการใช้ประโยชน์เต็มที่จากพื้นที่

2.1.2 วัตถุประสงค์ในการจัดการคลังสินค้า

1. ลดระยะทางในการปฏิบัติการในการเคลื่อนย้ายให้มากที่สุด
2. การใช้พื้นที่และปริมาตรในการจัดเก็บให้เกิดประโยชน์สูงสุด
3. สร้างความมั่นใจว่าแรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ สาธารณูปโภคต่างๆ มีเพียงพอและสอดคล้อง กับระดับของธุรกิจที่ได้วางแผนไว้
4. สร้างความพึงพอใจในการทำงานในแต่ละวันแก่ผู้เกี่ยวข้องในการเคลื่อนย้ายสินค้า ทั้งการรับเข้าและการจ่ายออก โดยใช้ปริมาณจากการจัดซื้อ และความต้องการในการจัดส่งให้แก่ลูกค้าเป็นเกณฑ์
5. สามารถวางแผนได้อย่างต่อเนื่อง ควบคุม และรักษาระดับการใช้ทรัพยากรต่างๆ เพื่อให้เกิดการบริการภายใต้ต้นทุนที่เกิดประสิทธิภาพคุ้มค่าในการลงทุนตามขนาดธุรกิจที่กำหนด

2.1.3 ประโยชน์ของการจัดการคลังสินค้า

1. ช่วยสนับสนุนการผลิต โดยคลังสินค้าจะทำหน้าที่ในการรวบรวมวัตถุดิบในการผลิตชิ้นส่วน และส่วนประกอบต่างๆ จากผู้ขายปัจจัยการผลิต เพื่อส่งป้อนให้กับโรงงานเพื่อผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูปต่อไป เป็นการช่วยลดต้นทุนในการจัดเก็บสินค้า
2. เป็นที่ผสมผลิตภัณฑ์ ในกรณีที่มีการผลิตสินค้าจากโรงงานหลายแห่ง โดยอยู่ในรูปของคลังสินค้ากลาง จะทำหน้าที่รวบรวมสินค้าสำเร็จรูปจากโรงงานต่างๆ ไว้ในที่เดียวกัน เพื่อส่งมอบให้ลูกค้าตามต้องการ ขึ้นอยู่กับลูกค้าแต่รายว่าต้องการสินค้าจากโรงงานใดบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เป็นที่รวบรวมสินค้า ในกรณีที่ลูกค้าต้องการซื้อสินค้าจำนวนมากจากโรงงานหลายแห่ง คลังสินค้าจะช่วยรวบรวมสินค้าจากหลายแหล่งเพื่อจัดเป็นขนส่งขนาดใหญ่หรือทำให้เต็มเที่ยว ซึ่งช่วยประหยัดค่าขนส่ง

4. ใช้ในการแบ่งแยกสินค้าให้มีขนาดเล็กลง ในกรณีที่การขนส่งจากผู้ผลิตมีหีบห่อหรือพาเลตขนาดใหญ่ คลังสินค้าจะเป็นแหล่งที่ช่วยในการแบ่งแยกสินค้าให้มีขนาดเล็กลงเพื่อส่งมอบให้กับลูกค้ารายย่อยต่อไป

2.1.4 ประเภทของคลังสินค้า

การแบ่งประเภทของคลังสินค้านิยมแบ่งตามลักษณะธุรกิจ แบ่งตามประเภทของคลังสินค้าตามลักษณะงาน หรือ แบ่งตามลักษณะสินค้าที่เก็บรักษา ซึ่งในที่นี้จะนำเสนอการแบ่งประเภทของคลังสินค้าตามลักษณะงานซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. คลังสินค้าสำหรับเก็บรักษาสินค้า คลังสินค้าที่มีหน้าที่หลักในการเก็บรักษาสินค้า ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปวัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูป ก็ได้เพื่อทำหน้าที่ตอบสนองความต้องการของฝ่ายผลิต หรือร้านค้าตามลำดับ ดังนี้การจัดการสินค้าประเภทนี้จะเน้นที่การรักษาสภาพสินค้า และการป้องกันสูญหายของสินค้าเป็นสำคัญ

2. ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution center, DC) ศูนย์กระจายสินค้า คือ คลังสินค้าที่ทำหน้าที่ทั้งในฐานะเป็นคลังสินค้า และเป็นหน่วยเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิต (Manufacturer) กับผู้ขายปลีก (Retailers) จะเป็นผู้ให้บริการทางด้านโลจิสติกส์ (Logistics Provider) ในด้านการเก็บสินค้าและการจัดการขนส่งสินค้าสำเร็จรูปให้กับลูกค้าได้อย่างทันเวลาและถูกต้องตรงตามความต้องการ ส่วนใหญ่จะเป็นผู้ให้บริการภายนอก (Outsource) หรือ Third Party Logistics Service Provider (3PL) จะทำหน้าที่รับสินค้าจากผู้ผลิตแต่ละรายมาเก็บในคลังสินค้าของตน โดยดำเนินการบริหารจัดการในการควบคุมปริมาณด้านเทคโนโลยีในการกระจายและจัดการสินค้าแทนเจ้าของสินค้าหรือผู้ผลิตสินค้าโดยรับผิดชอบงานขนส่งจนสินค้า ไปสู่ผู้รับ ประโยชน์ที่เกิดขึ้นนี้คือ การลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งของผู้ผลิตไปสู่ผู้ขายปลีกหรือลูกค้าแต่ละราย ผู้ผลิตสามารถขนส่งมาที่ DC เพียงแห่งเดียว โดย DC จะทำการกระจายสินค้าสู่ผู้ขายปลีกตามความถี่ที่ผู้ขายปลีกต้องการทำให้ไม่จำเป็นต้องมีที่เก็บสินค้าคงคลังจำนวนมากที่ผู้ขายปลีกอีกต่อไป ค่าใช้จ่ายส่วนวัสดุคงคลังของร้านขายปลีกก็ลดลง ทำให้ต้นทุนรวมส่งผลให้มีความได้เปรียบในด้านการแข่งขันทั้งด้านราคาและความรวดเร็วในการบริการ ในปัจจุบันร้านขายปลีกหลายแห่งจึงสามารถรับประกันราคาต่ำสุดแก่ผู้บริโภคได้

3. ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า (Cross Dock) ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า หมายถึง คลังสินค้าใช้สำหรับในการรับสินค้าและส่งสินค้าในเวลาเดียวกัน หรือเป็นคลังสินค้าซึ่งมีการออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อใช้ในการขนย้ายจากพาหะหนึ่งไปสู่อีกพาหะหนึ่ง ส่วนใหญ่เหมาะจะเป็นสถานที่ ซึ่งมีลักษณะเป็นศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า ซึ่งจะทำหน้าที่ในการบรรจุและคัดแยกสินค้า Cross Dock จะทำหน้าที่เป็นสถานีเปลี่ยนถ่ายสินค้าระหว่างรูปแบบการขนส่ง ซึ่งอาจเป็นจากซับพลายเออร์หลายราย แล้วนำมาคัดแยกรวมรวม บรรทุก เพื่อจัดส่งให้ลูกค้าแต่ละราย ซึ่งจะจัดส่งต่อให้ลูกค้าแต่ละราย ซึ่งจะจัดส่งต่อให้ลูกค้าซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นร้านผู้ขายปลีกหรือร้านสะดวกซื้อ ซึ่งจะมีความต้องการสินค้าย่อยที่หลากหลาย

ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า จะมีลักษณะคล้ายคลังสินค้าที่มี 2 ด้าน โดยด้านหนึ่งสำหรับใช้ในการรับสินค้า และอีกด้านหนึ่งใช้ในการจัดส่งสินค้า โดยสินค้าที่นำเข้ามาใน คลังจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

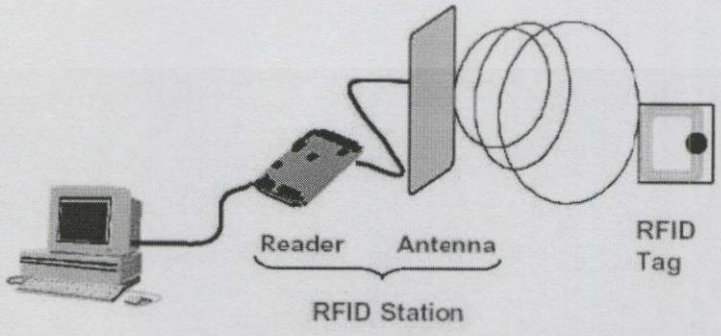
มีกระบวนการคัดแยก-บรรจุและรวบรวมสินค้า เพื่อจัดส่งไปให้กับผู้รับ ซึ่งโดยปกติแล้วนำสินค้าเข้ามาเก็บและจัดส่งมักจะดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายใน 24 ชั่วโมง ภารกิจสำคัญ คือ จะเป็นตัวกลางในการรวบรวมสินค้าให้สามารถจัดส่งได้เต็มคันรถหรือใช้พื้นที่ในคอนเทนเนอร์ให้ได้เต็มพิกัด โดย Cross Dock ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่า ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า ส่วนใหญ่แล้วศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าจะกระจายอยู่ตามภาคหรือจังหวัด ซึ่งเป็นศูนย์กลางของการขนส่ง จึงมีส่วนช่วยแก้ปัญหารถบรรทุกที่ไม่มีสินค้าในเที่ยวกลับ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของการขนส่งทางถนนในประเทศไทย ทั้งนี้ Cross Dock อาจจะทำหน้าที่เป็น ICD (Inland Container Depot) โดยสามารถเชื่อมโยงการขนส่งในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการขนส่งทางรถไฟ ทางรถบรรทุก หรือขนส่งทางน้ำหรือท่าเรือ-สนามบินซึ่งแสดงให้เห็นว่า Cross Dock จะมีบทบาทและปัจจัยสำคัญต่อการสนับสนุนรูปแบบการขนส่ง ที่เรียกว่า Multimodal Transport

2.2 RFID

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นระบบระบุเอกลักษณ์ของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เพื่อวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำไปใช้งานแทนบาร์โค้ด (Barcode) โดยจุดเด่นของ RFID ก็อยู่ตรงการอ่านข้อมูลจากแท็ก (Tag) ได้หลายๆ แท็ก แบบไร้สัมผัสและสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น ทนต่อแรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถจะอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงโดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิพ (Microchip) ที่อยู่ที่ในแท็ก ในปัจจุบันได้มีการนำ RFID ไปประยุกต์ใช้งานด้านอื่นๆ นอกเหนือจากนำมาใช้แทนระบบบาร์โค้ดแบบเดิม ใช้ในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรสำหรับผ่านเข้าออกห้องพัก บัตรที่จอดรถตามศูนย์การค้าต่างๆ อาจพบเห็นอยู่ในรูปของแท็กสินค้าซึ่งมีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษได้ หรือเป็นแคปซูลขนาดเล็กฝังเอาไว้ในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติต่างๆ เป็นต้น

2.2.1 ส่วนประกอบของระบบ RFID

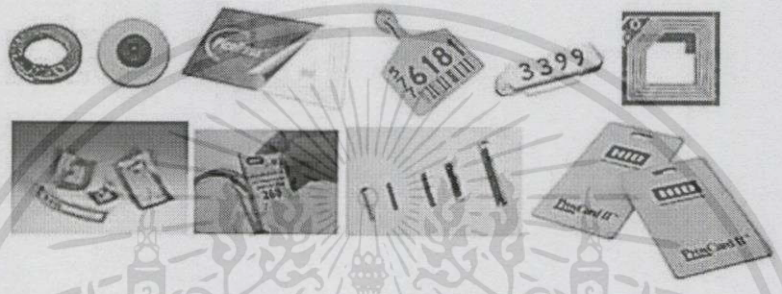
ในระบบ RFID จะมีองค์ประกอบหลักๆ อยู่ 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกคือทรานสปอนเดอร์หรือแท็ก (Transponder/Tag) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่างๆ ที่เราต้องการโดยแท็กที่ว่าจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ส่วนที่สองก็คือเครื่องสำหรับอ่าน/เขียนข้อมูลภายในแท็ก (Interrogator/Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ



รูปที่ 2.1 ภาพรวมของระบบ RFID
(http://comsbc.gagto.com/?cid=388251)

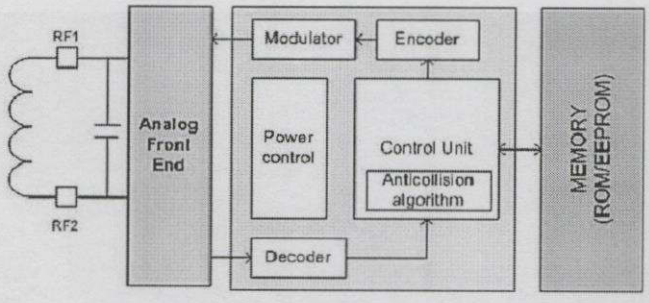
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แท็ก (Tag) โครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วยด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ขดลวดขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ และสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิพ (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ เช่น รหัสสินค้า โดยทั่วไปตัวแท็กอาจอยู่ในชนิดทั้งเป็น กระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างต่างๆ กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำเอาไปติด และมีหลายรูปแบบ เช่น ขนาดเท่ากับบัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แคปซูล เป็นต้น (พิจารณารูปที่ 2.2) แต่โดยหลักการอาจแบ่งแท็กที่มีใช้งานกันอยู่นั้นจะมีอยู่ 2 ชนิดใหญ่ๆ โดยแต่ละชนิดก็จะมีความแตกต่างกันในแง่ของการใช้งาน ราคา โครงสร้างและหลักการทำงานอยู่ อธิบายเป็นหัวข้อดังนี้



รูปที่ 2.2 RFID แท็กในรูปแบบต่างๆ
(http://comsbc.gagto.com/?cid=388251)

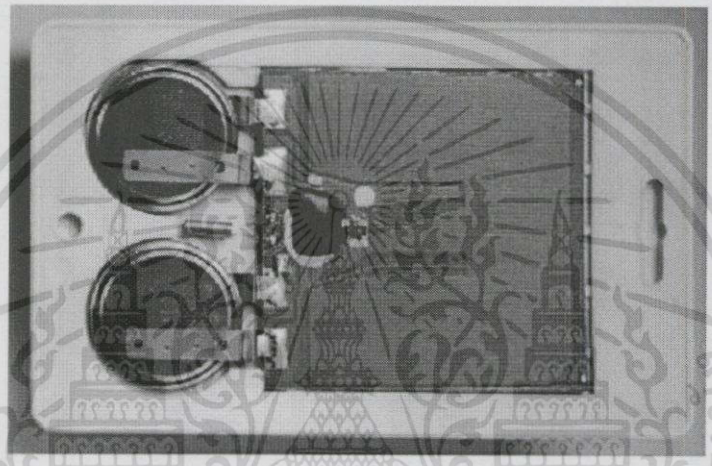
- Passive RFID Tags แท็กชนิดนี้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใดๆ เพราะภายในแท็กจะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตร ขึ้นอยู่กับความแรงของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ โดยปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็ก โดยทั่วไปประมาณ 16 - 1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่อไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมา จะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กนั้นก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนของควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ (Analog Front-End) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit) ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งอาจจะเป็นแบบ ROM หรือ EEPROM



รูปที่ 2.3 บล็อกไดอะแกรมของ Passive Tag
(http://comsbc.gagto.com/?cid=388251)

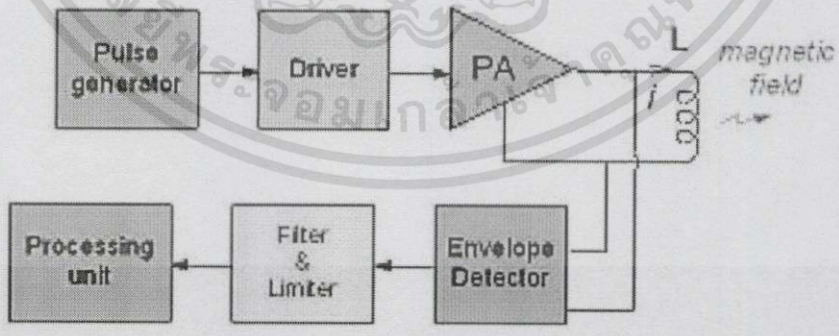
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Active RFID Tags แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงานทำงานโดยแท็กแบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 10 เมตร แม้ว่าแท็กชนิดนี้จะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียอยู่ด้วยเหมือนกัน เช่น มีราคาต่อหน่วยแพง มีขนาดค่อนข้างใหญ่และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัดนอกจากการแบ่งจากชนิดที่ว่ามาแล้ว แท็กก็ยังถูกแบ่งประเภทจากรูปแบบในการใช้งานได้เป็น 3 แบบคือ แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read-Write), แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write-Once Read-Many หรือ WORM) และแบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-only) อย่างไรก็ตามเนื่องจากการใช้งานจะนิยมใช้แท็กชนิดพาสซีฟมากกว่า



รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Active Tag ที่มีแบตเตอรี่ Lithium 2 ก้อนอยู่ภายนอก
(http://comsbc.gagto.com/?cid=388251)

2. เครื่องอ่าน (Reader)



รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในเครื่องอ่าน
(http://comsbc.gagto.com/?cid=388251)

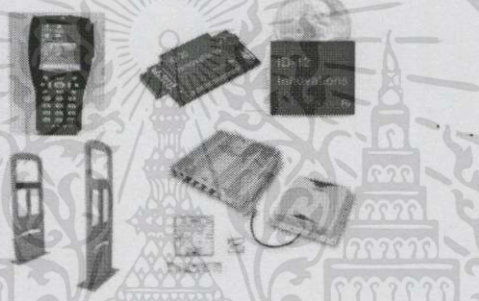
โดยหน้าที่ของเครื่องอ่านก็คือ การเชื่อมต่อเพื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลลงในแท็กด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อใช้รับ-ส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูล จำพวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.5 โดยทั่วไปเครื่องอ่านจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักหลักดังนี้

- ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ
- ภาคสร้างสัญญาณพาหะ
- ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ
- วงจรจูนสัญญาณ
- หน่วยประมวลผลข้อมูล และภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปหน่วยประมวลผลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งอัลกอริทึมที่อยู่ภายในโปรแกรม จะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (Decoding) ที่ได้รับ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยลักษณะ ขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันออกไปตามประเภทของการใช้งาน เช่น แบบมือถือขนาดเล็กหรือแบบติดผนังไปจนถึงขาดใหญ่เท่าประตู (Gate Size) เป็นต้นดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างเครื่องอ่านแบบต่างๆ
(http://www.ecti-thailand.org/emagazine/views/60)

2.2.2 ขั้นตอนการทำงานระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก

1. ตัวเครื่องอ่านจะทำการส่งสัญญาณวิทยุอย่างต่อเนื่องหรือเป็นจังหวะ และรอคอยสัญญาณตอบจากตัวแท็ก

2. เมื่อแท็กได้รับสัญญาณคลื่นวิทยุที่ส่งมาจากเครื่องอ่านในระดับที่เพียงพอก็จะทำการเหนี่ยวนำเพื่อสร้างพลังงานป้อนให้แท็กทำงาน โดยแท็กจะสร้างสัญญาณนาฬิกาเพื่อกระตุ้นให้วงจรดิจิตอลในแท็กทำงาน

3. วงจรภาคดิจิตอลจะไปอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายใน และเข้ารหัสข้อมูลแล้วส่งไปยังภาคอนาล็อกที่ทำหน้าที่มอดดูเลตข้อมูล

4. ข้อมูลที่ถูกมอดดูเลตจะถูกส่งผ่านสายอากาศไปยังเครื่องอ่าน

5. เครื่องอ่านจะสามารถตรวจจับสัญญาณการเปลี่ยนแปลงของขนาด (Envelope Detector) และใช้พีกดีเทกเตอร์ (Peak Detector) ในการแปลงสัญญาณข้อมูลที่มอดูเลตแล้วจากแท็ก

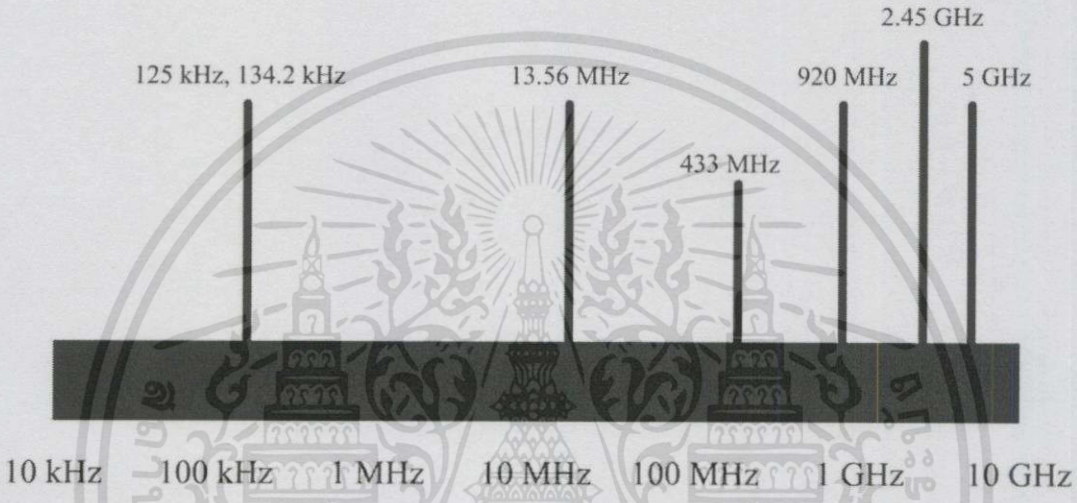
6. เครื่องอ่านจะถอดรหัสข้อมูลและส่งไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 คลื่นพาหะในระบบ RFID

ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบ RFID จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial-Scientific-Medical) เป็นย่านความถี่ที่กำหนดในการใช้ในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานโดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารโดยทั่วไป โดยมี 3 ย่านความถี่ใช้งาน คือ สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบ RFID อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ย่านหลัก ได้แก่

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LH) ต่ำกว่า 150 กิโลเฮิรตซ์
- ย่านความถี่สูง (High Frequency : HF) 13.56 เมกะเฮิรตซ์
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency : UHF) 433/868/915 เมกะเฮิรตซ์



รูปที่ 2.7 ความถี่ย่านที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน
(http://www.ecti-thailand.org/emagazine/views/106)

ในแง่การใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับการใช้งานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะใกล้ (LH ระยะอ่านประมาณ 10 เซนติเมตร ถึง 20 เซนติเมตร และ HF ระยะอ่านประมาณ 1 เมตร) เช่น การตรวจสอบการเข้าออกพื้นที่ การตรวจหาและเก็บประวัติในสัตว์ ส่วนย่านความถี่สูงยิ่งจะถูกใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 1 เมตร ถึง 10 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน และในปัจจุบันระบบ RFID กำลังถูกวิจัยและพัฒนาในย่านความถี่ไมโครเวฟที่ความถี่ 2.4 กิกกะเฮิรตซ์ และความถี่ 5.8 กิกกะเฮิรตซ์ เพื่อใช้งานที่ต้องการระยะอ่านที่ไกลกว่า 10 เมตร เป็นต้น ในแง่ของราคาและความเร็วในการสื่อสารข้อมูล เมื่อเทียบกันแล้ว RFID ซึ่งใช้คลื่นพาหะย่านความถี่สูง เป็นระบบที่มีความเร็วในการอ่านข้อมูลสูงสุดและมีราคาแพงที่สุดด้วยเช่นกัน ส่วน RFID ที่ใช้คลื่นพาหะในอีก 2 ย่านความถี่จะมีระดับราคาและความเร็วลดหลั่นกันลงไป

2.2.4 ระยะการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง

ระยะการรับส่งข้อมูลในระบบ RFID ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญต่างๆ คือ กำลังส่งของตัวอ่านข้อมูล (Reader/Interrogator Power) กำลังส่งของแท็ก (Tag Power) และสภาพแวดล้อม

ส่วนการออกแบบสายอากาศของตัวอ่านข้อมูล จะเป็นตัวกำหนดลักษณะรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกมาจากสายอากาศ ดังนั้นระยะการรับส่งข้อมูล อาจขึ้นอยู่กับมุมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับส่งระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูลด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสำคัญ

ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทั่วไปจะลดลงตามระยะทางโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง แต่ในบางสภาพแวดล้อมซึ่งอาจมีการสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสิ่งต่างๆ รอบตัว เช่น โลหะ ก็อาจทำให้ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยอาจแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสี่ ปรากฏการณ์เช่นนี้เราเรียกว่า "Multi-path Attenuation" ซึ่งจะส่งผลให้ระยะการรับส่งข้อมูลสั้นลง หรือแม้กระทั่งความชื้นในอากาศก็อาจมีผลในกรณีที่ความถี่สูงๆ

ดังนั้นการนำระบบ RFID ไปใช้งานก็ควรมีการคำนึงถึงสภาพแวดล้อม เพราะจะมีผลกระทบกับระยะการรับส่งข้อมูล และพยายามติดตั้งระบบให้ห่างไกลจากโลหะ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

กำลังส่งของแท็กที่จะส่งกลับมายังตัวอ่านข้อมูลนั้น โดยทั่วไปจะมีกำลังที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับกำลังส่งของตัวอ่านข้อมูล ดังนั้นความไวในการตรวจจับสัญญาณของตัวอ่านข้อมูลก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่ต้องพิจารณา ถึงแม้ในทางเทคนิคเราจะสามารถทำให้ตัวอ่านข้อมูลมีกำลังส่งมากแค่ไหนก็ได้ แต่โดยทั่วไปก็จะถูกจำกัดโดยกฎหมายของแต่ละประเทศ เช่นเดียวกับความถี่ ดังนั้นในระบบ RFID โดยทั่วๆ ไปจะมีกำลังส่งเพียงระหว่าง 100 มิลลิวัตต์ ถึง 500 มิลลิวัตต์

2.2.5 อัตราการรับส่งข้อมูลและแบนด์วิดธ์

อัตราการรับส่งข้อมูล (Data Transfer Rate) จะขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นพาหะ โดยปกติถ้าความถี่ของคลื่นพาหะยิ่งสูง อัตราการรับส่งข้อมูลก็จะยิ่งสูงตามไปด้วย ส่วนการเลือกแบนด์วิดธ์หรือย่านความถี่นั้นก็จะมีผลต่ออัตราการรับส่งข้อมูลเช่นกันโดยมีหลักว่าแบนด์วิดธ์ควรจะมีค่ามากกว่าอัตราการรับส่งข้อมูลที่ต้องการอย่างน้อยสองเท่า แต่การใช้แบนด์วิดธ์ที่กว้างเกินไปก็อาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนมาก หรือทำให้ S/N Ratio ต่ำลงนั่นเอง ดังนั้นการเลือกใช้แบนด์วิดธ์ให้ถูกต้องก็เป็นส่วนสำคัญในการพิจารณา

2.2.6 ตัวอย่างการใช้งาน RFID

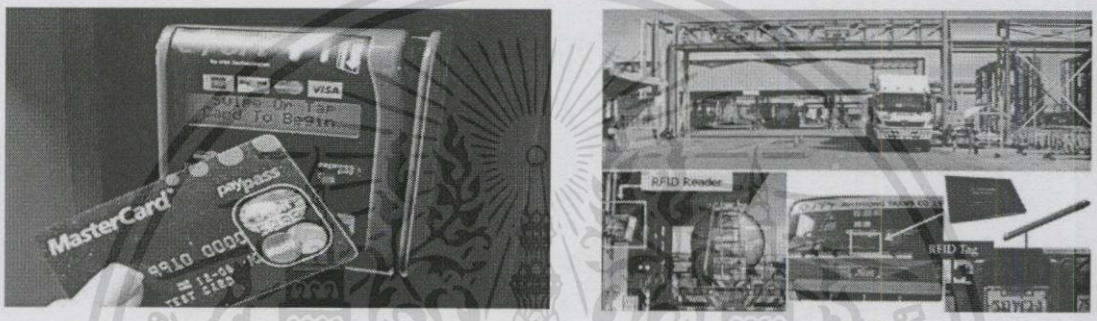
ในปัจจุบันการนำระบบ RFID มาประยุกต์ใช้งานหลากหลายประเภท เช่น

- ทดแทนระบบบาร์โค้ด (Barcode) รุ่นเก่า
- Access Control/Personal Identification หรือการเข้า-ออกอาคาร แทนการใช้บัตรแม่เหล็กรูดเป็นแบบเดิม เนื่องจากบัตรแม่เหล็กรูดมากๆ ก็จะเสื่อม แต่บัตรแบบ RFID (Proximity Card) ใช้เพียงแตะหรือแสดงผ่านหน้าเครื่องอ่านเท่านั้น รวมทั้งยังสามารถใช้กับการเช็คเวลาเข้า-ออกของพนักงาน
- ห่วงโซ่อุปทานและระบบลอจิสติกส์ ภาพที่เห็นในโรงงานอนาคต คือสามารถติดแท็ก ไว้กับชิ้นงานเมื่อชิ้นงานผ่านสายพานสินค้าในโรงงาน แต่ละแผนกจะรู้ว่าจะต้องทำอย่างไร ติดอะไรบ้างและต้องส่งไปที่ไหนต่อ รวมถึงการจัดการสินค้าในคลังสินค้า ว่ารับสินค้ามาเมื่อใด จะต้องเก็บไว้ที่ไหน จะส่งไปที่ไหนอย่างไร ใครจะมารับ ส่วนภาพที่ผู้บริโภคจะเห็นคือ การซื้อสินค้าในซูเปอร์มาร์เก็ต เวลาซื้อก็หยิบใส่ตะกร้าคิดเงินผ่านเครื่องอ่าน RFID ครั้งเดียวคิดเงินได้ทันที ไม่ต้องหยิบมายิงบาร์โค้ดทีละชิ้นให้เสียเวลา และเตือนผู้ซื้อได้หากสินค้าหมดอายุ
- ระบบ Animal Tracking เหมาะกับเกษตรกรไทย ในการพัฒนาด้านปศุสัตว์ให้เป็นระบบฟาร์ม ออโตเมชัน ด้วยชิพ RFID ติดตัวสัตว์เลี้ยง ทำให้สามารถทราบเจ้าของ ตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพันธุ์ การให้อาหารและการควบคุมโรคติดต่อในสัตว์ รวมถึงการสร้าง Food Traceability สำหรับใช้สู้กับข้อกีดกันทางการค้าของสหรัฐอเมริกา และกลุ่มสหภาพยุโรป ที่อยู่ระหว่างตัดสินใจว่าผู้ส่งออกสินค้าเนื้อสัตว์ชำแหละ

- ระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ (e-ticket) เช่น บัตรทางด่วน บัตรตั๋วรถไฟฟ้าใต้ดิน
- ระบบหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-passport) ที่ทางประเทศสหรัฐกำลังกำหนดมาตรฐานการเข้าออกประเทศ เพื่อป้องกันผู้ก่อการร้ายรวมไปถึง E-citizen ด้วย
- ระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ (Immobilizer) ในรถยนต์ ป้องกันกุญแจผีในการขโมยรถยนต์ (Smart Key entry) พวก Keyless ในรถยนต์ราคาแพงยางรุ่นก็เริ่มนำมาใช้งานแล้ว
- ระบบห้องสมุดดิจิตอล ในการยืมคืนอัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้บริการได้รับความสะดวกสบายยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.8 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในงานต่างๆ
(http://nanasara-25.blogspot.com/2010/06/rfid.html)

2.2.7 ข้อดีและข้อเสียของระบบ RFID

ข้อดีของระบบ RFID

- Non-Line-of-sight สามารถบ่งชี้วัตถุหรืออ่านข้อมูลได้ โดยวัตถุนั้นไม่ต้องอยู่ในแนวระดับที่มองเห็น
- สามารถอ่านข้อมูลผ่านวัตถุหรือสิ่งกีดขวางได้ ยกเว้น โลหะหรือของเหลวที่มีผลต่อการส่งและรับคลื่นวิทยุ
- สามารถอ่านข้อมูลของวัตถุทั้งหมดที่อยู่ในรัศมีการอ่าน ได้ในครั้งเดียว
- เพิ่มความสะดวกรวดเร็ว และความถูกต้องของข้อมูลที่จัดเก็บ

ข้อเสียของระบบ RFID

- ราคาของอุปกรณ์ RFID มีราคาสูง

คุณสมบัติเด่นของ RFID

- อ่าน/เขียนได้โดยไม่ต้องสัมผัส
- ทนต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งสกปรก เพราะใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นพาหะในการอ่านข้อมูล
- อ่าน/เขียนข้อมูลได้สะดวก เพราะเครื่องอ่าน/เขียนเป็นเครื่องเดียวกันได้เลย
- สื่อสารได้ทุกทิศทาง ไม่จำเป็นต้องอยู่ตรงหน้ากับเครื่องอ่าน
- สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (สูงสุด 100,000 ครั้งต่อ 1 แท็ก)
- มีหลากหลายแบบให้นำไปประยุกต์ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความสามารถในการทะลุทะลวงของสัญญาณดี สามารถใช้แท็กฝังเข้าไปในวัตถุหรือสินค้าได้

- สื่อสารได้ระยะไกล ตั้งแต่ 0 เมตร ถึง 10 เมตร

- หน่วยความจำขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 1 บิต (ระบบ EAS ที่ใช้ในห้างสรรพสินค้า เพื่อตรวจการจ่ายเงินของสินค้า) หรือ 8 กิโลไบต์ ถึง 64 กิโลไบต์ สำหรับสินค้าที่ต้องการบันทึกรายละเอียดต่างๆ มากขึ้น

- อ่าน/เขียนได้มากกว่า 1 แท็ก เมื่อมีแท็กเข้ามาในรัศมีการอ่านมากกว่า 1 แท็ก

- อ่าน/เขียนข้อมูลขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่ได้ ซึ่งเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ต้องลำเลียงสินค้าผ่านสายพาน หรือ ใช้คัดแยกหรือติดตามพัสดุไปรษณีย์ได้

และในอนาคตอันใกล้ ระบบบาร์โค้ด จะถูกแทนที่ด้วยระบบ RFID ซึ่งเริ่มมองเห็นการใช้งานบ้างแล้วในชีวิตประจำวัน เช่น บัตรโดยสารรถไฟฟ้าใต้ดิน การติดแท็กในสินค้าของห้างสรรพสินค้าต่างๆ และบริษัทหรือโรงงานที่ต้องการความยืดหยุ่นและจุดเด่นต่างๆ ของ RFID ต่างก็เริ่มประยุกต์ใช้กันแล้ว

2.3 ฐานข้อมูล (Database)

2.3.1 ข้อมูลและฐานข้อมูล

ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ทั่วไป เช่น ราคาสินค้า คะแนนของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งปกติถือว่าเป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) ที่ยังไม่ได้ผ่านการประมวลผล ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วเรียกว่า สารสนเทศ (Information) เช่น เมื่อนำคะแนนของนักเรียนทั้งหมดมาประมวลผลก็จะได้คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุดของนักเรียนทั้งหมด ข้อมูลที่นำมาจัดเก็บในฐานข้อมูลอาจอยู่ในรูปของตัวเลข ตัวอักษร ข้อความ รูปภาพ เสียง หรือภาพและเสียง

ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง แหล่งเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อ หรือจุดประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง มีโครงการและการจัดการอย่างเป็นระบบ ข้อมูลที่บันทึกเก็บไว้สามารถปรับปรุงแก้ไข สืบค้นและนำมาใช้ในการจัดการสารสนเทศได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ฐานข้อมูลในที่นี้ หมายถึง ฐานข้อมูลที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูลก็คือจานแม่เหล็กหรือฮาร์ดดิสก์นั่นเอง ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ ฐานข้อมูลบุคลากร ฐานข้อมูลนักศึกษา ฐานข้อมูลสินค้า ฯลฯ

โครงสร้างของตารางประกอบด้วย

1. ชื่อตารางหรือฐานข้อมูล (Database Name)
2. เขตข้อมูลในแนวตั้ง (Column) หรือฟิลด์ (Field) หลายฟิลด์
3. รายการข้อมูลหรือระเบียน (Record) หลายรายการในแนวนอน (Row)

ตัวอย่าง ตารางฐานข้อมูล ชื่อข้อมูลนักศึกษา มีฟิลด์ต่างๆ ที่ไม่ซ้ำกัน เช่น รหัสนักศึกษา (StudentID) ชื่อ นามสกุล ที่อยู่เมืองจังหวัด ฯลฯ ซึ่งข้อมูลของนักศึกษาแต่ละคนจัดเก็บในระเบียนที่ไม่ซ้ำกันตามฟิลด์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศัพท์สำคัญเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูลและการออกแบบระบบฐานข้อมูลคือ

1. เอนทิตี้ (Entity) เป็นคำที่อ้างอิงถึงบุคคล สถานที่ และสิ่งของต่างๆ เช่น สินค้า ใบสั่งซื้อสินค้าหรือบัตรลงทะเบียนและลูกค้า เป็นต้น ถ้าเราสนใจในการสร้างระบบฐานข้อมูลการสั่งซื้อ เอนทิตี้ของระบบนี้จะประกอบด้วย เอนทิตี้ลูกค้า ใบสั่งซื้อสินค้ากับสินค้า

2. แอตทริบิวต์ (Attribute) เป็นข้อมูลที่แสดงลักษณะของเอนติตี้ เช่น แอตทริบิวต์ของเอนทิตี้ลูกค้า จะมีชื่อ ที่อยู่ และรหัสไปรษณีย์ ส่วนแอตทริบิวต์ของเอนทิตี้ ใบสั่งซื้อสินค้าจะมีรหัสใบสั่งซื้อสินค้า วันที่สั่งซื้อ ชื่อสินค้า จำนวนสินค้าที่สั่ง และราคาสินค้า เป็นต้น ซึ่งเราสามารถแสดงเอนทิตี้รวมทั้งแอตทริบิวต์ได้

3. ความสัมพันธ์ (Relationships) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ต่างๆ ในระบบเช่น ในระบบการสั่งซื้อสินค้า จะประกอบด้วยเอนทิตี้ใบสั่งซื้อสินค้าและเอนทิตี้ลูกค้า ซึ่งมีความสัมพันธ์จากลูกค้าไปยังใบสั่งซื้อสินค้าเป็นแบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One-to-Many) เป็นต้น

ในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์นั้น เราจะต้องกำหนดชนิดของคีย์ต่างๆ เพื่อเป็นแอตทริบิวต์พิเศษที่ทำหน้าที่บางอย่าง เช่น เป็นตัวแทนของตาราง ฯลฯ ซึ่งมีชนิดคีย์ ดังนี้

1. Primary Key (คีย์หลัก) จะเป็นฟิลด์ที่มีค่าไม่ซ้ำกันเลยในแต่ละเรคอร์ดในตารางนั้น เราสามารถใช้ฟิลด์ที่เป็น Primary Key นี้เป็นตัวแทนของตารางนั้นได้ทันที

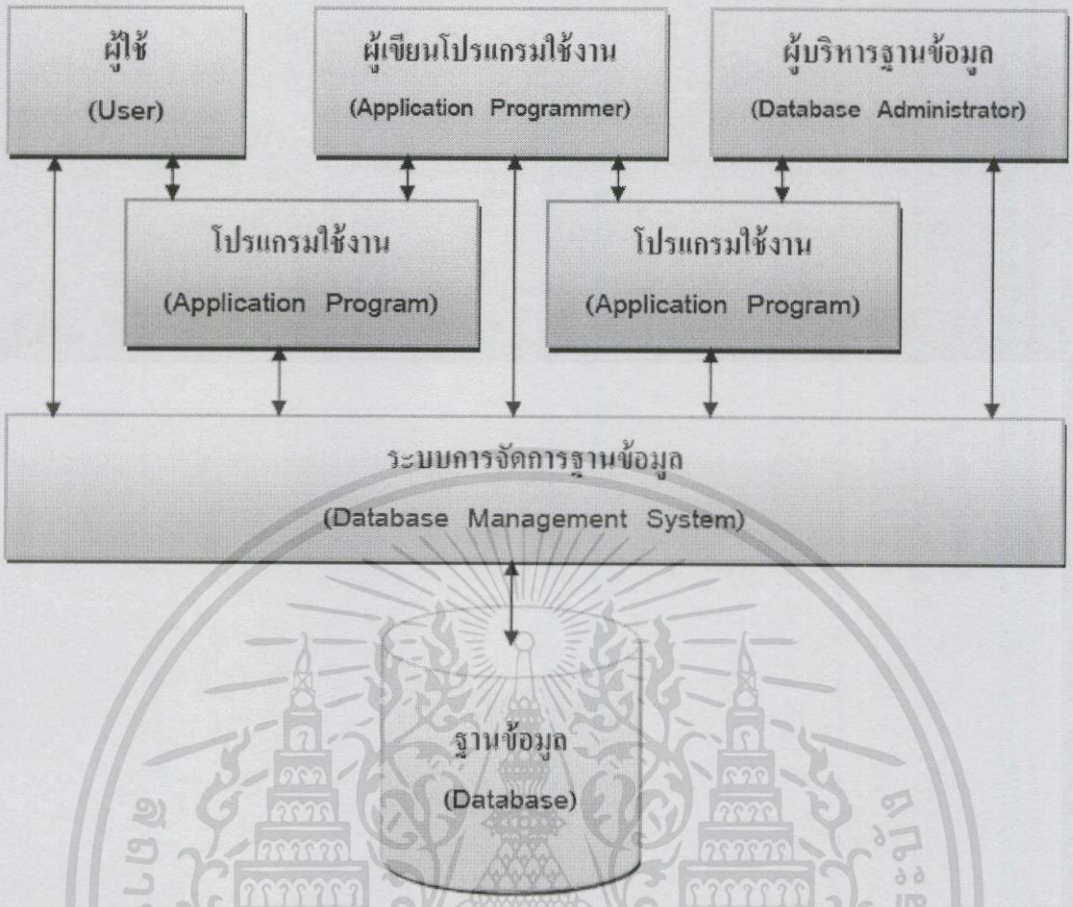
2. Candidate Key (คีย์คู่แข่ง) เป็นฟิลด์หนึ่งหรือหลายฟิลด์ที่พอเอามารวมกันแล้วมีคุณสมบัติเป็น Primary Key (ไม่ซ้ำ) และไม่ได้ถูกใช้เป็นคีย์หลัก เช่น รหัสจังหวัดเป็นคีย์หลัก ส่วนชื่อจังหวัดก็ไม่ซ้ำเช่นกัน แต่ไม่ได้เป็นคีย์หลักจึงเป็นคีย์คู่แข่งแทน

3. Composite Key บางตารางหาฟิลด์ไม่ซ้ำกันไม่ได้เลย จึงต้องใช้หลายๆ ฟิลด์มารวมกันเป็น Primary Key ฟิลด์ที่ใช้รวมกันนี้เราเรียกว่า Composite Key

4. Foreign Key เป็นฟิลด์ใดๆ ในตารางหนึ่ง (ฝั่ง One) โดยที่ตารางทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบ One-to-Many ต่อกัน

ฐานข้อมูลมีหลายแบบแต่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน คือ ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational Database) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นตารางหลายตารางที่มีความสัมพันธ์กันโดยใช้ฟิลด์ที่เหมือนกัน เช่น รหัสนักศึกษา (StudentID)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ผังลักษณะการใช้งานระบบฐานข้อมูล
(http://atjimahojun.wordpress.com)

ผู้ใช้งานฐานข้อมูล หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลแบ่งได้เป็น

1. ผู้ใช้ (User) หมายถึง ผู้ที่ต้องการใช้ฐานข้อมูลทั่วไป การใช้งานอาจทำโดยผ่านโปรแกรม

2. ใช้งานหรือใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลถ้ามีความรู้เกี่ยวกับระบบเพียงพอ

3. ผู้เขียนโปรแกรมใช้งาน (Application Programmer) หมายถึง ผู้ที่สร้างฐานข้อมูลและพัฒนาโปรแกรมใช้งานสำหรับให้ผู้ใช้สามารถใช้งานฐานข้อมูลได้ง่าย และให้ผู้บริหารฐานข้อมูลสามารถจัดการฐานข้อมูลได้สะดวกขึ้น

4. ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator) หมายถึง ผู้ที่ออกแบบฐานข้อมูล ดูแลรักษาและจัดการฐานข้อมูลให้ปลอดภัย ทันสมัย และถูกต้องอยู่เสมอ

2.3.2 ลักษณะของฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์

ลักษณะของฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์

1. ค่าของข้อมูลต้องเป็นค่าที่ไม่สามารถแบ่งแยกออกไปได้อีกเช่น ชื่อ

2. ค่าในแนวตั้ง (Column) หรือ ฟิลด์ต้องเป็นแบบเดียวกัน เช่น ถ้าเป็นฟิลด์สำหรับเก็บชื่อก็ต้องเป็นชื่อจริงทั้งหมด ไม่มีชื่อเล่นมาเก็บด้วย

3. ลำดับของฟิลด์ไม่จำเป็นต้องเรียงกัน เช่น อาจใช้ฟิลด์นามสกุลก่อนฟิลด์ชื่อก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ชื่อฟิลด์ในตารางเดียวกันจะต้องไม่ซ้ำกัน

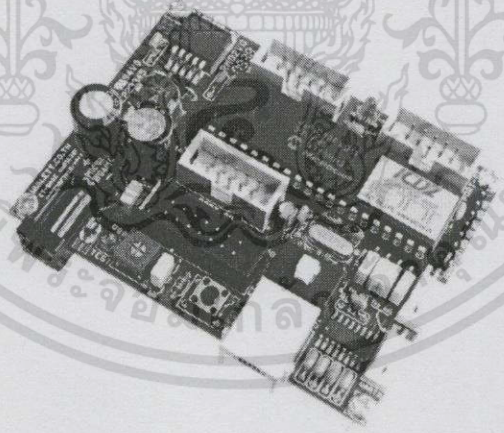
5. ต้องกำหนดฟิลด์ใดฟิลด์หนึ่งเป็นดัชนี (Index) หรือเรียกว่า กุญแจหลัก (Primary Key)

6. ข้อมูลในแต่ละแถวหรือระเบียนต้องไม่ซ้ำกันกับแถวอื่น

7. ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับของข้อมูลแต่ละแถวหรือระเบียน

2.4 บอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011

ET-BASE dsPIC30F2010/4011 เปนบอรดไมโครคอนโทรเลอรในตระกูล dsPIC30F ซึ่งเลือกใชไมโครคอนโทรเลอรรุน 40 Pin เบอร dsPIC30F4011 ของไมโครชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ประจำบอรด โดย dsPIC30F2010/4011 เปนไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งใชการประมวลผลขอมูลแบบ 16 บิต จากคายไมโครชิพ ซึ่งมีจุดเดนในดานของความสามารถในการประมวลผลขอมูลสัญญาณแบบดิจิตอลเหมาะอยางยิ่งสำหรับนำไปประยุกตใชในงานควบคุมตางๆ โดยโครงสรางภายในจะเปนการผสมผสานระหวางไมโครคอนโทรลเลอร (MCU) และวงจร DSP (Digital Signal Processing) รวมเขาไว้ดวยกัน หรืออาจเรียกไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล dsPIC30F วาเปน DSC หรือ Digital Signal Controller ก็ได โดยโครงสรางของบอรด ET-BASE dsPIC30F2010/4011 ไดรับการออกแบบใหบอรดมีขนาดเล็กเหมาะต่อการนำไปประยุกตใชงานเปนหลัก โดยภายในบอรดไดบรรจุเอาวงจรที่จำเปนตอการใชงาน และสะดวกตอการพัฒนาโปรแกรม มีความยืดหยุน สามารถปรับเปลี่ยนสัญญาณ I/O เพื่อนำไปประยุกตใชงานในลักษณะตางๆใหสอดคลองและเหมาะสมกับความตองการใชงานไดในหลายๆ ลักษณะตามต้องการ



รูปที่ 2.10 ลักษณะหน้าตาของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011
(http://elec-thai.blogspot.com/2012/12/pic.html)

2.4.1 คุณสมบัติของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011

1. เลือกใชไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล dsPIC30F4011 ของไมโครชิพ เปนไมโครคอนโทรลเลอร์ประจำบอรด โดยคุณสมบัติเดนๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ ไดแก่

- มีหนวยความจำ Flash 12 กิโลไบต์ (dsPIC20F2010) หรือ 48 กิโลไบต์ (dsPIC30F4011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีหนวยความจำ RAM ขนาด 512 กิโลไบต์ (dsPIC30F2010) หรือ 2 กิโลไบต์ (dsPIC30F4011)

- มีหนวยความจำ EEPROM ขนาด 1 กิโลไบต์ สำหรับเก็บขอมูลใชงาน

- มีพอร์ต I/O ขนาด 19 บิต (dsPIC30F2010) หรือ 29 บิต (dsPIC30F4011)

- มี 16บิต Timer/Counter จำนวน 3 ชุด (dsPIC30F2010) หรือ 5 ชุด (dsPIC30F4011)

- มี Input Capture จำนวน 4 ชอง

- มี Output Compare จำนวน 2 ชอง (dsPIC30F2010) หรือ 4 ชอง (dsPIC30F4011)

- มี PWM Motor Control จำนวน 6 ชอง พรอม Quadrature Encode Interface (QEI)

- มี UART จำนวน 1 ชอง (dsPIC30F2010) หรือ 2 ชอง (dsPIC30F4011)

- มี SPI จำนวน 1 ชอง และ มี I2C จำนวน 1 ชอง

- มีวงจร Watchdog, Power-ON Reset, PWM

2. ใชคริสตอลความถี่ 7.3728 เมกะเฮิรตซ์ สามารถใช PLL คูณความถี่ทำงานที่ความถี่ 29.4912 เมกะเฮิรตซ์ ได

3. มีพอรตสื่อสารอนุกรม UART แบบ RS-232 จำนวน 1 ชอง สำหรับ dsPIC30F2010 และ 2 ชอง สำหรับ dsPIC30F4011 พรอม Jumper สำหรับเลือกใชงาน UART หรือ GPIO ไดตามตองการ โดยใชขั้วตอ UART แบบ CPA-4 Pin มาตรฐาน อีทีที

4. มีขั้ว ICSP มาตรฐาน ICD2 แบบ RJ11 สำหรับใชรวมกับชุดพัฒนาโปรแกรมและ Debugger ที่รองรับการทำงานตามมาตรฐาน ICD2 ของไมโครชิพ เชน ICD2 หรือ Pickit2 ได

5. มี Switch สำหรับสลับสัญญาณระหวาง Program/Debug (PGM) และ ใชงานปรกติ (RUN) พรอม LED แสดงโหมดการทำงานของบอรด

6. มีขั้วตอสัญญาณ I/O แบบ Header ขนาด 2x5 จำนวน 3 ชุด และ Header 1x8 Pin อีก 1 ชุด

7. Header 14 Pin สำหรับ Character LCD พรอม VR ปรับความสวาง

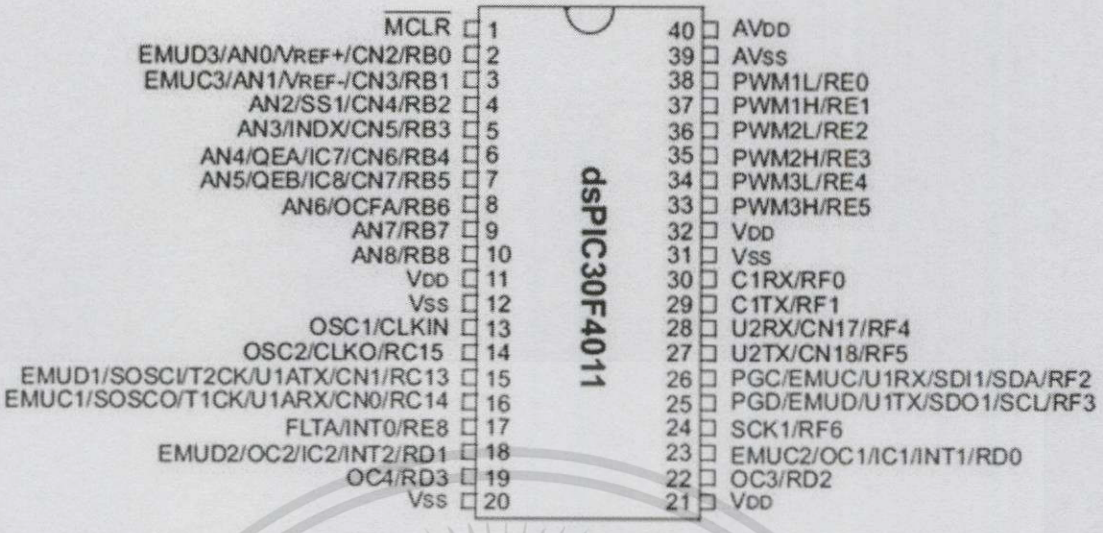
8. มี Switch Reset สำหรับสั่ง Reset การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในบอรด

9. มี LED สำหรับทดสอบการทำงาน โดยใช RB0 ในการควบคุม พรอม Jumper ตัดต่อสัญญาณ

10. Power AC/DC Input พรอม Regulate แบบ Switching เบอร LM2575 ขนาด 5 โวลต์/1 แอมป์ ลดปญหาความรอนจากวงจร Regulate และ LED แสดงสถานะแหลงจายไฟ

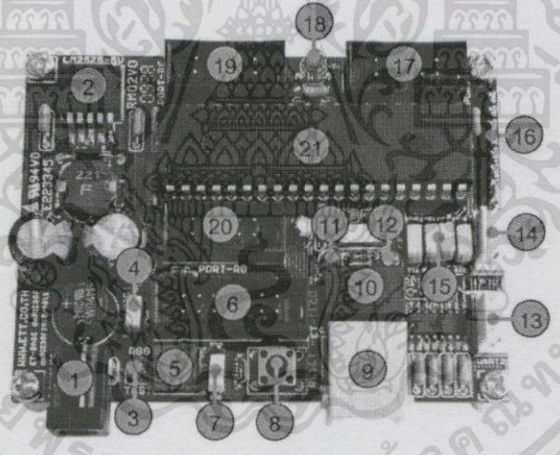
11. ขนาด PCB Size เล็กเพียง 8 x 6 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การจัดขาสัญญาณของ dsPIC30F4011
(http://ett.co.th/product2009/ET-PIC/ET-BASE_dsPIC30F4011.html)

2.4.2 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011



รูปที่ 2.12 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011
(http://ett.co.th/product2009/ET-PIC/ET-BASE_dsPIC30F4011.html)

- หมายเลข 1 คือ ขั้วตอแหลงจายไฟเลี้ยงวงจรของบอรด ใชกับแหลงจายไฟ 7 โวลต์ ถึง 20 โวลต์กระแสสลับ/กระแสตรง
- หมายเลข 2 คือ IC Regulate แบบ Switching ขนาด 5 โวลต์/1 โวลต์
- หมายเลข 3 คือ LED TEST สำหรับทดสอบการทำงานของบอรด โดยควบคุมจาก RB0
- หมายเลข 4 คือ Jumper สำหรับ ตัด-ตอ สัญญาณ RB0 กับ LED TEST
- หมายเลข 5 คือ VR ปรับคา สำหรับใชปรับความสวางของหนาจอแสดงผล LCD
- หมายเลข 6 คือ ขั้วตอ 14 PIN IDE สำหรับเชื่อมตอกับ LCD แบบ Character

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมายเลข 7 คือ Jumper สำหรับเลือกรูปแบบการควบคุมขา R/W ของ LCD โดยถ้าใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น 28 Pin ต้องเลือกไว้ด้าน GND เสมอและไม่สามารถสั่งอ่านข้อมูลจาก LCD ได้

- หมายเลข 8 คือ สวิตช Reset สำหรับ Reset การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่ออยู่ในโหมด Run

- หมายเลข 9 คือ ขั้วต่อ ICD2 สำหรับใช้เชื่อมต่อกับเครื่องโปรแกรมและดีบักตามมาตรฐาน ICD2

- หมายเลข 10 คือ สวิตช สำหรับเลือกโหมดการทำงานระหว่าง Run (RUN) และ Program (PGM)

- หมายเลข 11 คือ LED สีแดง แสดงสถานะ PGM เมื่อบอรดทำงานใน Program Mode

- หมายเลข 12 คือ LED สีเขียว แสดงสถานะ RUN เมื่อบอรดทำงานใน Run Mode

- หมายเลข 13 คือ ขั้วต่อ UART2 ซึ่งมีเฉพาะในไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น 40 Pin (dsPIC30F4011) เท่านั้น โดยเป็นสัญญาณแบบ RS-232 โดยใช้ Pin ของ RF4 (RX2) และ RF5 (TX2) เป็นสัญญาณเชื่อมต่อ

- หมายเลข 14 คือ ขั้วต่อ UART1 โดยเป็นสัญญาณแบบ RS-232 มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งรุ่น 28 Pin และรุ่น 40 Pin ซึ่งใช้ Pin ของ RC13 (TX1), RC14 (RX1) เป็นสัญญาณเชื่อมต่อ

- หมายเลข 15 คือ Jumper สำหรับเลือกการเชื่อมต่อสัญญาณ RC13, RC14, RF4, RF5 ว่าจะใช้ขาสัญญาณดังกล่าวทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรับส่งของ RS-232 หรือ GPIO สำหรับใช้งานทั่วไป

- หมายเลข 16 คือ ขั้วต่อสัญญาณ RC13, RC14, RD0, RD1, RD2 และ RD3 สำหรับใช้งาน โดยถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น 28 Pin จะไม่มีสัญญาณ RD2 และ RD3 ขาสัญญาณดังกล่าวจะปล่อยว่างไว้

- หมายเลข 17 คือ ขั้วต่อสัญญาณ Port-RF ซึ่งถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น 40 Pin จะมี 7 บิต คือ RF[0..6] แต่ถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น 28 Pin จะมีเพียง 2 บิต คือ RF[2] และ RF[3] เท่านั้น

- หมายเลข 18 คือ LED สำหรับแสดงสถานะ ของแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ของบอรด

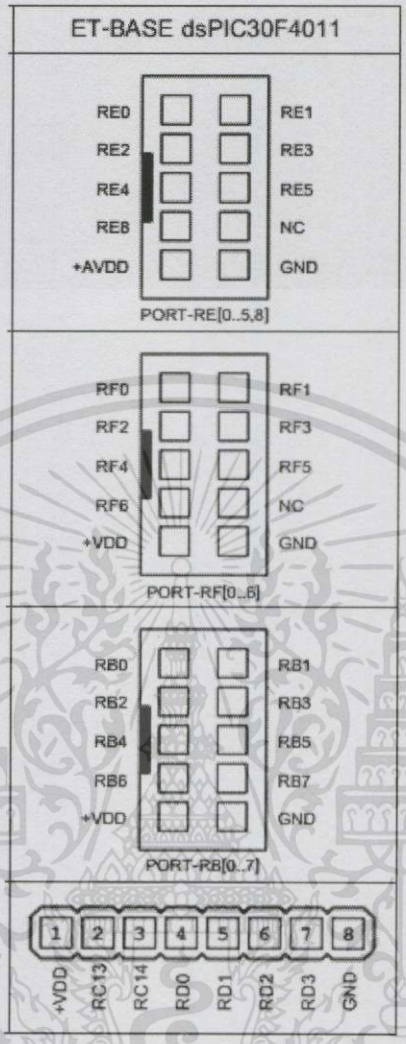
- หมายเลข 19 คือ ขั้วต่อสัญญาณ Port-RE ซึ่งจะมี 7 บิต คือ RE[0..6 และ 8]

- หมายเลข 20 คือ ขั้วต่อสัญญาณ Port-RB ซึ่งถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 40 Pin จะมี 8 บิต คือ RB[0..7] แต่ถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 28 Pin จะมีเพียง 6 บิต คือ RB[0..5] เท่านั้น

- หมายเลข 21 คือไมโครคอนโทรลเลอร์ประจำบอรด โดยถ้าเป็น รุ่น 28 Pin จะใช้เบอร์ dsPIC30F2010 แต่ถ้าเป็นรุ่น 40 Pin จะใช้เบอร์ dsPIC30F4011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ขั้วต่อสัญญาณต่างๆ



รูปที่ 2.13 การจัดเรียงสัญญาณของพอร์ต I/O ต่างๆ ของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011

2.5 ภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5.1 โครงสร้างภาษาซี

```
Preprocessor directive
Global declarations
main( )
{
        Local declarations
        Statement
        //  Comment
        /* Comment*/
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Preprocessor directive ใช้สำหรับเรียกไฟล์ที่โปรแกรมต้องการทำงานและกำหนดค่าต่างๆ โดยคอมไพเลอร์จะทำตามคำสั่งก่อนที่จะคอมไพล์โปรแกรม โดยจะเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย Pound sign (#) สำหรับ Directive ที่ใช้บ่อยได้แก่ #Include เป็นการแจ้งให้คอมไพเลอร์อ่านไฟล์อื่นเข้ามาร่วมคอมไพล์ด้วย เช่น

#Include <30F4011.h> //ใช้เบอร์ dsPIC30F401

#Use delay (clock=4000000) เป็นการบอกให้คอมไพเลอร์รู้ว่าจะมีการใช้ฟังก์ชัน Delay โดยใช้สัญญาณนาฬิกา เท่ากับ 4 เมกะเฮิรตซ์ โดยค่าของ clock จะขึ้นอยู่กับสัญญาณนาฬิกาที่เราใช้

- ส่วนประกาศ (Global declaration) เป็นส่วนที่ใช้ประกาศตัวแปรหรือฟังก์ชันที่ต้องใช้ในโปรแกรมโดยตัวแปรในส่วนนี้จะสามารถใช้ได้กับทุกๆ ส่วนของโปรแกรม หากเป็น Local declaration จะสามารถใช้เฉพาะในบล็อกหรือฟังก์ชันที่ประกาศใช้เท่านั้น

- หมายเหตุ (Comment) (// Comment,/* Comment*/) เป็นส่วนที่ใช้ในการทำหมายเหตุ (Comment) ใช้ได้ 2 แบบสำหรับบรรทัดที่มีเครื่องหมาย "//" คอมไพเลอร์จะไม่แปรคำสั่งหรือข้อความที่ต่อจากเครื่องหมายนี้ไปตลอดบรรทัด และบรรทัดที่ มี เครื่องหมาย "/*" และตามด้วย "*/" โดยคอมไพเลอร์จะไม่แปรคำสั่งหรือข้อความที่ต่อจาก "/*" ไปจนถึงเครื่องหมาย "*/" โดยเครื่องหมาย "*/" จะอยู่ที่บรรทัดได้ก็ได้ที่ต่อจาก เครื่องหมาย "/*"

- ส่วนฟังก์ชันหลัก (main() function) ส่วนนี้ทุกโปรแกรมจะต้องมีภายในจะประกอบไปด้วยประโยคคำสั่งต่างๆ ที่จะให้โปรแกรมทำงานแต่ละประโยคคำสั่งจะจบด้วยเครื่องหมาย เซมิโคลอน (;)

```
int main(void)
{
TRISE = 0xFF; //Statement
} // END MAIN
```

- การประกาศตัวแปร การประกาศตัวแปรมีรูปแบบการประกาศ ดังนี้ ประเภทของข้อมูล ชื่อตัวแปร [,.....,]; เช่น

```
float a; //ประกาศตัวแปร a เป็นตัวแปรประเภทจำนวนจริง
int x,y,z; //ประกาศตัวแปร x , y , z เป็นตัวแปรแบบจำนวนเต็ม
```

2.5.2. คำสั่งต่างๆ ที่ใช้เขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วยภาษาซี

1. การเลือกทำ

- การเลือกทำแบบทางเดียว (If)

```
if ( condition) {
action statement;
}
```

- การเลือกทำแบบสองทิศทาง (If – else)

```
if (condition) { ชุดคำสั่งที่ 1; }
else { ชุดคำสั่งที่ 2; }
```

- การเลือกทำแบบหลายทางเลือก (switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
switch (expression) {
case constant 1 : statement sequence break;
case constant 2 : statement sequence break;
case constant 3 : statement sequence break;
default : statement sequence
} // end switch
```

expression จะเป็นตัวแปรหรือค่าคงที่ ที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไข, constant เป็นตัวแปรหรือค่าคงที่ ที่ต้องการตรวจสอบกับ expression ถ้าตรงกันจะเข้ามาทำชุดคำสั่งใน case นั้น , break จะใช้ในการออกจาก switch และถ้าไม่มี case ไหนตรงกับ expression ก็จะเข้ามาทำชุดคำสั่ง ที่ต่อจาก default

2. การทำซ้ำ (Repetitive Statement)

- for loop

```
for (expr 1; expr2; expr3) {
ชุดคำสั่ง ; }
```

- While loop

```
while (expr) {
ชุดคำสั่ง ; }
```

expr เป็นการกำหนดเงื่อนไขการออกจากลูป โดยจะตรวจสอบเงื่อนไขก่อนที่จะเข้ามาใน ลูป และถ้าเงื่อนไขเป็นเท็จจะออกจาก ลูป

- Do - While loop

```
Do{
ชุดคำสั่ง ;
} while (expr)
```

2.5.3 การเขียนฟังก์ชัน (Function)

ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์บางครั้งจะต้องมีชุดคำสั่งบางชุดที่จะต้องทำบ่อยๆ ถ้าหากโปรแกรมต้องการทำชุดคำสั่งเหล่านั้นและต้องเขียนชุดคำสั่งนั้นใหม่จะทำให้โปรแกรมมีขนาดใหญ่ เราสามารถนำชุดคำสั่งที่ต้องทำบ่อยๆ มารวมเป็นฟังก์ชันได้ โดยมีวิธีการเขียนดังนี้

```
Type function name (Parameter – list)
{
Statement;
[return];
}
```

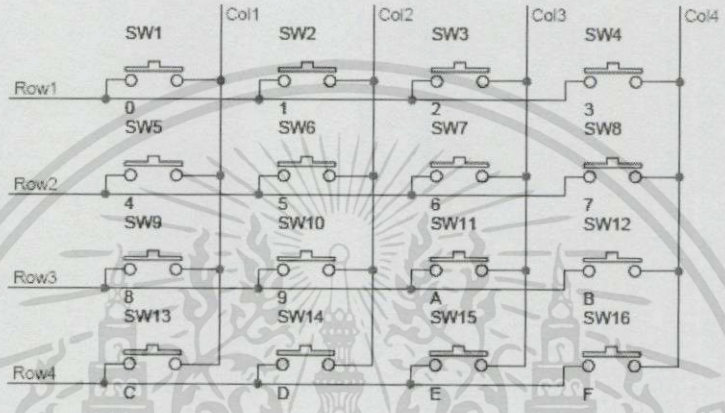
Type หมายถึง ประเภทของข้อมูลที่ฟังก์ชันส่งกลับ ถ้าหากฟังก์ชันไม่มีการส่งค่ากลับส่วนนี้จะประกาศ เป็น void, Function_name เป็นชื่อฟังก์ชันที่สร้างขึ้น, Parameter-list เป็นตัวแปรหรือพารามิเตอร์ที่ใช้รับค่าผ่านเข้ามาในฟังก์ชันส่วนนี้หากไม่มีการ ส่งค่าผ่านเข้ามาในฟังก์ชันก็จะไม่มี หรือจะใส่ void แทน, ส่วน Return ใช้ในการส่งค่ากลับโดยต้องเขียนค่าที่จะส่งกลับตามหลัง return ส่วนนี้อาจไม่มีหากฟังก์ชัน ไม่มีการส่งค่ากลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โมดูล (Module) ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์

2.6.1 คีย์แพด (Keypad)

การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนมากจะมีการใช้สวิตช์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามต้องการ ถ้าใช้งานสวิตช์จำนวนไม่มากนัก ก็สามารถต่อโดยตรงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ แต่ถ้าใช้งานสวิตช์เป็นจำนวนมาก ก็จะทำให้เกิดความยุ่งยากในการต่อใช้งาน ดังนั้นผู้ใช้งานส่วนใหญ่ จึงนำสวิตช์หลายๆ ตัวมาต่อกันแบบเมตริก ซึ่งก็คือ คีย์แพด (Keypad) นั่นเอง



รูปที่ 2.14 การนำสวิตช์หลายตัวมาต่อกันเป็นคีย์แพด 4x4

ในการใช้งานคีย์แพด ส่วนมากนั้น จะต้องมีอุปกรณ์ในการแสดงผลหรือค่าข้อมูลที่คีย์บนคีย์แพด ซึ่งอุปกรณ์แสดงผลส่วนใหญ่จะเป็นเซเว่นเซกเมนต์ (7-segment) และจอแสดงผล LCD ในการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานคีย์แพดโดยส่วนมากจะใช้คีย์แพดขนาด 4x4 เป็นมาตรฐานในการอ้างอิงค่าข้อมูล ซึ่งก่อนอื่นจะต้องกำหนดให้ตำแหน่งต่างๆ ของแต่ละคีย์เป็นค่าตัวเลขของตำแหน่งอ้างอิงก่อน

1	2	3	SET
4	5	6	▲
7	8	9	▼
◀	0	▶	ENT

(ก) คีย์แพดขนาด 4x4

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

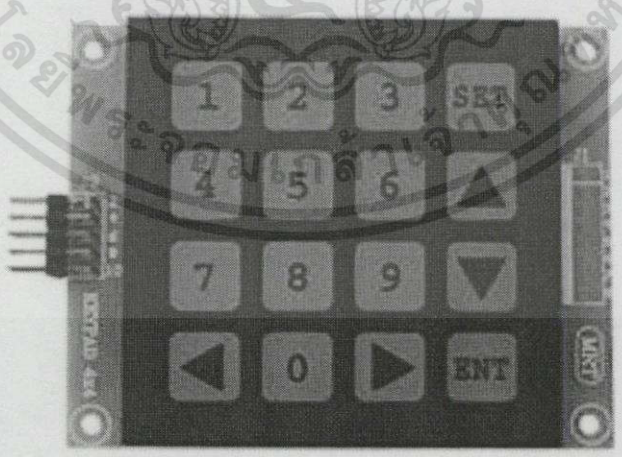
(ข) ตำแหน่งของอาร์เรย์

รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างคีย์ต่างๆ ของคีย์แพด 4x4 กับตัวเลขตำแหน่งอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ค่าข้อมูลของ LCD ที่สัมพันธ์ระหว่างคีย์ต่างๆ ของคีย์แพด 4x4 กับตำแหน่งอ้างอิง

ตำแหน่งคีย์แพด 4x4	ตำแหน่งอ้างอิง	ข้อมูลของLCD	การแสดงผลของ LCD เมื่อกดคีย์แพด (- คือไม่แสดง)
ไม่ได้กด	ไม่มีเพราะไม่ได้กด	0x00	-
1	1	0x11	1
2	2	0x21	2
3	3	0x41	3
SET	4	0x81	-
4	5	0x12	4
5	6	0x22	5
6	7	0x42	6
▲	8	0x82	-
7	9	0x14	7
8	10	0x24	8
9	11	0x44	9
▼	12	0x84	-
◀	13	0x18	-
0	14	0x28	0
▶	15	0x48	-
ENT	16	0x88	-



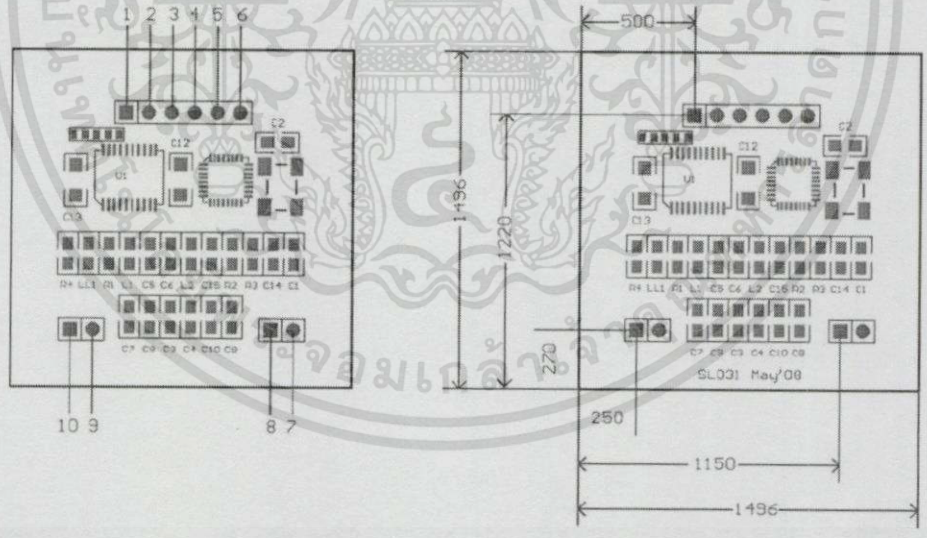
รูปที่ 2.16 คีย์แพดขนาด 4x4 ที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 โมดูล RFID รุน SL031

คุณสมบัติพื้นฐานของโมดูล RFID รุน SL031

- เป็นโมดูล RFID ที่ทำงานที่ความถี่ 13.56 เมกกะเฮิรตซ์ ซึ่งอยู่ในย่านความถี่สูง (High Frequency)
- ใช้โปรโตคอล ISO14443A (Mifare) ในการสื่อสาร
- รองรับ RFID แท็ก Mifare 1K, Mifare 4K, Mifare Ultra Light
- เป็นระบบตรวจสอบแท็กอัตโนมัติ
- มีเสาอากาศติดตั้งอยู่ภายใน
- การเชื่อมต่อเป็นแบบ UART โดยมีอัตราบอด (baud rate) อยู่ที่ 9,600 บิตต่อวินาที ถึง 115,200 บิตต่อวินาที
- ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 2.5 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์กระแสตรง โดยขา I/O สามารถทนต่อแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ได้
- ระยะในการติดต่อกับแท็ก RFID ห่างกันได้มากสุด 50 มิลลิเมตร
- ความทนของอุณหภูมิที่ -40 องศาเซลเซียส ถึง +85 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิในการปฏิบัติการที่ -25 องศาเซลเซียส ถึง +70 องศาเซลเซียส
- ขนาด 38 × 38 × 3 มิลลิเมตร
- ถ้ามีแท็กอยู่ในรัศมีขา OUT จะมีสภาวะแรงดันไฟฟา 0 โวลต์ และถ้าไม่มีแท็กอยู่ในรัศมีขา OUT จะมีสภาวะแรงดันไฟฟา 2.5 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์



รูปที่ 2.17 โครงสร้างพื้นฐานของโมดูล RFID รุ่น SL031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของโครงสร้างพื้นฐานของโมดูล RFID รุน SL031

ขาที่	ชื่อขา	ประเภท	หน้าที่
1	VDD	PWR	ขาต่อไฟเลี้ยง 2.5 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์ ใช้ไฟกระแสตรง
2	IN	Input	พอร์ตขาลง
3	TXD	Output	พอร์ตอนุกรมขาออก
4	RXD	Input	พอร์ตอนุกรมขาเข้า
5	OUT	Output	สัญญาณตรวจสอบแท็ก - หากมีแท็กอยูในรัศมี ขานี้จะมีสภาวะแรงดันไฟฟา 0 โวลต์ - หากไม่มีแท็กอยูในรัศมี ขานี้จะมีสภาวะแรงดันไฟฟา 2.5 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์
6	GND	PWR	กราวด์
7	NC		
8	NC		
9	NC		
10	NC		

รูปแบบของชุดคำสั่งในการเขียนโปรแกรมตอบรับกับโมดูล RFID รุน SL031

ตารางที่ 2.3 รูปแบบชุดคำสั่งที่สงไปยังโมดูล RFID เพื่อการสังงาน

Preamble	Len	Command	Data	Check Sum
1 ไบต์	1 ไบต์	1 ไบต์	----	1 ไบต์

ตารางที่ 2.4 รูปแบบชุดคำสั่งที่โมดูล RFID ตอบกลับ เพื่อการตรวจสอบ

Preamble	Len	Command	Status	Data	Check Sum
1 ไบต์	1 ไบต์	1 ไบต์	1 ไบต์	-----	1 ไบต์

Preamble : เปนตำแหนงเริ่มตนของคำสั่ง
- หากสงคำสั่งไปยังโมดูล RFID จะตองกำหนดคา คือ 0xBA
- หากโมดูล RFID ตอบกลับ ตำแหนงนี้จะมีคา คือ 0xBD

Len : เปนตำแหนงที่ใชตรวจสอบจำนวนของคำสั่งนั้นๆ วามีทั้งหมดกี่ไบต ซึ่งจะนับตั้งแต่ไบต Command จนถึง ไบต Check Sum

Command : เปนตำแหนงที่ใชกำหนดคำสั่งตางๆ ที่ตองการสั่งงาน

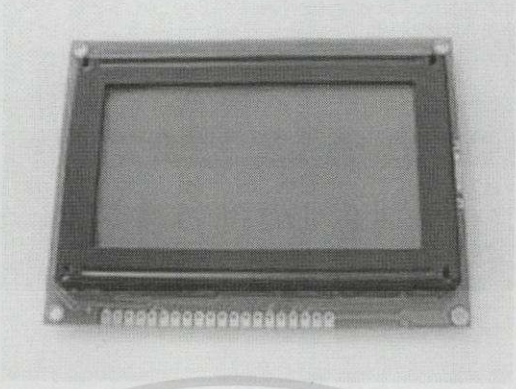
Status : เปนตำแหนงที่ใชในการตรวจสอบวาขอมูลที่ตอบกลับมีสถานการณ์ทำงานถูกตอง หรือไม

Data : เปนตำแหนงของขอมูลที่ตองการบันทึกลงแท็กหรือขอมูลที่อานไดจากแท็ก

Check Sum : เปนตำแหนงที่ใชในการตรวจสอบความผิดพลาดของคำสั่ง ซึ่งจะทำการตรวจสอบโดย การแอกซคูซีฟออร (XOR) ตั้งแตไบต Preamble จนถึง ไบต Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 โมดูลแอลซีดี (Module LCD) ขนาด 128x64



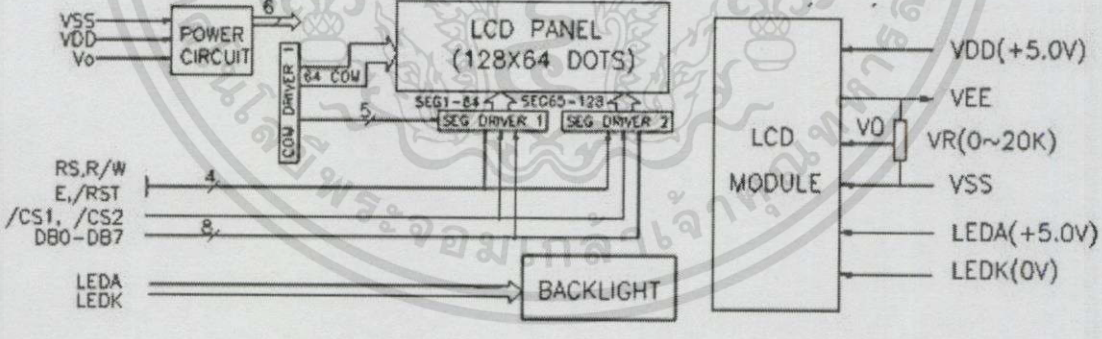
รูปที่ 2.18 หน้าจอแสดงผล LCD ขนาด 128x64
(http://electronicpro.tarad.com/product.detail_561973_th_2554409)

อุปกรณ์สำหรับแสดงผลในปัจจุบันมีหลายแบบด้วยกัน LCD ก็เป็นอุปกรณ์แสดงผลประเภทหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย

ส่วนประกอบหลักของโมดูล LCD

1. ตัวขับ (Driver) เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลจากตัวควบคุม (Controller) เพื่อขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนด

2. ตัวแสดงผล (Dot Matrix Display) เป็นอุปกรณ์แสดงผลให้สามารถมองเห็นเป็นตัวอักษรหรืออักขระ ซึ่งภายในชุดแสดงผลจะเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยการเปิดและปิดตัวเองกับแสงจากภายนอก



รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมของโมดูล LCD
(http://www.taradplaza.com/_tarad/_templates/b/_modules/view_image2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดขาต่างๆ ของโมดูล LCD

ขาที่	สัญญาณ	รายละเอียด
1	VSS	0 โวลต์ (Gnd)
2	VDD	+ 5 โวลต์
3	V0	
4	RS	สัญญาณ Register Select ใช้เลือกรีจิสเตอร์ควบคุมหรือหน่วยความจำแสดงผล ถ้าเป็น “0” แสดงว่า DB0 – DB7 เป็นข้อมูลคำสั่งการทำงาน ถ้าเป็น “1” แสดงว่า DB0 – DB7 เป็นข้อมูลการแสดงผลออกหน้าจอ
5	R/W	สัญญาณควบคุมการอ่าน/เขียน ถ้าเป็น "0" แสดงว่าต้องการเขียนหรือส่งข้อมูลให้แก่ ถ้าเป็น "1" แสดงว่าต้องการอ่านข้อมูลจากโมดูล
6	E	Enable – สัญญาณสั่งให้เริ่มต้นการทำงาน สำหรับ การอ่าน/เขียนข้อมูล การรับส่งข้อมูลจะเกิดเมื่อเป็น ‘1’และขอบขาลง
7-14	DB0-DB7	เป็นบัสแบบสองทิศทางใช้สำหรับส่งถ่ายข้อมูลระหว่างซีพียูกับโมดูล
15	CS1	Chip select (High select left panel)
16	CS2	Chip select (High select right panel)
17	RST	ใช้สำหรับรีเซต โมดูล LCD
18	VEE	ใช้ปรับความสว่างของ LCD ถ้าต่อลงดินจะสว่างที่สุด
19	LEDA	ไฟสำหรับ Backlight (+)
20	LEDK	ไฟสำหรับ Backlight (-)

2.7 เทคโนโลยีไร้สาย ZigBee

ZigBee เป็นเทคโนโลยีไร้สายที่ร่วมกันสื่อสารข้อมูลผ่านเซนเซอร์ขนาดเล็กจำนวนเป็นพันๆ หมื่นๆ ชิ้นที่ฝังอยู่ตามส่วนต่างๆ ในอาคาร สำนักงาน โรงงาน หรือแม้แต่ในบ้าน การทำงานของมันจะเป็นการรับ-ส่งคลื่นสัญญาณข้อมูล ผ่านชิปขนาดเล็กนี้จุดต่อจุดไปเรื่อยๆ จนถึงปลายทางที่ต้องการดาวน์โหลดข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้อาจจะเป็นการวัดอุณหภูมิ การเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต จับปริมาณมลพิษในอากาศ ปริมาณน้ำ ท่อแก๊สโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์หรือแบตเตอรี่ขนาดเล็กที่กินไฟน้อยมาก จึงสามารถฝังทิ้งไว้ในที่ห่างไกลได้เป็น 10 ปี ว่ากันว่าเทคโนโลยี ZigBee นี้จะช่วยทำให้บริษัทที่เกี่ยวข้องกับการส่งพลังงานเช่น น้ำมัน ประปา น้ำในเขื่อน ท่อแก๊ส สามารถประหยัดการสูญเสียได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ ถึง 15เปอร์เซ็นต์ และในอนาคตอันใกล้นี้เมื่อเทคโนโลยีนาโนก้าวหน้ามากขึ้น เซนเซอร์ ZigBee จะมีขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุดสามารถฝังได้แม้กับในร่างกายของสิ่งมีชีวิตก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

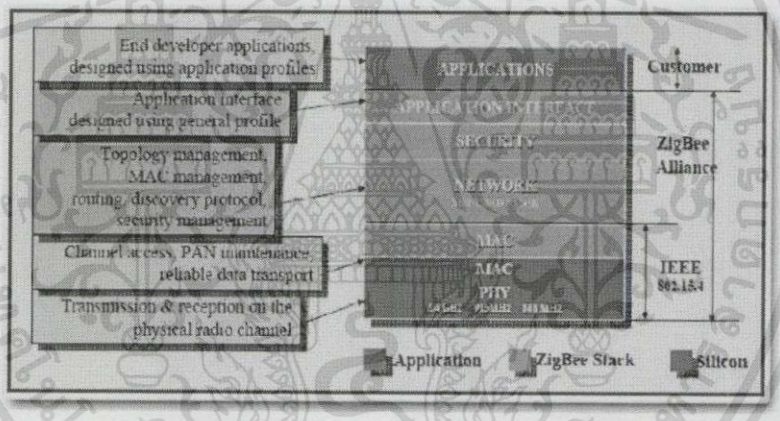
ชื่อ ZigBee ได้มาจากพฤติกรรมการสื่อสารของผึ้ง โดยผึ้งจะบินแบบซิกแซ็ก (7-Segment) และจะให้ข้อมูลข่าวสารระหว่างผึ้งด้วยกัน ที่เกี่ยวกับ ตำแหน่ง ระยะทาง และทิศทางของอาหารที่พวกมันกำลังหาอยู่

ZigBee ถูกสร้างขึ้นในการทำระบบเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล (WPAN) อยู่ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.15.4 โดยมาตรฐานนี้ใช้งานสำหรับการสื่อสารความเร็วต่ำ ใช้กำลังไฟฟ้าน้อย อุปกรณ์ราคาถูก และมีคุณสมบัติการจัดการตัวเองได้

ลักษณะของ ZigBee คือมีทางเข้าช่องสัญญาณโดยการใช้ Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA - CA) หรือมีทางเข้าช่องสัญญาณหลายๆ ทาง เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกัน ระยะทางโดยทั่วไปประมาณ 50 เมตร มี topology แบบ star , peer-to-peer, mesh ทั้งนี้แต่ละอุปกรณ์จะมีแอดเดรส ที่มีความยาว 64 หรือ 16 บิต (รองรับได้ 64,000 อุปกรณ์)

2.8 มาตรฐาน IEEE 802.15.4

เครือข่ายเซนเซอร์ ZigBee ถูกออกแบบภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.15.4 ซึ่งประกอบด้วยชั้นกายภาพ (Physical layer) และชั้น MAC layer ดังรูป



รูปที่ 2.20 โปรโตคอลของ ZigBee
(http://comsbc.gagto.com/?cid=388251)

2.8.1 มาตรฐาน IEEE 802.15.4 Physical Layer มีอยู่ 3 ความถี่คือ

1. 2.4 กิกกะเฮิรตซ์ ถึง 2.4835 กิกกะเฮิรตซ์ บิตเรท 250 กิโลบิตต่อวินาที มีอยู่ 16 ช่องสัญญาณ คือช่องสัญญาณที่ 11 ถึง 26 ใช้งานได้ทั่วโลก

2. 868 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 870 เมกะเฮิรตซ์ บิตเรท 20 กิโลบิตต่อวินาที มีอยู่ 1 ช่องสัญญาณ คือช่องสัญญาณที่ 0

3. 902 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 928 เมกะเฮิรตซ์ บิตเรท 40 กิโลบิตต่อวินาที มีอยู่ 10 ช่องสัญญาณ คือช่องสัญญาณที่ 1 ถึง 10 ใช้งานได้ในพื้นที่ของอเมริกาเหนือ, ยุโรป, ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์

ระยะทางในการส่งข้อมูลอยู่ที่ 10 เมตร ถึง 75 เมตร ขึ้นอยู่กับกำลังงานและสิ่งแวดล้อม ในชั้นนี้จะใช้วิธี Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) โดยย่านความถี่ 2.4 กิกกะเฮิรตซ์ ใช้การมอดูเลชั่นแบบ O-QPSK ความกว้างของช่องสัญญาณ 2 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 5 เมกะเฮิรตซ์ ส่วนย่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 868 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 900 เมกะเฮิรตซ์ ใช้การมอดูเลชั่นแบบ BPSK กลไกในการเข้าถึงช่องสัญญาณทั้งสองอยู่ในมาตรฐาน IEEE 802.15.4 สำหรับเครือข่าย non-beacon ซึ่งเป็นมาตรฐาน ALOHA CSMA-CA เป็นการสื่อสารที่มีการแจ้งเมื่อได้รับข้อมูล ในเครือข่าย beacon-enable โครงสร้างของ super frame ใช้สำหรับควบคุมการเข้าถึงช่องสัญญาณ ซึ่งตั้งขึ้นโดย network coordinator เพื่อใช้ในการส่ง beacon ในช่วงเวลาที่กำหนด และมี 16 time slots ระหว่าง beacon เพื่อใช้ในการช่วงชิงในการเข้าถึงช่องสัญญาณในแต่ละ time slot อย่างไรก็ตาม network coordinator สามารถบอกได้มากถึง 7 time slots ในแต่ละช่วงเวลาของ beacon เพื่อคุณภาพของการให้บริการ

ตารางที่ 2.6 มาตรฐาน IEEE 802.15.4 frequency bands and data transfer rates

Band (MHz)	Frequency Band (MHz)	Bit Rate (Kbps)	Symbol Rate (Kbps)	DSS Spreading Parameters	
				Modulation Techniques	Chip Rate
868	868.0 - 868.6	20	20	BPSK	300 Kbps
915	902.0 - 928.0	40	40	BPSK	200Kbps
2400	2400 - 2483.5	250	62.5	O-QPSK	2Mbps

2.8.2 มาตรฐาน IEEE 802.15.4 MAC Layer

ในชั้น MAC สามารถรองรับขนาดแพกเก็จได้สูงสุด 128 ไบต์ ภายในประกอบด้วย payload 104 ไบต์ มีแอดเดรส ของแต่ละโหนดที่มีความยาว 64 บิต และ16 บิต (รองรับได้ 65,000 โหนด) ทั้งนี้ในชั้น MAC จะมีทั้งส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายและส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับโครงข่าย ที่มี beacons ในโครงสร้างของ super frame สำหรับการซิงโครไนซ์ และยังมีกลไลแบบ GTS (Guaranteed Time Slot) สำหรับการสื่อสารที่มีความสำคัญสูง ส่วนการเข้าช่องสัญญาณจะใช้วิธี Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA-CA)

ใน MAC sub layer จะทำหน้าที่ 2 อย่างคือ MAC data service และ MAC management service โดยมีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

- Beacon management
- Channel access
- GTS management
- Frame validation
- Acknowledgement frame delivery
- Association and Disassociation

ระบบเน็ตเวิร์ก แบบ LR-WPAN สามารถที่จะเลือกใช้ Super Frame Structure ได้โดย รูปแบบของ Super Frame จะถูกกำหนดโดย PAN Coordinator

Super Frame จะถูกแบ่งออกเป็น 16 slots ซึ่งในการส่ง beacon จะส่งไปในเฟรมแรกของ Super Frame นี้ และหาก Coordinator ไม่ต้องการใช้ Super Frame Structure Coordinator จะไม่ทำการส่ง beacon มากับเฟรมแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Beacon จะใช้ในการ synchronize ดับอุปกรณ์อื่นๆ ใช้ในการระบุ PAN และใช้อธิบายโครงสร้างของ Super Frame การทำงานโดยใช้ Super Frame นั้นจะมี 2 สถานะคือ Active และ Inactive ในการทำงานแบบ Inactive นั้น Coordinator จะไม่ติดต่อกับ PAN และจะปรับตัวเองเข้าสู่ Low-Power mode ส่วนในสถานะ Active นั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ Contention Access Period (CAP) และ Contention Free Period (CFP)

2.8.3 ชนิดอุปกรณ์ของ ZigBee

อุปกรณ์ของ ZigBee มีอยู่ 2 ชนิดคือ แบบ Physical Device และ Logical Device

1. ZigBee แบบ Physical Device มี 2 ประเภท คือ

- Full Function Device : FFD เป็น เราเตอร์ที่เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆ ใช้พลังงานจาก power line ทำงานได้ในทุก Topology และสามารถทำเป็นจุดเชื่อมต่อกันได้

- Reduced Function Device : RFD เหมาะแก่การเชื่อมต่อภายในเครือข่าย ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆ ได้ ทำได้ง่ายในเครือข่ายที่เป็นแบบ star

ตารางที่ 2.7 ZigBee แบบ Physical Device

Device Type	Services Offered	Typical Power Source	Typical Receiver Configuration
Full Function Device (FFD)	Most of all	Mains	On when Idle
Reduced Function Device (RFD)	Limited	Battery	On when Idle

2. ZigBee แบบ Logical Device มี 3 ประเภท คือ

- ZigBee Coordinators เป็นจุดที่ประสานเชื่อมต่อกัน ทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลในเครือข่าย

- ZigBee Routers ทำหน้าที่จัดการเส้นทางของข้อความที่ส่งผ่านภายในโครงข่ายระหว่างคู่ของโหนดใดๆ

- ZigBee End Devices เป็นโหนดที่อยู่ในส่วนของผู้ใช้งาน โดยสามารถเป็นได้ทั้งแบบ RFD และ FFD

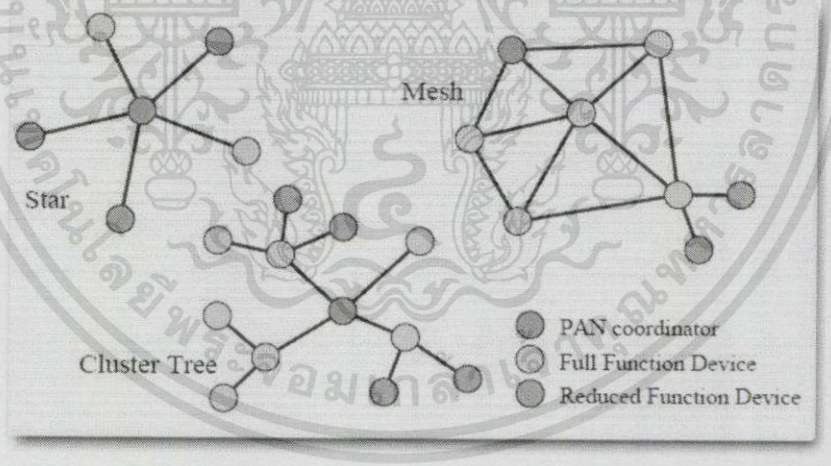
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ZigBee แบบ Logical Device

ZigBee Protocol Devices	IEEE Device Type	Typical Function
Coordinators	FFD	One per network. Forms the network , allocates network address
Routers	FFD	Optional. Extends the physical range of the network. Allow more node s to join the network. May also perform monitoring and/ or control functions.
End	FFD or RFD	Performs monitoring and/or control functions.

2.8.4 เครือข่ายโปรโตคอล ZigBee

เครือข่ายไร้สายโดยใช้โปรโตคอล ZigBee สามารถตั้งค่าได้หลายแบบ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นหมวดใหญ่ๆ ได้ 2 แบบ คือ จุดเชื่อมต่อและอุปกรณ์ปลายทาง อุปกรณ์เชื่อมต่อของโปรโตคอล ZigBee เป็นอุปกรณ์ประเภท FFD ที่รวมการทำงานของโปรโตคอล ZigBee ไว้เป็นจำนวนมาก ส่วนอุปกรณ์ปลายทางสามารถเป็นได้ทั้ง FFD และ RFD ซึ่ง RFD เป็นอุปกรณ์ที่เล็กและง่ายที่สุดของโปรโตคอล ZigBee ที่มีการทำงานของโปรโตคอล ZigBee น้อยมาก



รูปที่ 2.21 ชนิดของเครือข่าย ZigBee

1. เครือข่ายแบบสตาร์ (Star Network) ประกอบด้วยจุดเชื่อมต่อโปรโตคอล ZigBee 1 จุด และอุปกรณ์ปลายทางหลายๆ ชิ้นในเครือข่ายแบบสตาร์ อุปกรณ์ปลายทางทั้งหมดจะสื่อสารกับอุปกรณ์เชื่อมต่อเท่านั้น ถ้าอุปกรณ์ปลายทางหนึ่งต้องการสื่อสารกับอุปกรณ์ปลายทางอื่นๆ ต้องส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อเท่านั้นหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ อุปกรณ์เชื่อมต่อทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังผู้รับ

2. เครือข่ายแบบต้นไม้ (Cluster Tree) ในเครือข่ายนี้อุปกรณ์ปลายทางจะสามารถเชื่อมต่อได้กับอุปกรณ์เชื่อมต่อหรือ ZigBee โปรโตคอลเราเตอร์ เราเตอร์ทำหน้าที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภท คือ เพิ่มจำนวนโหนดที่สามารถเชื่อมต่ออยู่บนเครือข่ายและขยายขนาดของเครือข่าย เนื่องจากเราเตอร์จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังจุดต่างๆ ของเครือข่ายได้โดยที่ อุปกรณ์ปลายทางไม่จำเป็นต้องอยู่ในระยะการส่งสัญญาณวิทยุ

3. เครือข่ายแบบเมช (Mesh Network) เครือข่ายแบบเมชใช้กับ เครือข่ายแบบต้นไม้ยกเว้นอุปกรณ์ FFD สามารถส่งข้อมูลไปยัง FFD อื่นได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านโครงสร้างต้นไม้ ข้อมูลที่ส่งไปยัง RFD จะต้องผ่านอุปกรณ์ RFD ก่อนหน้า ข้อดีของการเชื่อมต่อแบบนี้คือ ช่วยลดอัตราความล่าช้าของการส่งและเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบ เครือข่ายแบบต้นไม้และเครือข่ายแบบเมชมีอีกชื่อว่า เครือข่ายหลายจุด (Multi-hop) ขณะที่เครือข่ายแบบสตาร์เป็น เครือข่ายจุดเดียว (single-hop) เครือข่ายโปรโตคอล ZigBee เป็นเครือข่ายแบบเชื่อมต่อได้หลายอุปกรณ์พร้อมกัน ซึ่งหมายความว่า จุดเชื่อมต่อในเครือข่ายทุกจุดมีสิทธิในการเข้าถึงตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสารเท่าๆ กัน มีวิธีการเชื่อมต่อแบบหลายอุปกรณ์พร้อมกัน 2 วิธี ได้แก่ beacon และ non-beacon การเชื่อมต่อแบบ non-beacon ทุกจุดเชื่อมต่อในเครือข่ายส่งข้อมูลได้ตลอดเวลาที่ช่องสัญญาณว่างอยู่ ในเครือข่ายแบบ beacon จุดเชื่อมต่อจะสามารถส่งข้อมูลได้ในช่วงเวลาที่ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าเท่านั้น

2.8.5 ขั้นตอนการทำงานของโปรโตคอล ZigBee

1. ขั้นตอนการทำงานของ ZigBee Coordinator

ZigBee Coordinator จะเริ่มต้นเครือข่าย โดยการตรวจสอบการใช้ช่องสัญญาณวิทยุภายในบริเวณรอบๆ ถ้ามีช่องสัญญาณที่ไม่ถูกใช้โดย coordinator ตัวอื่น ก็สามารถเริ่มต้นเครือข่ายได้ หลังจากนั้น coordinator ก็จะสามารถทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่าย รองรับการเข้าร่วมเครือข่ายของ ZigBee end – device และรองรับการร้องขออื่นๆ ตามมาตรฐานด้วยเช่นกัน

2. ขั้นตอนการทำงานของ ZigBee end – device

ZigBee end – device จะเริ่มต้นการทำงานโดยการร้องขอการเข้าร่วมเครือข่ายไปยัง coordinator ประจำเครือข่ายนั้นๆ โดยการตรวจสอบผ่านช่องสัญญาณต่างๆ ว่า coordinator ใช้ช่องสัญญาณใดอยู่ เมื่อเข้าร่วมเครือข่ายแล้ว end – device จึงสมสารถทำการร้องขออื่นๆ ผ่านทาง coordinator ได้ เช่น การส่งข้อความ (Message), การร้องขอการ binding (Binding request), การขอออกจากเครือข่าย

2.8.6 ZigBee กับมาตรฐานการสื่อสารแบบไร้สายอื่นๆ

ZigBee เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานระบบสื่อสารต่างๆ แสดงดังตาราง จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีของ Bluetooth และ Wi-Fi นั้นกินพลังงานสูงมากจึงไม่เหมาะนำมาใช้งานกับเครือข่ายเซนเซอร์ ซึ่งอัตราการส่งข้อมูลๆ ไม่จำเป็นต้องเร็วมากนักเพราะมีการเรียกข้อมูลเป็นคาบเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 การเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารแบบไร้สาย

มาตรฐาน	ZigBee 802.15.4	Wi-Fi 802.11b	Bluetooth 802.15.1
ช่วงการส่ง (เมตร)	1-100	1-100	1-10
อายุการใช้งาน (วัน)	100-1000	0.5-5	1-7
ขนาดเครือข่าย (ต่อโหนด)	>64,000	32	7
Application	Monitoring &Control	Web, E-mail, VDO	Cable Replacement
ขนาดสแตก (กิโลไบต์)	4-32	1000	250
Throughput (กิโลบิตต่อวินาที)	20-250	11,000	720

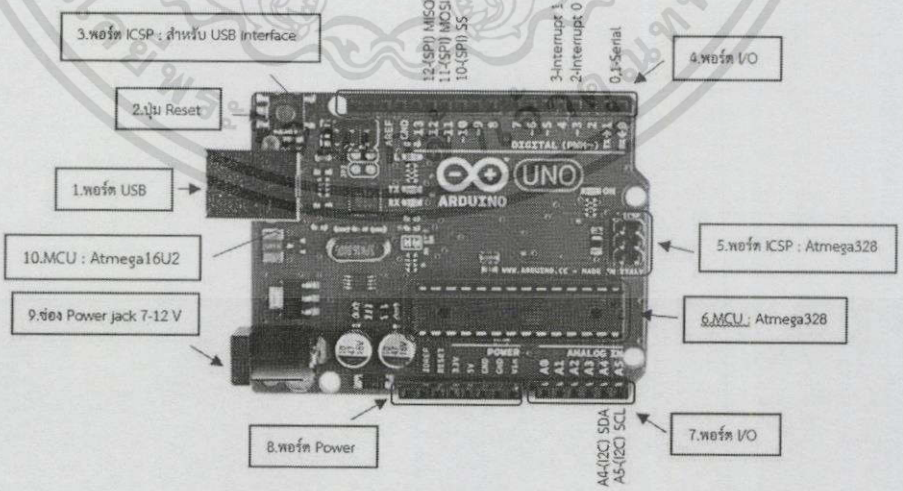
2.9 Arduino UNO R3

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย

2.9.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

1. ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
2. มี Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
3. Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
4. ราคาไม่แพง
5. Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

2.9.2 Layout และ Pin out ของบอร์ด Arduino UNO R3



รูปที่ 2.22 รูปร่างของบอร์ด Arduino UNO R3
(http://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/arduino/arduino-uno-r3-detail.htm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พอร์ต USB ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่ออัพโหลดโปรแกรมเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2. Reset Button เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มการทำงานใหม่

3. พอร์ต ICSP ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Comport บน Atmega16U2

4. พอร์ต I/O แบบดิจิตอล ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0, 1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM

5. พอร์ต ICSP Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. พอร์ต I/O นอกจากจะเป็นดิจิตอล I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8. พอร์ต Power ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์, +5 โวลต์, GND, V_{in}

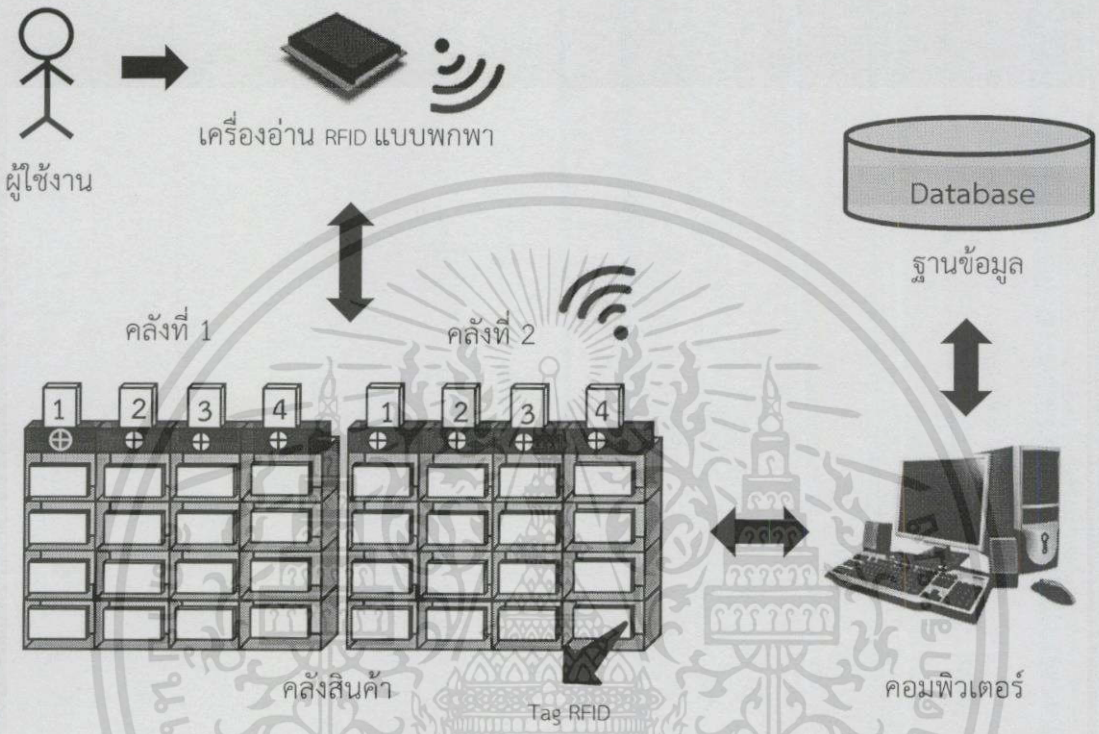
9. Power Jack รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์

10. ไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Atmega16U2 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน Atmega16U2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการทำงานของระบบ

3.1 โครงสร้างรวมของระบบ



รูปที่ 3.1 การทำงานโดยรวมของระบบการจัดการคลังสินค้า
และค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

จากรูปที่ 3.1 การทำงานโดยของระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา จะสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วนหลักๆ คือ

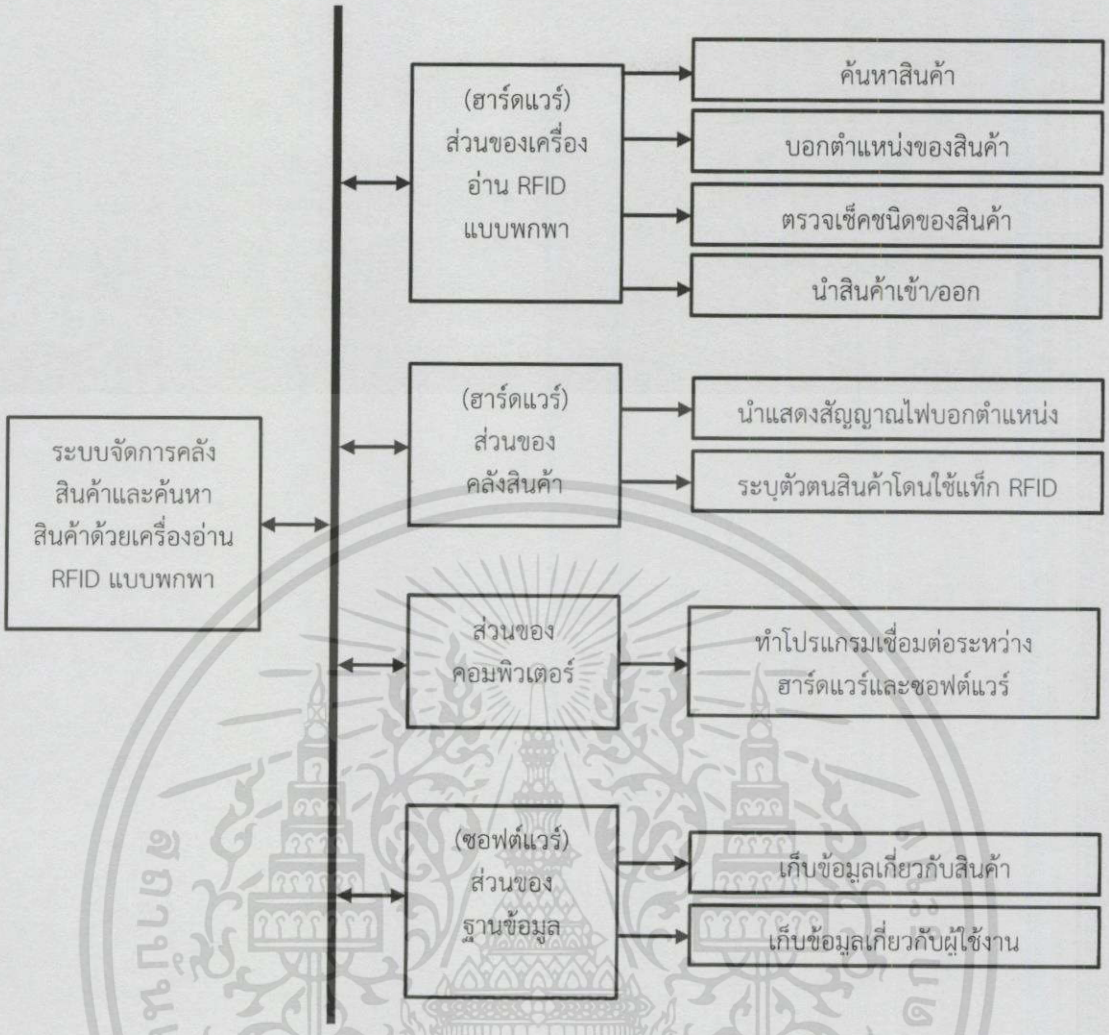
1. ส่วนของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ซึ่งจะเป็นเครื่องที่สามารถค้นหาตำแหน่งของสินค้าและตรวจเช็คสินค้า การนำสินค้าเข้าหรือออกจากคลังสินค้าได้

2. ส่วนของคลังสินค้า จะเป็นส่วนของการเก็บสินค้าที่มีการติดแท็ก RFID มีการแสดงสัญญาณไฟบอกตำแหน่งของสินค้า

3. ส่วนของฐานข้อมูล จะทำหน้าที่เก็บรายละเอียดต่างๆ ของสินค้า และผู้ใช้งาน

4. ส่วนของคอมพิวเตอร์ เป็นส่วนของการทำโปรแกรมต่างๆ เพื่อให้ส่วนของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพาและส่วนของคลังสินค้า (ฮาร์ดแวร์) เชื่อมกับส่วนของฐานข้อมูล (ซอฟต์แวร์)

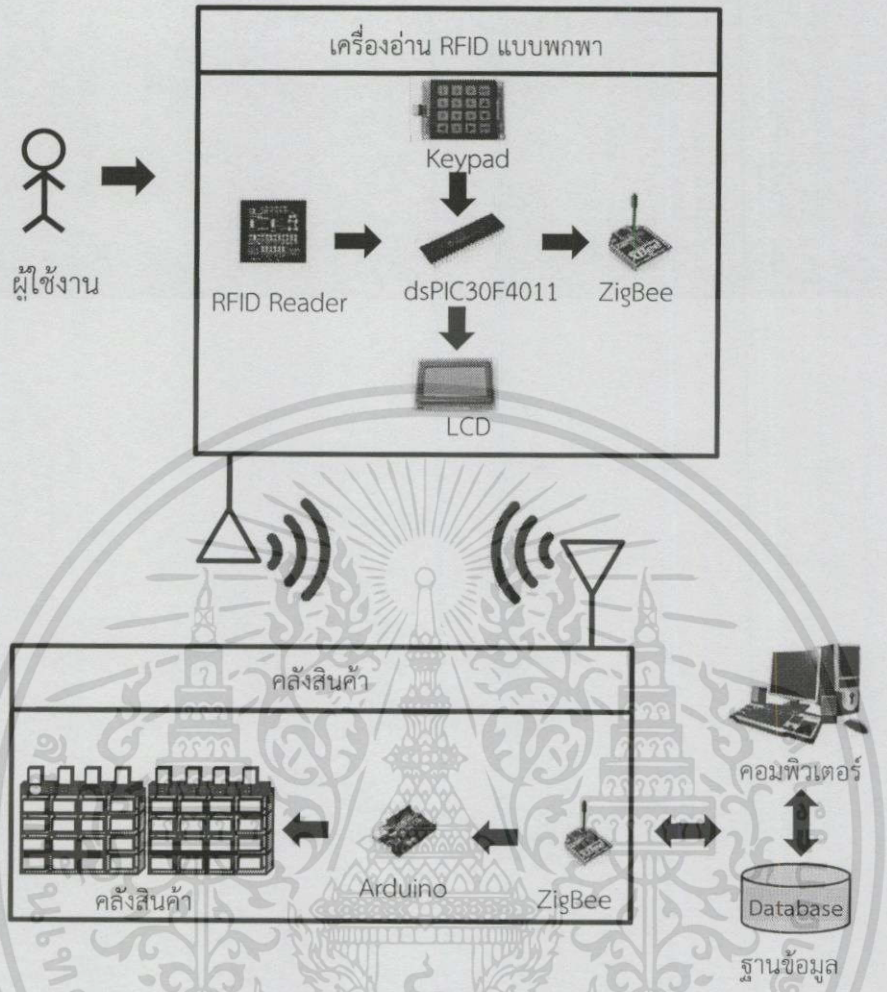
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ส่วนต่างๆ ของระบบและหน้าที่ของส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์



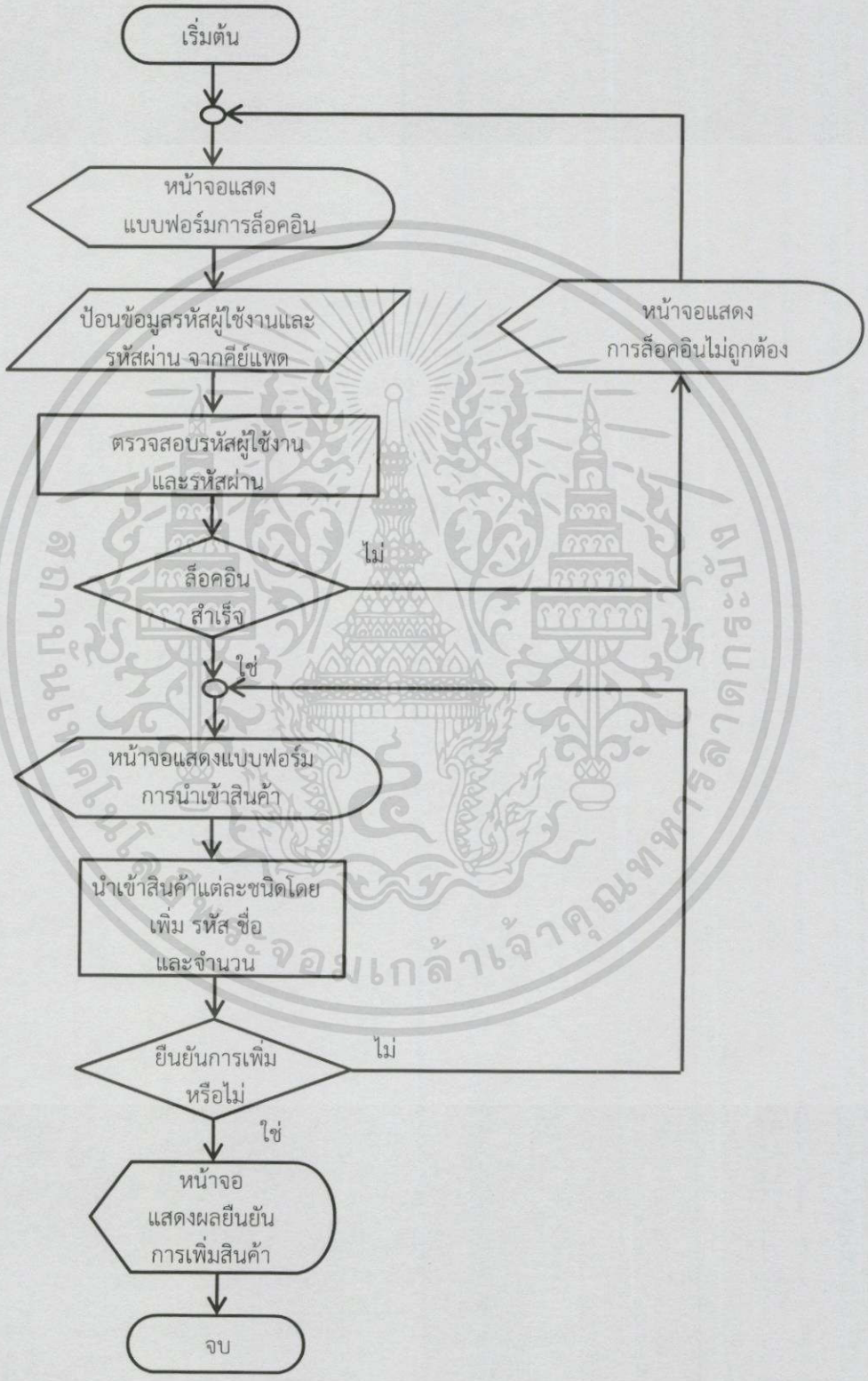
รูปที่ 3.3 โครงสร้างของระบบฮาร์ดแวร์

ในส่วนของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา จะประกอบด้วย dsPIC30F4011 ต่อกับ คีย์แพด, เครื่องอ่าน RFID, LCD, และโมดูลไร้สาย แล้วส่งสัญญาณไปให้ส่วนของคลังสินค้า ซึ่งประกอบไปด้วยบอร์ด Arduino ซึ่งต่อกับหลอดไฟบนคลังสินค้าที่มีการติดแท็ก RFID และโมดูลไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ผังการทำงานของระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

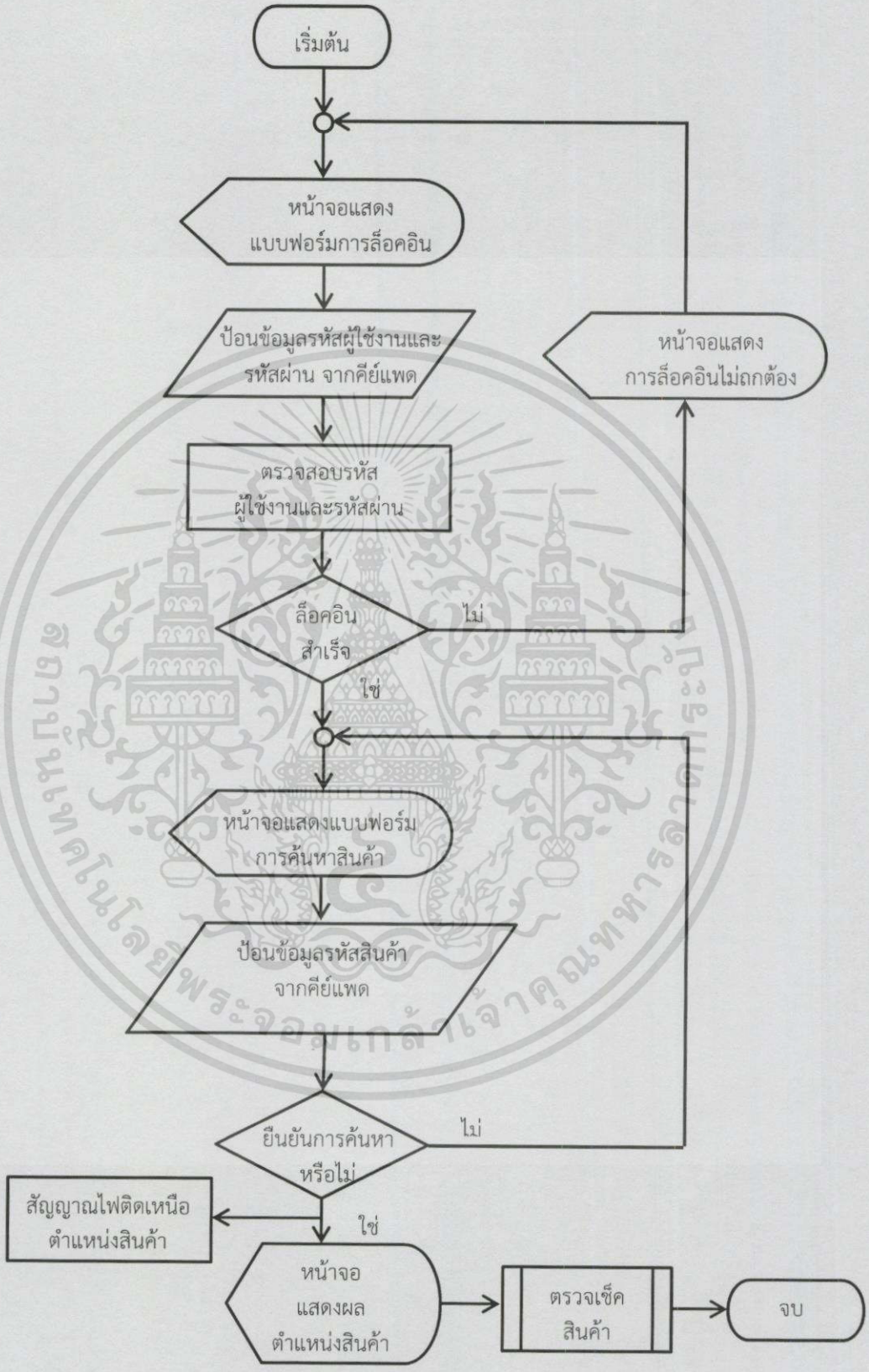
3.3.1 การนำสินค้าเข้าคลังสินค้า



รูปที่ 3.4 Flow chart ขั้นตอนการนำสินค้าเข้าคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

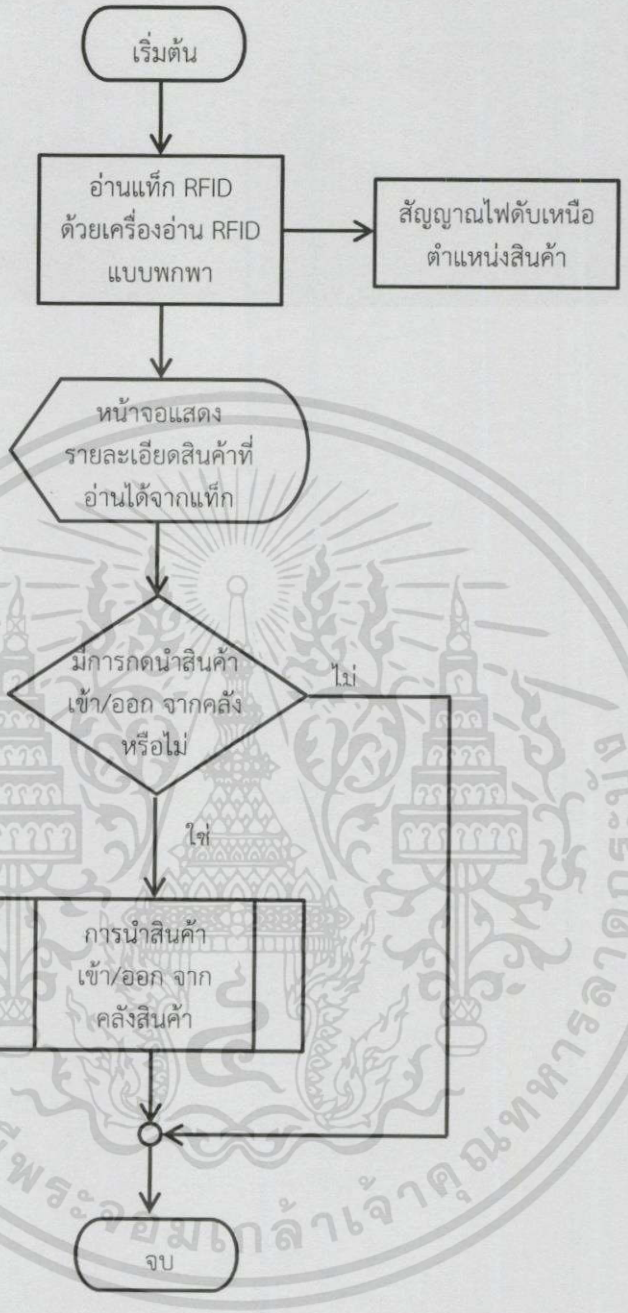
3.3.2 การค้นหาสินค้าในคลังสินค้า



รูปที่ 3.5 Flow chart ขั้นตอนการค้นหาสินค้าในคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

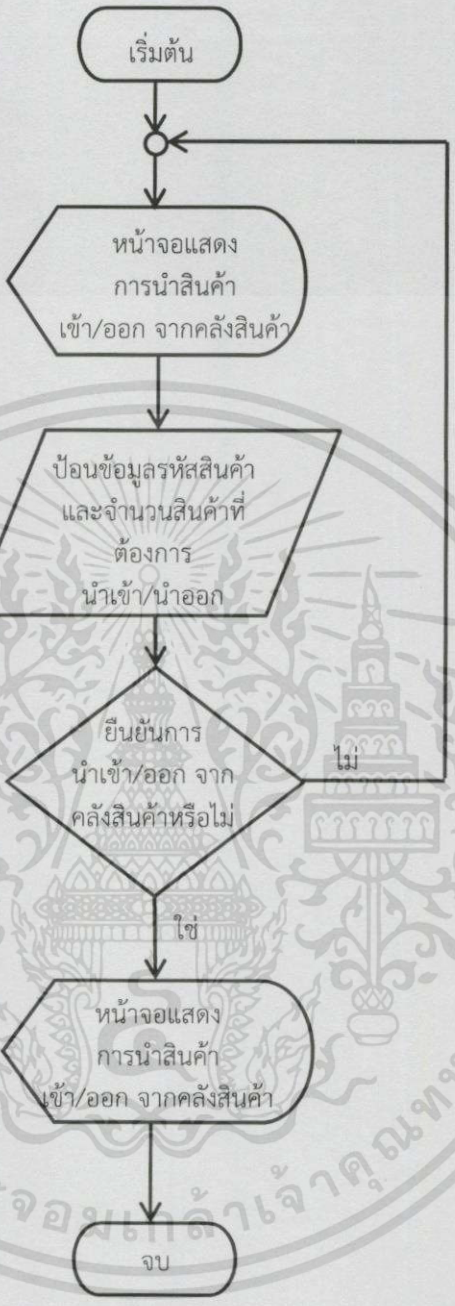
3.3.3 การตรวจเช็คสินค้าในคลังสินค้า



รูปที่ 3.6 Flow chart ขั้นตอนการตรวจเช็คสินค้าในคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การนำสินค้าเข้า/ออกจากคลังสินค้า

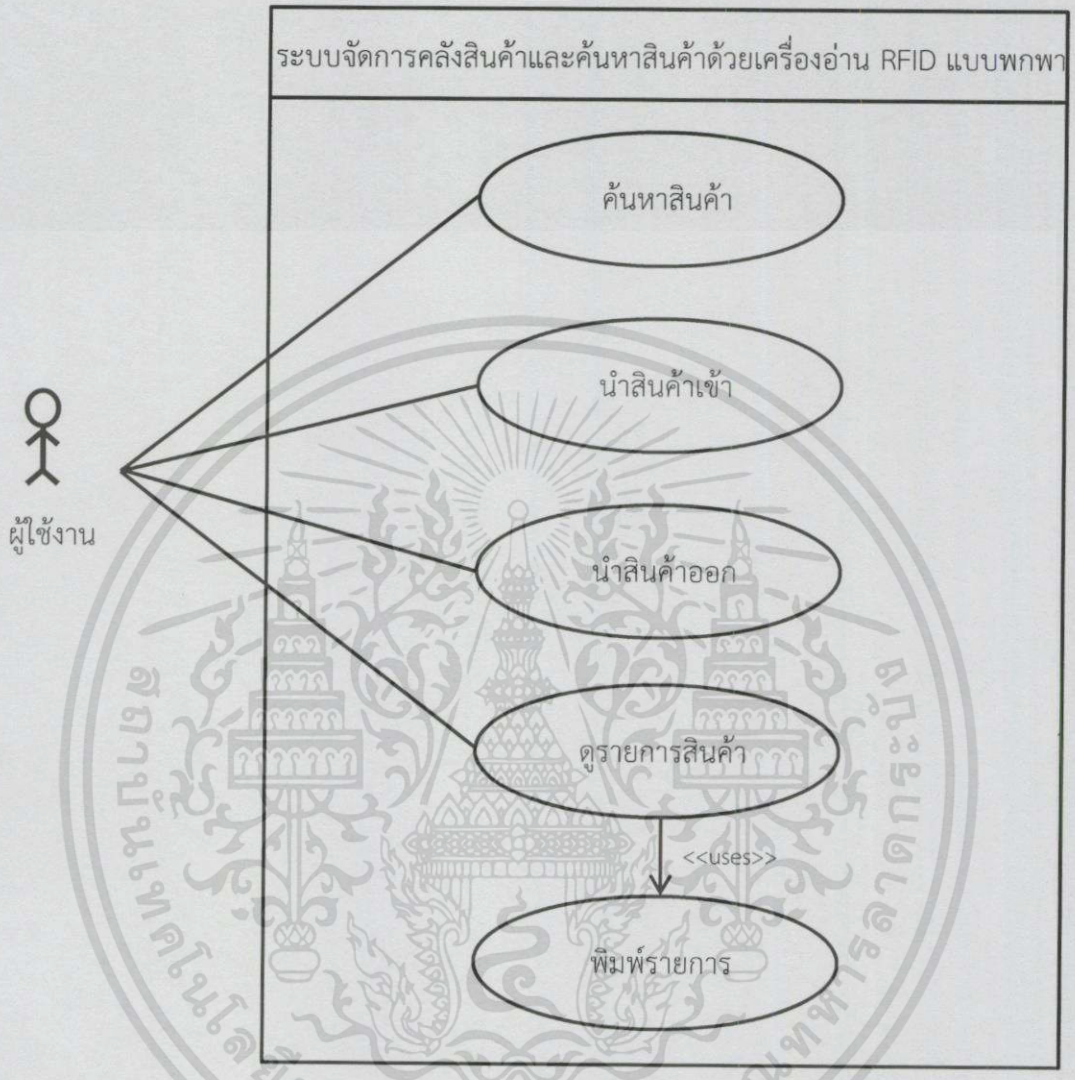


รูปที่ 3.7 Flow chart ขั้นตอนการนำสินค้าเข้า/ออกจากคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบระบบ

3.4.1 Use case ไดอะแกรม



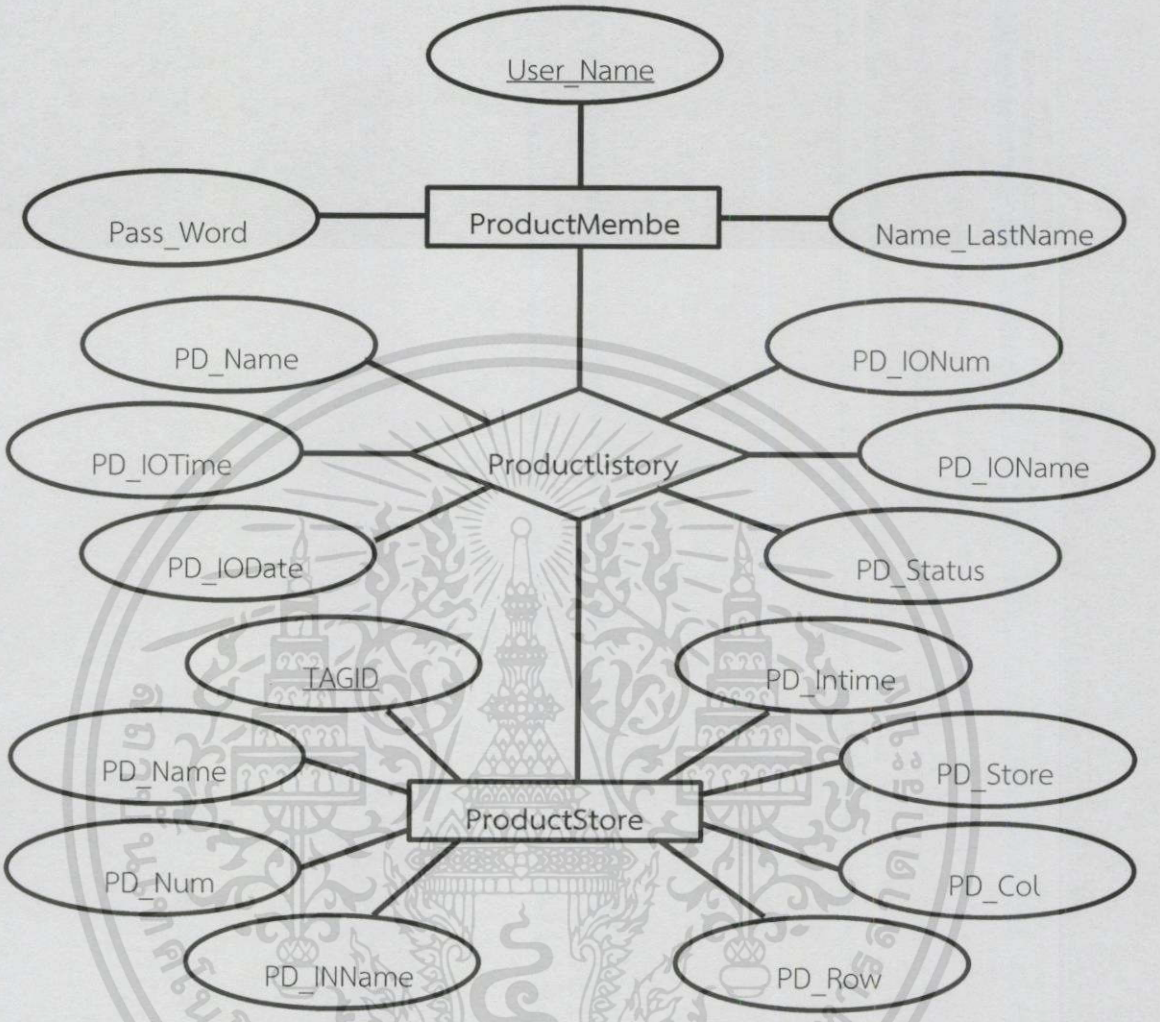
รูปที่ 3.8 Use case ไดอะแกรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การออกแบบฐานข้อมูล

1. ER-Diagram



รูปที่ 3.9 ER ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พจนานุกรมข้อมูล

ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน (ProductMember)

Name	Type	Key	Meaning
User_name	nvarchar	Primary Key	ชื่อผู้ใช้งานที่ใช้ในการล็อกอิน
Pass_word	nvarchar	-	รหัสผ่าน
Name_LastName	nvarchar	-	ชื่อและนามสกุลผู้ใช้งาน

ตารางที่ 3.2 ตารางเก็บข้อมูลสินค้าในคลังสินค้า (ProductStore)

Name	Type	Key	Meaning
TAGID	nvarchar	Primary Key	รหัสแท็กสินค้าหรือรหัสสินค้า
PD_Name	nvarchar	-	ชื่อสินค้า
PD_INTime	datetime	-	เวลาที่นำสินค้าเข้าคลังสินค้าครั้งแรก
PD_Num	nvarchar	-	จำนวนสินค้าคงเหลือ
PD_INName	nvarchar	-	ชื่อผู้ใช้งานที่นำสินค้าเข้าคลังสินค้า
PD_Store	nvarchar	-	หมายเลขคลังสินค้า
PD_Col	nvarchar	-	หมายเลขล็อคของคลังสินค้า
PD_Row	nvarchar	-	หมายเลขชั้นของคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางเก็บข้อมูลการนำสินค้าเข้า-ออกจากคลังสินค้า (ProductHistory)

Name	Type	Key	Meaning
TAGID	nvarchar	Primary Key	รหัสแท็กสินค้าหรือรหัสสินค้า
PD_Name	nvarchar	-	ชื่อสินค้า
PD_IOTime	time	-	เวลาที่ทำการนำสินค้าเข้า-ออกจากคลังสินค้า
PD_IODate	date	-	วันที่ที่ทำการนำสินค้าเข้า-ออกจากคลังสินค้า
PD_IONum	nvarchar	-	จำนวนสินค้าที่นำเข้า-ออกจากคลังสินค้า
PD_IOName	nvarchar	-	ชื่อผู้ใช้งานที่ทำการนำสินค้าเข้า-ออกจากคลังสินค้า
PD_Status	nvarchar	-	สถานะนำเข้า/นำออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

ส่วนประกอบของระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพาประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ 2 ส่วนคือ การทำงานบนเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา และการทำงานในส่วนของโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์

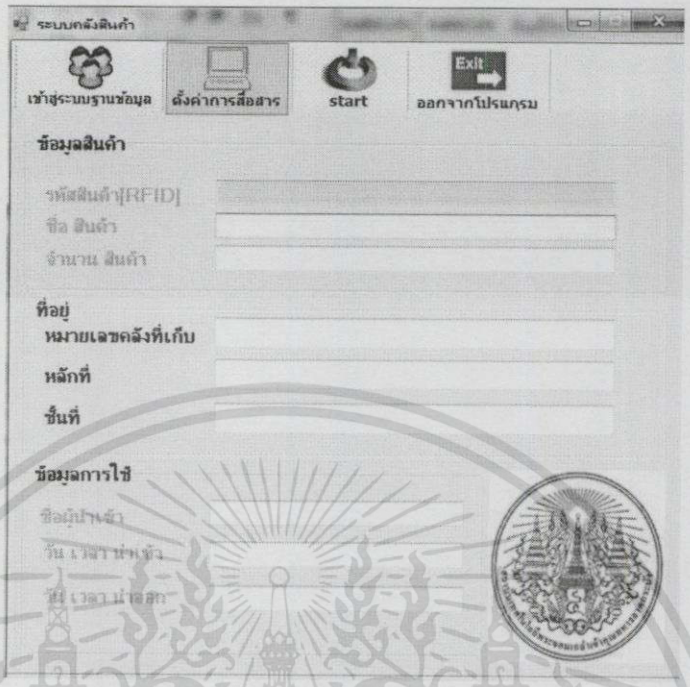
4.1.1 การทำงานบนเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

1. เมื่อทำการรันโปรแกรมแล้ว หน้าต่างของโปรแกรมจะเริ่มดังนี้

รูปที่ 4.1 การเริ่มต้นโปรแกรม

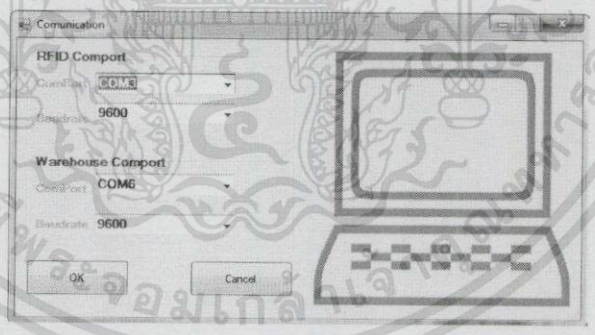
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เข้าสู่การตั้งค่าการสื่อสาร



รูปที่ 4.2 เข้าสู่การตั้งค่าการสื่อสาร

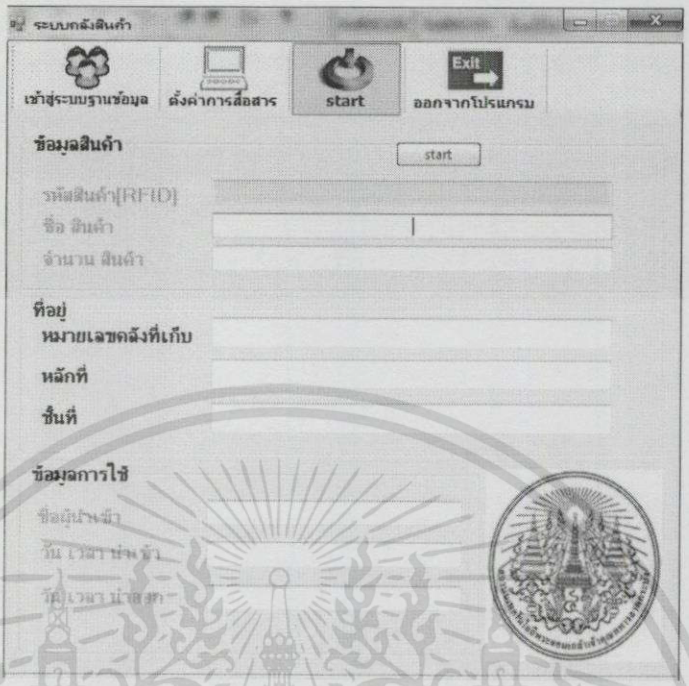
3. ทำการตั้งค่าการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์และคอมพิวเตอร์ โดยเลือกให้ RFID Comport เท่ากับ COM3 และเลือกให้ Warehouse Comport เท่ากับ COM6



รูปที่ 4.3 ตั้งค่าการสื่อสาร

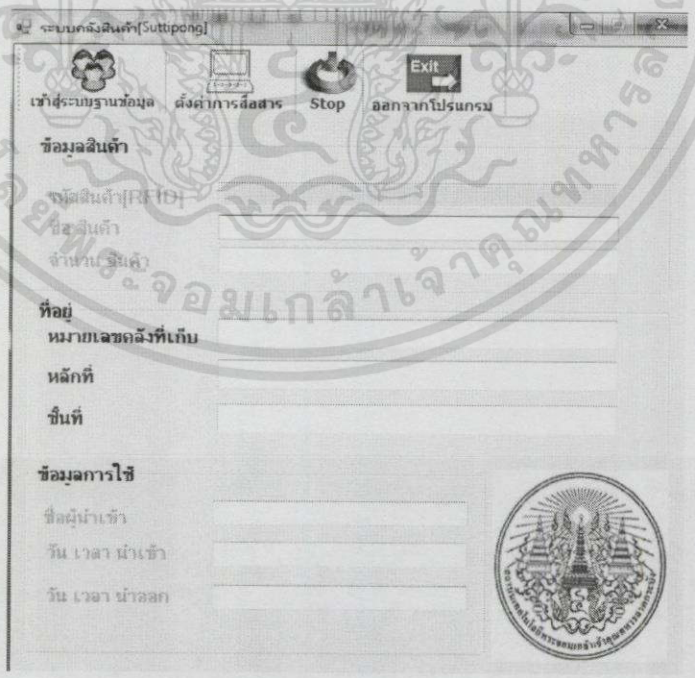
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อทำการตั้งค่าการสื่อสารเสร็จแล้วให้กด start เพื่อเริ่มการทำงาน



รูปที่ 4.4 กดปุ่ม start เพื่อเริ่มการทำงาน

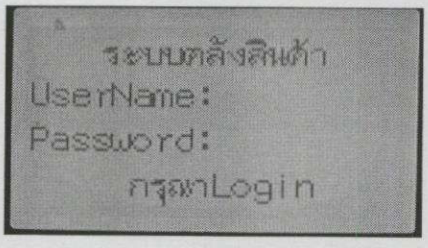
5. หน้าต่างแสดงการพร้อมเริ่มทำงาน จะสังเกตุได้จากคำว่า Start เปลี่ยนเป็นคำว่า Stop



รูปที่ 4.5 หน้าต่างแสดงการพร้อมเริ่มทำงาน

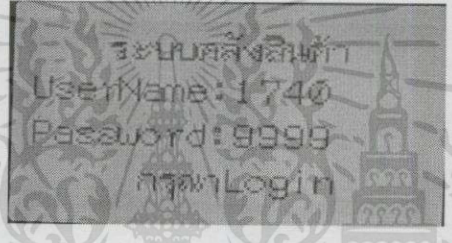
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เปิดเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา จอ LCD จะแสดงช่องให้ใส่ UserName และ Password เพื่อทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ



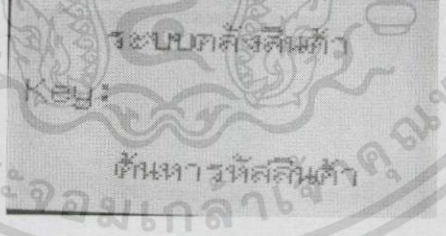
รูปที่ 4.6 หน้าต่างการทำงานแรกของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

7. ทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ โดยใส่ UserName เป็น 1740 และใส่ Password เป็น 9999 แล้วทำการกด ENT เพื่อทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ



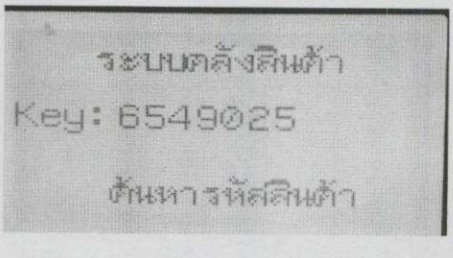
รูปที่ 4.7 ล็อกอินเข้าสู่ระบบ

8. เมื่อล็อกอินเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วก็จะเป็นการเข้าสู่หน้าต่างการค้นหาสินค้า ซึ่งจะมีช่องให้ใส่รหัสสินค้าที่ต้องการค้นหา



รูปที่ 4.8 หน้าต่างการค้นหาสินค้า

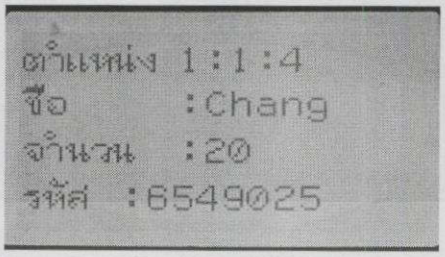
9. ใส่รหัสสินค้าที่ต้องการค้นหาเป็น 6549025 แล้วกด ENT เพื่อทำการค้นหาสินค้า



รูปที่ 4.9 ค้นหาสินค้า

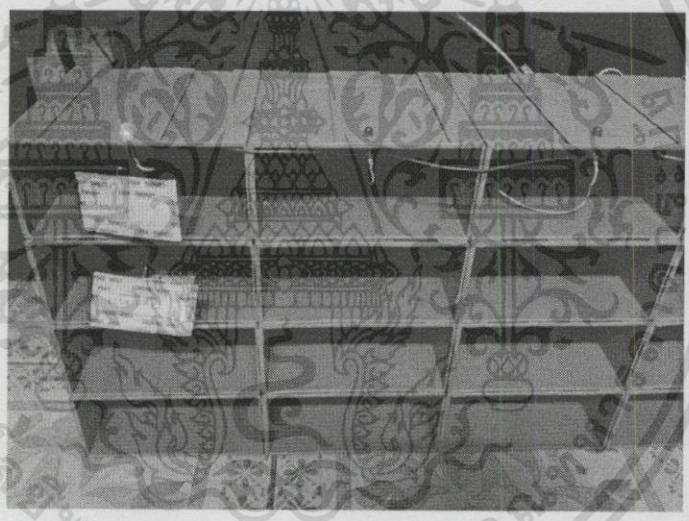
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เมื่อมีการค้นหาสินค้าจะมีการแสดงข้อมูลของสินค้าคือ ตำแหน่งสินค้า 1:1:4 หมายถึง คลังที่ 1 : ช่องที่ 1 : ชั้นที่ 4, ชื่อของสินค้า คือ Chang, จำนวนของสินค้า เท่ากับ 20 และรหัสของสินค้าคือ 6549025



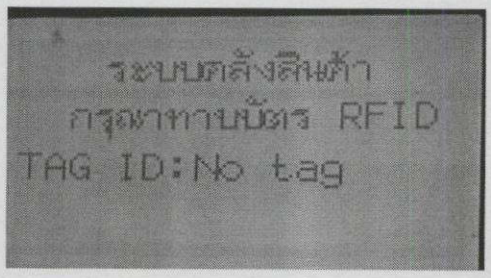
รูปที่ 4.10 ข้อมูลการค้นหาสินค้า

11. เมื่อทำการค้นหาสินค้า ไฟที่คลังสินค้าก็จะติดเพื่อเป็นการบอกว่าสินค้าอยู่ในช่องใด จากการค้นหาจะพบว่าสินค้าอยู่ในคลังที่ 1: ล็อคที่ 1 ดังนั้นไฟที่คลังที่ 1 ตำแหน่งล็อคที่ 1 จึงติด



รูปที่ 4.11 ไฟที่คลังสินค้าติด

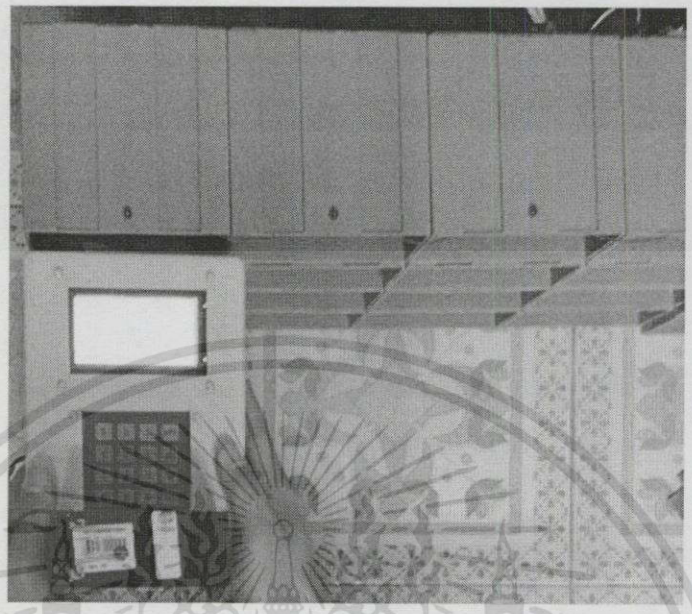
12. จากนั้นระบบจะให้ทำการอ่านแท็ก RFID ที่ติดอยู่ตรงตำแหน่งของสินค้าบนชั้นวางสินค้า



รูปที่ 4.12 หน้าต่างแสดงการบอกให้ทาบแท็ก RFID

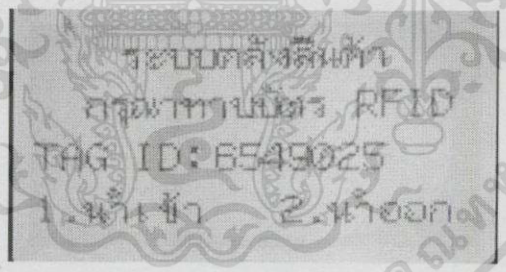
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ทำการอ่านแท็ก RFID เพื่อเป็นการยืนยันว่าสินค้าที่อยู่ในตำแหน่งนั้นตรงกับสินค้าที่เราค้นหาอยู่หรือไม่ ถ้าใช่ไฟที่คลังที่ติดอยู่ก็จะดับลง



รูปที่ 4.13 อ่านแท็ก RFID

14. เมื่อทำการอ่านแท็ก RFID แล้ว ระบบจะแสดงรหัสของสินค้าหรือรหัสแท็ก RFID นั่นเอง พร้อมทั้งแสดงเมนูให้เลือกว่าต้องการนำสินค้าเข้าหรือออกจากคลังสินค้า



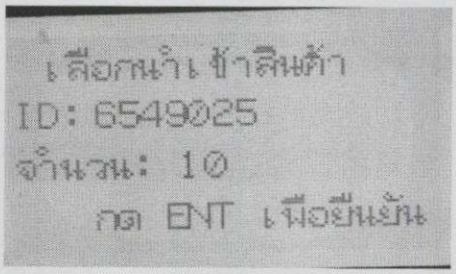
รูปที่ 4.14 แสดงเมนูการนำเข้า/นำออก ให้เลือก

15. เมื่อกด 1 เพื่อเลือกทำการนำสินค้าเข้าคลังสินค้า ระบบก็จะมีช่องให้ใส่จำนวนสินค้าที่ต้องการนำเข้าสู่คลังสินค้า

รูปที่ 4.15 ทำการเลือกนำสินค้าเข้าคลังสินค้า

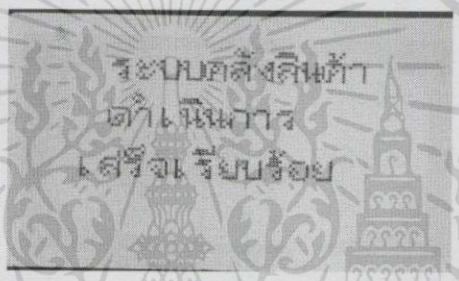
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ใส่จำนวนสินค้าที่ต้องการนำเข้าคลังสินค้าเป็นจำนวน 10 ชิ้น



รูปที่ 4.16 ใส่จำนวนสินค้าที่ต้องการนำเข้าคลังสินค้า

17. หลังจากกด ENT เพื่อทำการยืนยันการนำสินค้าเข้าสู่คลังสินค้า ระบบก็จะแสดงข้อความบอกว่าดำเนินรายการเสร็จเรียบร้อยแล้ว

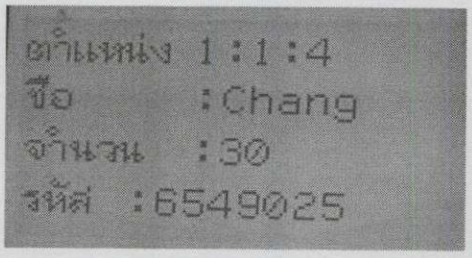


รูปที่ 4.17 ดำเนินการนำสินค้าเข้าสู่คลังสินค้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว

18. ทำการค้นหาสินค้ารหัส 6549025 อีกครั้ง

รูปที่ 4.18 การค้นหาสินค้า

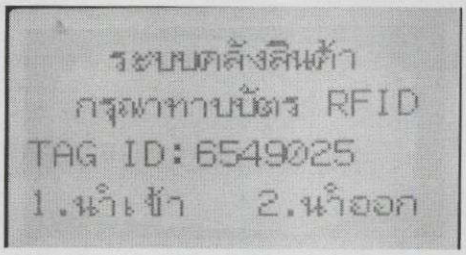
19. เมื่อทำการค้นหาสินค้าอีกครั้งจะพบว่าจำนวนของสินค้าที่มีอยู่เพิ่มขึ้นเป็น 30 ชิ้น จากเดิมมีแค่ 20 ชิ้น



รูปที่ 4.19 จำนวนสินค้าเพิ่มขึ้น

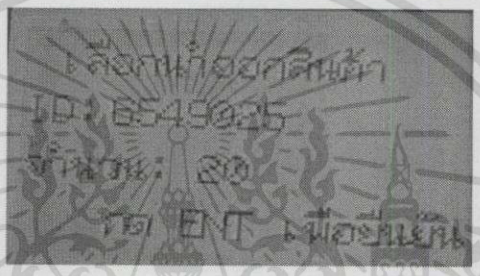
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. อ่านแท็ก RFID พร้อมทั้ง กด 2 เพื่อทำการเลือกนำสินค้าออกจากคลังสินค้า



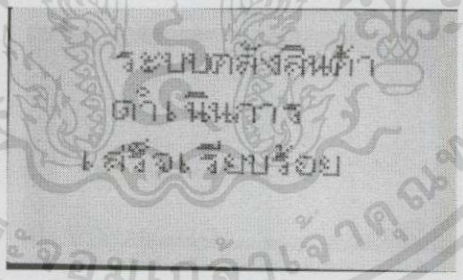
รูปที่ 4.20 เลือกการนำสินค้าออกจากคลังสินค้า

21. ใส่จำนวนสินค้าที่ต้องการนำออกจากคลังสินค้า เท่ากับ 20 ชิ้น



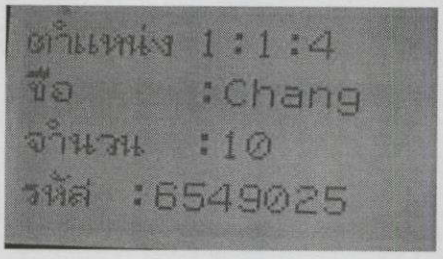
รูปที่ 4.21 ใส่จำนวนสินค้าที่ต้องการนำออกจากคลังสินค้า

22. หลังจากกด ENT เพื่อทำการยืนยันการนำสินค้าออกจากคลังสินค้า ระบบก็จะแสดงข้อความบอกว่าดำเนินรายการเสร็จเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.22 ดำเนินการนำสินค้าออกจากคลังสินค้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว

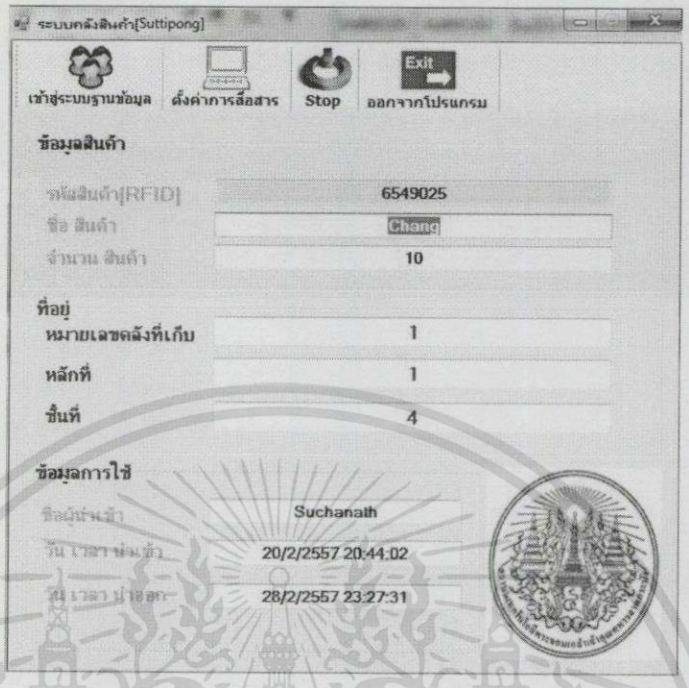
23. จากนั้นเมื่อทำการค้นหาสินค้าอีกครั้งจะพบว่าจำนวนสินค้าที่มีอยู่ลดลงเหลือ 10 ชิ้น จากเดิมมี 30 ชิ้น



รูปที่ 4.23 จำนวนสินค้าลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

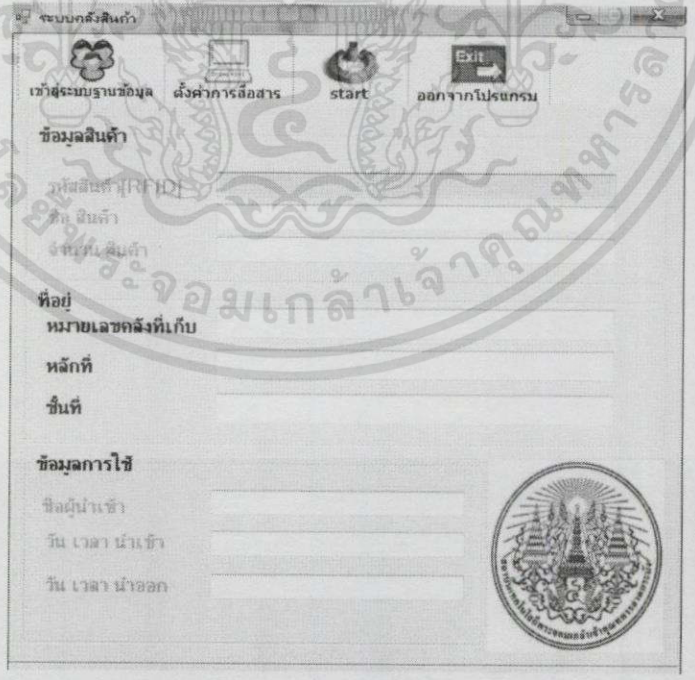
24. ระบบก็จะทำการอัพเดตฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 4.24 ระบบอัพเดตฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ

4.1.2 การทำงานในส่วนของโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์

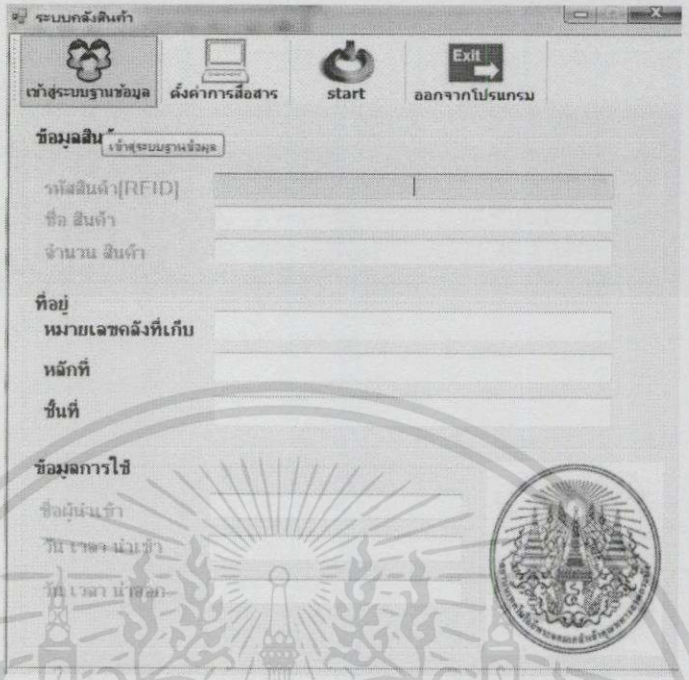
1. เมื่อทำการรันโปรแกรมแล้ว หน้าต่างของโปรแกรมจะเริ่มดังนี้



รูปที่ 4.25 เข้าสู่หน้าหลักของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล



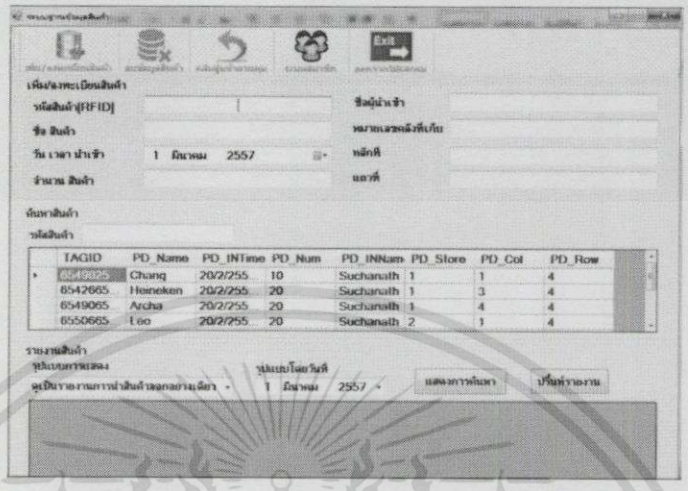
รูปที่ 4.26 เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล

3. เมื่อเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลแล้วก็จะมีหน้าต่างให้ทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบโดยจะมีช่องให้ใส่ UserName กับ Password

รูปที่ 4.27 ล็อกอินเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบแล้วก็จะเป็นหน้าต่างของระบบฐานข้อมูลซึ่งก็จะมีตัวเลือกให้ 5 ตัวเลือกคือ เพิ่ม/ลงทะเบียนสินค้า ลบข้อมูลสินค้า กลับสู่หน้าควบคุม ระบบสมาชิกและออกจากโปรแกรม



รูปที่ 4.28 หน้าต่างของระบบฐานข้อมูล

5. ทำการเพิ่มสินค้าชนิดใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยใส่รหัสสินค้า ชื่อสินค้า วันเวลาที่นำสินค้าเข้าสู่ระบบ จำนวนสินค้าที่นำเข้าสู่ระบบ ชื่อผู้ที่ทำการนำสินค้าเข้าสู่ระบบ และตำแหน่งที่เก็บสินค้าในคลังสินค้า จากนั้นกด เพิ่ม/ลงทะเบียนสินค้า

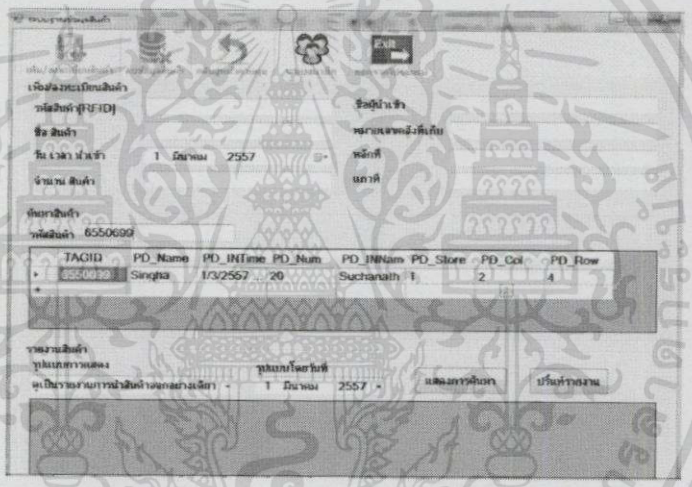
รูปที่ 4.29 เพิ่มสินค้าเข้าสู่ฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อทำการเพิ่มสินค้าเรียบร้อยแล้ว ระบบก็จะมีข้อความเตือนว่าบันทึกข้อมูลเสร็จสมบูรณ์

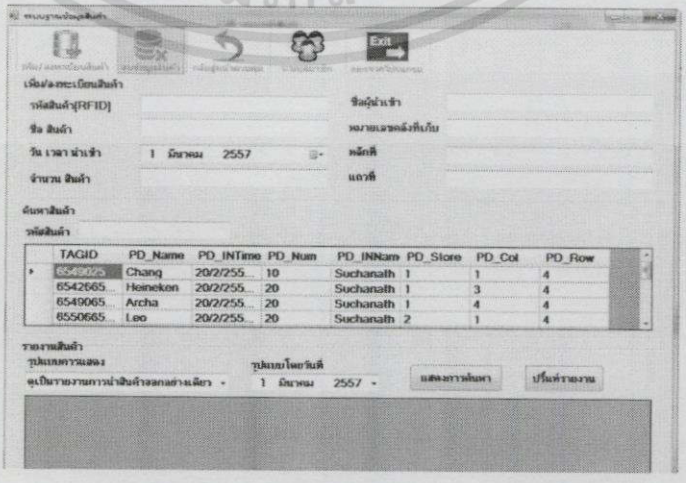
รูปที่ 4.30 บันทึกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว

7. ทำการค้นหาสินค้าที่ได้เพิ่มลงในฐานข้อมูลดังกล่าวข้างต้น โดยการใส่รหัสสินค้าในช่องค้นหาสินค้า จากนั้นระบบก็จะแสดงรายละเอียดต่างๆ ของสินค้าชิ้นนั้น



รูปที่ 4.31 ค้นหาสินค้า

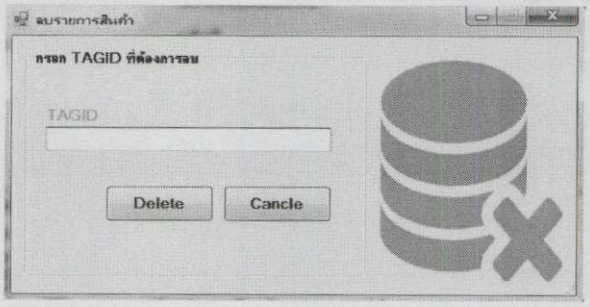
8. เลือกเมนูลบข้อมูลสินค้าเพื่อทำการลบสินค้าที่ไม่ต้องการแล้วออกจากระบบ



รูปที่ 4.32 เลือกเมนูลบข้อมูลสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมื่อเลือกเมนูลบข้อมูลสินค้าแล้ว จะมีช่องให้ใส่รหัสสินค้าที่ต้องการลบ

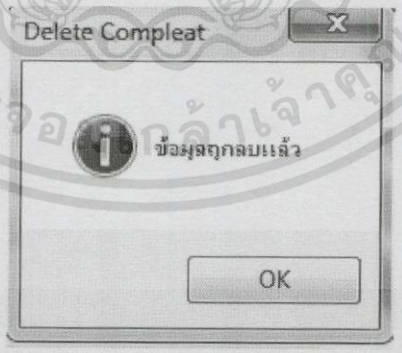


รูปที่ 4.33 หน้าต่างโปรแกรมการลบข้อมูลสินค้า

10. ทำการใส่รหัสสินค้าที่ต้องการลบออกจากฐานข้อมูล จากนั้นกด Delete เพื่อทำการลบสินค้าชิ้นนั้น

รูปที่ 4.34 ทำการลบสินค้าออกจากฐานข้อมูล

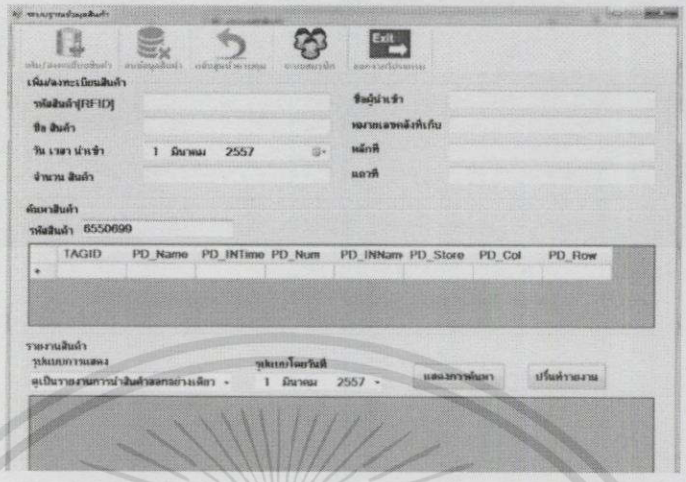
11. เมื่อทำการลบสินค้าเรียบร้อยแล้ว ระบบก็จะแสดงข้อความเตือนว่าข้อมูลถูกลบแล้ว



รูปที่ 4.35 ลบข้อมูลสินค้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว

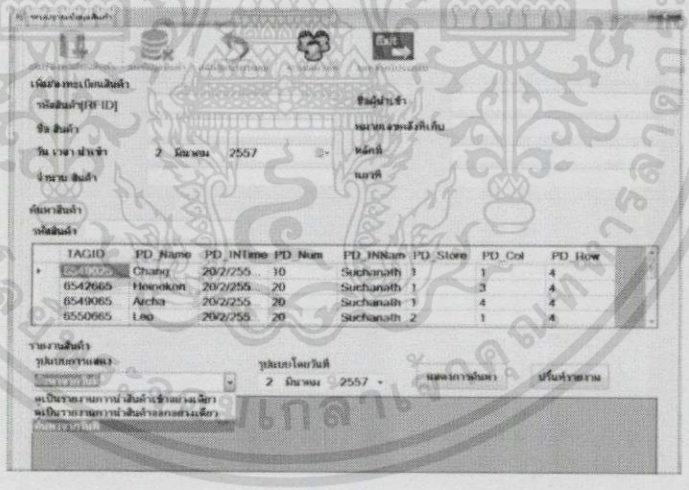
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ทำการค้นหาสินค้าที่ลบไปแล้วข้างต้น ผลการค้นหาจะไม่พบข้อมูลใดๆ ของสินค้านั้น



รูปที่ 4.36 ผลการค้นหาสินค้าที่ถูกลบออกจากฐานข้อมูล

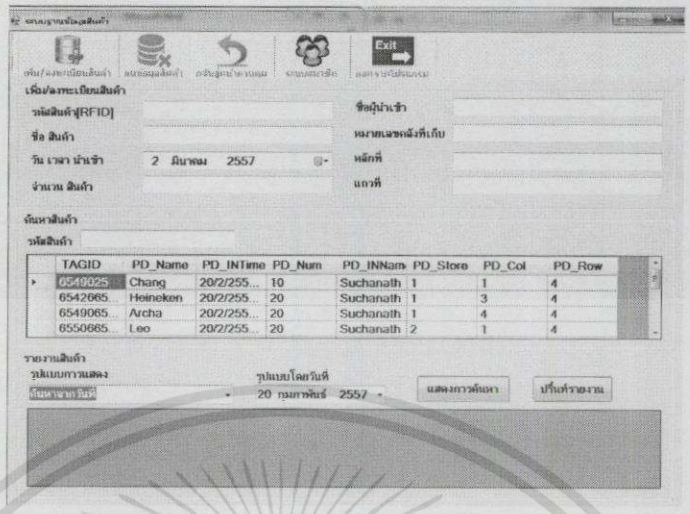
13. ทำการเลือกรูปแบบการรายงานการจัดการสินค้า จะมีตัวเลือกให้เลือก 3 ตัวเลือก คือดูเป็นรายงานการนำสินค้าเข้าอย่างเดียว ดูเป็นรายงานการนำสินค้าออกอย่างเดียว และค้นหาจากวันที่



รูปที่ 4.37 รูปแบบการรายงานการจัดการสินค้า

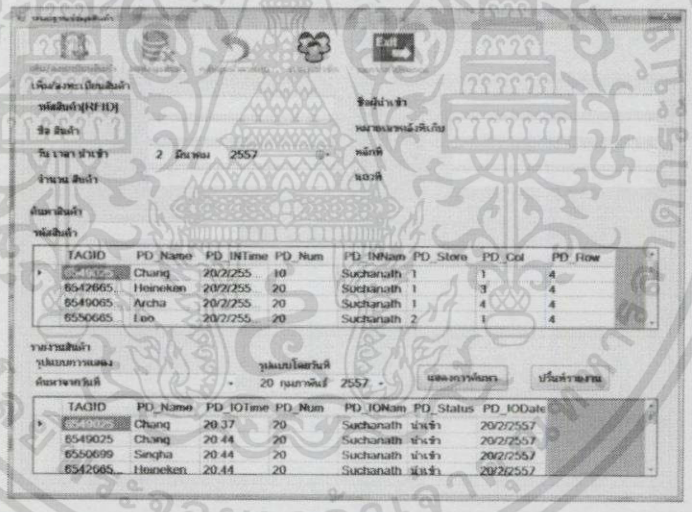
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. เลือกดูรายงานการจัดการสินค้าแบบค้นหาจากวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2557



รูปที่ 4.38 เลือกดูรายงานสินค้าแบบค้นหาจากวันที่

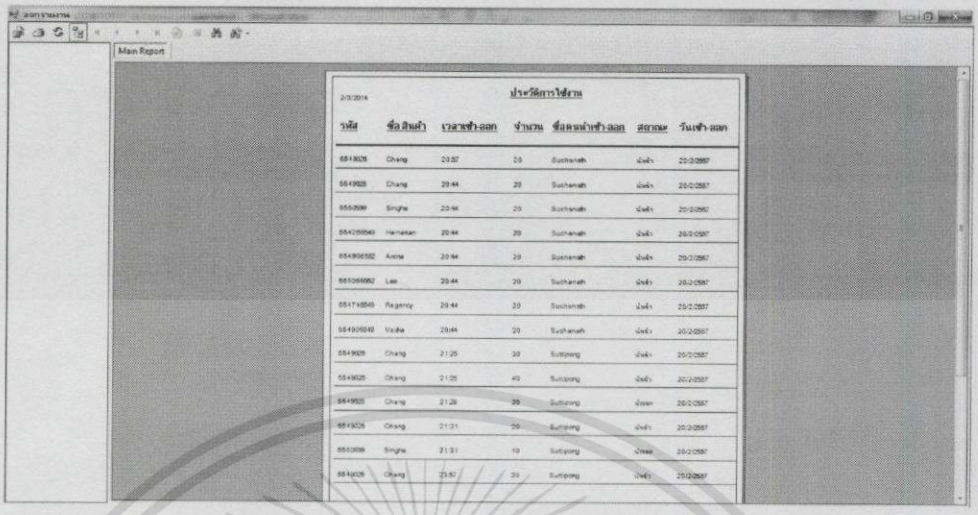
15. แสดงการค้นหาการจัดการสินค้าแบบค้นหาจากวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2557



รูปที่ 4.39 ผลการค้นหาการจัดการสินค้าแบบค้นหาจากวันที่

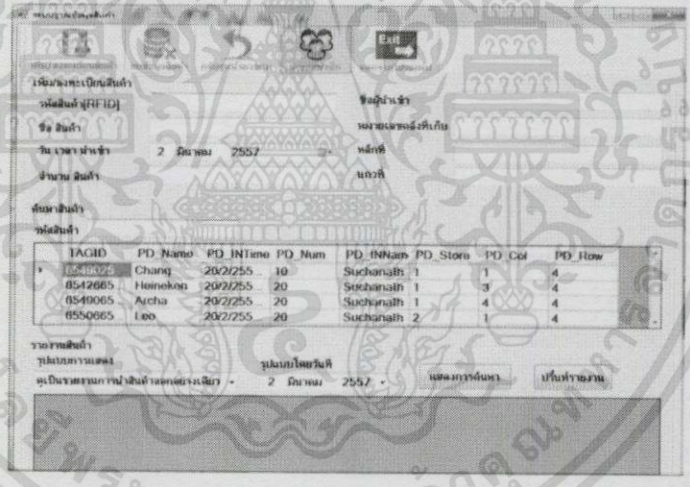
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. เลือกเมนูปริ้นท์รายงาน



รูปที่ 4.40 แสดงหน้าการปริ้นท์รายงานการจัดการสินค้า

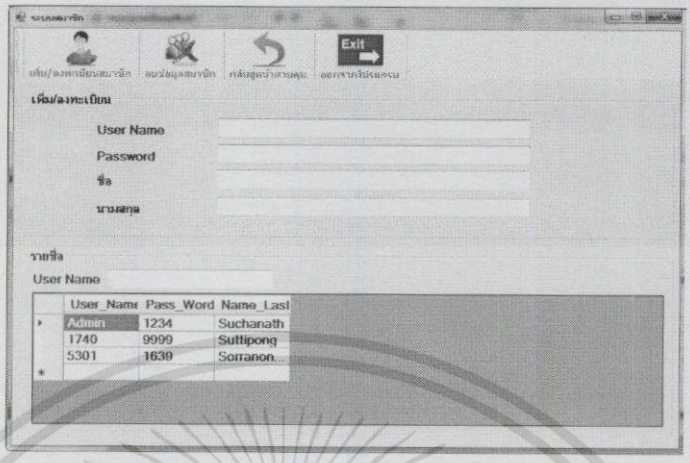
17. เลือกเมนูระบบสมาชิกเพื่อทำการจัดการกับข้อมูลของสมาชิก



รูปที่ 4.41 เลือกเมนูระบบสมาชิก

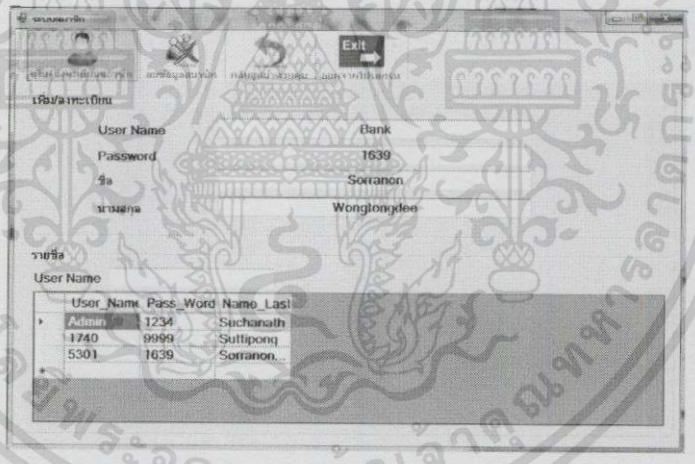
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. แสดงหน้าต่างโปรแกรมระบบสมาชิกมีตัวเลือกหลักๆ ให้เลือก 2 ตัวเลือกคือ เพิ่ม/ลงทะเบียนสมาชิกและลบข้อมูลสมาชิก



รูปที่ 4.42 หน้าต่างโปรแกรมระบบสมาชิก

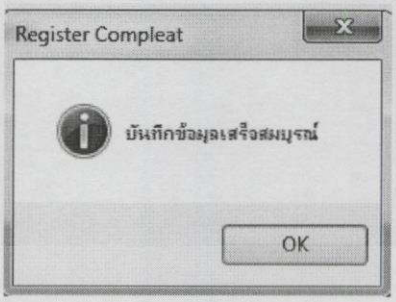
19. ทำการเพิ่มสมาชิกใหม่เข้าสู่ระบบโดยใส่ UserName Password ชื่อและนามสกุลของสมาชิก จากนั้นกดเพิ่ม/ลงทะเบียนสมาชิก



รูปที่ 4.43 เพิ่มสมาชิกใหม่เข้าสู่ระบบ

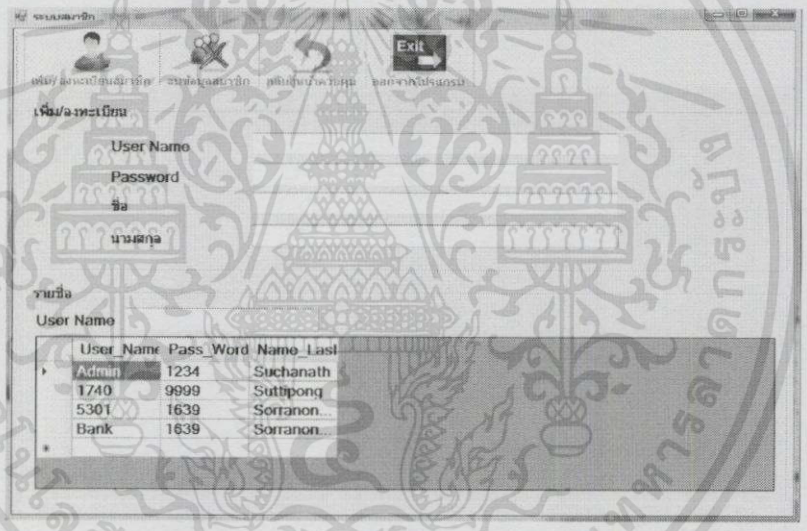
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. เมื่อทำการเพิ่มสมาชิกใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูลแล้ว ระบบจะแสดงข้อความเตือนว่าบันทึกข้อมูลเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 4.44 ทำการเพิ่มสมาชิกใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว

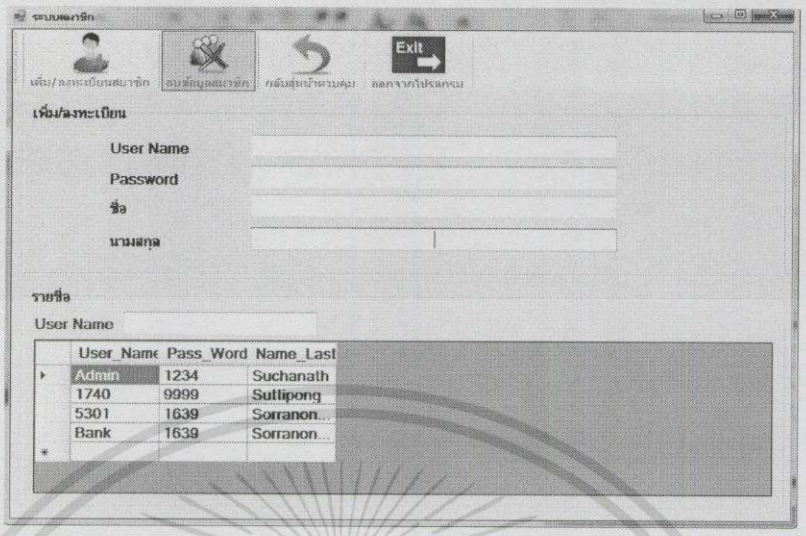
21. ข้อมูลหลังจากการเพิ่มสมาชิกใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูล จะพบว่ามีข้อมูลของสมาชิกใหม่เพิ่มขึ้นมา



รูปที่ 4.45 ข้อมูลหลังจากการเพิ่มสมาชิกใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูล

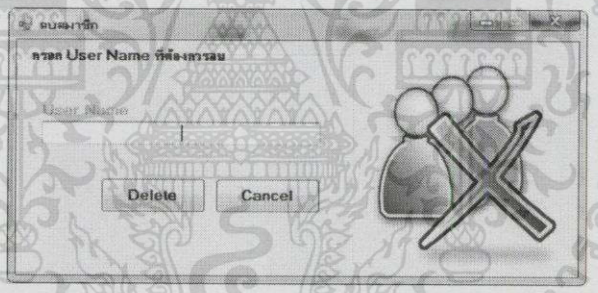
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. เลือกเมนูลบข้อมูลสมาชิกเพื่อทำการลบข้อมูลของสมาชิกนั้น



รูปที่ 4.46 เลือกเมนูลบข้อมูลสมาชิก

23. เมื่อเลือกเมนูลบข้อมูลสมาชิกแล้วจะแสดงหน้าต่างโปรแกรมลบสมาชิกโดยจะมีช่องให้ใส่รหัสของสมาชิกที่ต้องการลบ



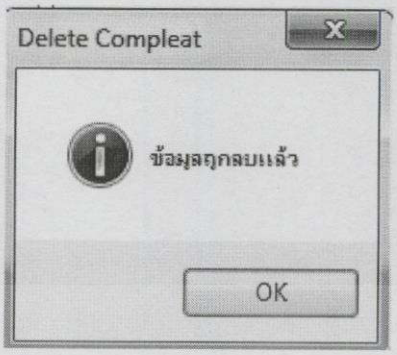
รูปที่ 4.47 หน้าต่างโปรแกรมลบสมาชิก

24. ทำการใส่รหัสสมาชิกที่ต้องการลบออกจากระบบสมาชิก

รูปที่ 4.48 ลบสมาชิกออกจากฐานข้อมูล

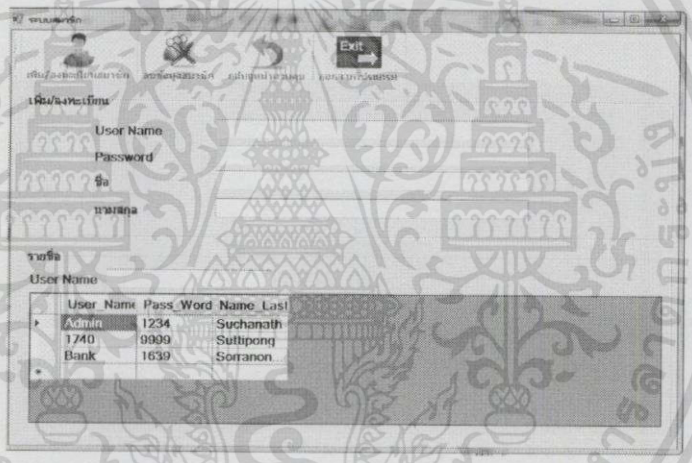
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. เมื่อทำการลบสมาชิกออกจากฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ระบบจะแสดงข้อความเตือนว่าข้อมูลถูกลบแล้ว



รูปที่ 4.49 ทำการลบสมาชิกออกจากฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

26. ข้อมูลหลังจากการลบสมาชิกออกจากฐานข้อมูล จะพบว่าไม่มีข้อมูลของสมาชิกที่ถูกลบออกจากฐานข้อมูล



รูปที่ 4.50 ข้อมูลหลังจากการลบสมาชิกออกจากฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย

ตารางที่ 4.1 ผลการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย

ระยะทางที่ทดลองส่ง	ผลที่ได้ (%)
10 เซนติเมตร	100 %
50 เซนติเมตร	100 %
1 เมตร	100 %
2 เมตร	100 %
3 เมตร	90 %
4 เมตร	60 %
5 เมตร	50 %
6 เมตร	40 %
7 เมตร	40 %
8 เมตร	10 %
9 เมตร	0 %
10 เมตร	0 %

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่ายิ่งระยะทางระหว่างเครื่องอ่าน RFID แบบพกพากับคลังสินค้า มีความห่างกันมากเท่าไหร่ ผลที่เครื่องอ่าน RFID แบบพกพาจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพที่นั้นก็จะยิ่งน้อยลง สาเหตุเนื่องจากว่าเกิดการรบกวนกันของอุปกรณ์ที่ต่อกันในฝั่งของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพาและอาจมีสัญญาณไร้สายจากภายนอกทำการรบกวนสัญญาณระหว่างทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินปริญญานิพนธ์

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จุดมุ่งหมายของการคิดค้นระบบคลังสินค้านี้ คือการพัฒนาระบบการค้นหาสินค้าภายในคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยระบบสามารถที่จะค้นหาสินค้า นำสินค้าเข้า-ออกจากคลังสินค้า ผ่านเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ซึ่งสามารถบอกตำแหน่งของสินค้าได้ ทำให้ประหยัดเวลาในการค้นหาสินค้า และสามารถดูรายละเอียดของสินค้าบนฐานข้อมูลในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่แสดงถึง จำนวนสินค้า รหัสสินค้า ตำแหน่งของสินค้าและสามารถปรับปรุงฐานข้อมูลได้ รวมไปถึงการมีไฟแสดงตำแหน่งสินค้าในแต่ละช่องเพื่อเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการค้นหาสินค้า

จากการดำเนินการจัดทำระบบคลังสินค้านี้ ทำให้ได้รับความรู้และประสบการณ์ที่เพิ่มมากขึ้น สามารถที่จะแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังมีความรู้เกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล ภาษาโปรแกรมต่างๆ รวมไปถึงโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ อีกด้วย

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินปริญญานิพนธ์

- อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์มักเกิดปัญหาอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากผู้ดำเนินงานขาดความชำนาญในการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว
- เนื่องจากอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์บางตัวชำรุดเสียหายใช้งานยาก ทำให้มีการเปลี่ยนอุปกรณ์อาร์ดแวร์บางตัว
- เนื่องจากระบบต้องมีการทำงานร่วมกันในหลายภาคส่วนทั้งตัวอ่าน RFID, โมดูล XBee, คีย์แพด, จอ LCD, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ไฟแสดงตำแหน่งสินค้า รวมไปถึงส่วนของดาต้าเบส ซึ่งยากต่อการนำมาเชื่อมต่อกัน

5.3 แนวทางในการพัฒนาปริญญานิพนธ์

- ทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลให้มีความปลอดภัยและน่าเชื่อถือมากขึ้น และสามารถรองรับข้อมูลของสินค้าได้มากขึ้น ในกรณีที่มีการขยายขนาดของคลังสินค้า
- ติดแท็ก RFID ทุกกล่องของสินค้าและติดระบบเซนเซอร์ที่ชั้นสินค้า เพื่อให้ระบบสามารถอัพเดตสินค้าได้ทันทีเมื่อสินค้าถูกหยิบออกจากชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กิตติศักดิ์ สุธีวร, คู่มือการใช้ภาษา C Language guide, สำนักพิมพ์ เอส.พี.ซี.บุ๊คส์, 2545

[2] ดอนสัน ปงผาบ, ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 1, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[3] ธีรวัฒน์ ประกอบผล, คู่มือการพัฒนาแอพลิเคชั่นด้วย Visual C#2010, สำนักพิมพ์ Simplify, 2554

[4] ธีรวัฒน์ ประกอบผล, การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[5] นคร ภักดีชาติ และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ด้วยโปรแกรมภาษา C, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

[6] นคร ภักดีชาติ วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, สนุกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย Interactive C, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

[7] นิรันดร์ ประวิทย์ธนา, เก่ง C# ให้ครบสูตร, H.N. Group, 2553

[8] บัญชา ปะสีละเตสัง, Visual C#2008, บริษัท วี. พริ้นท์ (1991) จำกัด, 2554

[9] ประจิน พลังสันติกุล, PIC Works Examples and C Source Code, บริษัท แอพซอฟต์เทค จำกัด

[10] วิทยา วัชระวิทยากุล, ภาษาและการโปรแกรม C, หจก.เอช-เอน การพิมพ์, 2534

[11] วิสาร กำจรเวทย์, Fundamental of Visual Basic Database Programming, โรงพิมพ์ ดีแอล เอส กรุงเทพฯ

[12] วีรภัทร จันทรวรรณกูล, คู่มือการใช้งาน Microsoft Access สำหรับวินโดว์, บริษัท ประชุมช่าง จำกัด, 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

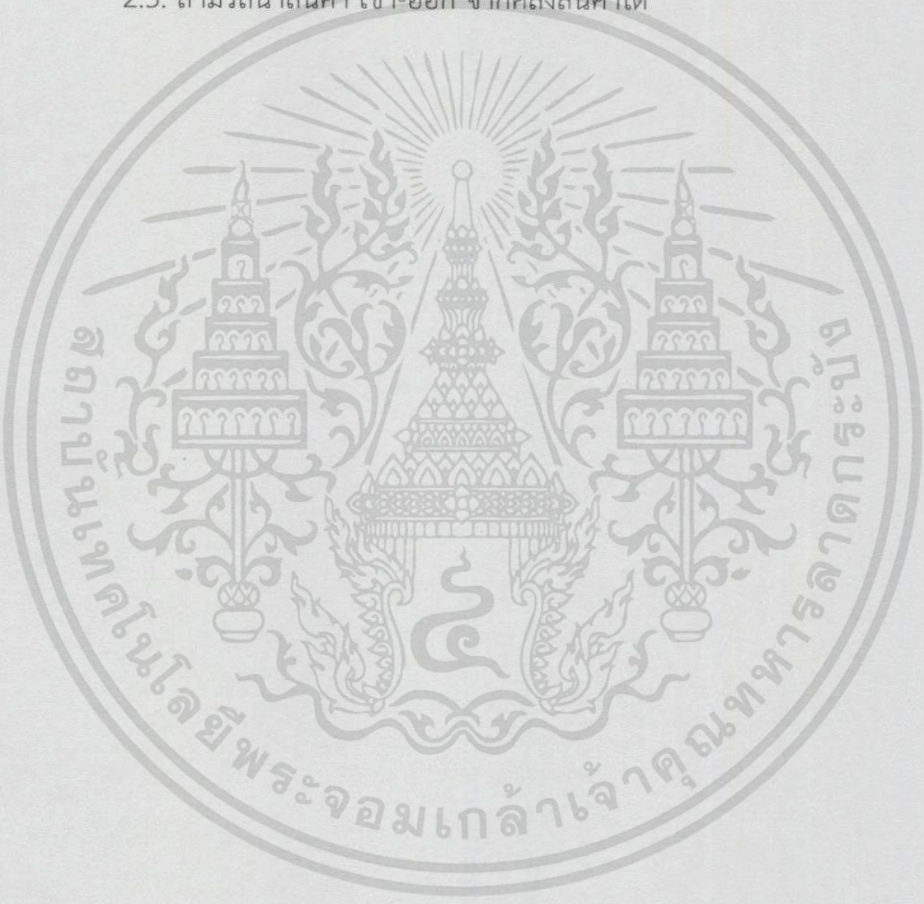
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
คุณสมบัติและคู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ

1. โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์
    1.1. สามารถเพิ่มสินค้าชนิดใหม่เข้าสู่ระบบ
    1.2. สามารถค้นหาสินค้าที่มีอยู่ในคลังสินค้า
    1.3. สามารถดูและปริ้นท์รายงานการนำสินค้า เข้า-ออก จากคลังสินค้าได้
    1.4. สามารถลบข้อมูลสินค้าที่ไม่ต้องการออกจากระบบได้
2. เครื่องอ่าน RFIDแบบพกพา
    2.1. สามรถค้นหาสินค้าได้
    2.2. สามารถแสดงตำแหน่งสินค้าและแสดงไฟตำแหน่งสินค้าที่คลังสินค้าได้
    2.3. สามรถนำสินค้า เข้า-ออก จากคลังสินค้าได้

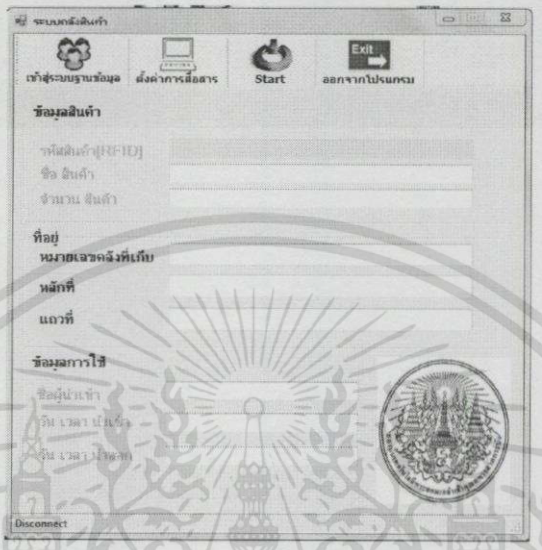


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

การใช้งานโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์

1. เริ่มจากการรันโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วย การเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล ตั้งค่าการสื่อสาร Start และออกจากโปรแกรม



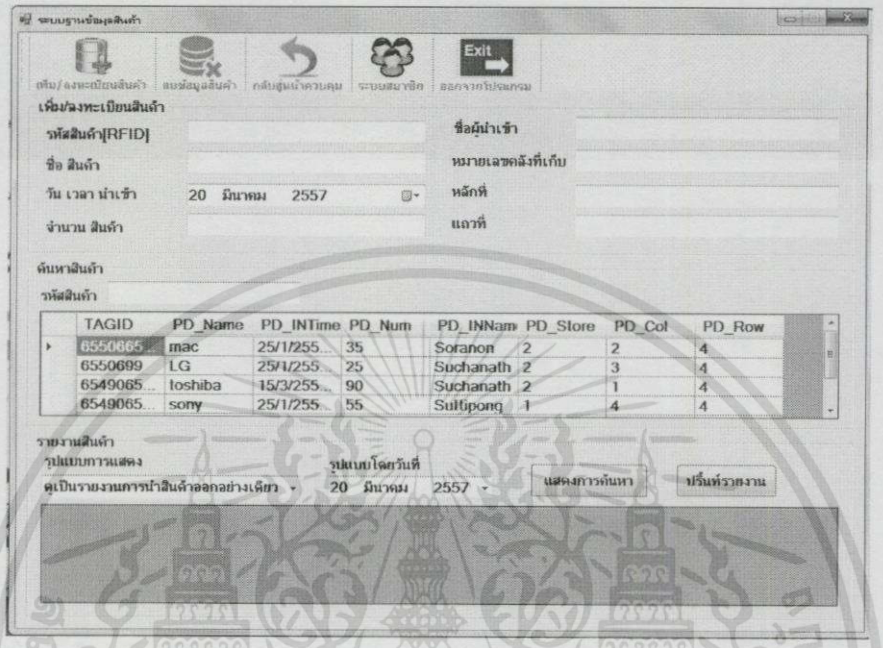
รูปที่ ก.1 หน้าโปรแกรมเริ่มต้น

2. ทำการเข้าสู่ระบบโดยการป้อน User Name และ Password เพื่อเข้าสู่หน้าการจัดการคลังสินค้า

รูปที่ ก.2 หน้าการ Log In เข้าสู่หน้าการจัดการคลังสินค้า

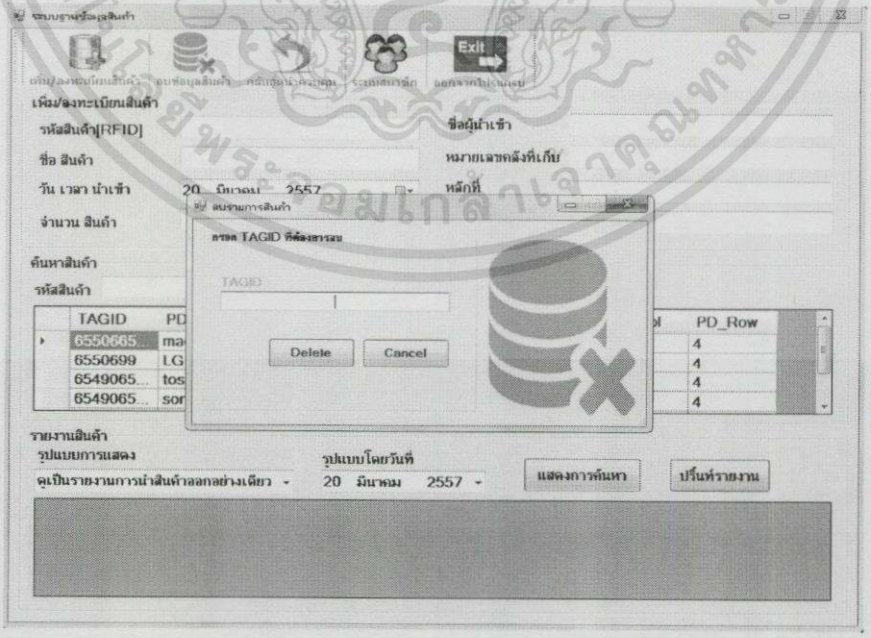
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การนำสินค้าเข้าสู่ระบบ เมื่อทำการเข้าสู่ระบบแล้วจะได้หน้าต่างนี้ขึ้นมาซึ่งสามารถนำสินค้าเข้าและออกจะระบบได้ โดยการนำสินค้าเข้าสู่ระบบจะทำได้ด้วยการป้อนรหัสสินค้า ชื่อสินค้า จำนวน ชื่อผู้นำเข้า และตำแหน่งของสินค้า จากนั้นจึงทำการกดที่ปุ่ม เพิ่ม/ลงทะเบียนสินค้า สินค้าก็จะถูกบันทึกไว้ในระบบ



รูปที่ ก.3 หน้าการจัดการคลังสินค้า

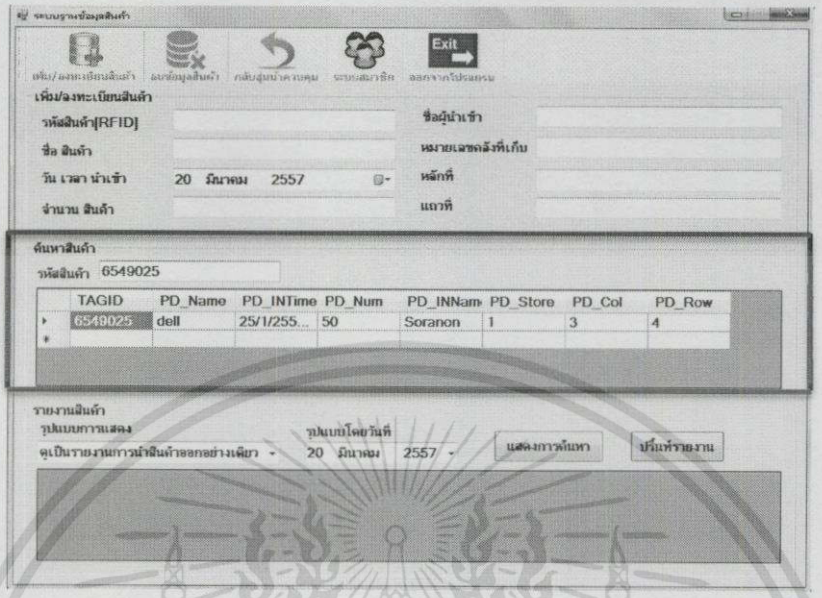
4. การลบข้อมูลสินค้าจากระบบ ทำได้โดยการกดที่ปุ่ม ลบข้อมูลสินค้า ทำการป้อนรหัสสินค้าที่ต้องการลบลงไป จากนั้นก็กดปุ่ม Delete สินค้าก็จะถูกลบออกจากระบบ



รูปที่ ก.4 หน้าการลบข้อมูลสินค้าจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การค้นหาสินค้า ทำได้โดยการป้อนรหัสสินค้าลงไปในช่อง รหัสสินค้า ระบบก็จะแสดงรายระเอียดของสินค้าที่ทำการค้นหา

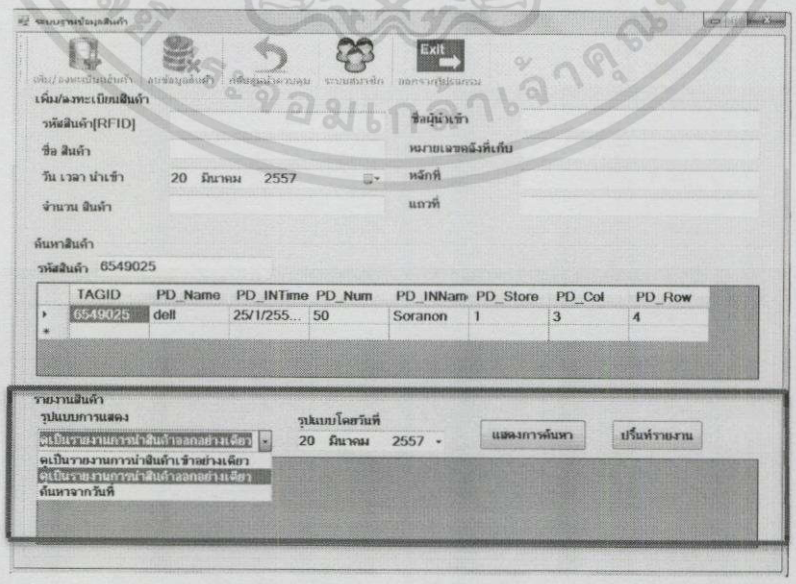


รูปที่ ก.5 หน้าการค้นหาสินค้า

6. การดูรายงานสินค้า ทำได้โดยการเลือกรูปแบบการแสดง สามารถเลือกรูปแบบการดูรายงานได้สามรูปแบบ คือ

1. ดูเป็นรายงานการนำสินค้าเข้าอย่างเดียว
2. ดูเป็นรายงานการนำสินค้าออกอย่างเดียว
3. ค้นหาจากวันที่

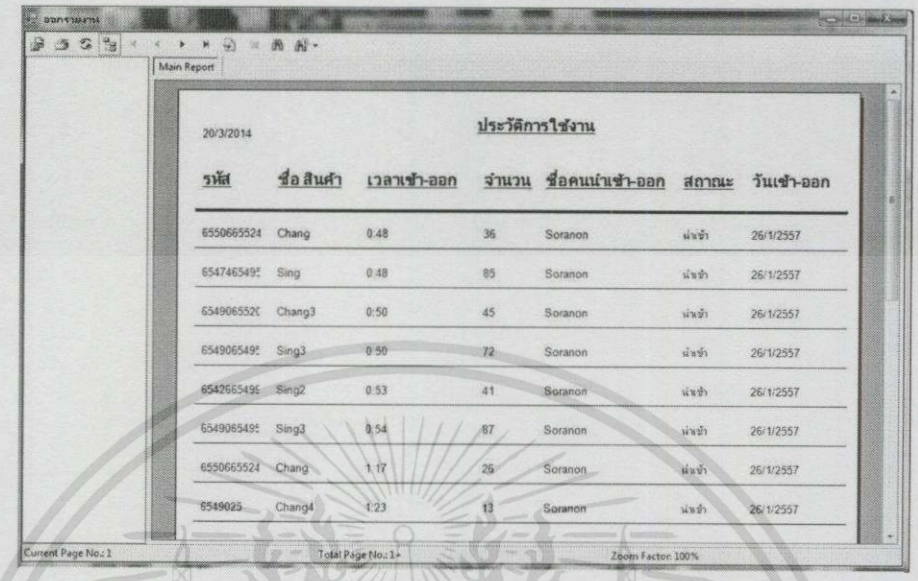
เมื่อทำการเลือกรูปแบบการแสดงแล้วให้กดปุ่ม แสดงการค้นหา ระบบก็จะแสดงรายการที่ทำการเลือก



รูปที่ ก.6 หน้าการดูรายงานสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การปริ้นท์รายงาน ทำได้โดยการเลือกรูปแบบการแสดงรายงานก่อน จากนั้นกดที่ปุ่มปริ้นท์รายงาน

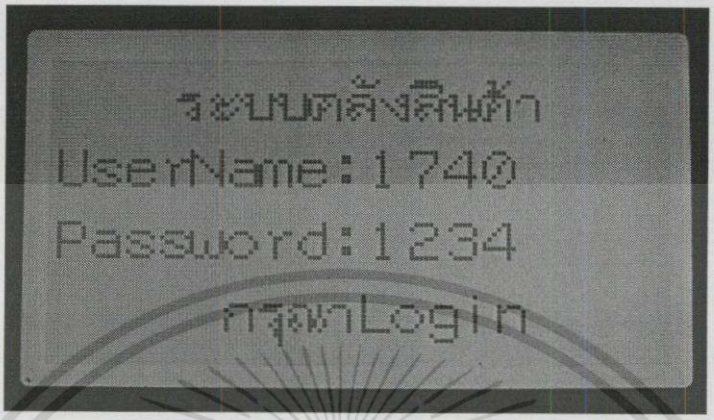


รูปที่ ก.7 หน้าการปริ้นท์รายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

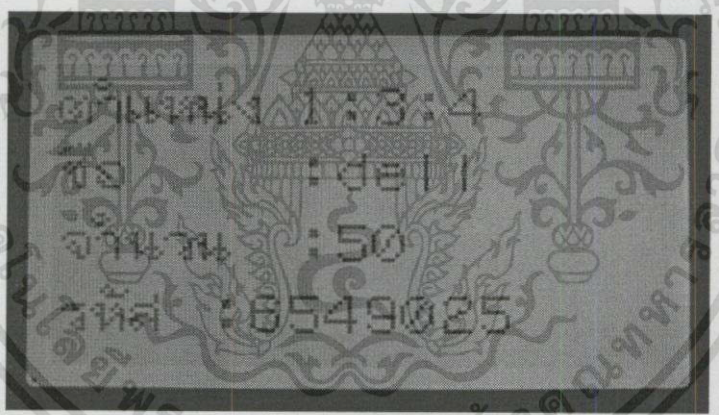
การทำงานบนเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

1. ทำการตั้งค่าการสื่อสารบนคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดพอร์ตให้ตรงกับอุปกรณ์จากนั้นทำการ Log In บนอุปกรณ์ เครื่องอ่าน RFID แบบพกพา



รูปที่ ก.8 การ Log In บนเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

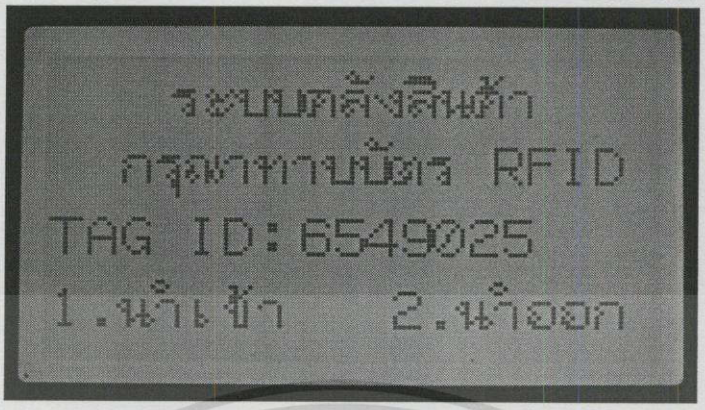
2. ทำการป้อนรหัสสินค้าที่ต้องการค้นหา เมื่อค้นหาพบแล้วไฟแสดงตำแหน่งที่คลังสินค้าก็จะติด



รูปที่ ก.9 แสดงตำแหน่งของสินค้า

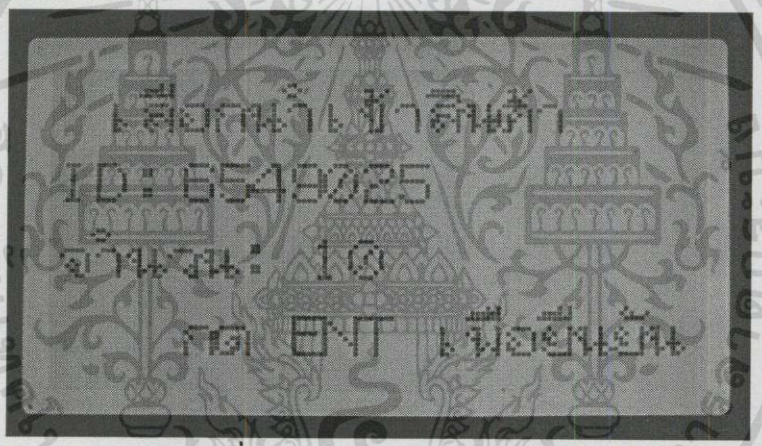
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ไปอ่านแท็กที่ตำแหน่งของสินค้านั้นอยู่ ไฟแสดงตำแหน่งก็จะดับลง จากนั้นก็ทำการเลือกว่าจะนำสินค้าเข้าหรือออกจากคลังสินค้า



รูปที่ ก.10 การนำสินค้าเข้าหรือออกด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

4. เมื่อเลือกได้แล้วว่าจะนำสินค้าเข้าหรือออกจากคลังสินค้าก็ทำการป้อนจำนวนลงไป ก็จะเป็นอันเสร็จขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ ก.11 การป้อนจำนวนสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

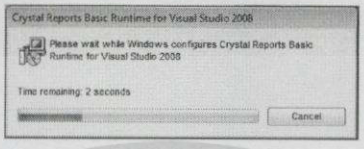
ภาคผนวก ข
การติดตั้งโปรแกรมการจัดการคลังสินค้า และค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งโปรแกรมการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

1. ติดตั้ง Crystal Reports

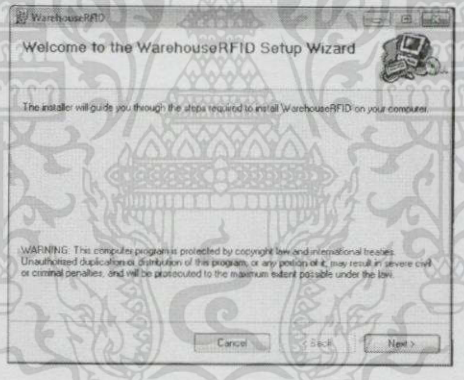
- ดับเบิลคลิกที่ตัวติดตั้งโปรแกรมที่ชื่อ CRRedist2008_x86 จะได้หน้าต่างข้างล่างขึ้นมา



รูปที่ ข.1 การติดตั้ง Crystal Reports

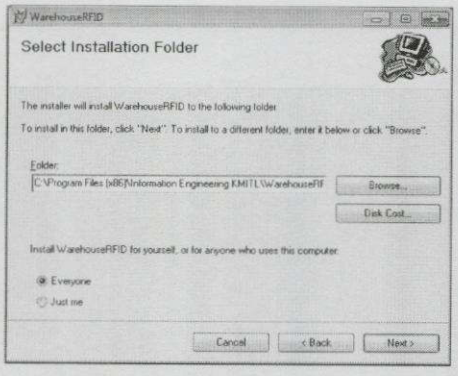
2. ติดตั้งโปรแกรมการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ชื่อ WarehouseRFIDSetup

- ดับเบิลคลิกที่ตัวติดตั้งโปรแกรมที่ชื่อ WarehouseRFIDSetup จะได้หน้าต่างข้างล่างขึ้นมา



รูปที่ ข.2 การติดตั้งโปรแกรม Interface

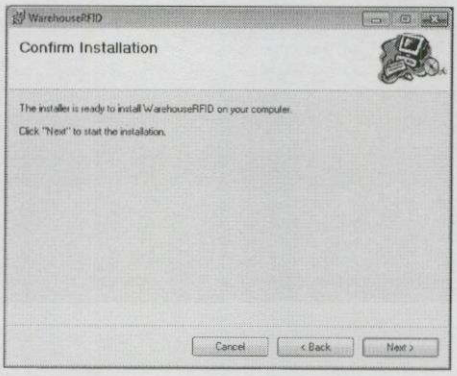
- เลือกโฟลเดอร์ที่จะติดตั้งโปรแกรมจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ข.3 การติดตั้งโปรแกรม Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกที่ปุ่ม Next เพื่อยืนยันการติดตั้งโปรแกรม

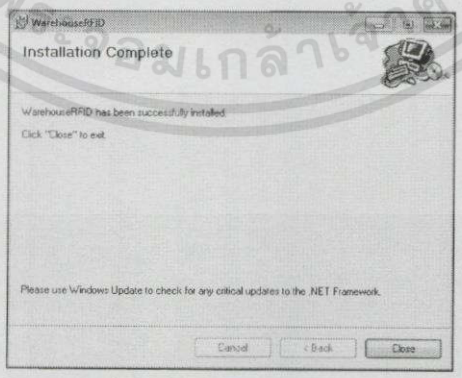


รูปที่ ข.4 การติดตั้งโปรแกรม Interface

- รอขณะที่โปรแกรมกำลังติดตั้ง

รูปที่ ข.5 การติดตั้งโปรแกรม Interface

- เมื่อการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จคลิกที่ปุ่ม Close เพื่อปิดหน้าต่าง การติดตั้งโปรแกรมสำเร็จ



รูปที่ ข.6 การติดตั้งโปรแกรม Interface

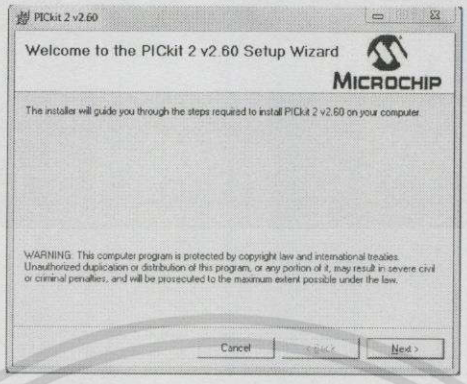
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การติดตั้งโปรแกรมที่ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

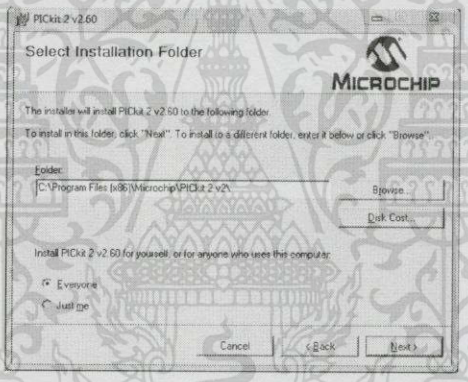
การติดตั้งโปรแกรม PICkit 2

- ดับเบิลคลิกที่ตัวติดตั้งโปรแกรมจะได้หน้าต่างข้างล่างขึ้นมาจากนั้นกดที่ปุ่ม Next



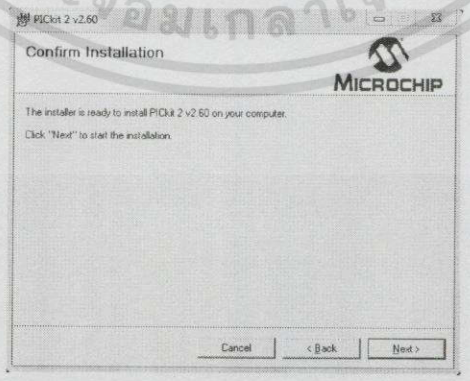
รูปที่ ค.1 การติดตั้งโปรแกรม PICkit 2

- เลือกโฟลเดอร์ที่จะติดตั้งโปรแกรมจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ค.2 การติดตั้งโปรแกรม PICkit 2

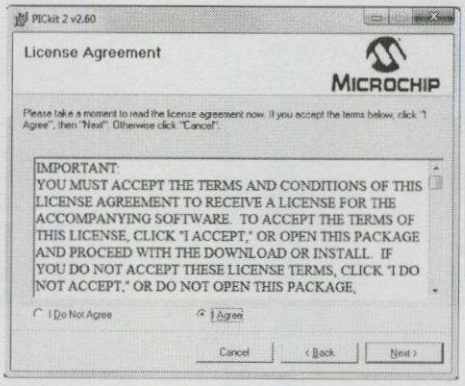
- คลิกที่ปุ่ม Next เพื่อยืนยันการติดตั้งโปรแกรม PICkit 2



รูปที่ ค.3 การติดตั้งโปรแกรม PICkit 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกที่ปุ่ม I Agree เพื่อยอมรับข้อตกลงของโปรแกรม จากนั้นคลิกปุ่ม Next

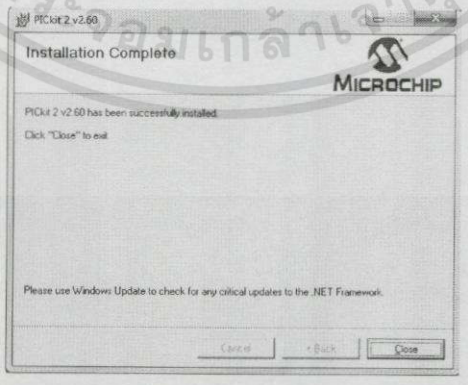


รูปที่ ค.4 การติดตั้งโปรแกรม PICkit 2

- รอขณะที่โปรแกรมกำลังติดตั้ง

รูปที่ ค.5 การติดตั้งโปรแกรม PICkit 2

- เมื่อการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จคลิกที่ปุ่ม Close เพื่อปิดหน้าต่างการติดตั้ง การติดตั้งโปรแกรม PICkit 2 สำเร็จ

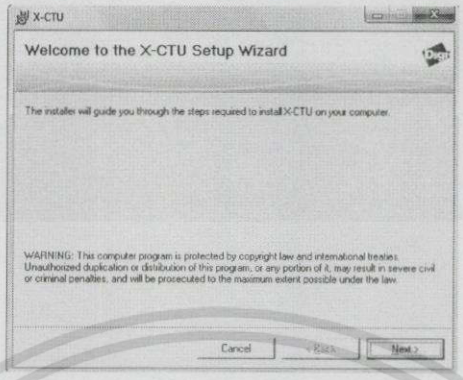


รูปที่ ค.6 การติดตั้งโปรแกรม PICkit 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

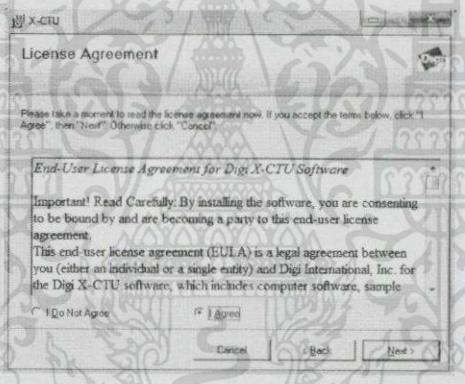
การติดตั้งโปรแกรม X-CTU

- ดับเบิลคลิกที่ตัวติดตั้งโปรแกรม X-CTU จากนั้นกดที่ปุ่ม Next เพื่อทำการติดตั้ง



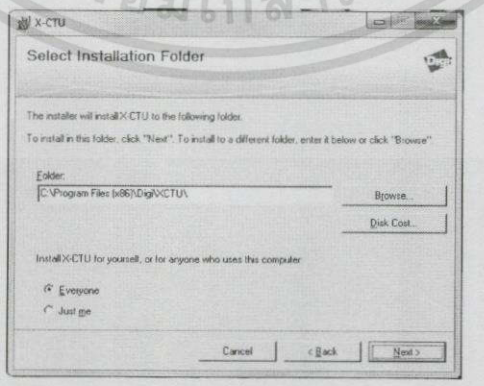
รูปที่ ค.7 การติดตั้งโปรแกรม X-CTU

- คลิกที่ปุ่ม I Agree เพื่อยอมรับข้อตกลงของโปรแกรม จากนั้นคลิกปุ่ม Next



รูปที่ ค.8 การติดตั้งโปรแกรม X-CTU

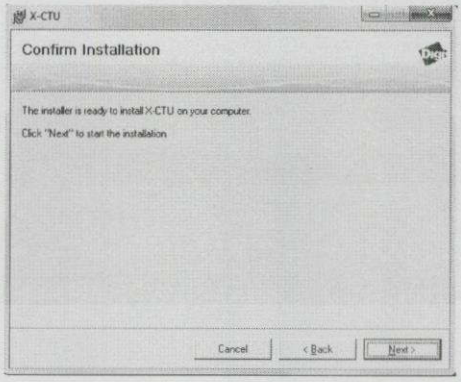
- เลือกโฟลเดอร์ที่จะติดตั้งโปรแกรมจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ค.9 การติดตั้งโปรแกรม X-CTU

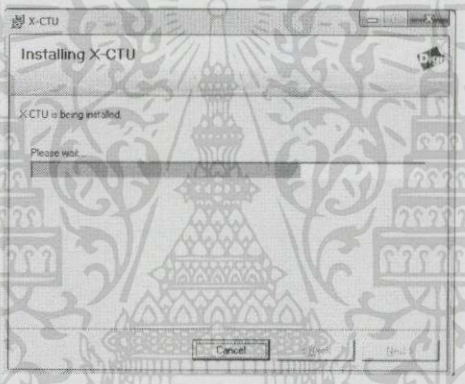
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกที่ปุ่ม Next เพื่อยืนยันการติดตั้งโปรแกรม



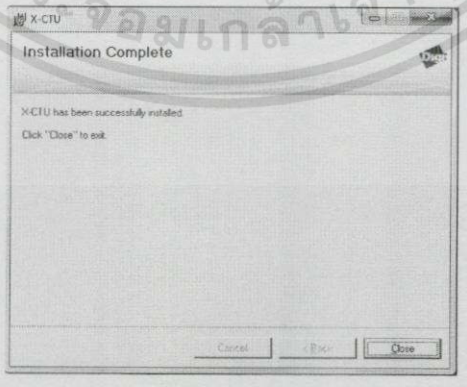
รูปที่ ค.10 การติดตั้งโปรแกรม X-CTU

- รอขณะที่โปรแกรมกำลังติดตั้ง



รูปที่ ค.11 การติดตั้งโปรแกรม X-CTU

- เมื่อการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จคลิกที่ปุ่ม Close เพื่อปิดหน้าต่างการติดตั้ง การติดตั้งโปรแกรม X-CTU สำเร็จ

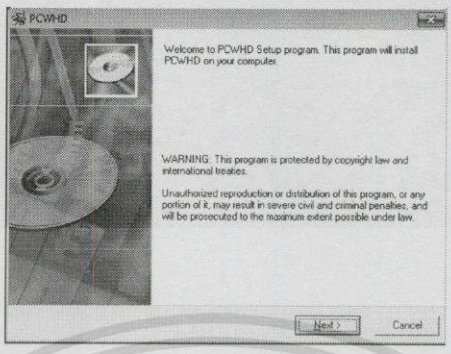


รูปที่ ค.12 การติดตั้งโปรแกรม X-CTU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

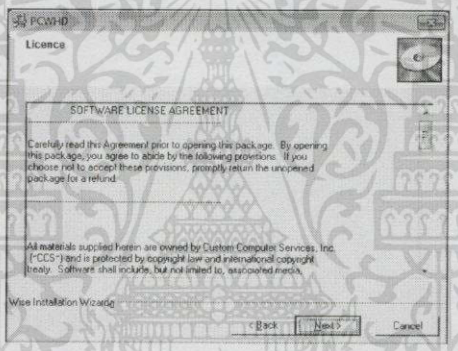
การติดตั้งโปรแกรม c compiler

- ดับเบิลคลิกที่ตัวติดตั้งโปรแกรม c compiler จากนั้นกดที่ปุ่ม Next เพื่อทำการติดตั้ง



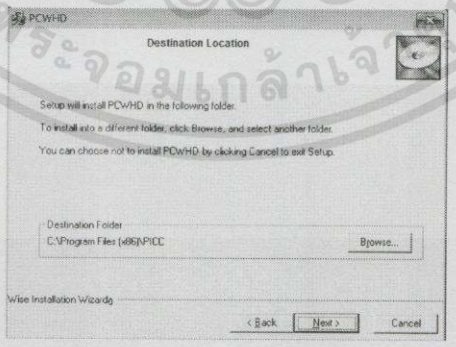
รูปที่ ค.13 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

- คลิกที่ปุ่ม Next เพื่อยืนยันการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ค.14 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

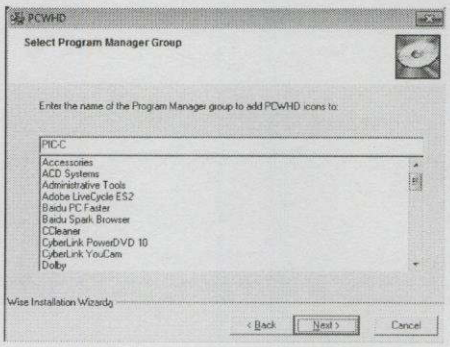
- เลือกโฟลเดอร์ที่จะติดตั้งโปรแกรมจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ค.15 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

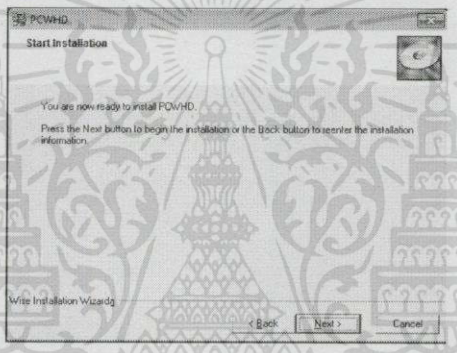
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกกลุ่มของโปรแกรม



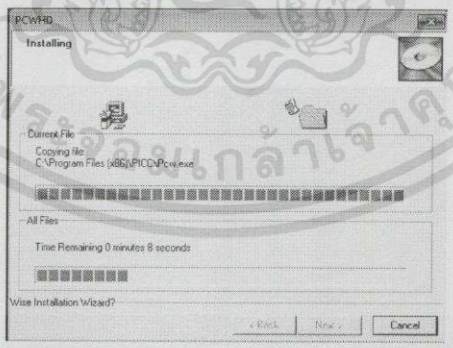
รูปที่ ค.16 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

- คลิกปุ่ม Next เพื่อเริ่มต้นการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ค.17 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

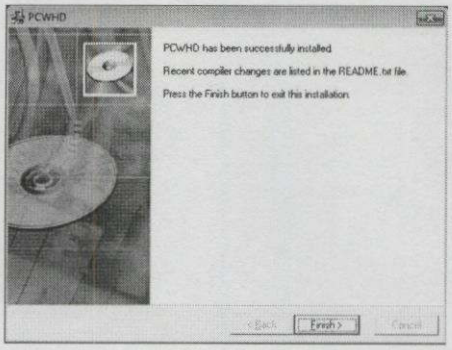
- รอขณะที่โปรแกรมกำลังติดตั้ง



รูปที่ ค.18 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

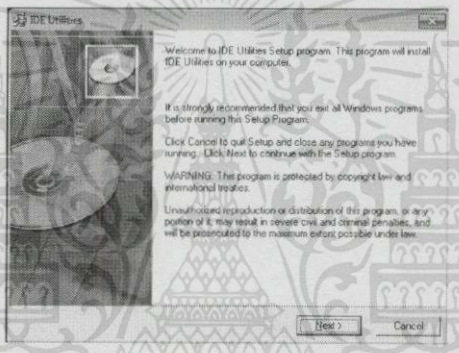
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จคลิกที่ปุ่ม Finish การติดตั้งโปรแกรมสำเร็จ



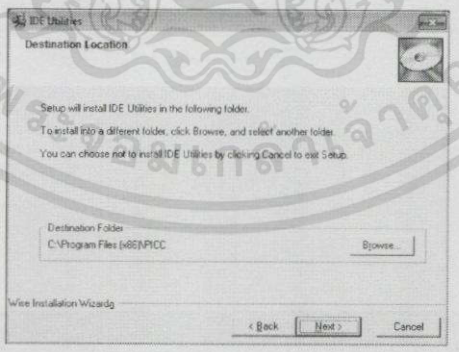
รูปที่ ค.19 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

- ทำการติดตั้ง IDE Utilities ต่อจาก PCWHD



รูปที่ ค.20 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

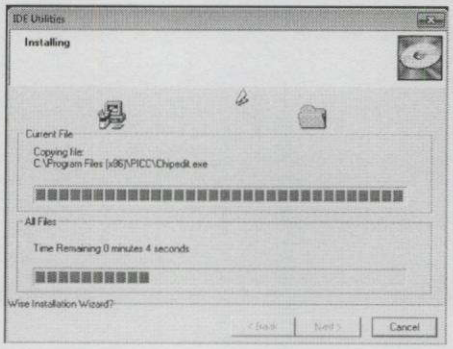
- เลือกโฟลเดอร์ที่จะติดตั้งโปรแกรมจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ค.21 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รอขณะที่โปรแกรมกำลังติดตั้ง



รูปที่ ค.22 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

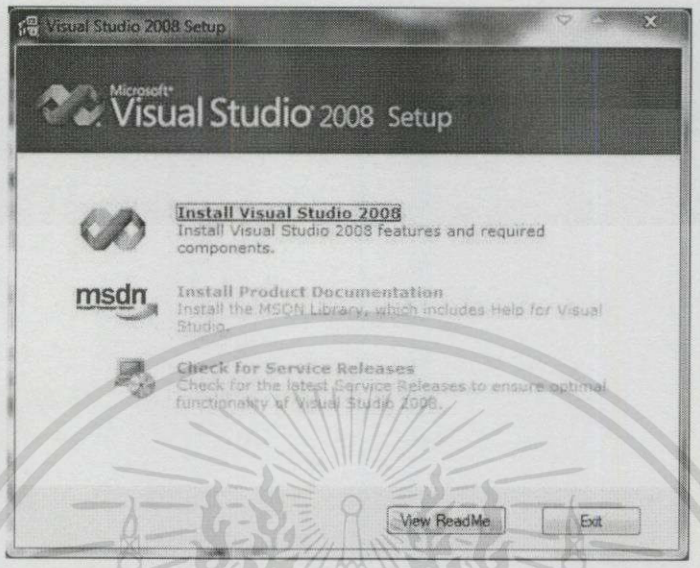
- เมื่อการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จคลิกที่ปุ่ม Finish การติดตั้งโปรแกรมสำเร็จ

รูปที่ ค.23 การติดตั้งโปรแกรม c compiler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual C# 2008

- คลิกที่ Install Visual Studio 2008



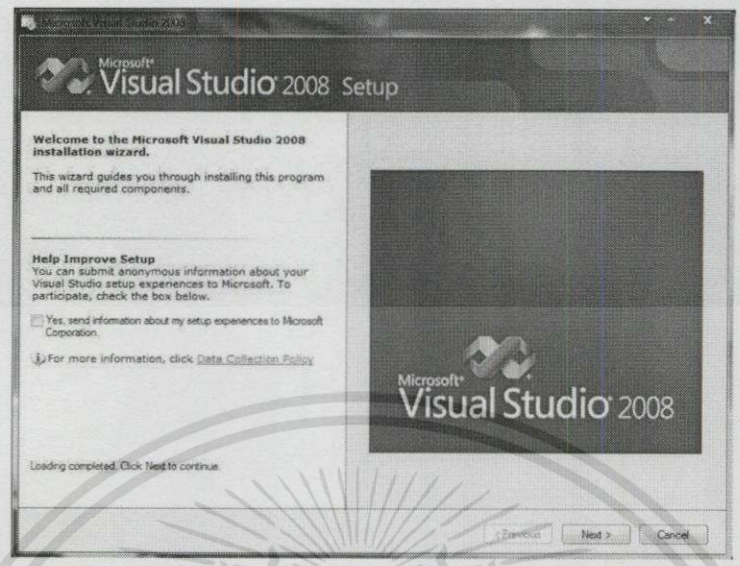
รูปที่ ค.24 การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual C# 2008

- รอขณะที่โปรแกรมกำลังติดตั้ง

รูปที่ ค.25 การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual C# 2008

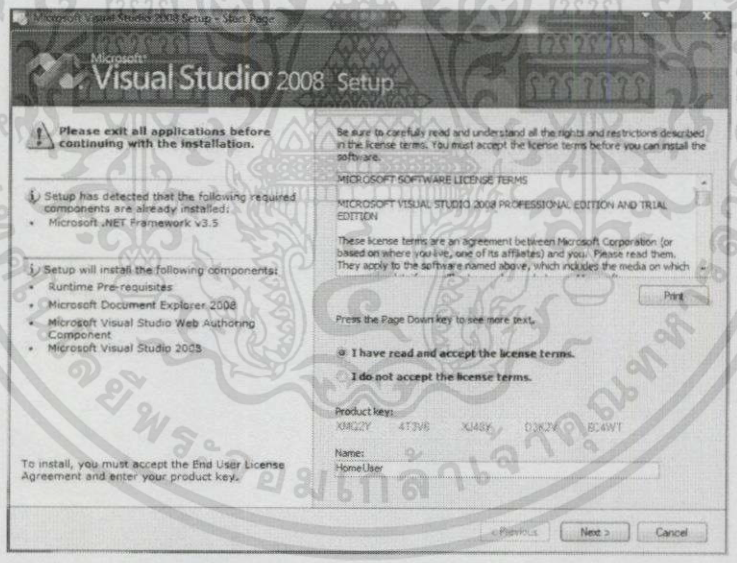
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกปุ่ม Next เพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ค.26 การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual C# 2008

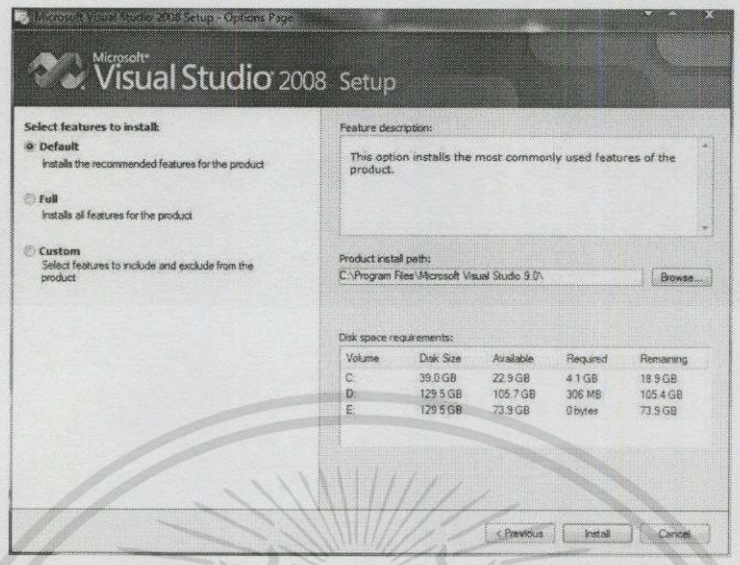
- คลิกปุ่ม Next เพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ค.27 การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual C# 2008

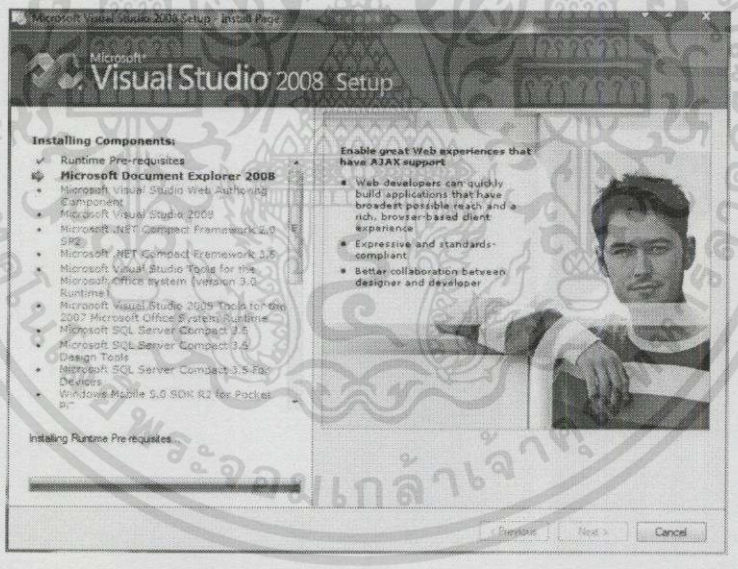
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกปุ่ม Next เพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ค.28 การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual C# 2008

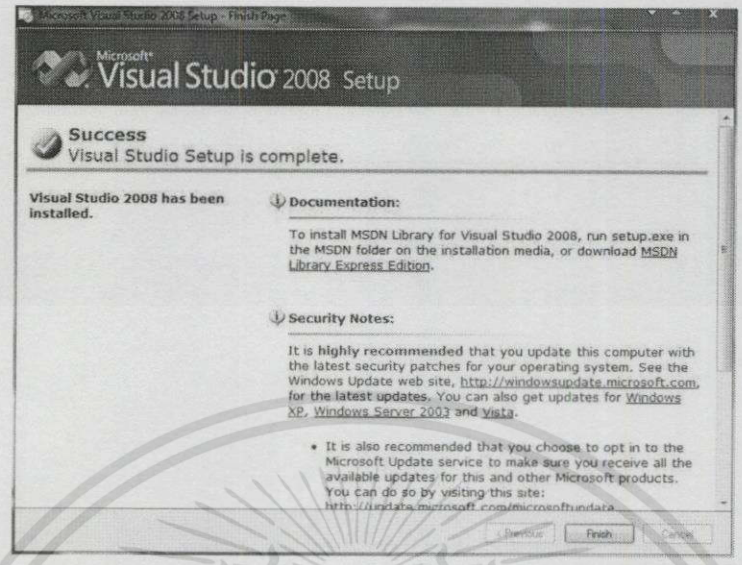
- รอขณะที่โปรแกรมกำลังติดตั้ง



รูปที่ ค.29 การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual C# 2008

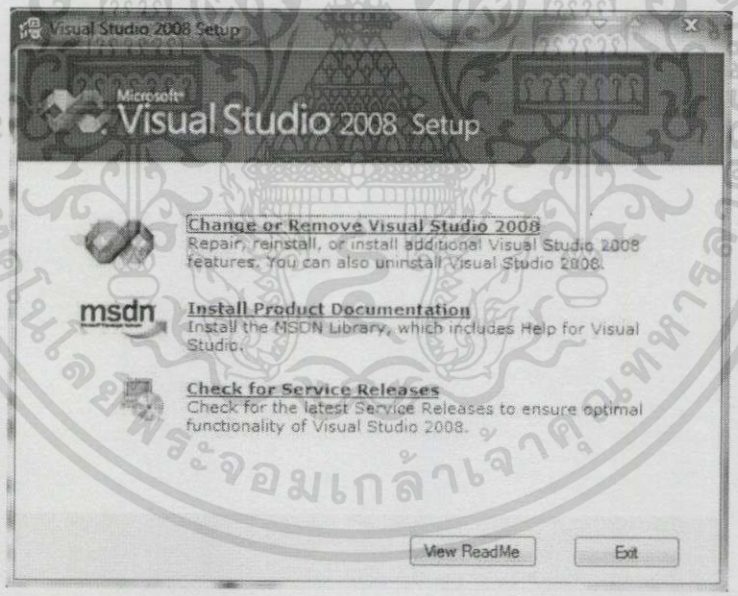
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกที่ปุ่ม Finish เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ค.30 การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual C# 2008

- คลิกที่ Change or Remove Visual Studio 2008 เสร็จสิ้นการติดตั้ง



รูปที่ ค.31 การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual C# 2008

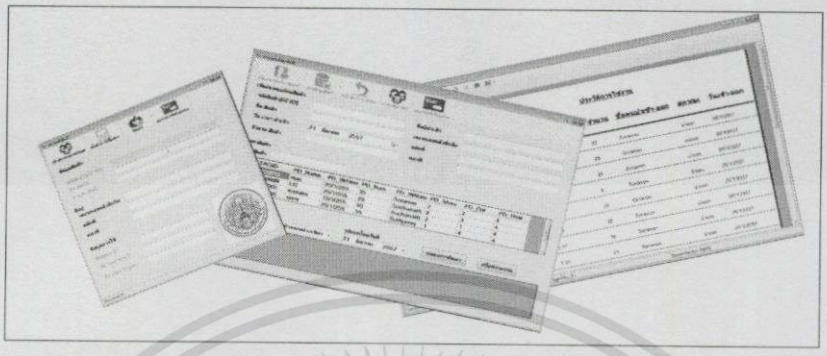
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชิ้นงานโดยรวม

- โปรแกรม Interface บนคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่จัดการคลังสินค้า และจัดการ User Interface

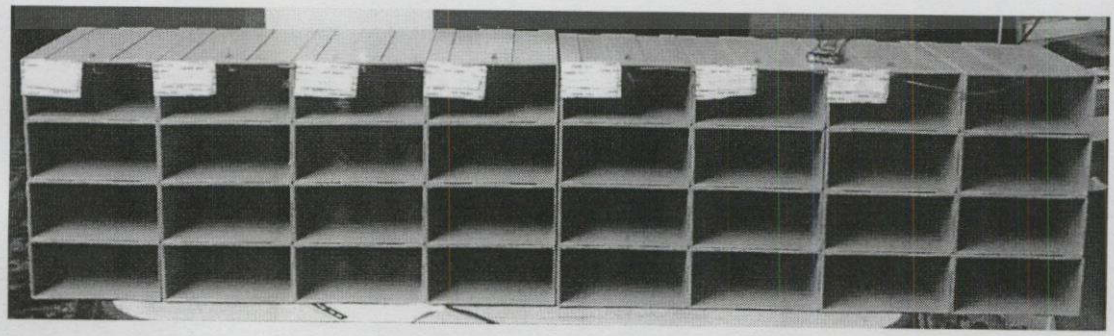


รูปที่ ง.1 Interface บนคอมพิวเตอร์

- เครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ทำหน้าที่ค้นหาสินค้า แสดงตำแหน่งของสินค้า ทำการเพิ่มและลบสินค้าในคลัง

รูปที่ ง.2 เครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

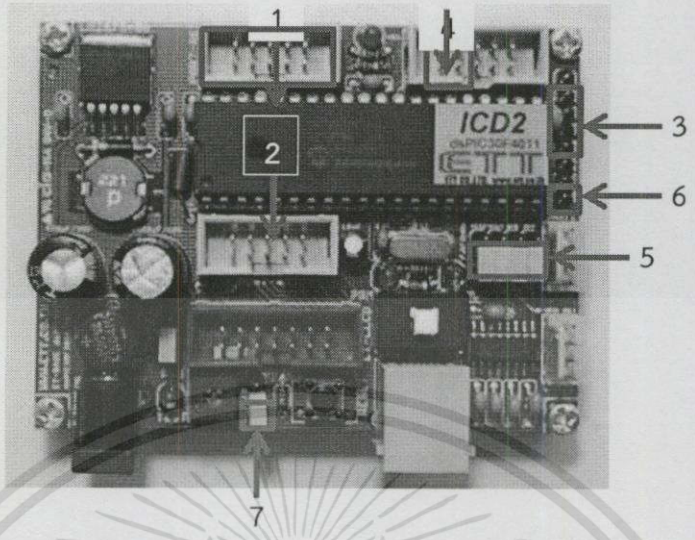
- คลังสินค้ามีจะไฟติดอยู่ด้านบน เพื่อแสดงตำแหน่งของสินค้าเมื่อทำการค้นหาจากเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา มีแท็ก RFID ติดอยู่ที่ช่องเก็บสินค้า



รูปที่ ง.3 คลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรของชิ้นงานแต่ละส่วน



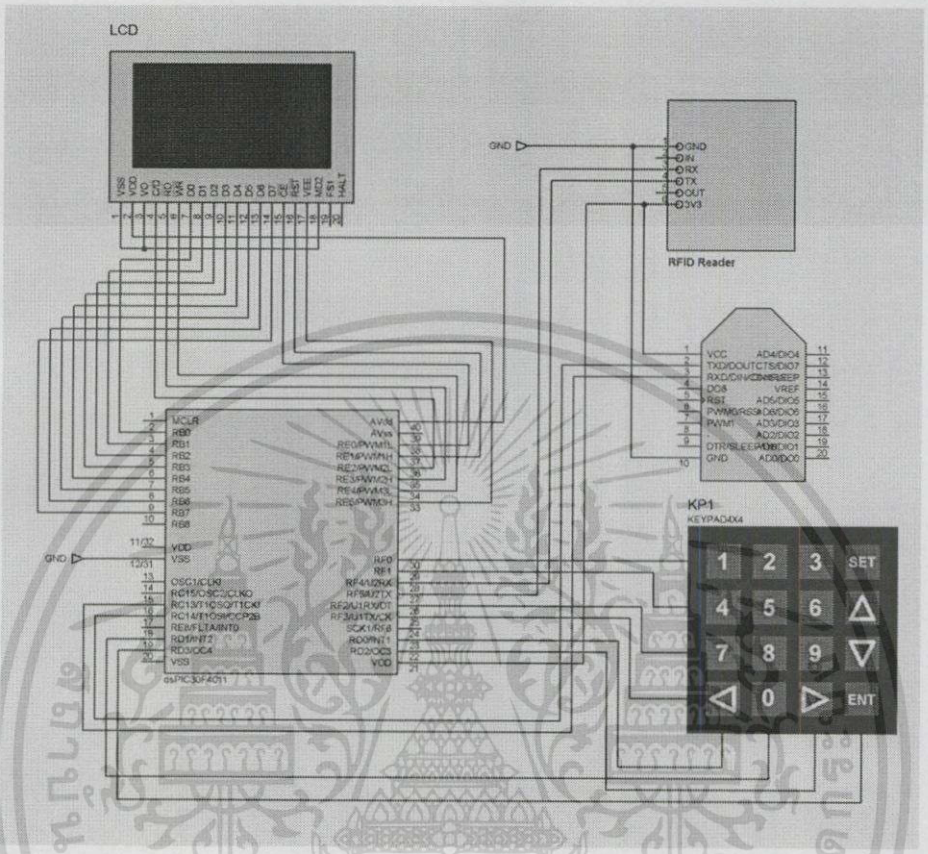
รูปที่ ง.4 วงจรของชิ้นงาน

1. ขั้วต่อสัญญาณ พอร์ต-RE ต่อเข้ากับจอ LCD
2. ขั้วต่อสัญญาณ พอร์ต-RF ต่อเข้ากับจอ LCD
3. ขั้วต่อสัญญาณ RD0,RD1,RD2 และ RD3 ต่อเข้ากับคีย์แพด
4. ขั้วต่อสัญญาณ RF0 ,RF1,RF2 และ RF3 ต่อเข้ากับคีย์แพด
5. ขั้วต่อสัญญาณ RF4 ต่อเข้ากับขา Tx ของ RFID Reader
   ขั้วต่อสัญญาณ RF5 ต่อเข้ากับขา Rx ของ RFID Reader
   ขั้วต่อสัญญาณ RC13 ต่อเข้ากับขา Rx ของ XBee
   ขั้วต่อสัญญาณ RC14 ต่อเข้ากับขา Tx ของ XBee
6. ขั้วต่อสัญญาณ +VDD ต่อเข้ากับขา VCC ของ RFID Reader
7. ขั้วต่อสัญญาณ GND ต่อเข้ากับขา GND ของ RFID Reader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรของชิ้นงานแต่ละส่วน

- แผนผังการต่อวงจรของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา



รูปที่ ง.5 แผนผังการต่อวงจรของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

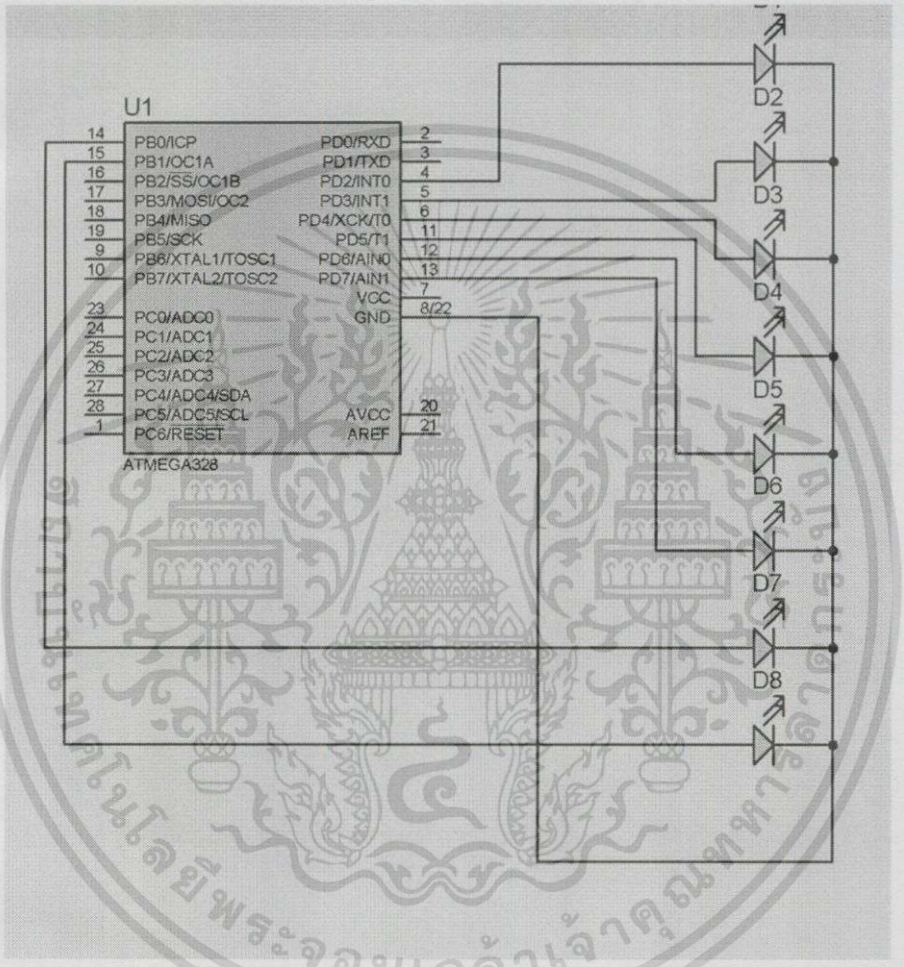
การต่อวงจรในเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ใช้พอร์ตของไมโครคอนโทรเลอร์ดังต่อไปนี้

- RB0 - RB7 ต่อเข้ากับขา 7-14 ของจอ LCD เพื่อส่งถ่ายข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์
- RE2 ต่อเข้ากับขา 4 ของจอ LCD ซึ่งเป็นสัญญาณ Register Select ใช้เลือกรีจิสเตอร์ควบคุมหรือหน่วยความจำแสดงผล
- RE3 ต่อเข้ากับขา 5 ของจอ LCD เพื่อควบคุมการอ่าน/เขียน ข้อมูลในหน้าจอ
- RE4 ต่อเข้ากับขา 6 ของจอ LCD เพื่อส่งสัญญาณสั่งให้เริ่มต้นการทำงานสำหรับ การอ่าน/เขียนข้อมูล
- RE4 ต่อเข้ากับขา 17 ของจอ LCD เพื่อใช้สำหรับรีเซตจอ LCD
- AVdd ต่อเข้ากับขา 2 ของจอ LCD เพื่อจ่ายกระแสไฟ +5 โวลต์ให้จอ LCD
- RF0 - RF3 ต่อเข้ากับคีย์แพด
- RD0 - RD3 ต่อเข้ากับคีย์แพด
- VSS ต่อเข้ากับ GND ของ RFID Reader
- RF4 ต่อเข้ากับขา Tx ของ RFID Reader เพื่อรับข้อมูลจาก RFID Reader
- RF5 ต่อเข้ากับขา Rx ของ RFID Reader เพื่อส่งข้อมูลไปยัง RFID Reader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- VDD ต่อเข้ากับขา VCC ของ RFID Reader เพื่อจ่ายไฟให้ RFID Reader
- RC13 ต่อเข้ากับขา Rx ของ XBee เพื่อส่งข้อมูลไปยัง XBee
- RC14 ต่อเข้ากับขา Tx ของ XBee เพื่อรับข้อมูลจาก XBee
- VCC ของ XBee ต่อเข้ากับ VCC ของ RFID Reader
- GND ของ XBee ต่อเข้ากับ GND RFID Reader

- แผนผังการต่อวงจรส่วนคลังสินค้า



รูปที่ ง.6 แผนผังการต่อวงจรส่วนคลังสินค้า

การต่อวงจรในวงจรส่วนคลังสินค้า ใช้พอร์ตของไมโครคอนโทรเลอร์ดังต่อไปนี้

- PD2 – PD7 ต่อเข้ากับ LED แต่ละตัว
- PB0 – PB1 ต่อเข้ากับ LED แต่ละตัว
- GND ต่อเข้ากับ VSS ของ LED แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้