

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี

RFID – APPLICATION



อาทิตย์ ไชยสุข

อาวุธ คงศิริ

รฟ.  
๑๖๒/๗  
๒๕๕๐

เลขที่.....  
เลขที่..... 82024  
- 4 ก.ค. 2551  
วัน, เดือน, ปี.....

b. 119 13 213  
i. ....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

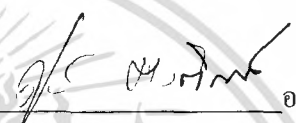
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี

RFID – APPLICATION

ผู้จัดทำ 1. นายอาทิตย์ ไชยสุข รหัสนักศึกษา 48015366

2. นายอาวุธ คงศิริ รหัสนักศึกษา 48015367

  
อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์ประสาร ตั้งศิษานนท์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี

นายอาทิตย์ ไชยสุข 48015366  
นายอาวุธ คงศิริ 48015367  
อาจารย์ประसार ตั้งศิษานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา  
ปีการศึกษา 2550

### บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสนอโครงการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID : Radio Frequency Identification System) โดยจัดทำเป็นระบบยืม-คืนหนังสือด้วยตนเอง โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเป็นระบบที่ใช้สัญญาณคลื่นวิทยุในการระบุลักษณะทรัพยากร ในขณะที่ระบบบาร์โค้ดใช้แสงในการอ่าน โดยระบบยืม-คืน อัตโนมัติดังกล่าวสามารถให้ผู้ใช้ทำรายการ ยืม-คืน ด้วยตนเอง โดยระบบจะอ่านข้อมูลจาก Tag RFID ที่ติดอยู่กับหนังสือ นอกจากนี้ผู้ใช้บริการสามารถคืนหนังสือผ่านเครื่องรับคืนทรัพยากรสารสนเทศได้ทุกที่และทุกเวลาตามจุดต่าง ๆ ที่ติดตั้งเครื่องคืนหนังสือไว้ พร้อมเชื่อมโยงข้อมูลไปยังระบบห้องสมุดอัตโนมัติ การนำระบบยืม-คืนหนังสือด้วยตนเองเข้ามาสนับสนุนงานของห้องสมุด สามารถเพิ่มความสะดวกรวดเร็วให้กับผู้ที่เข้ามาใช้บริการ และบุคลากรเจ้าหน้าที่ของห้องสมุด

## RFID - Application

Mr. Athid            Chaiyasook    48015366

Mr. Awut            Khongsiri    48015367

Mr. Prasarn        Tangtisanon   Advisor

Academic Year 2007

### ABSTRACT

This thesis presents the application of RFID (Radio Frequency Identification System) technology, by make the Self Check and Book Return with oneself by use the RFID Technology. RFID is the system that use radio waves signal in character resource specification. While barcode system uses the light in reading. Patron can borrows and returns book with oneself by use Self Check and Book Return by the system will read the data from Tag RFID at stick with a book. The user can return a book changes the receiver can return general information resource every time and at all times follow the different area at setup Book Return. Data will be sent to Automated Circulation System (ACS). When Self Check and Book Return come into library it is support the work of a library can enhance fast convenience to patron and officer of a library.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยข้าพเจ้าได้รับคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก อาจารย์ ประสาร ตั้งติสานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่แนะนำองค์ความรู้สำหรับติดต่อเรื่องอุปกรณ ในการทำวิจัย ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง ๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงมาจากปริญญาบัตรฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายอาทิตย์ ไชยสุข  
นายอาวุธ คงศิริ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.5 เนื้อหาของรายงาน.....	2
บทที่ 2 เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี	
2.1 บทนำ.....	3
2.2 ความหมายและประวัติความเป็นมา.....	4
2.2.1 ความหมายของ Auto-ID.....	4
2.2.2 เปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีในแต่ละระบบ.....	5
2.2.3 ความหมายของ RFID และประวัติความเป็นมา.....	6
2.2.4 วิวัฒนาการของ อาร์เอฟไอดี.....	7
2.3 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี.....	8
2.3.1 องค์ประกอบของแท็ก (Tag/Transponder).....	9
2.3.2 องค์ประกอบของเครื่องอ่าน (Reader) และหน้าที่การทำงาน.....	13
2.3.3 ระยะเวลาในการอ่านข้อมูล.....	15
2.3.4 การชนกันของข้อมูล.....	15
2.4 การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี.....	16
2.5 เปรียบเทียบอาร์เอฟไอดีกับรหัสแท่ง.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และคีย์อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 การทำงานอาร์เอฟไอดี.....	22
2.6.1 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ.....	22
2.6.1 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ.....	24
2.6.1 หลักการเบื้องต้น ในการรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน.....	24
2.7 มาตรฐานของอาร์เอฟไอดี.....	27
2.8 คลื่นความถี่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี.....	29
2.9 การประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดีในประเทศไทย.....	31
2.9.1 ระบบเก็บค่าโดยสารรถไฟฟ้ามหานครด้วยตัวอาร์เอฟไอดี.....	31
2.9.2 ระบบห้องสมุดอัจฉริยะ.....	33
2.9.3 ระบบจัดการฟาร์มเลี้ยงสัตว์อัตโนมัติ.....	34
2.9.4 ระบบที่จอดรถ.....	35
2.9.5 ระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคารสำนักงาน.....	36
2.9.6 ระบบการตรวจสอบติดตาม และตรวจสอบย้อนกลับสินค้า.....	36
2.10 ความปลอดภัยของข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคลของอาร์เอฟไอดี.....	37
2.10.1 สำหรับอาร์เอฟไอดีประสิทธิภาพสูงสำหรับการใช้งานเฉพาะทาง.....	37
2.10.2 สำหรับอาร์เอฟไอดีราคาต่ำที่จะต้องมีการใช้ทั่วไปใน EPC.....	39
บทที่ 3 Standard Interchange Protocol V1.00 และ V2.00	
3.1 บทนำ.....	41
3.2 Command Messages to the ACS.....	41
3.2.1 Patron Status Request.....	41
3.2.2 Checkout.....	41
3.2.3 Checkin.....	42
3.2.4 Block Patron.....	43
3.2.5 SC Status.....	43
3.2.6 Request ACS Resend.....	43
3.2.7 2.00 Login.....	44
3.2.8 2.00 Patron Information.....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.9 2.00 End Patron Session.....	45
3.2.10 2.00 Fee Paid.....	45
3.2.11 2.00 Item Information.....	46
3.2.12 2.00 Item Status Update.....	46
3.2.13 2.00 Patron Enable.....	46
3.2.14 2.00 Hold.....	47
3.2.15 2.00 Renew.....	48
3.2.16 2.00 Renew All.....	48
3.3 Response Messages from the ACS.....	49
3.3.1 Patron Status Response.....	49
3.3.2 Checkout Response.....	49
3.3.3 Checkin Response.....	51
3.3.4 ACS Status.....	52
3.3.5 Request SC Resend.....	53
3.3.6 2.00 Login Response.....	53
3.3.7 2.00 Patron Information Response.....	53
3.3.8 2.00 End Session Response.....	55
3.3.9 2.00 Fee Paid Response.....	55
3.3.10 2.00 Item Information Response.....	55
3.3.11 2.00 Item Status Update Response.....	56
3.3.12 2.00 Patron Enable Response.....	57
3.3.13 2.00 Hold Response.....	57
3.3.14 2.00 Renew Response.....	58
3.3.15 2.00 Renew All Response.....	59
3.4 ตัวอย่างการส่ง SIP2 Protocol Message.....	60

### บทที่ 4 การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

4.1 กระบวนการยืมหนังสือด้วยตนเอง.....	61
---------------------------------------	----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 กระบวนการคืนหนังสือด้วยตนเอง.....	62
4.3 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆในระบบ.....	62
4.4 Use Case Diagram ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง.....	63
<b>บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง</b>	
5.1 บทนำ.....	69
5.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	69
5.2.1 เปิดโปรแกรมอ่านและเขียนอาร์เอฟไอดี.....	69
5.2.2 เชื่อมต่อกับRFID Reader.....	70
5.2.3 อ่านข้อมูลจากRFID Tag.....	70
5.2.4 เขียนข้อมูลลงRFID Tag.....	70
5.2.5 การยืมหนังสือ.....	71
5.2.6 การคืนหนังสือ.....	74
5.2.7 การดูรายงานการยืมคืนหนังสือ.....	75
5.3 ผลการทดลอง.....	77
<b>บทที่ 6 สรุปผลการดำเนินงาน</b>	
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	78
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	78
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ปัญหา.....	79
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>80</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีในแต่ละระบบ.....	5
2.2 เปรียบเทียบมาตรฐานระหว่าง ISO/IEC และ EPC.....	28
2.3 แสดงข้อแตกต่างของอาร์เอฟไอทีระบบต่าง ๆ.....	30
2.4 แสดงข้อแตกต่างของอาร์เอฟไอทีระบบต่าง ๆ.....	30
3.1 การส่ง SIP2 Protocol Message ของการยืมหนังสือ.....	60
3.2 การส่ง SIP2 Protocol Message ของการคืนหนังสือ.....	60



# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ระบบ Auto-ID ในปัจจุบัน.....	3
2.2 ตัวอย่างระบบ Auto-ID ในแต่ละประเภท.....	4
2.3 เซอร์โรเบิร์ต อเล็กซานเดอร์ วัตสัน-วัตต์ กับเครื่องเรดาร์ในยุคแรก.....	6
2.4 ระบบอาร์เอฟไอดี.....	9
2.5 องค์ประกอบทั่วไปของแท็ก.....	10
2.6 แท็ก(Tags)ในรูปแบบชนิดต่าง ๆ.....	11
2.7 สถาปัตยกรรมภายในไมโครชิปของแท็ก(Tags)แบบพาสซีฟ.....	12
2.8 แท็ก(Tags)แบบแอ็กทีฟ ที่มีแบตเตอรี่ลิเทียม 2 ก้อน อยู่ในแท็ก.....	12
2.9 โครงสร้างภายในเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี.....	13
2.10 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบพกพา.....	14
2.11 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบติดผนัง.....	14
2.12 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบอุโมงค์.....	14
2.13 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบประตู.....	15
2.14 เทคนิคที่ใช้ในการอ่านหลายแท็ก (Tags) พร้อมกัน.....	16
2.15 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในคลังสินค้า.....	17
2.16 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในซูเปอร์มาร์เก็ต.....	17
2.17 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในโรงพยาบาล.....	18
2.18 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานปศุสัตว์.....	18
2.19 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานระบบรักษาความปลอดภัยในการเข้า-ออกอาคาร.....	19
2.20 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในระบบกัญญาอิเล็กทรอนิกส์.....	19
2.21 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในระบบห้องสมุด.....	20
2.22 เปรียบเทียบรหัสแท่งและอาร์เอฟไอดี.....	20
2.23 การตรวจสอบสินค้า.....	21
2.24 การอ่านฉลากสินค้า.....	21
2.25 การตรวจสอบสินค้า.....	22
2.26 สนามแม่เหล็กจากกระบวนการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ.....	23
2.27 หลักการทำงานของ LF, HF, และ UHF.....	24

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.28 ตัวอย่างการเข้ารหัสแบบต่าง ๆ.....	25
2.29 ตัวอย่างการทำ ASK.....	26
2.30 เครื่องอ่านทำงานร่วมกับแท็กหลาย ๆ อันพร้อม ๆ กัน.....	26
2.31 ตัวอย่างของอัลกอริทึมในการป้องกันการชนกันของข้อมูล(Anti-Collision) ในแท็ก(Tags)..	27
2.32 แสดงความถี่ย่านที่ระบบอาร์เอฟไอดีถูกใช้งาน.....	29
2.33 เหรียญโดยสาร (Token) ซึ่งใช้เป็นตั๋วเที่ยวเดียว.....	31
2.34 บัตรเอนกประสงค์ (Smart card) ซึ่งใช้เป็นตั๋วเติมเงิน.....	32
2.35 แสดงการใช้บัตรผู้โดยสาร.....	32
3.36 หอสมุดป๊าย อิงภากรณ์.....	33
2.37 แสดงการใช้อาร์เอฟไอดีกับระบบให้อาหารเพื่อควบคุมคุณภาพของแม่พันธุ์สุกร.....	35
2.38 แสดงการใช้งานอาร์เอฟไอดีกับระบบตรวจสอบต่าง ๆ.....	37
2.39 แสดงอัลกอริทึมแบบสมมาตร (Symmetric algorithm).....	38
2.40 ฉลากเตือนสินค้าที่มีอาร์เอฟไอดี.....	40
4.1 กระบวนการยืมหนังสือด้วยตนเอง.....	61
4.2 กระบวนการคืนหนังสือด้วยตนเอง.....	62
4.3 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆในระบบ.....	62
4.4 Use Case Diagram ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง.....	63
4.5 Class Diagram Analysis ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง.....	64
4.6 Class Diagram Design ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง.....	64
4.7 State Diagram ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง.....	65
4.8 State machine ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง.....	66
4.9 รายละเอียดของตารางorder_borrowของฐานข้อมูลfid.....	67
4.10 รายละเอียดของตารางorder_borrow_listของฐานข้อมูลfid.....	67
4.11 รายละเอียดของตารางorder_return ของฐานข้อมูลfid.....	67
4.12 รายละเอียดของตารางorder_return_listของฐานข้อมูลfid.....	68
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างตารางของฐานข้อมูลfid.....	68
5.1 แสดงUser Interfaceของโปรแกรมอ่านและเขียนอาร์เอฟไอดี.....	69

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.2 การเชื่อมต่อกับRFID Reader.....	70
5.3 การอ่านข้อมูลจาก Tag.....	70
5.4 การเขียนข้อมูลลง Tag.....	71
5.5 แสดงหน้าต่างรอรับรหัสสมาชิกของโปรแกรมยืมหนังสือ.....	71
5.6 แสดงหน้าต่างเลือกภาษาของโปรแกรมยืมหนังสือ.....	71
5.7 แสดงหน้าต่างรอรับรหัสหนังสือของโปรแกรมยืมหนังสือ.....	72
5.8 แสดงหน้าต่างแสดงข้อมูลหนังสือของโปรแกรมยืมหนังสือ.....	72
5.9 แสดงหน้าต่างการยืมหนังสือเสร็จสมบูรณ์ของโปรแกรมยืมหนังสือ.....	73
5.10 แสดงสลิปของโปรแกรมยืมหนังสือ.....	73
5.11 แสดงหน้าต่างเลือกภาษาของโปรแกรมคืนหนังสือ.....	74
5.12 แสดงหน้าต่างรอรับรหัสหนังสือของโปรแกรมคืนหนังสือ.....	74
5.13 แสดงหน้าต่างรายการคืนหนังสือของโปรแกรมคืนหนังสือ.....	75
5.14 แสดงสลิปของโปรแกรมคืนหนังสือ.....	75
5.15 แสดงโปรแกรมรายงานการยืมคืนหนังสือ.....	76
5.16 แสดงรายงานการยืมหนังสือ.....	76
5.17 แสดงการลบบรายงานการยืมหนังสือ.....	77

# บทที่

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและเหตุผล

ในปัจจุบันเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID: Radio Frequency Identification) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย และได้เข้ามามีบทบาทในการดำเนินชีวิตประจำวันของคนเรา เช่น ระบบการขนส่ง (Logistics) ห้างสรรพสินค้า และอื่น ๆ อีกมากมาย

ในปัจจุบันสำนักหอสมุดกลางได้นำระบบอาร์เอฟไอดีมาใช้ในสำนักหอสมุด ซึ่งเป็นระบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ จึงมีราคาที่สูงมาก ทางผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวความคิดที่จะสร้างเครื่องยืม-คืนหนังสือด้วยตนเองเพื่อนำมาใช้ภายในสำนักหอสมุดและห้องสมุดคณะโดยไม่จำเป็นต้องซื้อจากต่างประเทศ และสามารถเข้าร่วมกับระบบที่ซื้อจากต่างประเทศได้โดยไม่เกิดผลกระทบซึ่งกันและกัน เครื่องยืมคืนหนังสือด้วยตนเองที่สร้างขึ้นนี้ใช้ SIP2 โปรโตคอลในการติดต่อไปยัง Innopac Server ทำให้สามารถนำเครื่องยืม-คืนหนังสือด้วยตนเองนี้ไปใช้กับห้องสมุดที่ใดก็ได้ที่ใช้ Innopac Server

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อความสะดวกในการยืม-คืนหนังสือ
2. เพื่อลดภาระการทำงานของเจ้าหน้าที่ห้องสมุด

### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้ใช้บริการยืมมีความสะดวกสามารถยืมคืนได้ด้วยตนเอง
2. ผู้ใช้บริการยืมคืนหนังสือไม่ต้องเสียเวลายืนรอคิวงาน
3. ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องคืนหนังสือหนังสือในเวลาห้องสมุดเปิดทำการ
4. ลดจำนวนเจ้าหน้าที่ ที่ให้บริการยืม-คืน
5. สามารถนำมาใช้แทนระบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศได้

### 1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. สร้างเครื่องยืมหนังสือด้วยตัวเอง
2. สร้างเครื่องคืนหนังสือด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 เนื้อหาของรายงาน

เนื้อหาของรายงานฉบับนี้มีทั้งหมด 5 บท โดยแต่ละบทมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้คือ

บทที่ 1 เป็นเนื้อหาในส่วนของการนำซึ่งจะกล่าวถึงความเป็นมาและแนวความคิดการทำโครงการนี้ซึ่งจะประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และขอบเขตของโครงการ

บทที่ 2 เป็นเนื้อหาที่กล่าวถึงทฤษฎีของอาร์เอฟไอดี หลักการทำงานของอาร์เอฟไอดี การสื่อสารแบบไร้สาย การสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก

บทที่ 3 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการทำงานของโปรโตคอล SIP2 Command Messages to the ACS Response Messages from the ACS และรูปแบบการส่งข้อมูลของโปรโตคอล SIP2 ในการยืมคืนหนังสือ

บทที่ 4 เป็นเนื้อหาในส่วนของการออกแบบระบบของโครงการสืบค้นหนังสือในห้องสมุด และขั้นตอนในการดำเนินงานของโครงการ

บทที่ 5 เป็นเนื้อหาในส่วนของการดำเนินการดำเนินงานของโครงการ จากการออกแบบระบบและทดลองปฏิบัติการจริงของระบบที่ออกแบบมา

บทที่ 6 เป็นเนื้อหาในส่วนของการสรุปผลการทดลองว่าเป็นไปตามทฤษฎีและระบบที่ออกแบบไว้ ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

## บทที่ 2

# เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

### 2.1 บทนำ

ในปัจจุบันการใช้ระบบตรวจสอบรหัสโดยใช้ความถี่วิทยุ (RFID) เป็นที่ยอมรับอย่างสูงว่าเป็นเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยต่อการใช้งานที่ต้องการการบ่งบอกความแตกต่างหรือข้อมูลเฉพาะของแต่ละบุคคลที่สามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำรวดเร็ว และมีความเป็นอัตโนมัติกว่าระบบตรวจสอบรหัสในระบบอื่นๆ เช่น รหัสแบบแท่ง (Barcode) การใช้งานที่ง่ายและยังเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการเสริมในเชิงพาณิชย์ด้านต่างๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับเทคโนโลยีทางการเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ ยังผลให้การขยายตัวของการใช้งานอาร์เอฟไอดีสูงขึ้น

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification) หรือการระบุด้วยคลื่นวิทยุ เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการบริหารจัดการธุรกิจรูปแบบใหม่และอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตอย่างมาก ซึ่งจะมีส่วนในการเปลี่ยนโฉมของสังคมเข้าสู่สังคมสารสนเทศของประเทศไทย เริ่มมีการใช้งานจริงหรือการทดสอบการใช้งานบ้างแล้ว ได้แก่ บัตรโดยสารรถไฟฟ้าใต้ดิน การทดสอบอาร์เอฟไอดี เพื่อการตรวจสอบย้อนกลับในอุตสาหกรรมอาหาร (food traceability) การใช้อาร์เอฟไอดีในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง และการกระจายสินค้า จะเห็นได้ว่า อาร์เอฟไอดีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มขีดการแข่งขันของประเทศเป็นอย่างมาก



ภาพที่ 2.1 ระบบ Auto-ID ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ความหมายและประวัติความเป็นมา

### 2.2.1 ความหมายของ Auto-ID

Auto-ID หรือระบบบ่งชี้อัตโนมัติ เป็นคำเรียกรวม ๆ ของเทคโนโลยีที่ช่วยให้อุปกรณ์เครื่องมือหรือเครื่องจักรสามารถบ่งบอกวัตถุ สิ่งของหรือแม้แต่คนหรือสัตว์ได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งโดยระบบแล้วมักจะประกอบด้วยส่วนที่อ่านหรือรับข้อมูล โดยอัตโนมัติ แล้วทำการประมวลผลหรือส่งข้อมูลนี้เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติโดยที่ไม่ต้องมีคนช่วย



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างระบบ Auto-ID ในแต่ละประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของระบบบ่งชี้อัตโนมัตินี้เพื่อต้องการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน ลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ และยังลดเวลาของการจัดเก็บข้อมูล ตัวอย่างของเทคโนโลยีระบบบ่งชี้อัตโนมัติ ได้แก่ เทคโนโลยีรหัสแท่ง(Barcode) เทคโนโลยีบัตรเอทีเอ็ม (smart card) เทคโนโลยีด้านชีวมาตร (การบ่งชี้โดยวิธีการตรวจวัดสภาพทางร่างกาย หรือ Biometric) เช่น ระบบการรู้จำเสียงพูด (voice recognition) ระบบลายพิมพ์นิ้วมือ (fingerprint scan) ระบบสแกนม่านตา (iris scan) เทคโนโลยีการรู้จำลายเซ็น (signature recognition) และเทคโนโลยีการบ่งชี้วัตถุโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ หรือ อาร์เอฟไอดี

## 2.2.2 เปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีในแต่ละระบบ

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีในแต่ละระบบ

รายการ	รหัสแท่ง	การรู้จำอักษร (OCR)	การรู้จำเสียงพูด (Voice recognition)	ไบโอเมตริกซ์*	บัตรเอทีเอ็ม	คลื่นวิทยุ
ความจุข้อมูล (byte)	1-100	1-100	-	-	2-8 kB	2-8 kB
การอ่านข้อมูลโดยมนุษย์	ได้ (จำกัด)	ง่าย	ง่าย	ยาก	ไม่ได้	ไม่ได้
ปัญหาการเบี่ยงขึ้น	มีผลกระทบสูง	มีผลกระทบสูง	ไม่มีผลกระทบ	-	มีผลต่อจุดสัมผัส	มีผลสำหรับความถี่สูงยิ่ง
มีสิ่งกีดขวาง	ไม่สามารถอ่านได้	ไม่สามารถอ่านได้	ไม่มีผลกระทบ	ยังคงทำงานได้	-	ไม่มีผลกระทบ
ทิศทางการอ่านมีผลกระทบ	น้อย	น้อย	-	-	อ่านได้แนวเดียว	ไม่มีผลกระทบ
การสึกหรอ/ชำรุด	ควบคุมได้	ควบคุมได้	-	-	ส่วนหัวสัมผัส	ไม่มีผลกระทบ
ราคาอุปกรณ์และระบบ	ต่ำมาก	ปานกลาง	แพงมาก	แพงมาก	ต่ำถึงปานกลาง	ปานกลาง
การแก้ไขหรือปลอมแปลง	ทำได้ง่าย	ทำได้ง่าย	อาจทำได้ (บันทึกเสียง)	ทำยาก	ทำได้ยากมาก	ทำได้ยากมาก
อัตราเร็วในการอ่านข้อมูล	ช้า (4 วินาที)	ช้า (3 วินาที)	ช้า (มากกว่า 3 วินาที)	ช้า (มากกว่า 5 วินาที)	ช้า (4 วินาที)	เร็วมาก (0.5 วินาที)
ระยะในการอ่านข้อมูล	0-50 ซม.	น้อยกว่า 1 ซม.	0-50 ซม.	สัมผัสโดยตรงหรือใกล้มาก	สัมผัสโดยตรง	0-5 ม. หรือมากกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 ความหมายของ RFID และประวัติความเป็นมา

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นเทคโนโลยีการระบุข้อมูลที่แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุหรือบุคคลด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูกพัฒนามาในยุคคริสตศวรรษ 1970 เพื่อวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการบ่งชี้วัตถุในระยะไกลได้ โดยมีจุดเด่นคือสามารถอ่านข้อมูลจากแท็ก (Tag) ได้หลาย ๆ แท็ก แบบไร้สัมผัส และสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แร่ง สั่น สะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถจะอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิปที่อยู่ในแท็ก ในปัจจุบันได้มีการนำเออาร์เอฟไอดีไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากนำมาใช้ทดแทนระบบรหัสแท่งแบบเดิม ได้แก่ การใช้งานโน้ตบัตรชนิดต่าง ๆ เช่น บัตรประจำตัวพนักงาน บัตรโดยสาร บัตรสำหรับเปิดประตู ห้องพักในโรงแรม บัตรที่จอดรถตามศูนย์การค้าต่าง ๆ แท็กสำหรับติดตามกระเป๋าเดินทาง แท็กสำหรับติดตามสินค้า หนังสือหรือฉลากยา บางครั้งเราอาจพบเห็นอยู่ในรูปของแท็กสินค้าซึ่งมีขนาดเล็กจนสามารถแทรกกลางระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษได้ หรือเป็นแค่ปลูขนาดเล็กลงใส่ไว้ในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติต่าง ๆ เป็นต้น

ประวัติการเริ่มต้นของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีนั้น ย้อนกลับไปถึงสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งประเทศในกลุ่มพันธมิตร และกลุ่มอักษะ ได้มีการใช้เรดาร์ ซึ่งถูกค้นพบโดย เซอร์ โรเบิร์ต อเล็กซานเดอร์ วัตสัน-วัตต์ ในปี ค.ศ. 1935 ใช้ในการตรวจจับและเตือนเครื่องบินที่กำลังเข้ามา แต่ปัญหาของการใช้เรดาร์ในยุคนั้นคือไม่สามารถแยกแยะระหว่างเครื่องบินรบว่าเป็นของฝ่ายไหน ทางฝั่งเยอรมันได้ค้นพบว่าเมื่อนักบินบินหมุนตัวแล้ว จะทำให้มีการสะท้อนสัญญาณเรดาร์ที่เปลี่ยนไป ทำให้ทราบว่าเครื่องบินที่บินเข้ามาเป็นของฝ่ายเยอรมัน ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของอาร์เอฟไอดีแบบที่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการสะท้อนคลื่นวิทยุ โดยไม่ต้องมีเครื่องส่งวิทยุ (passive) ก็ว่าได้



ภาพที่ 2.3 เซอร์ โรเบิร์ต อเล็กซานเดอร์ วัตสัน-วัตต์ กับเครื่องเรดาร์ในยุคแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเทคโนโลยีเรดาร์มีการพัฒนาขึ้น นักบินสามารถที่จะสื่อสารระหว่างเครื่องบินกับสถานีภาคพื้นดินหรือระหว่างนักบินด้วยกัน เป็นระบบแยกแยะระหว่างมิตรกับศัตรูหรือ IFF (aircraft Identification Friend or Foe systems) โดยที่เมื่อเครื่องบินได้รับสัญญาณเรดาร์จากภาคพื้นดินหรือระหว่างเครื่องบิน ตัวเครื่องบินจะส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ตอบกลับไป ทำให้ทราบว่าเป็นเครื่องบินของฝ่ายไหน ซึ่งถือว่าการสื่อสารอาร์เอฟไอดีแบบที่วัตถุส่งคลื่นวิทยุจากตัวเองไปยังผู้ถาม (แบบ active)

ยุคเริ่มแรกของการใช้อาร์เอฟไอดี ในเชิงพาณิชย์ได้แก่ระบบกันขโมย (EAS: Electric Article Surveillance) ในห้างสรรพสินค้า ซึ่งตัวสินค้าจะมีการติดอาร์เอฟไอดีแบบ 1 บิตซึ่งจะมีค่าเป็น '0' หรือ '1' เมื่อสินค้ามีการชำระเงินตัวบิตจะถูกตั้งค่าเป็น '0' ทำให้สามารถนำออกจากร้านได้ ในกรณีที่ไม่มีชำระสินค้า เมื่อนำสินค้าผ่านประตูเครื่องตรวจแท็กกันขโมย เมื่ออ่านค่าจากวัตถุในถุงของลูกค้ำมีค่าเป็น '1' ก็จะมีสัญญาณเตือนขึ้นมา

#### 2.2.4 วิวัฒนาการของ อาร์เอฟไอดี

อย่างที่ได้อธิบายมาข้างต้น จุดเริ่มต้นของอาร์เอฟไอดี มีมาตั้งแต่ยุคสงครามโลกครั้งที่ 2 ทางด้านการพัฒนาได้มีการให้สิทธิบัตรของอเมริกาเกี่ยวกับอาร์เอฟไอดีอันแรกให้กับ Mario W. Cardullo เป็นสิทธิบัตรเกี่ยวกับแท็กแบบแอ็กทีฟ เมื่อวันที่ 23 มกราคม ค.ศ. 1973 และในปีเดียวกันได้มีการมอบสิทธิบัตรเกี่ยวกับแท็กแบบพาสซีฟ แก่ Charles Walton โดยประยุกต์ใช้งานสำหรับการเปิดล็อกประตู และ Charles Walton ได้อนุญาตสิทธิให้บริษัท Schlage เป็นผู้ผลิต

ในช่วงปี ค.ศ. 1970 รัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้มีการพัฒนาเกี่ยวกับอาร์เอฟไอดี เหมือนกันที่ศูนย์วิจัยแห่งชาติ ลอส อลามอส (Los Alamos National Laboratory) มลรัฐนิวเม็กซิโก ใช้สำหรับการติดตามวัตถุนิวเคลียร์ให้กับกระทรวงพลังงาน โดยใช้อาร์เอฟไอดีติดกับรถบรรทุก และเครื่องอ่านที่ประตูทางเข้าออก และเมื่อทีมนักวิทยาศาสตร์ของศูนย์วิจัยแห่งนี้ ได้ออกมาตั้งบริษัทและพัฒนาเป็นระบบเก็บค่าทางควอนตัมอัตโนมัติ

ในขณะเดียวกันกระทรวงเกษตรของสหรัฐมีความต้องการแท็กแบบพาสซีฟชนิดความถี่ 125 กิโลเฮิร์ตซ์ สำหรับติดโคเลียง เพื่อใช้แยกแยะว่าโคตัวไหนมีการฉีดวัคซีนแล้วหรือไม่ ทางศูนย์วิจัยแห่งชาติ ลอส อลามอส ได้พัฒนาอาร์เอฟไอดีความถี่ 125 กิโลเฮิร์ตซ์ สำหรับฝังได้ผิวหนังของโค อาร์เอฟไอดีความถี่ 125 กิโลเฮิร์ตซ์ ได้มีการใช้ในเชิงพาณิชย์ในหลายรูปแบบ และต่อมาได้มีการพัฒนาไปที่ความถี่ 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์

ในช่วงต้นปี ค.ศ. 1990 บริษัทไอบีเอ็มได้พัฒนาและจดสิทธิบัตร อาร์เอฟไอดี ในย่านความถี่สูงยิ่ง UHF (ย่านความถี่ตั้งแต่ 300 เมกะเฮิร์ตซ์ ถึง 3 กิกะเฮิร์ตซ์) แต่เมื่อไอบีเอ็มมีปัญหาการเงิน ได้ขายสิทธิบัตรเกี่ยวกับอาร์เอฟไอดีให้กับบริษัท Intermec ในช่วงกลาง ค.ศ. 1990 ในช่วงนั้นการใช้งานยังไม่แพร่หลายนักเนื่องจากอุปกรณ์ยังมีราคาแพงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่ง UHF กลับมาแจ้งเกิดอีกครั้งในปี ค.ศ. 1999 เมื่อหน่วยงาน UCC (Uniform Code Council) หน่วยงาน EAN International บริษัท Procter & Gamble และบริษัท Gillette ได้ร่วมก่อตั้งศูนย์ Auto-ID ขึ้นที่สถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (MIT) ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อพัฒนาแนวทางการใช้อาร์เอฟไอดีในห่วงโซ่อุปทาน (supply chain) ในช่วงปี ค.ศ. 1999 – 2003 Auto-ID ได้รับการสนับสนุนจากบริษัทเอกชนจำนวนมาก และได้มีการขยายศูนย์ Auto-ID ไปยังประเทศออสเตรเลีย อังกฤษ สวิตเซอร์แลนด์ ญี่ปุ่น และจีน ได้มีการพัฒนามาตรฐานใหม่ที่เรียกว่า รหัสสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ EPC ในเชิงพาณิชย์ ส่วนศูนย์ Auto-ID ได้ปิดตัวลงอย่างเป็นทางการ ยังคงเหลือเฉพาะส่วนปฏิบัติการวิจัยและพัฒนา (Auto-ID Lab) ในเดือนธันวาคม ค.ศ. 2004 ทาง EPCglobal ได้รับรองมาตรฐาน EPCGen2

ในส่วนของการใช้งานนั้นบริษัทใหญ่ ๆ เช่น Tesco และ Walmart หรือว่าแม้แต่กระทรวงกลาโหมสหรัฐฯ ได้วางแผนที่จะใช้ EPC สำหรับติดตามสินค้าที่ส่งในห่วงโซ่อุปทานของตนเอง

### 2.3 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี

ในระบบอาร์เอฟไอดี มีองค์ประกอบหลัก ๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกคือ แท็ก หรือ ทรานสปอนเดอร์ (tag หรือ Transponder) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่าง ๆ ที่เราต้องการ โดยแท็กนั้นจะประกอบด้วยสายอากาศและไมโครชิปที่มีการบันทึกหมายเลข (ID) หรือข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ

ส่วนที่สองคือ เครื่องสำหรับอ่านแท็ก (Interrogator/Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ถ้าเปรียบเทียบกับระบบรหัสแท่ง แท็กในระบบอาร์เอฟไอดี เปรียบได้กับตัวรหัสแท่งที่ติดกับฉลากของสินค้า และเครื่องอ่านในระบบอาร์เอฟไอดี คือเครื่องอ่านรหัสแท่ง (Scanner) โดยข้อแตกต่างของทั้งสองระบบคือ ระบบอาร์เอฟไอดี จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่าน/เขียน ส่วนระบบรหัสแท่งจะใช้แสงเลเซอร์ในการอ่าน โดยข้อเสียของระบบรหัสแท่งคือ การอ่าน (สแกน) เป็นการใช้แสงในการอ่านรหัสแท่ง ซึ่งจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับลำแสงที่ยิงจากเครื่องสแกน และสามารถอ่านได้ทีละรหัสในระยะใกล้ ๆ แต่ระบบอาร์เอฟไอดี มีความแตกต่างโดยสามารถอ่านรหัสจากแท็กได้โดยไม่ต้องเห็นแท็ก หรือแท็กนั้นซ่อนอยู่ภายในวัตถุและไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวเส้นตรงกับคลื่น เพียงอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้ก็สามารถอ่านข้อมูลได้ และการอ่านแท็กในระบบอาร์เอฟไอดี ยังสามารถอ่านได้ทีละหลาย ๆ แท็กในเวลาเดียวกัน โดยระยะในการอ่านข้อมูลได้ไกลกว่าระบบรหัสแท่งอีกด้วย

ส่วนที่สาม ได้แก่ ระบบประยุกต์ใช้งาน รวมถึงระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ใช้งาน หรือระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการใช้งานที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบข้อมูลสินค้า ระบบบริหารงานบุคคล ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 ระบบอาร์เอฟไอดี

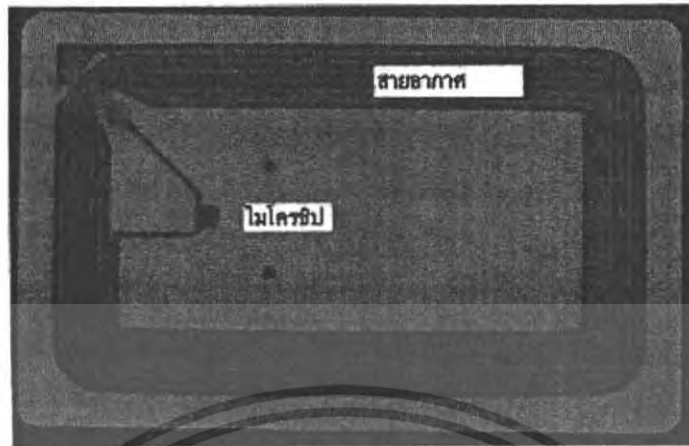
### 2.3.1 องค์ประกอบของแท็ก (Tag/Transponder)

โครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนของไมโครชิป (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ เช่น รหัสสินค้า และขนาดขนาดเล็ก หรือแบบบาง ๆ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุและสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิป

โดยทั่วไปตัวแท็กอาจอยู่ในรูปแบบที่เป็นกระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำมาผลิต และมีหลายรูปแบบ เช่น บัตรเครดิต เหรียญกระดาษ สติกเกอร์ หรือแท็ก เป็นต้น ทั้งนี้เราสามารถแบ่งแท็กที่มีใช้งานกันอยู่ได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่

1. แท็กแบบพาสซีฟ
2. แท็กแบบกึ่งพาสซีฟ
3. แท็กแบบแอ็กทีฟ

โดยแต่ละชนิดก็จะมี ความแตกต่างกันตามการใช้งาน ราคา โครงสร้างและหลักการทำงาน



นอกจากการแบ่งจากชนิดที่เข้ามาแล้ว เราสามารถที่จะแบ่งประเภทของแท็กจากรูปแบบการอ่านและหรือบันทึกข้อมูล ได้เป็น 3 แบบคือ

แท็กชนิดที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้หลายครั้ง (Read-Write)

แท็กชนิดที่เขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างหลายครั้ง (Write-Once Read-Many หรือ WORM)

แท็กชนิดที่อ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-Only) หรือเรายังสามารถแบ่งชนิดของแท็กตามความถี่ของการใช้งาน เช่น แท็กย่านความถี่ต่ำ (LF) 125-134 กิโลเฮิร์ตซ์ แท็กย่านความถี่สูง (HF) 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์ แท็กย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) 433 และ 900 เมกะเฮิร์ตซ์ และแท็กย่านไมโครเวฟ 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์

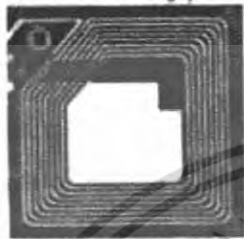
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เป็นชิ้นส่วน RF-ID ด้านใน  
ใช้สำหรับติดหูตุ๊กตา



โครงสร้างภายใน RF-ID ชนิดเป็นบัตร



โครงสร้างภายใน RF-ID  
ใช้สำหรับติดสินค้า



เป็น RF-ID สำหรับติดฝัง  
ในผิวหนัง



ป้าย RF-ID

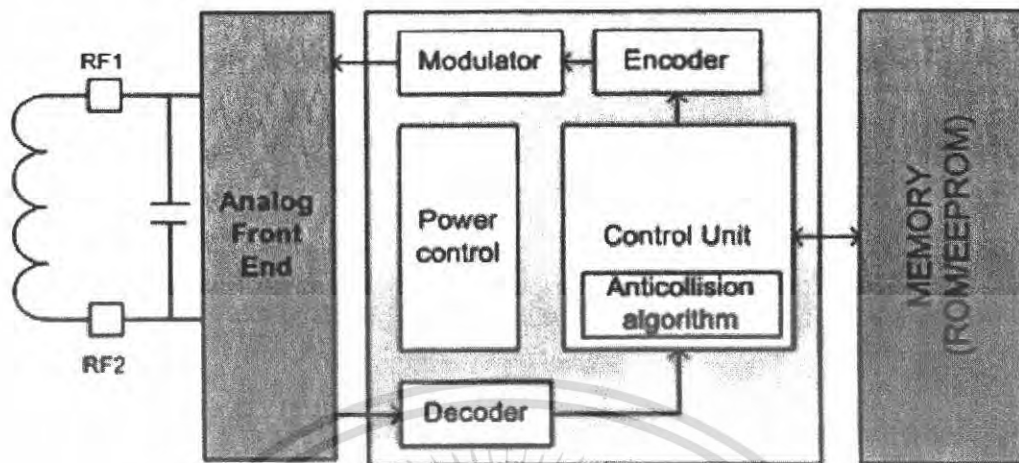
ภาพที่ 2.6 แท็กในรูปแบบชนิดต่าง ๆ

### 2.3.1.1 แท็กอาร์เอฟไอดีชนิดพาสซีฟ

แท็กชนิดนี้ทำงานได้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใด ๆ เพราะภายในแท็กจะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตร ขึ้นอยู่กับกำลังของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ โดยปกติแท็กชนิดนี้ มักมีหน่วยความจำน้อย โดยทั่วไปประมาณ 16-1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ

ไมโครชิปหรือไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แบบแท่ง หรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้ ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กนั้นก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ส่วนของควบคุมการทำงานของภาครับส่ง สัญญาณวิทยุ (Analog Front-End) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit) ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งอาจจะเป็นแบบ Rom หรือ EEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



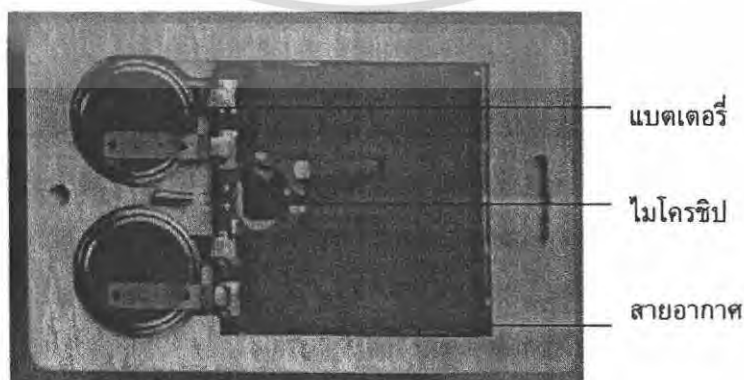
ภาพที่ 2.7 สถาปัตยกรรมภายในไมโครชิปของแท็กแบบพาสซีฟ

### 2.3.1.2 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบกึ่งพาสซีฟ

แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ระยะไกลกว่าแท็กแบบพาสซีฟเพื่อประหยัดไฟ ตัวแท็กจะรองรับสัญญาณกระตุ้นให้ทำงานจากเครื่องอ่านแล้วจึงจะส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องอ่าน

### 2.3.1.3 แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ

แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน โดยแท็กแบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 100 เมตร ข้อเสียของแท็กแบบนี้คือ มีราคาต่อหน่วยสูง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีอายุการใช้งานที่จำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีอายุการใช้งานประมาณ 3-7 ปี และสามารถส่งสัญญาณออกมาเองได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น การตั้งเวลา หรือเมื่อกรณีที่มีเหตุอันควรตามที่โปรแกรมเอาไว้ หรือเมื่อได้รับสัญญาณสอบถามจากเครื่องอ่าน

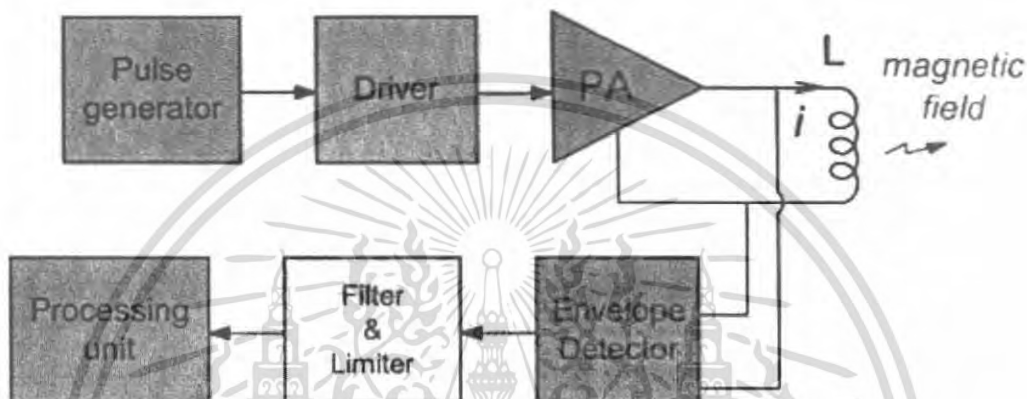


ภาพที่ 2.8 แท็กแบบแอ็กทีฟ ที่มีแบตเตอรี่ลิเธียม 2 ก้อน อยู่ในแท็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 องค์ประกอบของเครื่องอ่าน (Reader) และหน้าที่การทำงาน

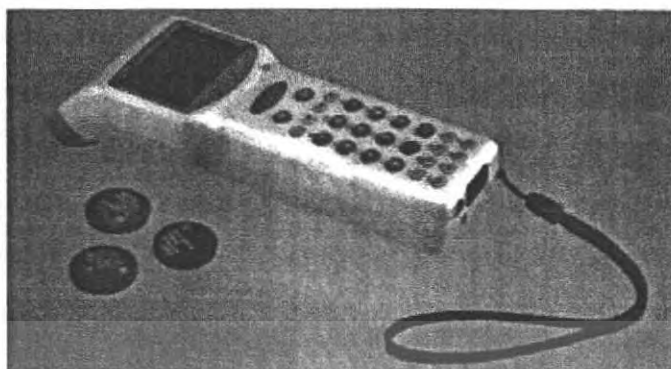
โดยหน้าที่ของเครื่องอ่านก็คือ การเชื่อมต่อเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลลงในแท็กด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อใช้รับ-ส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูลซึ่งมักจะเป็นวงจรจําพวกไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างภายในเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

โครงสร้างภายในเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ของส่วนตัวอ่าน ในระบบ RFID ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเริ่มจากส่วนกำเนิดสัญญาณรูปเหลี่ยม (pulse generator) ความถี่พาห้เพื่อส่งสัญญาณไปยังภาคขับ (driver) เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการขับภาคขยายกำลัง (Power Amplifier, AF) ซึ่งทำหน้าที่ขับกระแสสัญญาณต่อไปยังขดลวดเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กเชื่อมโยงไปยังส่วนแท็ก ขณะเดียวกัน ส่วนขดลวดดังกล่าวก็จะทำหน้าที่เสมือนเป็นสายอากาศ (Antenna) รับสัญญาณสนามแม่เหล็กความถี่คลื่นพาห้ที่ถูกมอดูเลตเชิงขนาดจากข้อมูลจำเพาะของส่วนแท็ก จากนั้นส่วนตรวจจับขอบ (envelope detector) ก็จะแยกข้อมูลออกจากสัญญาณคลื่นพาห้และขยายจนกระทั่งได้ระดับสัปดาห์ของข้อมูลตามมาตรฐานลอจิก เพื่อส่งต่อเข้าส่วนประมวลผลข้อมูล (processing unit) ต่อไป

โดยทั่วไปหน่วยประมวลผลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งอัลกอริทึมที่อยู่ภายใน โปรแกรม จะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (decoding) ที่ได้รับ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยลักษณะ ขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทการใช้งาน เช่น แบบมือถือขนาดเล็ก หรือติดผนัง จนไปถึงขนาดใหญ่เท่าประตู (Gate size) เป็นต้น



ภาพที่ 2.10 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบพกพา



ภาพที่ 2.11 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบติดผนัง



ภาพที่ 2.12 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบอุโมงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบประตู

### 2.3.3 ระยะในการอ่านข้อมูล

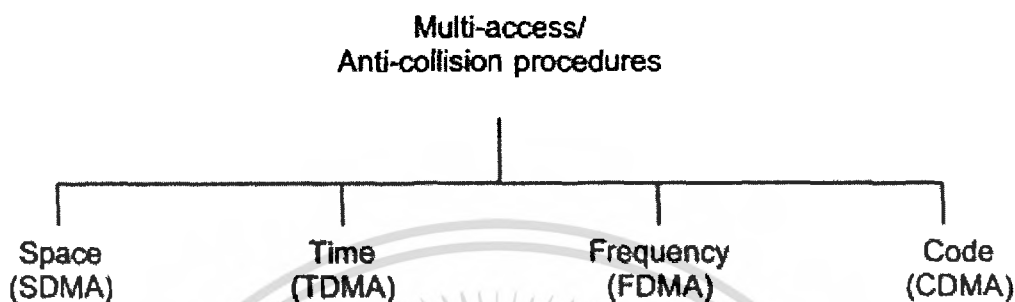
ระยะในการอ่านของเครื่องอ่าน จะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ กำลังส่งของเครื่องอ่าน และ ชนิดของแท็ก ใสการใช้งานทั่วไปแท็กความถี่ต่ำ (LF) มีระยะในการอ่านประมาณ 10-30 เซนติเมตร ความถี่สูง (HF) มีระยะในการอ่านประมาณ 15-100 เซนติเมตร แท็กชนิดความถี่สูงยิ่ง (UHF) มีระยะในการอ่านถึง 15 เมตร หรือถ้าเป็นแบบแอ็กทีฟ จะอ่านได้ถึง 100 เมตร

### 2.3.4 การชนกันของข้อมูล

เมื่อมีแท็กหลาย ๆ อันเข้ามาอยู่ใกล้เครื่องอ่าน เมื่อแท็กมีพลังงานเพียงพอ แท็กแต่ละอันจะพยายามส่งข้อมูลของตัวเองมาที่เครื่องอ่านพร้อม ๆ กัน ทำให้เครื่องอ่านไม่สามารถแยกแยะข้อมูลที่ส่งมาได้ ซึ่งเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การชนกันของข้อมูล (Collision) วิธีการแก้ไขโดยการทำการเพิ่มฟังก์ชันป้องกันการชนกันบนแท็กและเครื่องอ่าน (Anti-collision) ซึ่งจะมีหลายเทคนิค เช่น จัดคิวการอ่านแท็กโดยทำเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ เมื่อแท็กถูกอ่านแล้วจะไม่มีการอ่านซ้ำอีก เช่น เทคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SDMA : Space Division Multiple Access TDMA, FDMA, CDMA หรือเทคนิคขั้นสูงจะใช้ FTDMA และการกระโดดความถี่ (frequency hopping) เข้าช่วย



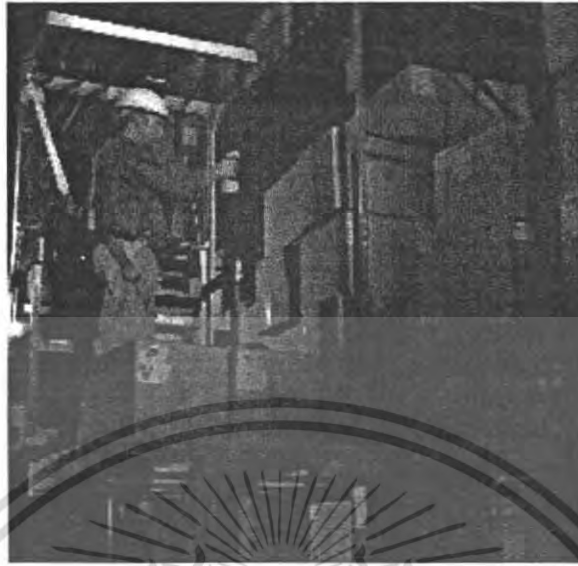
ภาพที่ 2.14 เทคนิคที่ใช้ในการอ่านหลายแท่งพร้อมกัน

## 2.4 การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี

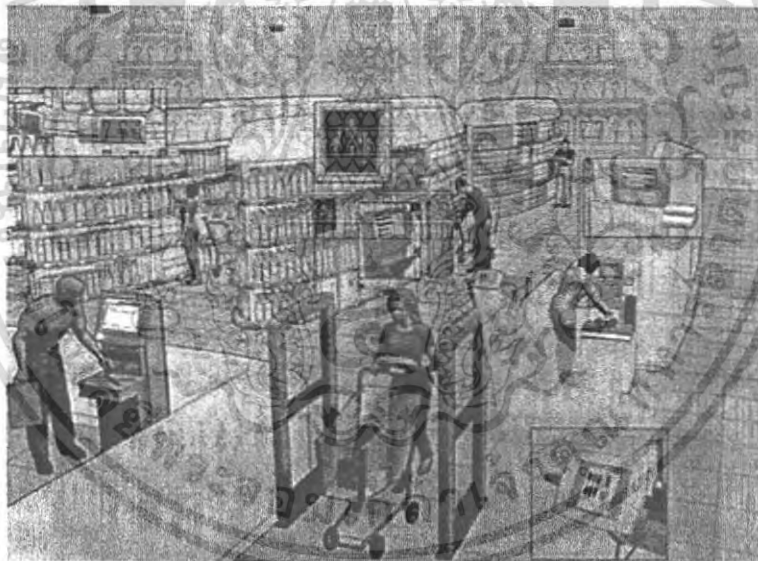
ในปัจจุบันการนำระบบอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้งานหลากหลายด้าน เช่น ระบบคลังสินค้า ด้านระบบการขนส่ง ด้านการทหาร ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ด้านการเกษตรกรรม และปศุสัตว์ ธุรกิจการบิน ธุรกิจการเงิน การศึกษา การท่องเที่ยว การผลิตอุตสาหกรรม ตัวอย่างการใช้งาน ได้แก่

ระบบห่วงโซ่อุปทาน การค้าปลีก การผลิต การกระจายสินค้า และลอจิสติกส์ ยกตัวอย่างการใช้งานในโรงงานโดยการติดแท็กไว้กับชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานผ่านสายพานการผลิตในโรงงาน แต่แผนจะรู้ว่าต้องทำอะไร ประกอบชิ้นงานอะไรบ้าง และต้องส่งงานไปยังสถานีถัดไป

การจัดการสินค้าในคลังสินค้า เช่นการรับส่งสินค้า การจัดเก็บ ยกตัวอย่างการซื้อสินค้าในซูเปอร์มาร์เก็ต เมื่อมีการคำนวณราคารวม เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีสามารถอ่านคำนวณราคารวมภายในครั้งเดียวได้ทันที โดยที่ไม่ต้องมีการสแกนรหัสแท่งที่ติดกับสินค้าทีละชิ้นแบบเดิม ๆ และอาจจะเตือนผู้ซื้อได้หากสินค้าที่ซื้อหมดอายุ นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้งานสำหรับการขนส่งสินค้าที่เรียกว่า การค้าแบบปลอดภัย (secure trade หรือ operation safe commerce) เพิ่มความปลอดภัยในการขนส่งสินค้า



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในคลังสินค้า



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในซูเปอร์มาร์เก็ต

ด้านการแพทย์และสาธารณสุข มีการใช้งานสำหรับการติดตามท่าทีเขียงสำหรับ เครื่องมือแพทย์ที่มีราคาแพง ทำให้สามารถตรวจสอบการเก็บรักษาเครื่องมือแพทย์ได้สะดวก รวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีการใช้อาร์เอฟไอดีเสริมในการผลิตสุกษณ์ยาเพื่อตรวจสอบยาปลอมได้ เป็นการป้องกันความสูญเสียของผู้ผลิตจากสินค้าเลียนแบบ และป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยได้รับยาที่ไม่มี คุณภาพ หรือยาปลอมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในโรงพยาบาล

ด้านการเกษตรกรรมและปศุสัตว์ ระบบติดตามสัตว์ (Animal Tracking) มาใช้เหมาะกับเกษตรกรไทย ในการพัฒนาด้านปศุสัตว์ให้เป็นระบบฟาร์มอัตโนมัติเช่นด้วยชิปอาร์เอฟไอดีติดตัวสัตว์เลี้ยง ทำให้สามารถตรวจสอบข้อมูลเฉพาะตัวของสัตว์แต่ละตัวได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง เช่น การตรวจสอบสายพันธุ์ การให้อาหาร ประวัติการฉีดวัคซีนและการควบคุมโรคติดต่อในสัตว์ได้ รวมถึงการใช้งานสำหรับการตรวจสอบย้อนกลับแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์อาหาร (Food Traceability) หรือสินค้าเกษตรกรรมได้



ภาพที่ 2.18 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานปศุสัตว์

การควบคุมการเข้า-ออก/บัตรประจำตัว (Access Control / Personal Identification) เป็นระบบรักษาความปลอดภัยการเข้า-ออกอาคาร แทนการใช้บัตรแถบแม่เหล็ก เนื่องจากบัตรแถบแม่เหล็กเมื่อมีการใช้งานนานจะมีการชำรุดสูง แต่บัตรแบบอาร์เอฟไอดี (Proximity Card) ใช้เพียงแตะหรือแสดงผ่านหน้าเครื่องอ่านเท่านั้น รวมทั้งยังสามารถใช้ตรวจสอบเวลาเข้า-ออกงานของพนักงานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานระบบรักษาความปลอดภัยในการเข้า-ออกอาคาร

ระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ (e-ticket) เช่น บัตรทางด่วน บัตรรถไฟฟ้าใต้ดิน  
ระบบหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-passport) เพื่อป้องกันผู้ก่อการร้ายหรือใช้งาน  
สำหรับด้าน e-citizen ด้วย

ระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ (Immobilizer) ในรถยนต์ ป้องกันการโจรกรรมที่เกิดในการขโมย  
รถยนต์ (Smart Key entry) พวกไม่ใช้กุญแจ (Keyless) ในรถยนต์ราคาแพงบางรุ่นก็เริ่มนำมาใช้งาน  
แล้ว

ระบบห้องสมุด ในการยืมหรือคืนหนังสืออัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้บริการ ได้รวดเร็วและ  
สะดวกสบายยิ่งขึ้น



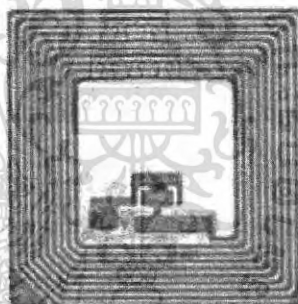
ภาพที่ 2.20 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.21 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในระบบห้องสมุด

## 2.5 เปรียบเทียบอาร์เอฟไอดีกับรหัสแท่ง



ภาพที่ 2.22 เปรียบเทียบรหัสแท่งและอาร์เอฟไอดี

อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านได้โดยอัตโนมัติ การใช้งานรหัสแท่งผู้ใช้จะต้องนำเครื่องสแกนไปอ่านที่แถบรหัส ขณะที่อาร์เอฟไอดีสามารถทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ เมื่อแท็กอยู่ในรัศมีของการอ่าน จึงเหมาะกับงานที่ต้องการการทำงานแบบอัตโนมัติ ไม่จำเป็นต้องมีผู้ปฏิบัติงาน เช่นในระบบลำเลียงในโรงงาน เมื่อลำเลียงผ่านขบวนการใด ก็สามารถตรวจสอบและบันทึกได้ เพียงเคลื่อนสินค้าผ่านเครื่องอ่าน เครื่องอ่านก็จะทำงานโดยอัตโนมัติ

อาร์เอฟไอดีสามารถทำได้ทั้งอ่านและเขียน ในขณะที่รหัสแท่งสามารถอ่านรหัสประจำตัวได้อย่างเดียว ระบบอาร์เอฟไอดีนอกจากอ่านรหัสประจำตัวมาทำการประมวลผลแล้วยังสามารถบันทึกข้อมูลลงไบบางอย่างกลับลงไปแท็กได้ ยกตัวอย่างการตรวจสอบสต็อกสินค้า เมื่อทำการอ่านข้อมูลแล้วก็จะทำการบันทึกกลับไปยังที่แท็กที่ได้รับการตรวจแล้ว เพื่อลดข้อผิดพลาดกรณีหยิบสินค้านั้นมาอ่านรหัสประจำตัวซ้ำอีกครั้ง จะทำให้ระบบตรวจสอบสินค้าผิดพลาดได้ ซึ่งระบบรหัสแท่งไม่สามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านได้จากระยะไกล ในขณะที่รหัสแท่งต้องอยู่ในระยะใกล้และตำแหน่งที่แสงสามารถสแกนถึง อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านข้อมูลจากแท็กได้อย่างสะดวก แม้ว่าอยู่ในพื้นที่ ๆ ไม่สะดวกหรือในพื้นที่อันตรายต่อการปฏิบัติงาน เช่น ห้องพันสี หรือพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 2.23 การตรวจสอบสินค้า (ซ้าย) ใช้รหัสแท่งอ่านได้ระยะใกล้ไม่สะดวก (ขวา) ใช้อาร์เอฟไอดีอ่านได้ระยะไกล

อาร์เอฟไอดี สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อม ๆ กัน ในขณะที่ระบบแท่งจะต้องทำการสแกนแถบรหัสทีละแถบ ในขณะที่อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านได้พร้อมกันหลาย ๆ แท็ก เพียงแค่นำสิ่งของที่ติดแท็กมาวางไว้ในพื้นที่รัศมีของเครื่องอ่านก็สามารถอ่านได้พร้อมกันอย่างรวดเร็ว สามารถลดเวลาการทำงานและลดข้อผิดพลาดในการเคลื่อนย้ายสิ่งของ



ภาพที่ 2.24 การอ่านลากสินค้า (ซ้าย) ใช้รหัสแท่งอ่านได้ที่ละชิ้น (ขวา) ใช้อาร์เอฟไอดีอ่านได้ที่ละหลายชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านได้แม้ไม่เห็นตัวแท็กที่ติดอยู่ ทำให้สะดวกในการไม่ต้องเคลื่อนย้ายสิ่งของ เช่น การตรวจสอบสินค้าในตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้ระบบอาร์เอฟไอดี สามารถทราบรายละเอียดสินค้าในตู้สินค้า โดยไม่ต้องเปิดตู้เพิ่มระบบความปลอดภัยได้



ภาพที่ 2.25 การตรวจสอบสินค้า (ซ้าย) ใช้รหัสแท่งเวลาอ่านต้องเห็นรหัสแท่งอย่างชัดเจนและอยู่ในระนาบเดียวกับเครื่องอ่าน (ขวา) ใช้อาร์เอฟไอดีเวลาอ่านไม่ต้องเห็นแท็ก (อ่านทะลุหีบห่อได้) และไม่ต้องอยู่ในระนาบเดียวกับเครื่องอ่าน

อาร์เอฟไอดีมีความปลอดภัยสูง เนื่องจากข้อมูลเป็นข้อมูลดิจิทัลในรูปแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้สามารถเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูลด้วยการเข้ารหัสลับเพื่อไม่ให้ผู้อื่นทราบข้อมูลที่ไม่ต้องการเปิดเผยได้

อาร์เอฟไอดีสามารถบันทึกประวัติการเคลื่อนย้ายของสินค้าได้ (Dynamic data on items) เช่น บันทึกเวลาเข้าออกไว้บนสินค้าเอง หรือบันทึกเวลาต่าง ๆ ลงบนสินค้าได้โดยตรง ในขณะที่รหัสแท่งไม่สามารถทำได้ ต้องบันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูล ซึ่งเมื่อสินค้าไปอยู่ในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลทำให้ไม่สามารถรู้ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้านั้น ๆ ได้

## 2.6 การทำงานอาร์เอฟไอดี

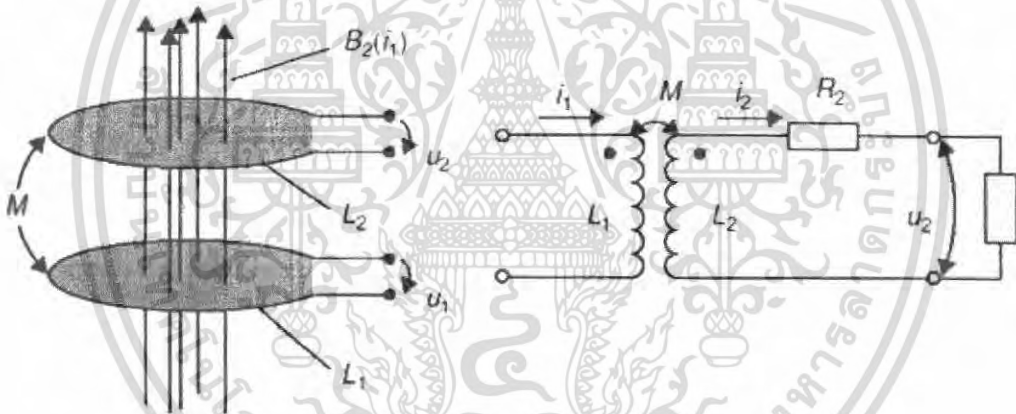
### 2.6.1 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ

แท็กชนิดนี้ทำงานได้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใด ๆ โดยทั่วไปการทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ ในย่านความถี่ต่ำและสูง (LF และ HF) จะใช้หลักการคู่ควบแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนี่ยวนำ (Inductive coupling) ซึ่งเกิดจากการอยู่ใกล้กันของขดลวดจากเครื่องอ่านที่กำลังทำงาน และสายอากาศของแท็ก ทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจากเครื่องอ่านไปยังไมโครชิปในแท็กผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เมื่อไมโครชิปได้รับพลังงานก็จะทำงานตามลักษณะเฉพาะของข้อมูลรหัสประจำตัว ปฏิกริยาของไมโครชิปดังกล่าวเครื่องอ่านจะรับรู้ได้ผ่านสนามแม่เหล็กและจะทำการตีความเป็นข้อมูลดิจิทัลแสดงถึงรหัสประจำตัวที่ส่งมาจากแท็กได้ ลักษณะเงื่อนไขในการทำการเหนี่ยวนำแบบซิงก้าทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก โดยทั่วไประยะอ่านสูงสุดจะประมาณ 1 เมตรขึ้นอยู่กับกำลังงานของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้

โดยปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็ก โดยทั่วไปประมาณ 16-1,024 บิต มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ ไมโครชิปหรือไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แบบแท่ง หรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดการใช้งานที่แตกต่างกัน

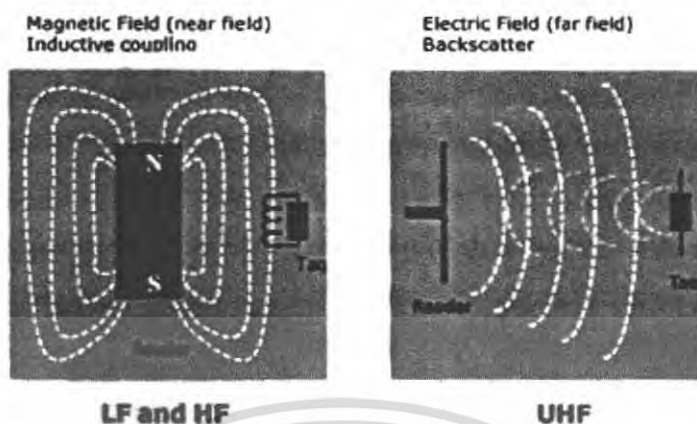


ภาพที่ 2.26 สนามแม่เหล็กจากกระบวนการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ

ส่วนในระบบความถี่สูงยิ่ง (UHF) แทนที่จะใช้การสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะใช้การคู่ควบแบบแผ่กระจาย (Propagation coupling) โดยที่สายอากาศของเครื่องอ่านจะทำการส่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปคลื่นวิทยุออกมา ซึ่งเมื่อแท็กได้รับสัญญาณผ่านสายอากาศของตน แท็กก็จะทำงานโดยการสะท้อนกลับคลื่นที่ได้รับซึ่งถูกปรับค่าตามรหัสประจำตัวของตนไปยังเครื่องอ่าน (backscattering)

ทั้งนี้การทำงานในย่านความถี่ต่างกันจะทำให้มีคุณสมบัติการทะลุวงต่างกันรวมทั้งประสิทธิภาพโดยรวมจะขึ้นกับเงื่อนไขอื่น ๆ ด้วย เช่น ขนาดของสายอากาศหรือสัญญาณรบกวนอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.27 หลักการทำงานของ LF, HF, และ UHF

### 2.6.2 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ

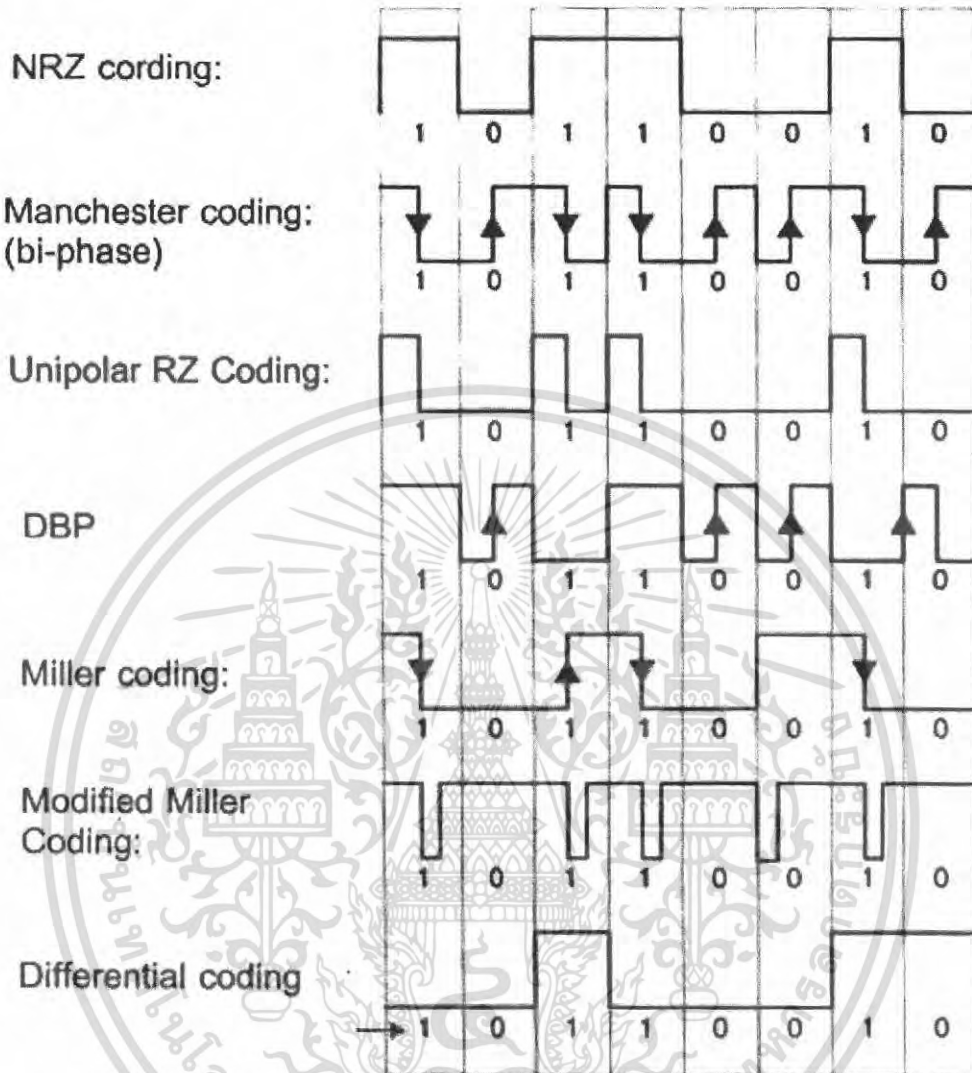
แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน โดยหลักใหญ่อาจสามารถแบ่งตามหลักการทำงานได้เป็น ทรานสปอนเดอร์แบบแอ็กทีฟ ซึ่งจะทำการส่งข้อมูลออกก็ต่อเมื่อ ได้รับสัญญาณจากเครื่องอ่านและแบบเครื่องบอกตำแหน่งหรือเบคอน (beacon) ซึ่งสัญญาณจะถูกปล่อยออกมาเป็นระยะ ๆ ตลอดเวลาการใช้งานของแท็กหรือทรานสปอนเดอร์แบบแอ็กทีฟนั้น อาจพบได้ในระบบ เช่น ระบบจ่ายเงินในทางด่วน หรือด่านตรวจ ขณะที่เบคอนอาจพบได้ในระบบที่ต้องการการบ่งชี้ที่แม่นยำแบบเวลาจริง (Real-time locating system, RTLS) เช่น การจัดการการขนส่งสินค้า เป็นต้น

โดยแท็กแบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 100 เมตร ข้อเสียของแท็กแบบนี้คือ มีราคาต่อหน่วยสูง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีอายุการใช้งานที่จำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีอายุการใช้งานประมาณ 3-7 ปี

### 2.6.3 หลักการและเทคนิคเบื้องต้นในการรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน

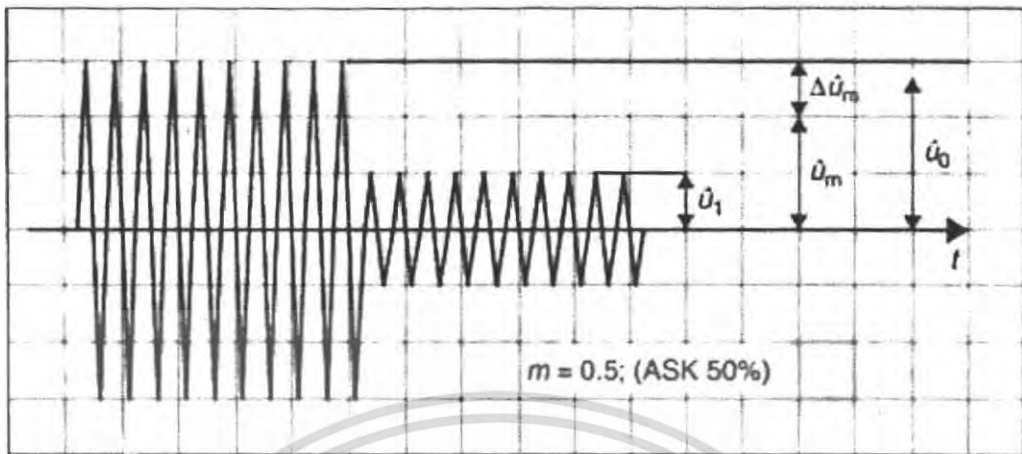
กระบวนการส่งสัญญาณระหว่างอาร์เอฟไอดีและเครื่องอ่านโดยทั่วไป เป็นไปตามกระบวนการทางด้านการสื่อสารระบบดิจิทัล นั่นคือ การเตรียมข้อมูลดิจิทัลที่จะส่งผ่าน โดยการทำการเข้ารหัสให้อยู่ในเหมาะสมสำหรับการส่งผ่านช่องสัญญาณ (Channel) คำว่าเหมาะสม หมายถึงว่าสัญญาณมีโอกาสจะถูกส่งผ่านช่องสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวน (noise) โดยมีค่าผิดพลาดน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ซึ่งวิธีการเข้ารหัสนั้นมีได้หลายแบบ โดยการเลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับช่องสัญญาณที่จะส่งผ่าน ตัวอย่างเทคนิคการเข้ารหัส เช่น การเข้ารหัสสัญญาณแบบ NRZ การเข้ารหัสแบบ Manchester การเข้ารหัสแบบ Miller การเข้ารหัสแบบ Differential เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



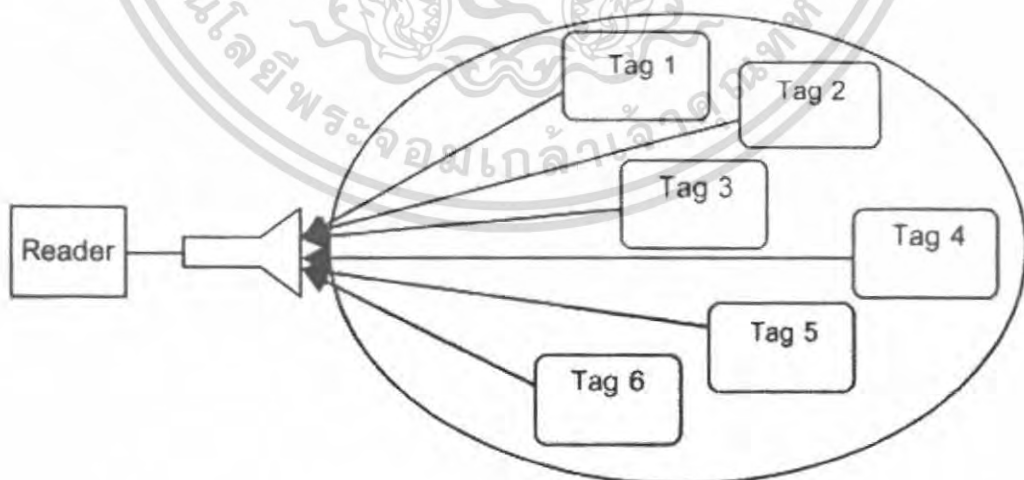
ภาพที่ 2.28 ตัวอย่างการเข้ารหัสแบบต่าง ๆ

ซึ่งหลังจากการเข้ารหัสสัญญาณแล้ว สัญญาณจะถูกทำการกล้ำสัญญาณ (Modulation) กับคลื่นพาหะย่านที่สูงกว่าเพื่อทำการส่งรับข้อมูลในย่านนั้น ๆ การกล้ำสัญญาณ หมายถึงการปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของคลื่นพาหะซึ่งเป็นคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น แอมพลิจูด เฟส หรือความถี่ ตามค่าของข้อมูลที่จะส่ง ตัวอย่างเช่น ในการกล้ำสัญญาณแบบ ASK (amplitude shift keying) ค่าแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะถูกเปลี่ยนอยู่ระหว่างค่าสองค่าขึ้นกับค่าไบนารีของสัญญาณที่ถูกเข้ารหัส ดังเช่นในภาพที่ 2.28



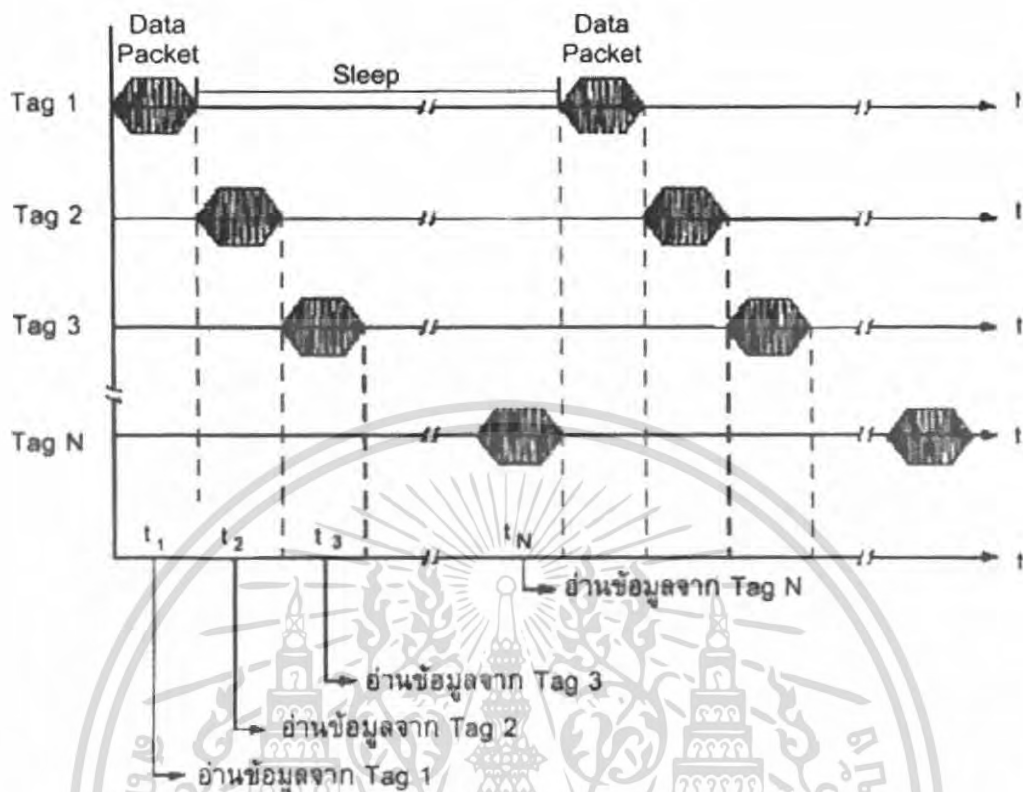
ภาพที่ 2.29 ตัวอย่างการทำ ASK

นอกจากนี้ ข้อดีอีกส่วนหนึ่งของระบบอาร์เอฟไอดี คือการอ่านข้อมูลจากแท็กได้หลาย ๆ แท็กในเวลาเดียวกัน โดยระบบป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-collision) ซึ่งจะทำให้การอ่านข้อมูลของแท็กจำนวนมากทำได้อย่างรวดเร็วพร้อม ๆ กัน ตัวอย่างการทำการป้องกันการชนกันเช่นการใช้เทคนิค TDMA (Time Division Multiple Access) ซึ่งจะเป็นการจัดลำดับการอ่านค่าจากแท็กในเวลาต่าง ๆ กันไปทำให้สามารถอ่านได้ครบทุกแท็กเป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้น อาร์เอฟไอดี ยังมีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ เช่น การทำผลรวมตรวจสอบ (Checksum)



ภาพที่ 2.30 เครื่องอ่านทำงานร่วมกับแท็กหลาย ๆ อันพร้อม ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.31 ตัวอย่างของอัลกอริทึมในการป้องกันการชนกันของข้อมูล (Anti-Collision) ในแท็ก

## 2.7 มาตรฐานของอาร์เอฟไอดี

โดยมาตรฐานระหว่างประเทศ สำหรับการใช้งานอาร์เอฟไอดี มีอยู่ 2 หน่วยงานหลัก ได้แก่ International Organization of Standard หรือ ISO (<http://www.iso.org>) EPC Global (<http://www.epcglobalinc.org>) โดยที่มาตรฐานของอาร์เอฟไอดี มีการกำหนดไว้ 4 ด้านดังนี้

1. มาตรฐานด้านเทคโนโลยี (Technology)
2. มาตรฐานรูปแบบของข้อมูล (Data format)
3. มาตรฐานวิธีการทดสอบ (Conformance)
4. มาตรฐานการใช้งาน (Applications)

ทั้งนี้ทั้งสองหน่วยงานได้มีการกำหนดมาตรฐานต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบมาตรฐานระหว่าง ISO/IEC และ EPC

	ISO/IEC	EPC
เทคโนโลยี	ISO/IEC 18 – RF-IC for Item Management Part2 < 135 kHz Part3 – 13.56 MHz Part4 – 2450 MHz Part6 – 860 – 960 MHz Part7 – 433.92 MHz (active)	Class I-V (13.56 and UHF only) Class 0/Class I: read-only passive tags Class II tags : passive tags with additional functionality Class III tags: semi-passive RFID tags Class IV tags: active tags With broad-band peer-to-peer Communication Class V tags : Readers Can Power other Class I, II and III tags: Communication with Classes IV and V
รูปแบบของข้อมูล	ISO/IEC 15418 – Application Identifiers & Data Identifiers ISO/IEC 15434 – Syntax ISO/IEC 15459 – Transport License Plate ISO/IEC 15961 – Data Protocol: Application Interface ISO/IEC 15962 – Data Protocol: Data Encoding Rules and Logical Memory Functions ISO/IEC 15693 HF- 13.56 MHz	EPC Class 0 – 64 bits Class 1 – 96 bits Class 1 G2 – 128/256 bits Class 2 – Class 1 with larger Memory and read/write Class 3 – Class 2 with Sensors (semi-passive) Class 4 – passive tags EPCglobal
วิธีการทดสอบ	ISO/IEC 18047 – RF-ID device Conformance test methods	-
การใช้งาน	ISO/IEC 14443 HF- 13.56 MHz Part 1 [ISO/IEC 14443-1:2 (E)] Part 2 [ISO/IEC 14443-2:2001(E)] RF 106 kbit 847.5 kHz Part 3 [ISO/IEC 14443-3:2001(E)] multi-protocol reader Part 4 [ISO/IEC 14443-4:2001(E)] defines the high-level data transmission protocols 106 Kbps	-

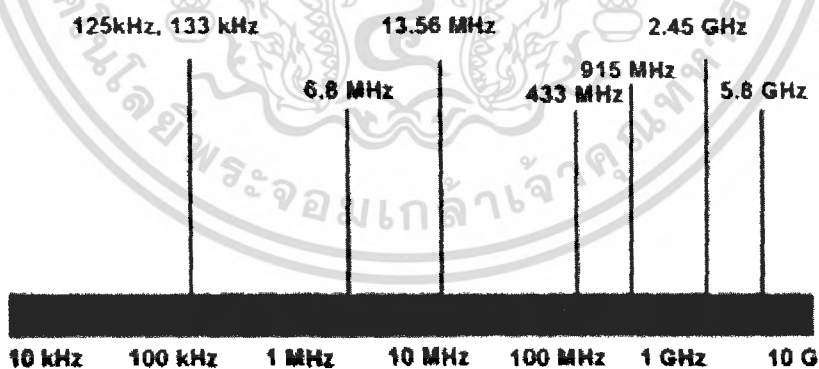
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : EPC: Electronic Product code คือการกำหนดรหัสสินค้าโดยใช้ระบบ อิเล็กทรอนิกส์ และนอกเหนือจาก ISO และนอกเหนือจาก ISO และ EPC Global แล้วยังมีหน่วยงานอื่นอีก เช่น Ubiquitous ID หรือมาตรฐาน UID ที่ทางประเทศญี่ปุ่นให้การสนับสนุนและกำหนดมาตรฐานเพื่อใช้งานในประเทศโดยมีความแตกต่างกับ ISO และ EPC Global ในเชิงรายละเอียดทางเทคนิค หรือจะเป็นมาตรฐาน AIM (Automatic Identification Manufacturers) ที่กำหนดโดย AIDC (Automatic Identification and Data Collection) ซึ่งเป็นผู้เริ่มต้นทำรหัสแท่ง เป็นต้น

### 2.8 คลื่นความถี่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี

ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบอาร์เอฟไอดี จะอยู่ในย่านความถี่พลเรือน ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดในการใช้งานในเชิงการแพทย์ วิทยาศาสตร์ และอุตสาหกรรม สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารโดยทั่วไป โดยมี 4 ย่านความถี่ใช้งาน คือ สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้งานในระบบอาร์เอฟไอดี อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ย่านใหญ่ ๆ ได้แก่

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LF)ต่ำกว่า 150 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz)
- ย่านความถี่สูง (High Frequency : HF) 13.56/27.125 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave frequency) 2.45/5.8 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz)



ภาพที่ 2.32 แสดงความถี่ย่านที่ระบบอาร์เอฟไอดีถูกใช้งาน

ถ้าเปรียบเทียบคลื่นความถี่ที่ใช้งานในแต่ละย่านความถี่ในด้านของระยะการอ่านสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงความถี่ที่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี

ความถี่	ระยะที่อ่านได้
125 – 134 กิโลเฮิร์ตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (10 เซนติเมตร)
13.56 เมกะเฮิร์ตซ์	น้อยกว่า 1.5 เมตร (~1 เมตร)
860 – 960 เมกะเฮิร์ตซ์	2-5 เมตร 1 – 100 เมตร (แท็กแบบแอ็กทีฟ)
2.45 กิกะเฮิร์ตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (แท็กแบบพาสซีฟ) 1-15 เมตร (แท็กแบบแอ็กทีฟ)

ในการใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับงานที่มีระยะการสื่อสาร ข้อมูลในระยะใกล้ โดยย่านความถี่ต่ำ (LF) 125 กิโลเฮิร์ตซ์ และ 134 กิโลเฮิร์ตซ์ ซึ่งนิยมใช้สำหรับควบคุมการเข้าออกสถานที่และการลงทะเบียนสัตว์ ส่วนย่านความถี่สูง (HF) 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์ นิยมใช้ในบัตรอเนกประสงค์แบบไร้สัมผัสและหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนย่านความถี่สูงยิ่งจะถูกใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 2-5 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน ระบบขนส่งสินค้า เป็นต้น เนื่องจากอาร์เอฟไอดี มีหลายระบบและหลายมาตรฐาน พอจะเปรียบเทียบให้เห็นข้อแตกต่างได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงข้อแตกต่างของอาร์เอฟไอดีระบบต่าง ๆ

พารามิเตอร์	ย่านความถี่ต่ำ (LF)	ย่านความถี่สูง (HF)			ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF)	ย่านไมโครเวฟ
ความถี่	125-134 KHz	13.56 MHz	13 56 MHz	PJM 13.56 MHz (*)	868-915 MHz	2.45-5.8 GHz
ส่วนแบ่งตลาด (**)	74 %	17 %			6 %	3 %
ระยะในการอ่าน	ถึง 1.2 ม.	0.7-1.2 ม.	ถึง 1 2 ม.	ถึง 1.2 ม.	ถึง 4 ม. (***)	ถึง 15 ม. (****)
ความเร็วในการอ่าน	ไม่เร็วมาก	น้อยกว่า 1-5 วินาที (5s for 32 KB)	ปานกลาง (0.5 m/s)	เร็วมาก (4 m/s)	เร็ว	เร็วมาก
สถานะที่ขึ้น	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	มีผลกระทบ	มีผลกระทบ
มาตรฐาน ISO	11784/85 และ 14223	14443 A+B+C	18 - 3.1/15693	18 -3.2	18 -6 และ EPC C0/C1/CIG2	18 -4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) แสดงข้อแตกต่างของอาร์เอฟไอดีระบบต่าง ๆ

พารามิเตอร์	ย่านความถี่ต่ำ (LF)	ย่านความถี่สูง (HF)			ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF)	ย่านไมโครเวฟ
การประยุกต์ใช้งาน	Access Immobilizer, gas, laundry	Smart cards: identification, electronic ID, ticketing	Library, ticketing for big events, goods logistics, tracking/tracing, pallets' registration	Baggage handling at airport, boarding pass, postal, pharmacy	Pallets' Registration, trucks registry, trailer tracking	Road tolling, container tracking

หมายเหตุ: (\*) Phase jitter modulation, (\*\*) VDC-Report 2002, worldwide shipment of RF-ID transponders (units), (\*\*\*) in USA, (\*\*\*\*) active transponder with battery

## 2.9 การประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดีในประเทศไทย

ในระยะเวลา 2-3 ปีที่ผ่านมา เราสามารถพบเห็นการนำอาร์เอฟไอดี มาประยุกต์ใช้งานในประเทศไทยมากขึ้น เราอาจเคยสัมผัสอาร์เอฟไอดีในรูปแบบต่าง ๆ โดยไม่รู้ตัว เนื่องจากอาร์เอฟไอดีเป็นเทคโนโลยีที่สามารถปรับใช้กับกระบวนการทางธุรกิจต่าง ๆ ได้อย่างอนอกประสงค์ และลงตัว ตัวอย่างการประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดี ที่พบเห็นได้ในปัจจุบัน ได้แก่

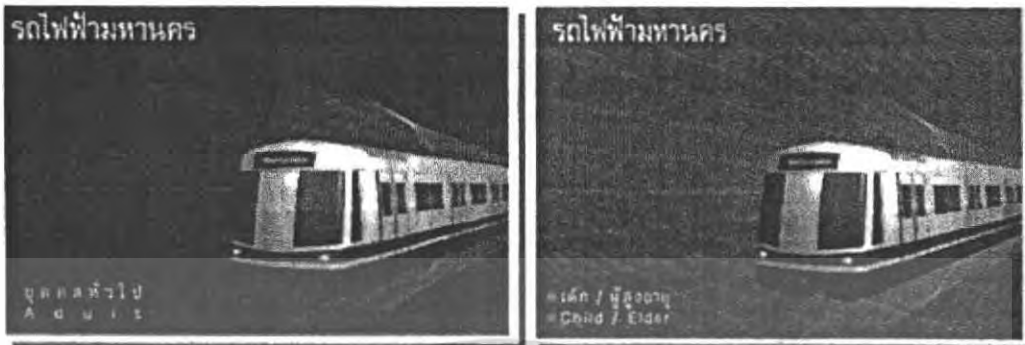
### 2.9.1 ระบบเก็บค่าโดยสารรถไฟฟ้าฟ้ามหานครด้วยตัวอาร์เอฟไอดี

รถไฟฟ้าฟ้ามหานคร (รฟม./MRT) สายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน ระยะแรกหัวลำโพง-บางซื่อ) หรือที่คนทั่วไปมักเรียกว่า “รถไฟฟ้าใต้ดิน” เปิดให้บริการเป็นครั้งแรกเมื่อกลางปี พ.ศ. 2547 โดยมีรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม./MRTA) และบริษัทรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ให้บริการระบบรถไฟฟ้าดังกล่าวได้ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยหลายอย่าง รวมทั้งระบบเก็บค่าโดยสาร ซึ่งใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ในรูปแบบบัตรรอนกประสงค์ชนิดไร้สัมผัส (contact less smart card) ซึ่งแบ่งเป็นบัตรโดยสารแบบเติมเงิน (Stored-value ticket) และเหรียญโดยสารเที่ยวเดียว (Single-journey token)



ภาพที่ 2.33 เหรียญโดยสาร (Token) ซึ่งใช้เป็นตัวเที่ยวเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.34 บัตรเนกประสงค์ (Smart card) ซึ่งใช้เป็นตั๋วเติมเงิน

ระบบดังกล่าวเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจำหน่ายบัตรโดยสาร เพิ่มความเร็วในการผ่านเข้าออกของผู้โดยสาร เพิ่มความสะดวกให้กับผู้โดยสาร กล่าวคือ ผู้โดยสารไม่จำเป็นต้องนำบัตรออกมาจากกระเป๋าสตางค์ เพื่อสอดบัตรเข้าเครื่องอ่านบัตร เพียงแต่นำบัตรที่อยู่ในกระเป๋ามาใกล้กับที่อ่านบัตรในระยะห่างประมาณ 1-5 เซ็นติเมตรเท่านั้น ผู้โดยสารก็สามารถผ่านเข้าออกได้โดยไม่เสียเวลา



ภาพที่ 2.35 แสดงการใช้บัตรผู้โดยสาร

นอกจากนี้ รฟม. ยังใช้ระบบอาร์เอฟไอดี รูปแบบบัตรเนกประสงค์แบบไร้สัมผัส ในการควบคุมการเข้าออกและเก็บค่าจอดรถ สำหรับอาคารจอดแล้วจร (Park and Ride) ที่สถานี รฟม. ลาดพร้าว อีกด้วย ซึ่งระบบดังกล่าวทำให้ รฟม. บริหารจัดการที่จอดรถได้อย่าง สะดวกรวดเร็วและปลอดภัย สามารถแจ้งจำนวนที่จอดรถที่ยังว่างอยู่ให้ผู้ใช้บริการทราบล่วงหน้า และให้ส่วนลดแก่ผู้จอดรถที่ใช้บริการรถไฟฟ้าได้คืนด้วยการจัดให้มีเครื่องบันทึกส่วนลดค่าจอดรถ (ด้วยสัญญาความถี่วิทยุ) ที่สถานีปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอนาคต คาดว่าจะมีการนำระบบตั๋วอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการขนส่งมวลชน ทุกระบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบไฟฟ้ามหานคร สายสีม่วง สายสีส้ม และส่วนต่อขยาย สายสีน้ำเงิน หรือรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนระบบอื่น ๆ เช่น BTS (สายสีเขียว) ซึ่งบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ จำกัด (มหาชน) ผู้ให้บริการ มีแผนที่จะปรับระบบตั๋วจากเดิมที่ใช้บัตรแถบแม่เหล็กชนิดที่ซ่อนแถบแม่เหล็กไว้ภายในเนื้อบัตร (invisible magnetic stripe) ซึ่งต้องสอดบัตรเข้าเครื่องอ่านให้เป็นบัตรอเนกประสงค์ชนิดไร้สัมผัสซึ่งนอกจากจะเพิ่มความสะดวกรวดเร็วแล้ว ยังสามารถขยายให้มีการใช้ตั๋วร่วม (common ticketing) ระหว่างขนส่งมวลชนทุกระบบอีกด้วย

### 2.9.2 ระบบห้องสมุดอัจฉริยะ

ห้องสมุดเป็นศูนย์รวมหนังสือและเอกสารหลายรูปแบบ ซึ่งมีจำนวนมากงานบรรณารักษ์จึงต้องอาศัยเทคโนโลยีการระบุข้อมูลอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการตรวจสอบหนังสือ การยืม-คืน และการจัดวางหนังสือบนชั้นเพื่อความสะดวกรวดเร็ว ปัจจุบันมีการใช้รหัสแท่ง (barcode) กันอย่างแพร่หลายตามห้องสมุดขนาดใหญ่ แต่ก็มีห้องสมุดอย่างน้อยสองแห่งที่ได้นำระบบอาร์เอฟไอดีเข้ามาเสริมเพื่อให้การยืม-คืน มีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ห้องสมุดดังกล่าว คือ หอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี และ หอสมุดมหาวิทยาลัยชินวัตร อ.สามโคก จ.ปทุมธานี



ภาพที่ 3.36 หอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์

หอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์ เป็นห้องสมุดกลุ่มสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ สำหรับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีพื้นที่ใช้สอย 18,669 ตารางเมตร แบ่งออกเป็น 3 ชั้น มีหนังสือและสิ่งพิมพ์ให้บริการในระบบชั้นเปิดประมาณ 90,000 เล่ม หนังสือในคลังหนังสือประมาณ 100,000 เล่ม

ปัจจุบันมีบริษัทไทยที่ให้บริการวางระบบห้องสมุดโดยใช้อาร์เอฟไอดี แล้วหลายบริษัท เช่น บริษัท Computer Technology System จำกัด ที่ได้วางระบบห้องสมุดอาร์เอฟไอดี ให้กับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียนต่าง ๆ ไปแล้วกว่า 80 โรงเรียน และกำลังพัฒนาระบบให้มีความสามารถรองรับห้องสมุดที่ใหญ่มากขึ้นอย่างห้องสมุดมหาวิทยาลัย

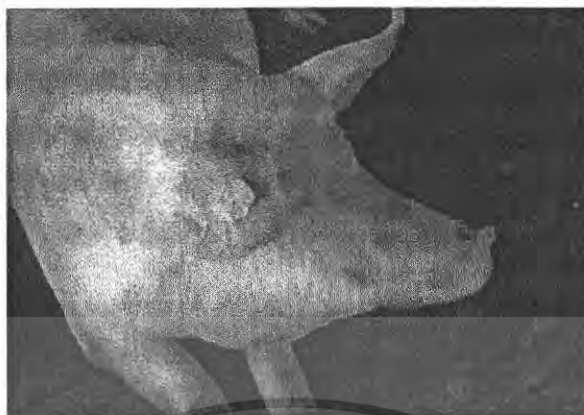
### 2.9.3 ระบบจัดการฟาร์มเลี้ยงสัตว์อัตโนมัติ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารมากเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก จนอาจกล่าวได้ว่าไทยเป็น “ครัวของโลก” การเลี้ยงปศุสัตว์เพื่อการใช้งานหรือเป็นอาหารแต่เดิมมาจะใช้วิธีแบบง่าย ๆ ที่ไม่ได้มีการบริหารจัดการมากมายนัก เมื่อการแข่งขันในตลาดโลกมีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อประเทศคู่ค้ามีความเข้มงวดในเรื่องความปลอดภัยอาหารและความสามารถในการตรวจสอบย้อนกลับสินค้าอาหาร ผู้เลี้ยงปศุสัตว์จึงต้องหาวิธีที่เหมาะสมในการบริหารจัดการเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพของสินค้าเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ผู้ซื้อกำหนด ปัจจุบันมีฟาร์มในประเทศไทยที่ทดลองนำระบบอาร์เอฟไอดี มาใช้งานแล้ว หนึ่งในฟาร์มดังกล่าวคือฟาร์มสุกรของบริษัท SPM Feed Mill จำกัด อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี

ฟาร์มเอสพีเอ็ม ได้นำอาร์เอฟไอดี เข้ามาใช้ตั้งแต่เมื่อ 10 ปีที่แล้ว การริเริ่มนำระบบอาร์เอฟไอดี เข้ามาใช้เนื่องจากคุณสมบัติของฟาร์ม เจ้าของฟาร์มไปดูงานในประเทศแถบยุโรปและเห็นมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากในยุโรปมีปัญหาเรื่องการจัดการฟาร์ม และเรื่องของต้นทุนที่สูงขึ้น คุณสมชายเห็นว่าในอนาคตฟาร์มในประเทศไทยก็ต้องประสบปัญหาเช่นเดียวกัน จึงตัดสินใจนำระบบอาร์เอฟไอดีเข้ามาใช้ในการจัดการเกี่ยวกับ ระบบควบคุมการให้อาหารแม่พันธุ์สุกรในฟาร์ม ของตนเองเพื่อลดต้นทุนและทำให้แม่พันธุ์สุกรมีสุขภาพที่ดีไม่อ้วนหรือผอมเกินไป เนื่องจากได้รับอาหารในปริมาณที่เหมาะสม

การเลี้ยงแม่พันธุ์สุกรแบบเดิมนั้น จะเลี้ยงในกรงดับ (หรือกรงแบบขังเดี่ยวเรียงเป็นแถว) คนเลี้ยงจะตักอาหารให้ในรางอาหาร ซึ่งไม่สามารถทราบได้ว่าสุกรกินอาหารได้ในปริมาณที่เหมาะสมแล้วหรือยัง จึงทำให้เกิดปัญหาสุกรอ้วนหรือผอมเกินไป อีกทั้งอาหารที่กินก็อาจมากหรือน้อยกว่าที่จำเป็น นอกจากนั้นแรงงานที่เลี้ยงสุกรเริ่มหายากและค่าแรงแพงขึ้น (โดยเฉลี่ยจะใช้เวลาคนงานประมาณ 1 คนต่อสุกร 200 ตัว)

สำหรับการเลี้ยงแบบใหม่จะใช้วิธีเลี้ยงรวมในพื้นที่กว้าง ซึ่งมีส่วนช่วยในการลดความเครียดให้แม่พันธุ์สุกรแทนการถูกขังในกรงดับแบบแคบ ๆ อีกทั้งยังช่วยให้แม่พันธุ์สุกรสามารถเดินออกกำลังกายได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามการเลี้ยงรวมในพื้นที่กว้างขึ้น จำเป็นต้องดูแลระบบการให้อาหารอย่างทั่วถึงและปริมาณที่เหมาะสมเพื่อควบคุมคุณภาพของแม่พันธุ์สุกร ดังนั้นฟาร์มเอสพีเอ็มจึงนำระบบอาร์เอฟไอดี เข้ามาช่วยในระบบการให้อาหาร



ภาพที่ 2.37 แสดงการใช้อาร์เอฟไอดีกับระบบให้อาหารเพื่อควบคุมคุณภาพของแม่พันธุ์สุกร

แท็กที่มีไมโครชิปข้างในซึ่งถูกติดบริเวณใบหูของแม่พันธุ์สุกร จะบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับอายุของสุกร น้ำหนัก การให้ลูก ปริมาณอาหารที่ควรจะได้รับในแต่ละวัน (ซึ่งโดยเฉลี่ยจะกินตัวละ 3 กิโลกรัมต่อวัน) หลักการทำงานของระบบควบคุมการให้อาหารไม่ยุ่งยาก เพียงแต่ต้องออกแบบทางเดินสำหรับให้แม่พันธุ์สุกรเข้าไปกินอาหาร ได้ทีละตัวและมีทางเข้าทางเดียว เมื่อถึงเวลากินอาหารตามที่ถูกฝึกไว้ แม่พันธุ์สุกรจะเดินเข้าไปในคอกให้อาหารทีละตัว เมื่อแม่พันธุ์สุกรเดินเข้าไปถึงรางอาหารภายในคอกให้อาหาร เครื่องอ่าน (Reader) ที่รางให้อาหารจะอ่านข้อมูลจากแท็กที่ติดไว้ที่ใบหู แล้วส่งข้อมูลผ่านกล่องรับ-ส่ง ข้อมูลที่ติดไว้บริเวณคอสุกร ไปยังระบบควบคุมเพื่อให้เครื่องให้อาหารปล่อยอาหารออกมาให้แม่พันธุ์สุกรตามปริมาณที่ตั้งไว้โดยปล่อยอาหารออกมา ทีละ 1 ชีดเรื่อยไปจนครบจำนวนที่ตั้งไว้ในระบบควบคุม เมื่อแม่พันธุ์สุกรกินจนพอหรือได้ตามปริมาณที่ตั้งไว้ แม่พันธุ์สุกรจะเดินออกไปในทางออกในปลายอีกด้านของคอกให้อาหาร หลังจากนั้นแม่พันธุ์สุกรตัวใหม่ก็จะเดินเข้ามา วิธีการให้อาหารแบบนี้ต้องมีการฝึกแม่พันธุ์สุกรตัวใหม่ก็จะเดินเข้ามา วิธีการให้อาหารแบบนี้ต้องมีการฝึกแม่พันธุ์สุกรที่เข้ามาในกรงรวมครั้งแรก โดยผู้ดูแลจะฝึกให้แม่พันธุ์สุกรรู้จักเดินเข้าไปกินอาหารในคอกให้อาหาร

อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ที่ฟาร์มเอสพีเอ็ม ไซ้ ยังเป็นอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศเมื่อประมาณ 10 ปีที่แล้ว แต่ปัจจุบันนี้ได้มีบริษัทของคนไทยที่สามารถออกแบบและผลิตอุปกรณ์ได้เองในประเทศ ได้ร่วมกับเนคเทค/สวทช. ทำโครงการนำร่องทดลองใช้อาร์เอฟไอดี ที่ผลิตในประเทศในฟาร์มทดลองของภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวบาลแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อ.เมือง จ.นครปฐม บริษัทดังกล่าว คือ บริษัท ซิลิคอนกราฟท์เทคโนโลยี จำกัด และบริษัท ไอ.อี. เทคโนโลยี จำกัด

#### 2.9.4 ระบบที่จอดรถ

อาร์เอฟไอดี เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมการเข้าออก อาคารสถานที่ได้เป็นอย่างดีปัจจุบันนี้

มีผู้ดูแลที่จอดรถนำระบบอาร์เอฟไอดี มาใช้แล้วหลายแห่ง อาทิ อาคารจอดรถ ณ สถานี รฟม. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดพร้าว ที่จอดรถของศูนย์การค้าฟิวเจอร์พาร์ครังสิต อ.ธัญบุรี จ. ปทุมธานี ที่จอดรถของศูนย์การค้าฟอร์จูนทาวน์ กทม. เป็นต้น

นอกจากนี้ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(เนคเทค/สวทช.) ได้ร่วมกับบริษัทฟอร์เวิร์ดซิสเต็ม จำกัด ทำโครงการวิจัยเพื่อทดลองอุปกรณ์อาร์เอฟไอดี ที่เป็นผลงานการพัฒนาโดยนักวิจัยของศูนย์มาใช้ในวางระบบควบคุมยานพาหนะผ่านเข้าออกอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ด้วย

### 2.9.5 ระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคารสำนักงาน

ดังที่กล่าวข้างต้น อาร์เอฟไอดีเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมการเข้าออกอาคารสถานที่ได้เป็นอย่างดี จึงมีการนำมาใช้เป็นระบบควบคุมการเข้าออกอาคารสำนักงานหลายแห่ง โดยมีข้อดีคือ สะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยในการเข้า-ออกห้อง หรือสถานที่ต่างๆ โดยศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม (TIDI) ภายใต้เนคเทค ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ราคาเหมาะสมสำหรับระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคาร โดยเฉพาะ โดยทดสอบการใช้งานภายในอาคารเนคเทค สนใจรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้ที่ <http://www.tidi.nectec.or.th>.

### 2.9.6 ระบบการตรวจสอบติดตาม และตรวจสอบย้อนกลับสินค้า

ปัจจุบันมีบริษัทในเมืองไทยที่เริ่มตระหนักถึงศักยภาพของระบบอาร์เอฟไอดี ในการเพิ่มความสะดวกรวดเร็วและความมั่นคงปลอดภัยในกระบวนการขนส่งสินค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าที่ต้องมีการควบคุมคุณภาพระหว่างกระบวนการขนส่งและสินค้า ได้รับการยกเว้นภาษีเพื่อการส่งออก จากกรมศุลกากรซึ่งต้องมีการควบคุมเส้นทางการขนส่งอย่างเข้มงวด บริษัทดังกล่าวคือบริษัท Western Digital (ประเทศไทย) จำกัด ผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน อ.บางปะอิน จ. อโยธยา ได้มีส่วนร่วมกับกองเขตปลอดภัย (Free Zone Division) กรมศุลกากร ทำโครงการนำร่องใช้ฉันทึกล็อกอิเล็กทรอนิกส์หรือ e-seal ซึ่งเป็นแท็กแบบอาร์เอฟไอดี แอ็กทีฟ รูปแบบหนึ่งในการปิดล็อกประตูตู้สินค้า เก็บข้อมูลและบันทึกความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดเส้นทางการขนส่ง เช่น เวลาออกเดินทาง เวลาถึงที่หมาย และการเปิดปิดประตูตู้สินค้าระหว่างเส้นทาง (ซึ่งไม่ควรเกิดขึ้นในกรณีปกติ) โครงการนี้ในระยะแรกจะครอบคลุมการใช้ e-seal ในการขนส่งชิ้นส่วนจากโรงงานในบางปะอินสู่โรงงาน Western Digital 1 และ 2 ซึ่งตั้งอยู่ในเขตปลอดอากร ในระยะที่สองจะใช้ขนส่งผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ประกอบเสร็จแล้วไปยังท่าอากาศยานกรุงเทพเพื่อการส่งออก ทางบริษัทจะลงทุนซื้อ e-seal และเครื่องอ่านที่สถานีตรวจสอบสินค้าของศุลกากร (customs checking post) ในโครงการนำร่องนี้ โดยที่อุปกรณ์อาร์เอฟไอดีทั้งหมดผลิตในประเทศ โดยบริษัทไอเคนทีไฟ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการขนส่งทางเรือ กรมศุลกากร การท่าเรือแห่งประเทศไทย และ สวทช. (โดยเนคเทค) ได้ร่วมมือกันทำโครงการนำร่องยกระดับท่าเรือแหลมฉบังให้เป็นท่าขนส่งอิเล็กทรอนิกส์ หรือ e-port ซึ่งในโครงการนี้นอกจากจะมีการพัฒนาระบบแลกเปลี่ยนข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยยิ่งขึ้นแล้วยังจะมีการทดลองใช้แท็ก อาร์เอฟไอดี ในระบบ e-seal (เพื่อตรวจสอบตู้สินค้า) และระบบ e-toll (ระบบเก็บเงินค่ารถบรรทุกผ่านทาง) อีกด้วย



ภาพที่ 2.38 แสดงการใช้งานอาร์เอฟไอดีกับระบบตรวจสอบต่าง ๆ

นอกจากนี้เนคเทคและสวทช. จะร่วมมือกับกรมประมงในการดำเนินโครงการนำร่องพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับอาหารในโรงงานด้วยอาร์เอฟไอดี ที่เรียกว่า Factory Food Traceability System โดยจะนำร่องในโรงงานแปรรูปกุ้งของบริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) อ.แกลง จ.ระยอง และบริษัท จันทบุรี ฟอเนชั่นฟู้ด จำกัด ภายในปลายปี 2548 นี้ ซึ่งจะใช้อุปกรณ์อาร์เอฟไอดี ทั้งไมโครชิปและเครื่องอ่านที่ผลิตในประเทศไทย (บริษัท ซิลิคอนกราฟิก เทคโนโลยี จำกัด และบริษัท ไอ.อี.เทคโนโลยี จำกัด) และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดยบริษัทไทย (บริษัท เอฟเอ็กซ์ จำกัด)

## 2.10 ความปลอดภัยของข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคลของอาร์เอฟไอดี

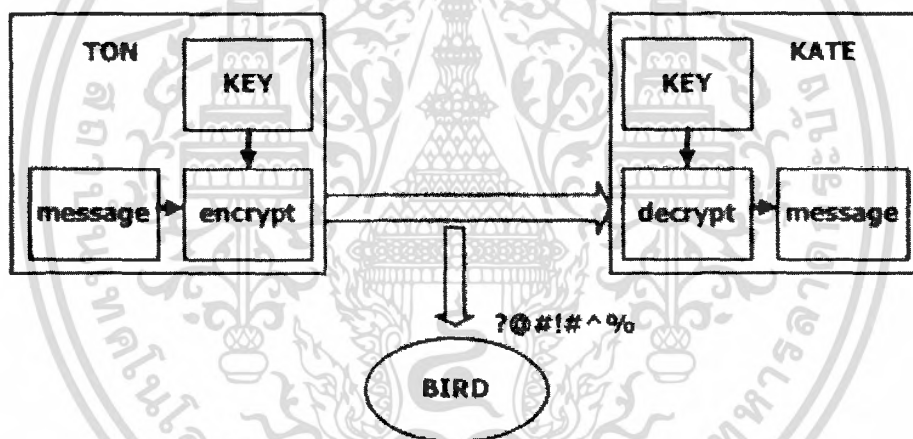
เนื่องจากอาร์เอฟไอดี จะถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวันของเราอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลนั้น ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารผ่านสายหรือผ่านคลื่นดังเช่นในกรณีของอาร์เอฟไอดี ล้วนมีความเสี่ยงต่อการถูกโจมตีทั้งจากการดักฟัง ปิดกั้น แก้ไข หรือพยายามแอบฟังเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นมีได้ทั้งในระดับบุคคล หรือองค์กร ซึ่งอาจมีค่ามหาศาล จึงเป็นการปกติที่ระบบต่าง ๆ จะต้องมีการใช้มาตรการรักษาความปลอดภัยให้เพียงพอสำหรับงานนั้น ๆ

### 2.10.1 สำหรับอาร์เอฟไอดีประสิทธิภาพสูงสำหรับการใช้งานเฉพาะทาง

การรักษาความปลอดภัย ของข้อมูลในอาร์เอฟไอดีประสิทธิภาพสูงนั้น ทำได้โดยผ่านการ

เข้ารหัสลับและการพิสูจน์ตัวตนจริง (authentication) ซึ่งในปัจจุบันมีรูปแบบหลัก ๆ 2 รูปแบบ คือ การเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้อัลกอริทึมแบบสมมาตร (symmetric algorithm) และแบบอสมมาตร (asymmetric algorithm) ซึ่งทั้งสองระบบนั้นเป็นการทำการเข้ารหัสลับโดยการอาศัยกุญแจลับ หมายความว่าอัลกอริทึมที่ใช้ นั้นถูกเปิดเผยได้ แต่ทราบคีย์ที่ผู้รับไม่มีกุญแจที่ถูกต้อง ก็ไม่สามารถเข้าถึงความจริงของข้อมูลได้ ซึ่งหลักการนี้แตกต่างเป็นอย่างมากกับการเข้ารหัสลับ ในสมัยโบราณที่อาศัยคีย์ลับของอัลกอริทึมเป็นหลักซึ่งง่ายกว่าต่อการถูกแกะข้อมูล (ตัวอย่างเช่น กระบวนการสับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมตำแหน่งของตัวอักษรอย่างเป็นระบบ ดังเช่นที่ถูกใช้ในระบบการส่งข้อมูลข่าวสารทางการทหารในสมัยโบราณ เป็นต้น) ทั้งนี้กระบวนการทำงานของการเข้ารหัสลับ และการพิสูจน์ตัวจริงโดยใช้ระบบกุญแจนั้น โดยทั่วไปต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลเพียงพอ สำหรับในระบบอาร์เอฟไอดี ก็อาจหมายถึงอาร์เอฟไอดีชนิดที่มีหน่วยประมวลผล (MCU : microcontroller) ข้างในหรืออีกนัยหนึ่งนั่นก็คือ บัตรอนเนกประสงค์ชนิดไร้สัมผัส หรือ contact less smart card (proximity card) ตามมาตรฐาน ISO14443



ภาพที่ 2.39 แสดงอัลกอริทึมแบบสมมาตร (Symmetric algorithm)

ในการเข้ารหัสลับแบบสมมาตร หรือที่เรียกอีกแบบว่า อัลกอริทึมกุญแจลับ (Secret-key algorithm) นั้นข้อมูลจากผู้ส่ง เช่น ระหว่างผู้ส่งคือ “ต้น” กับผู้รับคือ “เกษ” เมื่อต้นส่งข้อความ ซึ่งเรียกว่า ข้อความธรรมดา (plaintext) จะถูกเข้ารหัสลับด้วยกุญแจส่วนตัว (private key) กลายเป็นข้อความลับ (cipher text) เมื่อเกษได้รับข้อมูลนั้น ก็จะใช้กุญแจชุดเดียวกันในการถอดรหัสข้อความ โดยที่ในระหว่างทางแม้จะมีผู้แอบฟังคือ “เบิร์ด” ซึ่งแอบฟังอยู่จะเห็นตัวข้อความลับ (cipher text) แต่เมื่อไม่ทราบกุญแจก็จะไม่สามารถตีความหมายได้ ยกตัวอย่างการเข้ารหัสง่าย ๆ เช่นต้น (หรือแท็กอาร์เอฟไอดี) ต้องการส่งสัญญาณไบนารี 1101 ให้เกษ เมื่อมีการเข้ารหัสโดยการ XOR กับกุญแจค่า 1001 จะได้ข้อมูลที่เข้ารหัสลับมีค่าเท่ากับ  $XOR(1101,1001) = 0100$  ซึ่งจะเป็นค่าที่เบิร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้เห็นเมื่อมีการค้คัฟง เกษซึ่งเป็นผู้มีกุญแจก็สามารถถอดรหัสข้อความ โดยใช้กุญแจชุดเดียวกัน คือ  $0100 \text{ XOR } 1001 = 1101$  ซึ่งได้เป็นค่าข้อความที่ถูกต้อง เป็นต้น

ส่วนการเข้ารหัสลับแบบอสมมาตร หรือที่เรียกอีกแบบหนึ่งว่า อัลกอริธึม แบบกุญแจสาธารณะ (public-key algorithm) นั้น แตกต่างจากสมมาตรตรงที่การเข้ารหัสลับและการถอดรหัสใช้กุญแจลับต่างกัน โดยการเข้ารหัสลับจะใช้กุญแจสาธารณะ (public key) ซึ่งสามารถเผยแพร่ให้ทุกคนได้ ซึ่งผู้ที่สามารถอ่านข้อความที่ถูกเข้ารหัสลับโดยกุญแจสาธารณะนั้นได้จะต้องเป็นผู้ที่มีกุญแจส่วนตัว (private key) ซึ่งเป็นคู่ของกุญแจสาธารณะนั้น ๆ โดยตรงเท่านั้น โดยที่มีความเป็นได้ยากมากหรือเป็นไปได้เลย (อย่างน้อยในเชิงทฤษฎี) ที่จะคาดเดากุญแจส่วนตัวออกจากอัลกอริธึมแบบกุญแจสาธารณะ อัลกอริธึมแบบอสมมาตรมีความซับซ้อนสูง แต่มีความปลอดภัยสูงเช่นกัน ตัวอย่างอัลกอริธึมที่ใช้ เช่น RSA, ECC เป็นต้น ซึ่งอัลกอริธึมแบบอสมมาตรเหมาะสำหรับการใช้งานรักษาความปลอดภัยประเภทกระจาย (Many-to-many) เช่น ใน e-commerce โดยเราอาจจะใช้กุญแจสาธารณะ ซึ่งสามารถมีจำนวนมากได้ในการเข้าสตักการสั่งซื้อสินค้า ส่วนการถอดรหัสลับโดยบริษัทจะสามารถทำได้อาศัยกุญแจส่วนตัวเฉพาะของบริษัทเท่านั้น เป็นต้น

### 2.10.2 สำหรับอาร์เอฟไอดีราคาต่ำที่จะต้องมีการใช้ทั่วไปใน EPC

เนื่องจากเงื่อนไขทางด้านราคาที่จะต้องถูกที่สุดเพื่อนำไปใช้อย่างกว้างขวางเป็นเป้าหมายหลักที่ต้องทำก่อน ข้อกำหนดทางด้านความปลอดภัยจึงยังไม่ชัดเจนนัก ซึ่งประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคล เช่น

#### 2.10.2.1 การถูกขโมยรหัสประจำตัว

ถ้ามีการซ่อนอาร์เอฟไอดีไว้ในผลิตภัณฑ์ มีความเป็นไปได้ทางเทคนิคที่จะมีการแอบอ่านข้อมูล แต่งทั้งนี้การจะทำได้นั้นต้องทำในระยะใกล้มาก ซึ่งทำให้เงื่อนไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้มีได้น้อย หรือต้องการเครื่องอ่านที่ใช้กำลังส่งแรงผิดปกติมาก ซึ่งอาจทำการสังเกตและป้องกันได้

#### 2.10.2.2 การป้องกันข้อมูลของป้ายราคาต่ำที่ติดสำหรับอะไรไว้มีความจำเป็นที่ต้องมี

โดยหลักใหญ่แล้ว ป้ายอาร์เอฟไอดีราคาต่ำ โดยเฉพาะ EPC ถูกคิดเพื่ออำนวยความสะดวกในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง ความหมายของรหัสประจำตัวซึ่งจะบ่งถึงชนิดและข้อมูลเฉพาะของสินค้าชิ้นนั้น ๆ เช่น กระบวนการบริหารจัดการกับผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้นที่ผ่านมาจะถูกจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล การเข้าถึงรหัสประจำตัวอย่างเดียวยังไม่รู้ถึงข้อมูลในฐานข้อมูล อาจไม่เกิดประโยชน์สำหรับผู้ค้คัฟง

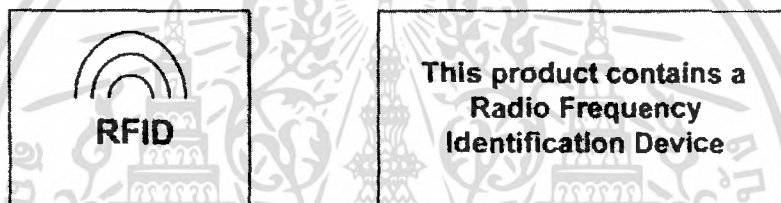
#### 2.10.2.3 การใช้อาร์เอฟไอดีเพื่อจับตาวิเคราะห์ความเคลื่อนไหว

ถ้าไม่ใช่ข้อมูลจากฐานข้อมูล ก็มีความเป็นไปได้ที่เราอาจมีการค้คัฟงโดยการวางเครื่องอ่านไว้ตามจุดต่าง ๆ เพื่อจะดูความเคลื่อนไหวของผลิตภัณฑ์ที่มีการใส่ป้ายอาร์เอฟไอดีอยู่ ซึ่งนอกจากในเชิงการจัดการวิเคราะห์วัตถุแล้ว ยังอาจใช้ในการวิเคราะห์ถึงตัวผู้ใช้ได้ ซึ่งจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวข้องกับสิทธิส่วนบุคคล เนื่องจากอาร์เอฟไอดีมีขนาดเล็กมาก อาจถูกซ่อนไว้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เราใช้อยู่ แม้เป็นไปได้ยากแต่ก็อาจทำให้มีการละเมิดสิทธิส่วนบุคคลได้ ซึ่งแนวทางการป้องกันที่อาจใช้เป็นกรอบเพื่อความสบายใจของผู้บริโภค ได้เคยมีผู้เสนอดังนี้คือ

1. สิทธิที่จะทราบว่า ผลิตภัณฑ์มีป้ายอาร์เอฟไอดี
2. สิทธิที่จะทำการถอด หยุดการทำงาน หรือทำลายป้าย หลังจากการซื้อผลิตภัณฑ์
3. สิทธิที่จะมีทางเลือกในการซื้อสินค้าหรือรับบริการที่เหมือนกันแต่ไม่มีอาร์เอฟไอดีร่วมด้วย
4. สิทธิที่จะทราบถึงข้อมูลที่ถูกบรรจุในป้าย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูลและสิทธิที่จะแก้ไขในกรณีที่ข้อมูลไม่ถูกต้อง
5. สิทธิที่จะทราบว่า เมื่อไร ที่ไหน และทำไม ป้ายถึงถูกอ่าน



ภาพที่ 2.40 ฉลากเตือนสินค้าที่มีอาร์เอฟไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### Standard Interchange Protocol V1.00 และ V2.00

#### 3.1 บทนำ

Standard Interchange Protocol V2.00 นั้นถูกสร้างจาก Standard Interchange Protocol V1.00 โดยเพิ่ม message ใหม่ และเพิ่ม field ใหม่เข้าไปใน message เดิม message และ field ใหม่ทั้งหมดจะใส่ “2.00” ไว้ด้านหน้าของ message message และ field ที่ไม่มี “2.00” อยู่ด้านหน้าก็คือ message และ field ที่มีมาตั้งแต่ Standard Interchange Protocol V1.00

#### 3.2 Command Messages to the ACS

##### 3.2.1 Patron Status Request

Message นี้ถูกใช้เมื่อ SC ต้องการข้อมูลของสมาชิกห้องสมุด จาก ACS ACS จะตอบคำสั่งนี้ผ่าน Patron Status Response message

```
23<language><transaction date><institution id><patron identifier><terminal password>  
<patron password>
```

Field	ID	Format
language		3-char, fixed-length required field
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
terminal password	AC	variable-length required field
patron password	AD	variable-length required field

##### 3.2.2 Checkout

Message นี้ถูกใช้เมื่อ SC ต้องการ check out item และ ในขณะเดียวกันก็จะยกเลิก Checkin ที่ไม่สำเร็จ ACS จะตอบคำสั่งนี้ผ่าน Checkout Response message

```
11<SC renewal policy><no block><transaction date><nb due date><institution id>  
<patron identifier><item identifier><terminal password><patron password>  
<item properties><fee acknowledged><cancel>
```

Field	ID	Format
-------	----	--------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SC renewal policy		1-char, fixed-length required field: Y or N.
no block		1-char, fixed-length required field: Y or N.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS. The date and time that the patron checked out the item at the SC unit.
nb due date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
item identifier	AB	variable-length required field
terminal password	AC	variable-length required field
2.00 item properties	CH	variable-length optional field
2.00 patron password	AD	variable-length optional field
2.00 fee acknowledged	BO	1-char, optional field: Y or N
2.00 cancel	BI	1-char, optional field: Y or N

### 3.2.3 Checkin

Message นี้ถูกใช้เมื่อ SC ต้องการ check in item และ ในขณะที่เดียวกันก็จะยกเลิก Checkin ที่ไม่สำเร็จ ACS จะตอบคำสั่งนี้ผ่าน Checkin Response message

09<no block><transaction date><return date><current location><institution id>  
<item identifier><terminal password><item properties><cancel>

Field	ID	Format
no block		1-char, fixed-length required field: Y or N.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
return date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
current location	AP	variable-length required field
institution id	AO	variable-length required field
item identifier	AB	variable-length required field
terminal password	AC	variable-length required field
2.00 item properties	CH	variable-length optional field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.00 cancel BI 1-char, optional field: Y or N

### 3.2.4 Block Patron

Message นี้ต้องการบัตรสมาชิกที่จะถูกบล็อก โดย ACS เช่น message จะถูกส่งเมื่อสมาชิกใช้การ์ดของคนอื่น ACS จะทำให้การ์ดที่ส่งเข้ามาเป็นโมฆะ และจะตอบกลับมายังสมาชิกด้วย Patron Status Response message และ ACS ยังบอกไปยังเจ้าหน้าที่ของห้องสมุดว่าการ์ดใบดังกล่าวถูกบล็อก

01<card retained><transaction date><institution id><blocked card msg>  
<patron identifier><terminal password>

Field	ID	Format
card retained		1-char, fixed-length required field: Y or N.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
blocked card msg	AL	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
terminal password	AC	variable-length required field

### 3.2.5 SC Status

SC Status message ทำหน้าที่ส่งสถานะของ SC ไปยัง ACS และมันต้องการ ACS Status Response message ตอบกลับมาจาก ACS ด้วย message นี้จะถูกส่งครั้งแรกคือช่วงที่ SC สร้างการเชื่อมต่อไปยัง ACS

99<status code><max print width><protocol version>

Field	ID	Format
status code		1-char, fixed-length required field: 0 or 1 or 2
max print width		3-char, fixed-length required field
protocol version		4-char, fixed-length required field: x.xx

### 3.2.6 Request ACS Resend

Message นี้ร้องขอให้ ACS ส่ง message สุดท้ายอีกครั้ง โดย SC จะส่งให้ ACS เมื่อ Checksum ของ message ที่รับได้นั้นไม่ตรงกับค่าที่คำนวณได้จาก SC ACS ก็จะตอบกลับด้วยการส่ง message สุดท้ายอีกครั้ง

### 3.2.7 2.00 Login

Message ถูกใช้ในการ login เข้าไปยัง ACS server program โดย ACS จะตอบกลับมาด้วย Login Response message โดย message นี้จะถูกใช้เมื่อใช้เครื่องอื่น login เข้าไปยัง ACS เพื่อ config SC

93<UID algorithm><PWD algorithm><login user id><login password><location code>

Field	ID	Format
2.00 UID algorithm		1-char, fixed-length required field; the algorithm used to encrypt the user id.
2.00 PWD algorithm		1-char, fixed-length required field; the algorithm used to encrypt the password.
2.00 login user id	CN	variable-length required field
2.00 login password	CO	variable-length required field
2.00 location code	CP	variable-length optional field; the SC location.

### 3.2.8 2.00 Patron Information

Message นี้เป็น superset ของ Patron Status Request message มันจะถูกใช้เรียกข้อมูลของสมาชิก โดย ACS จะตอบกลับมาทาง Patron Information Response message

63<language><transaction date><summary><institution id><patron identifier><terminal password><patron password><start item><end item>

Field	ID	Format
language		3-char, fixed-length required field
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
2.00 summary		10-char, fixed-length required field
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
terminal password	AC	variable-length optional field
patron password	AD	variable-length optional field
2.00 start item	BP	variable-length optional field
2.00 end item	BQ	variable-length optional field

### 3.2.9 2.00 End Patron Session

Message นี้จะถูกส่งเมื่อสมาชิกเสร็จสิ้นการติดต่อ บนคำสั่งนี้ ACS จะปิดทุกๆ ไฟล์ที่เปิดอยู่ หรือยกเลิกการทำงานที่เกี่ยวกับสมาชิกคนนั้น โดย ACS จะตอบคำสั่งนี้ผ่าน End Session Response message

35<transaction date><institution id><patron identifier><terminal password>

<patron password>

Field	ID	Format
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field.
terminal password	AC	variable-length optional field
patron password	AD	variable-length optional field

### 3.2.10 2.00 Fee Paid

Message นี้จะถูกใช้แจ้ง ค่าปรับที่สะสมไว้ของสมาชิกไปยัง ACS เมื่อ ACS ได้รับก็จะเก็บ ข้อมูลลงในฐานข้อมูล และตอบกลับผ่าน Fee Paid Response message

37<transaction date><fee type><payment type><currency type><fee amount>

<institution id><patron identifier><terminal password><patron password><fee identifier>

<transaction id>

Field	ID	Format
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
2.00 fee type		2-char, fixed-length required field (01 thru 99). identifies a fee type to apply the payment to.
2.00 payment type		2-char, fixed-length required field (00 thru 99)
2.00 currency type		3-char, fixed-length required field
2.00 fee amount	BV	variable-length required field; the amount paid.
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field.
terminal password	AC	variable-length optional field
patron password	AD	variable-length optional field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.00 fee identifier	CG	variable-length optional field ; identifies a specific fee to apply the payment to.
2.00 transaction id	BK	variable-length optional field; a transaction id assigned by the payment device.

### 3.2.11 2.00 Item Information

Message นี้ใช้เรียกข้อมูลของ item โดย ACS จะตอบคำสั่งนี้ผ่าน Item Information Response message

17<transaction date><institution id>< item identifier ><terminal password>

Field	ID	Format
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
item identifier	AB	variable-length required field.
terminal password	AC	variable-length optional field

### 3.2.12 2.00 Item Status Update

Message นี้ใช้ส่งข้อมูล item ไปยัง ACS โดยไม่มีการทำงานอื่นคืน รายละเอียดของ item จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ ACS โดย ACS จะตอบคำสั่งนี้ผ่าน Item Status Update Response message

19<transaction date><institution id><item identifier><terminal password>

<item properties>

Field	ID	Format
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
item identifier	AB	variable-length required field
terminal password	AC	variable-length optional field
2.00 item properties	CH	variable-length required field

### 3.2.13 2.00 Patron Enable

Message นี้ถูกใช้จาก SC เพื่อ re-enable สมาชิกที่ถูกยกเลิก มันจะถูกใช้ในการทดสอบ

ระบบอย่างเดียว โดย ACS จะตอบคำสั่งนี้ผ่าน Patron Enable Response message

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25<transaction date><institution id><patron identifier><terminal password>  
<patron password>

Field	ID	Format
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
terminal password	AC	variable-length optional field
patron password	AD	variable-length optional field

### 3.2.14 2.00 Hold

Message นี้ใช้สร้าง, แก้ไข หรือ ลบการจอง โดย ACS จะตอบกลับมาทาง Hold Response message โดยในฟิลด์ “item identifier” และ “title identifier” ให้เลือกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือเลือกทั้งสองอย่างก็ได้

15<hold mode><transaction date><expiration date><pickup location><hold type>  
<institution id><patron identifier><patron password><item identifier><title identifier>  
<terminal password><fee acknowledged>

Field	ID	Format
2.00 hold mode		1-char, fixed-length required field '+/-/*' Add, delete, change
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
2.00 expiration date	BW	18-char, fixed-length optional field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
2.00 pickup location	BS	variable-length, optional field
2.00 hold type	BY	1-char, optional field
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
patron password	AD	variable-length optional field
item identifier	AB	variable-length optional field
title identifier	AJ	variable-length optional field
terminal password	AC	variable-length optional field
2.00 fee acknowledged	BO	1-char, optional field: Y or N.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.15 2.00 Renew

Message นี้ใช้ขี้มต่อitem โดย ACS จะตอบกลับมาทาง Renew Response message โดยในฟิลด์ “item identifier” และ “title identifier” ให้เลือกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือเลือกทั้งสองอย่างก็ได้

```
29<third party allowed><no block><transaction date><nb due date><institution id>
<patron identifier><patron password><item identifier><title identifier><terminal password>
<item properties><fee acknowledged>
```

Field	ID	Format
2.00 third party allowed		1-char, fixed-length required field: Y or N.
no block		1-char, fixed-length required field: Y or N.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
nb due date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
patron password	AD	variable-length optional field
item identifier	AB	variable-length optional field
title identifier	AJ	variable-length optional field
terminal password	AC	variable-length optional field
2.00 item properties	CH	variable-length optional field
2.00 fee acknowledged	BO	1-char, optional field: Y or N.

### 3.2.16 2.00 Renew All

Message นี้ใช้ขี้มต่อทุกๆitem ที่สมาชิกได้ขี้มไป โดยACSจะตอบคำสั่งนี้ผ่าน Renew All Response message

```
65<transaction date><institution id><patron identifier><patron password>
<terminal password><fee acknowledged>
```

Field	ID	Format
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
patron password	AD	variable-length optional field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

terminal password	AC	variable-length optional field
2.00 fee acknowledged	BO	1-char, optional field: Y or N.

### 3.3 Response Messages from the ACS

#### 3.3.1 Patron Status Response

ACS จะส่งmessageนี้ในการตอบ Patron Status Request message รวมทั้ง Block Patron message

24<patron status><language><transaction date><institution id><patron identifier>  
<personal name><valid patron><valid patron password><currency type><fee amount>  
<screen message><print line>

Field	ID	Format
patron status		14-char, fixed-length required field
language		3-char, fixed-length required field
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
personal name	AE	variable-length required field
2.00 valid patron	BL	1-char, optional field: Y or N
2.00 valid patron password	CQ	1-char, optional field: Y or N
2.00 currency type	BH	3-char, fixed-length optional field
2.00 fee amount	BV	variable-length optional field. The amount of fees owed by this patron.
screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

#### 3.3.2 Checkout Response

ACS จะส่งmessageนี้ในการตอบ Checkout message จาก SC

12<ok><renewal ok><magnetic media><desensitize><transaction date>  
<institution id><patron identifier><item identifier><title identifier><due date><fee type>  
<security inhibit><currency type><fee amount><media type><item properties>  
<transaction id><screen message><print line>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Field	ID	Format
ok		1-char, fixed-length required field: 0 or 1.
renewal ok		1-char, fixed-length required field: Y or N.
magnetic media		1-char, fixed-length required field: Y or NorU.
desensitize		1-char, fixed-length required field: Y or NorU.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
item identifier	AB	variable-length required field
title identifier	AJ	variable-length required field
due date	AH	variable-length required field
2.00 fee type	BT	2-char, fixed-length optional field (01 thru 99). The type of fee associated with checking out this item.
2.00 security inhibit	CI	1-char, fixed-length optional field : Y or N.
2.00 currency type	BH	3-char fixed-length optional field
2.00 fee amount	BV	variable-length optional field. The amount of the fee associated with checking out this item.
2.00 media type	CK	3-char, fixed-length optional field
2.00 item properties	CH	variable-length optional field
2.00 transaction id	BK	variable-length optional field. May be assigned by the ACS when checking out the item involves a fee.
screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

The OK, Renewal OK, Desensitize, Magnetic Media, and Fee Amount fields should be set according to the following rules:

- OK should be set to 1 if the ACS checked out the item to the patron.  
should be set to 0 if the ACS did not check out the item to the patron.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Renewal OK** should be set to Y if the patron requesting to check out the item already has the item checked out

should be set to N if the item is not already checked out to the requesting patron. Desensitize

should be set to Y if the SC should desensitize the article.

should be set to N if the SC should not desensitize the article (for example, a closed reserve book, or the checkout was refused).

**Fee Amount** should be set to the value of the fee associated with checking out the item

should be set to 0 if there is no fee associated with checking out the item.

### 3.3.3 Checkin Response

Message นี้ ACS จะส่งเพื่อตอบ Checkin message จาก SC

```
10<ok><resensitize><magnetic media><alert><transaction date><institution id>
<item identifier><permanent location><title identifier><sort bin><patron identifier>
<media type><item properties><screen message><print line>
```

Field	ID	Format
ok		1-char, fixed-length required field: 0 or 1.
resensitize		1-char, fixed-length required field: Y or N.
magnetic media		1-char, fixed-length required field: Y or NorU.
alert		1-char, fixed-length required field: Y or N.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
item identifier	AB	variable-length required field
permanent location	AQ	variable-length required field
title identifier	AJ	variable-length optional field
2.00 sort bin	CL	variable-length optional field
2.00 patron identifier	AA	variable-length optional field. ID of the patron who had the item checked out.
2.00 media type	CK	3-char, fixed-length optional field
2.00 item properties	CH	variable-length optional field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

The OK, and Resensitize fields should be set according to the following rules:

OK	should be set to 1 if the ACS checked in the item. should be set to 0 if the ACS did not check in the item.
Resensitize	should be set to Y if the SC should resensitize the article. should be set to N if the SC should not resensitize the article (for example, a closed reserve book, or the checkin was refused).

### 3.3.4 ACS Status

ACS จะส่ง message นี้ในการตอบ SC Status message โดย message นี้จะเป็น message แรกที่ส่งจาก ACS ไปยัง SC

98<on-line status><checkin ok><checkout ok><ACS renewal policy>  
<status update ok><off-line ok><timeout period><retries allowed><date / time sync>  
<protocol version><institution id><library name><supported messages ><terminal location>  
<screen message><print line>

Field	ID	Format
on-line status		1-char, fixed-length required field: Y or N.
checkin ok		1-char, fixed-length required field: Y or N.
checkout ok		1-char, fixed-length required field: Y or N.
ACS renewal policy		1-char, fixed-length required field: Y or N.
status update ok		1-char, fixed-length required field: Y or N.
off-line ok		1-char, fixed-length required field: Y or N.
timeout period		3-char, fixed-length required field
retries allowed		3-char, fixed-length required field
date / time sync		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
protocol version		4-char, fixed-length required field: x.xx
institution id	AO	variable-length required field
library name	AM	variable-length optional field
2.00 supported messages	BX	variable-length required field
terminal location	AN	variable-length optional field
screen message	AF	variable-length optional field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

print line                      AG                      variable-length optional field

### 3.3.5 Request SC Resend

Message นี้ร้องขอให้ SC ส่ง message สุดท้ายอีกครั้ง โดย ACS จะส่งให้ SC เมื่อ Checksum ของ message ที่รับได้นั้นไม่ตรงกับค่าที่คำนวณได้จาก ACS SC ก็จะต้องตอบกลับด้วยการส่ง message สุดท้ายอีกครั้ง

96

### 3.3.6 2.00 Login Response

ACS จะส่ง message นี้ในการตอบ Login message และ message ยังเป็น message แรกที่ถูกส่งไปยัง SC

94<ok>

Field	ID	Format
ok		1-char, fixed-length required field: 0 or 1.

### 3.3.7 2.00 Patron Information Response

ACS จะส่ง message นี้ในการตอบ Patron Information message ที่ส่งมาจาก SC

64<patron status><language><transaction date><hold items count>  
<overdue items count> <charged items count><fine items count><recall items count>  
<unavailable holds count> <institution id><patron identifier><personal name>  
<hold items limit><overdue items limit> <charged items limit><valid patron>  
<valid patron password><currency type><fee amount><fee limit><items><home address>  
<e-mail address><home phone number><screen message> <print line>

Field	ID	Format
patron status		14-char, fixed-length required field
language		3-char, fixed-length required field
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
2.00 hold items count		4-char, fixed-length required field
2.00 overdue items count		4-char, fixed-length required field
2.00 charged items count		4-char, fixed-length required field
2.00 fine items count		4-char, fixed-length required field
2.00 recall items count		4-char, fixed-length required field
2.00 unavailable holds count		4-char, fixed-length required field

institution id                      AO                      variable-length required field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

patron identifier	AA	variable-length required field
personal name	AE	variable-length required field
2.00 hold items limit	BZ	4-char, fixed-length optional field
2.00 overdue items limit	CA	4-char, fixed-length optional field
2.00 charged items limit	CB	4-char, fixed-length optional field
2.00 valid patron	BL	1-char, optional field: Y or N
2.00 valid patron password	CQ	1-char, optional field: Y or N
2.00 currency type	BH	3-char fixed-length optional field
2.00 fee amount	BV	variable-length optional field. The amount of fees owed by this patron.
2.00 fee limit	CC	variable-length optional field. The fee limit amount. item: zero or more instances of one of the following, based on “summary” field of the Patron Information message:
2.00 hold items (this field should be sent for each hold item).	AS	variable-length optional field
2.00 overdue items	AT	variable-length optional field (this field should be sent for each overdue item).
2.00 charged items	AU	variable-length optional field (this field should be sent for each charged item).
2.00 fine items	AV	variable-length optional field (this field should be sent for each fine item).
2.00 recall items	BU	variable-length optional field (this field should be sent for each recall item).
2.00 unavailable hold items	CD	variable-length optional field (this field should be sent for each unavailable hold item).
2.00 home address	BD	variable-length optional field
2.00 e-mail address	BE	variable-length optional field
2.00 home phone number	BF	variable-length optional field
screen message	AF	variable-length optional field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

print line AG variable-length optional field

### 3.3.8 2.00 End Session Response

ACS จะส่งmessageนี้ในการตอบ End Patron Session message ที่ส่งมาจาก SC

36<end session>< transaction date >< institution id >< patron identifier >

<screen message><print line>

Field	ID	Format
2.00 end session		1-char, fixed-length required field: Y or N.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field.
screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

### 3.3.9 2.00 Fee Paid Response

ACS จะส่งmessageนี้ในการตอบ Fee Paid message ที่ส่งมาจาก SC

38<payment accepted><transaction date><institution id><patron identifier>

<transaction id><screen message><print line>

Field	ID	Format
2.00 payment accepted		1-char, fixed-length required field: Y or N.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
2.00 transaction id	BK	variable-length optional field. May be assigned by the ACS to acknowledge that the payment was received.
screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

### 3.3.10 2.00 Item Information Response

ACS จะส่งmessageนี้ในการตอบ Item Information message ที่ส่งมาจาก SC

18<circulation status><hold queue length><security marker><fee type>

<transaction date><due date><recall date><hold pickup date><item identifier><title identifier>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<owner><currency type> <fee amount><media type><permanent location><current location>  
<item properties><screen message><print line>

Field	ID	Format
2.00 circulation status		2-char, fixed-length required field (00 thru 99)
2.00 security marker		2-char, fixed-length required field (00 thru 99)
2.00 fee type		2-char, fixed-length required field (01 thru 99). The type of fee associated with checking out this item.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
2.00 hold queue length	CF	variable-length optional field
due date	AH	variable-length optional field.
2.00 recall date	CJ	18-char, fixed-length optional field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
2.00 hold pickup date	CM	18-char, fixed-length optional field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
item identifier	AB	variable-length required field
title identifier	AJ	variable-length required field
2.00 owner	BG	variable-length optional field
2.00 currency type	BH	3 char, fixed-length optional field
2.00 fee amount	BV	variable-length optional field. The amount of the fee associated with this item.
2.00 media type	CK	3-char, fixed-length optional field
2.00 permanent location	AQ	variable-length optional field
2.00 current location	AP	variable-length optional field
2.00 item properties	CH	variable-length optional field
screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

### 3.3.11 2.00 Item Status Update Response

ACS จะส่งmessageนี้ในการตอบ Item Status Update message ที่ส่งมาจาก SC

20<item properties ok><transaction date><item identifier><title identifier>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<item properties><screen message><print line>

Field	ID	Format
2.00 item properties ok		1-char, fixed-length required field: 0 or 1.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
item identifier	AB	variable-length required field
title identifier	AJ	variable-length optional field
2.00 item properties	CH	variable-length optional field
screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

### 3.3.12 2.00 Patron Enable Response

ACS จะส่งmessageนี้ในการตอบ Patron Enable message ที่ส่งมาจาก SC SC

26<patron status><language><transaction date><institution id><patron identifier>

<personal name><valid patron><valid patron password><screen message><print line>

Field	ID	Format
patron status		14-char, fixed-length required field
language		3-char, fixed-length required field
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
personal name	AE	variable-length required field
2.00 valid patron	BL	1-char, optional field: Y or N.
2.00 valid patron password	CQ	1-char, optional field: Y or N
screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

### 3.3.13 2.00 Hold Response

ACS จะส่งmessageนี้ในการตอบ Hold message ที่ส่งมาจาก SC

16<ok><available><transaction date><expiration date><queue position>

<pickup location><institution id><patron identifier><item identifier><title identifier>

<screen message><print line>

Field	ID	Format
-------	----	--------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ok		1-char, fixed-length required field: 0 or 1.
2.00 available		1-char, fixed-length required field: Y or N.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
2.00 expiration date	BW	18-char, fixed-length optional field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
2.00 queue position	BR	variable-length optional field
2.00 pickup location	BS	variable-length optional field
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
item identifier	AB	variable-length optional field
title identifier	AJ	variable-length optional field
screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

### 3.3.14 2.00 Renew Response

ACS จะส่ง message นี้ ในการตอบ Renew message ที่ส่งมาจาก SC

30<ok><renewal ok><magnetic media><desensitize><transaction date>

<institution id><patron identifier><item identifier><title identifier><due date><fee type>

<security inhibit><currency type><fee amount><media type><item properties><transaction id>

<screen message><print line>

Field	ID	Format
ok		1-char, fixed-length required field: 0 or 1.
renewal ok		1-char, fixed-length required field: Y or N.
magnetic media		1-char, fixed-length required field: Y or NorU.
desensitize		1-char, fixed-length required field: Y or NorU.
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
patron identifier	AA	variable-length required field
item identifier	AB	variable-length required field
title identifier	AJ	variable-length required field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

due date	AH	variable-length required field
2.00 fee type	BT	2-char, fixed-length optional field (01 thru 99). The type of fee associated with renewing this item.
2.00 security inhibit	CI	1-char, fixed-length optional field: Y or N.
2.00 currency type	BH	3-char fixed-length optional field
2.00 fee amount	BV	variable-length optional field. The amount of the fee associated with this item.
2.00 media type	CK	3-char, fixed-length optional field
2.00 item properties	CH	variable-length optional field
2.00 transaction id	BK	variable-length optional field. May be assigned by the ACS when renewing the item involves a fee.
screen message	AF	variable-length optional field
print line	AG	variable-length optional field

### 3.3.15 2.00 Renew All Response

ACS จะส่ง message นี้ในการตอบ Renew All message ที่ส่งมาจาก SC

66<ok><renewed count><unrenewed count><transaction date><institution id>

<renewed items><unrenewed items><screen message><print line>

Field	ID	Format
ok		1-char, fixed-length required field: 0 or 1
2.00 renewed count		4-char fixed-length required field
2.00 unrenewed count		4-char fixed-length required field
transaction date		18-char, fixed-length required field: YYYYMMDDZZZZHHMMSS
institution id	AO	variable-length required field
2.00 renewed items	BM	variable-length optional field (this field sent for each renewed item)
2.00 unrenewed items	BN	variable-length optional field (this field sent for each unrenewed item)
screen message	AF	variable-length optional field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

print line

AG

variable-length optional field

### 3.4 ตัวอย่างการส่ง SIP2 Protocol Message

ตารางที่ 3.1 การส่ง SIP2 Protocol Message ของการยืมหนังสือ

User Tasks	3M SelfCheck system Tasks	SIP commands from ACS to SC
1. Patron places library card in 3M SelfCheck system	2. Read library card bar-code 3. Send Patron Status Request (23) or Patron Information (63) to ACS →	4. ← Send Patron Status Response (24) or Patron Information Response (64)
5. Patron places item in 3M SelfCheck system	6. Read item bar-code 7. Send Checkout (11) to ACS → 9. Desensitize item 10. End Patron Session (35) → 12. Print Receipt	8. ← Send Checkout Response (12) 11. ← End Patron Response (36)

ตารางที่ 3.2 การส่ง SIP2 Protocol Message ของการคืนหนังสือ

User Tasks	3M SelfCheck system Tasks	SIP commands from ACS to SC
1. Patron places item in 3M SelfCheck system	2. Read book bar-code 3. Send Checkin (09) →	4. ← Checkin Response (10) to SC

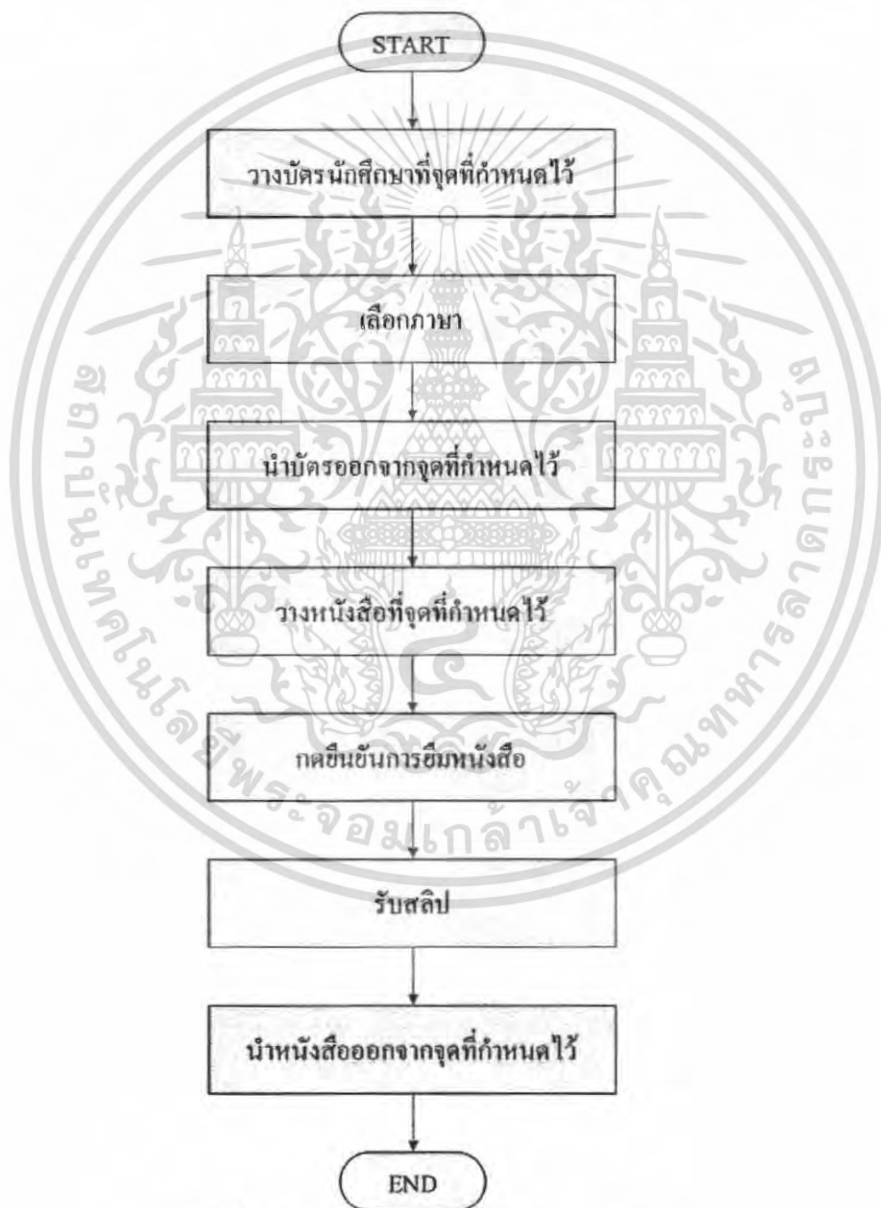
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

#### 4.1 กระบวนการยืมหนังสือด้วยตนเอง

เมื่อผู้ใช้บริการต้องการยืมหนังสือผ่านทาง Self Check สามารถทำตามขั้นตอนดังนี้

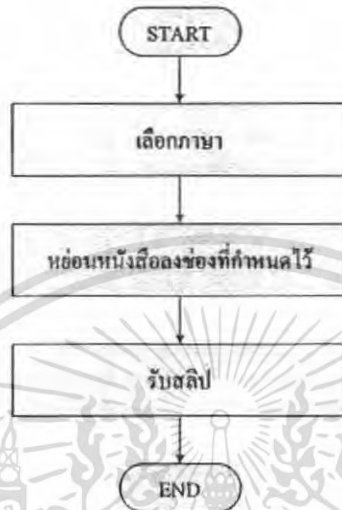


ภาพที่ 4.1 กระบวนการยืมหนังสือด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 กระบวนการคืนหนังสือด้วยตนเอง

เมื่อผู้ใช้บริการต้องการคืนหนังสือผ่านทาง Book Return สามารถทำตามขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 4.2 กระบวนการคืนหนังสือด้วยตนเอง

#### 4.3 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆในระบบ

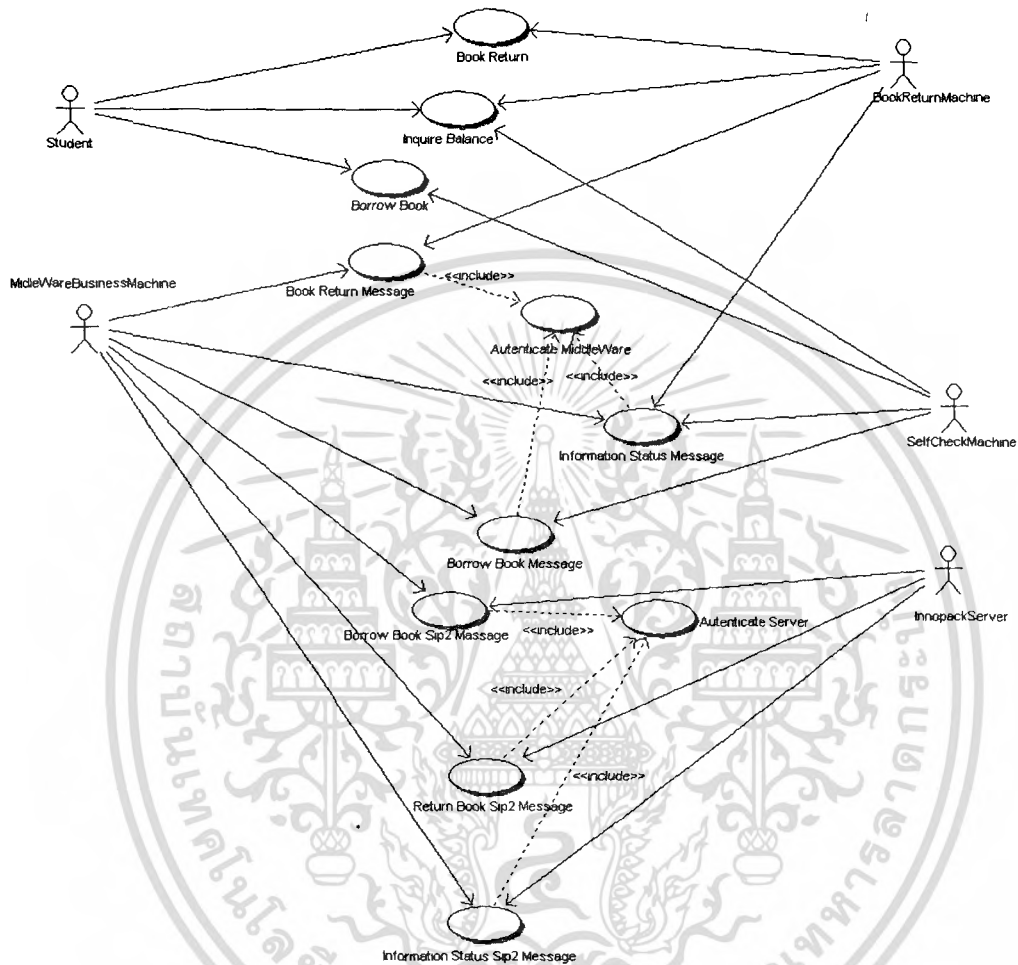
การเชื่อมต่อระหว่าง Client ไปยัง Data Source จำเป็นต้องผ่าน Server Application เพราะว่า SIP2 port ที่ Data Source มีจำกัดเพียงแค่ 1 port จึงต้องใช้ Server Application มาเป็นตัวกลางในการติดต่อ และเครื่องที่ทำหน้าที่เป็น Server Application ต้องใช้ IP Address 161.246.47.14 เท่านั้น



ภาพที่ 4.3 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

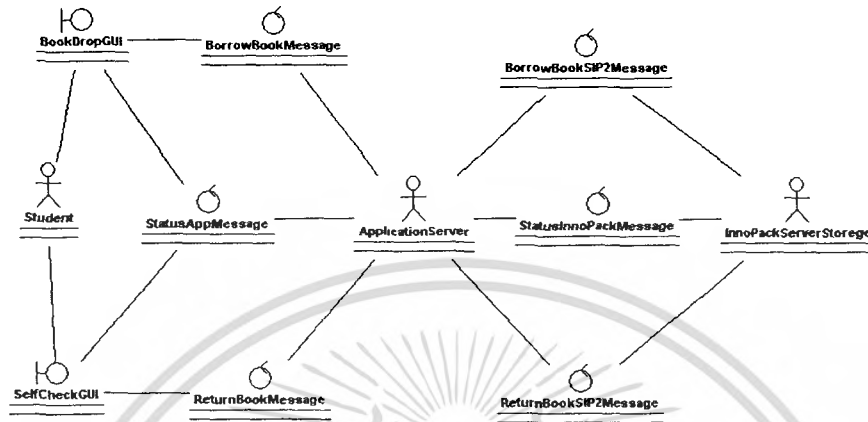
#### 4.4 Use Case Diagram ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง



ภาพที่ 4.4 Use Case Diagram ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง

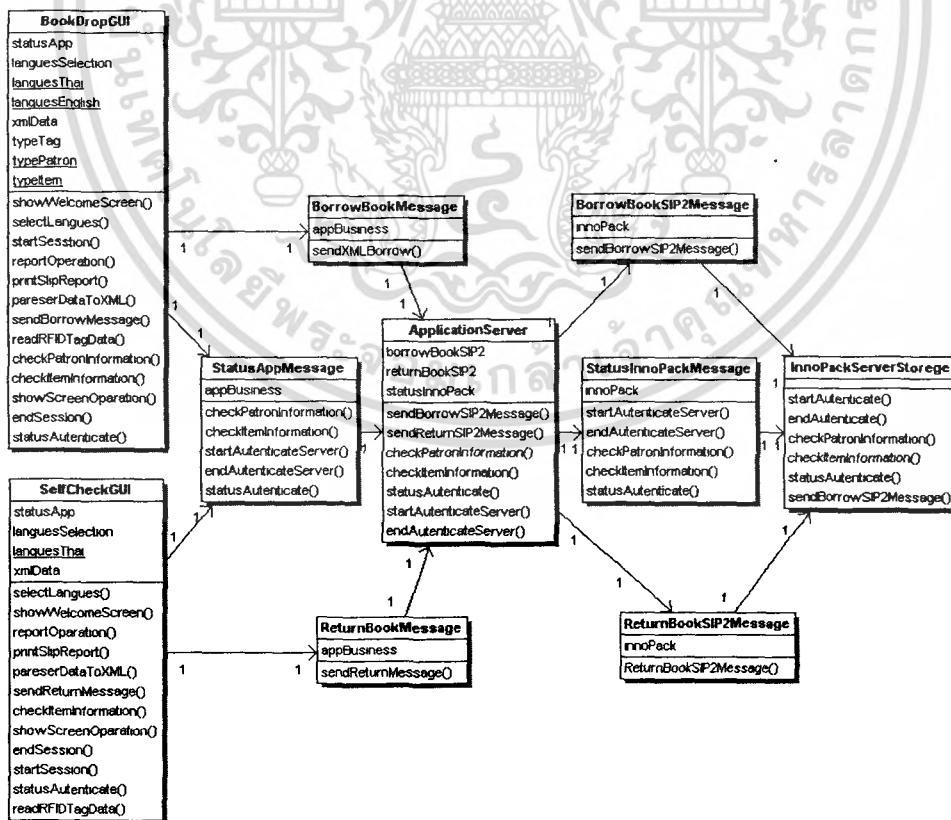
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.5 Class Diagram Analysis ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง



ภาพที่ 4.5 Class Diagram Analysis ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง

### 4.6 Class Diagram Design ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง

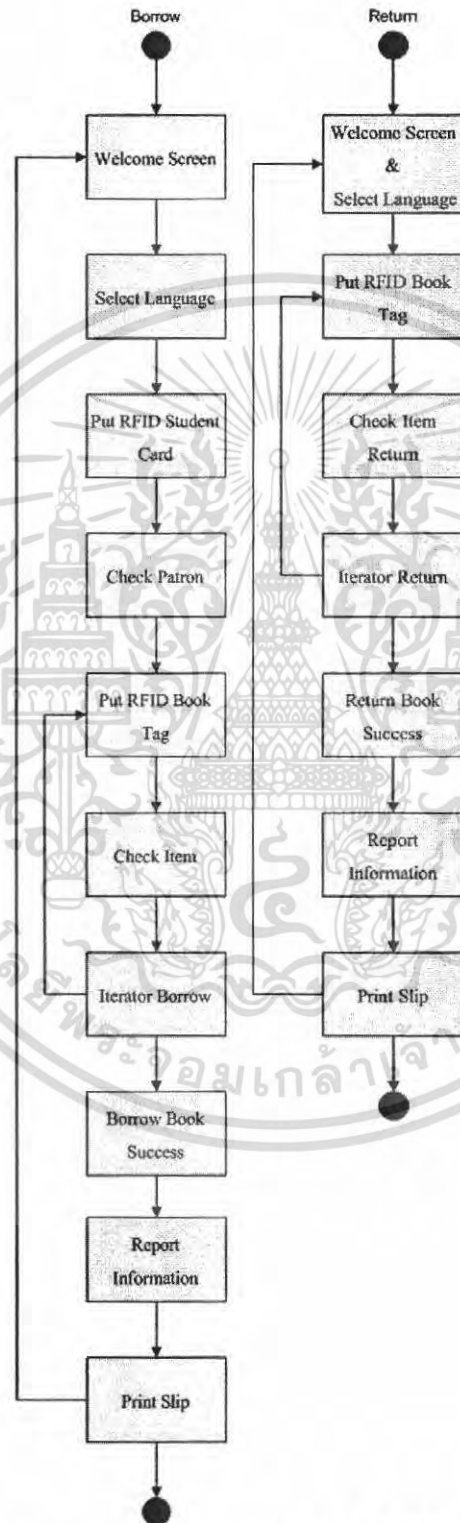


ภาพที่ 4.6 Class Diagram Design ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



#### 4.8 State machine ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง



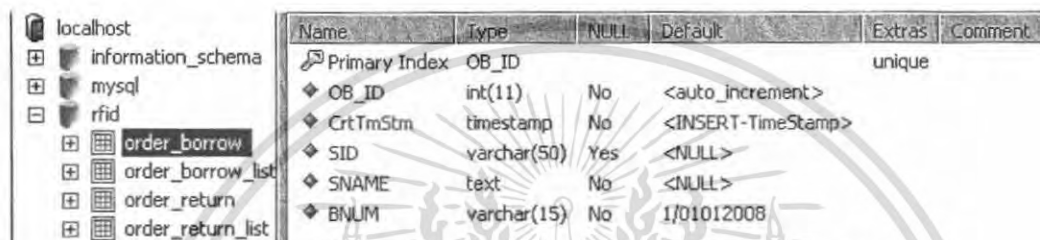
ภาพที่ 4.8 State machine ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.9 Log ของระบบยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง

เมื่อมีการยืมคืนหนังสือผ่านเครื่องยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง ระบบจะเก็บข้อมูลการยืมคืนหนังสือลงฐานข้อมูลMySQLชื่อว่าrfidเพื่อใช้เก็บLogในการยืมคืนหนังสือด้วยตนเอง โดยภายในฐานข้อมูลประกอบด้วย 4 ตารางคือ

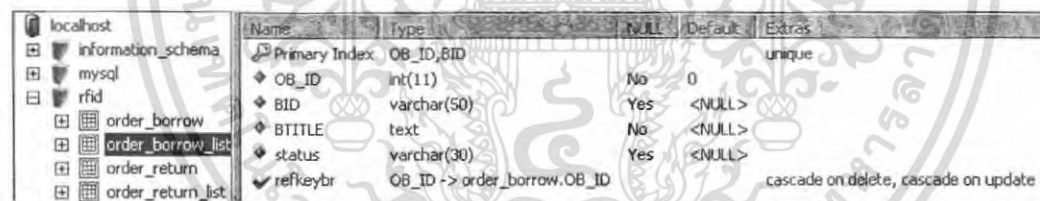
ตารางorder\_borrowใช้ในการเก็บข้อมูลของการยืมโดยประกอบด้วยลำดับการยืมหนังสือ, วันเวลาที่ยืมหนังสือ, รหัสสมาชิก, ชื่อสมาชิก และลำดับที่ยืมหนังสือของแต่ละวัน



Name	Type	NULL	Default	Extras	Comment
Primary Index	OB_ID				unique
OB_ID	int(11)	No	<auto_increment>		
CrtTmStm	timestamp	No	<INSERT-TimeStamp>		
SID	varchar(50)	Yes	<NULL>		
SNAME	text	No	<NULL>		
BNUM	varchar(15)	No	1/01012008		

ภาพที่ 4.9 รายละเอียดของตารางorder\_borrowของฐานข้อมูลrfid

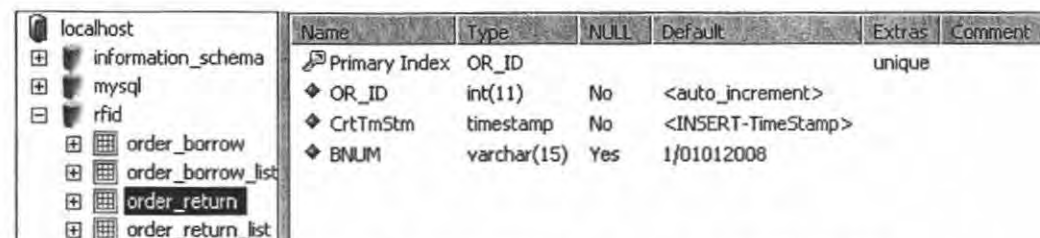
ตารางorder\_borrow\_listใช้ในการเก็บข้อมูลข้อมูลของลำดับการยืมหนังสือ โดยประกอบด้วย ลำดับการยืมหนังสือ, รหัสหนังสือ, ชื่อหนังสือ และ สถานะของการยืมหนังสือ



Name	Type	NULL	Default	Extras	Comment
Primary Index	OB_ID,BID				unique
OB_ID	int(11)	No	0		
BID	varchar(50)	Yes	<NULL>		
BTITLE	text	No	<NULL>		
status	varchar(30)	Yes	<NULL>		
refkeybr	OB_ID -> order_borrow.OB_ID				cascade on delete, cascade on update

ภาพที่ 4.10 รายละเอียดของตารางorder\_borrow\_listของฐานข้อมูลrfid

ตารางorder\_returnใช้ในการเก็บข้อมูลของการคืน โดยประกอบด้วยลำดับการคืนหนังสือ, วันเวลาที่คืนหนังสือ และ ลำดับที่คืนหนังสือของแต่ละวัน



Name	Type	NULL	Default	Extras	Comment
Primary Index	OR_ID				unique
OR_ID	int(11)	No	<auto_increment>		
CrtTmStm	timestamp	No	<INSERT-TimeStamp>		
BNUM	varchar(15)	Yes	1/01012008		

ภาพที่ 4.11 รายละเอียดของตารางorder\_return ของฐานข้อมูลrfid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางorder\_return\_listใช้ในการเก็บข้อมูลข้อมูลของลำดับการคืนหนังสือโดยประกอบ  
ด้วย ลำดับการคืนหนังสือ, รหัสหนังสือ, ชื่อหนังสือ และ สถานะของการคืนหนังสือ

Name	Type	NULL	Default	Extras
Primary Index	OR_ID,BID			unique
OR_ID	int(11)	No	<auto_increment>	
BID	varchar(50)	Yes	<NULL>	
BTITLE	text	Yes	<NULL>	
status	varchar(30)	Yes	<NULL>	
refkeyret	OR_ID -> order_return.OR_ID			cascade on delete, cascade on update

ภาพที่ 4.12 รายละเอียดของตารางorder\_return\_listของฐานข้อมูลrfid

โดยความสัมพันธ์ของตารางorder\_borrowกับorder\_borrow\_list และความสัมพันธ์  
ระหว่างตาราง order\_returnกับorder\_return\_list จะเป็นแบบ one to many (1:N)



ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างตารางของฐานข้อมูลrfid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### การทดลองและผลการทดลอง

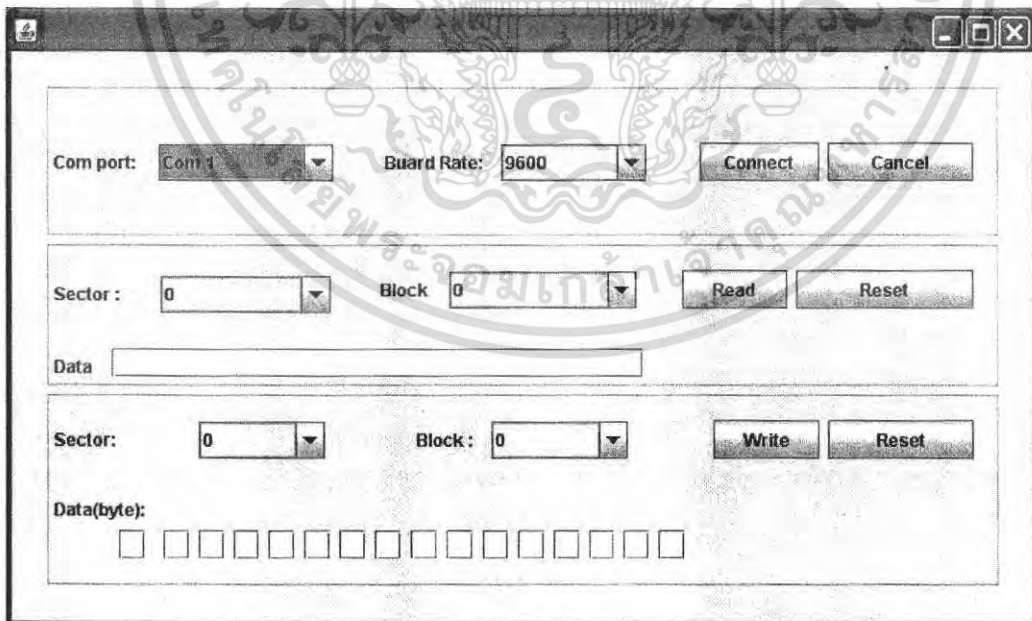
#### 5.1 บทนำ

ในส่วนของการทดลองนี้ เราได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นโปรแกรมสำหรับอ่านและเขียนRFID Tag ส่วนที่เป็นโปรแกรมพิมพ์หนังสือ ส่วนที่เป็นโปรแกรมคืนหนังสือ และส่วนรายงานการยืมคืนหนังสือ

#### 5.2 ขั้นตอนการทดลอง

ในขั้นตอนแรกนั้นเราจะต้องทำการติดตั้งเครื่องอ่านและเขียนอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่านคอมพอร์ต (RS-232) เพื่อการรับส่งข้อมูลและพอร์ต PS/2 เพื่อจ่ายไฟให้กับเครื่องอ่าน หลังจากติดตั้งอุปกรณ์และ โปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้วสามารถเริ่มการใช้งานระบบได้ดังต่อไปนี้

##### 5.2.1 เปิดโปรแกรมอ่านและเขียนอาร์เอฟไอดี

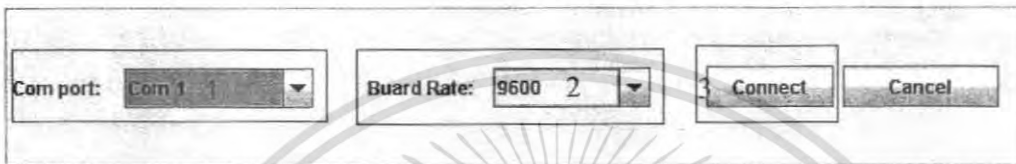


ภาพที่ 5.1 แสดงUser Interfaceของโปรแกรมอ่านและเขียนอาร์เอฟไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.2 เชื่อมต่อกับRFID Reader

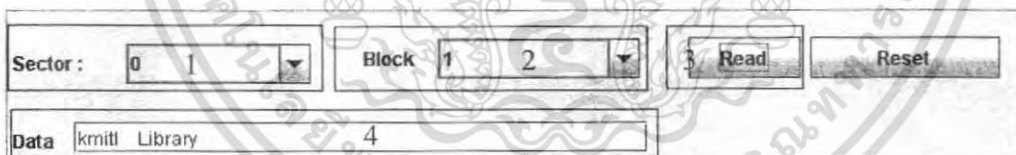
1. เลือกCom port ที่ต้องการ
2. เลือกBuard Rateที่ต้องการ
3. กดปุ่ม Connect



ภาพที่ 5.2 การเชื่อมต่อกับRFID Reader

### 5.2.3 อ่านข้อมูลจาก RFID Tag

1. เลือกSector ที่ต้องการอ่าน
2. เลือกBlockที่ต้องการอ่าน
3. กดปุ่ม Read
4. ข้อมูลถูกแสดงออกมาในช่องData

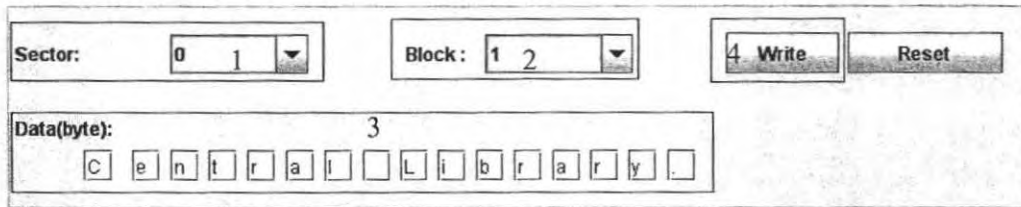


ภาพที่ 5.3 การอ่านข้อมูลจากRFID Tag

### 5.2.4 เขียนข้อมูลลง Tag

1. เลือกSector ที่ต้องการ
2. เลือกBlockที่ต้องการ
3. ใส่ข้อมูลที่ต้องการเขียนลงในช่องData (byte)
4. กดปุ่ม Write

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.4 การเขียนข้อมูลลงRFID Tag

### 5.2.5 การยืมหนังสือ

เมื่อเปิดโปรแกรมยืมหนังสือ โปรแกรมจะเรียกหารหัสสมาชิกโดยจะรอรับค่าจาก RFID

Reader



ภาพที่ 5.5 แสดงหน้าต่างรอรับรหัสสมาชิกของโปรแกรมยืมหนังสือ

เมื่อใส่รหัสสมาชิกแล้ว โปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานเลือกภาษาที่จะใช้งาน



ภาพที่ 5.6 แสดงหน้าต่างเลือกภาษาของโปรแกรมยืมหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกภาษาแล้วโปรแกรมจะรอรับรหัสของหนังสือจาก RFID Reader



ภาพที่ 5.7 แสดงหน้าต่างรอรับรหัสหนังสือของโปรแกรมยืมหนังสือ

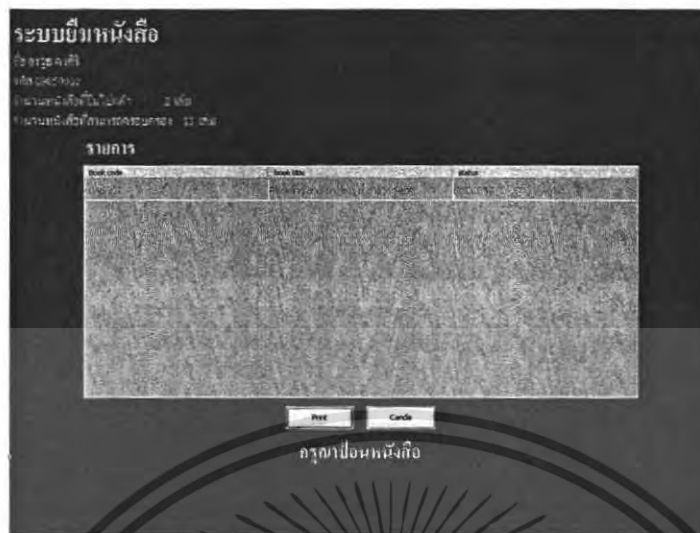
ให้นำหนังสือวางในจุดที่กำหนดไว้โปรแกรมจะอ่าน ไอดีของหนังสือและเรียกข้อมูลจาก Server Innopac มาแสดง



ภาพที่ 5.8 แสดงหน้าต่างแสดงข้อมูลหนังสือของโปรแกรมยืมหนังสือ

เมื่อรายชื่อนหนังสือที่ต้องการยืมแสดงบนหน้าจอครบแล้วให้คลิกปุ่ม Confirm เพื่อยืมหนังสือ สถานะของการยืมหนังสือจะเปลี่ยนเป็น Success และปุ่ม Confirm จะเปลี่ยนเป็นปุ่ม Print เพื่อปริ้นสลิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.9 แสดงหน้าต่างการยืมหนังสือเสร็จสมบูรณ์ของโปรแกรมยืมหนังสือ

เมื่อคลิกที่ปุ่ม print โปรแกรมจะปริ้นสลิปรายการยืมหนังสือ ผู้ยืมสามารถนำหนังสือออกจากจุดที่วางหนังสือได้

หอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

โทรศัพท์ : 02 326 4730

ใบเสร็จยืมหนังสือ เลขที่ 1/20080316

วันที่ : 16/03/2551

ชื่อสมาชิก : อารุณ คงศิริ

รหัส : e046007

หัวเรื่อง : Planning and project management

วันสิ้นสุด : 23/03/2551

ภาพที่ 5.10 แสดงสลิปของโปรแกรมยืมหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.6 การคืนหนังสือ

เมื่อเปิดโปรแกรมคืนหนังสือ โปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานเลือกภาษาที่จะใช้งาน



ภาพที่ 5.11 แสดงหน้าต่างเลือกภาษาของโปรแกรมคืนหนังสือ

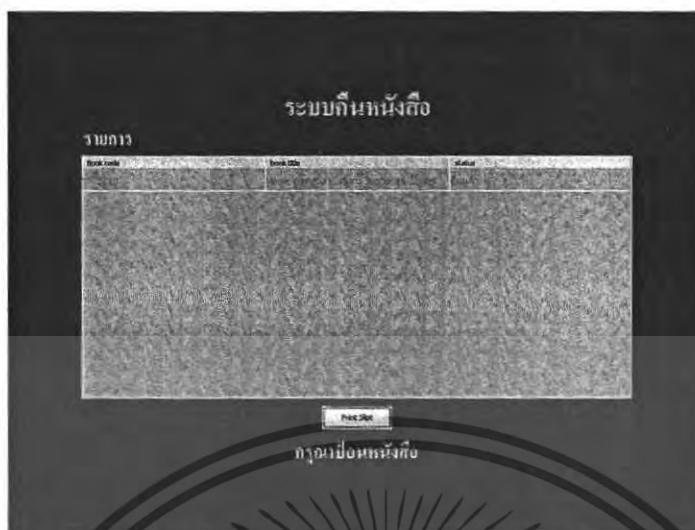
เมื่อเลือกภาษาแล้ว โปรแกรมจะรอรับรหัสของหนังสือจาก RFID Reader โดยผู้ที่ต้องการคืนหนังสือ ต้องหย่อนหนังสือลงในช่องที่กำหนดไว้



ภาพที่ 5.12 แสดงหน้าต่างรอรับรหัสหนังสือของ โปรแกรมคืนหนังสือ

เมื่อผู้คืนหนังสือหย่อนหนังสือลงช่องที่กำหนดไว้รายละเอียดของหนังสือจะถูกเรียกขึ้นมาแสดงและสถานะของการคืนจะแสดงว่าคืนแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.13 แสดงหน้าต่างรายการคืนหนังสือของโปรแกรมคืนหนังสือ

เมื่อรายชื่อนหนังสือที่ต้องการคืนแสดงบนหน้าจอครบแล้วให้คลิกปุ่มPrint Slipเพื่อปริ้น  
สลิปรายการคืนหนังสือ

หอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

โทรศัพท์. 02 326 4730

ใบเสร็จคืนหนังสือ เลขที่ 1/20080316

วันที่ : 16/03/2551

รหัส : t072318

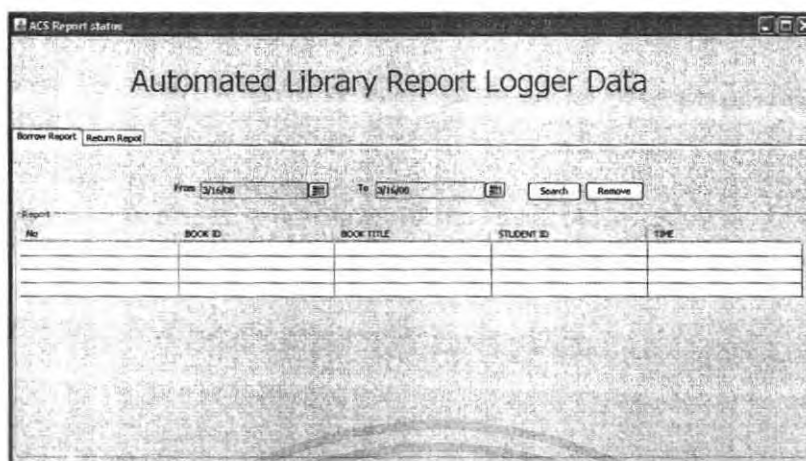
หัวเรื่อง : Mobile communications Jochen H. Schiller

ภาพที่ 5.14 แสดงสลิปของโปรแกรมคืนหนังสือ

### 5.2.7 การดูรายงานการยืมคืนหนังสือ

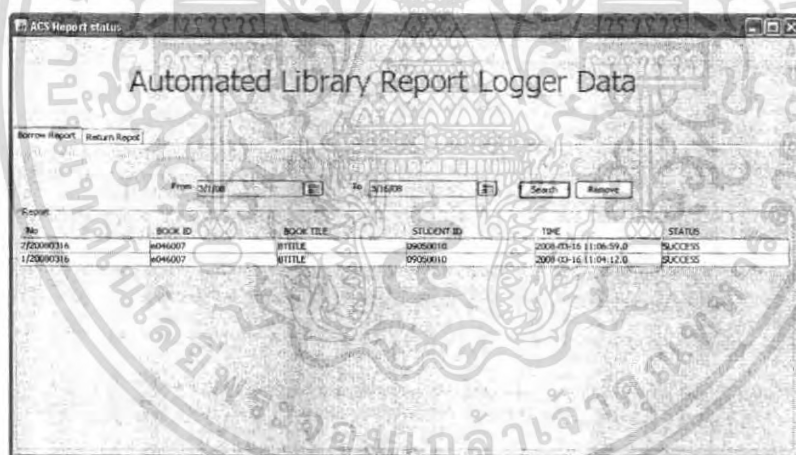
โปรแกรมรายงานการยืมคืนหนังสือจะแบ่งออกเป็น2ส่วนคือ Borrow Report และ  
Return Report

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.15 แสดงโปรแกรมรายงานการยืมคืนหนังสือ

หากต้องการดูรายงานการยืมให้คลิกที่ Borrow Report หากต้องการดูรายงานการคืนให้คลิกที่ Return Report จากนั้นเลือกช่วงเวลาที่ต้องการดูรายงานแล้วคลิกที่ Search รายงานจะถูกแสดงไว้ด้านล่าง

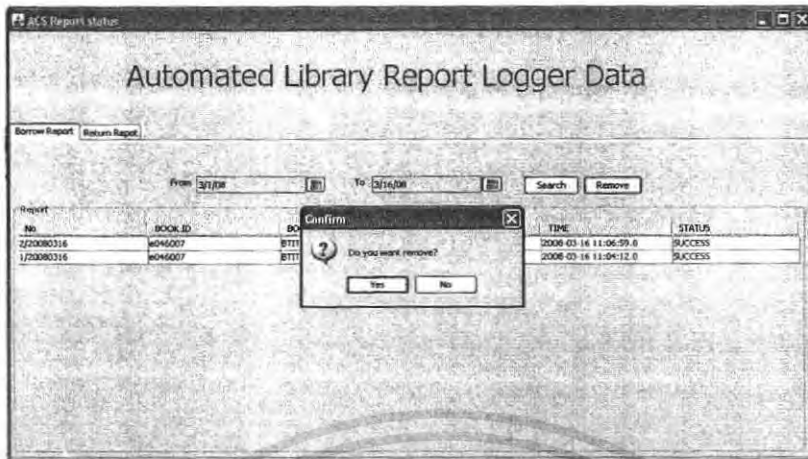


ภาพที่ 5.16 แสดงรายงานการยืมหนังสือ

หากต้องการลบรายงานการยืมให้เลือกช่วงเวลาที่ต้องการลบรายงานในหน้าต่าง Borrow Report แล้วคลิกที่ Remove รายงานการยืมในช่วงเวลานั้นจะถูกลบไป

หากต้องการลบรายงานการคืนให้เลือกช่วงเวลาที่ต้องการลบรายงานในหน้าต่าง Return Report แล้วคลิกที่ Remove รายงานการคืนในช่วงเวลานั้นจะถูกลบไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.17 แสดงการลบรายงานการยืมหนังสือ

### 5.3 ผลการทดลอง

จากที่ได้ทำการทดลอง โปรแกรมอ่านและเขียนอาร์เอฟไอดีทำให้สามารถติดต่อกับRFID Reader ผ่านทาง Com Port1 และกำหนด Baud Rate ที่9600bit/sec เมื่อเชื่อมต่อเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมสามารถอ่านเขียนข้อมูลจากRFID Tag ในBlockใดๆของ Sector ใดๆก็ได้ยกเว้น Block 0 Sector 0 เพราะเป็น block ที่ใช้เก็บค่าconfiguration tag มาจากโรงงาน

จากการทดลอง โปรแกรมยืมและคืนหนังสือ โปรแกรมสามารถอ่านข้อมูลในRFID Tag แล้วส่งไปเรียกข้อมูลของสมาชิกและหนังสือผ่านทางSIP2 Protocolได้แต่ข้อมูลที่ได้รับจะไม่รองรับภาษาไทยเนื่องจากไม่รู้ว่Server INNOPAC เข้ารหัสตัวอักษรมาในรูปแบบใด และไม่สามารถที่จะยืมและคืนหนังสือได้เนื่องจากไม่สามารถLoginไปที่ Server INNOPACได้

จากที่ได้ทำการทดลอง โปรแกรมดูรายงานการยืมคืนหนังสือ ทำให้สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ว่าหนังสือเล่มใดถูกยืมหรือคืนเวลาใด ทำให้เมื่อมีปัญหาสมาชิกแจ้งว่าได้คืนหนังสือกับเครื่องคืนหนังสือแล้วแต่รายการยืมหนังสือเล่มดังกล่าวยังไม่หายไปก็สามารถมาตรวจสอบได้

## บทที่ 6

# สรุปผลการดำเนินงาน

### 6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและค้นคว้าการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีและ SIP2 Protocol แล้ว ทำให้เข้าใจการทำงานทั้งหมดของระบบ ทำให้สามารถออกแบบโปรแกรมยืมและคืนหนังสือด้วยตนเอง โดยใช้อาร์เอฟไอดีเป็นอุปกรณ์รับค่าอินพุทของรหัสสมาชิก และรหัสหนังสือ แล้วส่งผ่าน SIP2 Protocol ไปยัง Server INNOPAC เพื่อยืมและคืนหนังสือ แต่ติดปัญหาที่ Login Message ที่ส่งไปยัง Server INNOPAC นั้นไม่สำเร็จจึงทำให้ไม่สามารถยืมและคืนหนังสือได้ ทำได้เพียงดูข้อมูลของสมาชิกและข้อมูลหนังสือเท่านั้น

### 6.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. RFID Reader แต่ละตัวรองรับการใช้งานไม่ครอบคลุมทุกภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมทำให้เกิดข้อจำกัดทางการใช้งานเพราะว่าตัวโปรแกรมใช้ภาษา Java เขียนแต่ RFID Reader ที่รองรับภาษา Java นั้นไม่สามารถอ่าน RFID Tag ของหนังสือในสำนักหอสมุดได้
2. RFID Reader แต่ละตัวมีระยะการอ่าน RFID Tag ไม่แน่นอนทำให้เกิดข้อจำกัดทางการใช้งานเพราะว่า RFID Reader ตัวที่ใช้งานสามารถอ่านได้แค่ในระยะ 1 เซนติเมตรเท่านั้น
3. ฟังก์ชันของ RFID Reader แต่ละตัวไม่เหมือนกันถ้าหากเปลี่ยน RFID Reader ก็ต้องเขียนโปรแกรมใหม่ด้วยเช่นกัน
4. ฟังก์ชันยังไม่มีที่เช็คเข้ารหัสข้อมูลในแท็กการ์ด ละยังไม่ได้เช็คในด้านของ Access Control
5. ไม่สามารถ Login เข้าใช้งาน Server INNOPAC ได้ เนื่องจากได้รับ SIP2 Message 96 ตอบกลับมาจาก Server INNOPAC ซึ่งหมายถึงการให้ส่ง Message เดิมไปใหม่เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับผิดพลาด จึงไม่ทราบว่าสาเหตุที่ผิดพลาดนั้นมาจากสิ่งใด ทั้งที่ได้ส่งตามรูปแบบที่กำหนดไว้แล้ว จึงทำให้ไม่สามารถยืมและคืนหนังสือได้
6. ไม่สามารถทราบการเข้ารหัสของฟอนท์ที่ส่งมาจาก Server INNOPAC ทำให้ไม่สามารถอ่านภาษาไทยได้

### 6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ปัญหา

1. RFID Reader ที่ใช้งานต้องรองรับการใช้งานครอบคลุมทุกภาษาที่ใช้เขียน
2. RFID Reader ที่ใช้งานต้องสามารถอ่านและเขียนRFID Tag ของหนังสือในสำนักหอสมุดได้
3. ข้อมูลที่เก็บไว้ในแท็กการ์ด ยังไม่ได้มีการป้องกันในการเข้ารหัส หากต้องการความปลอดภัยมากยิ่งขึ้นก็ควรเสริมด้วยการเข้ารหัสข้อมูล
4. ต้องติดต่อเรื่อง User, PasswordและวิธีLogin ผ่านทาง SIP2 Port กับทางบริษัทผู้ดูแล Server INNOPAC ให้ชัดเจน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

ศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม. 2549. รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี. [Online].

Available : [http://www.rfid.thai.net/rfid\\_main/images\\_rfid/rfid\\_booklet.pdf](http://www.rfid.thai.net/rfid_main/images_rfid/rfid_booklet.pdf).

3M. 1998. **3M Standard Interchange Protocol**. [Online].

Available : <http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?ddddddNLXpsdyHedrHeddd4LYP0DDDDDC->.

3M. 1999. **3M Standard Interchange Protocol V2.00**. [Online].

Available : [http://www.aneg-dv.de/allegro/sip2/sip2\\_developers\\_guide.pdf](http://www.aneg-dv.de/allegro/sip2/sip2_developers_guide.pdf).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้