สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบบแผนการประเมินผลการสูญเสียของสัญญาณการส่งผ่านในอากาศว่างของตัวบ่งชี้ด้วยความถี่วิทยุสำหรับระบบไร้สายระยะสั้น

Free space Transmission Loss Evaluation Scheme of RFID for Short-Range Wireless Systems

โดย

อธิวัฒน์ รอดเทียน รหัส 48015603

ณัฐบุญ จันทร์จ้อย รหัส 47010221

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83092
วัน,เดือน,ปี.....- 5 ส.ค. 2551

.b.....119 b3967.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Free space Transmission Loss Evaluation Scheme of RFID for Short-Range Wireless Systems

By

Mr.ATHIWAT RODTEARN

Mr.NATTABOON JUNJOY

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF BACHELOR IN

DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แบบแผนการประเมินผลการสูญเสียของสัญญาณการส่งผ่านในอากาศว่างของ ตัวบ่งชี้ด้วยความถี่วิทยุสำหรับระบบไร้สายระยะสั้น
ชื่อนักศึกษา	อธิวัฒน์ รอดเทียน รหัส 48015603
	ณัฐบุญ จันทร์จ้อย รหัส 47010221
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. นิกร สุขุตมตันติ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ สถาพร พรหมวงศ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....

(รศ. นิกร สุขุตมตันติ)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

(อาจารย์สถาพร พรหมวงศ์)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ แบบแผนการประเมินผลการสูญเสียของสัญญาณการส่งผ่านใน
อากาศว่างของตัวบ่งชี้ด้วยความถี่วิทยุสำหรับระบบไร้สายระยะสั้น

ชื่อนักศึกษา นายอธิวัฒน์ รอดเทียน รหัสนักศึกษา 48015603
นาย ณัฐบุญ จันทร์จ้อย รหัสนักศึกษา 47010221

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. นิกร สุขุตมตันติ
อาจารย์ สถาพร พรหมวงศ์

ระดับการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

การใช้งานตัวบ่งชี้ด้วยความถี่วิทยุสำหรับระบบไร้สายระยะสั้นได้ถูกนำมาใช้งานอย่างหลากหลายในปัจจุบัน ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID) ในย่านความถี่ไมโครเวฟ(2.4 GHz) ตลอดจนศึกษารูปแบบการประเมินผลการสูญเสียของสัญญาณการส่งผ่านในอากาศว่างของตัวบ่งชี้ด้วยความถี่วิทยุสำหรับระบบไร้สายระยะสั้น โดยนำมาประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความปลอดภัยใน สถานที่ราชการ สำนักงานและ สถานที่ต่างๆ เช่น การตรวจสอบเลขทะเบียนของรถยนต์ ข้อมูลของเจ้าของรถ หมายเลขประจำตัวบัตรประชาชน คุณลักษณะเด่นของรถ เป็นต้น โดยเราสามารถตรวจสอบข้อมูลเหล่านี้ได้จาก แท็ก หรือ ทรานสปอนเดอร์ (tag หรือ Transponder) ที่เก็บข้อมูล เพื่อการตรวจสอบข้อมูลและตรวจหาความผิดปกติที่เกิดขึ้นในสถานที่สำนักงานหรือ สถานที่ราชการนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Free space Transmission Loss Evaluation Scheme of RFID for Short-Range Wireless Systems
Student	Mr.ATHIWAT RODTEARN Mr.NATTABOON JUNJOY
Advisor	Ass.Prof Nikorn Dr.Sathaporn Promwong
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2007

ABSTRACT

Nowadays, RFID for short range have been in use of variety of applications. This paper presents the application of RFID technology at microwave band (2.4GHz) and study of Free space Transmission Loss Evaluation Scheme of RFID for Short-Range Wireless Systems. In this project ,we expose the application for security in Government Office such as detection of Driver License , prominent property of the car. We can detect these data from tag or transponder.The purpose of the detection is to find something abnormal that may bring severe situation happen.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นได้นั้น ขอขอบคุณ รศ.นิกร สุขุตมตันติ และอาจารย์สถาพร พรหมวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษาและแนวคิดต่างๆในการทำโครงงานนี้ รวมทั้งดูแลตรวจทานจนกระทั้งสำเร็จเป็นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำตลอดมารวมถึงพี่ๆปริญญาโท และเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาต่างๆและเป็นกำลังใจให้

ท้ายที่สุด คณะผู้จัดทำขอขอบคุณบิดา มารดา บุคคลที่มีความสำคัญที่สุดที่คอยให้การสนับสนุนในทุกๆด้านและคอยให้กำลังใจตลอดเวลา ซึ่งทำให้ผู้จัดทำมีวันนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ
อธิวัฒน์ รอดเทียน
ณัฐบุญ จันทร์จ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.5 เนื้อหาของรายงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บทนำ	3
2.2 ความหมายและประวัติความเป็นมา	4
2.3 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี	5
2.3.1 องค์ประกอบของแท็ก (Tag/Transponder)	6
2.3.2 ตำแหน่งของแท็กส์	7
2.3.3 ระบบการอ่าน/เขียนข้อมูลอย่างง่ายของ RFID	8
2.3.4 องค์ประกอบของเครื่องอ่าน (Reader) และหน้าที่การทำงาน	10
2.3.5 การชนกันของข้อมูล	11
2.4 การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี	11
2.5 การทำงานอาร์เอฟไอดี	14
2.5.1 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซี	14
2.5.2 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ [ต่อ]

เรื่อง	หน้า
2.5.3 หลักการและเทคนิคเบื้องต้นในการรับและส่งข้อมูล	15
2.6 มาตรฐานของอาร์เอฟไอดี	18
2.7 คลื่นความถี่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี	20
2.8 การประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดีในประเทศไทย	23
2.8.1 การประยุกต์ใช้ RFID ในห่วงโซ่อุปาทาน และระบบลอจิสติกส์	23
2.8.1.1 การประยุกต์ใช้ RFID ในอุตสาหกรรมการผลิต	24
2.8.1.2 การประยุกต์ใช้ RFID ในคลังสินค้า	24
2.8.1.3 การประยุกต์ใช้ RFID ในระบบการขนส่ง	25
2.8.1.4 การประยุกต์ใช้ RFID ในร้านค้า	26
2.8.1.5 การประยุกต์ใช้ RFID ในอุตสาหกรรมรถยนต์	26
2.8.1.6 การประยุกต์ใช้ RFID ในเกษตรกรรม	27
2.8.1.7 การประยุกต์ใช้ RFID ในการแพทย์	29
2.8.1.8 การประยุกต์ใช้ RFID ในห้องสมุด	30
2.9 สรุป	31
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
3.1 กล่าวนำ	32
3.2 ค่าการสูญเสียจากการแผ่กระจายกำลังงานในอากาศอิสระ	32
3.3 การวัดค่าอัตราขยายของสายอากาศ (Antenna Gain Measurement)	33
3.4 สายอากาศปากแตรทรงพีระมิด (Pyramidal Horn Antenna)	35
3.5 สายอากาศแบบเส้นตัวนำ	38
3.6 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	38
3.6.1 สมการการถ่ายโอนของฟรีส	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การสูญเสียเชิงวิถี (Path Loss) 39
3.6.3 ทฤษฎีการขยายการส่งผ่าน (Transmission Gain) 39
3.6.4 Power Delay Profile 40
3.7 สรุป 41

บทที่ 4 การออกแบบและขั้นตอนการวัดผล

4.1 กล่าวนำ 42
4.2 แบบจำลองการวัดสัญญาณ 42
4.3 การจัดเตรียมอุปกรณ์ 43
4.3.1 การเตรียมเครื่อง Vector Network Analyzer ก่อนทำการวัด 43
4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 44
4.4 ขั้นตอนการทำการทดลอง 44
4.5 พารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการทดลอง 45
4.6 สรุป 46

บทที่ 5 ผลการทดลอง

5.1 กล่าวนำ 47
5.2 ผลการทดลองทั้ง 3 ตำแหน่ง 47
5.2.1 เฟสของฟังก์ชันการส่งผ่านทางความถี่ (Phase) 47
5.2.2 ฟังก์ชันการส่งผ่านของสายอากาศ 49
5.2.3 ค่าการสูญเสียเชิงวิถีและอัตราการขยายเชิงวิถี 50
5.2.4 ภาพหน้าตัดข้างการประวิงกำลังงานของสัญญาณ 53
5.2.5 ลักษณะการกระจายทางเวลาของสัญญาณ 55

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง

6.1 กล่าวนำ 56
6.2 สรุปผลจากการวัดและวิเคราะห์สัญญาณ 56
6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไปเพื่อการใช้งานจริง 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ [ต่อ]

เรื่อง	หน้า
6.4 ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 ระบบ Auto-ID ในปัจจุบัน 3
รูปที่ 2.2 ระบบอาร์เอฟไอดี 6
รูปที่2.3 องค์ประกอบทั่วไปของแท็ก 7
รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี 10
รูปที่ 2.5 เทคนิคที่ใช้ในการอ่านหลายแท็กพร้อมกัน 11
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในคลังสินค้า 12
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในซูเปอร์มาร์เก็ต 13
รูปที่2.8 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานแท็กส์และตัวอ่านข้อมูล 13
รูปที่ 2.9 สนามแม่เหล็กจากกระบวนการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ 15
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการเข้ารหัสแบบต่าง ๆ 16
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการทำ ASK 17
รูปที่ 2.12 เครื่องอ่านทำงานร่วมกับแท็กหลาย ๆ อันพร้อม ๆ กัน 17
รูปที่ 2.13 ตัวอย่างของอัลกอริธึมในการป้องกันการชนกันของข้อมูล (Anti-Collision) ในแท็ก 18
รูปที่ 2.14 แสดงความถี่ย่านที่ระบบอาร์เอฟไอดีถูกใช้งาน 20
รูปที่ 2.15 การประยุกต์ใช้ RFID ในคลังสินค้า 25
รูปที่ 2.16 การประยุกต์ใช้ RFID ในอุตสาหกรรมรถยนต์ 27
รูปที่ 2.17 การประยุกต์ใช้ RFID ในเกษตรกรรม 29
รูปที่ 2.18 การประยุกต์ใช้ RFID ในการแพทย์ 29
รูปที่ 2.19 การประยุกต์ใช้ RFID ในห้องสมุด 30
รูปที่ 3.1 แสดงรูปสายอากาศปากแตร (Horn Antenna) 34
รูปที่ 3.2 แสดงรูปสายอากาศปากแตรรูปทรงพีระมิด 35
รูปที่ 3.3 ค่าผิดพลาดเชิงเฟส (Phase Errors: Δ) 36
รูปที่ 3.4 ค่าส่วนประกอบการสูญเสีย (Loss Factor) 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป[ต่อ]

รูปที่ หน้า

รูปที่ 3.5 สายอากาศแบบเส้นตัวนำกลาง 38
รูปที่ 3.5 แบบจำลองการสูญเสียการส่ง 39
รูปที่ 4.1 แบบจำลองการวัด 42
รูปที่ 4.2 เครื่อง Vector Network Analyzer 43
รูปที่ 4.3 Grid Horn Antenna 44
รูปที่ 4.4 Meander Line Antenna 44
รูปที่ 4.5 การจัดเตรียมสายอากาศ 44
รูปที่ 4.6 การจัดเตรียมเครื่อง Vector Network Analyzer 45
รูปที่ 5.1 Measurement Transfer Function : Phase Center 47
รูปที่ 5.2 Measurement Transfer Function : Phase Left 48
รูปที่ 5.3 Measurement Transfer Function : Phase Right 48
รูปที่ 5.4 Measurement Transfer Function: Magnitude Center 49
รูปที่ 5.5 Measurement Transfer Function: Magnitude Left 49
รูปที่5.6 Measurement Transfer Function: Magnitude Right 50
รูปที่ 5.7 Power Los 50
รูปที่ 5.8 Power Gain Center 51
รูปที่ 5.9 Power Loss Left 51
รูปที่ 5.10 Power Gain Left 52
รูปที่ 5.11 Power Loss Right 52
รูปที่ 5.12 Power Gain Right 53
รูปที่ 5.15 Power Delay Profile Center 54
รูปที่ 5.16 Power Delay Profile Left 54
รูปที่ 5.17 Power Delay Profile Right 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบมาตรฐานระหว่าง ISO/IEC และ EPC	19
ตารางที่ 2.2 แสดงความถี่ที่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี	21
ตารางที่ 2.3 แสดงข้อแตกต่างของอาร์เอฟไอดีย่านความถี่ต่าง ๆ (1)	22
ตารางที่ 2.3 แสดงข้อแตกต่างของอาร์เอฟไอดีย่านความถี่ต่าง ๆ (2)	22
ตารางที่ 4.1 พารามิเตอร์สำคัญที่ใช้ในการทดลอง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุผล

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

ในปัจจุบันการควบคุมการเข้า – ออกของรถยนต์ใน สถานศึกษา สถานที่ราชการ และหน่วยงานต่างๆ เพื่อรักษาความปลอดภัยและอำนวยความสะดวกนั้นเป็นเรื่องยาก และยังใช้คนควบคุมจำนวนมากแถมยังมีการแลกบัตรหรือตรวจสอบข้อมูลของการเข้า – ออก ซึ้งเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและช้ามาก ถ้าเรานำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้ควบคู่กันก็จะสามารถลดปัญหาต่างๆได้

ดังนั้นเราจึงมีแนวความคิดที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID) ว่าถ้านำมาใช้กับรถยนต์ จะเกิดการสูญเสียของสัญญาณอย่างไร ผลกระทบที่เกิดขึ้นมีผลกระทบมากน้อยเพียงได้ และเราสามารถแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้นได้อย่างไร นี้จึงเป็นเหตุผลที่เราได้ทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีและการนำมาประยุกต์ใช้งานของระบบอาร์เอฟไอดี

1.2.2 เพื่อศึกษารูปแบบการประเมินผลการสูญเสียของสัญญาณการส่งผ่านใน อากาศว่างของตัวบ่งชี้ด้วยความถี่วิทยุสำหรับระบบไร้สายระยะสั้น

1.2.3 เพื่อศึกษาหาค่าคุณลักษณะของสัญญาณวิทยุสำหรับระบบไร้สายระยะสั้น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี และสามารถนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีไปประยุกต์ใช้งานได้

1.3.2 สามารถทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับตัวรถยนต์ ว่าเกิดขึ้นอย่างไรบ้าง

1.3.3 สามารถนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีไปประยุกต์ใช้งานกับการตรวจสอบการเข้า- ออก เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลของเจ้าของรถได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 ออกแบบรูปแบบการวัดโดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเข้าด้วยกับตัวรถยนต์

1.4.2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมเพื่อหาค่าการสูญเสียที่เกิดขึ้นกับตัวรถยนต์

1.5 เนื้อหาของรายงาน

เนื้อหาของรายงานฉบับนี้มีทั้งหมด 5 บท โดยแต่ละบทมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้คือ

- บทที่ 1 เป็นเนื้อหาในส่วนของบทนำซึ่งจะกล่าวถึงความเป็นมาและแนวความคิดการทำโครงงานนี้ซึ่งจะประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และขอบเขตของโครงงาน

- บทที่ 2 เป็นเนื้อหาที่กล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับโครงงานนี้ เช่น ความหมายของอาร์เอฟไอดี หลักการทำงานของอาร์เอฟไอดี การสื่อสารแบบไร้สาย การสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก และการนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ

- บทที่ 3 เป็นเนื้อหาในส่วนของการออกแบบระบบของโครงงานสืบค้นหนังสือในห้องสมุด และขั้นตอนในการดำเนินงานของโครงงาน

- บทที่ 4 เป็นเนื้อหาในส่วนของผลการดำเนินงานของโครงงาน จากการออกแบบระบบและทดลองปฏิบัติการจริงของระบบที่ออกแบบมา

- บทที่ 5 เป็นเนื้อหาในส่วนของผลการทดลองว่าเป็นไปตามทฤษฎีและระบบที่ออกแบบไว้ ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

- บทที่ 6 เป็นเนื้อหาในส่วนของสรุปผลการทำปริญญานิพนธ์และผลการทดลองทั้งหมดที่ทำมา

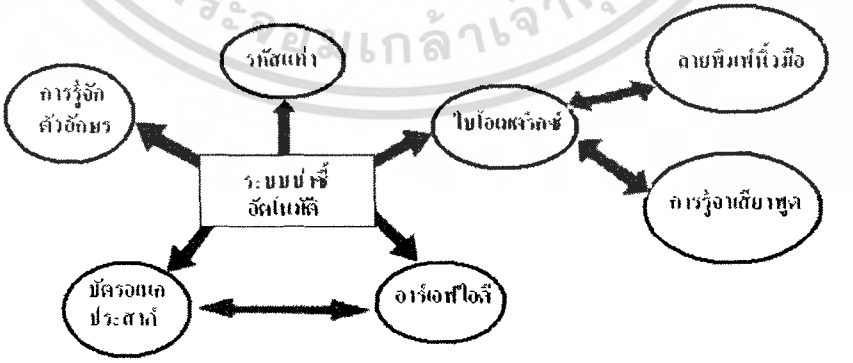
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

2.1 บทนำ

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

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification) หรือการระบุด้วยคลื่นวิทยุเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการบริหารจัดการธุรกิจรูปแบบใหม่และอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตอย่างมาก ซึ่งจะมีส่วนในการเปลี่ยนโฉมของสังคมเข้าสู่สังคมสารสนเทศของประเทศไทย เริ่มมีการใช้งานจริงหรือการทดสอบการใช้งานบ้างแล้ว ได้แก่ บัตรโดยสารรถไฟฟ้าใต้ดิน การทดสอบอาร์เอฟไอดีเพื่อการตรวจสอบย้อนกลับในอุตสาหกรรมอาหาร (food traceability) การใช้อาร์เอฟไอดีในการบริหารจัดการสินค้าคงคลังและการกระจายสินค้าจะเห็นได้ว่า อาร์เอฟไอดีเข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อการเพิ่มขีดการแข่งขันของประเทศเป็นอย่างมาก



รูปที่ 2.1 ระบบ *Auto-ID* ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความหมายของ RFID และประวัติความเป็นมา

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

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

RFID มีข้อได้เปรียบเหนือกว่าระบบบาร์โค้ดดังนี้

- มีความละเอียด และสามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่า ซึ่งทำให้สามารถแยกความแตกต่างของสินค้าแต่ละชิ้นแม้จะเป็น SKU (Stock Keeping Unit – ชนิดสินค้า) เดียวกันก็ตาม
- ความเร็วในการอ่านข้อมูลจากแถบ RFID เร็วกว่าการอ่านข้อมูลจากแถบบาร์โค้ดหลายสิบเท่า
- สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อมกันหลายๆ แถบ RFID
- สามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับได้โดยไม่จำเป็นต้องนำไปจ่อในมุมที่เหมาะสมอย่างการใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Non-Line of Sight)
- ค่าเฉลี่ยของความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยี RFID นั้นจะอยู่ที่ประมาณ 99.5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยระบบบาร์โค้ดอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์
- สามารถเขียนทับข้อมูลได้ จึงทำให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งจะลดต้นทุนของการผลิตป้ายสินค้า ซึ่งคิดเป็นประมาณ 5% ของรายรับของบริษัท
- สามารถขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอ่านข้อมูลซ้ำที่อาจเกิดขึ้นจากระบบบาร์โค้ด
- ความเสียหายของป้ายชื่อ (Tag) น้อยกว่าเนื่องจากไม่จำเป็นต้องติดไว้ภายนอกบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

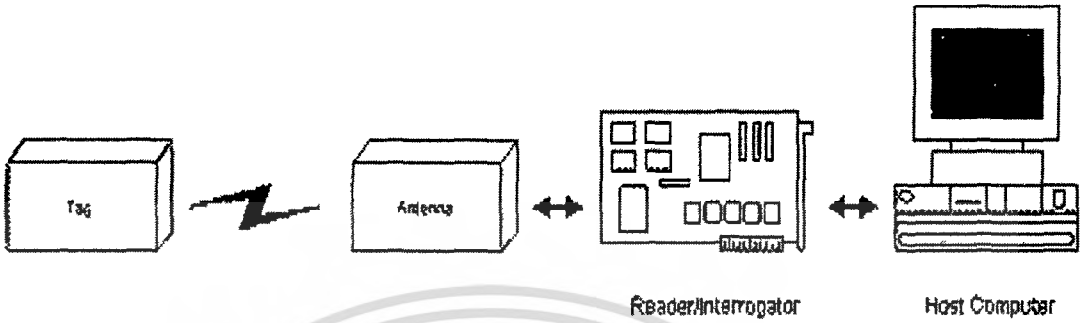
- ระบบความปลอดภัยสูงกว่า ยากต่อการปลอมแปลงและลอกเลียนแบบ
- ทนทานต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก

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

2.3 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี

องค์ประกอบในระบบ RFID จะมีหลักๆ อยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนแรกคือฉลากหรือป้ายขนาดเล็กที่จะถูกผนึกอยู่กับวัตถุที่เราสนใจ โดยฉลากนี้จะทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ฉลากดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า ทรานสพอนเดอร์ (Transponder, Transmitter & Responder) หรือที่เรียกกันโดยทั่ว ไปว่า "แท็ก" (Tag) ส่วนที่สองก็คืออุปกรณ์สำหรับอ่านหรือเขียนข้อมูลภายในแท็ก มีชื่อเรียกว่า ทรานสซิฟเวอร์ (Transceiver, Transmitter & Receiver) หรือที่เรียกกันโดยทั่ว ๆ ไปว่า "เครื่องอ่าน" (Reader) ทั้งสองส่วนจะสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุ สัญญาณนี้ผ่านได้ทั้งโลหะและอโลหะแต่ไม่สามารถติดต่อกับเครื่องอ่านให้อ่านได้โดยตรง เมื่อเครื่องอ่านส่งข้อมูลผ่านความถี่วิทยุ แสดงถึงความต้องการข้อมูลที่ถูกระบุไว้จากป้าย ป้ายจะตอบข้อมูลกลับและเครื่องอ่านจะส่งข้อมูลต่อไปยังส่วนประมวลผลหลักของคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องอ่านจะติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านสายเครือข่าย LAN (Local Area Network) หรือส่งผ่านทางความถี่วิทยุจากทั้งอุปกรณ์มีสายและอุปกรณ์ไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ระบบอาร์เอฟไอดี

2.3.1 องค์ประกอบของแท็ก (Tag/Transponder)

แท็ก (Tag) นั้นเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าทรานสปอนเดอร์ (Transponder) มาจากคำว่าทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ผสมกับคำว่าแรสปอนเดอร์ (Responder) ถ้าจะแปลให้ตรงตามศัพท์ แท็กก็จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณหรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ในแท็กตอบสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล การสื่อสารระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูลจะเป็นการสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุผ่านอากาศ โครงสร้างภายในแท็กจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนของไอซีซึ่งเป็นชิปสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Chip) และส่วนของขดลวดซึ่งทำหน้าที่เป็นเสาอากาศสำหรับรับส่งข้อมูลโดยทั้งสองส่วนนี้จะเชื่อมต่ออยู่ด้วยกัน

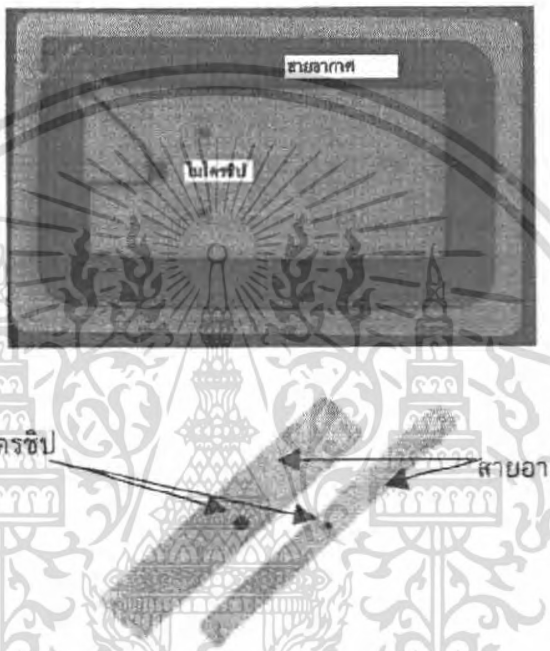
ไอซีของแท็กส์ที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็น หรือไปจนถึงขนาดใหญ่จนสะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กนั้นก็จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

1. ส่วนของการควบคุมภาครับส่งสัญญาณวิทยุ สำหรับโครงสร้างของส่วนนี้ประกอบด้วยภาคดีมอดูเลตและภาคมอดูเลต (สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กกับตัวเครื่องอ่าน) และวงจรกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

2. ส่วนของการควบคุมภาคดิจิตอล ซึ่งรับหน้าที่จัดการเกี่ยงกับกระบวนการทางดิจิตอลทั้งหมด โครงสร้างหลัก ๆ ของส่วนการทำงานนี้ประกอบด้วย ส่วนบันทึกข้อมูล (ประกอบด้วยหน่วยความจำแรม (RAM) , รอม (ROM), อีอีพรอม (EEPROM)) ส่วนของการเข้ารหัส (Crypts Unit) ส่วนตอบรับสัญญาณร้องขอ (Answer to Request) ส่วนควบคุมและประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Control & Arthritic Unit) อย่างไรก็ตามโครงสร้างภายในของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท็กที่ต่างผู้ผลิตหรือต่างรุ่นกัน บางครั้งก็อาจมีไม่ครบถ้วนทุกส่วนอย่างที่ได้ยกมา ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างตลอดจนรายละเอียดในการทำงานของแท็กเบอร์ใด ๆ ก็สามารถดูได้จากคาต้าชีตของบริษัทผู้ผลิตแท็กเบอร์นั้น ๆ



รูปที่ 2.3 องค์ประกอบทั่วไปของแท็ก

2.3.2 ตำแหน่งของแท็กที่เหมาะสมสำหรับย่านของสายอากาศที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Transponder หรือ Tags มีลักษณะเป็นไมโครชิฟ (microchip) ที่ยอมให้ผู้ใช้ติดเข้าระหว่างชั้นของกระดาษหรือพลาสติกที่ใช้ทำป้ายฉลาก ชิฟหรือแท็กอาจมีรูปร่างได้หลายแบบขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน โดยอาจมีรูปร่างเหมือนบัตรเครดิตในการใช้งานทั่วไป หรือเล็กขนาดไส้ดินสอยาวเพียง 10 มิลลิเมตร เพื่อฝังเข้าไปใต้ผิวหนังสัตว์ในกรณีนำไปใชในงานปศุสัตว์ หรืออาจมีขนาดใหญ่มากสำหรับแท็กที่ใช้ติดกับเครื่องจักรขณะทำการขนส่ง แท็กอาจนำไปติดไว้กับสินค้าในร้านค้าปลีกทั่วไปเพื่อป้องกันขโมย โดยจะมีการติดตั้งสายอากาศของตัวอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ไว้ตรงประตูทางออกเพื่อทำการตรวจจับขโมยโดยแท็กจะรับพลังงานจากสัญญาณ RF เพื่อติดต่อสื่อสารกับเครื่องอ่าน หรือใช้พลังงานจากแบ็ตเตอร์รี่ที่บรรจุภายในป้าย ซึ่งเป็นแบ็ตเตอร์รี่ Lithium-Ion มีอายุการใช้งานที่ยาวนานจึงมักนำมาใช้กับแผ่นป้ายนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ระบบการอ่าน/เขียนข้อมูลอย่างง่ายของ RFID

ระยะในการอ่านของเครื่องอ่าน จะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ กำลังส่งของเครื่องอ่าน และชนิดของแท็ก ใสการใช้งานทั่วไปแท็กความถี่ต่ำ (LF) มีระยะในการอ่านประมาณ 10-30 เซนติเมตร ความถี่สูง (HF) มีระยะในการอ่านประมาณ 15-100 เซนติเมตร แท็กชนิดความถี่สูงยิ่ง (UHF) มีระยะในการอ่านถึง 15 เมตร หรือถ้าเป็นแบบแอ็กทีฟ จะอ่านได้ถึง 100 เมตร

แท็กจะประกอบไปด้วยสายอากาศที่มีขนาดเล็กที่จะช่วยให้แท็กตอบสนองกับเครื่องอ่าน โดยสายอากาศจะแผ่สัญญาณวิทยุจำนวนหนึ่งออกมา เพื่อกระตุ้นให้แท็กอ่านหรือเขียนข้อมูลลงไป สายอากาศสามารถทำได้ทุกขนาดและรูปร่าง เพื่อที่จะสามารถออกแบบให้ติดตั้งได้ทุกที่ และเพื่อให้เกิดความครอบคลุมได้ดีที่สุดในหลาย ๆ ระบบสายอากาศจะถูกติดไปโดยตรงกับ Transceiver เหมือนกับเป็นอุปกรณ์ติดกัน

ชิปที่อยู่ในแท็กจะมีหน่วยความจำซึ่งอาจเป็นแบบอ่านได้อย่างเดียว (ROM) หรือทั้งอ่านทั้งเขียน (RAM) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน โดยปกติหน่วยความจำแบบ ROM จะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย เช่น ข้อมูลของบุคคลที่มีสิทธิผ่านเข้าออกในบริเวณที่มีการควบคุมหรือระบบปฏิบัติการ ในขณะที่ RAM จะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการติดต่อสื่อสารกัน

นอกจากนี้อาจมีการนำหน่วยความจำแบบ EEPROM มาใช้ในกรณีต้องการเก็บข้อมูลในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการสื่อสาร และข้อมูลยังคงอยู่ถึงแม้จะไม่มีพลังงานไฟฟ้าป้อนให้แก่แท็ก

แท็กที่มีการใช้งานกันอยู่นั้นจะมีอยู่ 2 ชนิดใหญ่ ๆ โดยแต่ละชนิดก็จะมีความแตกต่างกันในแง่ของการใช้งาน ราคา โครงสร้างและหลักการทำงานอยู่ ซึ่งจะสามารถแยกออกเป็นหัวข้อดังนี้

1.1) แท็กชนิดแอ็กตีฟ (Active Tag) แท็กชนิดนี้จะมีแบตเตอรี่อยู่ภายในซึ่งใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟขนาดเล็ก เพื่อป้อนพลังงานไฟฟ้าให้แท็กทำงานโดยปกติ โดยแท็กชนิดนี้มีฟังก์ชั่นการทำงานทั่วไปทั้งอ่านและเขียนข้อมูลลงในแท็กได้ และการที่ต้องใช้แบตเตอรี่จึงทำให้แท็กชนิดแอ็กตีฟมีอายุการใช้งานจำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่หมดก็ต้องนำแท็กไปทิ้งไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากจะมีการซีล (seal) ที่ตัวแท็กจึงไม่สามารถเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ อย่างไรก็ตามถ้าสามารถออกแบบวงจรของแท็กให้กินกระแสไฟน้อยๆ ก็อาจจะมีอายุการใช้งานนานนับสิบปี

แท็กชนิดแอ็กทีฟนี้จะมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ มีกำลังส่งสูงและระยะการรับส่งข้อมูลไกลสูงสุดถึง 6 เมตร ซึ่งไกลกว่าแท็กชนิดพาสซีฟ นอกจากนี้ยังทำงานในบริเวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีสัญญาณรบกวนได้ดี แม้แท็กชนิดนี้จะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียอยู่ด้วยเหมือนกัน เช่น ราคาต่อหน่วยแพง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด

1.2) แท็กชนิดพาสซีฟ (Passive Tag) จะไม่มีแบตเตอรี่อยู่ภายในหรือไม่จำเป็นต้องรับแหล่งจ่ายไฟใด ๆ เพราะจะทำงานโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากตัวอ่านข้อมูล (มีวงจรกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กอยู่ในตัว)หรือที่เรียกว่าอุปกรณ์ Transceiver จึงทำให้แท็กชนิดพาสซีฟมีน้ำหนักเบาและเล็กกว่าแท็กชนิดแอ็กทีฟ ราคาถูกกว่า และมีอายุการใช้งานไม่จำกัด แต่ข้อเสียก็คือระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้ไกลสุดเพียง 1.5 เมตร ซึ่งเป็นระยะการอ่านที่สั้น มีหน่วยความจำขนาดเล็กซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปประมาณ 32 ถึง 128 บิต และตัวเครื่องอ่านข้อมูลจะต้องมีความไวและกำลังที่สูง นอกจากนี้แท็กชนิดพาสซีฟมักจะมีปัญหาเมื่อนำไปใช้งานในสิ่งแวดล้อมที่มีสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนสูงอีกด้วย แต่ข้อได้เปรียบในเรื่องราคาต่อหน่วยที่ต่ำกว่าแท็กชนิดแอ็กทีฟและอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าทำให้แท็กชนิดพาสซีฟนี้เป็นที่นิยมมากกว่า ไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้ ไปจนถึงขนาดใหญ่จนสะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่แตกต่างกัน

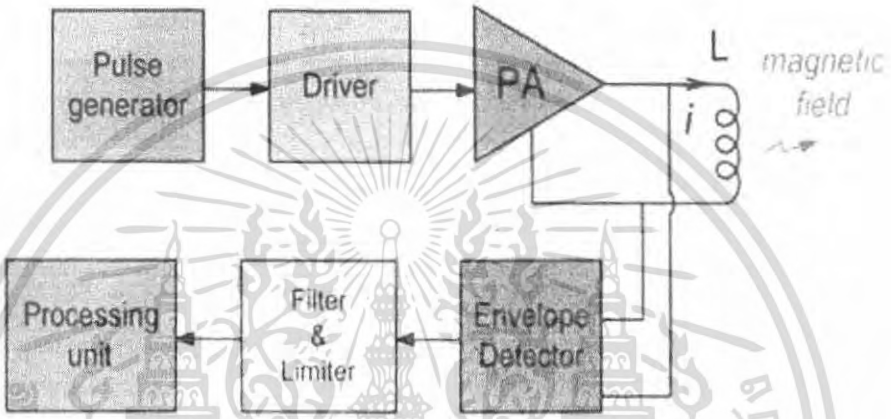
นอกจากการแท็กแบ่งจากชนิดที่ว่ามาแล้วแท็กก็ยังถูกแบ่งประเภทจากรูปแบบในการใช้งานได้เป็น 3 แบบ คือ

1. แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read-write)
2. แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write-One, Read-Many หรือ WORM)
3. แบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-Only)

2.3.4 องค์ประกอบของเครื่องอ่าน (Reader) และหน้าที่การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

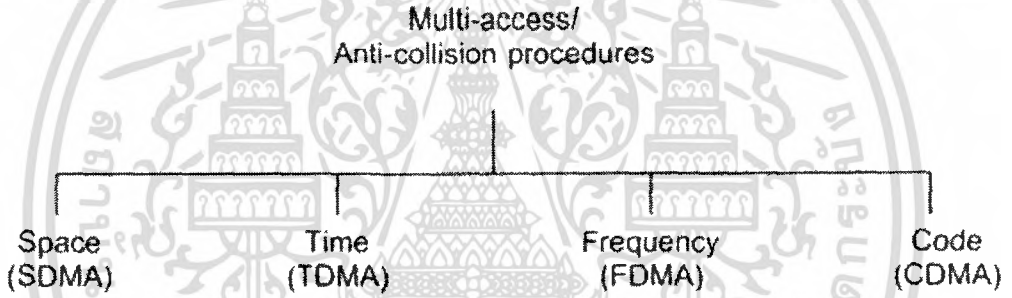
รูปที่ 9 โครงสร้างภายในเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ของส่วนตัวอ่านในระบบ RFID ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเริ่มจากส่วนกำเนิดสัญญาณรูปเหลี่ยม (pulse generator) ความถี่พาห์เพื่อส่งสัญญาณไปยังภาคขับ (driver) เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการขับภาคขยายกำลัง (Power Amplifier, AF) ซึ่งทำหน้าที่ขับกระแสสัญญาณต่อไปยังขดลวดเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กเชื่อมโยงไปยังส่วนแท็กขณะเดียวกัน ส่วนขดลวดดังกล่าวก็จะทำหน้าที่เสมือนเป็นสายอากาศ (Antenna) รับสัญญาณสนามแม่เหล็กความถี่คลื่นพาห์ที่ถูกมอดูเลตเชิงขนาดจากข้อมูลจำเพาะของส่วนแท็ก จากนั้นส่วนตรวจจับขอบ (envelope detector) ก็จะแยกข้อมูลออกจากสัญญาณคลื่นพาห์และขยายจนกระทั่งได้ระดับศักดาของข้อมูลตามมาตรฐานลอจิก เพื่อส่งต่อเข้าส่วนประมวลผลข้อมูล (processing unit) ต่อไป

โดยทั่วไปหน่วยประมวลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งอัลกอริธึมที่อยู่ภายในโปรแกรม จะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (Decoding) ที่ได้รับ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยลักษณะ ขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทการใช้งาน เช่น แบบมือถือขนาดเล็ก หรือติดผนัง จนไปถึงขนาดใหญ่เท่าประตู (Gate size) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 การชนกันของข้อมูล

เมื่อมีแท็กหลาย ๆ อันเข้ามาอยู่ใกล้เครื่องอ่าน เมื่อแท็กมีพลังงานเพียงพอ แท็กแต่ละอันจะพยายามส่งข้อมูลของตัวเองมาที่เครื่องอ่านพร้อม ๆ กัน ทำให้เครื่องอ่านไม่สามารถแยกแยะข้อมูลที่ส่งมาได้ ซึ่งเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การชนกันของข้อมูล (Collision) วิธีการแก้ไขโดยการทำการเพิ่มฟังก์ชั่นป้องกันการชนกันบนแท็กและเครื่องอ่าน (Anti-collision) ซึ่งจะมีหลายเทคนิค เช่นจัดคิวการอ่านแท็กโดยทำเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ เมื่อแท็กถูกอ่านแล้วจะไม่มีการอ่านซ้ำอีกเช่น เทคนิค SDMA: Space Division Multiple Access TDMA, FDMA, CDMA หรือเทคนิคขั้นสูงจะใช้FTDMAและการกระโดดความถี่ (frequency hopping) เข้าช่วย



รูปที่ 2.5 เทคนิคที่ใช้ในการอ่านหลายแท็กพร้อมกัน

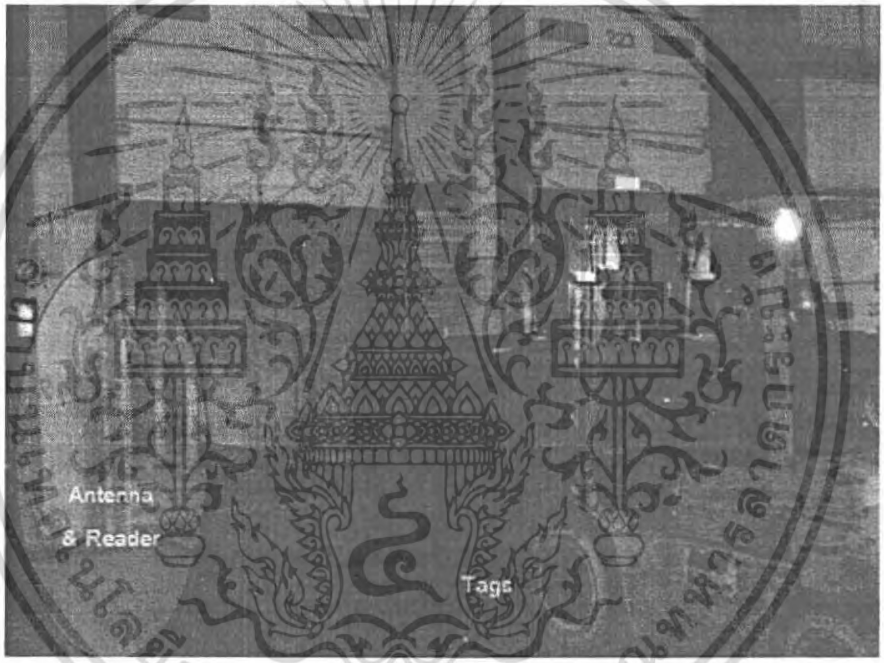
2.4 การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี

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

- ระบบห่วงโซ่อุปาทาน การค้าปลีก การผลิต การกระจายสินค้า และลอจิสติกส์ ยกตัวอย่างการใช้งานในโรงงานโดยการติดแท็กไว้กับชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานผ่านสายพานการผลิตในโรงงาน แต่ละแผนกจะรู้ว่าต้องทำอย่างไร ประกอบชิ้นงานอะไรบ้าง และต้องส่งงานไปยังสถานีถัดไป

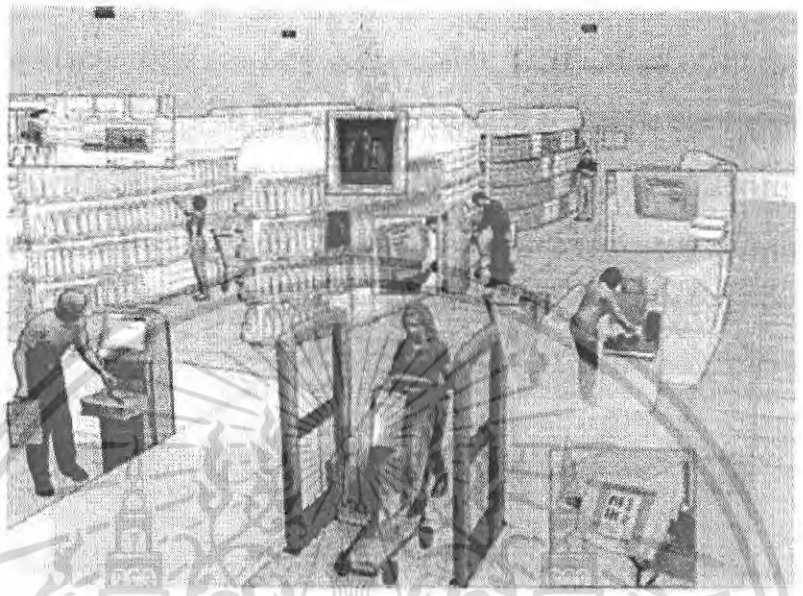
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในซูเปอร์มาร์เก็ต

รูปที่2.8 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานแท็กและตัวอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ (e-ticket) เช่น บัตรทางด่วน บัตรรถไฟฟ้าใต้ดิน

- ระบบหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-passport) เพื่อป้องกันผู้ก่อการร้ายหรือใช้งานสำหรับด้าน e-citizen ด้วย

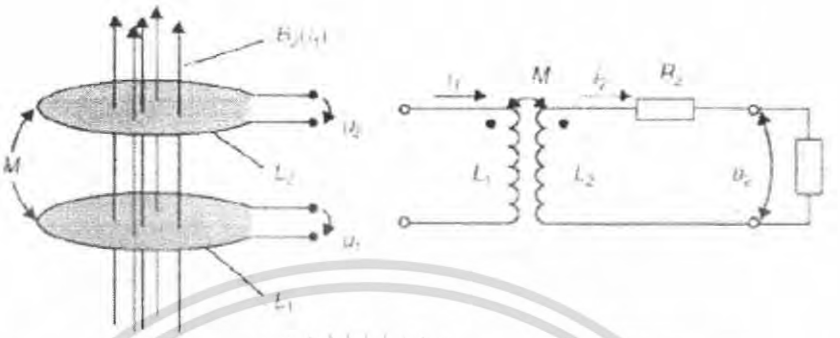
- ระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ (Immobilizer) ในรถยนต์ ป้องกันการใช้กุญแจผิดในการขโมยรถยนต์ (Smart Key entry) พวกไม่ใช้กุญแจ (Keyless) ในรถยนต์ราคาแพงบางรุ่นก็เริ่มนำมาใช้งานแล้ว

2.5 การทำงานอาร์เอฟไอดี

2.5.1 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ

แท็กชนิดนี้ทำงานได้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใด ๆ โดยทั่วไปการทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ ในย่านความถี่ต่ำและสูง (LF และ HF) จะใช้หลักการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ (Inductive coupling) ซึ่งเกิดจากการอยู่ใกล้กันของขดลวดจากเครื่องอ่านที่กำลังทำงานและสายอากาศของแท็กทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจากเครื่องอ่านไปยังไมโครชิปในแท็กผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เมื่อไมโครชิปได้รับพลังงานก็จะทำงานตามลักษณะเฉพาะของข้อมูลรหัสประจำตัว ปฏิกิริยาของไมโครชิปดังกล่าวเครื่องอ่านจะรับรู้ได้ผ่านสนามเหล็กและจะทำการตีความเป็นข้อมูลดิจิตอลแสดงถึงรหัสประจำตัวที่ส่งมาจากแท็กได้ ลักษณะเงื่อนไขในการทำการเหนี่ยวนำแบบชักพาทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก โดยทั่วไประยะอ่านสูงสุดจะประมาณ 1 เมตรขึ้นอยู่กับกำลังงานของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ โดยปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็ก โดยทั่วไปประมาณ 16-1,024 ไบต์มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ ไมโครชิปหรือไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แบบแท่ง หรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดการใช้งานที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 สนามแม่เหล็กจากกระบวนการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ

ส่วนในระบบความถี่สูงยิ่ง (UHF) แทนที่จะใช้การสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะใช้การคู่ควบแบบแผ่กระจาย (Propagation coupling) โดยที่สายอากาศของเครื่องอ่านจะทำการส่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในรูป

2.5.2 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ

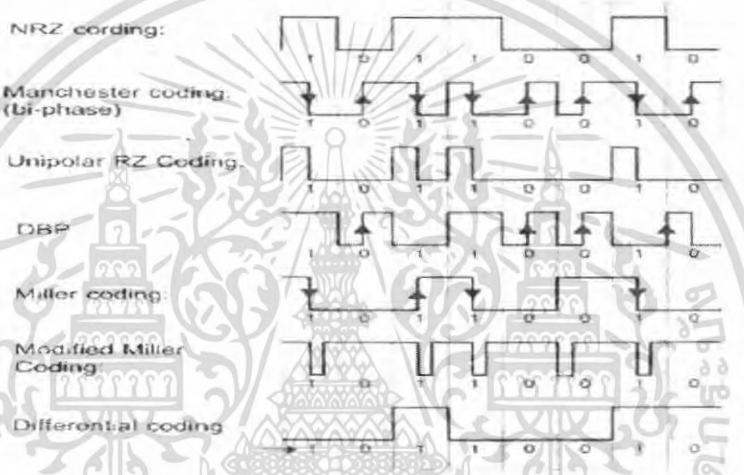
แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน โดยหลักใหญ่อาจสามารถแบ่งตามหลักการทำงานได้เป็น ทรานสปอนเดอร์แบบแอ็กทีฟ ซึ่งจะทำการส่งข้อมูลออกก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณจากเครื่องอ่านและแบบเครื่องบอกตำแหน่ง หรือเบคอน (beacon) ซึ่งสัญญาณจะถูกปล่อยออกมาเป็นระยะ ๆ ตลอดเวลาการใช้งานของแท็กหรือทรานสปอนเดอร์แบบแอ็กทีฟนั้น อาจพบได้ในระบบ เช่น ระบบจ่ายเงินในทางด่วน หรือด่านตรวจ ขณะที่เบคอนอาจพบได้ในระบบที่ต้องการการบ่งชี้พิกัดแบบเวลาจริง (Real-time locating system, RTLS) เช่น การจัดการการขนส่งสินค้า เป็นต้น โดยแท็กแบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 100 เมตร ข้อเสียของแท็กแบบนี้คือ มีราคาต่อหน่วยสูง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีอายุการใช้งานที่จำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีอายุการใช้งานประมาณ 3-7 ปี

2.5.3 หลักการและเทคนิคเบื้องต้นในการรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน

กระบวนการส่งสัญญาณระหว่างอาร์เอฟไอดีและเครื่องอ่านโดยทั่วไป เป็นไปตามกระบวนการทางด้านการสื่อสารระบบดิจิตอล นั่นคือ การเตรียมข้อมูลดิจิตอลที่จะส่งผ่านโดยการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

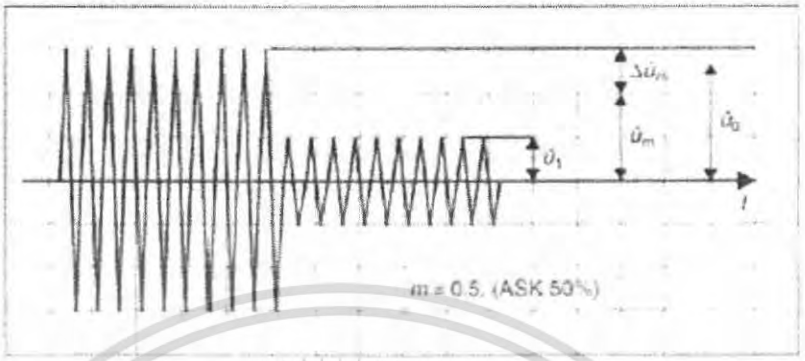
การเข้ารหัสให้อยู่ในเหมาะสมสำหรับการส่งผ่านช่องสัญญาณ (Channel) คำว่าเหมาะสม หมายถึงว่า สัญญาณมีโอกาสจะถูกส่งผ่านช่องสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวน (noise) โดยมีค่าผิดพลาดน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ซึ่งวิธีการเข้ารหัสนั้นมีได้หลายแบบโดยการเลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับช่องสัญญาณที่จะส่งผ่าน ตัวอย่างเทคนิคการเข้ารหัส เช่น การเข้ารหัสสัญญาณแบบ NRZ การเข้ารหัสแบบ Manchester การเข้ารหัสแบบ Miller การเข้ารหัสแบบ Differential เป็นต้น



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการเข้ารหัสแบบต่าง ๆ

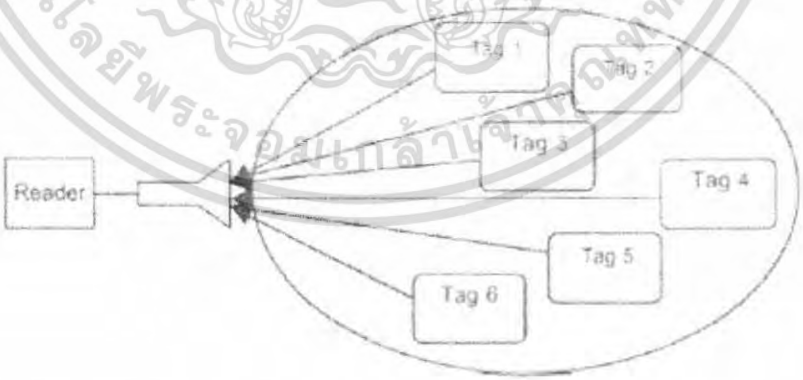
ซึ่งหลังจากการเข้ารหัสสัญญาณแล้ว สัญญาณจะถูกทำการกล้ำสัญญาณ(Modulation) กับคลื่นพาหะย่านที่สูงกว่าเพื่อทำการส่งรับข้อมูลในย่านนั้น ๆ การกล้ำสัญญาณ หมายถึงการปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของคลื่นพาหะซึ่งเป็นคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น แอมปลิจูด เฟส หรือความถี่ ตามค่าของข้อมูลที่จะส่ง ตัวอย่างเช่น ในการกล้ำสัญญาณแบบ ASK (amplitude shift keying) ค่าแอมปลิจูดของคลื่นพาหะจะถูกเปลี่ยนอยู่ระหว่างค่าสองค่าขึ้นกับค่าไบนารีของสัญญาณที่ถูกเข้ารหัสดังเช่นในรูปที่2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



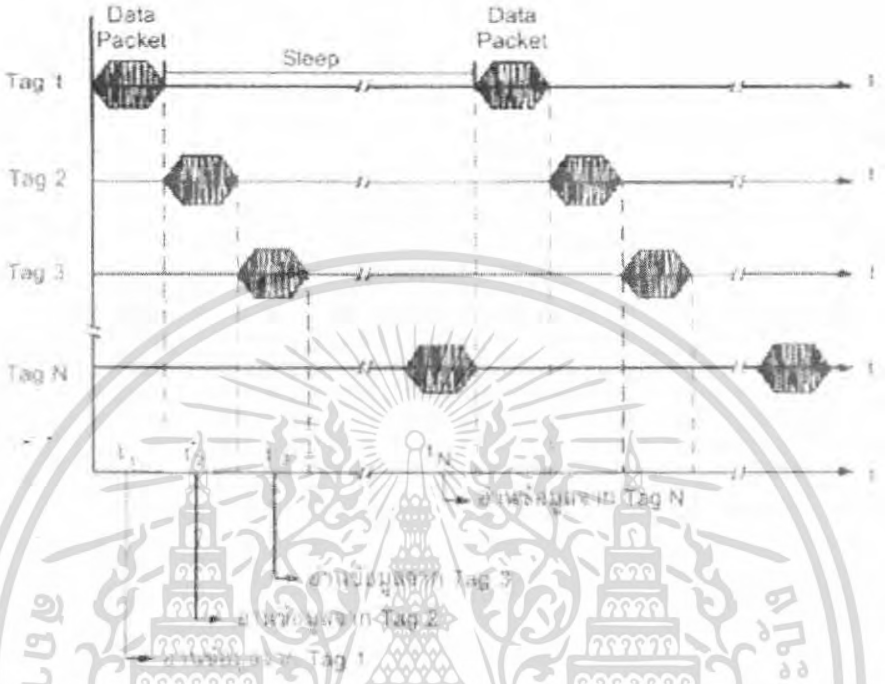
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการทำ ASK

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



รูปที่ 2.12 เครื่องอ่านทำงานร่วมกับแท็กหลาย ๆ อันพร้อม ๆ กัน

83092
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างของอัลกอริธึมในการป้องกันการชนกันของข้อมูล (Anti-Collision) ในแท็ก

2.6 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

- มาตรฐานด้านเทคโนโลยี (Technology)
- มาตรฐานรูปแบบของข้อมูล (Data format)
- มาตรฐานวิธีการทดสอบ (Conformance)
- มาตรฐานการใช้งาน (Applications)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ทั้งสองหน่วยงานได้มีการกำหนดมาตรฐานต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้

	ISO/IEC	EPC
เทคโนโลยี	ISO/IEC 18000 – 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
รูปแบบของข้อมูล	ISO/IEC 15418 – Application Identifiers & Data Identifiers ISO/IEC 15434 – Syntax ISO/IEC 15459 – Transport 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

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบมาตรฐานระหว่าง ISO/IEC และ EPC

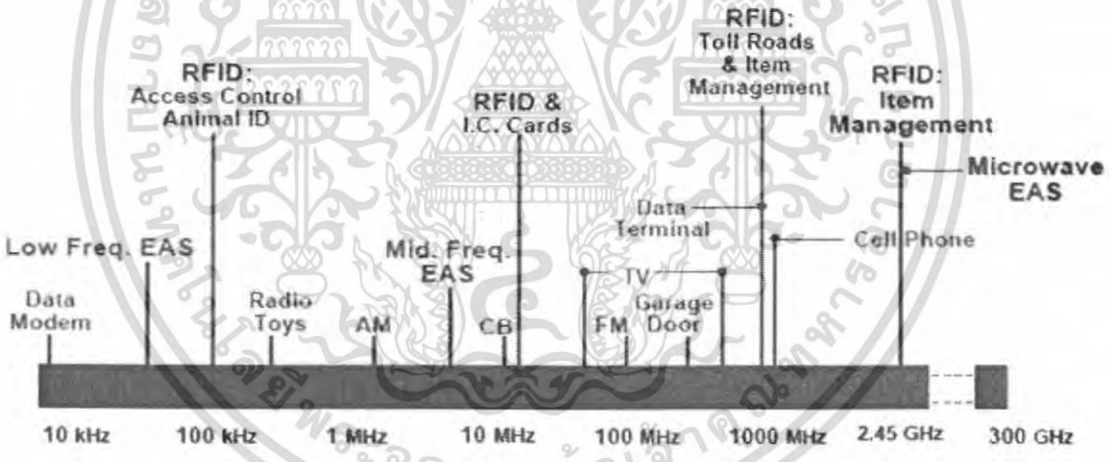
หมายเหตุ : EPC: Electronic Product code คือการกำหนดรหัสสินค้าโดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และนอกเหนือจาก ISO และนอกเหนือจาก ISO และ EPC Global แล้วยังมีหน่วยงานอื่นอีก เช่น Ubiquitous ID หรือมาตรฐาน UID ที่ทางประเทศญี่ปุ่นให้การสนับสนุนและกำหนดมาตรฐานเพื่อใช้งานในประเทศโดยมีความแตกต่างกับ ISO และ EPC Global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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 คลื่นความถี่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี

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

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



รูปที่ 2.14 แสดงความถี่ย่านที่ระบบอาร์เอฟไอดีถูกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเปรียบเทียบคลื่นความถี่ที่ใช้งานในแต่ละย่านความถี่ในด้านของระยะการอ่านสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ความถี่	**ระยะที่อ่านได้**
125 – 134 กิโลเฮิรตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (10 เซนติเมตร)
13.56 เมกะเฮิรตซ์	น้อยกว่า 1.5 เมตร (~1 เมตร)
860 – 960 เมกะเฮิรตซ์	2-5 เมตร 1 – 100 เมตร (แท็กแบบแอ็กทีฟ)
2.45 กิกะเฮิรตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (แท็กแบบพาสซีฟ) 1-15 เมตร (แท็กแบบแอ็กทีฟ)

ตารางที่ 2.2 แสดงความถี่ที่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี

ในการใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะใกล้ โดยย่านความถี่ต่ำ (LF) 125 กิโลเฮิรตซ์ และ 134 กิโลเฮิรตซ์ซึ่งนิยมใช้สำหรับควบคุมการเข้าออกสถานที่และการลงทะเบียนสัตว์ส่วนย่านความถี่สูง (HF) 13.56 เมกะเฮิรตซ์ นิยมใช้ในบัตรอเนกประสงค์แบบไร้สัมผัสและหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนย่านความถี่สูงยิ่งจะถูกใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 2-5 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน ระบบขนส่งสินค้า เป็นต้น เนื่องจากอาร์เอฟไอดี มีหลายระบบและหลายมาตรฐานพอจะเปรียบเทียบให้เห็นข้อแตกต่างได้ดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 %		เริ่มใช้งานปี 2003	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 (50 for 32 KB)	ปานกลาง (0.5 secs)	เร็วมาก (4 ms)	เร็ว	เร็วมาก
สภาวะที่ขึ้น	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	มีผลกระทบ	มีผลกระทบ
มาตรฐาน ISO	11784-85 และ 14223	14443 A–B–C	18000-3.1 15693	18000-3.2	18000-6 และ EPC C0/C1 C1G2	18000-4

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อแตกต่างของอาร์เอฟไอดีย่านความถี่ต่าง ๆ (1)

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						

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อแตกต่างของอาร์เอฟไอดีย่านความถี่ต่าง ๆ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดีในประเทศไทย

2.8.1 การประยุกต์ใช้ RFID ในห่วงโซ่อุปาทาน และระบบลอจิสติกส์

การนำเทคโนโลยี RFID เข้ามาประยุกต์ใช้ในโลกธุรกิจ สามารถทำได้มากมาย แต่ตัวอย่างที่ชัดเจนและมีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดก็คงหนีไม่พ้นในห่วงโซ่อุปาทาน และระบบลอจิสติกส์ด้วยเทคโนโลยี RFID ที่ติดไว้ในผลิตภัณฑ์ จะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น ๆสื่อสารระหว่างกันได้ และยังสามารถสื่อสารไปยังหน่วยธุรกิจและผู้บริโภคได้เช่นกัน ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในกระบวนการผลิต การขาย และการจับจ่ายซื้อสินค้า โดยมีตัวอย่างวิธีการทำงานดังนี้

เริ่มต้นที่ในโรงงานผลิตน้ำอัดลมกระป๋อง ซึ่งจะมีการนำแถบ RFID (RFID Tags) ไปติดไว้ที่น้ำอัดลมทุกกระป๋อง โดยแต่ละแถบ RFID ก็จะเก็บรหัสสินค้าที่ต่างกันไว้ ซึ่งแถบ RFID เหล่านี้เองจะช่วยให้สามารถระบุถึงรายละเอียดของสินค้าแต่ละกระป๋องได้ ดังนั้นการนับจำนวน และการติดตามสินค้าจึงเป็นไปอย่างอัตโนมัติ ซึ่งเป็นวิธีการที่จะช่วยลดต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากนั้นกระป๋องน้ำอัดลมเหล่านี้จะถูกบรรจุใส่ลังที่มีแถบ RFID ที่มีรหัสต่างกันติดไว้เช่นกันแล้วจึงขนเข้าไปในรถบรรทุกเพื่อรอการขนส่งต่อไปเมื่อรถบรรทุกน้ำอัดลมกระป๋องเดินทางมาถึงศูนย์กระจายสินค้า เครื่องอ่าน RFID ซึ่งอยู่ในบริเวณที่รับสินค้าก็จะทำการตรวจสอบน้ำอัดลมทุกกระป๋องโดยไม่ต้องเปิดบรรจุภัณฑ์ออกมาจึงสามารถทำให้การจัดส่งน้ำอัดลมกระป๋องไปยังรถบรรทุกคันคันที่เหมาะสมในการขนถ่ายไปยังร้านค้าปลีกไปได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

ร้านค้าปลีกจะสามารถติดตามสถานการณ์ขนส่งของน้ำอัดลมกระป๋องที่ตนสั่งให้ตลอดเวลา เมื่อน้ำอัดลมกระป๋องมาถึงก็จะผ่านโกดังสินค้าที่ติดเครื่องอ่าน RFID ไว้ ดังนั้นระบบการซื้อขายปลีกก็จะสามารถอัพเดทข้อมูลของน้ำอัดลมกระป๋องที่มาถึงได้โดยอัตโนมัติ และยังสามารถระบุตำแหน่งการจัดเรียงน้ำอัดลมกระป๋องทั้งหมด ในคลังสินค้าได้โดยอัตโนมัติเช่นกัน ทำให้การจัดเก็บสินค้ามีความถูกต้อง และประหยัดค่าใช้จ่ายภายในร้านค้าปลีก ก็มีการติดตั้งเครื่องอ่าน RFID ไว้ที่วางของเช่นกัน เมื่อน้ำอัดลมกระป๋องถูกนำมาวาง ชั้นวางของก็จะทราบโดยอัตโนมัติว่ามีสิ่งใดมาวางที่ชั้น และเมื่อลูกค้ามาหยิบน้ำอัดลมกระป๋องออกไปจากชั้นวาง เครื่องอ่าน RFID ก็จะส่งข้อความไปยังระบบของทางร้านค้าปลีกโดยอัตโนมัติ ว่าสินค้าที่อยู่ในชั้นมีจำนวนลดลงให้นำสินค้าเข้ามาเติมให้เต็มอีกครั้ง ซึ่งในตัวระบบเองก็จะสามารถทำการสั่งซื้อไปยังโรงงานผลิตน้ำอัดลมกระป๋อง จึงจะส่งผลให้ต้นทุนในการรักษาสินค้าคงคลังถูกจำกัดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของผู้บริโภคก็จะได้รับความสะดวกสบาย มากขึ้น เนื่องจากไม่ต้องไปเข้าคิวเพื่อรอการจ่ายเงินที่แคชเชียร์ ผู้ซื้อสามารถเดินออกจากประตูพร้อมกับสิ่งของที่ต้องการ แล้วเครื่องอ่านที่อยู่ที่ประตูทางออกจะสามารถจำแนกสินค้า ที่อยู่ในรถเข็นตามรหัสเฉพาะของสินค้าแต่ละชิ้นเพื่อการจ่ายเงิน โดยจะสามารถหักจากบัตรเครดิต หรือเดบิตก็ได้ เมื่อกลับถึงบ้านแล้วนำน้ำอัดลมกระป๋องที่ซื้อมาไปเก็บในตู้เย็น ในตู้เย็นก็จะมีการอัพเดทปริมาณน้ำอัดลมกระป๋องที่นำไปแช่เพิ่ม เมื่อใดก็ตามที่น้ำอัดลมกระป๋องหมดลง ตู้เย็นก็จะเพิ่มรายการเครื่องดื่มที่ต้องการซื้อจากราคาปลีกให้โดยอัตโนมัติ ในส่วนของการทำลาย เมื่อกระป๋องน้ำอัดลมมาถึงศูนย์รีไซเคิล เครื่องอ่าน RFID ก็จะทำงานอัตโนมัติในการจัดกลุ่มของการทำรีไซเคิล ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงจากกระบวนการเดิมที่ทำด้วยมือ แล้วกระป๋องเหล่านี้ก็จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตอีกครั้ง

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในห่วงโซ่อุปาทาน และระบบลอจิสติกส์ สามารถแบ่งแยกในรายละเอียดถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.8.1.1 การประยุกต์ใช้ RFID ในอุตสาหกรรมการผลิต

ในกระบวนการจัดซื้อ และเก็บรักษาวัตถุดิบต่าง ๆ เทคโนโลยี RFID จะสามารถช่วยลดเวลาในการจัดซื้อ, รักษาปริมาณวัตถุดิบให้เพียงพอต่อการใช้งาน แลจัดสรรปริมาณการใช้กำลังคน และอุปกรณ์ต่าง ๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงยังช่วยกระชับเวลาในวงจรของการจัดซื้อ เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เช่นเดียวกันเทคโนโลยี RFID จะช่วยในการจัดสรรปริมาณการใช้กำลังคน และอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงยังช่วยกระชับเวลาในวงจรของการจัดซื้อ เพิ่มประสิทธิภาพและช่วยให้สามารถติดตามสถานะของสิ่งของต่าง ๆ ได้ทุกระยะ จึงป้องกันการสูญหายได้เป็นอย่างดี

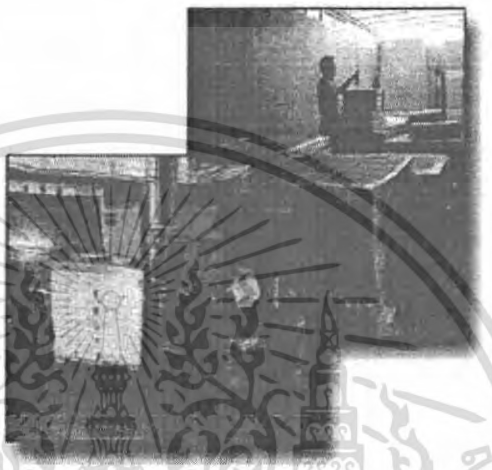
ในส่วนของการใช้ประโยชน์ของสินทรัพย์ต่าง ๆ RFID จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายโดยสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reusable) และรวมถึงการบำรุงรักษา เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือต่าง ๆ เป็นต้น

2.8.1.2 การประยุกต์ใช้ RFID ในคลังสินค้า

ในกระบวนการรับ และส่งสินค้า เทคโนโลยีRFIDจะช่วยย่นระยะเวลาในการนับจำนวนตรวจสอบสินค้าลง รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบความถูกต้องของสินค้า ดังกล่าวในส่วนของการสั่งซื้อก็จะช่วยเพิ่มความถูกต้อง และความปลอดภัยให้สูงขึ้น ในส่วนของการจัดวางสินค้าก็จะช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากการวางสิ่งของผิดที่ผิดตำแหน่ง และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่นระยะเวลาในการระบุตำแหน่งที่ใช้ในการวางสินค้านั้น ๆ โดยแถบ RFID จะแสดงถึงตำแหน่งที่ใช้ในการวางสินค้านั้นโดยอัตโนมัติ และส่งสัญญาณเตือนเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้น นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น เทคโนโลยี RFID ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนงานต่างๆ ทั้งการจัดการอุปสงค์ อุปาทาน และรวมถึงการเชื่อมโยงระหว่างคลังสินค้ากับหน่วยงานอื่น ๆที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 2.15 การประยุกต์ใช้ RFID ในคลังสินค้า

2.8.1.3 การประยุกต์ใช้ RFID ในระบบการขนส่ง

ในเรื่องของการบริหารจัดการ และการดูแลรักษาทรัพย์สินนั้น เทคโนโลยี RFID จะเข้ามาช่วยเหลือในส่วนของการเพิ่มประสิทธิผลที่ได้รับจากการใช้บริการสินทรัพย์นั้น ๆ ลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น และป้องกันความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานที่อาจเกิดขึ้น ในส่วนของการบริหารจัดการภายในลานจอดรถ RFID จะช่วยเพิ่มประสิทธิผลที่ได้รับจากการใช้บริการสินทรัพย์ต่าง ๆ เช่นกัน และยังรวมไปถึงการติดตามรถขนส่ง การติดตามสินค้า การตรวจสอบความถูกต้องของเส้นทางการขนส่ง เพิ่มความน่าเชื่อถือ และประสิทธิภาพโดยรวม นอกเหนือจากนี้ ยังสามารถใช้การติดตาม และประเมินศักยภาพของผู้ทำสัญญารับช่วงได้อีกเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

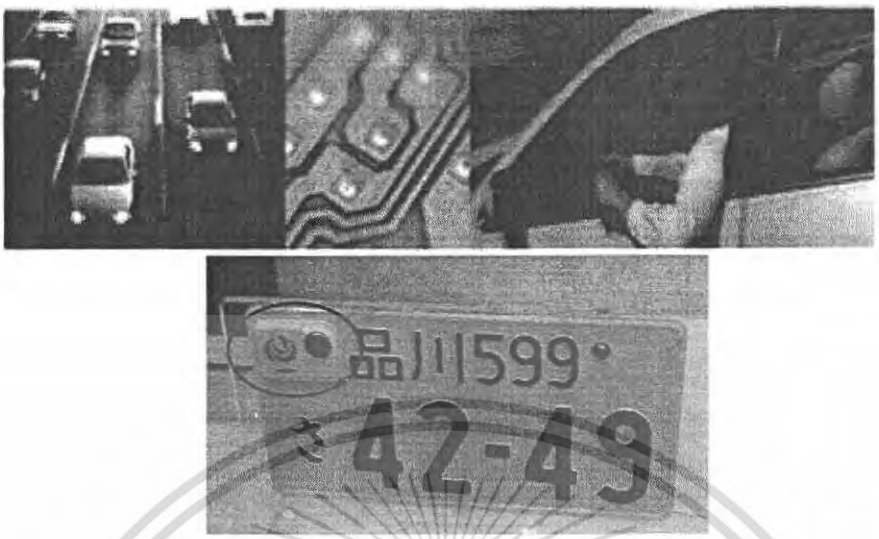
2.8.1.4 การประยุกต์ใช้ RFID ในร้านค้า

เริ่มต้นตั้งแต่ในส่วนของการรับสินค้า RFID จะช่วยลดระยะเวลาในการตรวจรับสินค้า และรวมถึงการลดปริมาณคนงานที่ทำหน้าที่รับสินค้า เพิ่มประสิทธิภาพ และความถูกต้อง จากงานวิจัยของ Accenture กล่าวว่า ระบบ RFID สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับคนงานลงได้ โดย ลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบรับสินค้าลง 65% คลังสินค้า 25% การนับสินค้าถึง 100% ในส่วนของการจัดเรียงก็จะช่วยย่นระยะเวลาในการจัดเรียงเนื่องจากสามารถระบุตำแหน่งในการตรวจสอบสินค้าคงเหลือ นอกจากนั้น RFID ยังสามารถช่วยเหลือในงานรับคืนสินค้า โดยจะตรวจสอบได้ว่าสินค้านั้น ๆ เป็นสินค้าที่ขายไปจากที่ไหน เมื่อไร ในสภาพเช่นไร และยังรวมถึงเพิ่มความถูกต้องในการคืนเงิน ภายหลังการขาย RFID สามารถช่วยตรวจสอบสภาพการรับประกันสินค้า โดยสามารถทำให้การตรวจสอบเป็นไปด้วยความรวดเร็ว และทำให้การซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนสินค้าทดแทนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

2.8.1.5 การประยุกต์ใช้ RFID ในอุตสาหกรรมรถยนต์

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID กับอุตสาหกรรมรถยนต์สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท งานหลัก ๆ คือ การติดตามส่วนประกอบรถยนต์ การบริหาจัดการอุปกรณ์ เครื่องมือ และการประยุกต์ใช้กับตัวรถยนต์ ในส่วนของการติดตามส่วนประกอบรถยนต์ ก็จะประกอบไปด้วย การบริหารสินค้าคงคลัง การประกอบรถยนต์ การป้องกันการขโมย การยืนยันความถูกต้องของตัวสินค้าว่าเป็นของแท้ไม่ได้มีการทำลอกเลียนแบบ การบำรุงรักษา และ การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) อีกด้านหนึ่งในส่วนของการประยุกต์ใช้กับตัวรถยนต์ ก็จะให้ความสำคัญในเรื่อง การแสดงตัวของรถยนต์แต่ละคัน การอนุญาตการเข้า-ออก (การฝัง RFID ไว้กับกุญแจ หรือ คีย์การ์ดสำหรับเปิดประตูรถ) และการติดตามวัดแรงดันของยางรถยนต์ เป็นต้น หลักการทำงานของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในอุตสาหกรรมรถยนต์ ก็จะมีความคล้ายคลึงกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในห่วงโซ่ อุปาทาน และระบบลอจิสติกส์ กล่าวคือ ต้องการระบุว่าสิ่งของนั้น ๆ คืออะไร มีรายละเอียดเป็นอย่างไร มาจากไหน แล้วจะต้องไปต่อที่ไหน โดยจะต้องสามารถควบคุมดูแล และตรวจสอบให้ตลอดเส้นทางการเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 การประยุกต์ใช้ RFID ในอุตสาหกรรมรถยนต์

2.8.1.6 การประยุกต์ใช้ RFID ในเกษตรกรรม

RFIDมีผลกระทบอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมการเกษตรตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น สำหรับภายในประเทศไทยเองก็ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมเช่นเดียวกัน เช่น ในปัจจุบัน ฟาร์ม เอส พี เอ็ม ที่จังหวัดราชบุรี ได้นำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในการเลี้ยงสุกร เพื่อให้ได้มาตรฐาน ไม่อ้วนหรือผอมเกินไป ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงหมู หมูที่เลี้ยงจะมีสองประเภท คือ หมูขุน และ หมูพันธุ์ ซึ่งมีวิธีการเลี้ยงที่แตกต่างกัน สำหรับการเลี้ยงหมูขุนนั้น จะเน้นการทำน้ำหนักเพื่อขาย จึงสามารถกินได้เต็มที่และเลี้ยงรวมในคอกขนาดใหญ่ได้ โดยไม่ต้องกังวลเรื่องปริมาณอาหารที่ได้รับ แต่สำหรับหมูพันธุ์แล้ว สุขภาพของแม่หมูเป็นเรื่องสำคัญ คือ แม่หมูต้องสุขภาพดี ไม่อ้วนหรือผอมเกินไป ซึ่งจะทำให้มีปัญหาน้อย สามารถผสมติดได้ดี ทำให้โอกาสมีลูกและคลอดดกขึ้น ถ้าแม่หมูอ้วนเกินไป กินเยอะ การผสมติดก็จะยาก และลูกหมูที่ได้มาก็จะไม่แข็งแรง ทำให้การเลี้ยงหมูพันธุ์ต้องมีการควบคุมน้ำหนัก เพื่อรักษารูปร่างให้ได้มาตรฐานนั่นเอง โดยทั่วไปผู้เลี้ยงมักจะเลี้ยงหมูพันธุ์แบบกรงตับ (กรงขังเดี่ยว) เพื่อสามารถควบคุมการตักอาหารให้แม่หมูกินทีละตัว ๆ ตามปริมาณที่แต่ละตัวต้องกินได้ เช่น แม่หมูปกติให้กิน 2 กิโลกรัม ส่วนแม่หมูที่อ้วนจะต้องลดปริมาณอาหารลงเหลือ 1.5 กิโลกรัม เป็นต้น แต่ปัญหาก็คือ แม่หมูที่อยู่กรงตับจะไม่แข็งแรง เพราะไม่ได้ออกกำลังกาย มีแต่กินกับนอนอยู่ที่แคบ ๆ ดังนั้น ทางฟาร์มจึงได้เปลี่ยนวิธีการเลี้ยงมาเป็นระบบปล่อยแบบคอกรวมขนาดใหญ่ ที่แม่หมูสามารถเดินออกกำลังกายได้ ส่วนปัญหาการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

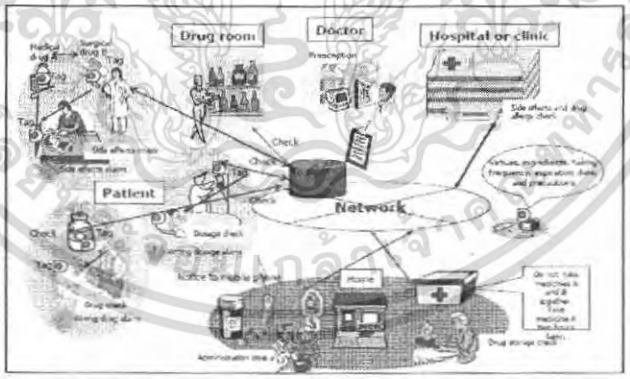
ปริมาณอาหารนั้น ทางฟาร์มได้นำซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า Porcode Management System ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ของประเทศเนเธอร์แลนด์ มาใช้ร่วมกับเทคโนโลยี RFID เพื่อควบคุมเครื่องให้อาหารแม่หมู ซึ่งระบบจะควบคุมให้เครื่องให้อาหารปล่อยอาหารมาตามปริมาณที่เหมาะสมกับแม่หมูแต่ละตัว ระบบให้อาหารหมูอัตโนมัตินี้ ประกอบไปด้วย แถบ RFID สำหรับระบุหมายเลขประจำตัวของแม่หมูแต่ละตัว ซึ่งจะติดไว้ที่หูของแม่หมู , เครื่องอ่าน RFID ซึ่งจะติดอยู่ที่ผนังบริเวณจุดให้อาหารทำหน้าที่รับสัญญาณจากแถบ RFID ทำให้รู้ว่าแม่หมูที่เข้ามากินอาหารเป็นแม่หมูหมายเลขใด , โปรแกรม Porcode Management System สำหรับตั้งโปรแกรมปริมาณอาหาร แผงควบคุมและชุดอุปกรณ์ปล่อยอาหาร โดยการทำงานของระบบนี้ จะเริ่มต้นด้วยการตั้งโปรแกรมการให้อาหารแม่หมู (Feed Curve) ซึ่งตั้งครั้งเดียวในตอนแรก โดยจะกำหนดปริมาณอาหารเริ่มต้นและปริมาณอาหารที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์ แบ่งตามช่วงอายุและรูปร่างของแม่หมู รวมถึงสถานการณ์ตั้งท้อง เช่น ถ้าอายุปกติเริ่มเข้าโปรแกรมหมูแม่พันธุ์ 0-2 สัปดาห์ หมูรูปร่างปกติให้กินอาหาร 2.4 กิโลกรัมต่อวัน หมูผอม2.7 กิโลกรัมต่อวัน หมูอ้วน 2.3 กิโลกรัมต่อวัน และเมื่ออายุ 2-4 สัปดาห์ ให้เพิ่มอีก 0.6 กิโลกรัม เมื่อหมูเริ่มท้องก็ให้อาหารน้อยลง และเมื่อท้องแก่ก็คอยเพิ่มอาหารขึ้นเรื่อย ๆ จากนั้นจึงติดแถบ RFID ที่หูของแม่หมูแต่ละตัว พร้อบันทึกหมายเลขประจำตัวและป้อนข้อมูลส่วนตัว เช่น น้ำหนัก อายุ การเป็นสัด การท้อง การคลอด ฯลฯ ของแม่หมูแต่ละตัวไว้ในระบบ ซึ่งโปรแกรม Porcode จะประมวลผลปริมาณอาหารที่เหมาะสมกับน้ำหนักและอายุของแม่หมูตัวนั้น ๆ ให้โดยอัตโนมัติ เมื่อแม่หมูเข้าไปกินอาหารในปริเวณเครื่องปล่อยอาหาร (Feed Station) ซึ่งสามารถเข้าได้ทีละตัว เครื่องอ่าน RFID ที่ติดอยู่ที่ผนังบริเวณจุดปล่อยอาหารจะอ่านแถบ RFID ที่หูของแม่หมูแล้วส่งหมายเลขประจำตัวแม่หมู ไปตรวจสอบปริมาณโควตาอาหารที่เหลืออยู่ของแม่หมูตัวนั้น ๆ ถ้าโควตายังเหลืออยู่ ระบบจะควบคุมประตูทางเขาโซนกินอาหารให้ปิดประตูเพื่อไม่ให้แม่หมูตัวอื่นเข้ามารบกวน จากนั้นเครื่องปล่อยอาหารจะปล่อยอาหารออกมาตามปริมาณโควตาของแม่หมูตัวนั้น ๆ หากโควตาอาหารในวันนั้นของแม่หมูหมดแล้วหรือแม่หมูกินอิ่มแล้ว (ดูจากการที่แม่หมูเอาหูออกห่างจากบริเวณปล่อยอาหาร ทำให้ไม่สามารถรับสัญญาณแถบ RFID ได้) เครื่องปล่อยอาหารจะหยุดปล่อยอาหาร และประตูทางเข้าจะเปิดให้แม่หมูตัวใหม่เข้ามากินอาหารต่อได้ กรณีโควตายังเหลืออยู่ แม่หมู่ไม่สามารถเข้ามากินรอบสองได้ ระบบที่เลี้ยงแบบปล่อยนี้จะแพงกว่าการเลี้ยงแบบกรงตับ แต่ก็คุ้มค่ากว่า เพราะแม่หมูจะมีสุขภาพแข็งแรง ทำให้ประหยัดต้นทุนโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 การประยุกต์ใช้ RFID ในเกษตรกรรม

2.8.1.7 การประยุกต์ใช้ RFID ในการแพทย์

ในปัจจุบันได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยี RFID เข้าไปประยุกต์ใช้ทางการแพทย์และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา องค์การอาหารและยาของประเทศให้การรับรองและอนุญาตให้มีการใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยี ฝังชิ้นส่วนของไมโครชิพ หรือ เก็บหน่วยข้อมูลอัจฉริยะขนาดจิ๋ว ซึ่งทำงานด้วยระบบ RFID เข้าสู่ผิวหนังผู้ป่วยได้ โดยลักษณะรูปร่างของเจ้าไมโครชิพนี้จะมีขนาดเล็กมาก ๆมีขนาดเท่า " เมล็ดข้าว" เท่านั้นเอง และใช้ฉีดเข้าไปฝังตัวใต้ผิวหนังของผู้ป่วย เพื่อช่วยเก็บข้อมูลในทางการแพทย์ อาทิเช่น ข้อมูลกรุ๊ปเลือด ข้อมูลการเกิดภูมิแพ้ ข้อมูลลักษณะเฉพาะของผู้ป่วยแต่ละบุคคล เพื่อให้แพทย์ช่วยรักษาและวินิจฉัยให้ตรงกับโรคมากที่สุดอีกทั้งยังใช้ เป็นรหัสส่วนบุคคลของผู้ป่วยอีกด้วย

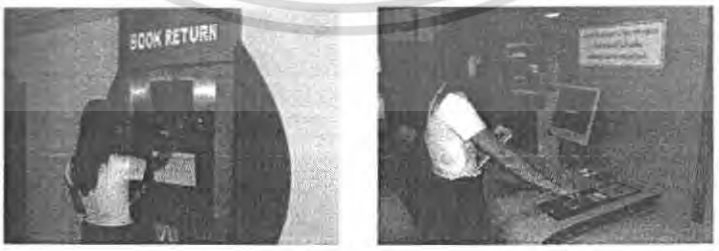


รูปที่ 2.18 การประยุกต์ใช้ RFID ในการแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.8 การประยุกต์ใช้ RFID ในห้องสมุด

แนวคิดที่จะนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในกระบวนการยืมคืนหนังสือและสื่อโสตทัศน์ด้วยตนเอง ห้องสมุดแห่งแรกที่ติดตั้งระบบเทคโนโลยี RFID คือ ห้องสมุดของ Rockefeller University in New York ส่วนห้องสมุดประชาชนแห่งแรกที่นำเทคโนโลยี RFID มาใช้ คือ Farmington Community Library ในรัฐมิชิแกน ห้องสมุดแต่ละแห่งพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บรายละเอียดทางบรรณานุกรมและสถานภาพของทรัพยากรสารสนเทศ เพื่อใช้ในการตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับยืมคืนทรัพยากรสารสนเทศแต่ละรายการของห้องสมุด โดยทรัพยากรสารสนเทศแต่ละรายการจะได้รับตัวเลขที่เฉพาะรายการ (บาร์โค้ด) ซึ่งไม่ได้มีความสัมพันธ์กันระหว่างชื่อผู้แต่ง และชื่อเรื่องของทรัพยากรสารสนเทศรายการนั้นๆ การยืมคืนทรัพยากรสารสนเทศที่ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ด ผู้ใช้ต้องติดต่อขอความช่วยเหลือจากบรรณารักษ์/เจ้าหน้าที่ จากนั้นบรรณารักษ์/เจ้าหน้าที่จะนำแถบบาร์โค้ดที่ติดกับทรัพยากรสารสนเทศนั้นไปไว้ในบริเวณที่เครื่องอ่านรหัสบาร์โค้ด โดยสามารถอ่านได้ทีละเล่ม แต่สำหรับเทคโนโลยี RFID นั้นมีลักษณะคล้ายกับบาร์โค้ดและยังสามารถรองรับความต้องการอีกหลายๆอย่างที่บาร์โค้ดไม่สามารถตอบสนองได้ กล่าวคือ เทคโนโลยีบาร์โค้ดเป็นระบบที่อ่านได้อย่างเดียว ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อยู่บนบาร์โค้ดได้ แต่ป้าย RFID สามารถอ่านและบันทึกข้อมูลเพิ่มเติมนอกเหนือจากตัวเลขและเพิ่มเติมข้อมูลภายหลังได้ นอกจากนี้ระบบเทคโนโลยี RFID เป็นเทคโนโลยีที่สามารถส่งข้อมูลทุกอย่างผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ดังนั้นการอ่านข้อมูลจากป้าย RFID จึงไม่ต้องป้ายข้อมูลอยู่ในบริเวณที่เครื่องอ่านอ่านได้ และผู้ใช้สามารถยืมคืนทรัพยากรสารสนเทศได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้เมื่อมีการยืมคืนผ่านเทคโนโลยี RFID ฐานข้อมูลทรัพยากรสารสนเทศจะถูกปรับปรุงข้อมูลเป็นปัจจุบันทันที



รูปที่ 2.19 การประยุกต์ใช้ RFID ในห้องสมุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 สรุป

ในบทนี้จะกล่าวถึงเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี และคลื่นความถี่ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบันและการพัฒนาระบบ RFID ที่มีจุดประสงค์เพื่อมาแทนที่ระบบอื่นที่มีการพัฒนามาก่อนหน้า เช่นระบบบาร์โค้ด แต่เป็นการเสริมจุดอ่อนต่างๆ ของระบบอื่น ในประเทศไทยมีแนวโน้มการใช้เทคโนโลยี RFID ในหลากหลายด้านทั้งใช้ในด้านการขนส่ง (บัตรทางด่วน บัตรโดยสารรถไฟฟ้า ด้านการปศุสัตว์ (การให้อาหาร การติดตามโรค) ใช้กับเอกสารราชการ (บัตรประชาชน หนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์) การควบคุมการเข้าออกสถานที่ (บัตรพนักงาน บัตรจอดรถ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เรานำมาใช้ในการวิเคราะห์และทฤษฎีของสายอากาศที่เรานำมาใช้ในการทดลองสภาวะแวดล้อมในการแพร่กระจายคลื่นนั้นการส่งผ่านสัญญาณจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับจะเกี่ยวโยงไปถึงลักษณะของช่องสัญญาณ ได้มีทฤษฎีและเทคนิคในการวัดสำหรับการจำลองแบบการแพร่กระจายของสัญญาณไว้แล้ว โดยในการแพร่กระจายคลื่นทั้งสภาวะแวดล้อมโดยรอบๆเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญทำให้ผลกระทบที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นต้นไม้และตัวถังของรถยนต์ก็ตาม สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดการสะท้อนของสัญญาณเกิดขึ้น

3.2 ค่าการสูญเสียจากการแผ่กระจายกำลังงานในอากาศอิสระ

การที่สายอากาศรับถูกเลื่อนให้ห่างออกไปจากตัวสายอากาศส่ง ทำให้ระดับของกำลังงานที่รับได้ มีค่าลดลงนั้นเป็นผลมาจากการสูญเสียเนื่องจากการแผ่กระจายกำลังงานในอากาศอิสระซึ่งค่ากำลังงานของสัญญาณที่รับได้จะเป็นสัดส่วนผกผันกับค่าระยะทางยกกำลังสองระหว่างสายอากาศตัวส่งและตัวรับค่าการสูญเสียนี้ เรียกว่า ค่าการสูญเสียเนื่องจากการแผ่กระจายกำลังงานในอากาศอิสระ (Free-Space Propagation loss) ซึ่งแสดงในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$L_F(dB) = 10\log\left(\frac{4\pi r}{\lambda}\right)^2 = 20\log\frac{4\pi r}{\lambda} \qquad (3.1)$$

โดยที่ r คือ ระยะห่างระหว่างสายอากาศส่งกับสายอากาศรับ

λ คือ ความยาวคลื่นในอากาศอิสระ (มีหน่วยเท่ากับระยะทาง)

เมื่อกำหนดค่าความยาวคลื่น สมการ (1) จะแสดงให้เห็นว่า L_F ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างสายอากาศทั้งสองเท่านั้น ความสัมพันธ์นี้สามารถพิจารณาได้ด้วยการทดลองโดยการส่งสัญญาณจากสายอากาศอันหนึ่ง และวัดกำลังงานที่รับได้ที่ระยะห่างต่างๆกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสายอากาศโดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติเจาะจงทิศทาง ดังนั้นทิศทางสายอากาศต้องเหมือนเดิมตลอดการทดลอง ถ้าเราทราบระยะห่างระหว่างสายอากาศที่แตกต่างกันออกไป เราจะทราบค่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดทอนของกำลังงานของสัญญาณที่รับได้ที่ระยะทางหนึ่งสัมพันธ์กันกับค่าการลดทอนที่รับได้จากอีกระยะทางหนึ่ง จึงสามารถคำนวณได้โดยง่าย โดยใช้สมการ

$$A(dB) = 20\log\frac{r1}{r2} \tag{3.2}$$

เมื่อ A คือ ค่าการลดทอนกำลังงานที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB)

r_1 และ r_2 คือ ค่าระยะห่างที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

การกำหนดคุณลักษณะเชิงเลขของคุณสมบัติเชิงทิศทางของสายอากาศนั้น หลักการของค่าสภาพเจาะจงทิศทาง (Directivity) หรือค่าอัตราขยายเจาะจงทิศทาง (Directive Gain) จะถูกนำมาใช้พิจารณาเสมอ จากที่ได้ทำการศึกษามาแล้วในหน่วยที่ 2 เราทราบว่า ค่าสภาพเจาะจงทิศทาง ก็คือค่าความเข้มในการแผ่กระจายกำลังงานสูงสุดในทิศทางที่กำหนดให้สัมพันธ์กับค่าความเข้มในการแผ่กระจายกำลังงานของสายอากาศส่งแบบไอโซทรอปิก ซึ่งมีกำลังงานเท่ากันทุกทิศทาง และสายอากาศที่ไม่มีการสูญเสียนั้น อัตราขยายของสายอากาศ (Directive Gain) จะมีค่าเดียวกันกับค่าสภาพเจาะจงทิศทาง (Directivity)

3.3 การวัดค่าอัตราขยายของสายอากาศ (Antenna Gain Measurement)

การวัดค่าอัตราขยายของสายอากาศมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีที่ง่ายที่สุด ก็คือวิธีที่เรียกว่า วิธีแบบใช้สายอากาศอ้างอิง (Reference Antenna Method) หรือ วิธีการเปรียบเทียบ (Comparison Method) หรือวิธีการแทนที่ (Substitution Method) ซึ่งสามารถหาได้โดยการเปรียบเทียบกำลังงานที่ได้รับด้วยสายอากาศอ้างอิง (P_{ref}) กับกำลังงานที่รับได้จากสายอากาศที่ทำการทดสอบ (P_{test}) ค่าอัตราขยายของสายอากาศที่ต้องการทราบจะหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$G_{test} = \frac{P_{test}}{P_{ref}} G_{ref} \tag{3.3}$$

เมื่อต้องการคำตอบ ให้มีหน่วยเป็น dB ก็จะหาได้จากสมการ

$$G_{test}(dB) = P_{test}(dB) - P_{ref}(dB) + G_{ref}(dB) \tag{3.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนที่จะนำวิธีการแทนที่มาใช้นั้น เราจะต้องปรับเทียบเพื่อหาค่าอัตราขยายของสายอากาศที่ใช้ในการอ้างอิงเสียก่อน โดยการใช้สายอากาศสองตัวที่เหมือนกันทุกประการมาเป็นสายอากาศรับและส่ง จากนั้นวัดค่ากำลังงานที่ส่งออกไปและค่าของกำลังงานที่รับได้ นำมาคำนวณหาค่าอัตราขยาย ซึ่งจะเป็นอัตราขยายของสายอากาศอ้างอิง ดังสมการ

$$G = \frac{4\pi r}{\lambda}\sqrt{\frac{P_{rec}}{P_0}} \tag{3.5}$$

เมื่อ G คือ ค่าอัตราขยายของสายอากาศที่จะใช้เป็นตัวอ้างอิง

r คือ ระยะทางระหว่างสายอากาศทั้งสอง

P_{rec} และ P_o คือ กำลังงานที่รับได้และกำลังงานที่ส่งออกไป ตามลำดับ

λ คือ ความยาวคลื่นในอากาศ (หน่วยเดียวกันกับระยะทาง

สายอากาศปากแตรทรงพีระมิดมักจะถูกใช้เป็นสายอากาศอ้างอิงในการวัดค่าอัตราขยายของสายอากาศ เนื่องจากค่าอัตราขยายของสายอากาศสามารถคำนวณได้อย่างแม่นยำจากขนาดทางกายภาพของตัวสายอากาศเอง สำหรับสายอากาศปากแตรแบบเซกเตอร์นั้น ส่วนของปากแตรจะกางออกไปในระนาบใดระนาบหนึ่งเท่านั้น ซึ่งจัดเป็นสายอากาศแบบปากแตรทรงพีระมิดกรณีพิเศษ ส่วนสายอากาศปากแตรชนิดอื่นที่ไม่ได้แสดงในที่นี้ ได้แก่ สายอากาศปากแตรทรงกรวย ซึ่งจะใช้กับท่อนำคลื่นวงกลม

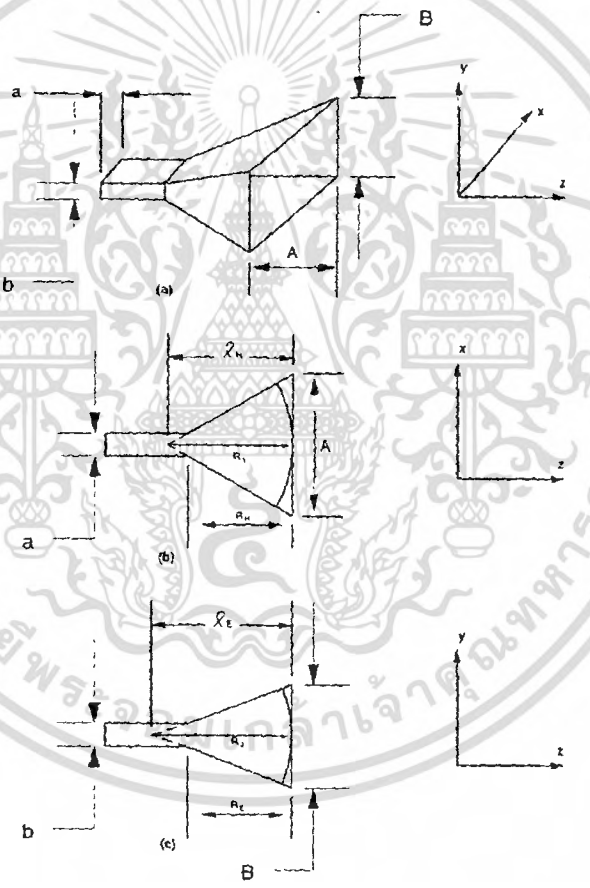
รูปที่ 3.1 แสดงรูปสายอากาศปากแตร (Horn Antenna)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะของสายอากาศปากแตรแบบเซกเตอร์จะใกล้เคียงกับสายอากาศปากแตรทรงพีระมิดอย่างมาก ดังนั้นการศึกษาคุณสมบัติของสายอากาศเซกเตอร์ดังกล่าวจะใช้วิธีการประมาณค่าอัตราขยายของสายอากาศปากแตรทรงพีระมิดจากขนาดทางกายภาพของมัน

3.4 สายอากาศปากแตรทรงพีระมิด (Pyramidal Horn Antenna)

สายอากาศปากแตรทรงพีระมิดเป็นสายอากาศยอดนิยมอีกชนิดหนึ่งที่ใช้งานกันอย่างกว้างขวาง มีรูปทรงเรขาคณิต ดังรูปที่ 3.2



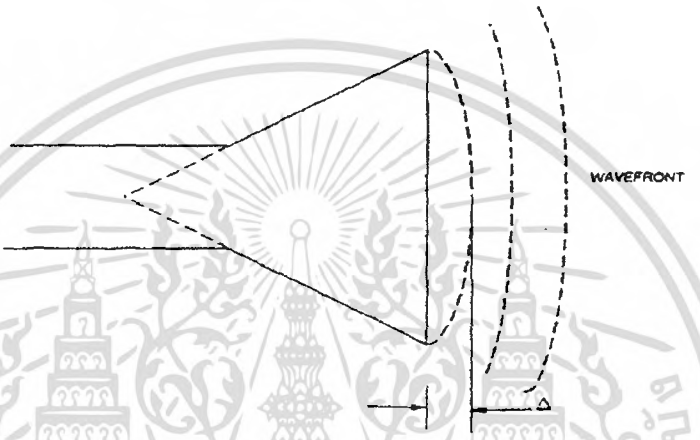
รูปที่ 3.2 แสดงรูปสายอากาศปากแตรรูปทรงพีระมิด

ท่อนำคลื่นสามารถแผ่กระจายกำลังงานสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้หลายโหมด (Mode) โดยมีจำนวนของโหมดที่ไม่สิ้นสุด แต่ละโหมดจะมีองค์ประกอบของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง ถ้ามุมเปิดของปีกของสายอากาศปากแตรทรงพีระมิด มีขนาดเล็กเพียงพอ ก็จะมีเพียงโหมดการกระจายคลื่นเป็นใหญ่ที่เรียกว่า Dominant Mode เท่านั้น ที่สำคัญที่สุด

เส้นสนามของโหมดเป็นใหญ่นี้ ในกรณีที่เป็นสายอากาศปากแตรแบบเซกเตอร์ จะถูกแผ่ขยายออกไปในลักษณะของรูปทรงกระบอก (Cylindrical Form) และในกรณีที่เป็นสายอากาศปากแตรทรงพีระมิดถูกแผ่ขยายออกไปในรูปของทรงกลม (Spherical Form)



รูปที่ 3.3 ค่าผิดพลาดเชิงเฟส (Phase Errors: Δ)

อันเนื่องมาจากความโค้งของหน้าคลื่นในสายอากาศปากแตรในรูปที่ 3.3 ลักษณะของหน้าคลื่น (Wave Front) จะมีความโค้งไม่แบบราบ จึงทำให้เกิดความผิดพลาดเชิงเฟส (Phase Errors) ซึ่งต้องนำมาคิดในการวิเคราะห์คุณลักษณะของสายอากาศด้วย เราสามารถอธิบายค่าผิดพลาดเชิงเฟสนี้โดยใช้ค่าผิดพลาดของวิถีนอร์แมลไลซ์ (Normalized Path Errors) s และ t

$$s = \frac{\Delta_E}{\lambda} = \frac{B^2}{8\lambda \ell_E} \tag{3.6}$$

$$t = \frac{\Delta_H}{\lambda} = \frac{A^2}{8\lambda \ell_H} \tag{3.7}$$

เมื่อ s และ t คือ ค่าความผิดพลาดของวิถีนอร์แมลไลซ์

λ คือ ความยาวคลื่น

A, B, ℓ_E และ ℓ_H คือ ขนาดที่แสดงในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

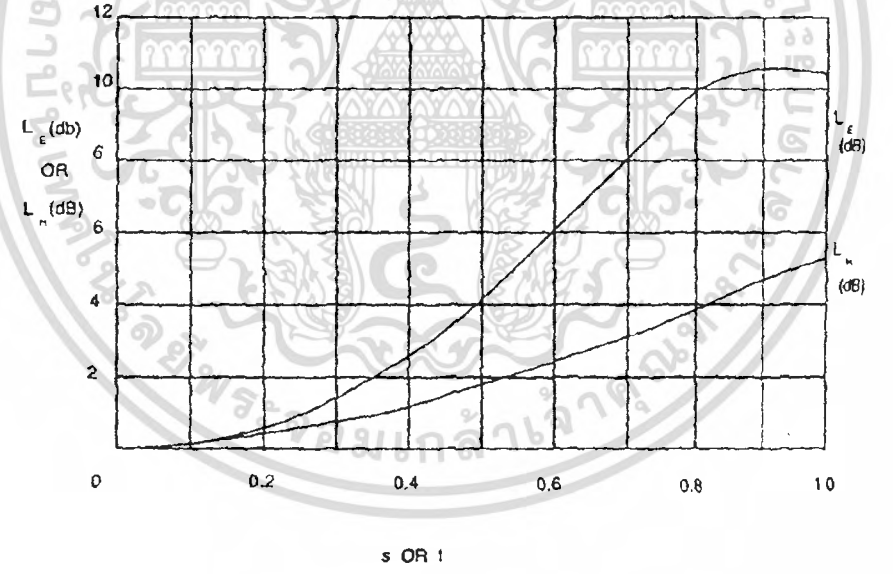
ค่าอัตราขยายโดยประมาณของสายอากาศปากแตรทรงพีระมิด สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ

$$G = \frac{32}{\pi}\left(\frac{A}{\lambda}\right)\left(\frac{B}{\lambda}\right)L_E L_H \tag{3.8}$$

เมื่อ L_E และ L_H แสดงค่าสูญเสียเนื่องจากค่าผิดพลาดเชิงเฟส ที่เกิดจากการกางออกของปากแตรซึ่งสามารถแสดงเป็นสมการในหน่วย dB ได้คือ

$$G(dB) = 10.08 + 10\log\left[\left(\frac{A}{\lambda}\right)\cdot\left(\frac{B}{\lambda}\right)\right] - L_E(dB) - L_H(dB) \tag{3.9}$$

ค่าของ L_E (dB) และ L_H (dB) สามารถหาได้ โดยคำนวณค่าของ s และ t โดยใช้สมการ (3.6) และ (3.7) ออกมาก่อน จากนั้นอ่านค่า L_E (dB) และ L_H (dB) จากกราฟในรูปที่ 3.4

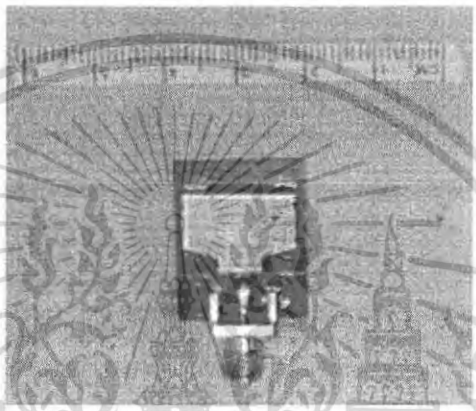


รูปที่ 3.4 ค่าส่วนประกอบการสูญเสีย (Loss Factor) ที่เกิดขึ้นในระนาบสนามไฟฟ้าและระนาบสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สายอากาศแบบเส้นตัวนำกลาง

สายอากาศแบบเส้นตัวนำกลาง (Meander line antenna; MLA) เป็นสายอากาศที่ ออกแบบโดยบริษัทสกายครอส (Sky cross company) ประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยคุณสมบัติของสายอากาศที่มีขนาดเล็กและเฟสมีความเป็นเชิงเส้นตลอดช่วงความถี่และมีรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นเป็นแบบรอบตัวตามแนวตั้ง (vertical) ของสายอากาศโดยรูปที่ 3.5



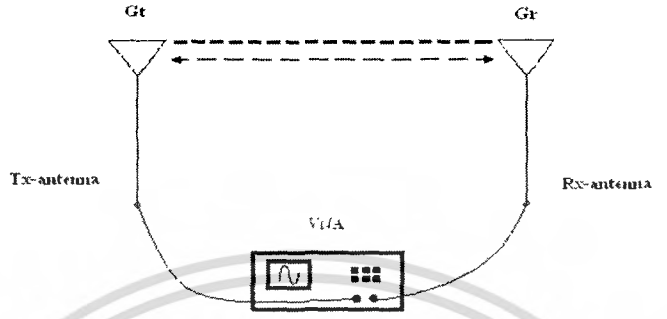
รูปที่ 3.5 สายอากาศแบบเส้นตัวนำกลาง

3.6 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ในการสื่อสารไร้สายนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับของสัญญาณไม่ว่าจะเป็นระดับของกำลังงาน เวลาประวิงที่เกิดขึ้นหรือความผิดเพี้ยนของรูปสัญญาณที่รับได้เมื่อทำการส่งสัญญาณจากภาคส่งไปยังภาครับโดยผลที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะต้องทำการตรวจสอบเบื้องต้นด้วยวิธีการวัดจากนั้นผลที่ได้จากการวัดหรือที่เรียกว่าข้อมูลดิบ (Raw data) นั้นจำเป็นต้องนำมาวิเคราะห์ตามขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบหรือการเปลี่ยนแปลงดังที่ได้กล่าวไปแล้วโดยในขั้นตอนนี้มีความสำคัญพอ ๆ กับขั้นตอนการวัดซึ่งมีความจำเป็นต้องทำความเข้าใจในพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและเชื่อถือได้โดยในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะพารามิเตอร์ที่สำคัญ ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 สมการการถ่ายโอนของฟรีส (Friis's Transmission Formula)



รูปที่ 3.5 แบบจำลองการสูญเสียการส่ง

สมการการถ่ายโอนของฟรีสได้รับการยอมรับและนิยมในวงการวิจัยเกี่ยวกับระบบการสื่อสารอย่างแพร่หลายเนื่องมาจากเป็นสมการที่ไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อน และง่ายต่อการวิเคราะห์โดยสมการทั่วไปสามารถเขียนได้ดังนี้

$$G_{Frus} = G_t G_f G_r \tag{3.10}$$

เมื่อ

G_{Frus} แทนด้วยอัตราการขยายของฟรีส
G_t แทนด้วยอัตราการขยายของด้านส่ง
G_f แทนด้วยอัตราการขยายของพื้นที่ว่าง
G_r แทนด้วนอัตราการขยายของด้านรับ

3.6.2 การสูญเสียเชิงวิถี (Path Loss)

ในระบบการสื่อสารไร้สายนั้นเป้าหมายหลักของการจำลองการแพร่กระจายคลื่นคือ การคาดการณ์ถึงค่าความสูญเสียกำลังงานของสัญญาณ (PL) เนื่องจากการแพร่กระจายผ่านช่องสัญญาณโดยพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างระดับกำลังงานที่ใช้ส่งและระดับกำลังงานที่รับได้ ซึ่งโดยทั่วไปมักจะแสดงให้อยู่ในหน่วยของเดซิเบล (dB) ดังแสดงในสมการที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$PL(dB) = -20\log\left[\frac{Vt(t)}{Vr(t)}\right] \tag{3.11}$$

โดยที่

v_t คือ ระดับสัญญาณที่ใช้ส่ง

v_r คือ ระดับสัญญาณที่รับได้

3.6.3 ทฤษฎีการขยายการส่งผ่าน (Transmission Gain)

คืออัตราส่วนการของกำลังงานทางด้านรับ (Power of receive) เทียบกับกำลังทางด้านส่ง (Power of transmitter) หรือส่วนกลับของการสูญเสียเชิงวิถีนั้นเอง

$$TG = 10\log\left[\frac{Vr(t)}{Vt(t)}\right] \tag{3.12}$$

กำหนดให้

TG คือ อัตราการขยายส่งผ่าน

$v_t(t)$ คือ สัญญาณทางด้านรับ

$v_{r(t)}$ คือ สัญญาณทางด้านส่ง

3.6.4 Power Delay Profile

ใช้บอกคุณลักษณะของการออกแบบทางเวลาสำหรับช่องสัญญาณแถบความถี่ และมี Multipath ประกอบด้วยค่า Time Dispersion Parameters ดังนี้

Mean excess delay $(\bar{\tau})$

คำนวณได้จากสมการ

$$\bar{\tau} = \frac{\sum_k a_k^2 \tau_k}{\sum_k a_k^2} = \frac{\sum_k P(\tau_k)\tau_k}{\sum_k P(\tau_k)} \tag{3.13}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย $\overline{(\tau)}$ คือค่า Mean excess delay คือ ค่า แอมพลิจูดของสัญญาณที่ตำแหน่ง k, τ_k คือ delay ที่ตำแหน่ง k, $P(\tau_k)$ คือ กำลังของสัญญาณที่ตำแหน่ง k

RMS delay spread (σ)

คำนวณได้จากสมการ

$$\sigma_\tau = \sqrt{\overline{\tau^2} - (\overline{\tau})^2}$$

เมื่อ

$$\overline{\tau^2} = \frac{\sum_k a_k^2 \tau_k^2}{\sum_k a_k^2} = \frac{\sum_k P(\tau_k)\tau_k^2}{\sum_k P(\tau_k)} \qquad (3.14)$$

โดย σ_τ คือค่า RMS (Root Mean Dpuare) delay spread

3.7 สรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงหลักการที่เกี่ยวข้องกับช่องสัญญาณในการสื่อสารซึ่งเป็นส่วนสำคัญในปริญญานิพนธ์นี้อันประกอบด้วยรายละเอียดของคุณลักษณะของช่องสัญญาณ ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณลักษณะของช่องสัญญาณ จากนั้นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับช่องสัญญาณจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ถึงผลที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็น ผลการลดทอนของกำลังงาน การผิดเพี้ยนของรูปสัญญาณ ผลการกระจายทางเวลา ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้จะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

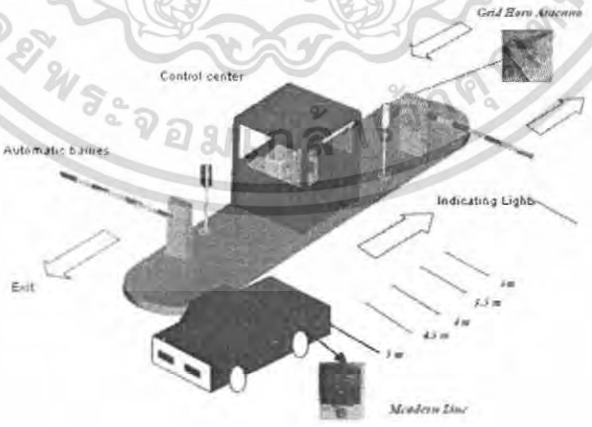
บทที่ 4
การออกแบบและขั้นตอนการวัดผล

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของขั้นตอนและแบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งเป็นการตรวจสอบผลการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในระบบสื่อสารไร้สาย สำหรับขั้นตอนในการวัดนั้นจำเป็นต้องมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และสิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือการกำหนดรูปแบบหรือลักษณะสภาวะแวดล้อมที่ทำการวัด โดยในวิทานิพนธ์นี้จะทำการวิเคราะห์ในสภาวะแวดล้อมระหว่างภายในอาคาร ซึ่งจะมีแบบจำลองการวัดอยู่หนึ่งแบบจำลอง

4.2 แบบจำลองการวัดสัญญาณ

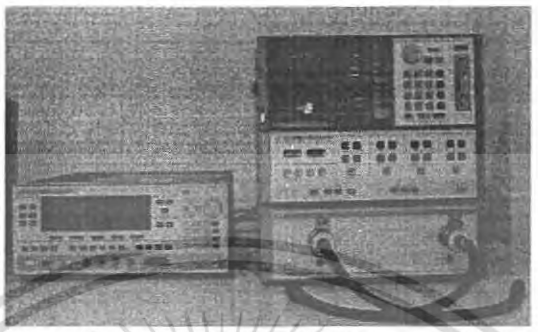
โครงงานนี้เป็นการวัด วิเคราะห์สัญญาณและการศึกษารูปแบบการประเมินผลการสูญเสียของสัญญาณการส่งผ่านใน อากาศว่างของตัวบ่งชี้ด้วยความถี่วิทยุสำหรับระบบไร้สายระยะสั้นโดยใช้การแพร่กระจายคลื่นแบบ RFID ที่ประกอบเข้าด้วยกับรถยนต์ โดยใช้เครื่อง Vector Network Analyzers (VNA) ทำการวัดในแถบความถี่ 2 GHz ถึง 3 GHz โดยมีความสูงของสายอากาศตัวส่ง ที่ 1.00 เมตร และระยะห่างระหว่างสารอากาศตัวส่งกับจุดที่ตัวบุคคลยืนอยู่คือ 5 .00เมตร ดังรูป



รูปที่ 4.1 แบบจำลองการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การจัดเตรียมอุปกรณ์



รูปที่ 4.2 เครื่อง Vector Network Analyzer

4.3.1 การเตรียมเครื่อง Vector Network Analyzer ก่อนทำการวัด

1.ทำการต่อ Connector ที่หัวต่อ Port 1 และที่หัวต่อ Port 2 โดยใช้สายแบบ Coaxial Cable Semi rigid

2.กด Mune ใน โหมด Stimulus

-กด Start ตามด้วย กดหมายเลขตามความถี่ที่ต้องการใช้ และ กด ENTRY OFF

-กด Stop ตามด้วย กดหมายเลขตามความถี่ที่ต้องการใช้ และ กด ENTRY OFF

3.กด Cal ที่ MENUS

-เลือกกดที่ Cal 1 (3.5 mm. B.3)

-เลือกกดที่ Full (2 Ports)

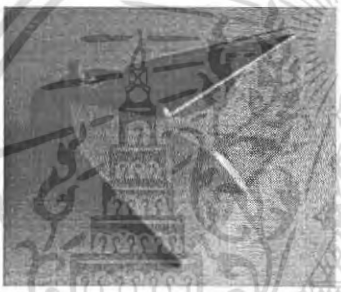
-เลือกกดที่ Reflection

4.ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำชุด Cal มาใช้ในการ Cal

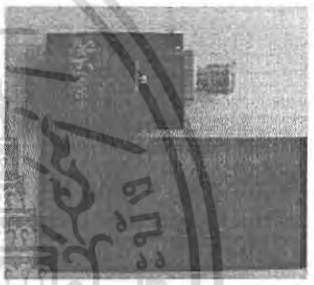
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.สายอากาศทางด้านรับ Grid Horn Antenna	1 ชิ้น
2.สายอากาศทางด้านส่ง Meander Line Antenna	1 ชิ้น
3.เครื่อง vector network analyzer: VNA	1 เครื่อง
4.สาย semi-rigid coaxial cable ยาว 5 เมตร	1 เส้น
5.สาย semi-rigid coaxial cable ยาว 10 เมตร	1 เส้น
6.ชุด calibrating tool kit	1 ชุด
7. Personal computer with GPIB interface	1 เครื่อง



รูปที่ 4.3 Grid Horn Antenna



รูปที่ 4.4 Meander Line Antenna

4.4 ขั้นตอนการทำการทดลอง

รูปที่ 4.5 การจัดเตรียมสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 การจัดเตรียมเครื่อง Vector Network Analyzer

1.ทำการออกแบบผังการวางตำแหน่งตัวส่ง (Tx-antenna) โดยมีความสูง 1.00 เมตร และตัวรับ (Rx-antenna) ที่ความสูง 1.00 เมตร เท่ากัน โดยระยะห่างจากตัวส่งถึงตัวรับที่ 5.00 เมตร โดยติดตัวรับไว้ที่หน้ากระจกทางด้านซ้ายมือและทำการวัดหาค่าสัญญาณ

2.เปลี่ยนตำแหน่งการทดลอง จากที่ตำแหน่งแรก 5.00 เมตร มาเป็น 4.50 เมตร และเปลี่ยนไปเรื่อยๆที่ละ 50 cm จนถึงระยะที่ 3 เมตร

3.เปลี่ยนตำแหน่งการวาง (Rx-antenna) มาที่ตำแหน่งตรงกลางกระจกและทำการวัดค่าสัญญาณ จากนั้นเปลี่ยนมาที่ตำแหน่งสุดท้ายคือทางขวามือหรือทางด้านคนขับ ที่ความสูงเดียวกันและทำการวัดสัญญาณ

4.5 พารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการทดลอง

Parameter	Value
Frequency range	2.0 GHz to 3.0 GHz
Number of frequency points	801
Dynamic power range	80 dB
Tx antenna height	1.00 m
Rx antenna height	1.00m
Distance between Tx and Rx	5 m

ตารางที่ 4.1 พารามิเตอร์สำคัญที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Frequency range คือ ช่วงความถี่ที่เราใช้ในสายอากาศตัวส่งในการส่งสัญญาณไปยังสายอากาศตัวรับ

Number of Frequency point คือ จำนวนจุดทั้งหมดที่เราใช้ในการพล็อตค่า dynamic Power range คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังงานของสัญญาณส่งต่อกำลังงานของสัญญาณรบกวนในหน่วย Decibel

Tx antenna height คือ ระยะความสูงจากพื้นถึงสายอากาศตัวรับ

Rx antenna height คือ ระยะความสูงจากพื้นถึงสายอากาศตัวส่ง

Distance between Tx and Rx คือ ระยะห่างระหว่างสายอากาศตัวส่งและสายอากาศตัวรับ ซึ่งในการทดลองได้ใช้ระยะห่างในช่วง 3 ถึง 5 เมตร

4.6 สรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองวัดช่องสัญญาณในอากาศว้าง Free space โดยสถานที่ ที่ใช้ในการทดลองเป็นบริเวณป้อมยามข้างตึก 12 โดยติดตั้งสายอากาศตัวรับ Grid Horn Antenna ไว้ที่ป้อมยาม จากนั้นติดตั้งสายอากาศตัวส่ง Meander Line Antenna ไว้ที่ตัวรถ

โดยจะทำการว่าง Meander Line Antenna ไว้ 3 ตำแหน่ง คือตรงกลาง ซ้าย และขวา ระยะห่างระหว่างตัวรับและตัวส่งอยู่ที่ 5 เมตรที่ความสูง 1 เมตร จากนั้นทำการวัดที่ระยะแรกคือ 5 เมตร และลดลงมาที่ละ 50 เซนต์ติเมตรจนถึงที่ตำแหน่ง 3 เมตร ความถี่ที่ใช้ 2.0 ถึง 3.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

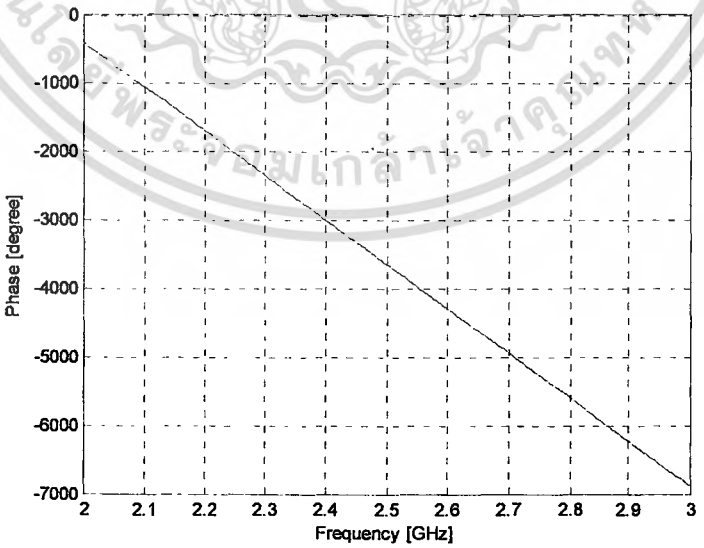
5.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ข้อมูลของช่องสัญญาณที่ได้จากการวัด จากนั้นจะทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น การสูญเสียเชิงวิถี อัตราการขยายการส่งผ่าน ค่าภาพหน้าตัดข้างการประวิงกำลังงานของสัญญาณ และจะนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบจำลองทั้ง 3 ตำแหน่งมาทำการเปรียบเทียบและปรับปรุงค่าอัตราส่วนสัญญาณรบกวนโดยใช้แมตช์ฟิลเตอร์ ซึ่งรายละเอียดของผลการวิเคราะห์จะได้กล่าวในหัวข้อต่อไปนี้

5.2 ผลการทดลองทั้ง 3 ตำแหน่ง

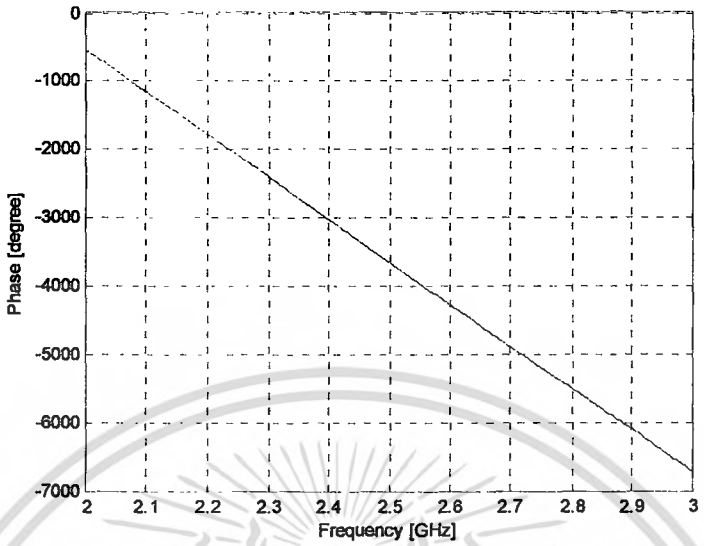
5.2.1 เฟสของฟังก์ชันการส่งผ่านทางความถี่ (Phase)

รูปที่ 5.1 แสดงเฟสของฟังก์ชันการส่งผ่านความถี่ ทั้ง 3 ตำแหน่งคือ ตำแหน่งตรงกลาง ตำแหน่งทางด้านซ้าย และตำแหน่งทางด้านขวา จากรูปที่ 5.2 และรูปที่ 5.3 ตามลำดับ จากรูปทั้ง 3 ตำแหน่งเฟสจะมีลักษณะเป็นเชิงเส้นตลอดช่วงความถี่ที่ทดลอง เนื่องจากมีสัญญานรบกวนน้อยจึงทำให้เฟสที่ได้เป็นเส้นตรง

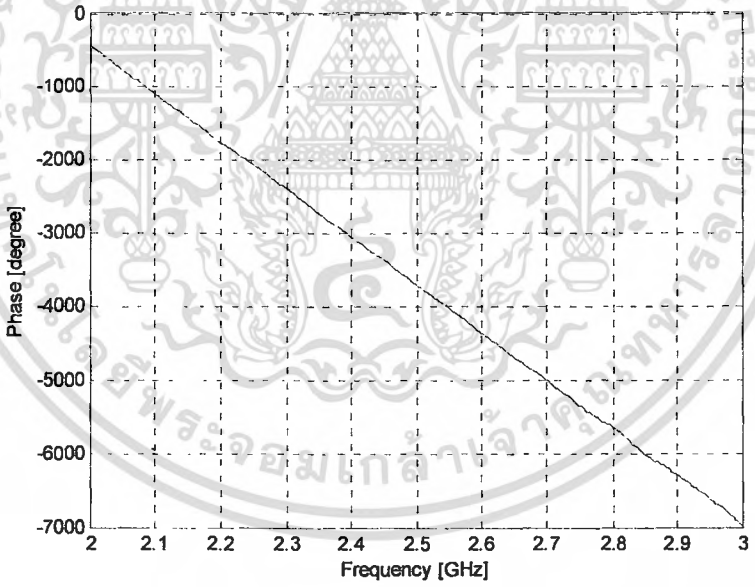


รูปที่ 5.1 Measurement Transfer Function : Phase Center

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 Measurement Transfer Function : Phase Left

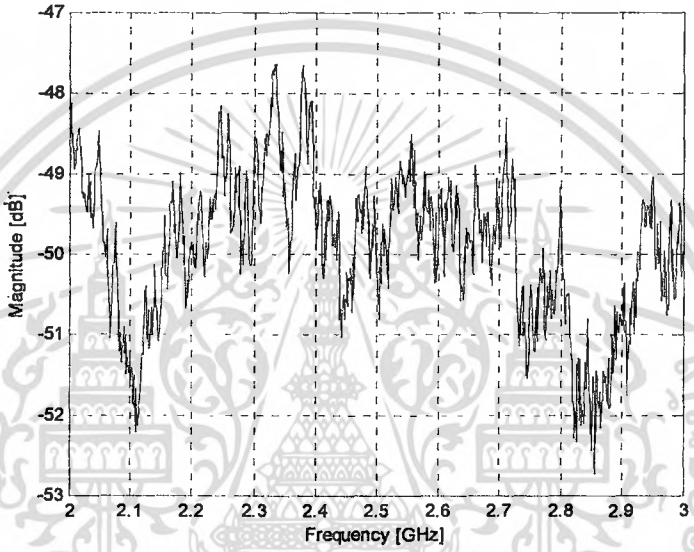


รูปที่ 5.3 Measurement Transfer Function : Phase Right

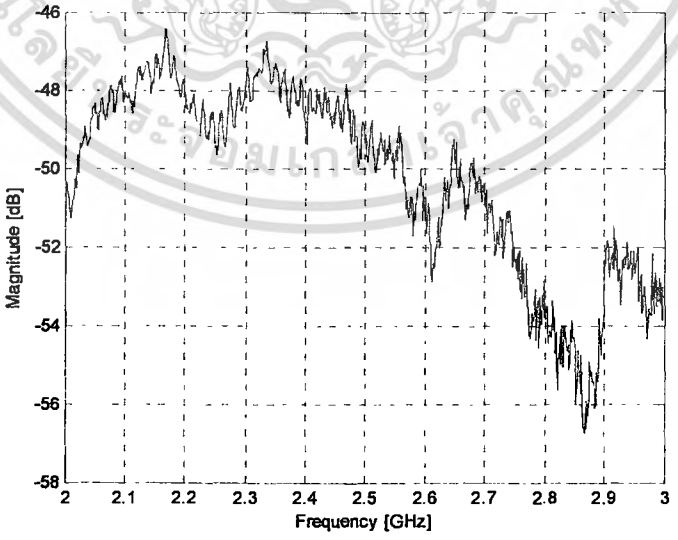
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ฟังก์ชั่นการส่งผ่านของสายอากาศ (Magnitude)

จากรูปที่ 5.4 แสดงฟังก์ชั่นการส่งผ่านของสายอากาศ (Antenna transfer function) ทั้ง 3 ตำแหน่งคือ ตำแหน่งตรงกลางตำแหน่งทางด้านซ้าย และตำแหน่งทางด้านขวา จากรูปที่ 5.5 และรูปที่ 5.6 ตามลำดับ จากรูปทั้ง 2 กรณีเฟสจะมีลักษณะเป็นเชิงเส้นตลอดช่วงความถี่ที่ทดลอง เนื่องจากมีสัญญานรบกวนน้อยจึงทำให้เฟสที่ได้เป็นเส้นตรง

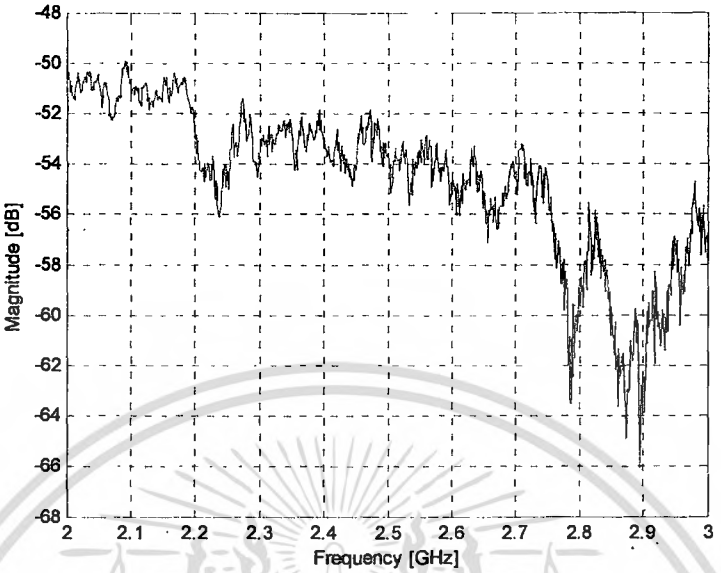


รูปที่ 5.4 Measurement Transfer Function: Magnitude Center



รูปที่ 5.5 Measurement Transfer Function: Magnitude Left

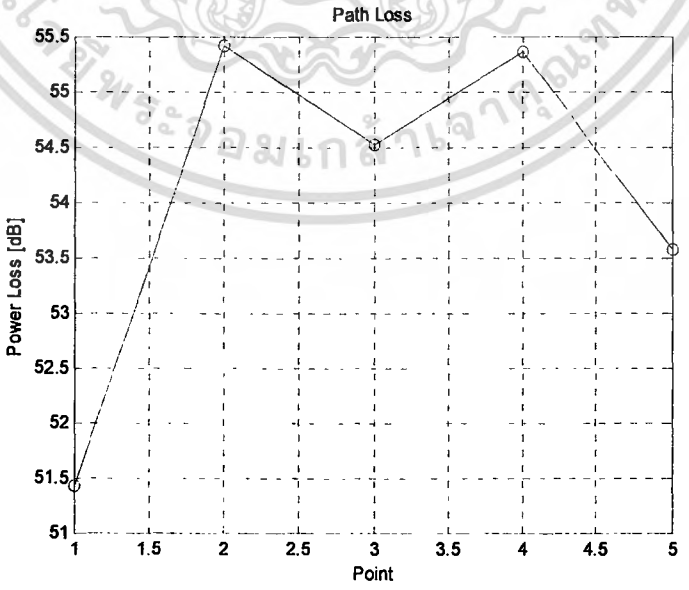
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่5.6 Measurement Transfer Function: Magnitude Right

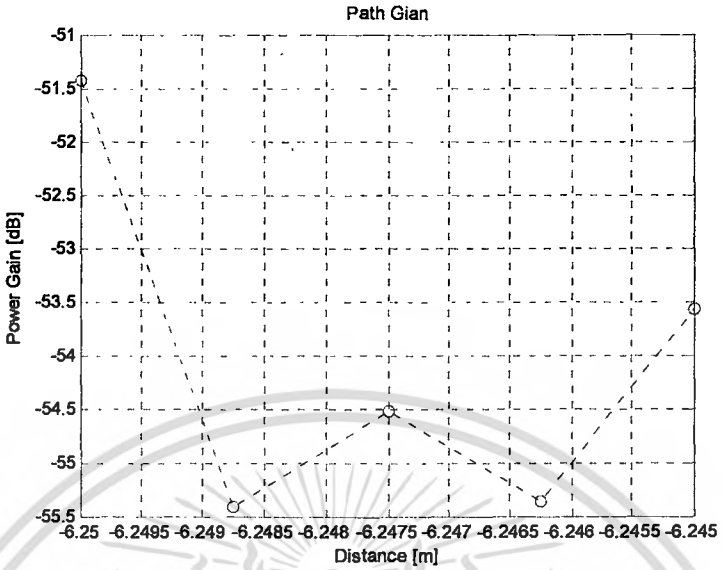
5.2.3 ค่าการสูญเสียเชิงวิถีและอัตราการขยายเชิงวิถี (Path Loss and Path Gain)

แสดงค่าการสูญเสียเชิงวิถี (Path Loss) และอัตราการขยายเชิงวิถี (Path Gain) ทั้ง 3 ตำแหน่ง จาก ตำแหน่งตรงกลาง ตำแหน่งทางด้านซ้าย และตำแหน่งทางด้านขวา

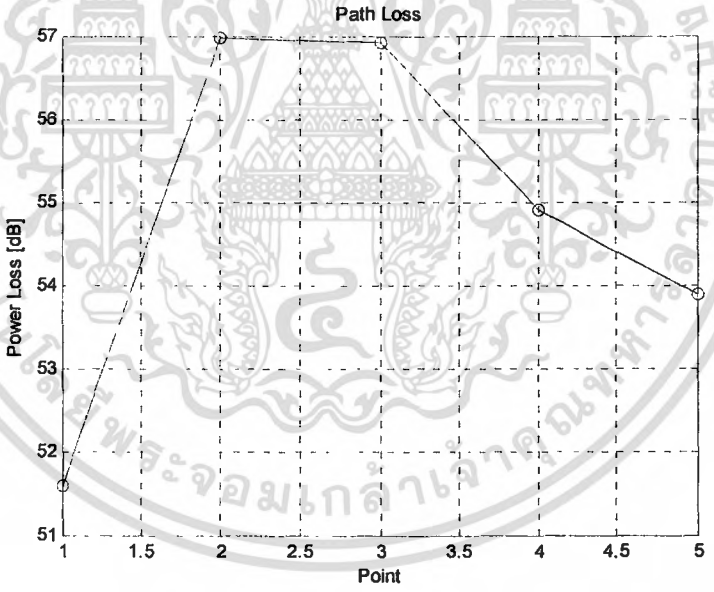


รูปที่ 5.7 Power Los

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

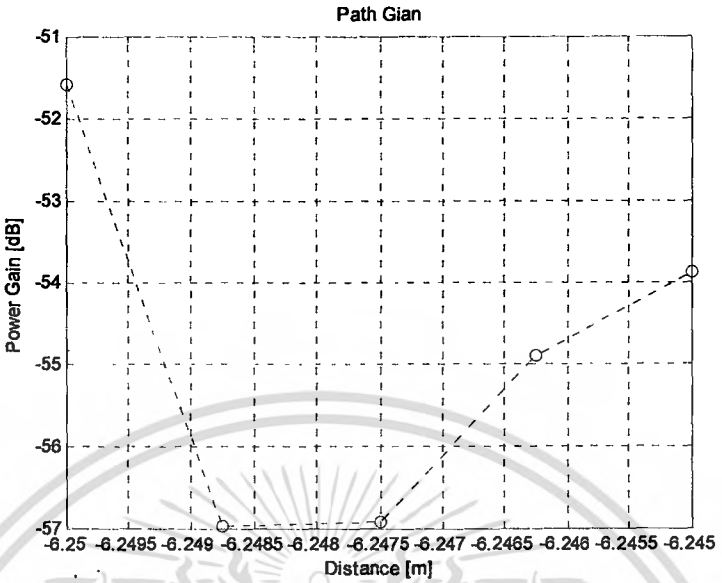


รูปที่ 5.8 Power Gain Center

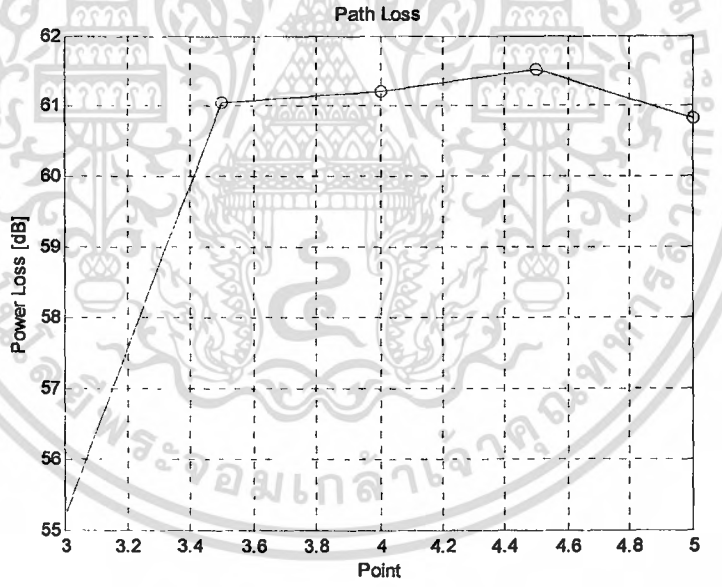


รูปที่ 5.9 Power Loss Left

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

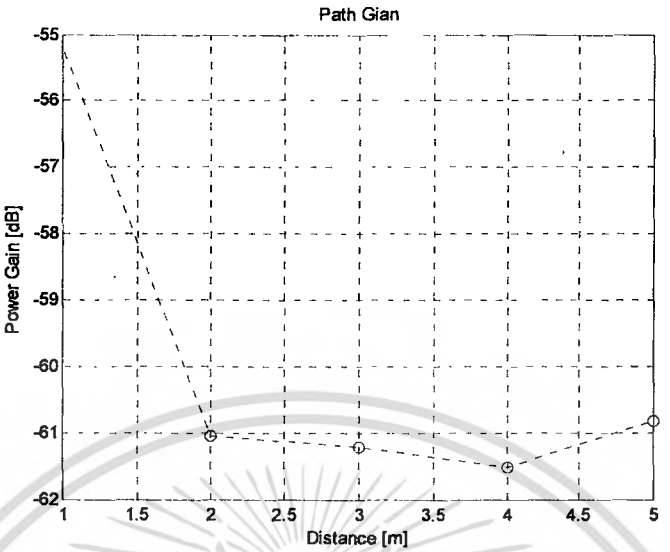


รูปที่ 5.10 Power Gain Left



รูปที่ 5.11 Power Loss Right

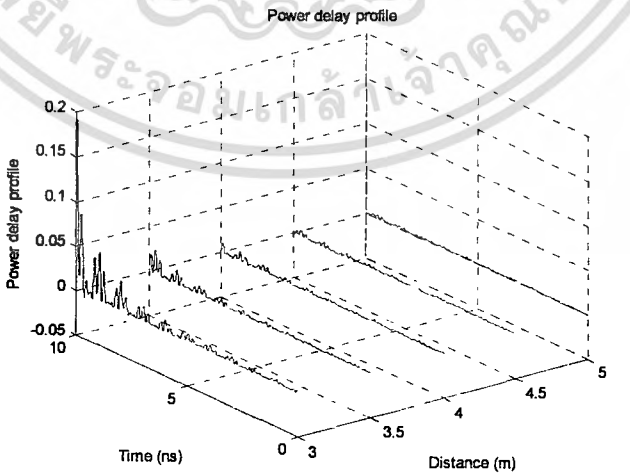
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 Power Gain Right

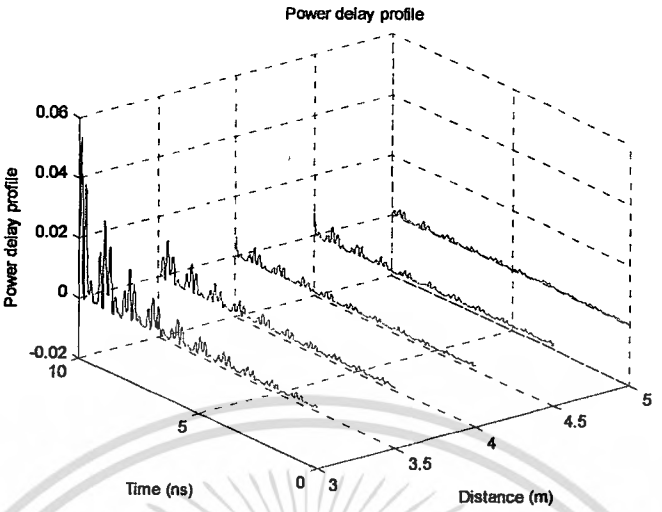
5.2.4 ภาพหน้าตัดข้างการประวิงกำลังงานของสัญญาณ

ในการแสดงผลของภาพหน้าตัดข้างการประวิงกำลังงานของสัญญาณนั้นจะแสดงในรูปแบบของกราฟ 3 แกนคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทาง ระดับกำลังงานของสัญญาณที่รับได้และระยะทาง โดยพิจารณาใน 3 กรณีคือ 1.ที่ตำแหน่งตรงกลาง 2.ทางซ้าย 3.และทางด้านขวา ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5.25 รูปที่ 5.16 และ5.17 ตามลำดับ จะสังเกตว่าทั้ง 3 รูป จะมีการเปลี่ยนแปลียงที่ไม่ต่างกันมากนัก เนื่องมาจาก ทั้ง3 ระยะไม่ห่างกันมากจึงทำให้ค่าที่ได้ไม่ต่างกันมาก

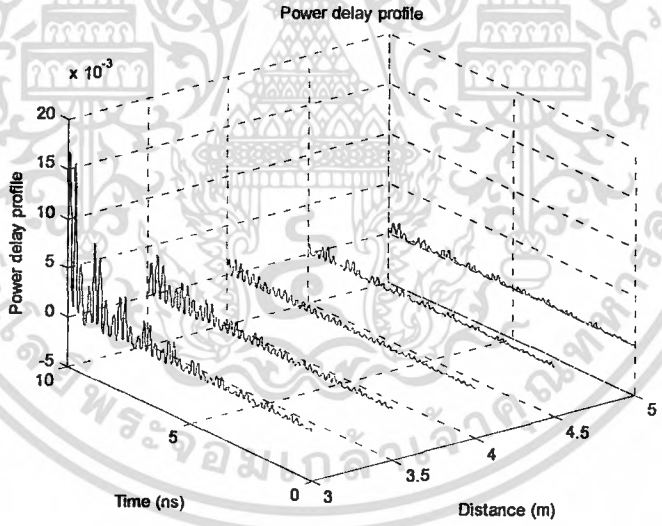


รูปที่ 5.15 Power Delay Profile Center

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 Power Delay Profile Left

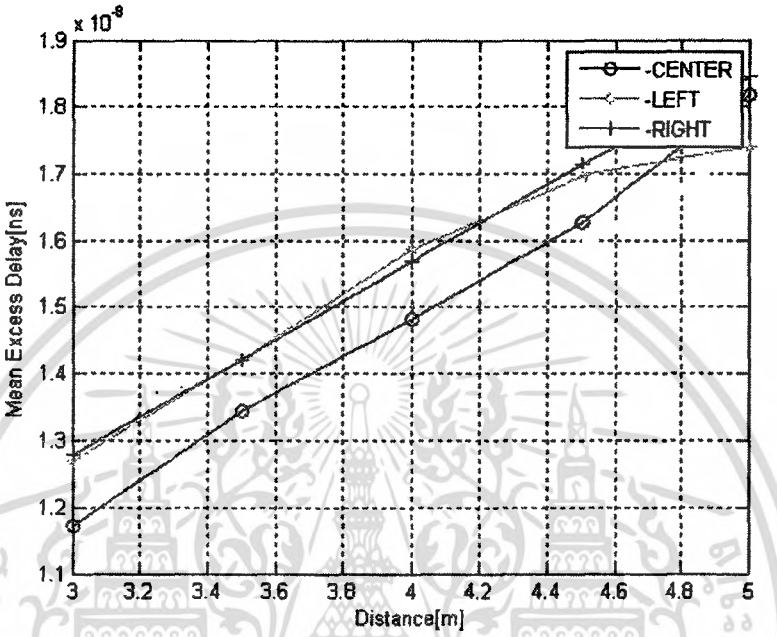


รูปที่ 5.17 Power Delay Profile Right

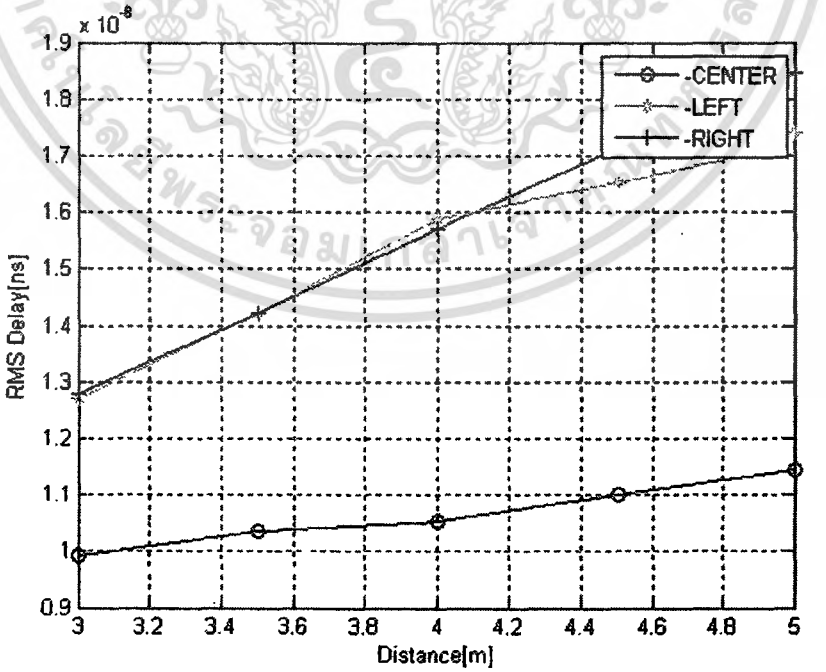
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.5 ลักษณะการกระจายทางเวลาของสัญญาณ

ในหัวข้อนี้จะแสดงถึงผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายทางเวลาของสัญญาณทั้ง 3 ระยะ โดยแสดงในรูปที่ 5.13 และ 5.14



รูปที่ 5.13 Mean Excess Delay



รูปที่ 5.14 RMS Delay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

6.1 กล่าวนำ

การพัฒนาระบบ RFID มิได้มีจุดประสงค์เพื่อมาแทนที่ระบบอื่นที่มีการพัฒนามาก่อนหน้า เช่นระบบบาร์โค้ด แต่เป็นการเสริมจุดอ่อนต่างๆ ของระบบอื่น ในประเทศไทยมีแนวโน้มการใช้เทคโนโลยี RFID ในหลากหลายด้านทั้งใช้ในด้านการขนส่ง (บัตรทางด่วน บัตรโดยสารรถไฟฟ้า ด้านการปศุสัตว์ (การให้อาหาร การติดตามโรค) ใช้กับเอกสารราชการ (บัตรประชาชน หนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์) การควบคุมการเข้าออกสถานที่ (บัตรพนักงาน บัตรจอดรถ) และการใช้ RFID เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในด้าน Logistics โดยใช้ผนึกอิเล็กทรอนิกส์ติด RFID ปิดล็อคตู้คอนเทนเนอร์เพื่อสะดวกในการติดตาม บริหารจัดการการขนส่ง ด้านการแพทย์ (บันทึกประวัติการรักษาผู้ป่วย) หรือแม้แต่ในงานของห้องสมุดเองได้มีการนำ RFID มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการดำเนินงานของบรรณารักษ์ และสร้างความพึงพอใจในการให้บริการแก่ผู้ใช้ในด้านของความสะดวก รวดเร็ว อย่างไรก็ตามห้องสมุดควรพิจารณาการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ให้ละเอียดในทุกแง่มุมที่เกี่ยวข้อง เช่นเดียวกับการนำเทคโนโลยีบาร์โค้ดและเทคโนโลยีอื่นๆมาใช้ในห้องสมุด ไม่ว่าจะเป็น ด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเทคโนโลยี มาตรฐานที่ใช้ อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับระบบ ค่าใช้จ่าย ผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้บริการ ความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ รวมทั้งรายละเอียดที่สำคัญเกี่ยวกับบริษัทผู้จัดจำหน่ายและบริการหลังการขายด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้ระบบที่สามารถตอบสนองการปฏิบัติงานของบรรณารักษ์และความต้องการของผู้ใช้บริการได้อย่างเต็มที่และคุ้มค่ากับงบประมาณที่ห้องสมุดได้เสียไป

6.2 สรุปผลจากการวัดและวิเคราะห์สัญญาณเมื่อมีตัวรถและใน Free Space

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์สัญญาณในการส่งผ่าน Free Space ทั้งในกรณีที่มีตัวรถและไม่มีตัวรถอยู่ด้วยแล้ว และได้ทำการวิเคราะห์ทั้งสองกรณีโดยมีตำแหน่งของแท็กอยู่ในตำแหน่งซ้าย กลาง ขวา ซึ่งค่าที่ทำการวิเคราะห์มีดังนี้

-เฟส

-การสูญเสียของกำลังงาน

-พาวเวอร์ดีเลย์

ผลสรุปที่ได้จากกราฟนั้น สร้างข้อสรุปอันจะนำไปสู่การนำไปใช้งานได้ 4 ข้อดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ระยะทางที่เหมาะสมในการใช้งานนั้นคือช่วง 3-5 เมตร

2.ผลกระทบซึ่งเกิดขึ้นจากตัวรถนั้นมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

3.มีผลกระทบเพียงเล็กน้อยเท่านั้นจากการวางตำแหน่งที่ต่างกัน(ซ้าย กลาง ขวา)บนตัวรถของแท็ก

4.อัตราการสูญเสียโดยเฉลี่ยของสัญญาณ คือ 1.5 dB/m

6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไปเพื่อการใช้งานจริง

จากการศึกษาการส่งสัญญาณในระบบสื่อสารไร้สารระยะสั้นนั้น ทำให้เรารู้ว่าเราสามารถนำระบบการสื่อสารระยะสั้นมาเพื่อใช้ในการตรวจได้จริง ซึ่งระบบที่ถูกนำมาใช้นั้นสามารถใช้งานได้ในระยะ 3-5 เมตรจากตัวรถถึงเครื่องอ่าน โดยสายอากาศตัวรับที่อยู่ในการทดลองนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นแท็กแบบพาสซิฟเมื่ออยู่ในการใช้งานจริง ซึ่งราคาของแท็กแบบพาสซิฟที่จะนำมาติดกับตัวรถนั้นมีราคาที่ไม่สูงนัก(3-30บาท)

แนวทางในการนำไปใช้งานจริงนั้นจำเป็นที่จะต้องซื้อเครื่องอ่านแท็กมาติดตั้งซึ่งมีราคาเป็นตัวเลข 6 หลัก และอาจต้องมีงบประมาณในการดูแลรักษาอีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นแนวทางในการปฏิบัติจริงหากทางผู้บริหารไม่ได้ให้งบประมาณในส่วนนี้มามากนักก็คือ การใช้ระบบแบบเก่าซึ่งมีคนตรวจรับบัตรต่อไป

6.4 ข้อเสนอแนะ

สิ่งที่ได้ปรากฏแก่ตาของเราแล้วนั่นก็คือ มีรถยนต์หลายคันแล้วที่พุ่งเข้าชนกับแผ่นไม้กั้นทางเข้า-ออกของทางสถาบัน ซึ่งนั่นแสดงให้เราได้เห็นว่าระบบแบบเก่าซึ่งต้องใช้ยามหรือพนักงานรักษาความปลอดภัยในการตรวจสอบการเข้าออกนั้นไม่ประสิทธิภาพที่ดีเพียงพอต่อการนำมาใช้งานจริง

หากต้องการให้ระบบตรวจสอบการเข้า-ออกนี้มีประสิทธิภาพพอที่จะสามารถเป็นระบบแม่แบบในการนำไปใช้งานได้ในทุกๆสถานที่ การใช้ระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบรถยนต์ที่เข้า-ออก และการเปิดที่กั้นประตูเองโดยอัตโนมัติคงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไปไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] คมสัน ระงับพิศม์ และนิพนธ์ เพ็ชรคาน. Thesis RFID-CAR PARKING สถาบันเทคโนโลยี เจ้าคุณทหารลาดกระบัง : ปีการศึกษา 2548

[2] ทวีศักดิ์ กออนันตกูล. "เทคโนโลยี RFID กับผลกระทบต่อประเทศไทย" [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://ict.moph.go.th/content/RFID.pdf. สืบค้น 15 ธันวาคม 2549.

[3] ธวัช วราไชย. "เอกสารเชิงวิเคราะห์: ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานเทคโนโลยี RFID." [ออนไลน์]http://www.lib.tsu.ac.th/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=28&Itemid=60. สืบค้น 15 มกราคม 2550

[4] นฤมล นำจันทร์. "RFID เทคโนโลยีฉลากแห่งอนาคต." [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://angsila.compsci.buu.ac.th/~sc440061/%CB%D1%C7%A2%E9%CD%CA%D1%C1%B9%D2/RFID.ppt. สืบค้น 16 มกราคม 2550

[5] ลัคน์ มูสิกะนุกูล. "RFID วิวัฒนาการอีกก้าวของโลกไอทีไร้สาย." [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://itmc.tsu.ac.th/paper/it002.doc. สืบค้น 15 ธันวาคม 2549

[6] วชิราภรณ์ คลังธนบูรณ์. "เทคโนโลยี RFID กับห้องสมุด." วารสารบรรณารักษศาสตร์ 26, 2 (2549): 11-20.

[7] ศุภชัย สมพานิช. "สร้างระบบงานฐานข้อมูลด้วย Visual Basic .NET ฉบับโปรแกรมเมอร์" นนทบุรี: สำนักพิมพ์ ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ 2546

[8] Introduction to RFID Technology." [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www2.sipa.or.th/main/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=20&Itemid=91. สืบค้น 15 ธันวาคม 2549.

[9] "RFID Parking Access Control Systems." [Online]. Available : http://www.transcore.com/wdparkingaccess.html

[10] "Smart Card & RF-ID Cluster" [Online]. Available: http://www.tidi.nectec.or.th/rfid-cluster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ปัญหาการใช้เทคโนโลยี RFID

ปัญหาการใช้เทคโนโลยี RFID ระบบและเทคโนโลยีใหม่ ๆที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลที่เกิดจากความต้องการของมนุษย์ทั้งสิ้น แต่หากเทคโนโลยีต่าง ๆ ไม่เกิดขึ้นมนุษย์ก็จะไม่มีการพัฒนา ดังนั้นการที่จะนำเทคโนโลยีมาใช้งานในหน่วยงานหรือองค์กรนั้นจำเป็นจะต้องมีการเตรียมการถึงด้านต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการใช้งาน แต่ปัญหาบางอย่างก็เกิดจากความไม่รู้ถึงกระบวนการขั้นตอนการใช้งานของผู้ใช้งานตรงนี้ทางหน่วยงานหรือองค์กรจำเป็นจะต้องมีการฝึกอบรมบุคลากรอยู่เสมอและจะต้องฝึกให้บุคลากรมีความเอาใจใส่ต่อหน้าที่ที่รับผิดชอบไม่เช่นนั้นแล้วเทคโนโลยีที่เข้ามาแทนที่จะช่วยให้ดีขึ้นกลับกลายเป็นแย่ลง

ด้านความถี่ที่ใช้งานของ RFID

ความถี่ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลของระบบ RFID การใช้ความถี่คลื่นวิทยุนั้นจะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของหน่วยงานที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลการใช้ย่านความถี่ทำให้การเลือกใช้ Tags ที่มีความสามารถในการส่งสัญญาณได้ดีนั้นถูกจำกัดลง การใช้ความถี่ที่ต่ำจะมีผลทำให้ถูกรบกวนจากคลื่นวิทยุใกล้เคียงได้ง่ายกว่าเช่น คลื่นจากโทรศัพท์มือถือ คลื่นจากโทรทัศน์ เป็นต้น เพราะ tag ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะอยู่ในย่านความถี่ 135 Khz ,13.56 Mhz , 27.125 Mhz ถ้าสูงขึ้นจะเป็น 2.45 Ghz ราคาของ tag จะสูงขึ้นแต่จะทำให้การรบกวนของสัญญาณน้อยลง ดังนั้นหากหน่วยงานใดที่มีการนำเทคโนโลยี RFID ไปใช้งานก็ต้องพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการรบกวนของสัญญาณว่าเป็นอย่างไร เช่นมีการติดตั้งตัวอ่านไว้ใกล้กับเครื่องส่งวิทยุ หรือ ใกล้เครื่องรับโทรทัศน์ หรือจากการใช้โทรศัพท์มือถือตัวแปรต่าง ๆเหล่านี้ย่อมมีผลต่อการลดทอนการทำงานของระบบ RFID ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลเกิดความผิดพลาดขึ้นมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านวัสดุที่นำ Tag ไปติดตั้ง

เนื่องจากคุณสมบัติของคลื่นวิทยุจะมีคุณสมบัติของการการสะท้อนกลับ(Reflection) การหักเห(Refraction) การแพร่กระจายคลื่น (Diffraction) การแทรกสอดของคลื่น(Interference) สาเหตุที่เกิดการหักเหของทางเดินของคลื่นวิทยุ เนื่องจากความเร็วของคลื่นวิทยุในตัวกลาง ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกันจะไม่เท่ากัน เช่น คลื่นวิทยุจะเดินทางในน้ำบริสุทธิ์จะช้ากว่าเดินทางในอากาศถึง 9 เท่า เป็นต้น ดังนั้นผลิตภัณฑ์บางอย่างก็ไม่สามารถนำมา ติด Tag RFID ได้

ด้านสิทธิส่วนบุคคล

ทุกสิ่งย่อมมีสองด้านเสมอ และเทคโนโลยี RFID ก็เช่นเดียวกัน ถึงแม้จะมีคุณประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน แต่ก็สามารถก่อให้เกิดผลเสียกับประชาชน หรือผู้บริโภคได้ ด้วยคุณสมบัติอันอัจฉริยะของเทคโนโลยี เช่น ประวัติการซื้อสินค้า หรือข้อมูลประจำตัวของเราอาจถูกบันทึกไว้ตอนซื้อสินค้าในร้านค้า และข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้โดยเจ้าของร้านค้า เพื่อทำโฆษณาขายสินค้าให้ตรงกับพฤติกรรมาของเราต่อไป นั่นหมายถึงเราจะถูกรุกรานจากโฆษณาเหล่านั้นอยู่เสมอ หรือในกรณีที่เรามี tag อยู่กับตัว ไม่ว่าจะติดอยู่กับเสื้อผ้า รองเท้า หรือสิ่งของต่าง ๆ เมื่อเราอยู่ในรัศมีสัญญาณของเครื่องอ่าน (Readers) ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเราจะถูกเปิดเผย ทั้งหมดนี้ หมายถึงสิทธิส่วนบุคคลของเราได้ถูกละเมิดโดยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดังกล่าวแล้ว ซึ่งในหลายประเทศให้ความสำคัญ และหาทางป้องกันกับเรื่องนี้ โดยมีการออกกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล เพื่อป้องกันการละเมิดสิทธิดังกล่าว แต่สำหรับประเทศไทย ประชาชนยังให้ความสำคัญต่อข้อมูลส่วนบุคคลค่อนข้างน้อย ดังนั้นทางผู้ที่เกี่ยวข้องจึงควรมีการเผยแพร่ และกระตุ้นให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญ ควบคู่ไปกับการพัฒนากฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้สามารถรองรับและป้องกันความเสี่ยงอันเกิดจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน และอนาคตได้

ด้านความปลอดภัยของข้อมูล

พบช่องโหว่ในระบบพาสปอร์ตอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีการใช้ชิป RFID (Radio Frequency Identification) ที่ได้รับความนิยมใช้งานในการ์ดประเภทต่าง ๆ สำหรับยืนยันตัวบุคคล และเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะเอกสารสำหรับการเดินทางในต่างประเทศอย่างพาสปอร์ต (Passport) เนื่องจากสามารถย่นเวลาในการตรวจเอกสารเข้าเมืองของเจ้าหน้าที่ลงได้มากกว่าเดิม แต่พบว่าการปลอมแปลงข้อมูลจากชิปดังกล่าวทำได้ง่ายมาก เพียงแค่มีเครื่องอ่าน (RFID reader) กับเครื่องไรท์ข้อมูลลงบัตรสมาร์ทการ์ด (Smart Card Writer) เท่านั้น ดังนั้นการที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุดจำเป็นจะต้องปรับปรุงแก้ไขระบบการทำงานและกระบวนการใช้งานของเทคโนโลยีที่เหมาะสมพอที่จะให้โอกาสหรือหนทางของกลุ่มมิจฉาชีพนั้นมีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

ความปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้

ข้อจำกัดประเด็นที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่เกิดขึ้นและห้องสมุดหลายแห่งได้หันมาให้ความสนใจมากขึ้น คือ ความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ห้องสมุด ทั้งนี้ห้องสมุดมีความเห็นว่าอาจเป็นไปได้หรือไม่ที่จะมีบุคคลอื่นนำเครื่องอ่านมาติดตามพฤติกรรมการอ่านของผู้ใช้ ซึ่งถือเป็นการรุกล้ำความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้