การใช้ RFID สำหรับระบุตำแหน่งนักศึกษาภายในห้องเรียน

(USING RFID FOR STUDENT'S LOCATION IN CLASSROOMS)

โดย

นายวงศกร รัตนศิลป์ รหัสนักศึกษา B5027286

นายศุภโชติ พูลพัฒน์ รหัสนักศึกษา B5046010

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 427494 โครงงานศึกษาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2553

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2545

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การใช้ RFID สำหรับระบุตำแหน่งนักศึกษาภายในห้องเรียน

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รังสรรค์ ทองทา)
กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์)
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญชัย ทองโสภา)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2553

โครงงาน	การใช้ RFID สำหรับระบุตำแหน่งนักศึกษาภายในห้องเรียน (USING RFID FOR STUDENT'S LOCATION IN CLASSROOMS)
จัดทำโดย	นายวงศกร รัตนศิลป์ นายศุภโชติ พูลพัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตาจารย์ ดร.รังค์สรรค์ ทองทา
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษาที่	3/ 2553

บทคัดย่อ

เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) ในปัจจุบันนั้นจะมีการใช้งานในลักษณะที่แพร่หลาย และมีรูปแบบลักษณะงานที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งลักษณะของงานนั้นจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้งาน RFIDในที่นี้จะหมายถึง เทคโนโลยีไร้สายที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อระบุหาตำแหน่งของวัตถุ ซึ่งองค์ประกอบของ RFID นั้นจะประกอบไปด้วย Tag หรือที่เรียกว่า Transponder และตัว Reader หรือที่เรียกว่า Interrogator ใช้ส่งสัญญาณความถี่เพื่ออ่านหรือบันทึกข้อมูลที่ตัว Tag และตัว Tag นั้นเองจะส่งข้อมูลกลับมาที่ตัว Reader ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้พัฒนาโครงงาน การใช้ RFID สำหรับระบุตำแหน่งนักศึกษาภายในห้องเรียน มาช่วยในการเช็คชื่อนักศึกษาแทนการเช็คชื่อแบบเดิมๆ เพื่อให้สะดวก รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

จากการที่คณะจัดทำโครงงานได้รับมอบหมายให้ทำโครงงานเรื่อง การใช้ RFID สำหรับระบุตำแหน่งนักศึกษาภายในห้องเรียน ส่งผลให้คณะจัดทำรายงานได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก โดยการทำรายงานนี้ทางคณะจัดทำได้ใช้โปรแกรมวิชวลซีชาร์ป (visual C#) บัดนี้โครงงานดังกล่าวพร้อมทั้งรายงานได้สำเร็จลงแล้ว ทั้งนี้ได้รับความร่วมมือและสนับสนุนจากบุคคลต่างๆ ดังนี้

1. ผศ.ดร.รังสรรค์ ทองทา (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน)
2. นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ทุกชั้นปี

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานการใช้งานโปรแกรม ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายวงศกร รัตนศิลป์
นายศุภโชติ พูลพัฒน์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 หลักการและเหตุผล	1
1.3 วัตถุประสงค์	1
1.4 ขอบเขตงาน	1
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	2
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 Radio Frequency Identification (RFID)	3
2.1 บทนำ	3
2.2 ความหมายของระบบ RFID	3
2.3 โครงสร้างของ RFID	4
2.4 หลักการทำงานของ RFID	12
2.5 หลักการและเทคนิคที่ใช้รับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน	13
2.6 คลื่นพาหะในระบบ RFID	16
2.7 ค่าความแรงของสัญญาณวิทยุที่ได้รับในเชิงพลังงาน(RSSI)	17
2.8 ทฤษฎีการคำนวณหาระยะทาง	18
2.9 การกำหนดค่าความแรงของสัญญาณในการหาตำแหน่ง	19
2.10 คุณสมบัติของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ในโครงงาน	20
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	24
3.1 บทนำ	24
3.2 การออกแบบ Hardware	25
3.3 การออกแบบ Software	26

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 อธิบายการทำงานของโปรแกรม	27
บทที่ 4 การทดลอง	34
4.1 บทนำ	34
4.2 การทดลองที่ 1 การวัดความแรงสัญญาณในที่โล่ง	35
4.3 การทดลองที่ 2 การวัดความแรงสัญญาณในห้อง	43
4.4 การทดลองที่ 3 การวัดความแรงสัญญาณนอกห้องเรียน	64
4.5 การทดลองที่ 4 การวัดความแรงสัญญาณรายโต๊ะ	69
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	77
5.1 บทนำ	77
5.2 สรุปผลการทดลอง	77
5.3 สิ่งที่ได้รับจากการทำโครงงาน	77
5.4 ปัญหาและอุปสรรค	78
5.5 ข้อเสนอแนะ	78
ประวัติผู้เขียน	78
ภาคผนวก	79
บรรณานุกรม	90

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รายการ	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของอาร์เอฟไอดี (C.M. Roberts, 2006)	5
รูปที่ 2.2 โครงสร้างและภาพรวมของอาร์เอฟไอดี	5
รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ Passtive Tag	6
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแท็กอาร์เอฟไอดี (RFID Tag) รูปแบบต่างๆ	8
รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่าง Active RFID Tag ที่มีแบตเตอรี่ Lithium 2 ก้อนอยู่ภายนอก	9
รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างภายในเครื่องอ่าน	10
รูปที่ 2.7 เครื่องอ่านชนิดมือถือจะไปถึงขนาดใหญ่	10
รูปที่ 2.8 เครื่องอ่านแท็กอาร์เอฟไอดี แบบมือถือ (Handheld Reader)	11
รูปที่ 2.9 เครื่องอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีแบบติดตั้งอยู่กับที่	12
รูปที่ 2.10 การสื่อสารระหว่าง Tag และตัวรับข้อมูล	13
รูปที่ 2.11 แสดงรูปคลื่นของสัญญาณระหว่างแท็กและเครื่องอ่านแบบ AM	14
รูปที่ 2.12 (ซ้าย) แสดงลูปตัวนำที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็ก	15
รูปที่ 2.13 แสดงสัญญาณรูปคลื่นที่เข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์ (Manchester)	15
รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างของอัลกอริทึมในการป้องกันการชนของข้อมูล (Anti-collision) ในแท็ก	16
รูปที่ 2.15 แสดงความถี่ย่านที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน	17
รูปที่ 2.16 แสดงระยะทางระหว่างตัวรับและตัวส่ง	18
รูปที่ 2.17 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์	19
รูปที่ 2.18 ภาพบอร์ด RF2315R Active RFID Dual Receiver Module with RSSI USB Version	20
รูปที่ 2.19 ภาพบอร์ด RF8315T Active RFID 8 Meters Transmitting Module	22
รูปที่ 3.3 ไอคอนของโปรแกรม	25
รูปที่ 3.2 การออกแบบ Software	26
รูปที่ 3.3 ไอคอนของโปรแกรม	27
รูปที่ 3.4 ตั้งค่า COM Port	27
รูปที่ 3.5 การเปิดดู Port	28
รูปที่ 3.6 การเปิดดู Port	29
รูปที่ 3.7 การเปิดดู Port	30

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รายการ	หน้า
รูปที่ 3.8 การใส่หมายเลข Port	31
รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อและรันโปรแกรม	32
รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อและรันโปรแกรม	33
รูปที่ 4.1 การติดตั้งอุปกรณ์	35
รูปที่ 4.2 การทดสอบความสามารถในการอ่าน Tag (วางกับพื้น)	36
รูปที่ 4.3 การทดสอบความสามารถในการอ่าน Tag (ถือ Tag)	36
รูปที่ 4.4 การวัดความแรงสัญญาณในแนวตรง	38
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI)	39
รูปที่ 4.6 การวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ	40
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ	41
รูปที่ 4.8 การวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ (ก)	43
รูปที่ 4.8 การวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ (ข)	44
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ	45
รูปที่ 4.10 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ1 (ก)	46
รูปที่ 4.10 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ1 (ข)	46
รูปที่ 4.11 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ7 (ก)	47
รูปที่ 4.11 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ7 (ข)	47
รูปที่ 4.12 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ14 (ก)	48
รูปที่ 4.12 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ14(ข)	48
รูปที่ 4.13 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ30 (ก)	49
รูปที่ 4.13 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ30(ข)	49
รูปที่ 4.14 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ70 (ก)	50
รูปที่ 4.14 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ70(ข)	50
รูปที่ 4.15 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ72 (ก)	51
รูปที่ 4.15 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ72(ข)	51
รูปที่ 4.16 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ75 (ก)	52
รูปที่ 4.16 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ75(ข)	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รายการ	หน้า
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ1	54
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ7	54
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ14	55
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ30	55
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ70	56
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ72	56
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ75	57
รูปที่ 4.24 การวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 24(ก)	58
รูปที่ 4.24 การวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 24 (ข)	59
รูปที่ 4.25 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 75 (ก)	59
รูปที่ 4.25 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 75 (ข)	60
รูปที่ 4.26 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 24	62
รูปที่ 4.27 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 75	62
รูปที่ 4.28 การวัดสัญญาณนอกห้องตามทางเดิน	64
รูปที่ 4.29 การวัดสัญญาณนอกห้องขวางทางเดิน	65
รูปที่ 4.30 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวตรงตามทางเดิน	66
รูปที่ 4.31 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวตรงขวางทางเดิน	67
รูปที่ 4.32 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องรับ RFID (ก)	69
รูปที่ 4.32 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องรับ RFID(ข)	69
รูปที่ 4.33 การเก็บค่าความแรงสัญญาณ	70

สารบัญตาราง

รายการ	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางระยะเวลาการดำเนินงาน	2
ตารางที่ 2.1 ข้อมูลเฉพาะของเครื่องรับ RF2315R Active RFID Dual Receiver Module with RSSI USB Version	21
ตารางที่ 2.2 ข้อมูลเฉพาะของเครื่องส่ง RF8315T Active RFID 8 Meters Transmitting Module	23
ตารางที่ 4.1 การวัดความแรงสัญญาณเพื่อทดสอบความสามารถในการอ่าน Tag	37
ตารางที่ 4.2 การวัดความแรงสัญญาณเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของสัญญาณ	38
ตารางที่ 4.3 การวัดสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ	41
ตารางที่ 4.4 การวัดสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ	44
ตารางที่ 4.5 การวัดสัญญาณในแนวตรง	53
ตารางที่ 4.6 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 24	60
ตารางที่ 4.7 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 75	61
ตารางที่ 4.8 การวัดสัญญาณนอกห้องตามทางเดิน	65
ตารางที่ 4.9 การวัดสัญญาณนอกห้องขวางทางเดิน	66
ตารางที่ 4.10 การวัดสัญญาณ 75 โต๊ะ	73
ตารางที่ 4.11 การทดสอบระบบหาตำแหน่งโดย RFID	74

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างมาก เพื่อเป็นการช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ เหมือนกับเทคโนโลยี RFID ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ ซึ่งในโครงงานนี้ได้นำมาประยุกต์เพื่อให้สามารถช่วยวัดและตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุหรือบุคคล โดยจะใช้การวัดค่าความแรงของสัญญาณ Received Signal Strength Indication (RSSI)

ซึ่งในโครงงานจะนำค่าความแรงที่วัดได้จากอุปกรณ์ตัวส่งสัญญาณ มาเข้ากระบวนการหาระยะทางของตัวส่งสัญญาณ เพื่อระบุตำแหน่งของตัวส่งสัญญาณ

1.2 หลักการและเหตุผล

จากการเช็คชื่อเข้าเรียนของนักศึกษาในปัจจุบันพบว่าทำให้เสียเวลาต่ออาจารย์ผู้สอนและนักศึกษา และเกิดการทุจริตของนักศึกษาโดยการเช็คชื่อแทนกัน จึงได้เกิดโครงงานการเช็คชื่อโดยการระบุตำแหน่งที่นั่งของนักศึกษาโดยอุปกรณ์ตัวรับ(RF2315R Active RFID Dual Receiver Module) และอุปกรณ์ตัวส่ง (RF8315T-S Active RFID) โดยที่อุปกรณ์ตัวส่ง 1ตัว เปรียบเสมือนนักศึกษา 1คน โดยใช้ความแรงของสัญญาณ

Received Signal Strength Indication (RSSI) เป็นวิธีการวัดความแรงของสัญญาณในการส่งสัญญาณวิทยุ ตามความเป็นจริงของสัญญาณโดยทั่วไป เมื่อระยะทางไกลออกไปสัญญาณก็จะอ่อนลง ดังนั้นค่า RSSI นั้นก็จะเป็นต่อการส่งสัญญาณเช่นกัน เพราะจะสามารถรับรู้ว่าเครื่องรับสัญญาณที่ใช้งานอยู่นั้นจะมีประสิทธิภาพในการอ่านได้ระยะทางเท่าใด หรือกำลังในการส่งเท่าใดจึงจะเหมาะสม

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของ อุปกรณ์ตัวรับ (RF2315R Active RFID Dual Receiver Module) และอุปกรณ์ตัวส่ง (RF8315T-S Active RFID)
2. เพื่อเป็นการศึกษาวิธีการหาตำแหน่งของอุปกรณ์ตัวส่ง (Tag)
3. เพื่อเป็นการศึกษาแนวทางว่าโครงงานนี้จะใช้ได้จริงหรือไม่
4. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับบุคคลที่สนใจในการศึกษาต่อไปในอนาคต

1.4 ขอบเขตงาน

1. ศึกษาหาวิธีการบอกตำแหน่งโดยอุปกรณ์ตัวรับ (RF2315R Active RFID Dual Receiver Module) และอุปกรณ์ตัวส่ง (RF8315T-S Active RFID)

2. ใช้ พอร์ต RS 232 ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์

3. ทำในขอบเขตของห้อง 150 ที่นั่ง

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม	พ.ศ. 2553-2554								
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการศึกษา และนำมาปรึกษาในกลุ่มสมาชิก และทำการเลือกหัวข้อ	←	—	—	—	→				
2.ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์(RF2315R Active RFID Dual Receiver Module) และ (RF8315T-S Active RFID)						↔			
3.ทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณ						←	—	→	
4.ทำการหาระยะทางโดยนำค่าสัญญาณที่วัดได้มา Plot กราฟ							←	—	→
5.ทดสอบอุปกรณ์เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้								↔	
6.จัดทำเอกสาร รูปเล่ม การนำเสนอโครงงาน								←	— →

ตารางที่ 1.1 ตารางระยะเวลาการดำเนินงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถรู้ตำแหน่งของอุปกรณ์ตัวส่งในห้องเรียน

2. เพื่อนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการเช็คชื่อการเข้าห้องเรียนของนักศึกษาได้

บทที่ 2

Radio Frequency Identification (RFID)

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง เกี่ยวกับ RFID ได้แก่ ความหมายของระบบ RFID โครงสร้างของระบบ หลักการทำงาน เทคนิคที่ใช้รับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน คลื่นพาหะในระบบ RFID ค่าความแรงของสัญญาณวิทยุที่รับได้ในเชิงพลังงาน(RSSI) ทฤษฎีการคำนวณหาระยะทาง การกำหนดค่าความแรงในการหาตำแหน่ง และคุณสมบัติของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ในโครงงานนี้

2.2 ความหมายของระบบ RFID

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

RFID ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ที่สามารถอ่านค่าได้โดยผ่านคลื่นวิทยุจากระยะห่าง เพื่อตรวจ ติดตามและบันทึกข้อมูลที่ติดอยู่กับป้าย ซึ่งนำไปฝังไว้หรือติดอยู่กับวัตถุต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ กล่อง หรือสิ่งของใดๆ สามารถติดตามข้อมูลของวัตถุ 1 ชิ้นว่าคืออะไร ผลิตที่ไหน ใครเป็นผู้ผลิต ผลิตอย่างไร ผลิตวันใด และเมื่อไร ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนกี่ชิ้น และแต่ละชิ้นมาจากที่ไหน รวมทั้งตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุนั้นๆ ว่าอยู่ส่วนใดของโลก โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการสัมผัส (Contact-Less) หรือต้องเห็นวัตถุนั้นๆก่อน ทำงานโดยใช้เครื่องอ่านที่สื่อสารกับป้ายด้วยคลื่นวิทยุในการอ่านและเขียนข้อมูล

RFID เป็นระบบระบุลักษณะของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูกพัฒนามามีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำไปใช้งานแทนระบบบาร์โค้ด (Barcode) โดยจุดเด่นของ RFID อยู่ที่การอ่านข้อมูลจากแท็ก (Tag) ได้หลายๆ แท็กแบบไร้สัมผัสและสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น และแรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก สามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิปที่อยู่ในแท็ก ในปัจจุบันได้มีการนำ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากนำมาใช้แทนระบบบาร์โค้ดแบบเดิม เช่น ใช้ในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรสำหรับใช้ผ่านเข้าออกสถานที่ บัตรจอดรถตามศูนย์การค้าต่างๆ ที่เราอาจพบเห็นอยู่ในรูปของแท็ก

สินค้ามีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษได้ หรือเป็นแคปซูลขนาดเล็กฝังเอาไว้ในตัวสัตว์ เพื่อบันทึกประวัติ เป็นต้น

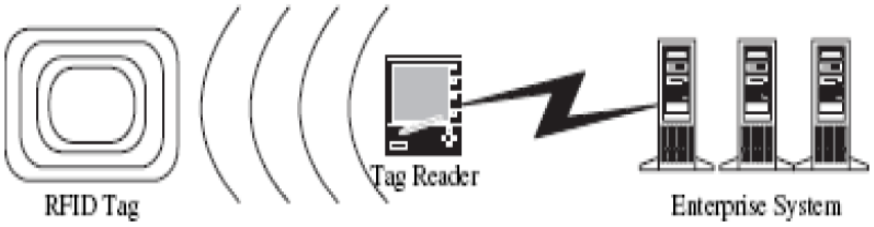
อาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification หรือ RFID) เป็นระบบที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่วิทยุในการติดต่อสื่อสาร เป็นระบบที่มีความใกล้เคียงกับระบบบาร์โค้ด แต่แตกต่างกันเช่น ในเรื่องของการอ่านข้อมูล ระบบบาร์โค้ดจะใช้แสงในการอ่านแถบบาร์โค้ดซึ่งติดอยู่ที่สินค้า โดยแสงจะต้องอ่านแถบที่ไม่มีอะไรปกปิด หรือต้องอยู่ในเส้นตรงเดียวกับลำแสงที่ยิงจากเครื่องสแกน และอ่านได้ทีละแถบในระยะใกล้ๆ แต่ระบบอาร์เอฟไอดีสามารถอ่านแท็กซึ่งทำหน้าที่คล้ายแถบบาร์โค้ดได้โดยไม่ต้องเห็นแท็ก หรือแท็กนั้นสามารถอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้ก็สามารถอ่านข้อมูลได้ และการอ่านเท็กในระบบอาร์เอฟไอดียังสามารถอ่านได้หลายๆแท็กในเวลาเดียวกัน โดยระยะในการอ่านข้อมูลก็ไกลกว่าระบบบาร์โค้ดด้วย ระบบอาร์เอฟไอดีถือเป็นเทคโนโลยีที่มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้มากในอนาคตอันใกล้ เนื่องจากในปัจจุบันมีการแข่งขันที่รุนแรงในหลายอุตสาหกรรม ซึ่งนำไปสู่การที่บริษัทต่างๆ พยายามที่จะหากลยุทธ์หรือวิธีการใหม่ๆมาใช้เพื่อความได้เปรียบเชิงการแข่งขันเพื่อนำไปสู่ตำแหน่งผู้นำในอุตสาหกรรม การนำเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อปรับปรุงกระบวนการ หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพหรือคุณภาพสูงขึ้น ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งสามารถสร้างความได้เปรียบเชิงการแข่งขันได้

2.3 โครงสร้างของ RFID

โครงสร้างอาร์เอฟไอดี ประกอบด้วยส่วนหลักๆ 2 ส่วนด้วยกัน คือ

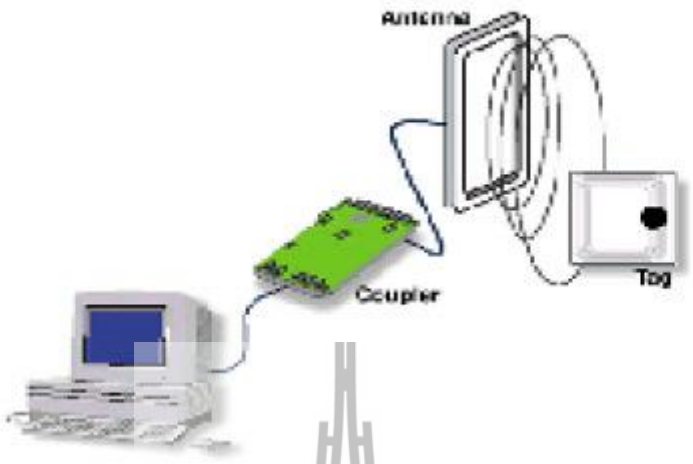
2.3.1 แท็กอาร์เอฟไอดี (RFID Tag/Transponder)

2.3.2 เครื่องอ่านแท็กอาร์เอฟไอดี (RFID Tag Reader/Emitter/Writer)



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของอาร์เอฟไอดี (C.M. Roberts, 2006)

ภาพแสดงการทำงาน



รูปที่ 2.2 โครงสร้างและภาพรวมของอาร์เอฟไอดี

2.3.1 แท็กอาร์เอฟไอดี (RFID Tag)

แท็กอาร์เอฟไอดี (RFID Tag) หรือมีอีกชื่อหนึ่งว่าทรานสปอนเดอร์ (Transponder) ศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติหรือเนคเทค (NECTEX)(2548) อธิบายว่าเป็นส่วนที่ใช้ติดกับวัตถุต่างๆ ที่ต้องการ โดยแท็กจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้

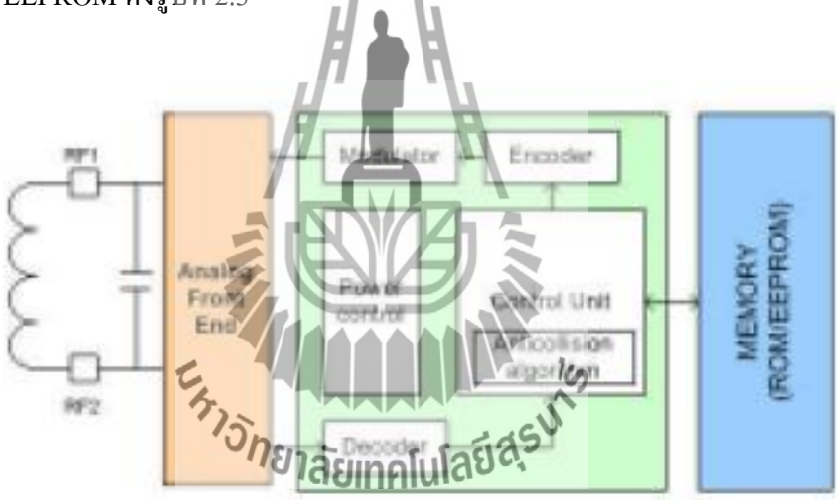
โครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นขดลวดขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ และสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนที่สองคือไมโครชิป (Mictochip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ เช่น รหัสสินค้า ในส่วนของไมโครชิปจะเทียบได้กับบาร์โค้ดในปัจจุบัน แต่จะบรรจุข้อมูลได้มากกว่าบาร์โค้ดหลายเท่า

โดยทั่วไปตัวแท็กอาจอยู่ในรูปแบบต่างๆ กัน เช่น กระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำไปติดและมีหลายรูปแบบ เช่น ขนาดเท่าบัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แคปซูล เป็นต้น แสดงตัวอย่างของแท็ก RFID รูปแบบต่างๆ ดังรูปที่ 2.4

แท็กแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันในแง่ของการใช้งาน ราคา โครงสร้างและหลักการทำงาน โดยหลักการอาจแบ่งแท็กที่มีการใช้งานอยู่เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ซึ่งแยกตามแหล่งของพลังงานที่ใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแพสซีฟ (Passtive RFID Tags)

แท็กชนิดนี้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใดๆ เพราะภายในแท็กจะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนักระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตร ขึ้นอยู่กับความแรงของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ ปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็กโดยทั่วไปประมาณ 16 ถึง 1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมา จะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นแท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้ ไปจนถึงขนาดใหญ่ สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่แตกต่างกัน ส่วนโครงสร้างภายในที่เป็นไอซีของแท็กนั้น ก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนควบคุมการทำงานของภาครับ-ส่งสัญญาณวิทยุ (Analog Front-End) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit) ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งอาจจะเป็นแบบ ROM หรือ EEPROM ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ Passtive Tag

เนคเทค (2548) อธิบายว่า แท็กชนิดนี้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใดๆ เพราะภายในแท็กจะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัว ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตร แท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดโดยทั่วไปประมาณ 16 ถึง 4,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ

2. แท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอ็คทีฟ (Active RFID Tags)

แท็กชนิดนี้จะมีแหล่งจ่ายพลังงานของตัวเอง โดยต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงานและสามารถส่งข้อมูลให้เครื่องอ่านแท็ก RFID ด้วยตัวมันเอง ปัจจุบันแท็กชนิดนี้มีหน่วยความจำภายในสูงสุดประมาณ 4,000 ไบต์ ซึ่งใกล้เคียงกับแท็กแบบแพสซีฟ แต่แท็กแบบนี้ก็มีข้อดีคือ ระยะทางของแท็ก RFID กับเครื่องอ่านสามารถวางได้ห่างกันมากขึ้น และสามารถอ่านได้ในระยะทางไกลมากกว่า 1 เมตร และสูงสุดในท้องตลาดทั่วไปประมาณ 30 เมตร แต่ก็มีที่สามารถอ่านได้ในระยะไกลเป็นกิโลเมตรแต่อาจจะต้องสั่งทำพิเศษ ถึงแม่ว่าแท็กจะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียด้วยเช่นกัน เช่น มีราคาต่อหน่วยแพง ต้นทุนของแท็กจะสูงขึ้นตามฟังก์ชั่นการทำงาน มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งการใช้งานจะเหมาะกับสินค้าราคาแพง

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแท็กอาร์เอฟไอดี (RFID Tag) รูปแบบต่างๆ

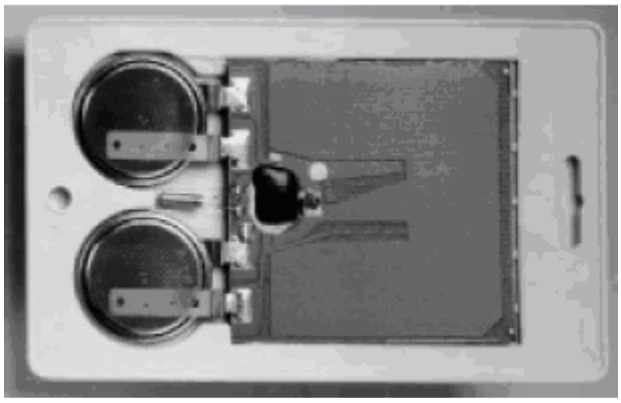
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- แบบที่ใช้สำหรับอ่านเท่านั้น (Read-Only) จะมีลักษณะเหมือนกับแผ่นซีดีเพลงในแท็ก RFID นั้นจะมีข้อมูลที่ถูกป้อนมาจากผู้ผลิตเรียบร้อยแล้ว ไม่สามารถทำการแก้ไขใดๆ ได้ทั้งสิ้น ลักษณะการใช้งานจะเหมือนกับบาร์โค้ด แท็ก RFID แบบนี้ไม่ได้เก็บข้อมูลของสินค้า แต่เก็บรหัสเฉพาะที่ใช้สำหรับการบ่งชี้รายละเอียดของสินค้าตัวนั้น โดยจะทราบข้อมูลก็ต่อเมื่อเอารหัสนั้นไปเทียบกับฐานข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในระบบ ตัวอย่างเช่น ผู้ผลิตนมติดแท็ก RFID กับขวดนมพร้อมกับป้อนรหัสของนมนั้นลงในระบบฐานข้อมูลของบริษัท เมื่อนมขวดนั้นไปถึงร้านค้าปลีกผู้ขายจะใช้เครื่องอ่านแท็ก RFID อ่านรหัสจากขวดนมและเทียบรหัสนั้นกับทางผู้ผลิต ซึ่งร้านค้าปลีกจะต้องมีการเชื่อมโครงข่ายกับผู้ผลิต เพื่อการได้มาของข้อมูลรายละเอียดของนมขวดนั้น ซึ่งเป็นต้นทุนที่สูงมากหากร้านค้ามีสาขาไม่มาก แท็ก RFID แบบนี้เป็นแบบพื้นฐานที่สุดและมีราคาถูกที่สุด

- แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write-Once Read-Many หรือ WORM) มีลักษณะเหมือนกับแผ่น CD-R ที่ใช้เขียนเพลงฟัง แท็กแบบนี้จะสามารถใช้บันทึกข้อมูลเริ่มต้นได้เพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น ผู้ผลิตสินค้าสามารถป้อนข้อมูลในการผลิตเข้าไปได้ ยกตัวอย่างเช่น ผู้ผลิตนมสามารถป้อนข้อมูล บริษัทผู้ผลิตนม รสชาติ วันผลิต และวันที่หมดอายุไว้ในแท็ก RFID โดยตรงได้ เมื่อนมขวดนั้นถูกส่งไปยังร้านค้าปลีก ผู้ขายสามารถใช้ตัวอ่าน อ่านข้อมูลของนมขวดนั้นได้โดยตรง แต่ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลในแท็ก RFID ได้

- แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระตามต้องการ (Read-Write) มีลักษณะเหมือนกับแผ่น CD-RW ที่ใช้เขียนเพลงฟัง ผู้ใช้สามารถนำแท็กมาแก้ไขข้อมูล (ลบ เขียนทับ หรือเพิ่ม) ได้ตามต้องการ แท็ก RFID ชนิดนี้จะมีราคาสูงตามความสามารถของมัน แท็กชนิดนี้จะรวมคุณสมบัติทุกอย่างของแท็ก RFID แบบที่ใช้บันทึกข้อมูลได้ แต่จะต่างกันตรงที่สามารถทำการแก้ไขข้อมูลเหล่านั้นได้ ลักษณะการใช้งานจะเหมาะสมกับสินค้าที่ต้องการติดตามอย่างละเอียด ร้านค้าปลีกไม่เพียงแต่ทราบข้อมูลที่ทางผู้ผลิตป้อนมาเท่านั้น ร้านเหล่านั้นยังทราบถึงจำนวนสถานที่ ซึ่งสินค้าตัวนั้นถูกส่งไปจัดเก็บ รวมทั้งระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าตัวนั้นจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง หรืออาจรวมข้อมูลผู้ทำการขนส่งด้วยก็ได้

Active RFID Tag แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน มีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียด้วยเช่นกัน เช่น มีราคาต่อหน่วยแพง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด ดังรูปที่ 2.5

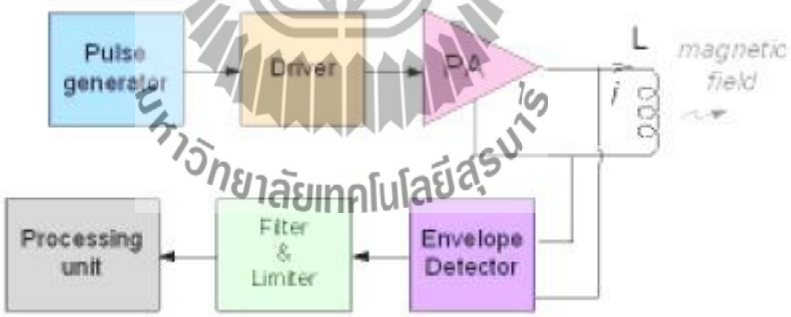


รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่าง Active RFID Tag ที่มีแบตเตอรี่ Lithium 2 ก้อนอยู่ภายนอก

2.3.2 เครื่องอ่านแท็กอาร์เอฟไอดี (RFID-Tag Reader/Emitter/Writer)

เครื่องอ่าน (Reader)

โดยหน้าที่ของเครื่องอ่าน คือ การเชื่อมต่อเพื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลลงในแท็กด้วยสัญญาณความถี่ วิทยุภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วยสายอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดงเพื่อใช้รับส่งสัญญาณภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุและวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูลพวกไมโครคอนโทรลเลอร์และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างภายในเครื่องอ่าน

โดยทั่วไปเครื่องอ่านจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักดังนี้

ภาครับและส่งสัญญาณวิทยุ

ภาคสร้างสัญญาณพาหะ

ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ

วงจรจูนสัญญาณ

หน่วยประมวลผลข้อมูล และภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์

หน่วยประมวลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งอัลกอริทึมที่อยู่ภายในโปรแกรมจะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (Decoding) ที่ได้รับและทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ลักษณะขนาดและรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทของการใช้งาน เช่น แบบมือถือขนาดเล็กหรือติดผนัง จนไปถึงขนาดใหญ่เท่าประตู (Gate size) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 เครื่องอ่านชนิดมือถือจนไปถึงขนาดใหญ่

เครื่องอ่านแท็ก RFID ทำหน้าที่ทั้งเป็นตัวอ่านข้อมูลจากแท็ก RFID พร้อมทั้งสามารถทำการบันทึกข้อมูลใหม่เข้าไปในแท็ก RFID ได้ ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุภายใน เครื่องอ่านจะประกอบด้วย สายอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดงเพื่อใช้รับสัญญาณภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ วงจรควบคุมการอ่านเขียนข้อมูล และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ เครื่องอ่านแท็ก RFID สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

รูปที่ 2.8 เครื่องอ่านแท็กอาร์เอฟไอดี แบบมือถือ (Handheld Reader)

เครื่องอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีแบบติดตั้งอยู่กับที่ โดยพื้นฐานฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องอ่านแบบติดตั้งอยู่กับที่จะมีความสามารถ ความแม่นยำและทางเลือกในการทำงานมากกว่าแบบ

พกพาโดยทั่วไปในธุรกิจค้าปลีก เครื่องอ่านแบบติดตั้งอยู่กับที่จะถูกติดตั้งไว้ยังบริเวณประตูของคลังสินค้า เมื่อสินค้าเข้าและออกโดยผ่านสายพานลำเลียงสินค้า (Conveyor) ระบบฐานข้อมูลของคลังสินค้าสามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติตลอด 24 ชั่วโมง ระบบนี้จะช่วยลดปัญหาความผิดพลาดจากพนักงานผู้รับหรือส่งสินค้าได้ แต่ข้อเสียอยู่ที่ราคาของเครื่องอ่านแบบนี้จะสูงกว่าเครื่องอ่านแบบพกพาได้

รูปที่ 2.9 เครื่องอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีแบบติดตั้งอยู่กับที่

นอกจากนั้นเครื่องอ่านแท็ก RFID จะสามารถอ่านแท็กได้เฉพาะแท็ก RFID ที่เป็นแบบเดียวกันคือ แบบพาสซีฟหรือแอ็คทีฟ ถ้าแท็กเป็นแบบพาสซีฟก็ต้องใช้เครื่องอ่านสำหรับแท็ก RFID แบบพาสซีฟเท่านั้น จะใช้เครื่องอ่านแท็ก RFID แบบแอ็คทีฟไม่ได้ สำหรับแท็กแบบแอ็คทีฟก็เช่นเดียวกันจะต้องใช้เครื่องอ่านสำหรับแท็ก RFID แบบแอ็คทีฟเท่านั้น แต่ถ้าจะมีเครื่องอ่านที่สามารถอ่านแท็กได้ทั้งสองแบบแต่ราคาจะเป็นสองเท่าของเครื่องอ่านที่อ่านได้แบบเดียว

2.4 หลักการทำงานของ RFID

1.ตัวเครื่องอ่านจะทำการส่งสัญญาณวิทยุอย่างต่อเนื่องหรือเป็นจังหวะ และรอคอยสัญญาณตอบจากตัวแท็ก

2. เมื่อแท็กได้รับสัญญาณคลื่นวิทยุ ที่ส่งมาจากเครื่องอ่านในระดับที่เพียงพอ ก็จะทำการเหนี่ยวนำเพื่อสร้างพลังงานป้อนให้แท็กทำงาน โดยแท็กจะสร้างสัญญาณนาฬิกาเพื่อกระตุ้นให้วงจรภาคดิจิตอลในแท็กทำงาน

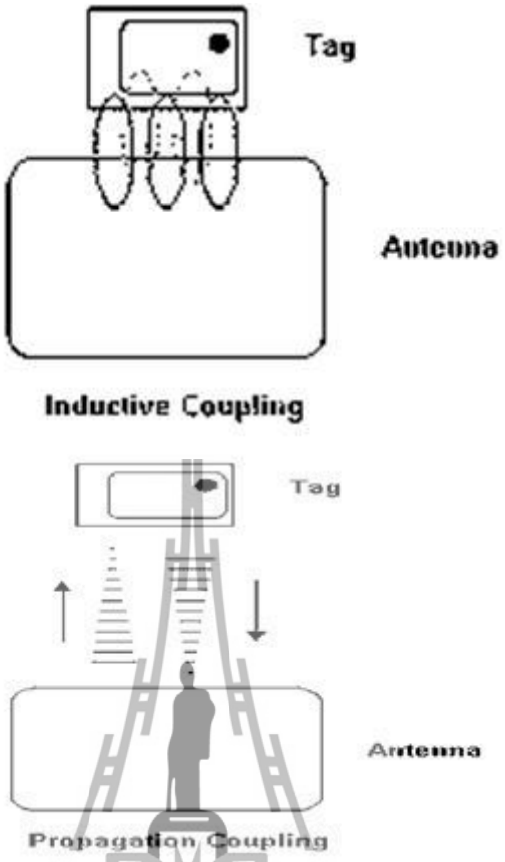
3. วงจรภาคดิจิตอลจะไปอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายในและเข้ารหัสข้อมูล แล้วส่งไปยังภาคอนาล็อก ที่ทำหน้าที่มอดูเลตข้อมูล

4. ข้อมูลที่ถูกมอดูเลตจะถูกส่งไปที่ขดลวด ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ เพื่อส่งไปยังเครื่องอ่าน

5. เครื่องอ่านจะสามารถตรวจจับสัญญาณการเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูด (Envelope Detector) และใช้ Peak Detector ในการแปลงสัญญาณข้อมูลที่มอดูเลตแล้วจากแท็ก

6. เครื่องอ่านจะถอดรหัสข้อมูลและส่งไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมต่อไป

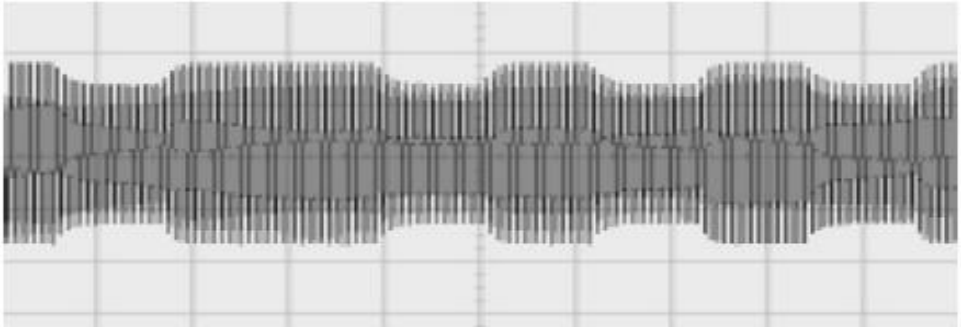
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.10 การสื่อสารระหว่าง Tag และตัวรับข้อมูล

2.5 หลักการและเทคนิคที่ใช้รับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน

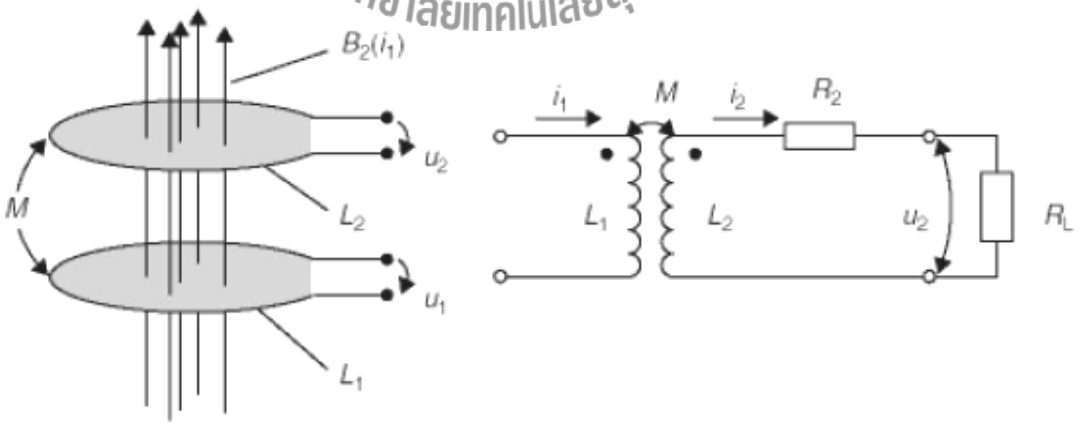
โดยมากเทคนิคในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านและแท็กจะใช้หลักการมอดูเลตทางแอมพลิจูด(Amplitude Modulation : AM) หรือใช้การมอดูเลตทางแอมพลิจูดบอกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ในปัจจุบันก็มีแท็กที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่นๆด้วย เช่น การมอดูเลชั่นแบบ PSK (Phase Shift Keying), แบบ FSK (Frequency Shift Keying) หรือใช้การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation : FM) ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.11 แสดงรูปคลื่นของสัญญาณระหว่างแท็กและเครื่องอ่านแบบ AM

ในการรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณวิทยุระหว่างแท็กกับเครื่องอ่านจะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะที่ใช้งาน เช่น เมื่อความถี่ใช้งานเป็น 13.56 เมกะเฮิรตซ์ ความยาวของสายอากาศ (เป็นเส้นตรง) ที่เหมาะสมก็คือ 22.12 เมตร แน่นอนว่าในทางปฏิบัติเราคงไม่สามารถนำสายอากาศที่ใหญ่ขนาดนั้นมาใช้งานกับแท็กขนาดเล็กของเราได้ สายอากาศที่ดูเหมาะจะใช้ร่วมกับแท็กมากที่สุดก็คือสายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็ก หรือที่มีชื่ออย่างเป็นทางการว่าสายอากาศแบบแมกเนติกไดโพล (Magnetic Dipole Antenna) รูปแบบของสายอากาศแบบนี้ก็จะมีอยู่หลากหลาย ทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันบนแกนอากาศหรือแกนเฟอร์ไรต์ แบบที่เป็นวงลูปที่ทำขึ้นจากลายทองแดง บนแผ่นวงจรพิมพ์ทั้งที่เป็นลูปแบบวงกลมและสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ความเหมาะสมในการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความถี่พาหะ และประเภทของงานด้วยเช่นกัน นอกจากการรับส่งข้อมูลแล้วสายอากาศก็ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับแท็กด้วยโดยอาศัยหลักการทำงานตามแนวคิดของไมเคิล ฟาราเดย์ เรื่องแรงดันเหนี่ยวนำในขดลวดที่เกิดขึ้นจากเส้นแม่เหล็ก (จากเครื่องอ่าน) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time-varying magnetic field) พุ่งผ่านสายอากาศของแท็กเมื่อแท็กและเครื่องอ่านตั้งอยู่ห่างกันในระยะ 0.16 เท่าของความยาวคลื่นพาหะที่ใช้เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า Transformer-type coupling ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบเดียวกับการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นระหว่างขดลวดปฐมภูมิ (Primary) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) ในหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) จะเป็นวงจรพื้นฐานสำหรับอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลของแท็ก

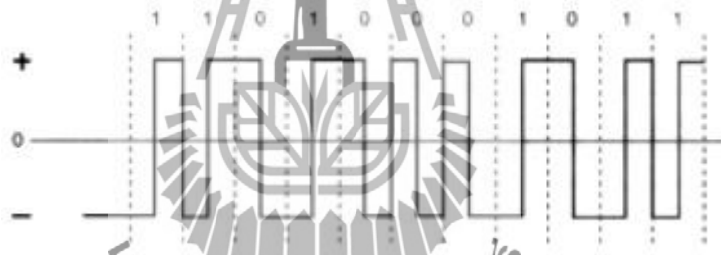
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.12 (ซ้าย) แสดงลูปตัวนำที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็ก
(ขวา) แสดงวงจรที่สมมูลกับรูปซ้ายมือ

2.5.1 การเข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์

เป็นการเข้ารหัสข้อมูลดิจิตอลวิธีหนึ่ง ก่อนที่ข้อมูลซึ่งผ่านการเข้ารหัสแล้วจะถูกส่งไปมอดูเลต เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการซิงโครไนซ์ของข้อมูล เนื่องจากการส่งกระจายสัญญาณตามปกตินั้น หากมีการส่งสัญญาณดิจิตอลในระดับเดียวติดต่อกันเป็นช่วงยาว เช่น ส่งสัญญาณดิจิตอลที่มีค่าลอจิกเป็น 1 ออกไป 20 บิตติดต่อกัน จะทำให้การซิงโครไนซ์ของข้อมูลเกิดการคลาดเคลื่อน (โดยปกติ วงจรดิจิตอลจะปรับการซิงโครไนซ์ของข้อมูลได้เฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนระดับของข้อมูลจาก 1 เป็น 0 หรือจาก 0 เป็น 1) และทำให้รับข้อมูลผิดพลาดเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวจึงจะต้องมีการนำสัญญาณดิจิตอลปกติไปผ่านเข้ารหัสเสียก่อน โดยการเข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์ จะเปลี่ยนให้สัญญาณดิจิตอลลอจิก 0 ถูกแทนด้วยการเปลี่ยนค่าจากลอจิก 1 เป็น 0 และสัญญาณดิจิตอลลอจิก 1 แทนด้วยการเปลี่ยนค่าจากลอจิก 0 เป็น 1 ข้อดีของการเข้ารหัสแบบนี้คือ ทำให้การเปลี่ยนระดับของข้อมูลทุกๆครั้ง เป็นไปอย่างแน่นอน หรือเกิดการเข้าจังหวะ (Synchronize) กันของข้อมูลนั่นเอง แต่ว่าการเข้ารหัสแบบนี้ก็มี ข้อเสียอยู่กล่าวคือช่วงความถี่ที่ใช้ในการส่งข้อมูลต้องเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ดังรูปที่ 2.12

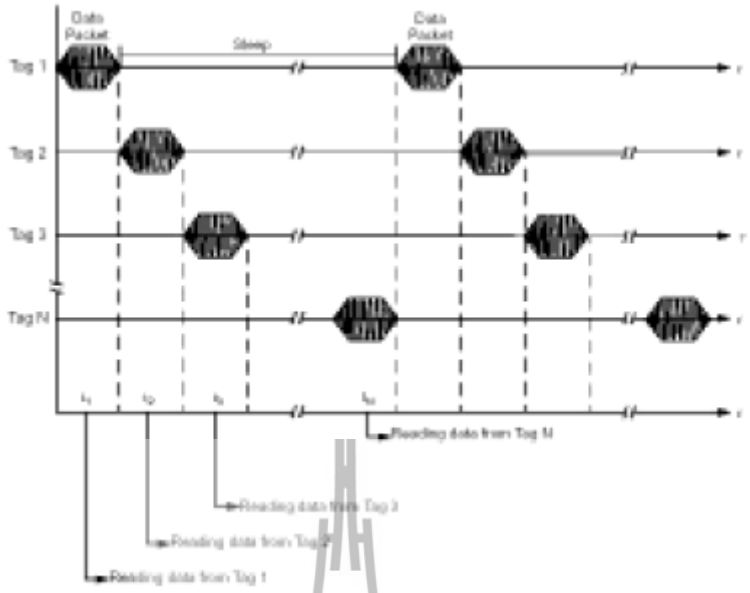


รูปที่ 2.13 แสดงสัญญาณรูปคลื่นที่เข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์ (Manchester)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.5.2 การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-Collision)

การอ่านข้อมูลจากแท็กได้หลายๆ แท็กในเวลาเดียวกันเป็นข้อดีข้อหนึ่งของ RFID จะทำให้การอ่านข้อมูลของแท็กจำนวนมากทำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสิ่งที่ทำให้การอ่านข้อมูลจากแท็กได้พร้อมๆกัน นั้นก็คืออัลกอริทึม ที่ใช้ในการป้องกันการชนของข้อมูล (Anti-Collision) ที่อยู่ภายในระบบ RFID นั้นเอง ดังรูปที่ 2.13



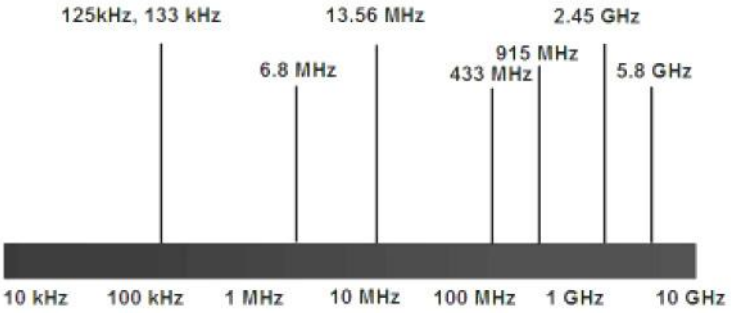
รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างของอัลกอริทึมในการป้องกันการชนของข้อมูล (Anti-collision) ในแท็ก

ข้อมูลของแท็กบางชนิด โดยหลักการของการอ่านข้อมูลจากแท็กจะอ่านเป็นลำดับในเวลาที่กำหนด แต่ละแท็กจะไม่ส่งข้อมูลไปยังเครื่องอ่านทันทีจะมีการจัดสรรลำดับเวลา (Time Slot) ในการส่งข้อมูลที่เวลาต่างๆกัน ตามอัลกอริทึมที่กำหนดทำให้ข้อมูลที่เครื่องอ่านรับได้ไม่มีการชนของข้อมูลที่ส่งมาจากแท็กหลายแท็กพร้อมกันนั่นเอง

2.6 คลื่นพาหะในระบบ RFID

ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบ RFID จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial Scientific Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ความถี่ที่กำหนดการใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารทั่วไป สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบ RFID อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ย่านความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่

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



รูปที่ 2.15 แสดงความถี่ย่านที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน

การใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับใช้ กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะใกล้ (LH ระยะอ่านประมาณ 10-20 เซนติเมตร และ HF ระยะอ่านประมาณ 1 เมตร) เช่น การตรวจสอบการผ่านเข้าออกพื้นที่การตรวจหาและเก็บประวัติในสัตว์ ส่วนย่านความถี่สูงยิ่ง จะถูกใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 1-10 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน และในปัจจุบันระบบ RFID กำลังถูกวิจัยและพัฒนาในย่านความถี่ไมโครเวฟที่ความถี่ 2.4 GHz และความถี่ 5.8 GHz เพื่อใช้งานที่ต้องการระยะอ่านที่ไกลกว่า 10 เมตร เป็นต้น ดังรูปที่ 11 ในแง่ของราคาและความเร็วในการสื่อสารข้อมูล เมื่อเทียบกันแล้ว RFID ซึ่งใช้คลื่นพาหะย่านความถี่สูงเป็นระบบที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสุด และมีราคาแพงที่สุดด้วยเช่นกัน ส่วน RFID ที่ใช้คลื่นพาหะในอีก 2 ย่านความถี่จะมีระดับราคาและความเร็วลดหลั่นกันไป

2.7 ค่าความแรงของสัญญาณวิทยุที่ได้รับในเชิงพลังงาน(RSSI)

Received Signal Strength Indication (RSSI) เป็นวิธีการวัดความแรงของสัญญาณในการส่งสัญญาณวิทยุ ตามความเป็นจริงของสัญญาณโดยทั่วไป เมื่อระยะทางไกลออกไปสัญญาณก็ จะอ่อนลง ดังนั้นค่า RSSI นั้นก็จำเป็นต่อการส่งสัญญาณเช่นกัน เพราะจะสามารถรับรู้ว่าเครื่องรับสัญญาณที่ใช้งานอยู่นั้นจะมีประสิทธิภาพที่ระยะทางเท่าใด หรือกำลังในการส่งเท่าใดจึงจะเหมาะสม โดยค่า RSSI มีหน่วยเป็น เดซิเบล(dB)

2.8 ทฤษฎีการคำนวณหาระยะทาง

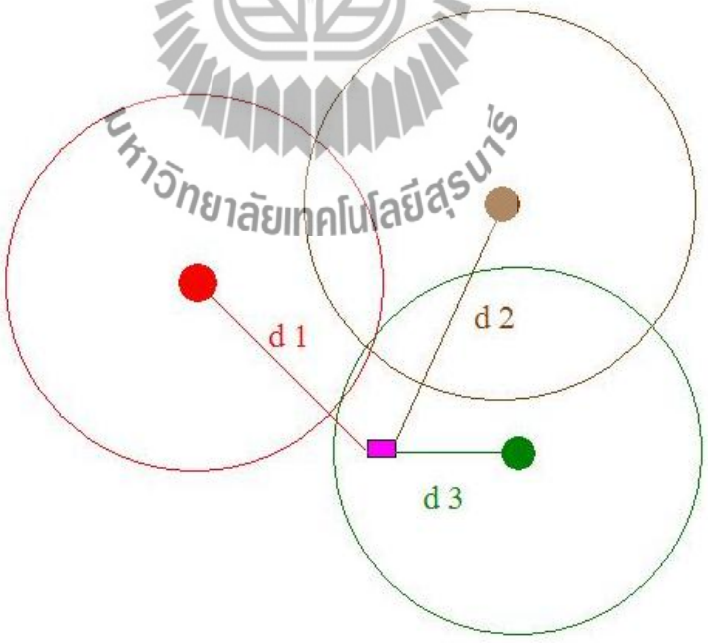
ระยะทาง หมายถึงตัวเลขที่อธิบายว่า วัตถุแต่ละอย่างอยู่ห่างกันเท่าไรในช่วงเวลาหนึ่ง ในทางฟิสิกส์ ระยะทางอาจหมายถึงความยาวทางกายภาพ ระยะเวลา หรือการประมาณค่าบนสิ่งที่พิจารณาสองอย่าง ส่วนทางคณิตศาสตร์จะพิจารณาอย่างเฉพาะเจาะจงมากกว่า โดยทั่วไปแล้ว "ระยะทางจาก A ไป B" มีความหมายเหมือนกับ "ระยะทางระหว่าง A กับ B"

สามารถหาระยะทางระหว่างจุดสองจุดบนระนาบ xy โดยใช้สูตรต่อไปนี้ ระยะทางจาก (x_1, y_1) ไปยัง (x_2, y_2) คำนวณได้จาก

$$d = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

และในกรณีเดียวกัน ระยะทางจาก (x_1, y_1, z_1) ไปยัง (x_2, y_2, z_2) บนปริภูมิสามมิติ คำนวณได้จาก

$$d = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

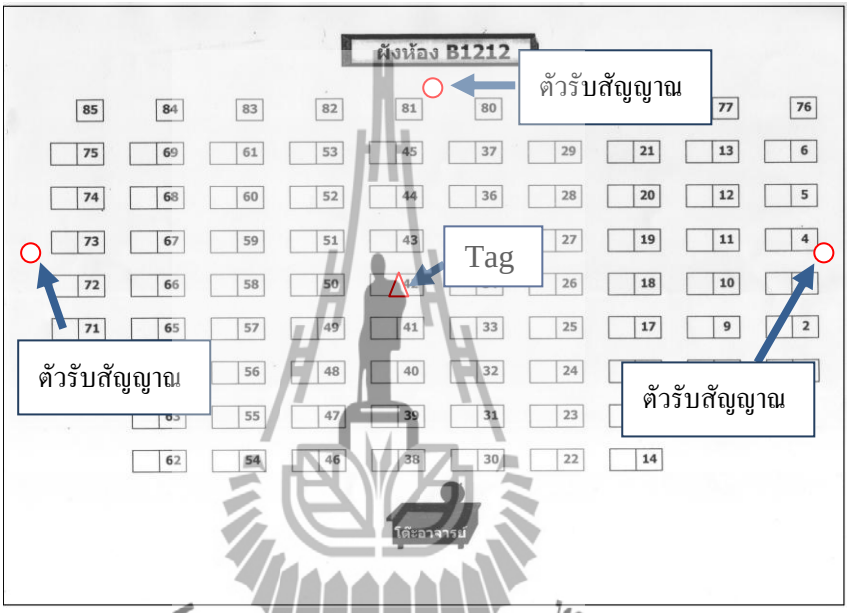


รูปที่ 2.16 แสดงระยะทางระหว่างตัวรับและตัวส่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.9 การกำหนดค่าความแรงของสัญญาณในการหาตำแหน่ง

การกำหนดค่าความแรงของสัญญาณให้กับ Tag เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถหาตำแหน่ง Tag ได้ โดยติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ 3ตัว ดังรูปที่ 2.16 แล้วทำการวัดความแรงของสัญญาณตรงจุดที่ต้องการ นำค่าที่ได้ไปคำนวณตามสูตรหัวข้อ 2.8 และเปรียบเทียบกับทุกจุด แล้วดูว่าค่าใดมีค่าระยะทาง(d)น้อยที่สุด แสดงว่า Tag อยู่ตำแหน่งนั้น

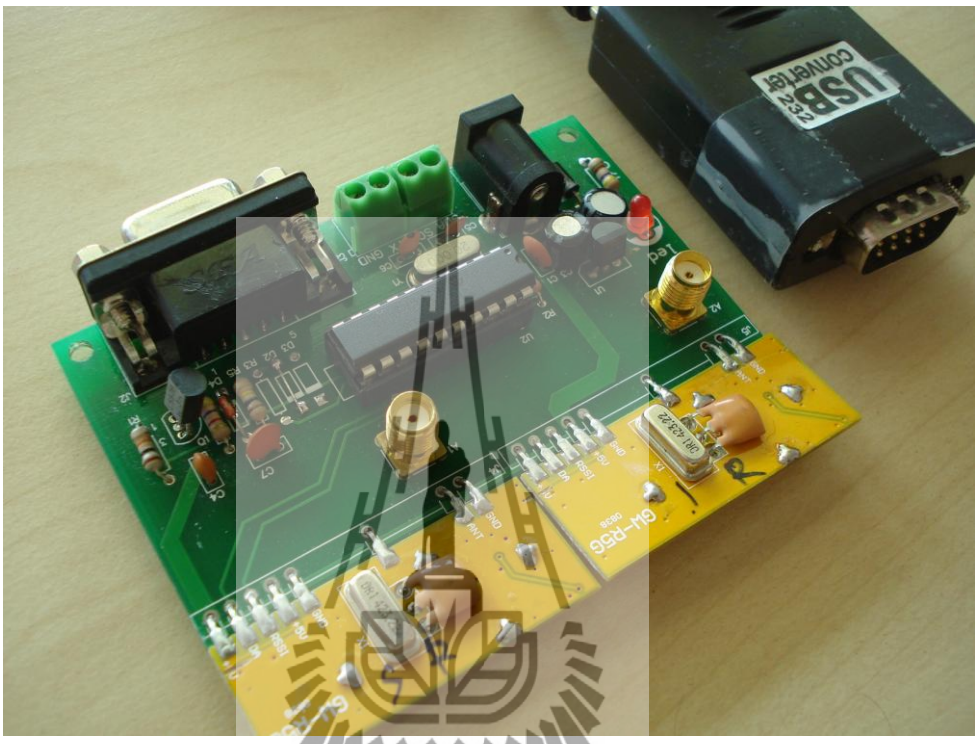


รูปที่ **2.17** แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.10 คุณสมบัติของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ในโครงงาน

2.10.1 คุณสมบัติของบอร์ด RF2315R Active RFID Dual Receiver Module with RSSI USB Version



รูปที่ 2.18 ภาพบอร์ด RF2315R Active RFID Dual Receiver Module with RSSI USB Version

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากภาพเครื่องรับ RFID รุ่น RF2315R เป็นโมดูลที่ใช้งานกับเครื่องรับ ซึ่งจะได้รับข้อมูลที่ส่งมาจากโมดูล RF8315T โดยโมดูล RF2315R จะรายงานค่า RSSI ของบอร์ดโมดูล RF8315T ผ่านทางพอร์ตอนุกรม ซึ่งบอร์ดจะมีขั้ว SMA 2 ขั้ว สำหรับการเชื่อมต่อเป็นเสาอากาศ โดยเราสามารถใช้ค่า RSSI เพื่อที่จะกำหนดหรือหาตำแหน่งของวัตถุได้ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถเสียบสาย USB แล้วใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมซอฟต์แวร์ของอุปกรณ์
- สามารถอ่าน RFID Active Tag รุ่น RF8315T ได้ทุกๆ Tag
- ข้อมูลของ RSSI ทั้งสองข้อมูล จะรายงานออกมาซึ่งสามารถใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ

- บอร์ด RF2315R มี 2 Recevier โดยสามารถอ่านข้อมูลได้ 2 ข้อมูล โดย RSSI 1 คือข้อมูลที่ 1 และ RSSI 2 คือข้อมูลที่ 2
- มี TTL RS232 สำหรับเชื่อมต่อโดยตรงกับ MCU อื่น ๆ ของคุณหรือวงจรอื่น ๆ ได้
- มี I2C ที่สามารถติดต่อสั่งงานและควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือสายข้อมูล อีกเส้นหนึ่งคือ สายสัญญาณนาฬิกา
- มีการออกแบบเพื่อให้มีระบบการใช้งานความถี่ มีความเสถียรมากที่สุด
- มีการป้องกันไฟย้อนกลับ

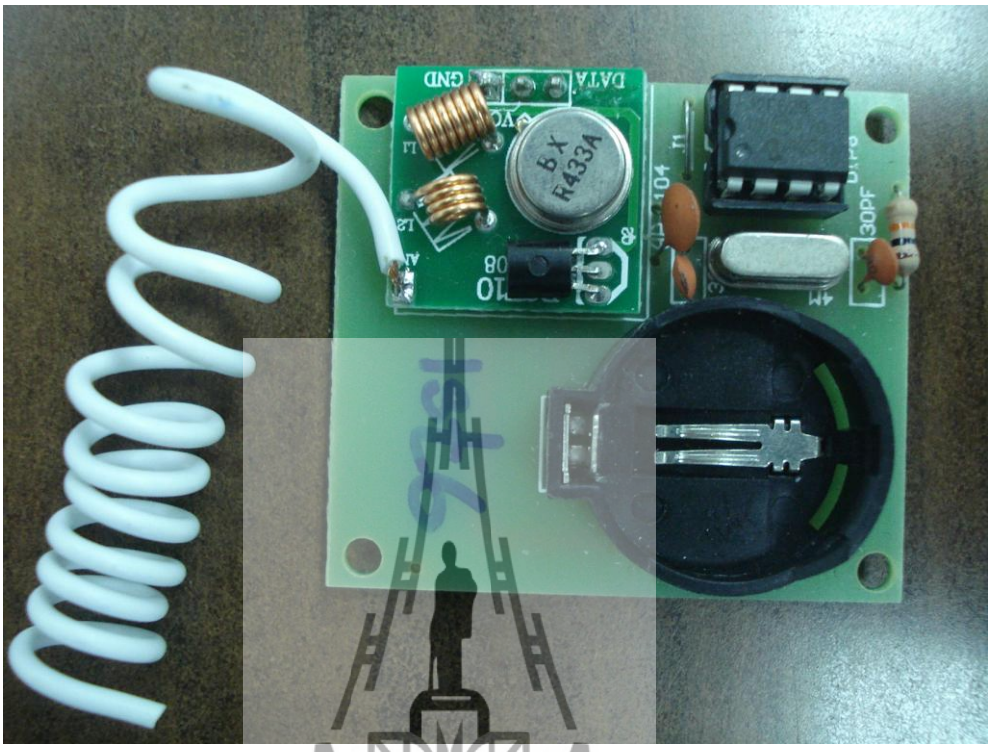
ข้อมูลเฉพาะของเครื่องรับ RF2315R Active RFID Dual Receiver Module with RSSI USB Version

Supply Voltage	9VDC to 12VDC
Supply Current	10mA Typical
อุณหภูมิในการทำงาน	0 – 50 C
คลื่นความถี่	433 MHz
Data Output	(4 characters ID, RSSIA,RSSIB)
ความจุ	40 ID ในเวลาเดียวกัน
Build-in Watchdog	2.3 seconds
USB PORT	
Type	RS232, 19200 Baud, 8 bit words,1 stop bit,1 start bit, no parity

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลเฉพาะของเครื่องรับ RF2315R Active RFID Dual Receiver Module with RSSI USB Version

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.10.2 คุณสมบัติของบอร์ด RF8315T Active RFID 8 Meters Transmitting Module



รูปที่ 2.19 ภาพบอร์ด RF8315T Active RFID 8 Meters Transmitting Module

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จะส่งตัวอักษรที่ไม่ซ้ำกัน 4 ตัวอักษร (AZ, az, 0-9) โดยจะถูกส่งออกในทุก 2.5 วินาทีบวก / ลบ 0.5 วินาที ตัวส่ง RF8315R ที่ตรงกันสามารถรับ ID ได้ภายใน 8 เมตรถึงแม้ว่ากำลังส่ง RF จะต่ำมาก เครื่องส่งสัญญาณจะส่งสัญญาณเมื่อสามารถส่ง ID ได้ (<0.01 วินาที) ซึ่งเป็นผลมาจากตัวมันเองและจะไม่ทำให้ข้อมูลไปรบกวนยังอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้คลื่นความถี่เดียวกัน โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- สิ้นเปลืองพลังงานน้อย (5,000 ชั่วโมงสำหรับ CR2025, และ 7,000 ชั่วโมงสำหรับ CR2032)
- สามารถส่งข้อมูลได้ถึง 8 เมตร หากเสาอากาศเป็น 9 เมตร รัศมีจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถส่งข้อมูลได้ถึง 15 เมตร
- มีขนาดเล็ก
- ไม่จำเป็นต้องตั้งค่า
- ป้องกันการชนกันของข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน โดย RF8315R สามารถจัดการกับ 160 เครื่องส่งสัญญาณได้ในเวลาเดียวกัน

ข้อมูลเฉพาะของเครื่องส่ง RF8315T Active RFID 8 Meters Transmitting Module

Power Supply	CR2025 / CR2032
การใช้พลังงาน	ใช้ส่ง 4mA , เมื่อไม่ได้ใช้งาน 19uA
อุณหภูมิในการทำงาน	0 - 50C
คลื่นความถี่	433 MHz
Data Output	4 ตัวอักษร (A - Z, - z, 0-9) เครื่องส่งสัญญาณทั้งหมดจะส่ง ID ที่ไม่ซ้ำกัน
รัศมีที่มีประสิทธิภาพ	8 เมตร โดยมีเสาอากาศ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม. ยาว 2 ซม.) แต่ถ้ารัศมี 15 เมตรหากเสาอากาศเป็นสาย 9 นิ้ว
RF output power	< 2mW

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลเฉพาะของเครื่องส่ง RF8315T Active RFID 8 Meters Transmitting Module

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

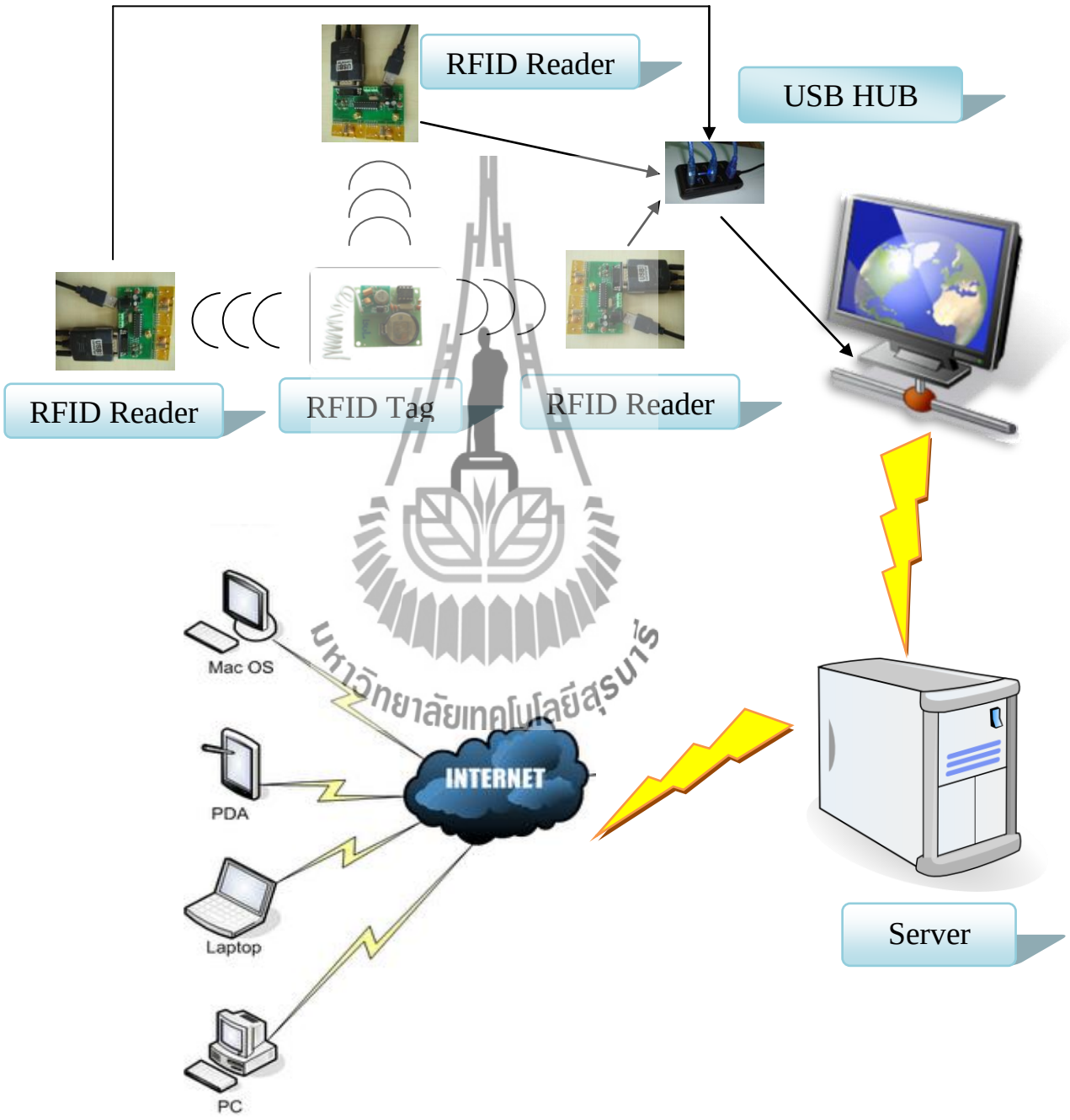
3.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะเน้นไปถึงการออกแบบของโครงงานและการติดตั้งโปรแกรมที่ใช้งาน ซึ่งจะมีรายละเอียด โดยแบ่งออกเป็น การออกแบบ ในส่วนของตัว Hardware การออกแบบ ในส่วนของตัว Software การออกแบบในส่วนของการ เชื่อมต่อ port และรวมไปถึงการคำนวณค่าในตำแหน่งต่างๆ ในส่วนของ Hardware นั้นจะกล่าวถึงตัวอุปกรณ์ RFID และ Tag ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับและตัวส่งสัญญาณ โดยมี USB RS-232 เป็นตัวเชื่อมให้สามารถทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้ ส่วนทางด้าน Software จะเป็นการออกแบบเกี่ยวกับการรับค่าและนำค่านั้นไปคำนวณเพื่อที่จะหาตำแหน่งของวัตถุที่เราต้องการ เมื่อเราทำการออกแบบทั้งสองส่วนเสร็จเรียบร้อยแล้ว เราจะนำทั้งสองส่วนนี้มารวมเข้าไว้ด้วยกัน ถึงจะถือว่าขั้นตอนทุกอย่างเสร็จสมบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

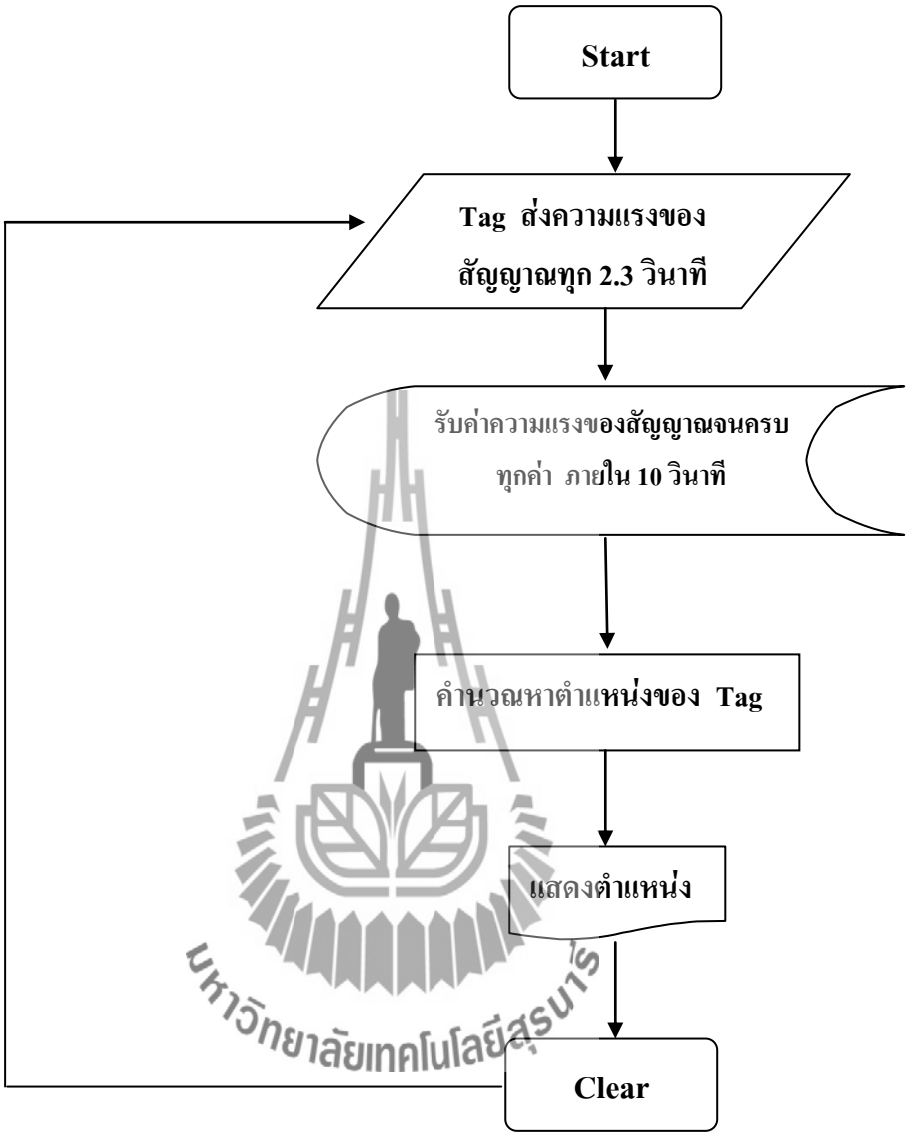
3.2 การออกแบบ Hardware

ในโครงงาน การระบุตำแหน่งของ RFID บน Website (The location of RFID on the Website) จะประกอบไปด้วยส่วนการทำงานที่สำคัญ ดังแผนภาพดังนี้



รูปที่ 3.1 การออกแบบ Hardware

3.3 การออกแบบ Software



รูปที่ 3.2 การออกแบบ Software

3.4 อธิบายการทำงานของโปรแกรม

3.4.1 เปิดโปรแกรม (ดับเบิลคลิกที่ไอคอน “โปรแกรมคำนวณตำแหน่ง RFID”)

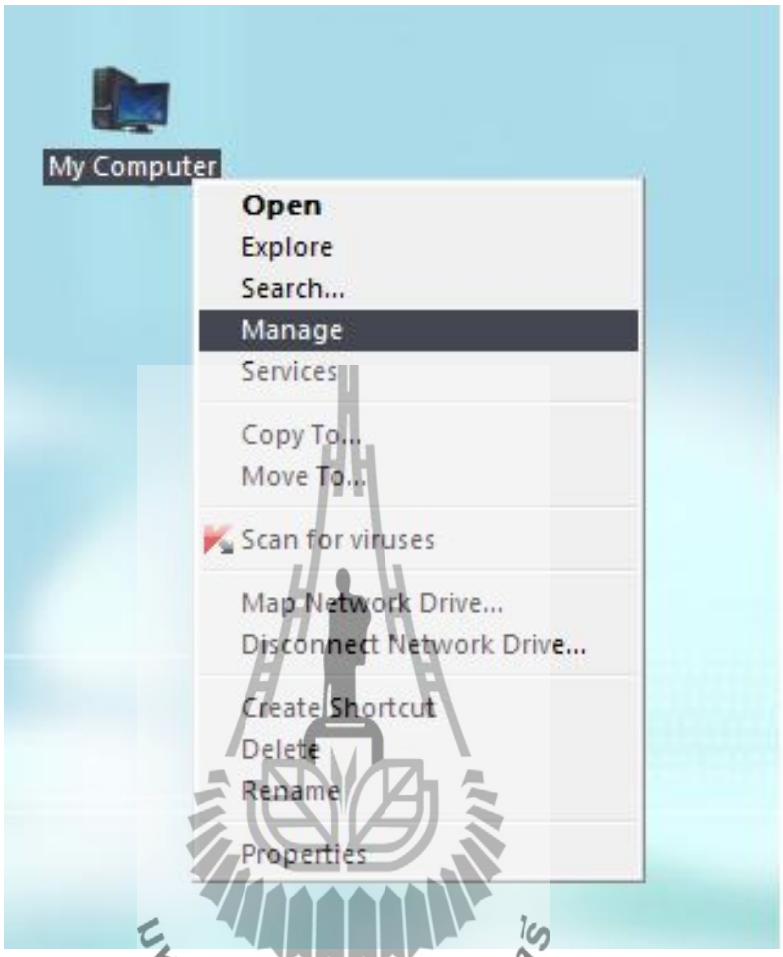
รูปที่ 3.3 ไอคอนของโปรแกรม

3.4.2 เปิดโปรแกรมตั้งค่าเชื่อมต่อ COM Port

รูปที่ 3.4 ตั้งค่า COM Port

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

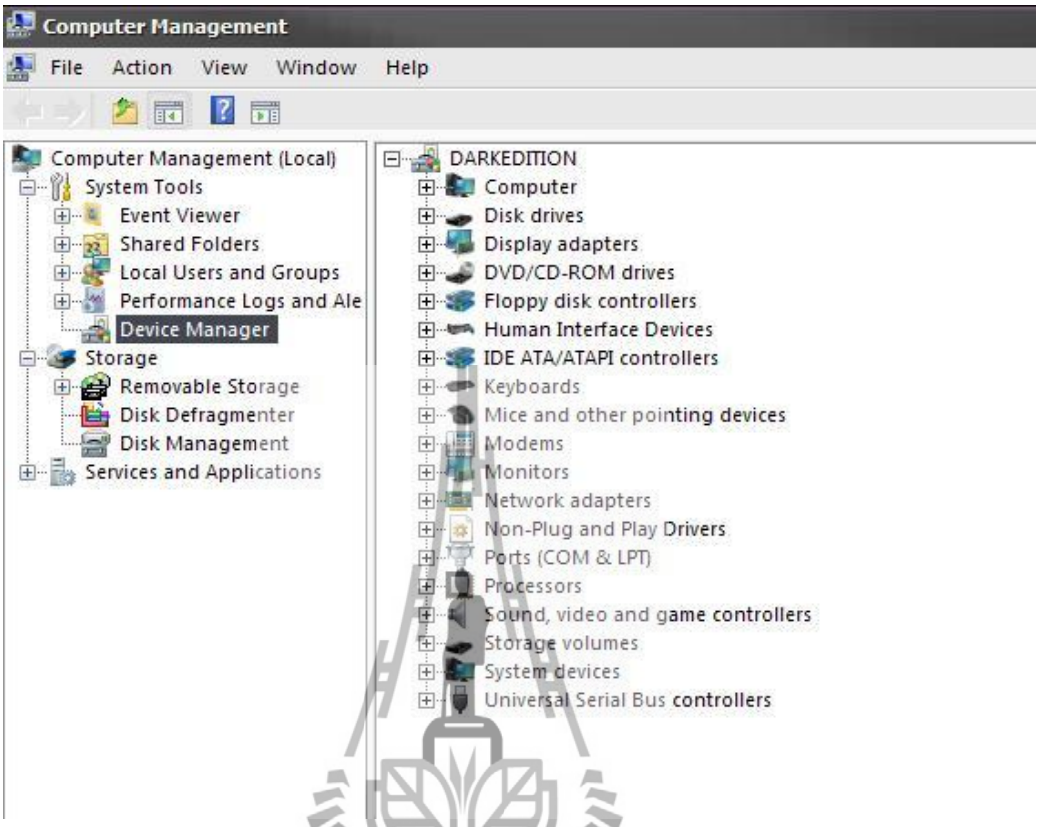
3.4.3 การเปิดดู Port (คลิกขวาที่ My Computer - คลิก Manage)



รูปที่ 3.5 การเปิดดู Port

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

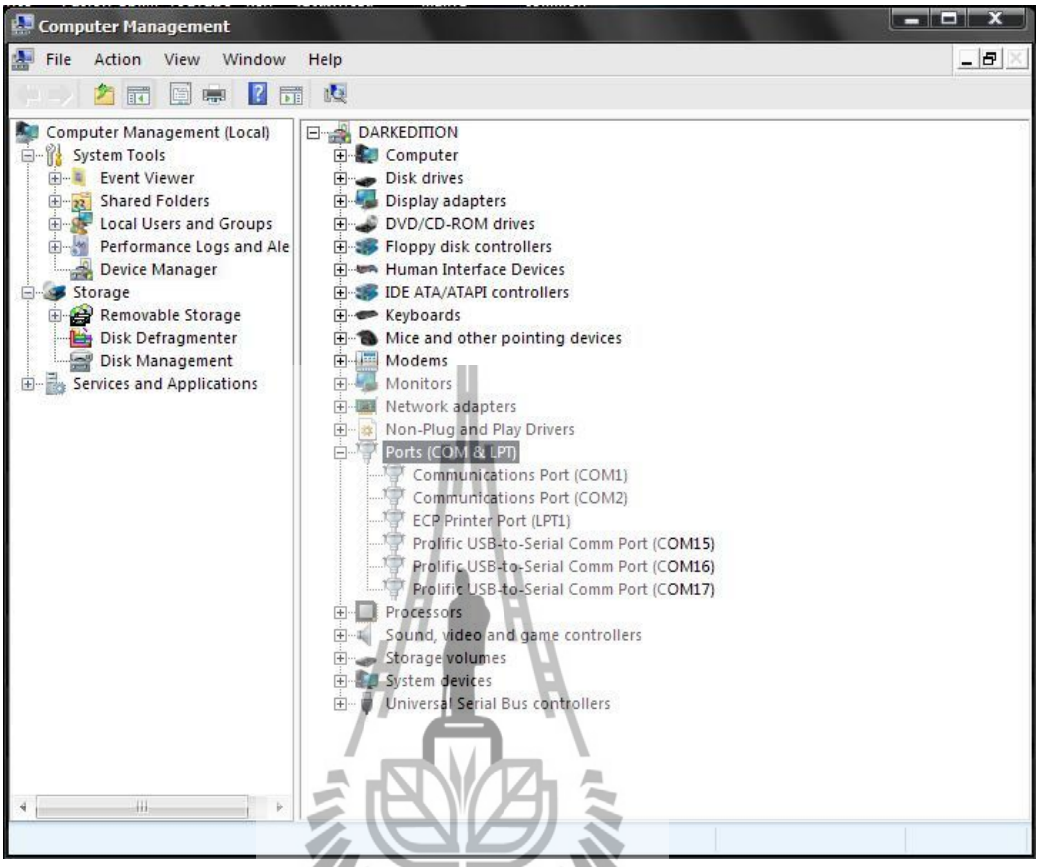
3.4.4 คลิกที่ Device Manager



รูปที่ 3.6 การเปิดดู Port

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

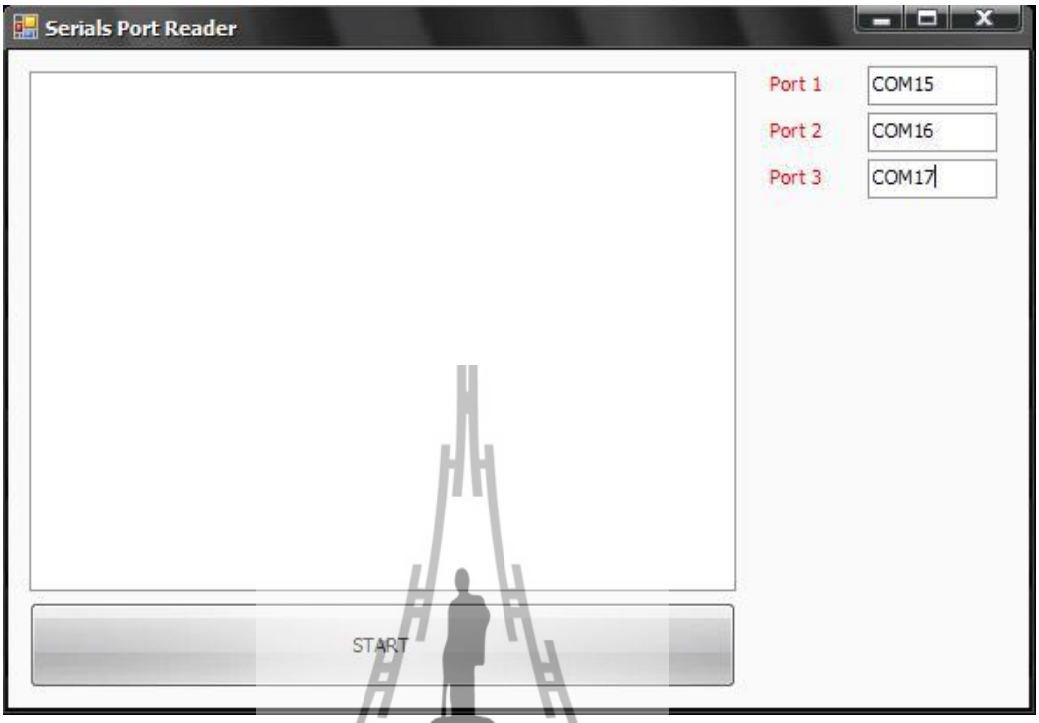
3.4.5 คลิกที่ Ports (COM & LPT)



รูปที่ 3.7 การเปิดดู Port

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

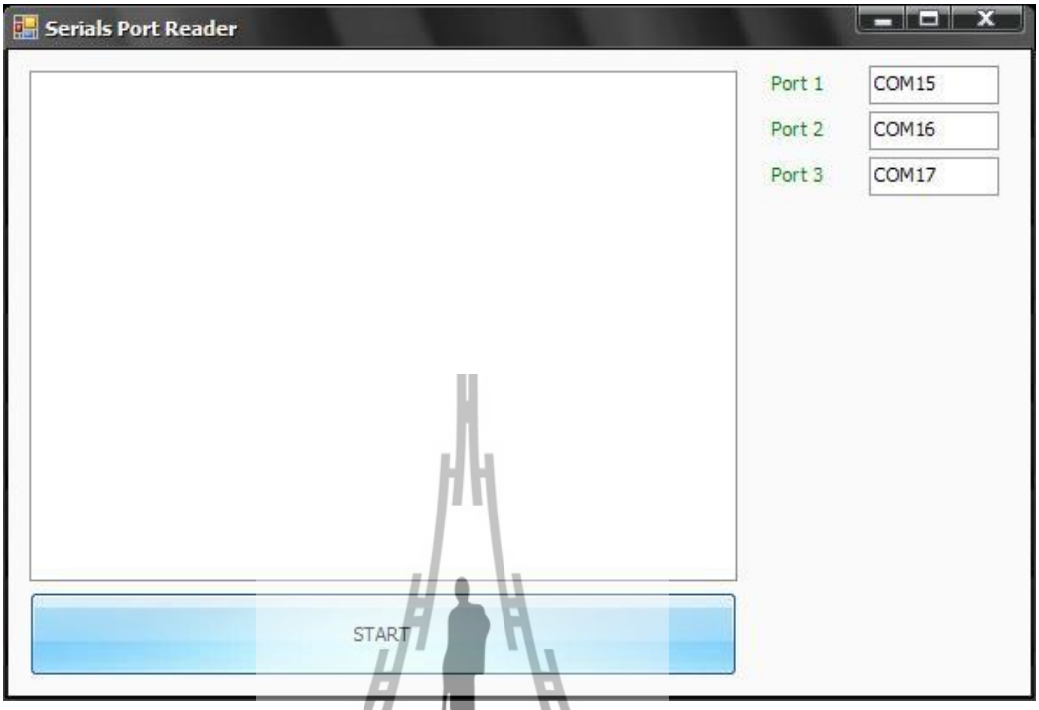
3.4.6 การเปิด Port (ใส่หมายเลข Port ลงในช่อง)



รูปที่ 3.8 การ ใส่หมายเลข Port

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

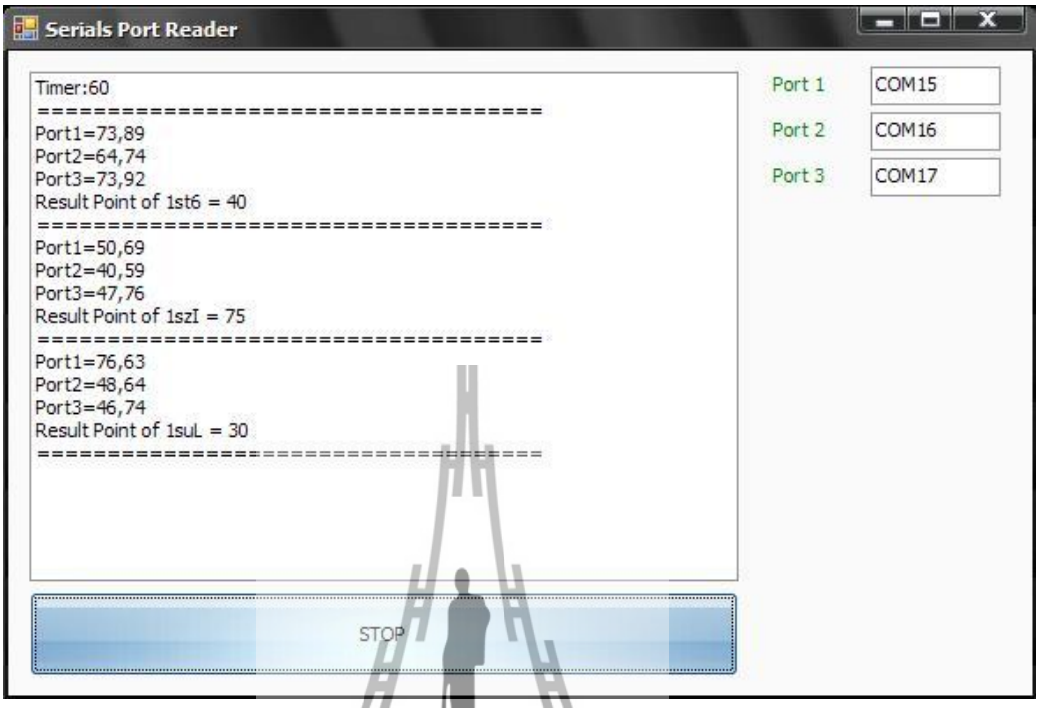
3.4.7 การเปิด Port (คลิกที่ Port 1 , Port 2 , Port 3) Port จะขึ้นสีเขียว กด START



รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อและรันโปรแกรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4.8 การเปิดการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อและรันโปรแกรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการทดลอง โดยทำการทดลองวัดความแรงสัญญาณในที่โล่ง ในห้องเรียน นอกห้องเรียน และการวัดสัญญาณรายโต๊ะ ซึ่งการทดลองวัดความแรงสัญญาณในที่โล่ง การวัดสัญญาณในห้องเรียน และการวัดสัญญาณนอกห้องเรียน จะเป็นการทดลองว่าจะสามารถแปลงความแรงสัญญาณให้เป็นระยะทางที่ถูกต้องได้หรือไม่ ส่วนการวัดสัญญาณรายโต๊ะจะเป็นอีกวิธีที่ใช้หาตำแหน่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2 การทดลองที่ 1 การวัดความแรงสัญญาณในที่โล่ง

4.2.1 การวัดความแรงสัญญาณในแนวตรง

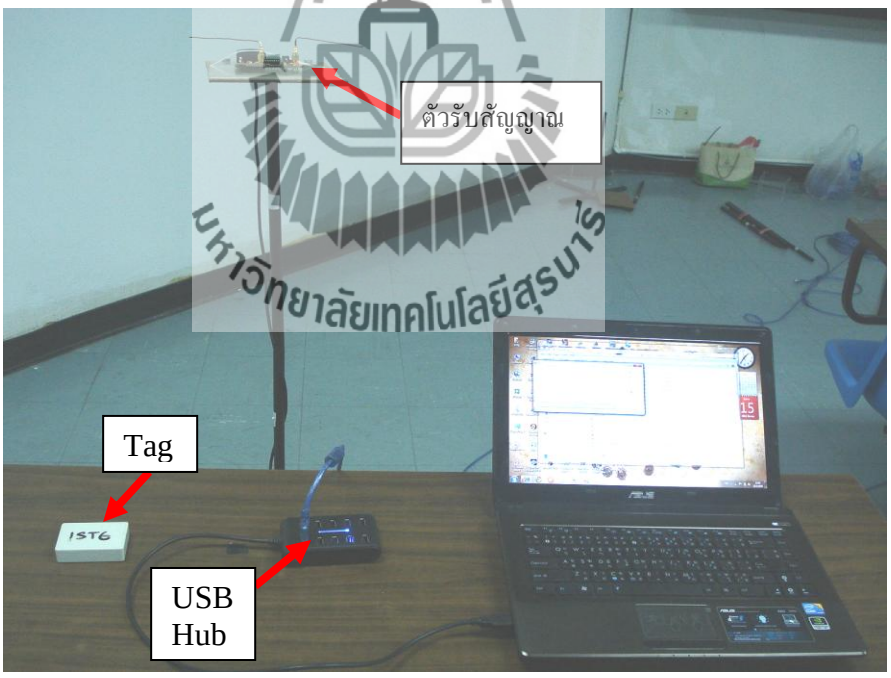
4.2.1.1 จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อทดสอบความสามารถในการอ่าน Tag
2. เพื่อดูแนวโน้มของสัญญาณเมื่อระยะห่างออกไป

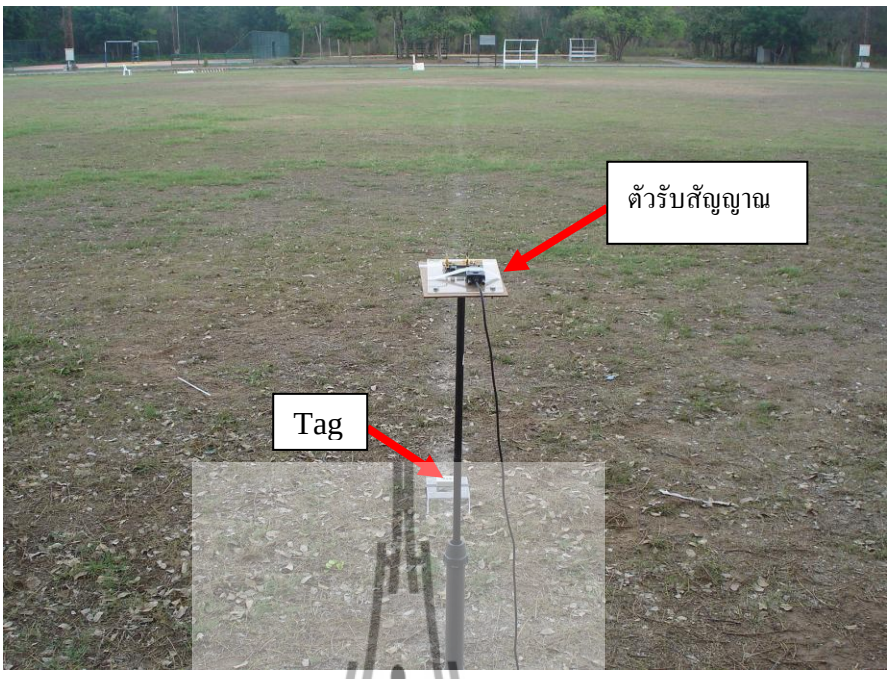
ตอนที่ 1 การทดสอบความสามารถในการอ่าน Tag

4.2.1.2 วิธีการทดลอง

ติดตั้งอุปกรณ์ RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค ดังรูป 4.1 2. เปิดโปรแกรมทำการเชื่อมต่อ port ให้ตรงกับที่ตั้งไว้เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ RFID และเปิดการทำงานของโปรแกรม ทำการวัดสัญญาณโดยวาง Tag กับพื้นห่างออกจากตัวรับสัญญาณไปทีละ 5 เมตร จนกว่าจะไม่สามารถรับสัญญาณได้ ดังรูป 4.2 บันทึกผล ทำการวัดสัญญาณโดยถือ Tag ให้อยู่ในระดับเดียวกันกับตัวรับสัญญาณ ห่างออกไปทีละ 5 เมตร จนกว่าจะไม่สามารถรับสัญญาณได้ ดังรูป 4.3 บันทึกผล ถอดสายอากาศออก แล้วทำวัดสัญญาณเช่นเดียวกัน นำผลที่ได้ไป วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง



รูปที่ 4.1 การติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่ 4.2 การทดสอบความสามารถในการอ่าน **Tag (วางกับพื้น)**

รูปที่ 4.3 การทดสอบความสามารถในการอ่าน Tag (ถือ Tag)

4.2.1.3 ผลการทดลอง

ตารางการทดลองที่ 4.1 การวัดความแรงสัญญาณเพื่อทดสอบความสามารถในการอ่าน Tag

ระยะ (เมตร)	มีสายอากาศ		ไม่มีสายอากาศ	
	วาง Tag กับพื้น	ถือ Tag	วาง Tag กับพื้น	ถือ Tag
5	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	×	✓
25	✓	✓	×	✓
30	✓	✓	×	✓
35	×	✓	×	✓
40	×	✓	×	✓
45	×	✓	×	×
50	×	✓	×	×
55	×	✓	×	×
60	×	✓	×	×
65	×	✓	×	×
70	×	✓	×	×

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

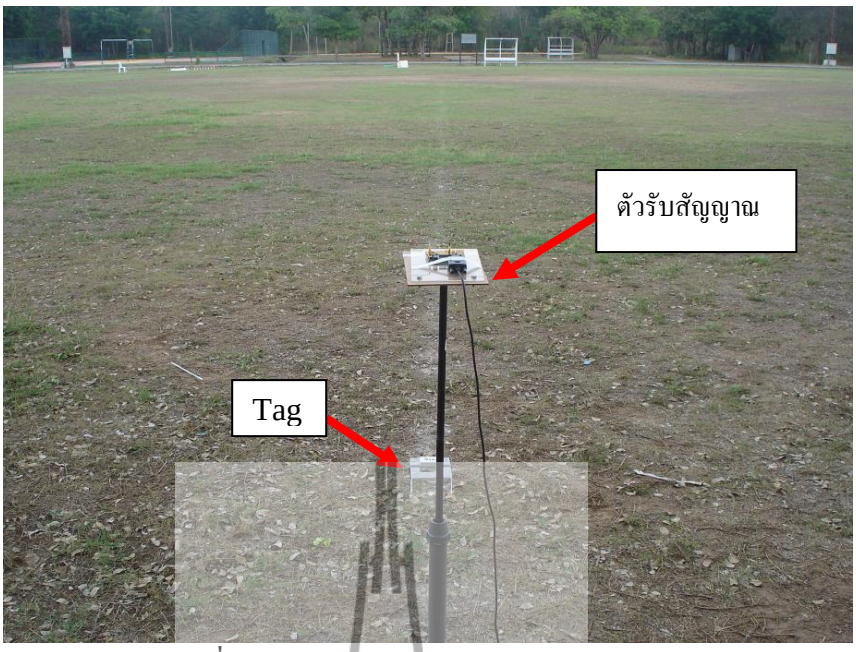
หมายเหตุ ✓ คือ สามารถรับสัญญาณได้

× คือ ไม่สามารถรับสัญญาณได้

ตารางที่ 4.1 การวัดความแรงสัญญาณเพื่อทดสอบความสามารถในการอ่าน Tag

ตอนที่ 2 การวัดความแรงสัญญาณในแนวตรง เพื่อดูแนวโน้ม

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค ดังรูป 4.1 เปิดโปรแกรมทำการเชื่อมต่อ port ให้ตรงกับที่ตั้งไว้เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ RFID และเปิดการทำงานของโปรแกรม ทำการวัดความแรงสัญญาณโดยวาง Tag ห่างออกจากตัวรับสัญญาณไปทีละ 1 เมตร เป็นระยะทาง 12 เมตร ดังรูปที่ 4.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง



รูปที่ 4.4 การวัดความแรงสัญญาณในแนวตรง

4.2.1.4 ผลการทดลอง

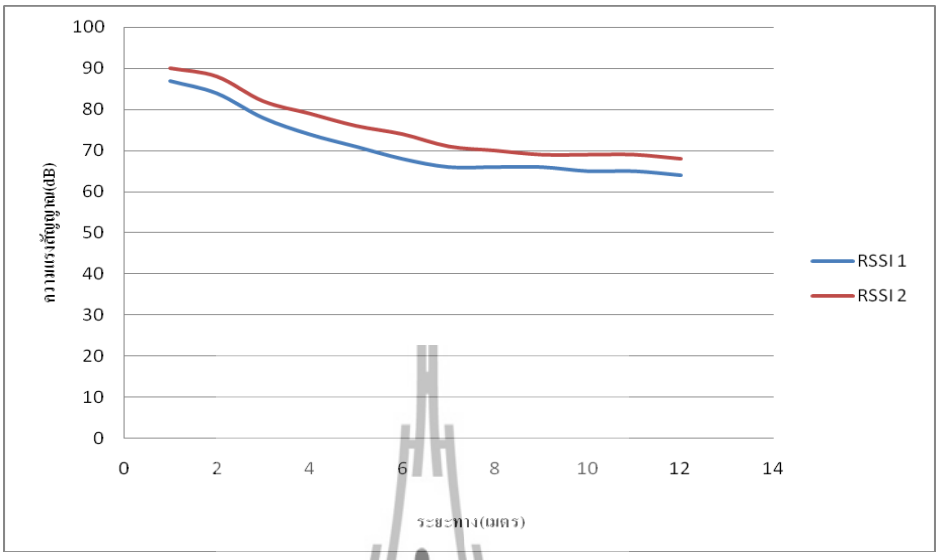
ตารางการทดลองที่ 4.2 การวัดความแรงสัญญาณเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของสัญญาณ

ระยะ(เมตร)	ความแรงของสัญญาณ	
1	87	90
2	84	88
3	78	82
4	74	79
5	71	76
6	68	74
7	66	71
8	66	70
9	66	69
10	62	69
11	65	69
12	64	68

ตารางที่ 4.2 การวัดความแรงสัญญาณเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของสัญญาณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.1.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI)



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2 การวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

4.2.2.1 จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อทดสอบความสามารถในการรับสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

4.2.2.2 วิธีการทดลอง

ติดตั้งอุปกรณ์ RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค ดังรูป 4.1 เปิดโปรแกรมทำการเชื่อมต่อ port ให้ตรงกับที่ตั้งไว้เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ RFID และเปิดการทำงานของโปรแกรม ทำการวัดสัญญาณโดยวาง Tag ตามจุดที่กำหนดไว้รอบตัวรับสัญญาณ โดยทุกจุดห่างจากตัวรับสัญญาณ 3 เมตร ดังรูป 4.6 นำค่าที่ได้ไป วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

รูปที่ 4.6 การวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

4.2.2.3 ผลการทดลอง

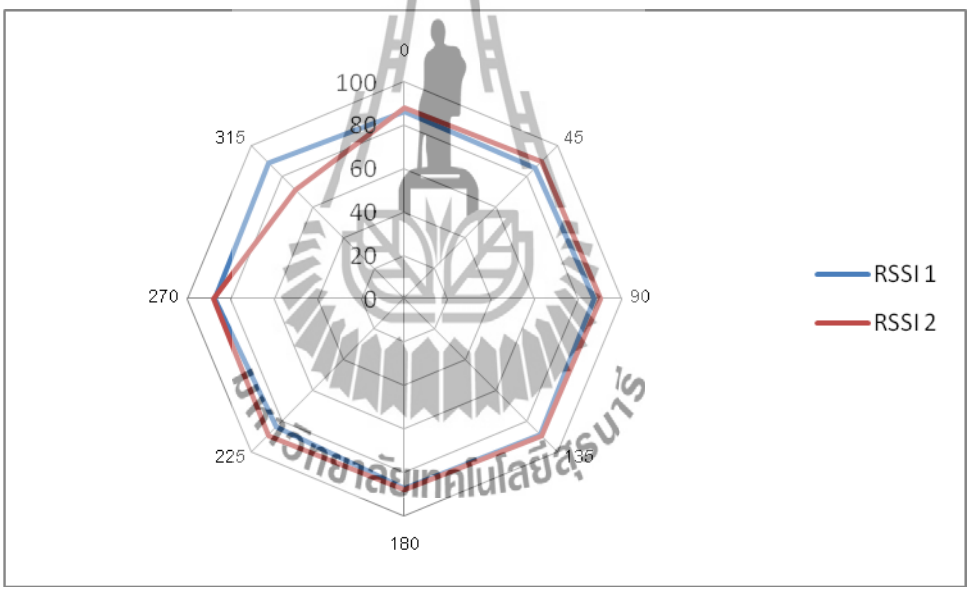
ตารางการทดลองที่ 4.3 การวัดสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

มุม(องศา)	ความแรงของสัญญาณ(RSSI)	
0	86	88
45	85	89

มุม(องศา)	ความแรงของสัญญาณ(RSSI)	
90	87	90
135	88	89
180	87	88
225	83	89
270	87	88
315	88	71

ตารางที่ 4.3 การวัดสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

4.2.2.4 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

4.2.3 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาความสามารถในการอ่าน Tag พบว่าความสามารถในการอ่าน Tag ของทั้งสองกรณี คือ มีการติดสายอากาศ และไม่มีการติดสายอากาศ มีความสามารถในการอ่าน Tag แตกต่างกันมากไม่ว่าจะทำการทดลองโดยวาง Tag กับพื้น หรือถือ Tag ให้อยู่ระดับเดียวกับตัวส่งสัญญาณ โดยกรณีมีสายอากาศจะอ่าน Tag ได้ไกลกว่า ไม่ว่าจะวางกับพื้น หรือในระดับเดียวกับตัวรับ ดังนั้นสายอากาศจึงมีผลต่อการรับสัญญาณอย่างมาก

จากการทดลองวัดสัญญาณในแนวตรงพบว่าแนวโน้มค่าความแรงของสัญญาณ (RSSI)เป็นไปในทางลดลง เมื่อตัวส่งสัญญาณห่างออกจากตัวรับสัญญาณไปเรื่อยในแนวตรงจะส่งผลทำให้ความแรงสัญญาณน้อยลงเรื่อยๆ โดยที่ค่าความแรงของสัญญาณจากสายอากาศตัวที่ 2 (RSSI 2) จะมีค่ามากกว่า แต่ก็อยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน ซึ่งความเป็นจริงค่าความแรงสัญญาณจากสายอากาศทั้งสองตัวควรจะมีค่าเท่ากัน แต่เนื่องจากเกิดปัจจัยหลายๆอย่าง เช่น เกิดจากผู้ทำการทดลอง หรือสายอากาศที่ทำขึ้นเอง

จากการทดลองวัดสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณพบว่าเมื่อทำการวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณโดยตัวส่งสัญญาณมีระยะห่างจากตัวรับสัญญาณเท่ากันทุกจุด จะเห็นได้ว่าค่าความแรงสัญญาณ(RSSI)ที่ได้จากทุกจุดนั้นมีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าตัวรับสัญญาณมีความสามารถในการรับสัญญาณรอบทิศทางได้ดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3 การทดลองที่ 2 การวัดความแรงสัญญาณในห้อง

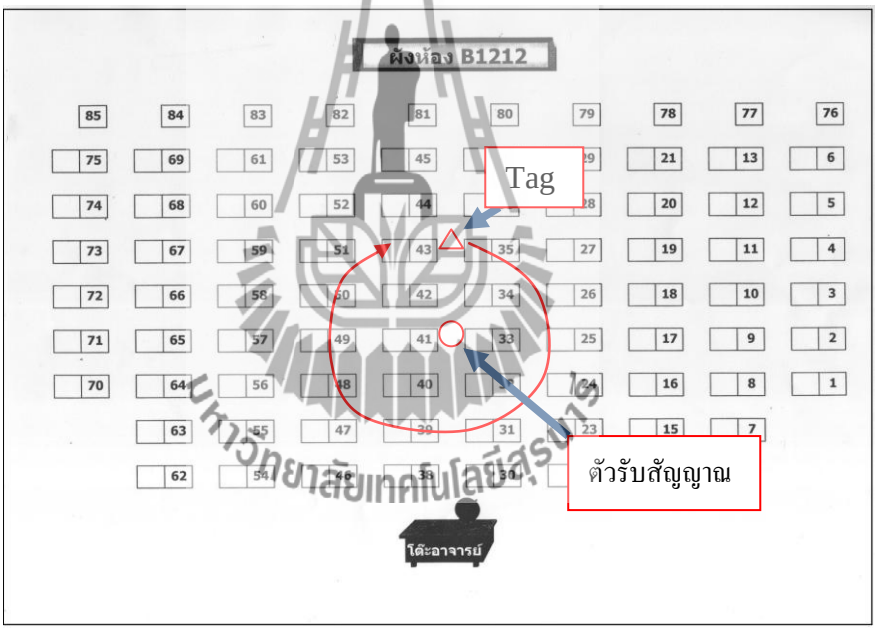
4.3.1 การวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

4.3.1.1 จุดประสงค์การทดลอง

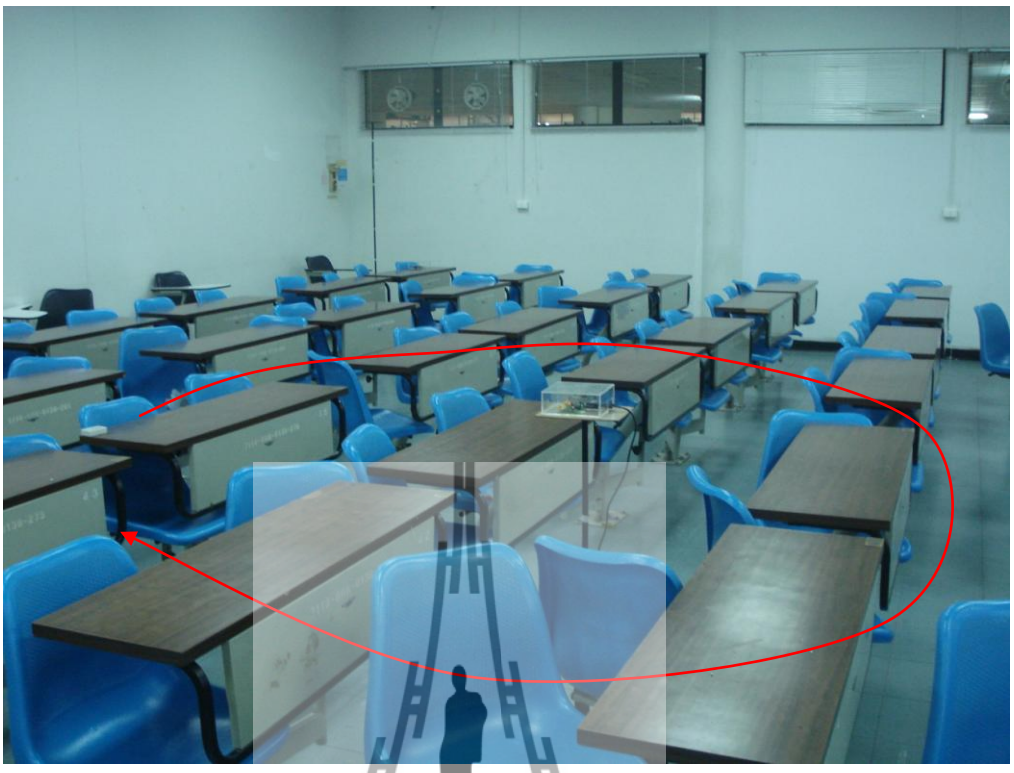
1. เพื่อทดสอบความสามารถในการรับสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ
2. เพื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณในที่โล่ง

4.3.1.2 วิธีการทดลอง

ติดตั้งอุปกรณ์ RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค ดังรูป 4.1 เปิดโปรแกรมทำการเชื่อมต่อ port ให้ตรงกับที่ตั้งไว้เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ RFID และเปิดการทำงานของโปรแกรมทำการวัดสัญญาณ โดยวาง Tag ตามจุดที่กำหนดไว้รอบตัวรับสัญญาณ โดยทุกจุดห่างจากตัวรับสัญญาณ 3 เมตร ตามรูปที่ 4.8 บันทึกผล



รูปที่ 4.8 การวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ (ก)



รูปที่ 4.8 การวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ (ข)

4.3.1.3 ผลการทดลอง

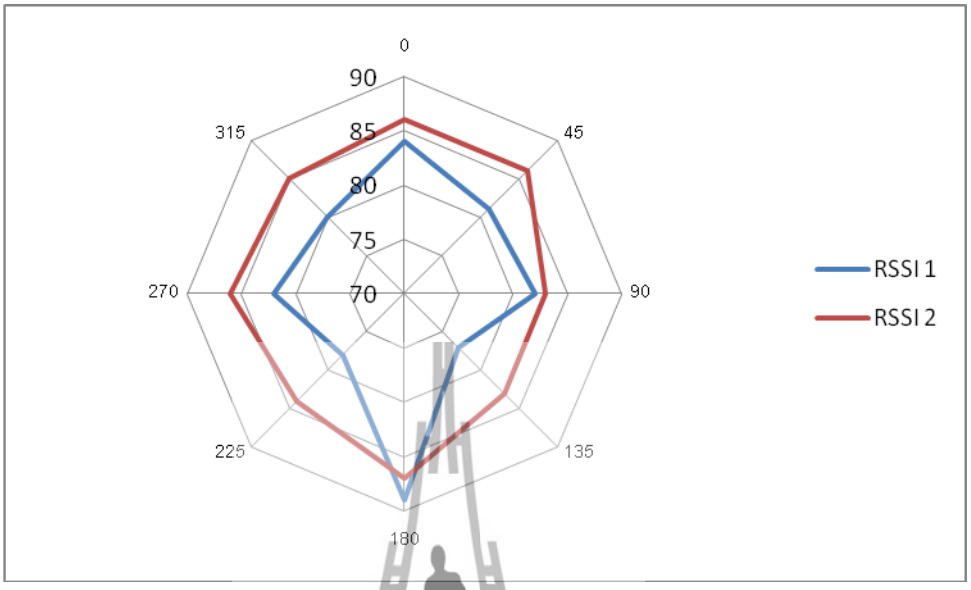
ตารางการทดลองที่ 4.4 การวัดสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

มุม(องศา)	ความแรงสัญญาณ	
0	84	86
45	81	86
90	82	83
135	77	83
180	89	87
225	78	84
270	82	86
315	80	85

ตารางที่ 4.4 การวัดสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.1.4 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณ

4.3.2 การวัดความแรงสัญญาณในแนวตรงขนานกับผนังห้อง

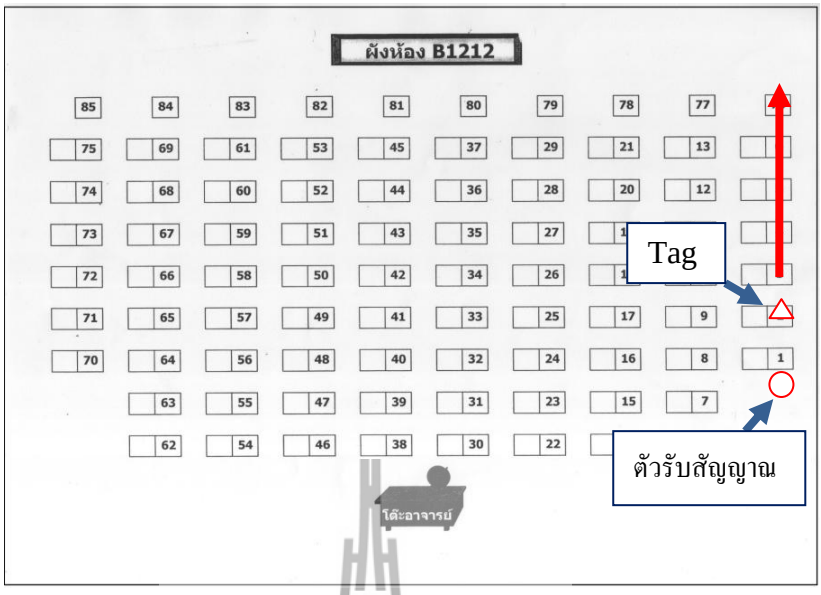
4.3.2.1 จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อดูแนวโน้มของสัญญาณเมื่อระยะห่างออกไป
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของสัญญาณระหว่างที่โล่งและในห้อง

4.3.2.2 วิธีการทดลอง

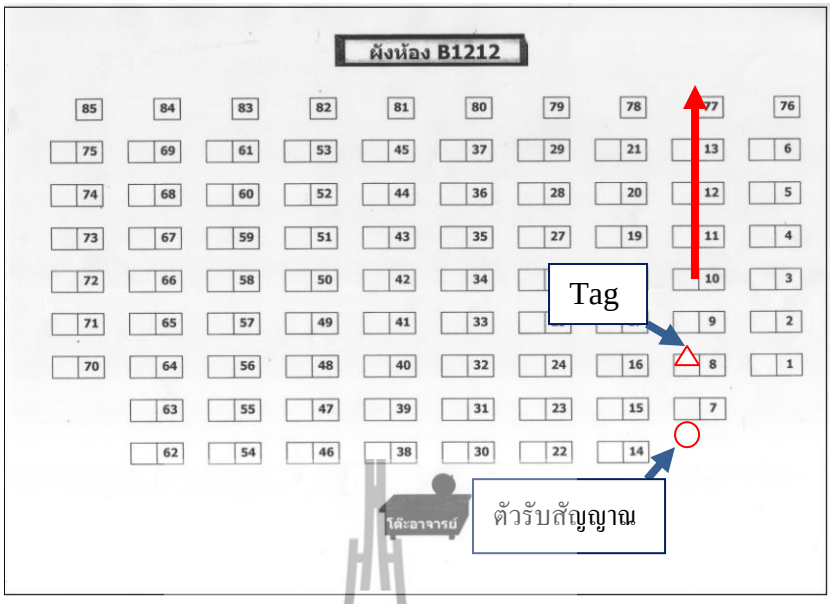
ติดตั้งอุปกรณ์ RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คเปิดโปรแกรมทำการเชื่อมต่อ port ให้ตรงกับที่ตั้งไว้เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ RFID และเปิดการทำงานของโปรแกรมทำการวัดสัญญาณโดยวาง Tag ตามจุดที่กำหนด และวางตัวรับสัญญาณไว้ที่โต๊ะที่ 1 ดังรูป 4.10 ทำการทดลองอีกครั้ง แต่วางตัวรับสัญญาณไว้โต๊ะที่ 7,14,30,70,72,75 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



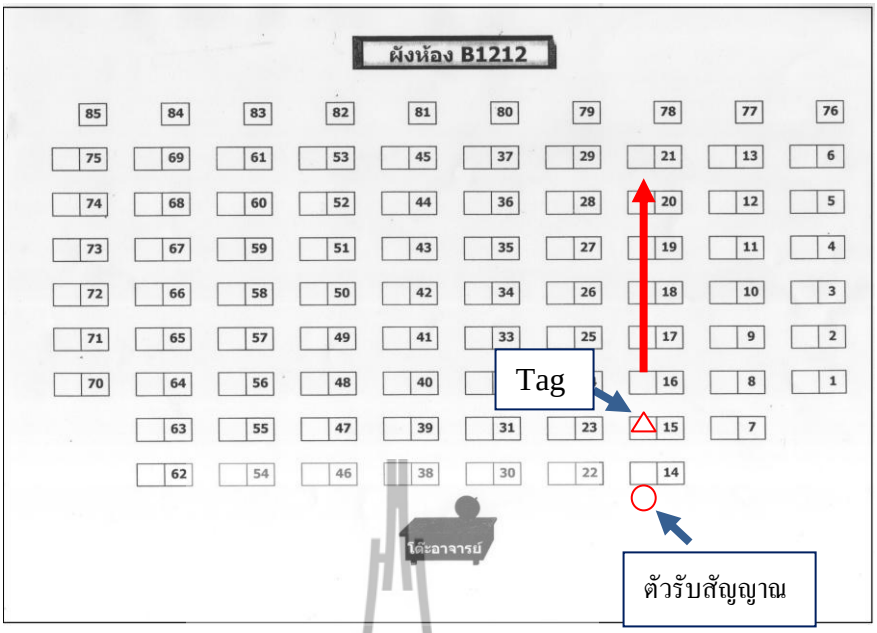
รูปที่ 4.10 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 1 (ก)

รูปที่ 4.10 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 1 (ข)



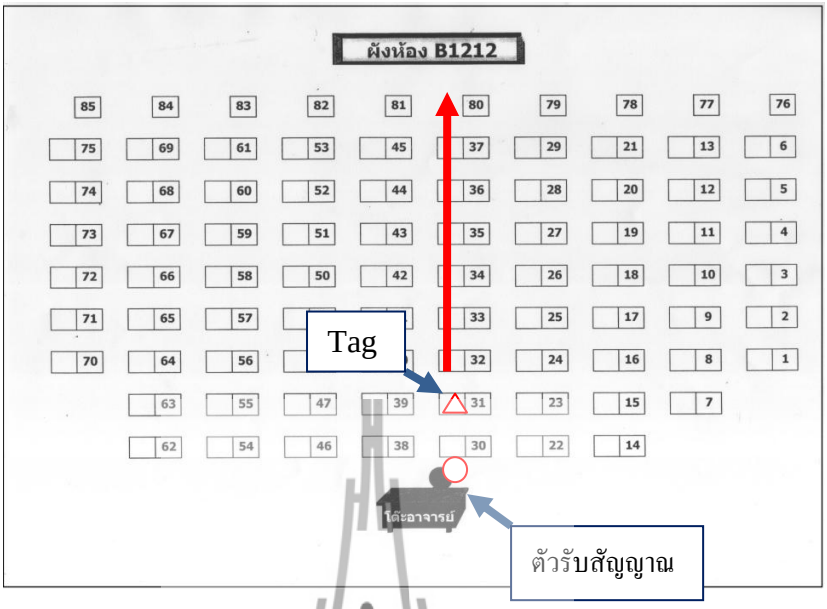
รูปที่ 4.11 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 7 (ก)

รูปที่ 4.11 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 7 (ข)



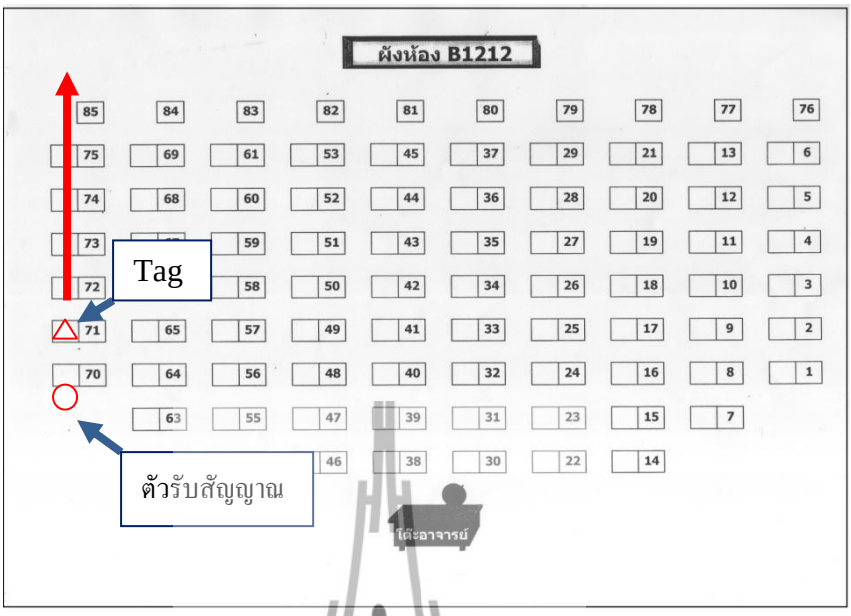
รูปที่ 4.12 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 14 (ก)

รูปที่ 4.12 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 14 (ข)



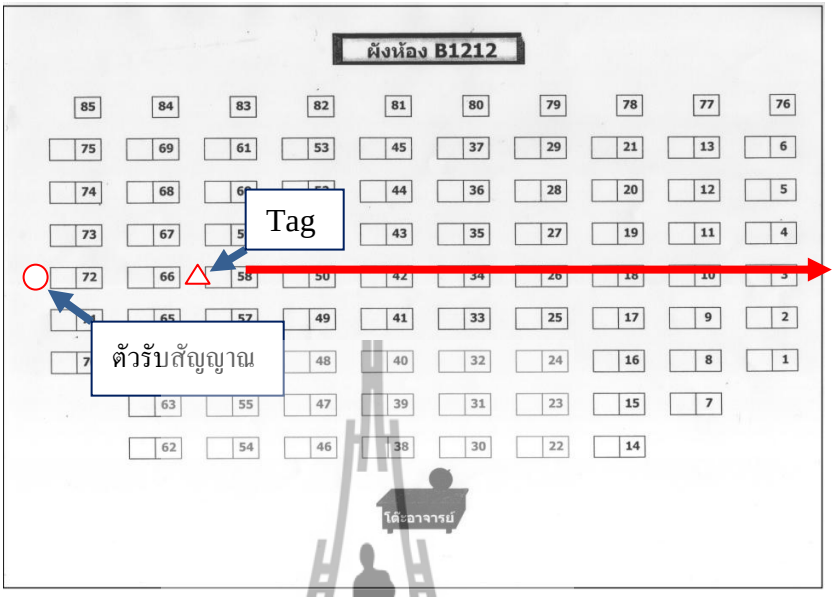
รูปที่ 4.13 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ30 (ก)

รูปที่ 4.13 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ30 (ข)

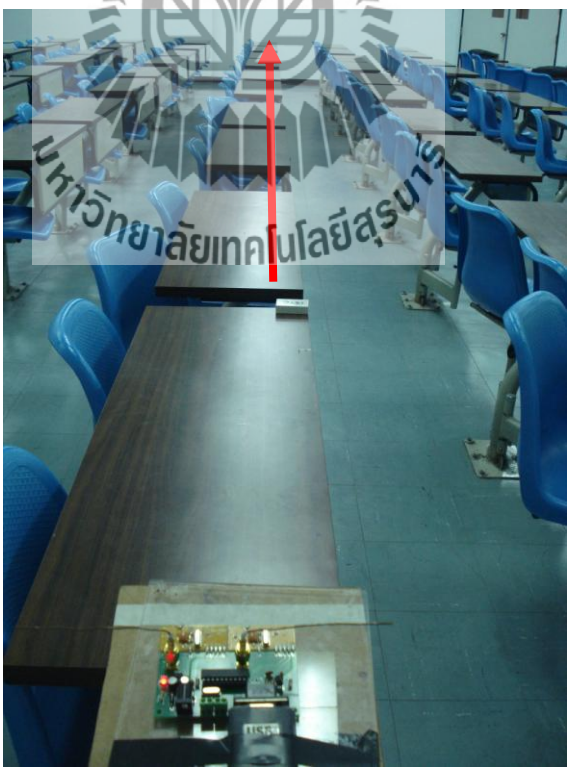


รูปที่ 4.14 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ **70** (ก)

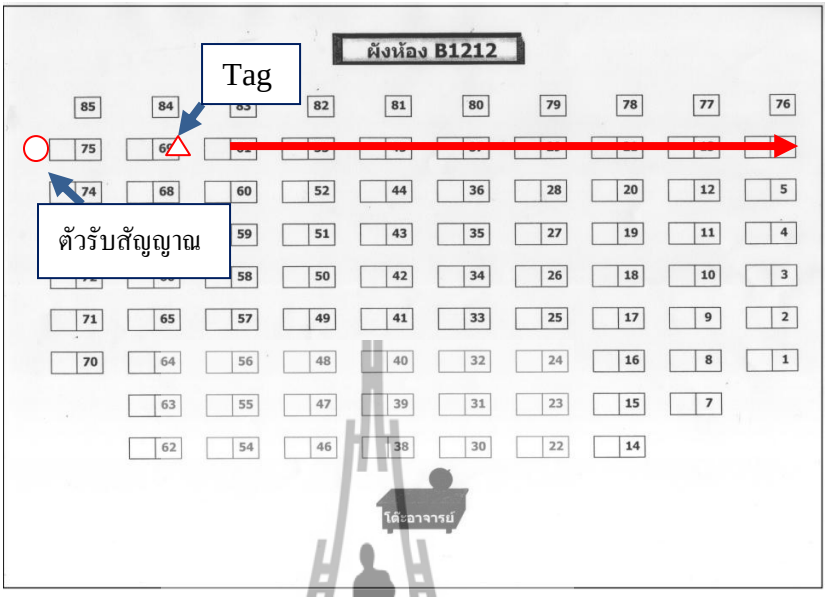
รูปที่ 4.14 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 70 (ข)



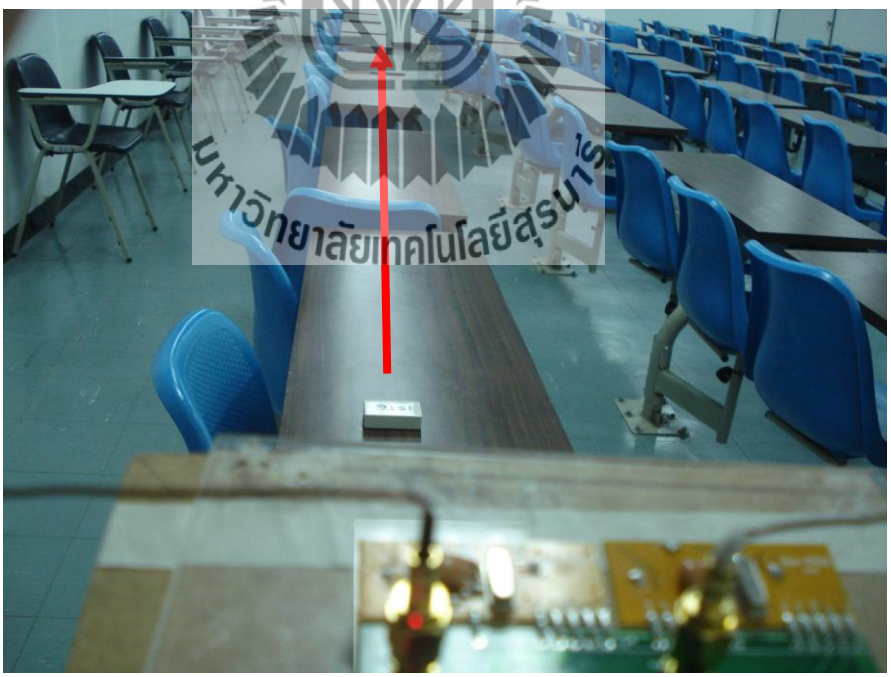
รูปที่ 4.15 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 72 (ก)



รูปที่ 4.15 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 72 (ข)



รูปที่ 4.16 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 75 (ก)



รูปที่ 4.16 การวัดความแรงสัญญาณแนวตรงที่โต๊ะ 75 (ข)

4.3.2.3 ผลการทดลอง

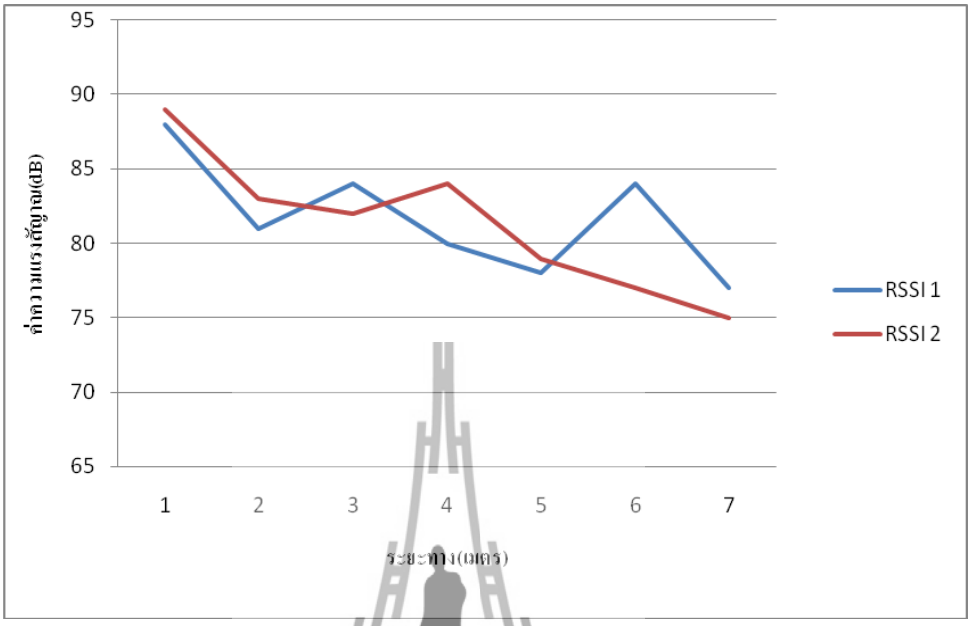
ตารางการทดลองที่ 4.5 การวัดสัญญาณในแนวตรง

ระยะทาง (เมตร)	ความแรงของสัญญาณ (dB)													
	โต๊ะ 1		โต๊ะ 7		โต๊ะ 14		โต๊ะ 30		โต๊ะ 70		โต๊ะ 72		โต๊ะ 75	
1	88	89	85	85	85	90	85	88	93	91	79	90	86	93
2	81	83	85	84	84	84	81	86	81	89	75	84	85	88
3	84	82	80	83	80	78	78	82	82	78	77	76	77	84
4	80	84	78	77	73	76	80	81	78	74	80	85	81	81
5	78	79	71	79	56	65	72	73	73	80	76	78	90	82
6	84	77	62	62	77	73	73	73	78	83	67	73	77	81
7	77	75	-	-	72	72	71	72	75	70	78	74	69	83
8	-	-	-	-	78	74	62	65	-	-	72	68	75	66
9	-	-	-	-	63	61	-	-	-	-	75	77	72	79
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	67	73	63

ตารางที่ 4.5 การวัดสัญญาณในแนวตรง

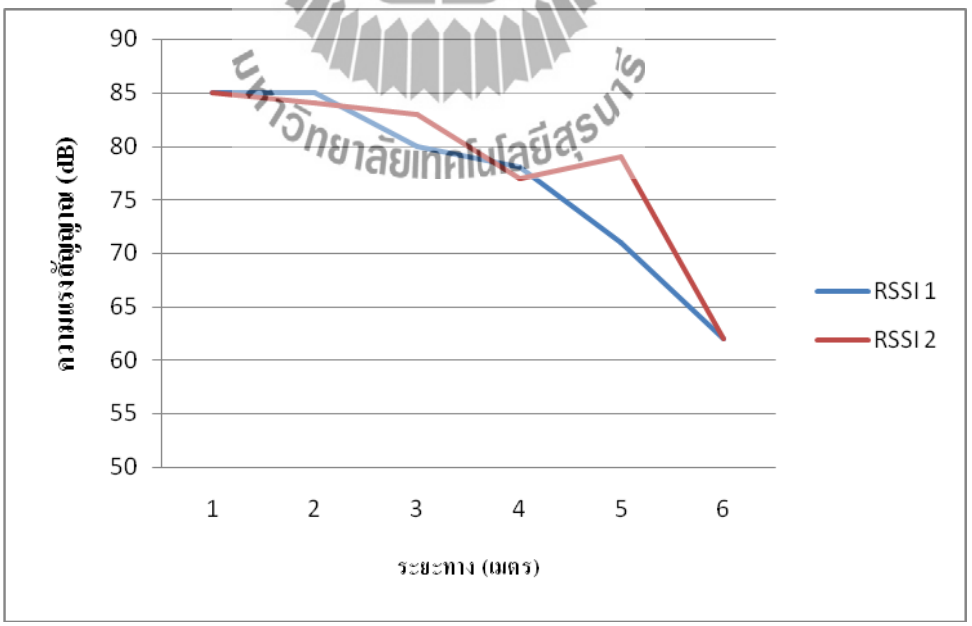
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.2.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI)



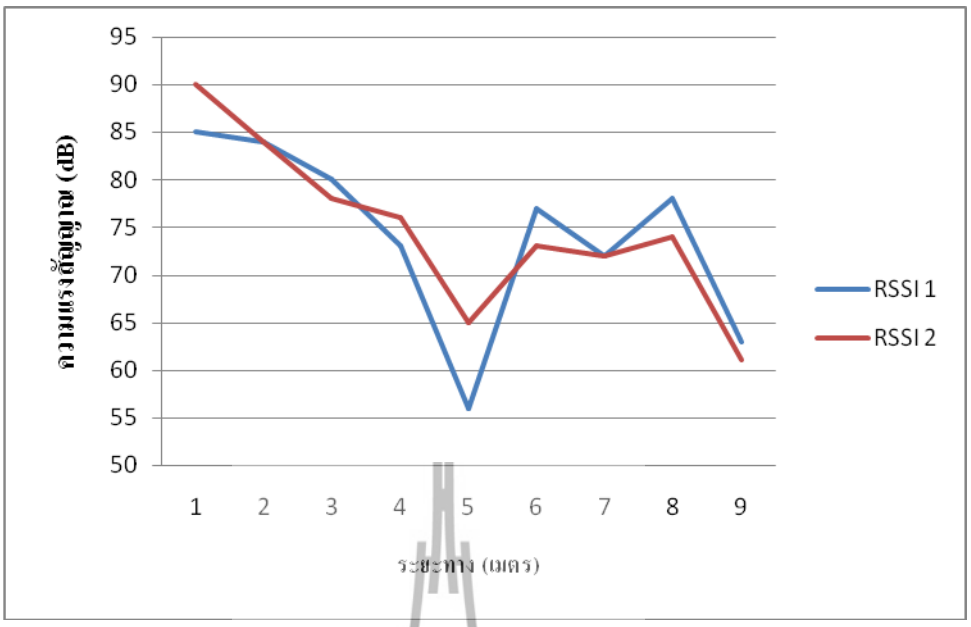
รูปที่ 4.17

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ1



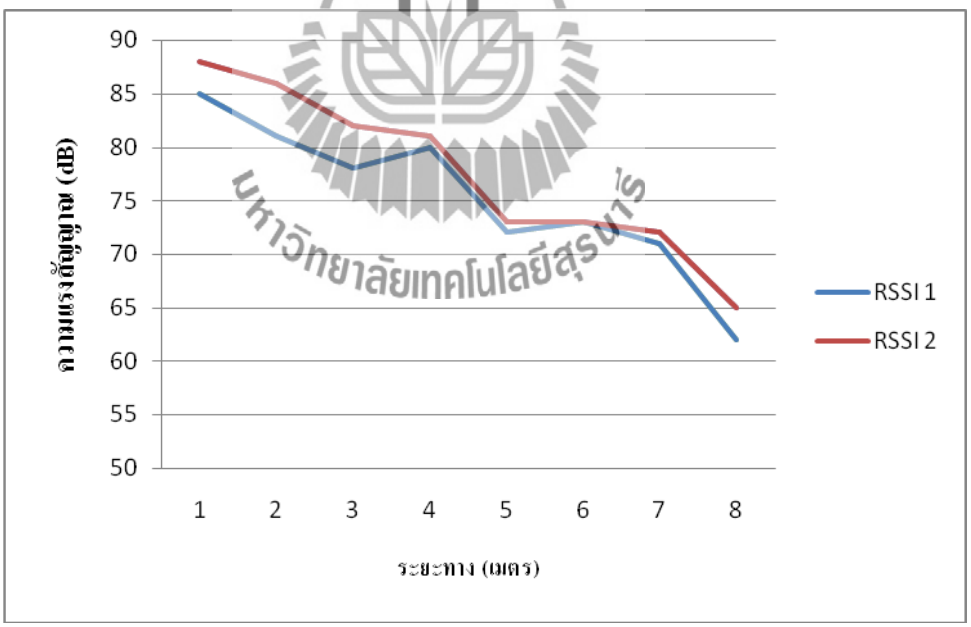
รูปที่ 4.18

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ7



รูปที่ 4.19

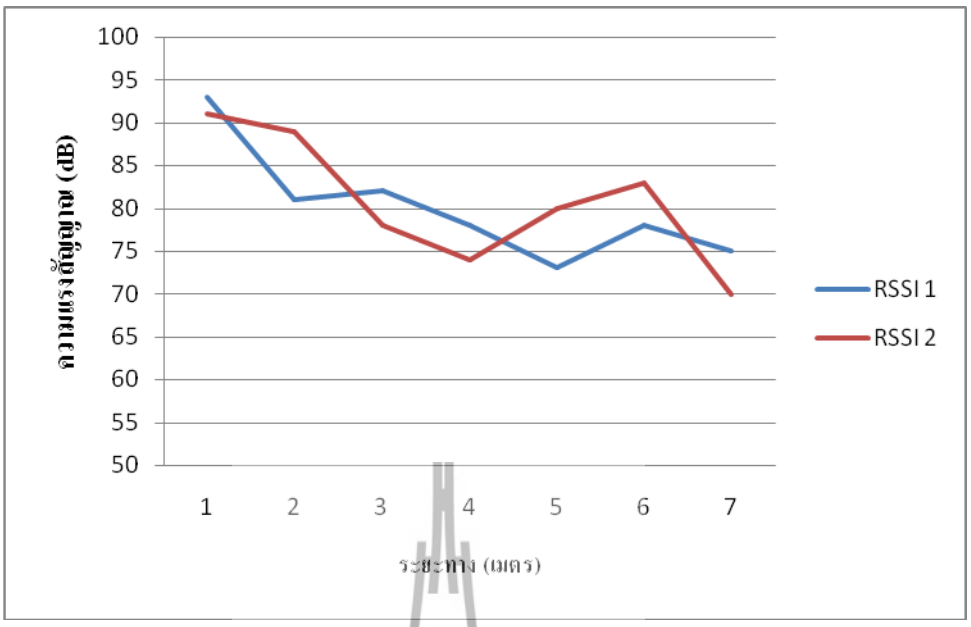
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ14



รูปที่ 4.20

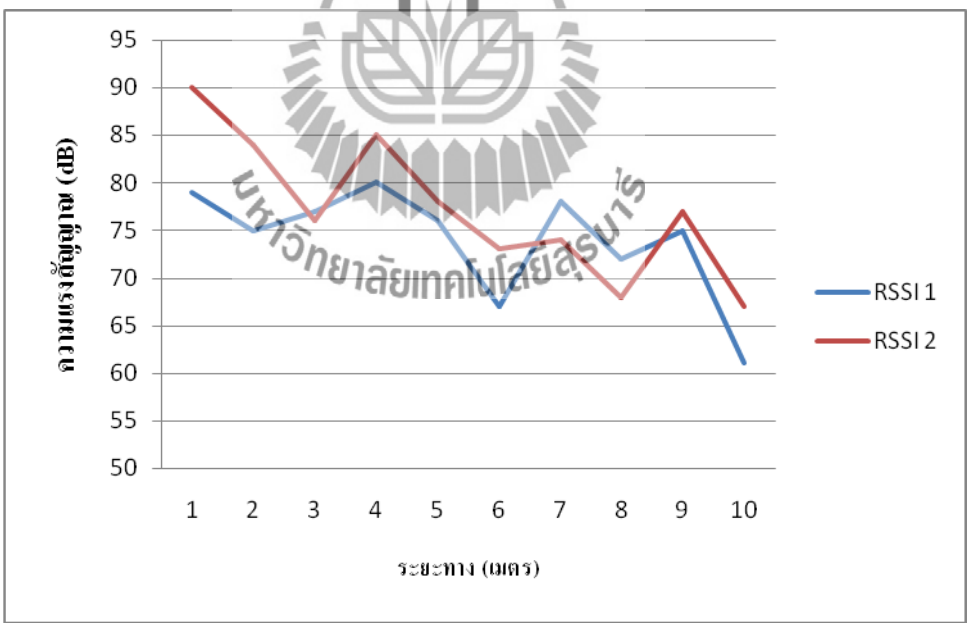
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ30

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



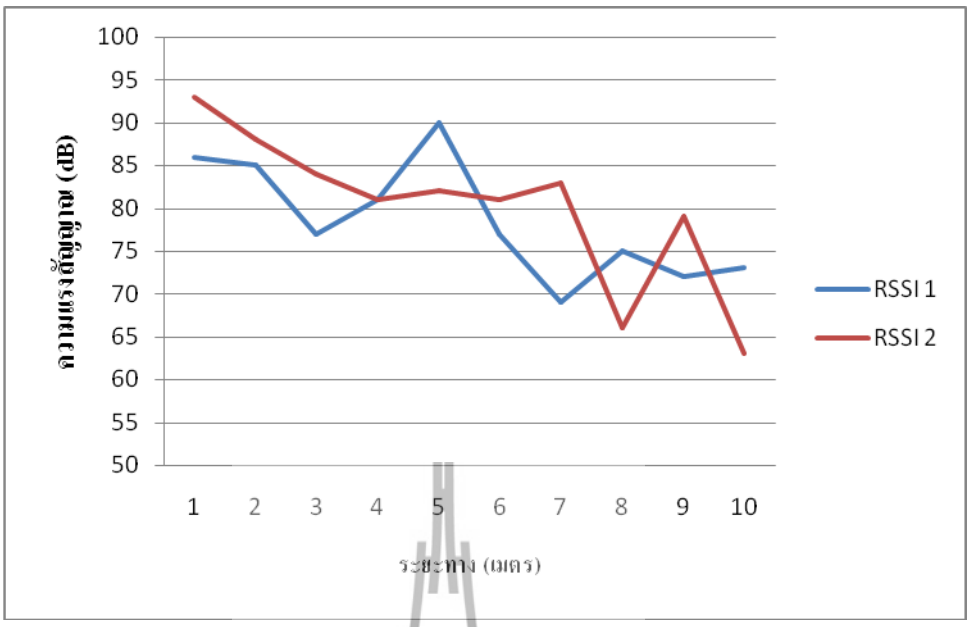
รูปที่ 4.21

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ70



รูปที่ 4.22

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ72



รูปที่ 4.23

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับความแรงของสัญญาณ(RSSI) ที่โต๊ะ75

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

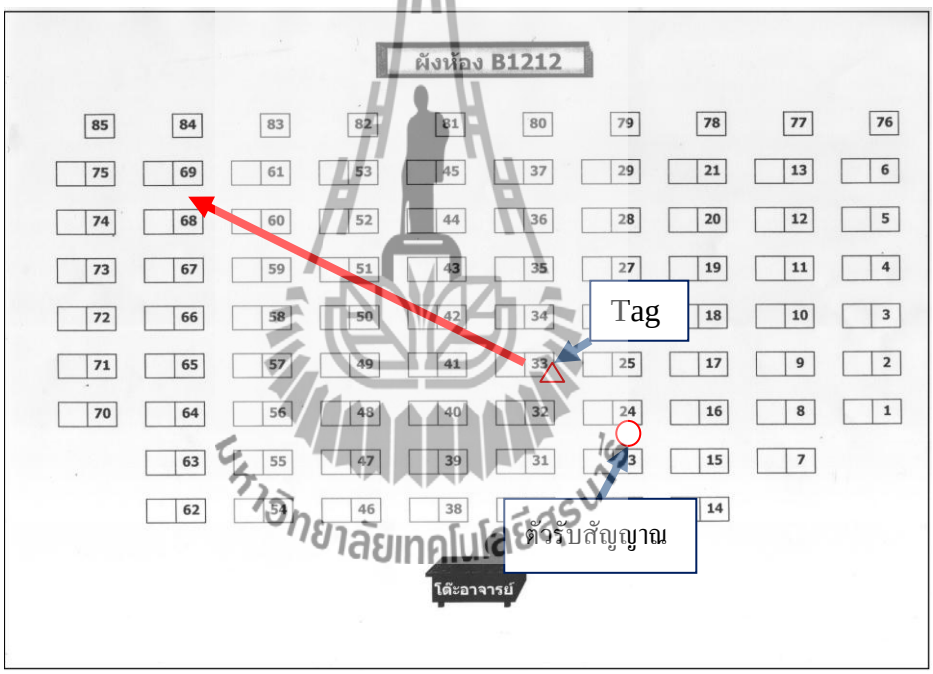
4.3.3 การวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุมห้อง

4.3.3.1 จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อดูแนวโน้มของสัญญาณเมื่อระยะห่างออกไป

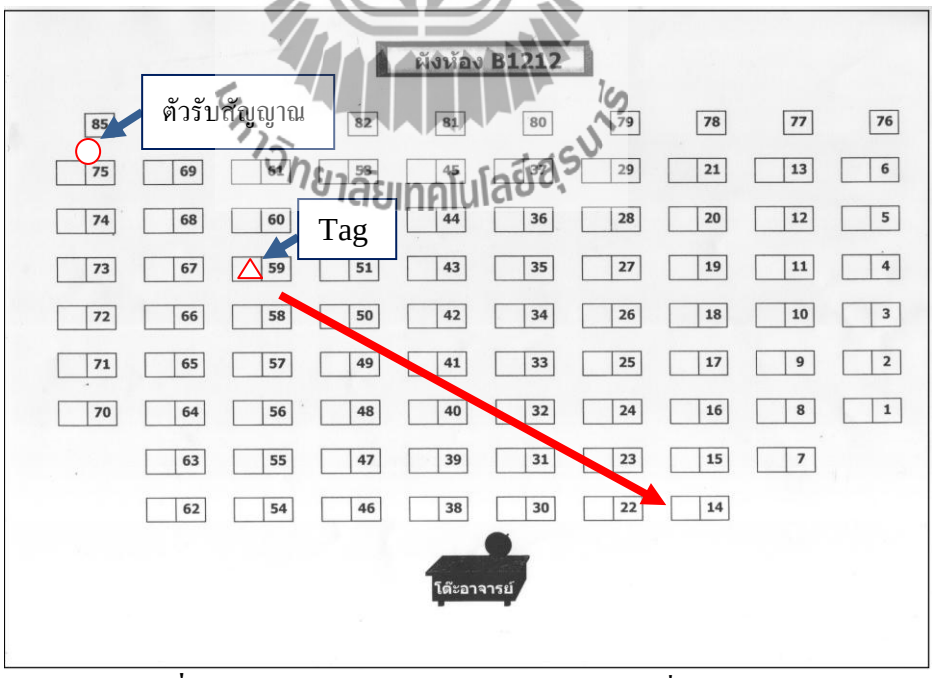
4.3.3.3 วิธีการทดลอง

ติดตั้งอุปกรณ์ RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค เปิดโปรแกรมทำการเชื่อมต่อ port ให้ตรงกับที่ตั้งไว้เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ RFID และเปิดการทำงานของโปรแกรม ทำการวัดสัญญาณโดยวาง Tag ตามจุดที่กำหนด และวางตัวรับสัญญาณไว้ที่โต๊ะที่ 24 ดังรูปที่ 4.24 บันทึกผล ทำการวัดสัญญาณอีกครั้งแต่วางตัวรับสัญญาณไว้ที่โต๊ะ 75 ดังรูป 4.25 บันทึกผล

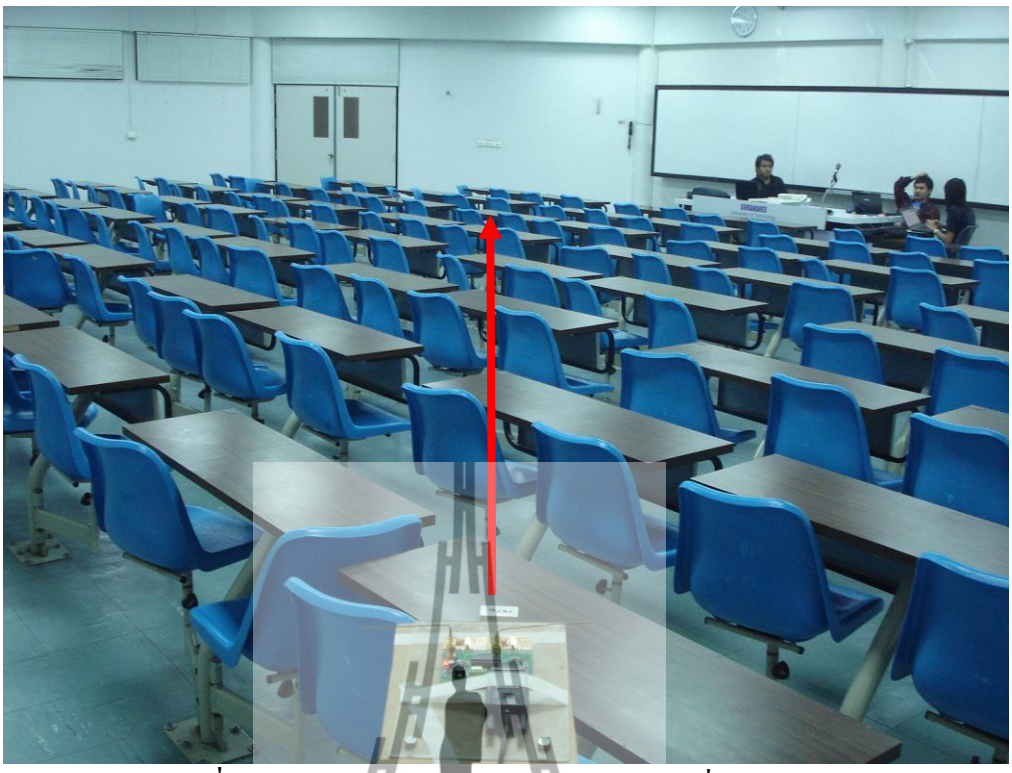


รูปที่ 4.24 การวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 24 (ก)

รูปที่ 4.24 การวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 24 (ข)



รูปที่ 4.25 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 75 (ก)



รูปที่ 4.25 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 75 (ข)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.3.4 ผลการทดลอง

ตารางการทดลองที่ 4.6 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 24

ระยะทาง (เมตร)	**ความแรงของสัญญาณ (dB)**	
	โต๊ะ 24	
100	86	90
220	82	80
400	80	80
570	80	79
750	65	79
940	65	64
1140	72	69

ตารางที่ 4.6 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 24

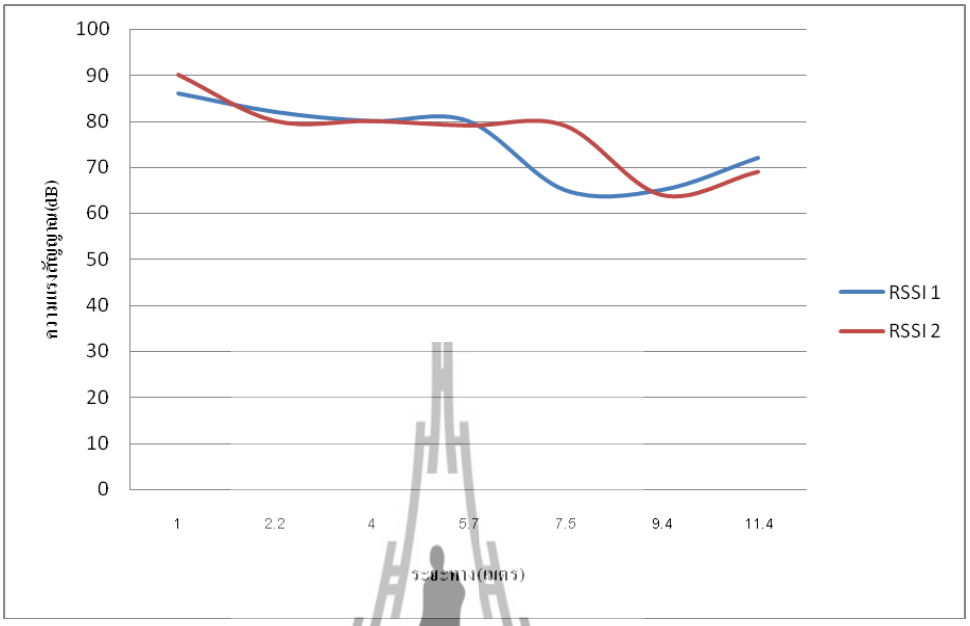
ตารางการทดลองที่ 4.7 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 75

ระยะทาง (เมตร)	ความแรงของสัญญาณ (dB)	
	โต๊ะ 75	
100	95	94
240	81	76
320	79	75
480	83	82
670	67	68
720	79	82
890	79	79
1030	70	67

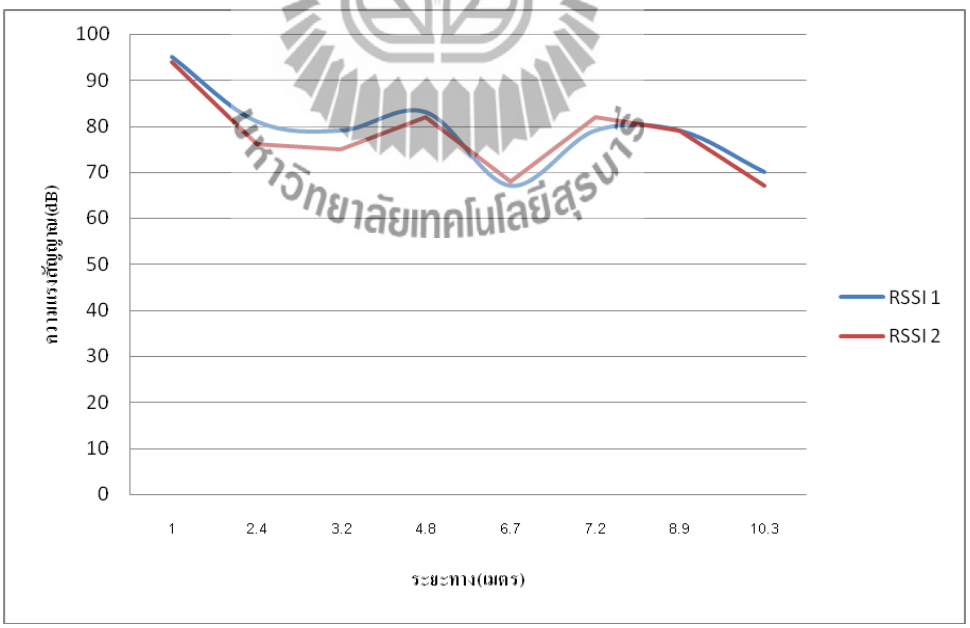
ตารางที่ 4.7 การวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 75

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.3.5 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุม



รูปที่ 4.26 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 24



รูปที่ 4.27 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องที่โต๊ะ 75

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.4 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองวัดสัญญาณรอบตัวรับสัญญาณจะเห็นได้ว่าค่าความแรงสัญญาณที่รับได้จากสายอากาศตัวที่ 1 (RSSI 1) และสายอากาศตัวที่ 2 (RSSI 2) จะแตกต่างกันมาก เนื่องจากเกิดจากรบกวนจากสิ่งแวดล้อมภายในห้อง เมื่อนำกราฟไปเปรียบเทียบกับกราฟในที่โล่งจะรู้ได้เลยว่าประสิทธิภาพการรับสัญญาณในที่โล่งจะดีกว่าในห้องมาก

จากการทดลองวัดสัญญาณในแนวตรงขนานกับผนังห้องจะเห็นได้ว่าเมื่อนำค่าความแรงสัญญาณที่วัดได้จากการทดลองทั้ง 7 โต๊ะมาทำการ พล๊อตกราฟ จะได้ลักษณะกราฟที่ไม่มีความถูกต้องจากความเป็นจริง คือ กราฟไม่มีความสม่ำเสมอ แต่ความเป็นจริงนั้น ถ้าระยะห่างออกไปความแรงของสัญญาณจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการวัดสัญญาณในที่โล่งจะแตกต่างกันมาก เนื่องจากสภาพแวดล้อมต่างกัน ในที่โล่งไม่มีสิ่งใดที่สามารถทำให้เกิดคลื่นสะท้อนได้ แต่ในห้องมีหลายปัจจัยที่สามารถทำให้เกิดคลื่นสะท้อนได้ เช่น ผนังห้อง โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น จากผลการทดลองทั้ง 7 โต๊ะ สมมุติฐานว่าลักษณะกราฟที่ออกมาเป็นเช่นนั้น เกิดจากคลื่นสะท้อนจากผนังห้อง โดยสังเกตจากรูปที่ 4.17, 4.18, 4.19, 4.21, 4.22, 4.23 ซึ่งเป็นกราฟที่ทำการวัดสัญญาณที่โต๊ะใกล้ผนังห้อง จะเห็นได้ว่าค่าความแรงของสัญญาณจะไม่ลดลงเรื่อยเมื่อระยะห่างออกไป ส่วนรูปที่ 4.20 เป็นการวัดสัญญาณที่โต๊ะ 30 ซึ่งอยู่ไกลจากผนังห้องมากที่สุด ค่าความแรงสัญญาณจะมีแนวโน้มลดลง แต่ยังมีบางจุดที่ค่ากระโดดบ้าง จากการทดลองยังไม่สามารถสรุปได้ว่าคลื่นสะท้อนส่วนใหญ่เกิดจากผนังห้อง จึงทำการทดลองวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมต่อ

จากการทดลองวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้องพบว่าค่าความแรงของสัญญาณจากการวัดสัญญาณในแนวทแยงมุมห้อง โดยที่วางตัวรับสัญญาณไว้ที่โต๊ะ 75 จะได้ลักษณะกราฟดังรูป 4.27 ซึ่งลักษณะกราฟจะคล้ายกับการทดลองวัดสัญญาณในแนวตรงขนานกับผนังห้อง เนื่องจากตัวรับสัญญาณอยู่ใกล้ผนังห้องมาก แต่กราฟจะดูดีกว่าเล็กน้อยเนื่องจากตัวส่งสัญญาณจะห่างออกจากผนังห้องเรื่อยๆ และเข้าใกล้ผนังห้องอีกครั้งเมื่อวัดจุดสุดท้าย ส่วนค่าความแรงสัญญาณที่ได้จากการวัดสัญญาณที่โต๊ะ 24 จะได้กราฟดังรูป 4.25 จะเห็นได้ว่าค่าความแรงสัญญาณจะลดลงเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ซึ่งตรงตามทฤษฎี แต่จะมีค่าที่กระโดดขึ้นอยู่ 1จุด เพราะว่าจุดนั้นตัวส่งสัญญาณเริ่มเข้าใกล้ผนังห้อง

จากสมมุติฐานข้างต้นที่กล่าวว่าผนังห้องทั้ง 4 ด้าน มีผลต่อสัญญาณทำให้เกิดคลื่นสะท้อนอาจมีความเป็นไปได้ แต่ยังสรุปไม่ได้ จึงไปทำการทดลองวัดสัญญาณนอกห้อง ซึ่งเป็นหัวข้อถัดไป

4.4 การทดลองที่ 3 การวัดความแรงสัญญาณนอกห้องเรียน

4.4.1 จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อดูแนวโน้มของสัญญาณเมื่อระยะห่างออกไป
2. เพื่อเปรียบเทียบความแรงสัญญาณกับในห้อง

4.4.2 วิธีการทดลอง

ติดตั้งอุปกรณ์ RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค เปิดโปรแกรมทำการเชื่อมต่อ port ให้ตรงกับที่ตั้งไว้เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ RFID และเปิดการทำงานของโปรแกรม ทำการวัดสัญญาณโดยตั้งตัวรับสัญญาณให้หันหน้าไปตามทางเดิน และวาง Tag ตามจุดที่กำหนด ดังรูป 4.28 บันทึกผล ทำการวัดสัญญาณอีกครั้งแต่ตั้งตัวรับสัญญาณให้หันหน้าขวางทางเดิน และวาง Tag ตามจุดที่กำหนด ดังรูป 4.29 บันทึกผล

รูปที่ 4.28 การวัดสัญญาณนอกห้องตามทางเดิน

รูปที่ 4.29 การวัดสัญญาณนอกห้องขวางทางเดิน

4.4.4 ผลการทดลอง

ตาราง การทดลองที่ 4.8 การวัดสัญญาณนอกห้องตามทางเดิน

ระยะทาง(เมตร)	ความแรงสัญญาณ(dB)	
1	81	83
1.5	81	84
2	78	81
2.5	79	82
3	78	72
3.5	72	79
4	74	76
4.5	74	78
5	75	80
5.5	64	76

ตารางที่ 4.8 การวัดสัญญาณนอกห้องตามทางเดิน

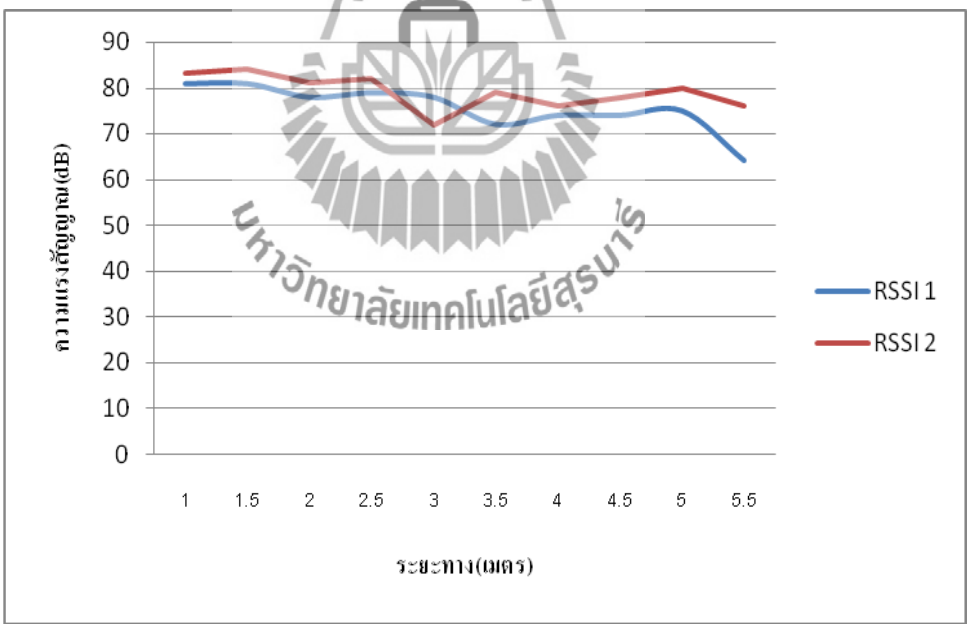
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางการทดลองที่ 4.9 การวัดสัญญาณนอกห้องขวางทางเดิน

ระยะ	ความแรงสัญญาณ(dB)	
100	88	83
200	85	82
300	83	83
400	80	82
500	67	78
600	73	75

ตารางที่ 4.9 การวัดสัญญาณนอกห้องขวางทางเดิน

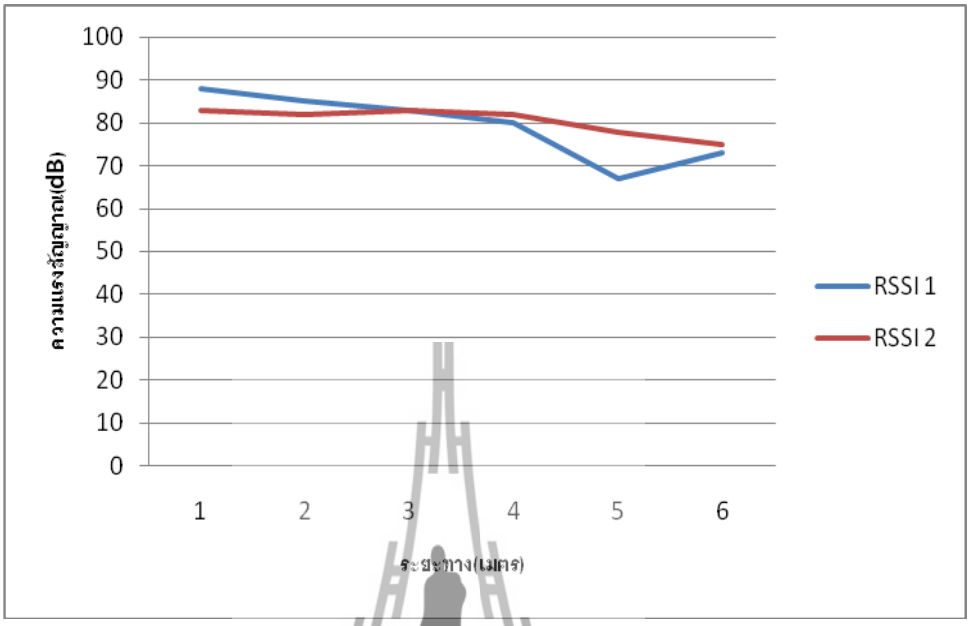
4.4.5 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวตรงตามทางเดิน



รูปที่ 4.30 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวตรงตามทางเดิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.4.6 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวตรงขวางทางเดิน



รูปที่ 4.31 กราฟแสดงการวัดความแรงสัญญาณในแนวตรงขวางทางเดิน

4.4.6 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าลักษณะกราฟที่ได้โดยรวมจะมีลักษณะที่ดีกว่าการทดลองในห้อง เนื่องจากข้างนอกห้องมีผนังเพียงด้านเดียว จากรูปที่ 4.30 จะเห็นได้ว่ากราฟจะมีแนวโน้มลดลง แต่ยังมีบางจุดที่ค่ากระโดดอยู่แต่ไม่มากเท่าการทดลองในห้อง เพราะยังมีผนังห้อง 1 ข้างที่มีผล และขนานไปตามแนวการวัดสัญญาณ ดังรูปที่ 4.28 ส่วนรูปที่ 4.31 ลักษณะกราฟที่ได้ใกล้เคียงกับการวัดสัญญาณในที่โล่งเพียงแต่ว่ามี 1 จุด ที่ค่ากระโดด แต่จุดนั้น Tag อยู่ใกล้ผนังห้อง ดังรูป 4.29 จะเห็นว่ามีผนังห้อง 2 ด้าน คือ ด้านข้างของระบบ และด้านหลังของระบบ ผนังที่มีผลมากคือผนังที่อยู่ด้านหลังระบบ เมื่อ Tag เข้าใกล้ผนังจะทำให้ค่าความแรงสัญญาณกระโดด ส่วนผนังด้านข้างไม่มีผลเพราะอยู่ไกลมาก

จากการทดลองวัดสัญญาณในห้องและนอกห้อง สามารถสรุปได้ว่าผนังห้องทั้ง 4 ด้าน มีผลต่อสัญญาณมาก ในห้องมีผนัง 4 ด้าน ลักษณะกราฟที่ได้จะกระโดดขึ้นลงขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างผนังห้องกับตัวรับสัญญาณ และ Tag ส่วนการวัดสัญญาณนอกห้องจะมีผนังห้องเข้ามาเกี่ยวข้องในระบบเพียงด้านเดียว จึงทำให้ลักษณะกราฟดีกว่าในห้องเป็นอย่างมาก

ดังนั้นสรุปได้ว่าระบบ RFID ไม่สามารถใช้ระบบหาตำแหน่งในห้องด้วยวิธีเดียวกับระบบ GPS ได้ คือ ใช้วงกลม 3 วง ในการคำนวณหาตำแหน่ง เนื่องจากสัญญาณที่วัดได้ในห้องไม่เป็นไปตามทฤษฎีความเป็นจริง จึงไม่สามารถทำได้

4.5 การทดลองที่ 4 การวัดความแรงสัญญาณรายโต๊ะ

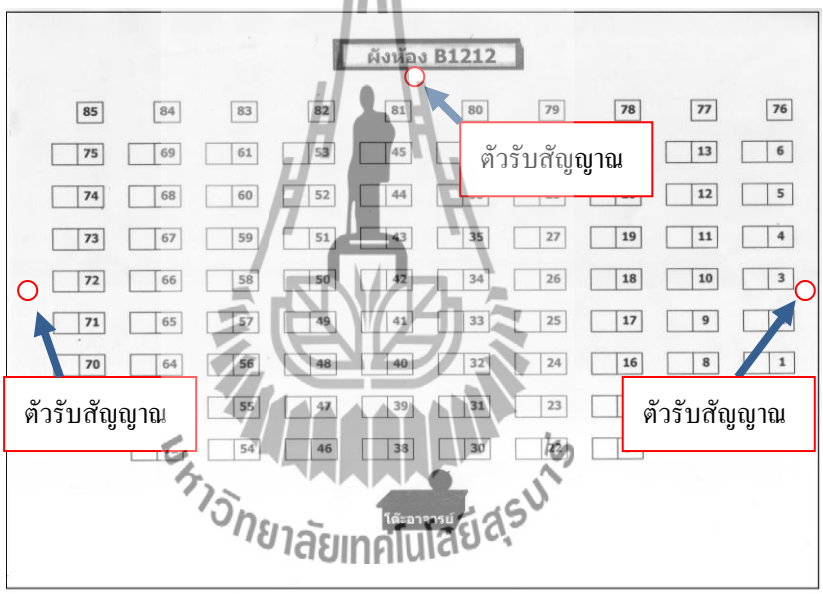
ตอนที่ 1 การเก็บค่าความแรงสัญญาณรายโต๊ะ

4.5.1 จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อให้ทราบว่าแต่ละโต๊ะมีความแรงของสัญญาณเท่าไร

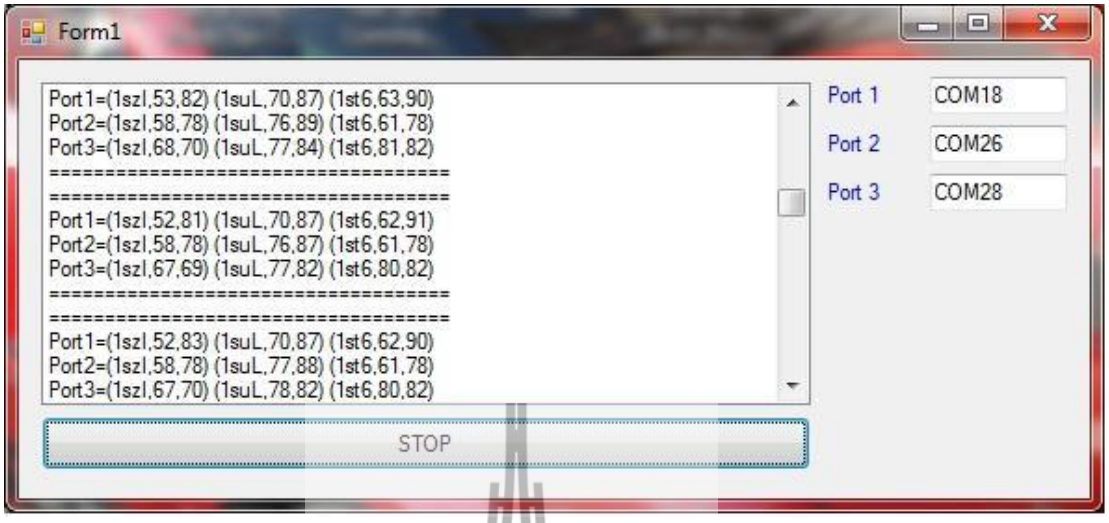
4.5.2 วิธีการทดลอง

ติดตั้งอุปกรณ์ RFID ตามจุดที่กำหนดไว้ ดังรูป 4.32 ทำการต่อสาย USB และเปิดโปรแกรมทำการเชื่อมต่อ port ให้ตรงกับที่ตั้งไว้เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ RFID และเปิดการทำงานของโปรแกรม ทำการวัดความแรงสัญญาณทั้ง 75 โต๊ะ โดยวาง Tag ไว้ที่มุมล่างซ้ายของโต๊ะใช้ Tag ชื่อ 1st6 ในการเก็บค่า ดังรูป 4.33 บันทึกผล



รูปที่ 4.32 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องรับ RFID (ก)

รูปที่ 4.32 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องรับ RFID(ข)



รูปที่ 4.33 การเก็บค่าความแรงสัญญาณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.5.4 ผลการทดลอง

ตารางการทดลองที่ 4.10 การวัดสัญญาณ 75 โต๊ะ

หมายเลขโต๊ะ	ความแรงสัญญาณ(dB)					
	Port 1		Port 2		Port 3	
1	38	66	43	66	53	65
2	49	68	42	65	60	77
3	45	70	33	67	60	76
4	47	67	43	67	56	67
5	35	63	39	69	59	73
6	39	61	43	61	57	71
7	49	71	44	70	46	63
8	40	66	37	61	50	62
9	42	63	38	52	53	70
10	42	66	44	55	50	64
11	44	64	45	61	52	70
12	41	59	40	69	49	70
13	35	57	49	69	51	71
14	40	69	45	69	44	62
15	38	58	41	65	47	62
16	33	56	44	63	48	66
17	33	57	43	67	47	63
18	47	67	44	67	52	66
19	42	62	38	60	51	64
20	42	62	43	65	54	72
21	38	60	47	65	50	69
22	37	60	40	63	44	56
23	43	65	33	60	36	60
24	44	62	35	60	43	55
25	30	64	46	58	37	53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หมายเลขโต๊ะ	ความแรงสัญญาณ(dB)					
	Port 1		Port 2		Port 3	
26	43	70	49	62	47	63
27	54	76	47	69	46	70
28	43	61	43	62	52	69
29	48	68	46	69	47	61
30	45	64	40	63	40	58
31	39	64	45	63	37	56
32	43	66	50	65	35	60
33	36	66	47	59	47	60
34	31	58	52	73	44	62
35	47	69	53	71	42	53
36	46	71	41	64	51	69
37	48	78	44	63	52	70
38	38	59	44	62	42	60
39	33	59	49	69	44	57
40	40	66	48	63	48	66
41	37	60	48	62	44	65
42	50	74	47	63	49	70
43	43	68	45	60	38	59
44	55	77	48	63	43	61
45	58	74	39	64	43	63
46	45	66	51	59	42	55
47	34	60	53	65	46	65
48	39	54	50	71	47	68
49	32	65	51	75	49	70
50	40	70	44	64	50	69
51	40	57	49	71	42	62
52	45	68	44	64	48	62

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หมายเลขโต๊ะ	ความแรงสัญญาณ(dB)					
	Port 1		Port 2		Port 3	
53	44	61	45	64	43	62
54	38	59	50	70	41	64
55	35	62	52	65	41	56
56	41	65	44	64	35	57
57	35	66	54	74	33	54
58	39	65	42	59	47	64
59	44	49	46	73	48	65
60	47	70	42	74	35	53
61	43	72	48	63	33	55
62	47	69	53	60	33	55
63	33	64	50	75	36	49
64	37	62	49	71	42	57
65	40	62	46	66	32	55
66	53	74	48	64	46	61
67	36	51	50	77	44	62
68	41	67	51	74	34	56
69	48	67	47	69	41	57
70	46	71	36	70	42	60
71	36	62	46	75	46	63
72	50	74	55	77	44	61
73	40	69	52	78	40	59
74	47	69	46	65	44	62
75	35	61	43	71	44	59

ตารางที่ 4.10 การวัดสัญญาณ 75 โต๊ะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.5.5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทำให้ทราบค่าความแรงสัญญาณประจำแต่ละโต๊ะ ซึ่งจะเป็นตารางอ้างอิงเอาไว้เปรียบเทียบเมื่อทำการคำนวณหาตำแหน่ง

ตอนที่ 2 การทดสอบระบบหาตำแหน่ง

4.5.6 จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อทดสอบระบบตำแหน่งโดย RFID
2. เพื่อทดสอบความถูกต้องในการบอกตำแหน่ง

4.5.8 วิธีการทดลอง

ทำตารางที่ 4.10 ให้เป็น text file แล้วนำไปใส่ในโปรแกรม ทำการสุ่มโต๊ะมา 10 โต๊ะ เพื่อทำการทดสอบหาตำแหน่ง Tag ทั้งสามตัว คือ 1st6, 1suL, 1szI บันทึกผล

4.5.9 ผลการทดลอง

ตารางการทดลองที่ 4.11 การทดสอบระบบหาตำแหน่งโดย RFID

โต๊ะ	1st6	โต๊ะ	1suL	โต๊ะ	1szI
3	✓	4	✕	8	✓
6	✓	6	✓	9	✓
12	✓	15	✓	16	✓
17	✓	19	✓	19	✓
23	✓	29	✓	25	✓
44	✓	35	✓	32	✕
51	✕	37	✓	38	✓
61	✓	60	✓	44	✓
67	✓	66	✕	65	✕
75	✓	69	✓	67	✓

หมายเหตุ ✓ คือ สามารถระบุตำแหน่งได้

✕ คือ ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้

ตารางที่ 4.11 การทดสอบระบบหาตำแหน่งโดย RFID

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.5.10 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่า Tag 1st6 สามารถบอกตำแหน่งได้ถูก 9 โต๊ะ จาก 10 โต๊ะ คิดเป็นร้อยละ 90 ส่วน Tag 1suL และ 1szI สามารถบอกตำแหน่งได้ถูก 8 โต๊ะ จาก 10 โต๊ะ คิดเป็นร้อยละ 80 ดังนั้นระบบหาตำแหน่งโดย RFID สามารถหาตำแหน่งได้ แต่อาจจะมีความผิดพลาดไปบ้าง เนื่องจากปัญหาหลายด้าน เช่น Tag มีความไวต่อการส่งความแรงของสัญญาณมาก สิ่งแวดล้อมภายในห้องก็อาจมีผลต่อความแรงของสัญญาณ เช่น ผนัง คน สิ่งของ การตัดสินใจของโปรแกรมยังไม่สมบูรณ์แบบ เป็นต้น

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

เนื้อหาหลักในส่วนของบทที่ 5 นี้ โดยรวมแล้วจะกล่าวถึงบทสรุปสาระสำคัญและสิ่งที่ได้รับจากการทำโครงงานว่ามีลักษณะอย่างไร และได้กล่าวรวมไปถึงปัญหาและอุปสรรคที่ได้พบในระหว่างการทำโครงงาน ซึ่งทางผู้จัดทำได้มีการเสนอแนวทางและข้อเสนอแนะ เพื่อที่จะนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่อไป

5.2 สรุปผลการทดลอง

จากเนื้อหาในบทที่ 4 ในการทดลองที่ 4.2 4.3 และ 4.4 ซึ่งเป็นการศึกษาระบบค้นหาตำแหน่งในห้องเรียนโดย RFID จะเห็นได้ว่าผลที่ออกมาไม่สามารถทำได้ เพราะความแรงสัญญาณของระบบ RFID ไวต่อสิ่งรบกวนมาก จึงไม่สามารถค้นหาตำแหน่งด้วยวิธีเดียวกับ GPS ได้ เพราะความแรงสัญญาณไม่มีความแน่นอน จึงไม่สามารถแปลงออกมาเป็นระยะทางที่ถูกต้องได้

ส่วนการทดลองที่ 4.5 เป็นวิธีที่ 2 ที่ทำการศึกษาเพื่อหาตำแหน่งในห้องเรียน ปรากฏว่าวิธีนี้สามารถบอกตำแหน่งได้ ซึ่งตัว Tag 1st6 สามารถบอกตำแหน่งได้ถูก 9 โต๊ะ จาก 10 โต๊ะ คิดเป็นร้อยละ 90 ส่วน Tag 1suL และ 1szI สามารถบอกตำแหน่งได้ถูก 8 โต๊ะ จาก 10 โต๊ะ คิดเป็นร้อยละ 80 แต่ยังเกิดความผิดพลาดอยู่ เนื่องจากข้อมูลความแรงสัญญาณที่อ้างอิงในการคำนวณเป็นข้อมูลของ Tag เพียงตัวเดียว และความแรงของสัญญาณที่ Tag ส่งออกมามีค่าไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดการผิดพลาดในการหาตำแหน่ง ดังนั้นสรุปได้ว่าระบบ RFID สามารถประยุกต์ใช้ให้ค้นหาและระบุตำแหน่งได้

5.3 สิ่งที่ได้รับจากการทำโครงงาน

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์ RFID
2. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม Visual C# ในการ คำนวณหาตำแหน่ง ของ RFID Tag และนำมาใช้ควบคุมการทำงานของ RFID Reader
3. ได้เรียนรู้การเขียนและพัฒนาโปรแกรมควบคุมและการประยุกต์ใช้งาน RFID
4. ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น
5. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาทฤษฎีมาปฏิบัติและประยุกต์ใช้ได้จริง

5.4 ปัญหาและอุปสรรค

1. ไม่มีความรู้เกี่ยวกับระบบ RFID เครื่อง RFID Reader จึงต้องใช้เวลาในการศึกษาหาข้อมูลและวิธีใช้งานเป็นเวลานาน

2. ไม่มีความรู้เกี่ยวกับรูปแบบคำสั่ง ของโปรแกรม Visual C# ที่จะนำมาใช้ควบคุม การทำงาน RFID Reader ทำให้ต้องใช้เวลาศึกษาข้อมูลเป็นอย่างมาก

3. ห้องที่ทำการทดลองไม่ได้ว่างทุกวัน จึงไม่สามารถเข้าไปทำการทดลองทุกวันได้

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. การใช้งานอุปกรณ์ RFID ทั้งตัวรับสัญญาณ และ Tag ควรที่จะระมัดระวังในการใช้ เนื่องจากอุปกรณ์มีสภาพที่ไม่ทนทานต่อแรงกระแทกอาจจะทำให้อุปกรณ์แตกหักหรือชำรุดและอุปกรณ์มีราคาแพง ควรศึกษาข้อมูลวิธีการรักษาอุปกรณ์การใช้งานอย่างถูกวิธี

2. ควรปรับความยาวของสายอากาศ Tag ให้มีความยาวเท่ากัน เพื่อให้ Tag ส่งพลังงานออกมาเท่ากัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายวงศกร รัตนศิลป์ เกิดเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 25 31 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบล โนนสูง อำเภอ เมือง จังหวัด อุดรธานี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียน อุดรพิทยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัด อุดรธานี เมื่อปี พ.ศ. 25 49 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นายศุภโชติ พูลพัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน พ.ศ. 2530 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบล ในเมือง อำเภอเมือง จังหวัด นครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียน ราชสีมา 2 อำเภอเมือง จังหวัด นครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2548 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

Code ของโปรแกรม

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO;
using System.Net;

namespace iceProject
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        int[] val = new int[18];
        int[,] point = new int[75, 6];
        long t1 = 0;
        int[] index_result = new int[3];
        string s0, s1, s2;
        string[] name = { "1st6", "1szI", "1suL" };
        string ss0, ss1, ss2;
        string sss = "====================================";
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
public Form1()
    {
        InitializeComponent();
        serialPort1.Close();
        serialPort2.Close();
        serialPort3.Close();
    }

    private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        if (bt1.Text == "START")
        {
            t1 = 0;
            bt1.Text = "STOP";
        }
        else
        {
            t1 = 0;
            bt1.Text = "START";
        }
        if (timer1.Enabled == true)
        {
            timer1.Enabled = false;
        }
        else timer1.Enabled = true;

        if (timer2.Enabled == true)
        {
            timer2.Enabled = false;
        }
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
            else timer2.Enabled = true;
        }

        private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
        {
            if (val[0] == 0 && val[1] == 0 && val[6] == 0 && val[7] == 0 && val[12] == 0 &&
val[13] == 0)
            {
                s0 = serialPort1.ReadExisting();
                if (s0 != "")
                {
                    string[] s0tok = s0.Split(new char[] { ')', '(' });
                    for (int i = 0; i < s0tok.Length; i++)
                    {
                        string[] s0tok1 = s0tok[i].Split(',');
                        if (s0tok1[0] == "1st6")
                        {
                            val[0] = int.Parse(s0tok1[1]);
                            val[1] = int.Parse(s0tok1[2]);
                            s0 = "";
                        }
                        else if (s0tok1[0] == "1szI")
                        {
                            val[6] = int.Parse(s0tok1[1]);
                            val[7] = int.Parse(s0tok1[2]);
                            s0 = "";
                        }

                        else if (s0tok1[0] == "1suL")
                        {
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
                    val[12] = int.Parse(s0tok1[1]);
                    val[13] = int.Parse(s0tok1[2]);
                    s0 = "";
                }
            }
        }
    }
    if (val[2] == 0 && val[3] == 0 && val[8] == 0 && val[9] == 0 && val[14] == 0 &&
val[15] == 0)
    {
        s1 = serialPort2.ReadExisting();
        if (s1 != "")
        {
            string[] s0tok = s1.Split(new char[] { ')','(' });
            for (int i = 0; i < s0tok.Length; i++)
            {
                string[] s0tok1 = s0tok[i].Split(',');
                if (s0tok1[0] == "1st6")
                {

                    val[2] = int.Parse(s0tok1[1]);
                    val[3] = int.Parse(s0tok1[2]);
                    s1 = "";
                }

                else if (s0tok1[0] == "1szI")
                {
                    val[8] = int.Parse(s0tok1[1]);
                    val[9] = int.Parse(s0tok1[2]);
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
                s1 = "";
            }

            else if (s0tok1[0] == "1suL")
            {
                val[14] = int.Parse(s0tok1[1]);
                val[15] = int.Parse(s0tok1[2]);
                s1 = "";
            }
        }
    }
}

if (val[4] == 0 && val[5] == 0 && val[10] == 0 && val[11] == 0 && val[16] == 0 &&
val[17] == 0)
{
    s2 = serialPort3.ReadExisting();
    if (s2 != "")
    {
        string[] s0tok = s2.Split(new char[] { ')', '(' });
        for (int i = 0; i < s0tok.Length; i++)
        {
            string[] s0tok1 = s0tok[i].Split(',');
            if (s0tok1[0] == "1st6")
            {
                val[4] = int.Parse(s0tok1[1]);
                val[5] = int.Parse(s0tok1[2]);
                s2 = "";
            }
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
            else if (s0tok1[0] == "1szI")
            {
                val[10] = int.Parse(s0tok1[1]);
                val[11] = int.Parse(s0tok1[2]);
                s2 = "";
            }

            else if (s0tok1[0] == "1suL")
            {
                val[16] = int.Parse(s0tok1[1]);
                val[17] = int.Parse(s0tok1[2]);
                s2 = "";
            }
        }
    }
}

private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    FileInfo fin = new FileInfo(@"C:\1st6(1215).txt");
    if (fin.Exists)
    {
        string fin_data = File.ReadAllText(@"C:\1st6(1215).txt");

        string[] values = fin_data.Split('\n');
        int indexPoint = 0;
        foreach (string value in values)
        {
            int indexValue = 0;
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
                string[] temps = value.Split(',');
                foreach (string temp in temps)
                {
                    point[indexPoint, indexValue] = Convert.ToInt32(temp);
                    indexValue++;
                    if (indexValue == 6)
                    {
                        indexValue = 0;
                        indexPoint++;
                    }
                }
            }
        }
        else
        {
            Console.WriteLine("Invalid file name");
        }
    }
    private void serialPort1_DataReceived(object sender,
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs e)
    {
    }
    private void serialPort2_DataReceived(object sender,
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs e)
    {
    }
    private void serialPort3_DataReceived(object sender,
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs e)
    {
    }
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
private void timer2_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    t1 += 10;
   listBox1.Items.Clear();
   listBox1.Items.Add("Timer:" + t1);

   int k = 0;
   for (int x = 0; x < 18; x+=6)
   {
      listBox1.Items.Add(sss);

      ss0 = "Port1=" + val[x] + "," + val[x+1];
      listBox1.Items.Add(ss0);

      ss1 = "Port2=" + val[x+2] + "," + val[x+3];
      listBox1.Items.Add(ss1);

      ss2 = "Port3=" + val[x+4] + "," + val[x+5];
      listBox1.Items.Add(ss2);

      index_result[k] = -1;
      double min = 0.0;
      double temp_value = 0;
      double inc = 0.0;
      double inx = 0.0;
      for (int i = 0; i < 75; i++)
      {
         inc = 0;
         for (int j = 0; j < 6; j++)
         {
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
                inx = (double)point[i, j] - (double)val[j+x];
                inc += Math.Pow(inx, 2);
            }
            temp_value = Math.Sqrt(inc);
            if (i == 0)
            {
                min = temp_value;
                index_result[k] = 0;
            }
            if (min > temp_value)
            {
                min = temp_value;
                index_result[k] = i;
            }
        }
        listBox1.Items.Add("Result Point of "+name[k]+" = " + (index_result[k] + 1));
        k++;
    }
    for (int y = 0; y < 3; y++)
    {
        int index_ans = index_result[y] + 1;
        string result = null;
        string url = "http://student.sut.ac.th/rfidproject/adding.php?location=" +
Convert.ToString(index_ans) + "&name=" + name[y];
        WebResponse response = null;
        StreamReader reader = null;
        HttpWebRequest request = (HttpWebRequest)WebRequest.Create(url);
        request.Method = "GET";
        response = request.GetResponse();
        reader = new StreamReader(response.GetResponseStream(), Encoding.UTF8);
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        result = reader.ReadToEnd();
        Console.WriteLine("http://student.sut.ac.th/rfidproject/");
    }
        listBox1.Items.Add(sss);
    for (int z = 0; z < 18; z++) {
        val[z] = 0;
    }
    if (!serialPort1.IsOpen)
        serialPort1.Open();
    if (!serialPort2.IsOpen)
        serialPort2.Open();
    if (!serialPort3.IsOpen)
        serialPort3.Open();
}
private void button1_Click_1(object sender, EventArgs e)
{
    if (button1.ForeColor == System.Drawing.Color.Red)
    {
        button1.ForeColor = System.Drawing.Color.Green;
        serialPort1.PortName = textBox1.Text;
        serialPort1.Open();
    }
    else
    {
        button1.ForeColor = System.Drawing.Color.Red;
        serialPort1.Close();
    }
}

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    {
        if (button2.ForeColor == System.Drawing.Color.Red)
        {
            button2.ForeColor = System.Drawing.Color.Green;
            serialPort2.PortName = textBox2.Text;
            serialPort2.Open();
        }
        else
        {
            button2.ForeColor = System.Drawing.Color.Red;
            serialPort2.Close();
        }
    }
    private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        if (button3.ForeColor == System.Drawing.Color.Red)
        {
            button3.ForeColor = System.Drawing.Color.Green;
            serialPort3.PortName = textBox3.Text;
            serialPort3.Open();
        }
        else
        {
            button3.ForeColor = System.Drawing.Color.Red;
            serialPort3.Close();
        }
    }
}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี