

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

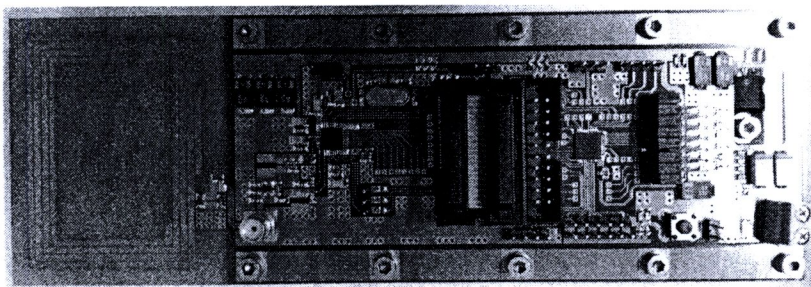
4.1 บทนำ

จากบทที่ 3 ได้ทำการออกแบบและจำลองรูปแบบโครงสร้างของเครื่องอ่านและสายอากาศเพื่อหาโครงสร้างที่เหมาะสม โดยสายอากาศนั้นได้เริ่มการวิเคราะห์จากสายอากาศแบบบ่วงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ซึ่งเป็นสายอากาศพื้นฐานที่นำมาเปรียบเทียบ) ตามด้วยสายอากาศบ่วงสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบขดเกลียวที่มีจำนวนบ่วงเท่ากับ 3 บ่วงที่มีระยะห่างต่าง ๆ กัน และในบทนี้จะนำสายอากาศที่มีค่าเปอร์เซ็นต์เชิงพื้นที่ผิวสูงที่สุดในสามแนวแกนหลัก จากการจำลองแบบมาสร้างเป็นสายอากาศต้นแบบและทำการทดสอบ โดยการทดสอบสายอากาศต้นแบบมีรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

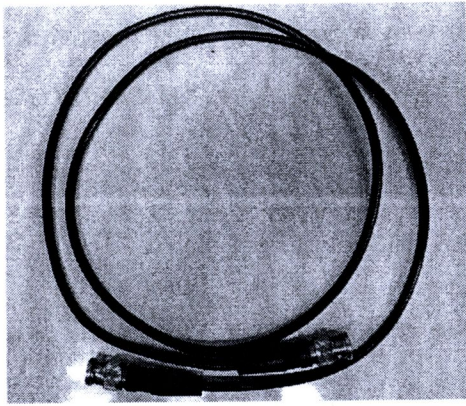
4.2 เครื่องมืออุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบมีดังต่อไปนี้

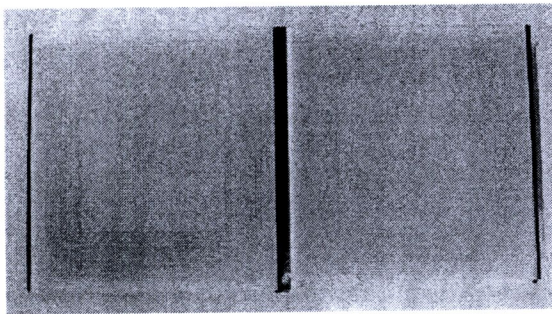
1. เครื่องอ่านข้อมูล 13.56 MHz จำนวน 1 เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 4.1
2. แท็กในระบบ RFID HF 13.56 MHz, ISO 15693 , ใช้ชิปของ Philips I-Code SLI หน่วยความจำ 1 kbit ผลิตในรูปแบบ sticker สามารถลอกติดที่กล่องบรรจุสินค้า, หนังสือ ฯลฯ ตัวแท็กมีขนาด 55 x 55 mm
3. มัลติมิเตอร์(Multimeter)
4. สายนำสัญญาณ (Transmission Line)



รูปที่ 4.42 เครื่องอ่านข้อมูล RFID ความถี่ 13.56MHz



รูปที่ 4.43 สายนำสัญญาณ

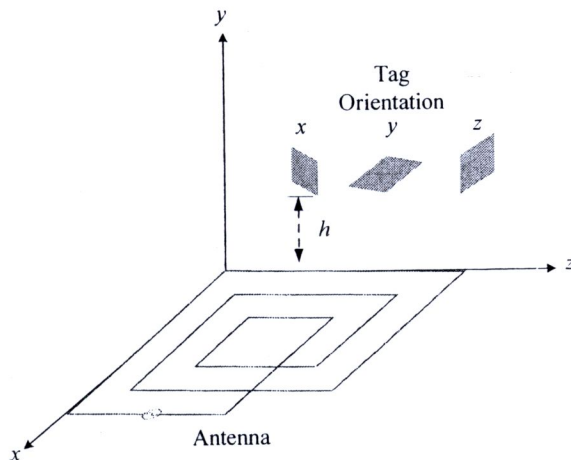


รูปที่ 4.44 ชนิดของแท่งที่ใช้ในการทดสอบ (ISO15693)

4.3 การทดสอบสายอากาศ

สายอากาศที่ทำการทดสอบในรายงานฉบับนี้หมายถึงสายอากาศที่ได้จากการจำลองและให้ผลการจำลองเหมาะสมที่สุดโดยมีแบบรูปการกระจายความเข้มของสนามแม่เหล็กมากที่สุด在三แนวแกนหลัก $H(x)$, $H(y)$ และ $H(z)$ ซึ่งก็คือสายอากาศที่มีระยะห่างระหว่างบ่วง d เท่ากับ 5 cm และมีจำนวนบ่วง n เท่ากับ 3 บ่วง สร้างมาจากเส้นลวดทองแดงเป็นสายเปลี่ยนมีรัศมีของเส้นลวดอยู่ที่ 0.5 mm โดยสายอากาศที่ทำการทดสอบจะถูกนำมาวิเคราะห์ความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับแท่งที่ระยะห่างต่างๆกันในแต่ละแนวแกนหลักและนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์เชิงพื้นที่ผิวเพื่อให้วิเคราะห์สายอากาศได้แม่นยำและถูกต้อง ในส่วนของการทดสอบความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับแท่งในแนวเส้นตรงของแต่ละแกนหลักของสายอากาศนั้นได้แบ่งจุดทดสอบออกทั้งหมด 81 จุด โดยแต่ละจุดห่างกัน 5 cm ซึ่งเป็นระยะห่างที่ใกล้เคียงกับขนาดของแท่งคือ 5.5 x 5.5 cm การทดสอบเปอร์เซ็นต์เชิงพื้นที่ผิวในการ

อ่านค่าแท็กในแต่ละแนวแกนนั้นจะอ้างอิงโดยใช้แกนที่ตั้งฉากกับระนาบขดลวดของแท็ก ซึ่งลักษณะการวางตัวของแท็กชนิด ISO-Card ในทิศทาง x y และ z จะแสดงในรูปที่ 4.4



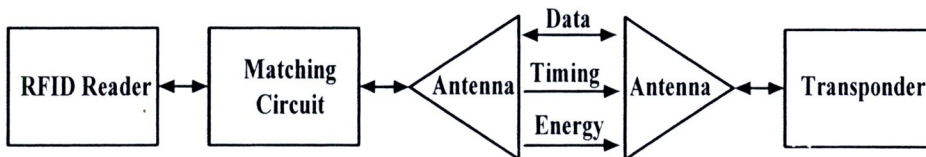
รูปที่ 4.45 ลักษณะการวางตัวของแท็กชนิด ISO-Card ในทิศทาง x y และ z

รูปที่ 4.5 เป็นบล็อกไดอะแกรมในการทดสอบสายอากาศ ตามบล็อกไดอะแกรมประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆคือ ภาคส่งกับภาครับ ในส่วนของภาคส่งก็จะมีเครื่องอ่านข้อมูล RFID ย่านความถี่สูงส่วนพอร์ตอีกด้านหนึ่งของเครื่องอ่านข้อมูลก็จะมาเชื่อมต่อเข้ากับวงจรแมตซ์และสายอากาศสายอากาศและในส่วนของภาครับหรือในส่วนของแท็กซึ่งประกอบไปด้วยสายอากาศแท็กกับทรานสปอนเดอร์ทั้งภาคส่งและภาครับก็ทำการส่งผ่านข้อมูลกันด้วยวิธีการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีวิธีการและขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

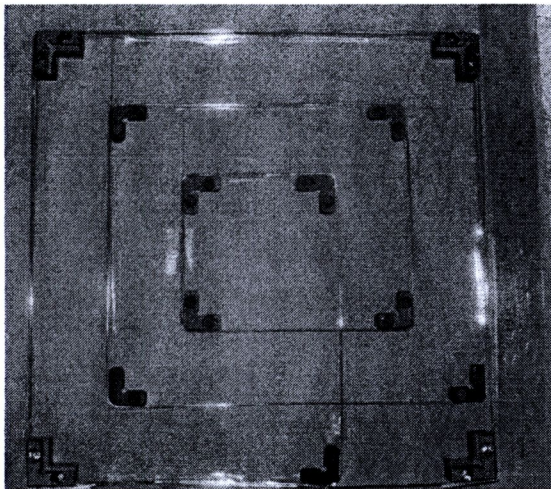
- เตรียมเครื่องอ่านข้อมูลให้อยู่ในสถานะที่พร้อมทำการทดสอบ
- นำสายอากาศที่ต่อกับวงจรแมตซ์เรียบร้อยแล้วไปปรับจูนให้ได้ค่าอิมพีแดนซ์เข้าใกล้ 50 โอห์ม ให้มากที่สุดด้วยเครื่องวิเคราะห์โครงข่าย
- เมื่อปรับอิมพีแดนซ์ของสายอากาศได้แล้ว
- นำสายอากาศไปต่อเข้ากับเครื่องอ่านข้อมูล
- นำแท็กมาทำการทดสอบโดยให้สายอากาศอ่านแท็กทั้ง 81 จุดต่อหนึ่งพื้นผิวทดสอบตามรายละเอียดข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว และทำซ้ำแบบเดิมที่ระยะทางต่างๆจากสายอากาศที่ต้องการทดสอบ และบันทึกผลอย่างละเอียด

- ทดสอบการอ่านแท็กของสายอากาศให้ครบในทิศทาง x y และ z ด้วยลักษณะการจัดวางตามรูปที่ 4.4

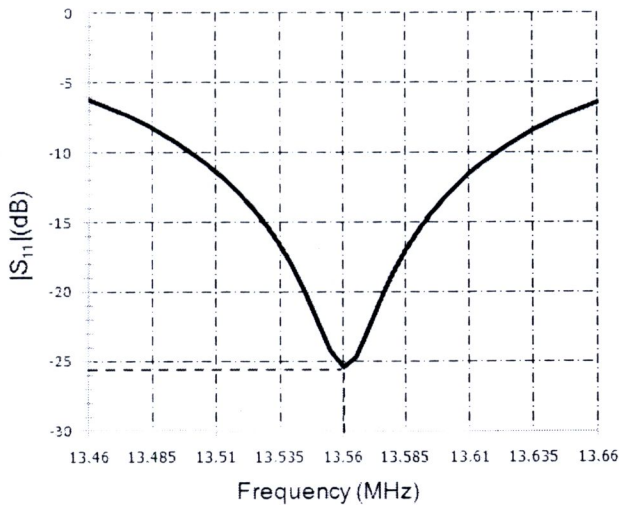
ในรูปที่ 4.6 เป็นสายอากาศต้นแบบที่สร้างขึ้นมาเพื่อทดสอบและรูปที่ 4.7 เป็นค่า S_{11} ของสายอากาศซึ่งมีค่าเท่ากับ -25.47 dB



รูปที่ 4.46 บล็อกไดอะแกรมในการทดสอบสายอากาศ



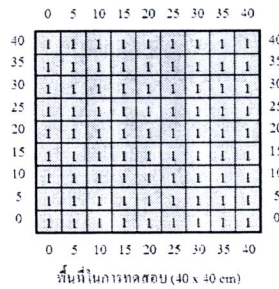
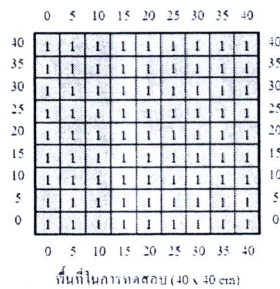
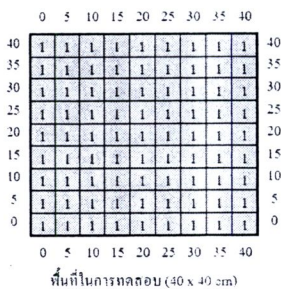
รูปที่ 4.47 สายอากาศต้นแบบ



รูปที่ 4.48 ค่า $|S_{11}|$ ของสายอากาศที่มีค่าเท่ากับ -25.47 dB

4.3.1 ผลการทดสอบสายอากาศกับแท็ก ISO15693

ผลการทดสอบสายอากาศกับแท็กแบบ ISO15693 ผลการทดสอบความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับแท็กของแต่ละพื้นผิวในแต่ละแนวแกนหลักที่ระนาบทดสอบที่ระยะทางต่างๆกันจากสายอากาศดังแสดงในรูปที่ 4.8 ถึง รูปที่ 4.12 และได้นำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เชิงปริมาตรพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์เชิงปริมาตรของความเข้มสนามแม่เหล็กทั้ง 3 ทิศทางมีค่า P_{v,H_x} เท่ากับ 86.17 เปอร์เซ็นต์ P_{v,H_y} เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และ P_{v,H_z} เท่ากับ 82.71 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าผลทดสอบที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการจำลอง



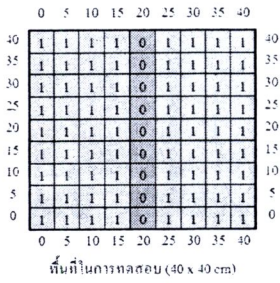
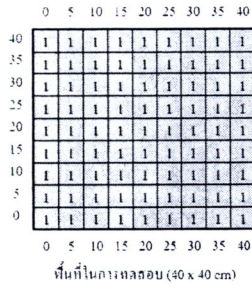
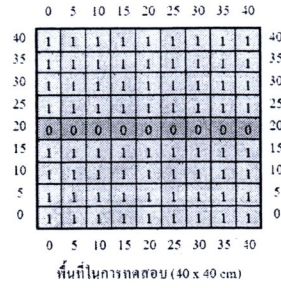
(ก) P_{v,H_x}

(ข) P_{v,H_y}

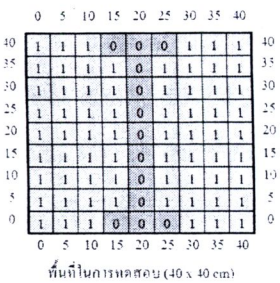
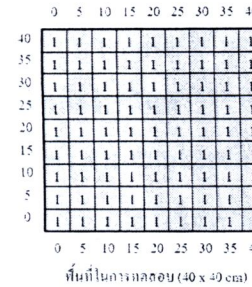
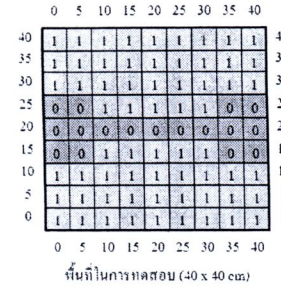
(ค) P_{v,H_z}

รูปที่ 4.49 ความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับแท็กที่ระนาบทดสอบห่างจากสายอากาศเท่ากับ

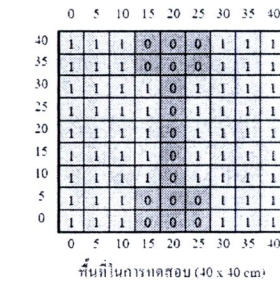
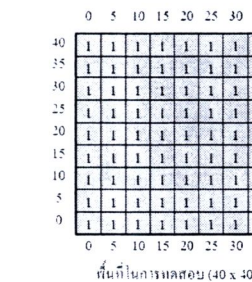
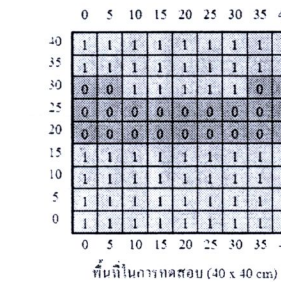
4 cm

(ก) P_{s,H_x} (ข) P_{s,H_y} (ค) P_{s,H_z}

รูปที่ 4.50 ความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับแท่งที่ระนาบทดสอบห่างจากสายอากาศเท่ากับ 8 cm

(ก) P_{s,H_x} (ข) P_{s,H_y} (ค) P_{s,H_z}

รูปที่ 4.51 ความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับแท่งที่ระนาบทดสอบห่างจากสายอากาศเท่ากับ 12 cm

(ก) P_{s,H_x} (ข) P_{s,H_y} (ค) P_{s,H_z}

รูปที่ 4.52 ความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับแท่งที่ระนาบทดสอบห่างจากสายอากาศเท่ากับ 16 cm

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
40	1	1	1	0	0	0	1	1	1	40
35	1	1	1	0	0	0	1	1	1	35
30	1	1	1	1	0	1	1	1	1	30
25	1	1	1	1	0	1	1	1	1	25
20	1	1	1	1	1	0	1	1	1	20
15	1	1	1	1	1	0	1	1	1	15
10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	10
5	1	1	1	0	0	0	1	1	1	5
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	

พื้นที่ในการทดสอบ (40 x 40 cm)

(ก) P_{s,H_x}

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	

พื้นที่ในการทดสอบ (40 x 40 cm)

(ข) P_{s,H_y}

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35
30	0	0	1	1	1	1	1	0	0	30
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	

พื้นที่ในการทดสอบ (40 x 40 cm)

(ค) P_{s,H_z}

รูปที่ 4.53 ความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับแท็กที่ระนาบทดสอบห่างจากสายอากาศเท่ากับ 20 cm

4.4 บทสรุป

จากผลการทดสอบสายอากาศพบว่ามีความไวเป็นไปในทางเดียวกันกับผลที่ได้จากการจำลองแบบ โดยพิจารณาจากความสามารถในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านข้อมูลกับแท็กด้วยค่าเปอร์เซ็นต์เชิงปริมาณของความเข้มสนามแม่เหล็กทั้ง 3 แนวแกนหลักมีค่า P_{s,H_x} เท่ากับ 86.17 เปอร์เซ็นต์ P_{s,H_y} เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และ P_{s,H_z} เท่ากับ 82.71 เปอร์เซ็นต์ แต่ผลที่ได้จากการทดสอบจะไม่ดีเท่าผลที่ได้จากการจำลองเนื่องจากมีองค์ประกอบหลายอย่างที่มีผลต่อการอ่านแท็ก ตัวอย่างเช่น ชนิดของเครื่องอ่านข้อมูล กำลังส่งของเครื่องอ่านข้อมูล ชนิดและขนาดของแท็ก ทิศทางในการวางตัวของแท็ก ประสิทธิภาพของวงจรแมตริง สภาพแวดล้อมรอบข้างอย่างเช่น จอคอมพิวเตอร์หรือจอโทรทัศน์ที่ส่งผลกระทบในการอ่านข้อมูลเช่นกัน ซึ่งองค์ประกอบต่างเหล่านี้จะไม่มีผลในการจำลองผลแต่ในทางกลับกันก็จะมีผลโดยตรงกับการทดสอบโดยสายอากาศที่ผ่านการทดสอบเบื้องต้นนี้จะถูกนำไปประเมินผลโดยการอ่านค่าแท็กหลายๆแท็กในเวลาเดียวกันเพื่อดูประสิทธิภาพของสายอากาศ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุย่านความถี่สูง ซึ่งในขั้นตอนนี้จะกล่าวไว้อย่างละเอียดในบทที่ 5 ในหัวข้อการประเมินผลและตัวอย่างการประยุกต์ใช้กับระบบตู้เก็บของอัจฉริยะ