บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยฉบับนี้นำเสนอการออกแบบเครื่องอ่านและสายอากาศบ่วงสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบขดเกลียวด้วยการวิเคราะห์จำนวนบ่วงและระยะห่างระหว่างบ่วง เพื่อให้ได้สายอากาศที่มีรูปแบบที่เหมาะสม มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน สร้างง่ายและมีคุณสมบัติในการกระจายคลื่นที่ดีทั้งสามแนวแกนหลักซึ่งใช้สำหรับระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุ (RFID: Radio Frequency Identification) ย่านความถี่สูง (13.56 MHz) โดยจุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องอ่านและสายอากาศที่สามารถใช้งานกับแท็กได้ทุกลักษณะการจัดวางในระบบตู้เก็บของอัจฉริยะ

ในหัวข้อ 6.1 จะกล่าวถึงผลสรุปโดยรวมของโครงการวิจัยนี้ซึ่งประกอบไปด้วยผลการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของสายอากาศบ่วงสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบขดเกลียว การพิจารณาความสามารถในการติดต่อสื่อสารในทิศทางตามแนวแกน x y และ z ของสายอากาศ ในหัวข้อ 6.2 จะกล่าวถึงข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

6.1 สรุปเนื้อหาโดยรวม

ในโครงการวิจัยฉบับนี้ได้อธิบายถึงทฤษฎีและหลักการของระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุย่านความถี่สูง หลักการออกแบบสายอากาศบ่วงสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบขดเกลียวสำหรับระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุย่านความถี่สูง ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของสายอากาศ โดยใช้โปรแกรม NEC จำลองแบบของสายอากาศแล้วนำค่าความเข้มสนามแม่เหล็กที่ได้จากการจำลองผลซึ่งเป็นค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กเชิงเส้น นำมาคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์เชิงพื้นผิวจากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์เชิงพื้นผิวของแต่ละพื้นผิวมาหาค่าเปอร์เซ็นต์เชิงปริมาตรเพื่อใช้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของสายอากาศ

จากผลการจำลองและทำการวิเคราะห์ จากนั้นนำผลที่ได้มาสรุปเลือกโครงสร้างของสายอากาศที่ให้ผลการจำลองเหมาะสมที่สุดในที่นี้คือสายอากาศที่สามารถกระจายความเข้มสนามแม่เหล็กมากที่สุดในสามแนวแกนหลัก ซึ่งสายอากาศดังกล่าวคือสายอากาศที่มีระยะห่างระหว่างบ่วงเท่ากับ 5 cm และมีจำนวนบ่วงเท่ากับ 3 บ่วง มาสร้างเป็นสายอากาศต้นแบบและนำไปทดสอบผลเบื้องต้น จากผลการทดสอบสายอากาศด้วยการอ่านข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านข้อมูลกับแท็กในแนวเส้นตรงที่ใช้พิจารณาเปอร์เซ็นต์เชิงพื้นผิว เพื่อใช้วิเคราะห์ความสามารถในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านข้อมูลกับแท็กของแต่ละพื้นผิว โดยในแนวแกนที่ทดสอบและพิจารณานั้นจะมีจำนวนพื้นผิวที่พิจารณาเท่ากับ 5 พื้นผิวซึ่งแต่ละพื้นผิวห่าง

กัน 4 cm ที่ระยะการพิจารณาจาก 0 ถึง 20 cm ตลอดแนวเส้นตรงจากนั้นนำมาวิเคราะห์หาผลรวมของเปอร์เซ็นต์เชิงพื้นผิวในแต่ละแนวแกนก็จะได้เป็นเปอร์เซ็นต์เชิงปริมาตร ด้วยค่าเปอร์เซ็นต์เชิงปริมาตรของการอ่านแท็กทั้ง 3 แนวแกนหลักมีค่า P_{v,H_x} เท่ากับ 86.17 เปอร์เซ็นต์ P_{v,H_y} เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และ P_{v,H_z} เท่ากับ 82.71 เปอร์เซ็นต์ เมื่อดูผลที่ได้จากการทดสอบพบว่ามีความสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลที่ได้จากการจำลอง แต่ผลที่ได้จากการทดสอบจะไม่ดีเท่าผลที่ได้จากการจำลองเนื่องจากมีองค์ประกอบหลายอย่างที่มีผลต่อการอ่านแท็ก ตัวอย่างเช่น ชนิดของเครื่องอ่านข้อมูล กำลังส่งของเครื่องอ่านข้อมูล ชนิดและขนาดของแท็ก ทิศทางในการวางตัวของแท็ก ประสิทธิภาพของวงจรแมตชิ่ง สภาพแวดล้อมรอบข้าง อย่างเช่น จอคอมพิวเตอร์หรือจอโทรทัศน์ก็ส่งผลกระทบในการอ่านข้อมูลเช่นกัน ซึ่งองค์ประกอบต่างเหล่านี้จะไม่มีผลในการจำลองผลแต่ในทางกลับกันคือจะมีผลโดยตรงกับการทดสอบ

เมื่อได้สายอากาศที่ผ่านการทดสอบเบื้องต้นมาแล้ว ขั้นตอนต่อมาก็จะเป็นการประเมินความสามารถของสายอากาศโดยการนำสายอากาศกับเครื่องอ่านข้อมูลมาเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อดูผลการรับส่งข้อมูลระหว่างสายอากาศกับแท็กที่มีจำนวนมากกว่าหนึ่งแท็กในเวลาเดียวกัน โดยในการประเมินผลจะใช้แท็ก ISO15693 มาจัดเรียงในลักษณะการวางของหรือการวางหนังสือ จำนวนทั้งหมด 25 แท็ก โดยวิธีการจัดเรียงแท็กนั้นได้ทำการปรับเปลี่ยนทิศทางทั้งสามแนวแกนหลักเพื่อดูประสิทธิภาพในการอ่านแท็กของสายอากาศในแต่ละแกนพบว่าสายอากาศสามารถอ่านแท็กได้อย่างแม่นยำและคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ค่าในแนวแกน x เท่ากับ 92 เปอร์เซ็นต์ ในแนวแกน y เท่ากับ 97.33 เปอร์เซ็นต์ และในแนวแกน z เท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดสอบดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่าสายอากาศสามารถใช้งานกับระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

6.2.1 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยสายอากาศบ่วงสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบขดเกลียวด้วยการใช้เส้นลวดในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อดีคือโครงสร้างของสายอากาศไม่ซับซ้อน สร้างง่าย ราคาถูก แต่สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างสายอากาศ ให้พิจารณาดังนี้

ก) เส้นลวดในการสร้างสายอากาศต้องมีคุณภาพดี ในกรณีนี้อาจจะต้องมีการทดลองกับเส้นลวดหลายๆแบบ ตัวอย่างเช่น เส้นลวดเปลือยกับเส้นลวดแบบมีฉนวนว่าให้ผลต่างกันหรือไม่

ข) ขนาดของเส้นลวดซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อการกระจายความเข้มของสนามแม่เหล็กในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้พบว่าเส้นลวดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะมีการกระจายความเข้มของสนามแม่เหล็กแรงกว่าเส้นลวดขนาดเล็ก

ค) จำนวนและระยะห่างของขดเกลียวของสายอากาศ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้พบว่าทั้งสองพารามิเตอร์นี้มีความสำคัญที่สุดและต้องคำนึงถึงเป็นอย่างแรกในการออกแบบสายอากาศ โดยจำนวนและระยะห่างของขดเกลียวของสายอากาศต้องมีค่าที่เหมาะสมไม่มากและน้อยไปถึงจะให้การกระจายความเข้มของสนามแม่เหล็กได้ดีในสามแนวแกนหลัก

ง) วงจรแมตชิ่งเพื่อส่งผ่านกำลังไปยังสายอากาศให้ได้สูงสุด ซึ่งในการออกแบบสายอากาศแบบบ่วงในระบบ RFID ย่านความถี่สูงนั้นจำเป็นต้องมีวงจรแมตชิ่งเพื่อแมตสายอากาศให้ได้ค่าอิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม ซึ่งวงจรแมตมีให้เลือกหลายรูปแบบ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้วงจรแมตที่เรียกว่า Tree Element Match

จ) เครื่องอ่านข้อมูล ซึ่งเครื่องอ่านข้อมูลที่เหมาะสมในการใช้งานกับระบบ RFID ย่านความถี่สูงนั้นควรจะเป็นเครื่องอ่านข้อมูลระยะไกล แต่ในกรณีที่ไม่สามารถหาเครื่องอ่านข้อมูลระยะไกลได้นั้น สามารถใช้เครื่องอ่านข้อมูลระยะใกล้ได้แต่จะให้ผลได้ไม่ดีเท่า

ฉ) ชนิดและขนาดของแท็กที่นำมาทดสอบ โดยชนิดของแท็กต้องมีประเภทของโปรโตคอลตรงกับเครื่องอ่านข้อมูลด้วยและขนาดของแท็กก็มีผลต่อการอ่านข้อมูลระหว่างสายอากาศกับแท็กเช่นกัน

ซึ่งตัวแปรทั้งหมดที่ได้กล่าวมาข้างต้นให้ผู้ออกแบบสายอากาศแบบบ่วงสำหรับระบบ RFID ย่านความถี่สูงคำนึงถึงเป็นอันดับแรกก่อนที่จะทำการออกแบบ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะช่วยให้รู้แนวทางในการออกแบบและสร้างสายอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีปัญหาน้อยที่สุด

6.2.2 แนวทางในการพัฒนา

การเพิ่มระยะการใช้งานอาจเพิ่มได้โดยวิธีการเพิ่มสายอากาศให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและยังสามารถใช้วิธีการ Optimized โครงสร้างและขนาดของสายอากาศอย่างละเอียดโดยวิธี GA (Genetic Algorithm) หรือวิธีการอื่นๆ เพื่อเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการใช้งานให้ดีขึ้นได้อีกด้วย