

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

รายงานนี้นำเสนอสายอากาศแฉะลำดับสำหรับการส่งผ่านกำลังงานไร้สายในย่านความถี่ 2.4 GHz โดยมีจุดประสงค์เพื่อออกแบบสายอากาศที่สามารถแปลงความถี่คลื่นวิทยุมาเป็นกำลังงานไฟฟ้าได้ โดยที่ราคาถูก โครงสร้างเรียบง่ายไม่ซับซ้อน และเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ติดตั้งในสถานที่ปิดเช่นในที่ทำงานห้างสรรพสินค้าทั่วไป ซึ่งเริ่มจากการหาขนาดของพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และปรับปรุงโครงสร้างของสายอากาศเพื่อให้คุณลักษณะของสายอากาศที่มี $|S_{11}|$ ที่ต่ำกว่า -10 dB ตั้งแต่ 2.40 GHz ถึง 2.50 GHz ซึ่งครอบคลุมความถี่ WLAN ซึ่งจะต้องสามารถรับสัญญาณจากการสะท้อนจากพื้นผิวที่ปิดได้ เพื่อนำไปสร้างเป็นสายอากาศต้นแบบสำหรับใช้งานจริงต่อไป

ในบทนี้จะแบ่งหัวข้อหลักออกเป็น 2 หัวข้อ โดยในหัวข้อแรกจะกล่าวถึง พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของสายอากาศแฉะลำดับสำหรับการส่งผ่านกำลังงานไร้สาย รวมไปถึงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองและผลที่ได้จากการทดสอบของสายอากาศ และการจำลองการทดสอบของวงจรเรียงกระแสทั้งแบบวงจรเรียงกระแสเพียงอย่างเดียวและต่อร่วมกับสายอากาศ ในส่วนที่สองนั้นจะเป็นการเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

6.1 สรุปเนื้อหาของรายงาน

รายงานเล่มนี้ได้อธิบายถึงความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และอธิบาย ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบ WLAN WiMAX การออกแบบสายอากาศไดโพล และวงจรเรียงกระแส เพื่อนำไปสู่การหาขนาดของพารามิเตอร์ของสายอากาศแฉะลำดับสำหรับการส่งผ่านกำลังงานไร้สาย โดยที่จะนำพารามิเตอร์ต่างๆ ไปจำลองผลหาขนาดที่เหมาะสมจากโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO และ Advanced Design System (ADS) จากนั้นนำขนาดของพารามิเตอร์ต่างๆ ไปสร้างและทดสอบผลคุณสมบัติของสายอากาศต้นแบบ โดยที่จะทำการศึกษาผลกระทบของสายอากาศเมื่อเมื่อสายอากาศได้รับสัญญาณในย่านความถี่ต่าง ในระยะต่างๆ รวมถึงค่าประสิทธิภาพของการส่งผ่านกำลังงาน (η) ของสายอากาศ

การออกแบบสายอากาศเพื่อนำไปจำลองเริ่มจากการคำนวณขนาดเริ่มต้นตามทฤษฎีของสายอากาศไดโพล ตามด้วยการปรับปรุงโครงสร้างของสายอากาศจนทำให้สายอากาศดังกล่าวมีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้บนเทคโนโลยี WLAN WiMAX สายอากาศแฉะลำดับสำหรับการส่งผ่านกำลังงานไร้สายมีค่าพารามิเตอร์ดังตารางที่ 3.5 ซึ่งมีช่วงความถี่ที่ $|S_{11}| \leq -10$ dB ตั้งแต่ 2.40 GHz จนถึง 2.50 GHz และมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ได้จากผลการทดสอบมีความสอดคล้องกับผลการจำลอง อันเป็นผลมาจากสายอากาศไดโพลต้นแบบทั้งสี่ตัวมีค่าที่เหมือนกันในการออกแบบดังที่ได้แสดงในรูปที่ 3.18 ถึง 3.19 โดยแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นเป็นแบบทิศทางเดียวทั้งหมด ที่ความถี่ 2.45 GHz มีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ระนาบ xz และ yz ที่เหมือนกัน โดยมีความกว้างลำคลื่นครึ่งกำลังของลำคลื่นหลักในระนาบ xz และ yz เป็น 29.5 องศา และมีอัตราขยายเป็น 10.1 dBi ที่ความถี่ 2.45 GHz

จากนั้นทำการออกแบบและจำลองวงจรเรียงกระแสเพื่อที่จะนำมาต่อร่วมกับสายอากาศไดโพลต้นแบบที่ได้ออกแบบได้ โดยพื้นฐานทั่วไปวงจรเรียงกระแสจะประกอบด้วย ตัวเก็บประจุ (Coupling Capacitor) วงจรแมตชิงแบบสตัป (Stub Matching) ไดโอดช็อตกี้ (Schottky Diode) ตัวกรองสัญญาณเก็บประจุ (Capacitor Filter) และตัวต้านทาน (Resistor) ในวงจรที่จะทำการจำลองนี้จะใช้ ไดโอดช็อตกี้เบอร์ SMS7630-006 ในการเรียงกระแส โดยเริ่มจากหาค่าตัวต้านทานตั้งแต่ 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1 M Ω จนถึง 10 M Ω ผลที่ได้สามารถดูได้ดังรูปที่ 4.3 จากนั้นทำการจำลองการตอบสนองต่อความถี่ของวงจรตั้งแต่ความถี่ 2.2 GHz ไปจนถึง 2.7 GHz ต่อมาได้ทำการคำนวณและหาค่าความยาวของแมตชิงสตัปเพื่อให้อิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าเท่ากับ 50 Ω เพื่อที่จะต่อเข้ากับสายอากาศได้ดีที่สุด โดยค่าของวงจรและแมตชิงสตัปที่เหมาะสมสามารถดูได้ดังตารางที่ 4.2

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์จากตารางที่ 3.5 มาสร้างเป็นสายอากาศต้นแบบและทำการทดสอบคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ $|S_{11}|$ แบบรูปการแพร่กระจายคลื่น โพลาริซ และอัตราขยายของสายอากาศต้นแบบ พบว่าค่า $|S_{11}|$ ที่ได้จากการทดสอบนั้นสอดคล้องกับผลที่ได้จากการจำลอง ถึงแม้ว่าลักษณะของกราฟ $|S_{11}|$ ของสายอากาศต้นแบบจะคลาดเคลื่อนไปจากผลที่ได้จากการจำลองเล็กน้อย อันเป็นผลเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนระหว่างขั้นตอนการสร้างสายอากาศ รวมไปถึงผลที่ได้จากการจำลองสายอากาศนั้นยังไม่ได้คำนวณผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ อย่างไรก็ตามสายอากาศต้นแบบก็ยังมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นเป็นแบบทิศทางเดียว ที่ระนาบ xz และ yz มีความกว้างลำคลื่นครึ่งกำลังเป็น 32 องศาและ 35 องศาตามลำดับ มีอัตราส่วนลำคลื่นด้านหน้าต่อด้านหลังเท่ากับ 24.5 dB มีอัตราขยายอยู่ที่ประมาณ 9.7 dBi ที่ความถี่ 2.45 GHz จากนั้นทำการสร้างและทดสอบวงจรเรียงกระแส พบว่าค่า $|S_{11}|$ ที่ได้จากการทดสอบนั้นสอดคล้องกับผลที่ได้จากการจำลอง จากนั้นทดสอบโดยการต่อวงจรเรียงกระแสเข้ากับเครื่องกำเนิดสัญญาณโดยตรงโดยที่ใช้มัลติมิเตอร์อ่านวัดค่าแรงดันทางด้านขาออกได้ถึง 3.5 V

ถัดมาได้ทำการรวมเอาสายอากาศไดโพลต้นแบบและวงจรเรียงกระแสต้นแบบมาเชื่อมต่อกันด้วยหัวต่อชนิด SMA เพื่อที่จะทำการทดสอบการส่งผ่านกำลังงานไร้สายโดยใช้สายอากาศไดโพลมาตรฐานต่อกับเครื่องกำเนิดสัญญาณ เป็นตัวส่งสัญญาณที่ความถี่ 2.40 GHz 2.45 GHz และ 2.50 GHz ใช้กำลังในการส่งตั้งแต่ -10 dBm ถึง 14 dBm ต่อจากนั้นใช้สายอากาศไดโพลที่สร้างขึ้นมาในข้างต้นเป็นสายอากาศด้านรับโดยจะทดสอบการรับส่ง 3 ระยะด้วยกันคือ 0.5 m 1 m และ 1.5 m โดยจะทำการทดสอบโดยรวมสายอากาศและวงจรเรียงกระแสเข้าด้วยกันเป็นวงจรอนุกรมทั้งสองตัวดังรูปที่ 5.14 สามารถวัดค่าแรงดันทางด้านขาออกได้สูงสุดที่ประมาณ 200 mV ที่ความถี่ 2.40 GHz ระยะ 0.5 m จากนั้นทำการหาค่าความหนาแน่นกำลังงาน โดยใช้เครื่องวัด Electromagnetic Field - EMF Meter เป็นเครื่องวัดมาตรฐาน เพื่ออ้างอิงความหนาแน่นกำลังงานที่จุด จุดที่เราต้องการอ้างอิง คือระยะ 0.5 m 1 m และ 1.5 m เพื่อนำค่าที่ได้ไปหาค่าประสิทธิภาพการส่งผ่านกำลังงานของสายอากาศได้จากสูตรที่ 5.1 สายอากาศมีค่าประสิทธิภาพการส่งผ่านกำลังงานของสายอากาศ หรือ efficiency ค่าสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 40% ที่ความถี่ 2.40 GHz และมีระยะทางเท่ากับ 0.5 m

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

จากผลการศึกษาของผลกระทบของพารามิเตอร์และจากแรงดันทางด้านขาออกพบว่า สายอากาศโครงสร้างดังกล่าวมีความสามารถที่จะออกแบบเพื่อเพิ่มขนาดของตัวรับสัญญาณ หรือ ช่องทางในการรับสัญญาณเพื่อเพิ่มแรงดัน หรือเพิ่มโอกาสในการรับสัญญาณได้มากขึ้น โดยเฉพาะจงในการรับสัญญาณจากแหล่งจ่ายที่มีความแรงมากขึ้น เช่นจากสถานีฐานปล่อยสัญญาณโทรศัพท์ หรืออยู่ในเขตที่ไกลกลับสถานีวิทยุก็อาจจะจับสัญญาณนั้นๆมาแปลงเป็นกำลังงานได้ โดยที่มีกระแสที่สูงขึ้น เพื่อที่จะนำกระแสที่เก็บเกี่ยวได้มาประยุกต์ใช้อุปกรณ์ได้หลากหลายยิ่งขึ้น

ซึ่งในรายงานเล่มนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและทดสอบสายอากาศเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจในการออกแบบสายอากาศเพื่อให้มีโครงสร้างที่ง่ายขึ้นและนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆต่อไป