

บทที่ 4

การสร้าง การทดสอบ และผลการทดสอบ

4.1 บทนำ

จากบทที่ 2 ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของสายอากาศวงแหวนวงกลมที่ได้จากฟังก์ชันกรีนชนิดไดโอดิก และบทที่ 3 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์คุณลักษณะของสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่ป้อนสัญญาณโดยโพรบภายในวงแหวนวงกลม ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศเพื่อเปรียบเทียบและยืนยันผลที่ได้จากการคำนวณว่ามีความแม่นยำและถูกต้องมากน้อยเพียงใด ซึ่งการทดสอบสายอากาศได้ออกแบบสร้างที่ความถี่ 2.45 GHz ซึ่งความถี่ใช้งานของระบบการสื่อสารโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย (Wireless LAN) และมีช่วงกว้างแถบความถี่เท่ากับ 83.5 MHz หรือเท่ากับ 3.4% ($2.4 - 2.4835$ GHz) รวมทั้งทำการประเมินประสิทธิภาพของสายอากาศ คุณลักษณะเชิงอิมพีแดนซ์ของสายอากาศ และเปรียบเทียบกับสายอากาศในลักษณะเดียวกันที่มีการวิจัยมาก่อน

4.2 การสร้าง และการทดสอบสายอากาศวงแหวนวงกลม

จากบทที่ 2 และบทที่ 3 ที่ผ่านมามีทำให้ทราบถึงพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดคือ วัสดุของวงแหวนเท่ากับ 4.28 ซม. (0.35λ) ความหนาของวงแหวนเท่ากับ 3.5 ซม. (0.29λ) และความยาวของโพรบเท่ากับ 3.06 ซม. (0.25λ) ซึ่งพบว่าสายอากาศชนิดนี้จะให้ค่าสภาพเจาะจงทิศทางสายอากาศเท่ากับ 5.29 dBi ความกว้างของลำคลื่นในระนาบสนามแม่เหล็กและระนาบสนามไฟฟ้าเท่ากับ 70 และ 76 องศา ตามลำดับ รูปถ่ายของสายอากาศที่ได้สร้างขึ้นจริงดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 รูปถ่ายของสายอากาศวงแหวนวงกลมที่ได้สร้างขึ้นจริง

4.3 การสร้าง และการทดสอบคุณลักษณะสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดป้อน สัญญาณด้วยวงแหวนวงกลม

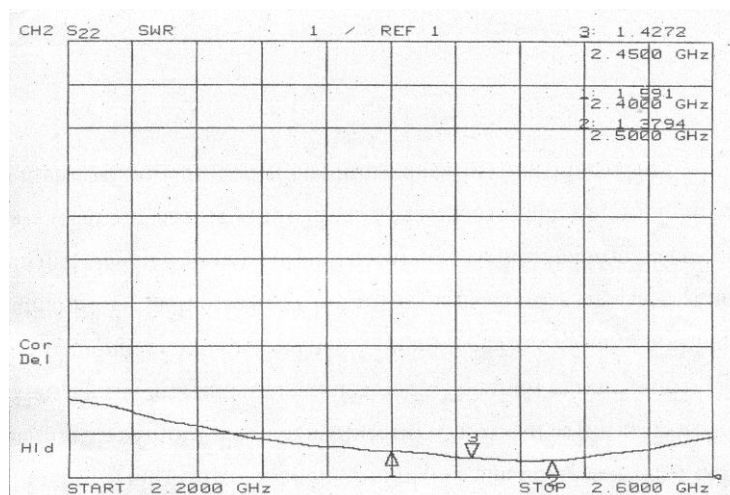
ในการออกแบบสายอากาศแบบทิศทางเดียว สายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่ออกแบบมีค่ามุมตัวสะท้อนเท่ากับ 90° ความสูงจากยอดถึงฐานพีระมิด 12.5 ซม. หรือ (λ) ระยะห่างระหว่างวงแหวนวงกลมกับยอดตัวสะท้อนแบบพีระมิดเท่ากับ 8.57 ซม. (0.7λ) ช่องเปิด (Aperture) ของตัวสะท้อนแบบพีระมิดเท่ากับ 24.5 ซม. (2λ) เนื่องจากจะให้ค่าความกว้างของลำคลื่นครั้งกำลังที่แคบที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.2 จากนั้นเมื่อทราบค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมทั้งสายอากาศวงแหวนวงกลม และตัวสะท้อนคลื่นแบบพีระมิดแล้วจึงนำมาประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้ด้านข้างของสายอากาศวงแหวนวงกลมหันเข้าหายอดของตัวสะท้อนคลื่นแบบพีระมิดทำมุม 90° กับแผ่นสะท้อนคลื่นแสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 รูปถ่ายของสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิด

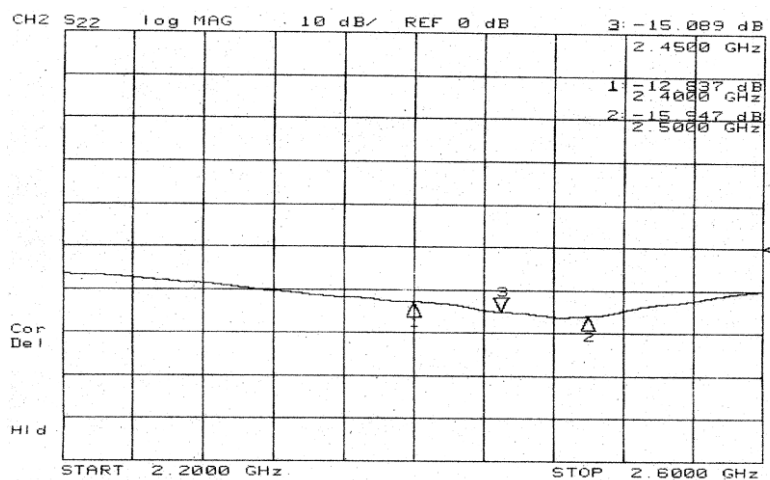


รูปที่ 4.3 รูปถ่ายของสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลม



รูปที่ 4.5 ค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่งที่ได้จากการทดสอบของสายอากาศ

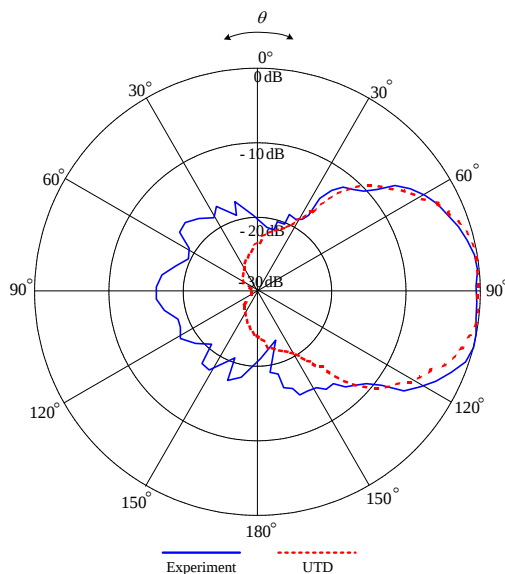
รูปที่ 4.5 แสดงค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่งของสายอากาศ พบว่าความถี่ที่ออกแบบจะมีค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่งเท่ากับ 1.42 : 1 โดยทั่วไปแล้วค่า VSWR ที่สามารถจะนำมาใช้งานต้องไม่เกิน 2 : 1 แต่ถ้าจะนำไปใช้งานจริงควรมีค่าไม่เกิน 1.5 : 1 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่ใช้ทั่วไปโดยค่าน้อยยิ่งดีและจะทำให้สายอากาศมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ดีที่สุด



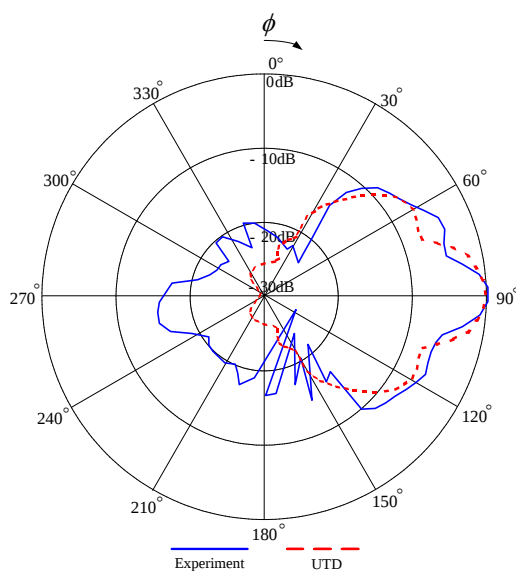
รูปที่ 4.6 ค่าการสะท้อนกลับที่ได้จากการทดสอบของสายอากาศ

รูปที่ 4.6 แสดงค่าการสะท้อนกลับของสายอากาศพบว่าที่ความถี่ 2.45 GHz ค่าการสะท้อนกลับของสายอากาศเท่ากับ -15 dB แต่ในทางปฏิบัติ นั้น สายอากาศที่ออกแบบจะไม่สามารถปรับให้มีค่าอิมพีแดนซ์ เท่ากับค่าอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับและเครื่องส่งได้ ดังนั้นเมื่อมีการต่อสายอากาศเข้ากับเครื่องรับ หรือเครื่องส่ง ก็จะทำให้กำลังงานส่วนหนึ่งเกิดการสะท้อนกลับ ที่จุดอินพุตของสายอากาศได้

4.5 ผลการทดลองสายอากาศ

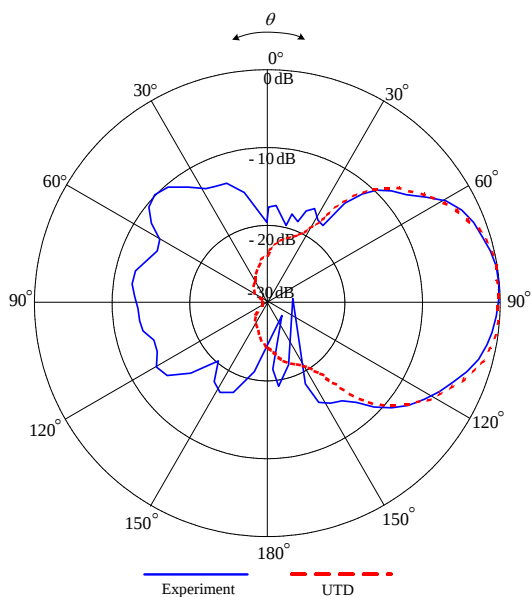


รูปที่ 4.7 ผลการทดลองสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้าเมื่อ $S = 0.5\lambda$

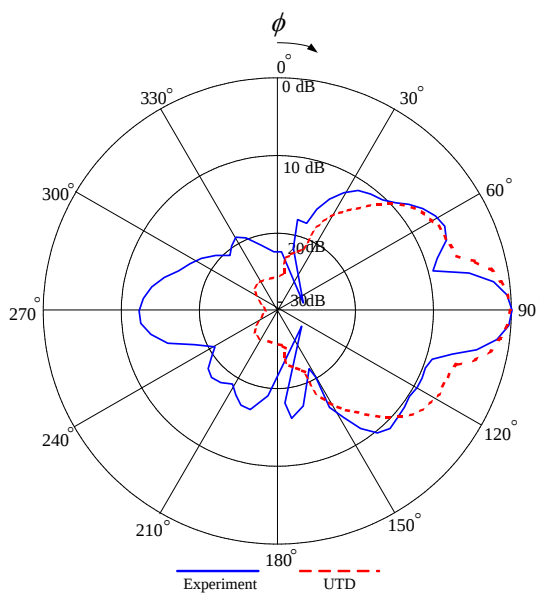


รูปที่ 4.8 ผลการทดลองสายอากาศในระนาบสนามแม่เหล็กเมื่อ $S = 0.5\lambda$

รูปที่ 4.7 และ 4.8 แสดงแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กตามลำดับเมื่อ $d = 2\lambda$ โดยกราฟได้จากการวัดสายอากาศจริงและกำหนดให้ระยะห่างระหว่างสายอากาศวงแหวนวงกลมกับจุดยอดของตัวสะท้อนคลื่นเท่ากับ 0.5λ และนำกราฟที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้วิธีทฤษฎีการเลี้ยวเบนสม่ำเสมอ ซึ่งพบว่ากราฟที่ได้จากทั้งสองกรณีนี้มีความสอดคล้องและคล้ายคลึงกัน

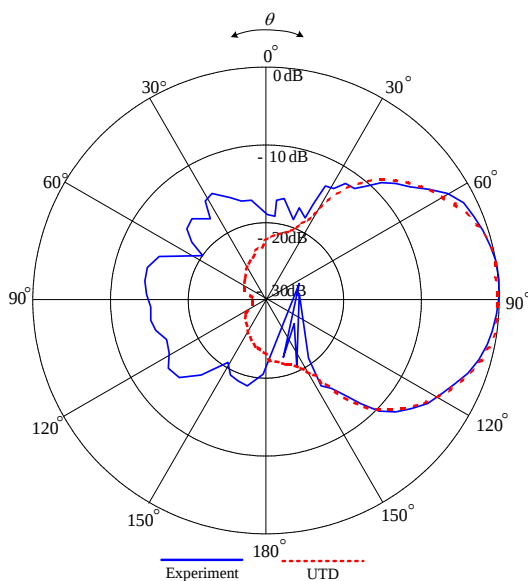


รูปที่ 4.9 ผลการทดลองสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้าเมื่อ $S = 0.7\lambda$

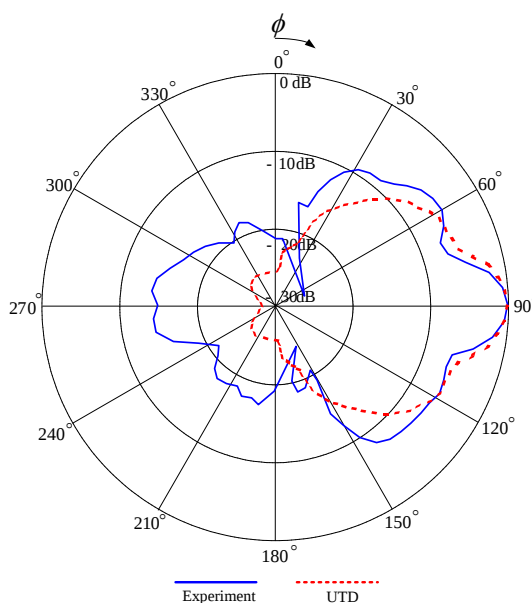


รูปที่ 4.10 ผลการทดลองสายอากาศในระนาบสนามแม่เหล็กเมื่อ $S = 0.7\lambda$

รูปที่ 4.9 และ 4.10 แสดงแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กตามลำดับเมื่อ $d = 2\lambda$ โดยที่ระยะห่างระหว่างสายอากาศวงกลมกับจุดยอดของตัวสะท้อนคลื่นเท่ากับ 0.7λ ซึ่งกราฟที่ได้เป็นการวัดจากสายอากาศจริงเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้วิธีการคำนวณแบบวิธีทฤษฎีการเลี้ยวเบนสม่ำเสมอ ซึ่งจะเห็นว่ารูปกราฟมีลักษณะคล้ายกันทั้งระนาบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 4.11 ผลการทดลองสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้าเมื่อ $S = \lambda$



รูปที่ 4.12 ผลการทดลองสายอากาศในระนาบสนามแม่เหล็กเมื่อ $S = \lambda$

รูปที่ 4.11 และ 4.12 แสดงแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กตามลำดับเมื่อ $d = 2\lambda$ โดยทำการทดสอบสายอากาศจริง และกำหนดให้ระยะห่างระหว่างสายอากาศวงกลมกับจุดยอดของตัวสะท้อนคลื่นเท่ากับ λ และนำกราฟที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้วิธีการคำนวณแบบวิธีทฤษฎีการเลี้ยวเบนสม่ำเสมอ ซึ่งจะเห็นว่ารูปกราฟมีลักษณะคล้ายกันทั้งระนาบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

4.6 สรุป

ในบทนี้เป็นการแสดงการออกแบบ การสร้าง และการทดสอบสายอากาศ ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณและการทดสอบว่ามีความสอดคล้องกัน ซึ่งคุณลักษณะของสายอากาศที่พิจารณาได้แก่คุณลักษณะเชิงอิมพีแดนซ์ของสายอากาศ

ในส่วน of สายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่ป้อนสัญญาณโดยโพรบภายในวงแหวนวงกลมเมื่อทำการพิจารณาจากค่าพารามิเตอร์และการทดสอบพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดสอบอยู่ตรงตามข้อกำหนดของพารามิเตอร์สายอากาศ กล่าวคืออิมพีแดนซ์ด้านเข้าของสายอากาศมีค่าเท่ากับ $47 - j17.082 \Omega$ ค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่งเท่ากับ 1.42:1 สายอากาศมีความกว้างแถบความถี่เท่ากับ 4.4 % และมีอัตราขยายเท่ากับ 10.7 dBi ซึ่งพบว่าผลที่ได้จากการทดสอบนั้นมีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าสภาพเจาะงทศทางของสายอากาศที่มีการวิจัยมาก่อนจะเห็นว่า สายอากาศวงแหวนวงกลมเหนือระนาบสะท้อนมีค่าสภาพเจาะงทศทางเท่ากับ 9.94 dBi และสายอากาศตัวสะท้อนแบบมุมที่ป้อนสัญญาณโดยวงแหวนวงกลมล้อมรอบโพรบจะมีค่าสภาพเจาะงทศทางเท่ากับ 11.2 dBi