

สายอากาศไดโพลที่มีแผ่นสะท้อนแบบทำมุม

A Dipole Antenna with Corner Reflector

ธนาพร เพชรกุล* และ เวช วิเวก

กลุ่มวิจัยสื่อสารไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

โทร. 0-2555-2000 E-mail: tanapon.kmutnb@hotmail.com

Tanaporn Pechrkool* and Vech Vivek

Wireless Communication Research Group (WCRG), Department of Electrical and Computer Engineering,

Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

1518 Pracharat 1 Rd., Bangsue, Bangkok 10800, Thailand. E-mail: tanapon.kmutnb@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาผลกระทบของแผ่นตัวนำสะท้อนบนสายอากาศไดโพลที่ความถี่ใช้งาน 3.6 GHz โดยมีการวางตำแหน่งบริเวณใกล้กับสายอากาศไดโพลด้วยมุมพับที่แตกต่างกัน การใส่แผ่นสะท้อนสามารถเปลี่ยนแปลงแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นจากแบบรอบตัวในระนาบเดียวเป็นแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นแบบเจาะจงทิศทาง จากผลการจำลองการทำงานพบว่าแผ่นสะท้อนที่มุมพับ 90 องศาสามารถเพิ่มอัตราขยายของสายอากาศจาก 6.0 เป็น 7.2 dBi โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศ

คำสำคัญ: สายอากาศไดโพล, แผ่นสะท้อน, แบบรูปการแผ่กระจายคลื่น

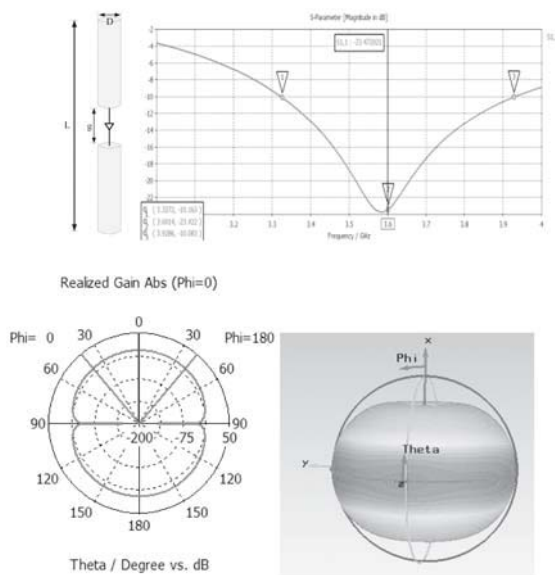
Abstract

This paper presents the study of dipole antenna with the corner reflector at operating frequency 3.6 GHz. The corners with several of degrees are positioned near the dipole antenna to find the effect. The radiation pattern result shows the transformation from the omnidirectional to directional pattern. The gain of dipole antenna with corner reflector 90 degree is increased from 6.0 to 7.2 dBi without changed resonance frequency.

Keyword: Dipole antenna, Reflector, Radiation pattern

1. บทนำ

ในปัจจุบันระบบการสื่อสารโทรคมนาคมได้มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วเพื่อรองรับปริมาณความต้องการใช้งานระบบการสื่อสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication System) ซึ่งเป็นระบบที่ถือว่ามีความสำคัญในการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจ เนื่องจากระบบนี้ให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงการสื่อสารได้ในทุกพื้นที่บริเวณตั้งแต่ชุมชนเมืองตลอดจนชนบทห่างไกล ดังนั้นที่ผ่านมาระบบการสื่อสารไร้สายจึงได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาทั้งในเชิงของฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ สายอากาศถือเป็นหนึ่งในอุปกรณ์สำคัญในระบบการสื่อสารไร้สายถูกใช้เพื่อทำการแปลงสัญญาณทางไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อส่งผ่านไปสู่อากาศทำการสื่อสารข้อมูล ซึ่งสายอากาศไดโพลเป็นโครงสร้างหนึ่งได้รับความนิยมนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถออกแบบได้ง่าย มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน มีแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นแบบรอบทิศทาง โดยแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นของสายอากาศเองถือเป็นตัวแปรสำคัญอย่างยิ่ง



รูปที่ 1 สายอากาศไดโพลที่มีความถี่ 3.6 GHz, รูปแบบการแผ่กระจายคลื่น, และค่าสูญเสียย้อนกลับ

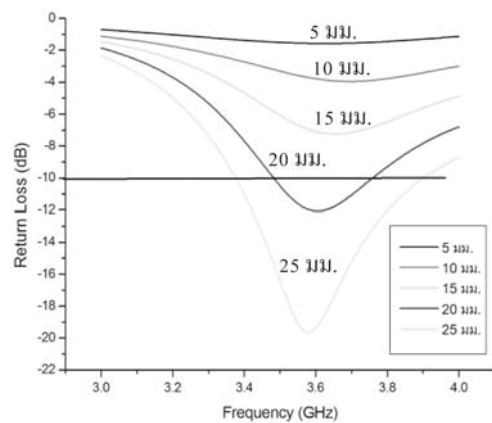
ในการนำไปพิจารณาขณะใช้งานจริง บ่อยครั้งจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นให้ต่างไปจากเดิมเพื่อรองรับการใช้งานตามต้องการ โดยปรับแต่งบนโครงสร้างสายอากาศ [1]

ดังนั้นในบทความจึงได้นำเสนอการศึกษาผลกระทบของการนำแผ่นตัวนำสะท้อน รูปแบบทำมุมด้วยมุมต่างๆ มาปรับปรุงบนสายอากาศไดโพลที่มีแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นแบบรอบตัวในระนาบเดียว เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบต่อคุณสมบัติที่สำคัญของสายอากาศ อาทิเช่น แบบรูปการแผ่กระจายคลื่น ค่าอัตราขยายของสายอากาศ รวมไปถึงค่าการสูญเสียย้อนกลับเป็นต้น เพื่อจะได้นำไปปรับประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมต่อการใช้งานจริงต่อไป [2]

2. การออกแบบและสร้างสายอากาศไดโพล

สายอากาศไดโพลจะมีความยาวเป็น $\lambda/2$ และคำนวณโดยใช้สูตร $\lambda = c/f$ สายอากาศไดโพลที่ได้ศึกษานี้ใช้ในย่านความถี่ย่าน 3.6 GHz [2-3]

โดยได้ทำการศึกษา และจำลองผลของสายอากาศไดโพลโดยใช้โปรแกรม CST Microwave Studio 2012 โดย



รูปที่ 2 ค่าสูญเสียย้อนกลับที่เป็นฟังก์ชันของระยะห่างระหว่างสายอากาศไดโพลกับตัวแผ่นสะท้อน

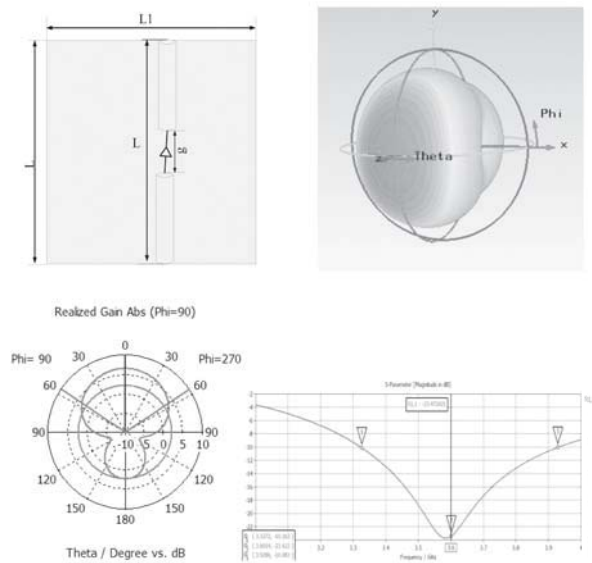
เริ่มจากการออกแบบไดโพลที่ไม่มีแผ่นสะท้อนก่อน ได้ผลออกมาจากค่าการคำนวณและนำมาออกแบบ และทำการหาค่าที่เหมาะสมใหม่โดยใช้โปรแกรม CST ในการออกแบบสายอากาศเพื่อให้ตอบสนองกับความถี่ 3.6 GHz โดยได้ขนาดของสายอากาศใหม่ ดังตารางที่ 1 ผลจากการจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับ อัตราขยายของสายอากาศ รูปแบบการแผ่กระจายคลื่นแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ และโครงสร้างของสายอากาศไดโพล แสดงไว้ดังรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดพารามิเตอร์ของสายอากาศ

ค่าพารามิเตอร์	ขนาดทางกายภาพ
ความยาวของไดโพลทั้งหมด (L)	30 mm.
ความกว้างของช่องว่างไดโพล (g)	5 mm.
ขนาดความกว้างของไดโพล (D)	1.5 mm.

จากรูปที่ 1 เป็นผลการจำลองของสายอากาศไดโพลพบว่าสายอากาศไดโพลมีรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นแบบรอบตัวมีอัตราขยายของสายอากาศเท่ากับ 2.215 dBi และค่าสูญเสียย้อนกลับที่ 3.6 GHz มีเท่ากับ -23.47 dBi และแบนด์วิดท์ที่ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ -10 dB ครอบคลุมความถี่ 3.32 - 3.92 GHz มีแบนด์วิดท์ 600 MHz ใช้งานได้ดี รูปแบบการแผ่กระจายมีคลื่นจะเป็นแบบรอบตัว (omni-directional)

จากนั้นได้ใส่แผ่นสะท้อนที่มีขนาดความยาวเท่ากับ ความยาวของสายอากาศไดโพลและความหนาของแผ่น



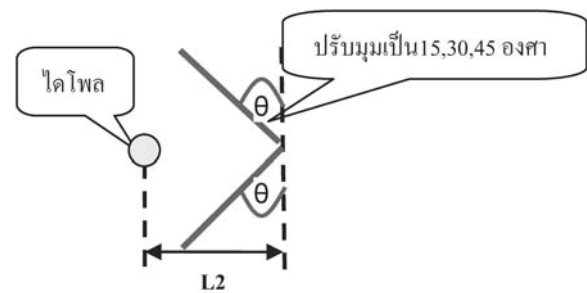
รูปที่ 3 สายอากาศไดโพลใส่แผ่นสะท้อน ที่ความถี่ 3.6 GHz, รูปแบบการแผ่กระจายคลื่น, และค่าสูญเสียย้อนกลับ

สะท้อนเท่ากับ 0.1 มม. ซึ่งมีค่าดังตารางที่ 2 แล้วทำการจำลอง ผลค่าสูญเสียย้อนกลับดังรูปที่ 2 เพื่อหาระยะห่างระหว่างสายอากาศไดโพลกับตัวแผ่นสะท้อน จากรูปพบว่าระยะห่างที่ทำให้ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ดีที่สุดคือ 25 มม.หรือประมาณ $\lambda/4$ และมีอัตราขยายเท่ากับ 6 dBi

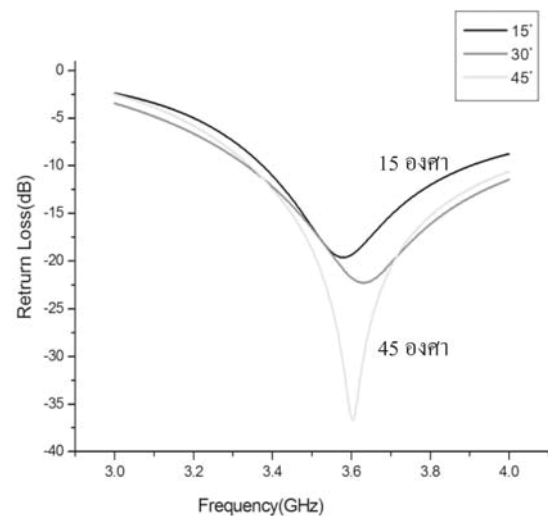
ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ของสายอากาศที่มีแผ่นสะท้อน

ค่าพารามิเตอร์	ขนาดทางกายภาพ
ความยาวของไดโพลทั้งหมด (L)	30 mm.
ความกว้างของช่องว่างไดโพล (g)	5 mm.
ความกว้างของตัวสะท้อน (L1)	30 mm.

สายอากาศไดโพลที่มีการใส่แผ่นสะท้อนทำให้อัตราขยายของสายอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 6 dBi และค่าสูญเสียย้อนกลับที่ 3.6 GHz มีเท่ากับ -23.41 dB และค่าแบนด์วิดธ์ที่ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ 10 dB ครอบคลุมความถี่ 3.40 - 3.93 GHz มีแบนด์วิดธ์ 530 MHz โดยรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นจะเป็นแบบทิศทางเดียว ทำให้อัตราขยายของสายอากาศสามารถส่งได้ไปไกลขึ้นในทิศทางเดียว



รูปที่ 4 การปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่มีมุมเป็น 15, 30 และ 45 องศา

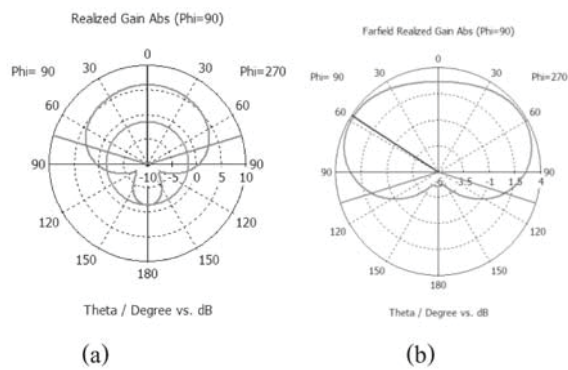


รูปที่ 5 กราฟค่าสูญเสียย้อนกลับที่เปรียบเทียบการปรับมุมแผ่นสะท้อนที่ 15, 30 และ 45 องศา

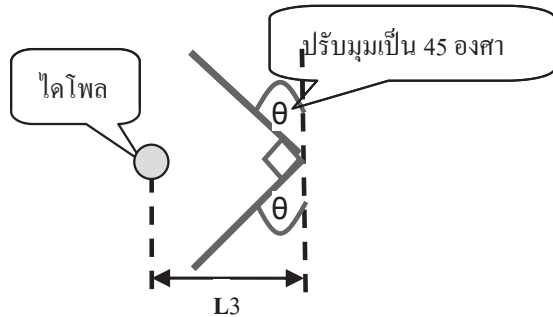
จากนั้นได้ทำการศึกษารูปแบบการแผ่กระจายคลื่น โดยทำการแบ่งตัวแผ่นสะท้อนให้มีความกว้างด้านละ 15 มม. แล้วทำการปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่มีมุมเป็น 15, 30 และ 45 องศา ให้ขนาดและระยะห่างระหว่างมุมของแผ่นสะท้อนกับสายอากาศไดโพล (L2) เท่ากับ 25 มม. ดังรูปที่ 4 จากนั้นทำการจำลองผลค่าสูญเสียย้อนกลับ ดังรูปที่ 5

จากการปรับมุมของแผ่นสะท้อน จะทำให้มีผลต่อค่าสูญเสียย้อนกลับ ซึ่งเมื่อมีการปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่ 45 องศา ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ 3.6 GHz มีเท่ากับ -36.41 dB ค่าแบนด์วิดธ์ที่ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ -10 dB ครอบคลุมความถี่ 3.35 - 4 GHz และอัตราขยายสายอากาศเท่ากับ 6.4 dBi

จากนั้นได้ทำการจำลองรูปแบบการแผ่กระจายคลื่น เพื่อทำการศึกษาว่าการปรับมุมของแผ่นสะท้อนมีผลต่อ



รูปที่ 6 รูปแบบการแผ่กระจายคลื่น ที่ทำการปรับมุมแผ่นสะท้อนที่ (a) 45 องศา และ (b) 15 องศา

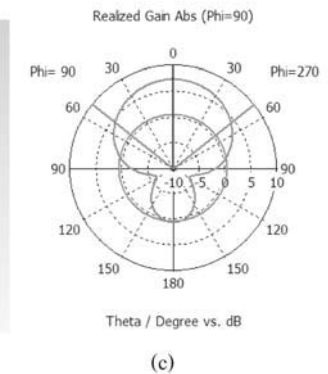
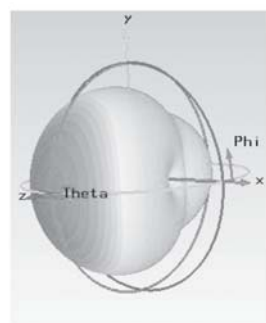
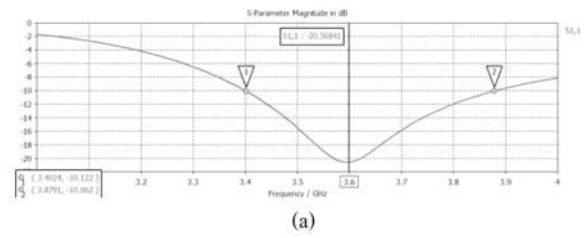


รูปที่ 7 การปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่มีมุมเป็น 45 องศา ที่ระยะ (L3) เท่ากับ 30 มม.

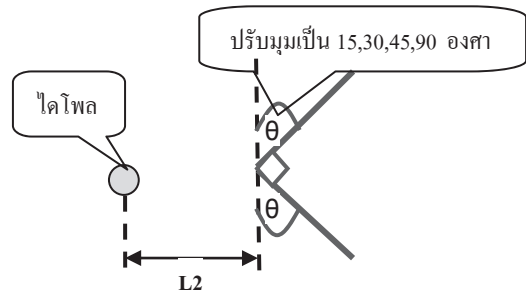
รูปแบบการแผ่กระจายคลื่น โดยได้ทำการจำลองรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นในการปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่มีมุม 45 และ 15 องศา ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปแบบการแผ่กระจายคลื่นของการปรับมุมแผ่นสะท้อนที่ 45 องศา จะเห็นได้ว่าการแผ่กระจายคลื่นที่มีมุมการแผ่กระจายที่แคบกว่าการปรับมุมแผ่นสะท้อนที่ 15 องศา จากนั้นทำการศึกษาระยะห่างระหว่างมุมของแผ่นสะท้อนกับสายอากาศไดโพล (L3) ดังรูปที่ 7 เพื่อให้สายอากาศไดโพลมีอัตราขยายที่เพิ่มขึ้น จากการจำลองผลด้วยโปรแกรมพบว่า ระยะห่างที่ทำให้อัตราขยายเพิ่มขึ้นเป็น 7.2 dBi (จากเดิม 6.4 dBi ที่ระยะห่างเท่ากับ L2) เท่ากับ (L3) 30 มม. หรือประมาณ 0.3λ แล้วทำการจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับ รูปแบบการแผ่กระจายคลื่น และอัตราขยายของสายอากาศ ได้ผลดังรูปที่ 8

สายอากาศไดโพลที่มีการปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่มีมุมเป็น 45 องศา ที่มีระยะห่างระหว่างแผ่นสะท้อนกับ



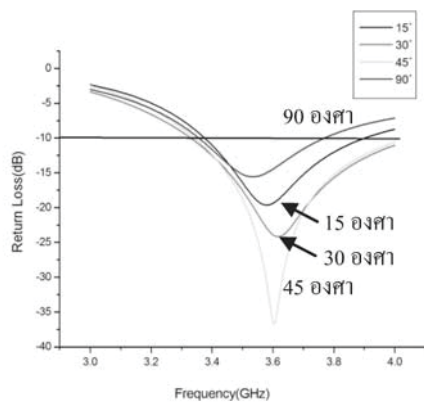
รูปที่ 8 ผลการจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับ (a) รูปแบบการแผ่กระจายคลื่นแบบ (b) 3 มิติ และ (c) 2 มิติ ที่ปรับมุมมาด้านหน้า



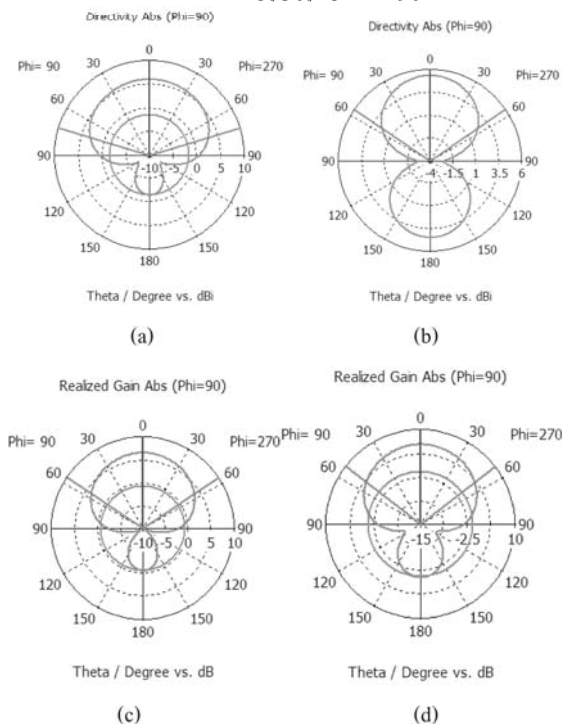
รูปที่ 9 สายอากาศไดโพลที่ปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่มีการพับมาด้านหลัง

สายอากาศไดโพล (L3) เท่ากับ 30 มม. หรือประมาณ 0.3λ ทำให้อัตราขยายของสายอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 7.2 dBi ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ 3.6 GHz มีเท่ากับ -20.56 dB และค่าแบนด์วิดท์ที่ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ -10 dB ครอบคลุมความถี่ 3.40 - 3.87 GHz มีแบนด์วิดท์ 470 MHz โดยรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นจะเป็นแบบทิศทางเดียว

จากนั้นได้ทำการปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่มีพับมาด้านหลังของสายอากาศไดโพล ดังรูปที่ 9 โดยการปรับมุมที่ 15, 30, 45 และ 90 องศา แล้วทำการจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับ ดังแสดงในรูปที่ 10

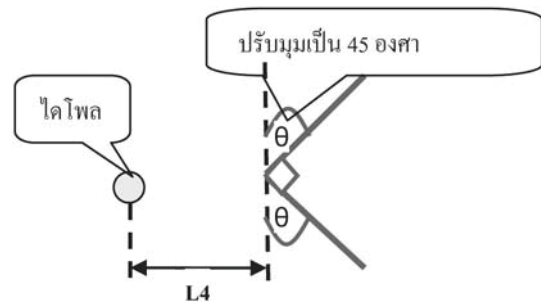


รูปที่ 10 กราฟค่าสูญเสียย้อนกลับที่มีการปรับมุมของแผ่น สะท้อนที่ 15, 30, 45 และ 90 องศา

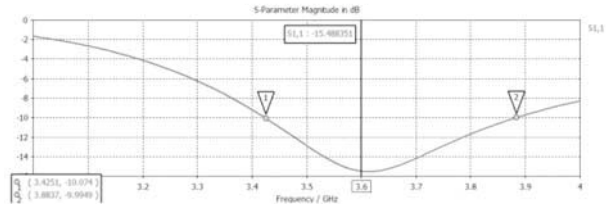


รูปที่ 11 รูปแบบการแผ่กระจายคลื่น ที่ทำการปรับมุมแผ่น สะท้อนที่ (a) 90 องศา, (b) 45 องศา, (c) 30 องศา และ (d) 15 องศา

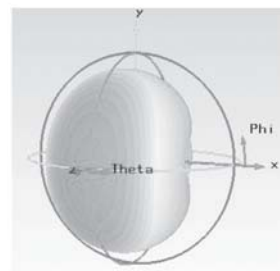
การจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับพบว่าที่มุม 45 องศา มีค่าสูญเสียย้อนกลับที่ 3.6 GHz มีเท่ากับ - 36.41 dB ค่าแบนด์วิดท์ที่ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ -10 dB ครอบคลุมความถี่ 3.35 - 4 GHz และอัตราขยายของสายอากาศเท่ากับ 6 dBi จากนั้นทำการจำลองรูปแบบการแผ่กระจายคลื่น และอัตราขยายของสายอากาศ ได้ผลดังรูปที่ 11



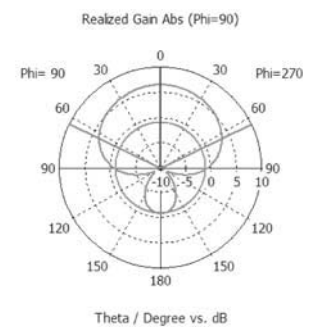
รูปที่ 12 การปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่มีมุมเป็น 45 องศา ที่ ระยะ (L4) เท่ากับ 15 มม.



(a)



(b)

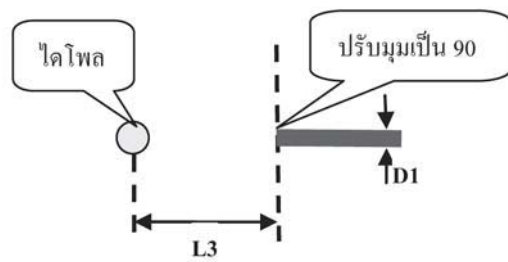


(c)

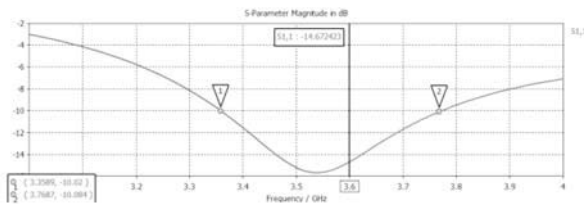
รูปที่ 13 ผลการจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับ (a) รูปแบบการแผ่กระจายคลื่นแบบ (b) 3 มิติ และ (c) 2 มิติ ที่ปรับมุมมา ด้านหลัง

การจำลองรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นพบว่า เมื่อการปรับมุมของแผ่นสะท้อนมาด้านหลังของสายอากาศที่มุม 45 องศา จะทำให้มีรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นแบบทิศทางเดียว และที่มุม 90 องศา มีรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นแบบสองทิศทาง มีอัตราขยายของสายอากาศเท่ากับ 5.2 dBi

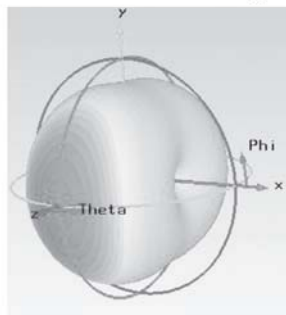
จากนั้นทำการศึกษาระยะห่างระหว่างสายอากาศไดโพลกับมุมของแผ่นสะท้อนที่มุม 45 องศา (L4) ดังรูปที่ 12 เพื่อให้อัตราขยายที่เพิ่มขึ้น จากการจำลองโปรแกรมพบว่า ระยะ (L4) ที่ 15 มม. หรือประมาณ 0.18λ ทำให้อัตราขยายของสายอากาศเพิ่มขึ้น 6.4 dBi (จากเดิม 6 dBi ที่ระยะ L2) แล้ว



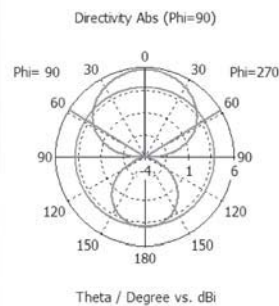
รูปที่ 14 การปรับมุมแผ่นสะท้อนเป็น 90 องศา



(a)



(b)



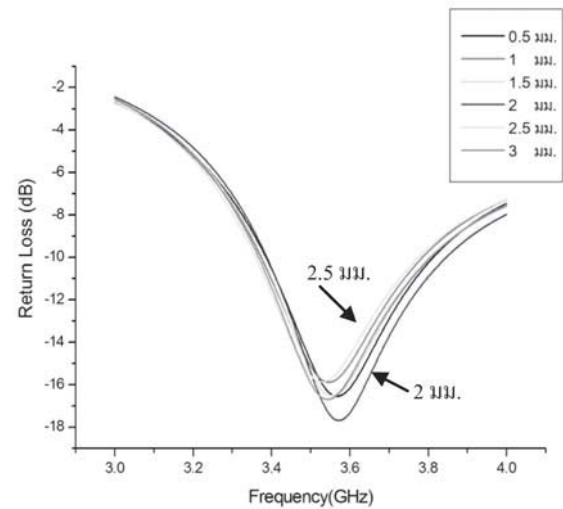
(c)

รูปที่ 15 ผลการจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับ (a) รูปแบบการแผ่กระจายคลื่นแบบ (b) 3 มิติ และ (c) 2 มิติ ปรับที่มุม 90 องศา

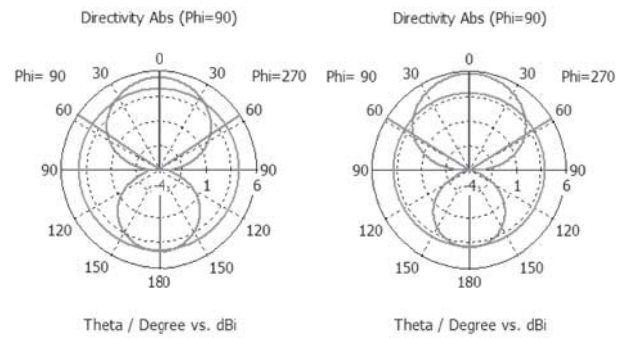
ทำการจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับ รูปแบบการแผ่กระจายคลื่น และอัตราขยายของสายอากาศ ได้ผลดังรูปที่ 13

สายอากาศไดโพลที่มีการปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่มุมเป็น 45 องศา (ที่ปรับมุมมาด้านหลังของสายอากาศไดโพล) ที่มีระยะห่างระหว่างแผ่นสะท้อนกับสายอากาศไดโพล (L_4) เท่ากับ 15 มม. หรือประมาณ 0.18λ ทำให้อัตราขยายของสายอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 6.4 dBi ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ 3.6 GHz มีเท่ากับ -15.48 dB และค่าแบนด์วิดท์ที่ค่าสูญเสียย้อนกลับที่ -10 dB ครอบคลุมความถี่ 3.42-3.85 GHz มีแบนด์วิดท์ 430 MHz โดยรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นจะเป็นแบบทิศทางเดียว

จากการศึกษาการปรับมุมของแผ่นสะท้อนพบว่าในการปรับมุมไปที่ 45 องศาทำให้มุมแผ่กระจายคลื่นนั้น

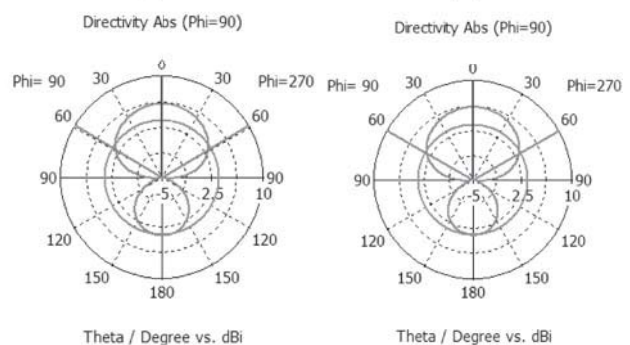


รูปที่ 16 ค่าสูญเสียย้อนกลับที่เพิ่มความหนาของแผ่นสะท้อน (D1)



(a)

(b)

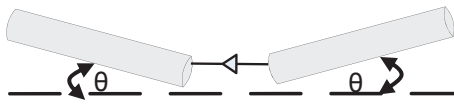


(c)

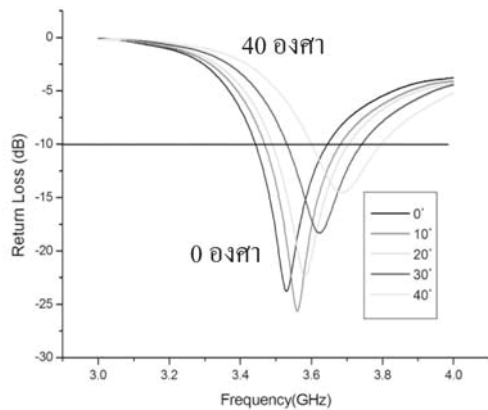
(d)

รูปที่ 17 รูปแบบการแผ่กระจายคลื่นที่ความหนา (D1) เท่ากับ (a) 0.5 มม., (b) 1.5 มม., (c) 2.5 มม. และ (d) 3 มม.

แคบลงและมีอัตราขยายที่สูงขึ้น เนื่องจากการปรับมุมที่ 45 องศา ทำให้มุมสะท้อนของคลื่นไม่กระจัดกระจาย และเหมือนมีสายอากาศไดโพลต่ออาร์เรย์กันอยู่ (ทฤษฎีเงา) [4] จึงทำให้สายอากาศมีอัตราขยายที่สูงขึ้น



รูปที่ 18 สายอากาศไดโพลที่ปรับมุม 10 องศาจนถึง 40 องศา



รูปที่ 19 ค่าสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศไดโพลที่มีการปรับมุม

จากนั้นได้ทำการศึกษาในการปรับมุมของแผ่นสะท้อนให้มีมุมเป็น 90 องศา โดยให้ระยะห่างระหว่างแผ่นสะท้อนกับสายอากาศไดโพล (L3) เท่ากับ 30 มม. หรือประมาณ 0.3λ มีความหนาของแผ่นสะท้อน (D1) เท่ากับ 0.2 มม. และขนาดของแผ่นสะท้อนยังเท่าเดิมดังรูปที่ 14 การปรับมุมของแผ่นสะท้อนเป็นมุม 90 องศาแล้วทำการจำลองผลทำการจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับ รูปแบบการแผ่กระจายคลื่นและอัตราขยายของสายอากาศ ได้ผลดังรูปที่ 15

ผลการจำลองพบว่าเมื่อมีการปรับมุมของแผ่นสะท้อนเป็นมุม 90 องศา ทำให้มีรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นแบบสองทิศทาง และมีอัตราขยายเท่ากับ 5.36 dBi ซึ่งเพิ่มขึ้นจากที่ระยะห่างเท่ากับ L2 จากนั้นได้ทำการเพิ่มความหนาของแผ่นสะท้อนเนื่องจากเดิมแผ่นสะท้อนเมื่อมีการปรับมุมที่ 90 องศาแล้วมีความหนาเพียง 0.2 มม. ซึ่งอาจจะทำให้เป็นปัญหาในการสร้างได้ จึงได้ศึกษาการเพิ่มความหนาของแผ่นสะท้อนที่ 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 มม. แล้วทำการจำลองค่าสูญเสียย้อนกลับ แล้วนำมาเปรียบเทียบค่าสูญเสียย้อนกลับดังรูปที่ 16 จะเห็นว่าเมื่อมีการเพิ่มความหนาของแผ่นสะท้อนที่ 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 มม. จะเห็นว่า การเพิ่มความ

หนาของแผ่นสะท้อนนั้นไม่มีผลต่อค่าสูญเสียย้อนกลับ จึงทำการจำลองรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นดังรูปที่ 17 เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มความหนาของแผ่นสะท้อน พบว่าเมื่อมีการเพิ่มความหนาของแผ่นสะท้อนทำให้มีรูปแบบการแผ่กระจายคลื่นที่ดีขึ้นและมีอัตราขยายของอากาศที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 3

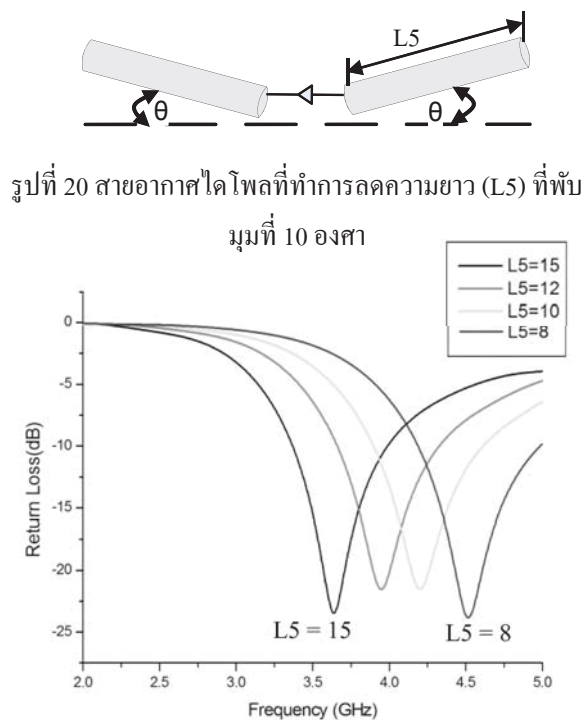
ตารางที่ 3 การเพิ่มความหนาของแผ่นสะท้อน (D1)

ความหนาของแผ่นสะท้อน (D1)	อัตราขยายของสายอากาศ (dBi)	แบนด์วิดท์ (MHz)
0.2 มม.	5.36	410
0.5 มม.	5.38	415
1 มม.	5.69	415
1.5 มม.	5.78	420
2 มม.	5.87	460
2.5 มม.	5.95	435
3 มม.	6.03	450

3. มุมการปรับมุมสายอากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อน

ได้ทำการศึกษาการปรับมุมของสายอากาศไดโพล โดยยังใช้โครงสร้างสายอากาศเดิมที่ทำการออกแบบไว้ดังรูปที่ 1 เริ่มจากการปรับมุมสายอากาศด้านบนเป็นมุมที่ละ 10 องศา จนถึง 40 องศา ดังรูปที่ 18 การปรับมุมของสายอากาศไดโพลนั้นทำการปรับมุมตั้งแต่ 10, 20, 30 และ 40 องศาตามลำดับแล้วทำการจำลองผลค่าสูญเสียย้อนกลับแล้วนำค่าสูญเสียย้อนกลับมาเปรียบเทียบกับดังรูปที่ 19 จากผลการเปรียบเทียบค่าสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศไดโพลที่มีปรับมุมที่ 10, 20, 30 และ 40 องศา จะเห็นได้ว่าเมื่อการปรับมุมของสายอากาศไดโพลทำให้ความถี่เลื่อนไปที่ความถี่สูงขึ้น เพราะสายอากาศไดโพลมีความยาวระหว่างปลายสายอากาศสั้นลง จึงทำให้สายอากาศไดโพลตอบสนองความถี่สูงขึ้นแต่อัตราขยายของสายอากาศยังคงเท่าเดิม

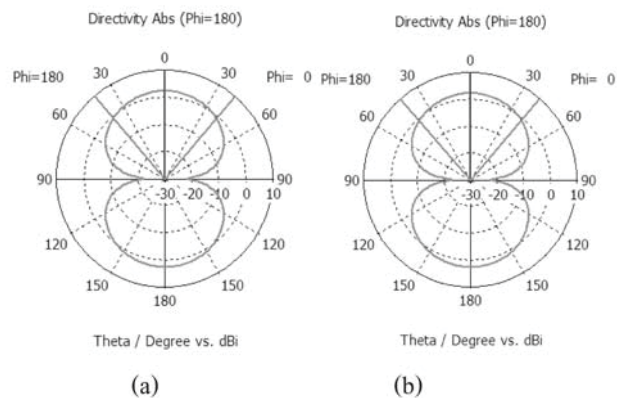
จากนั้นได้ทำการศึกษาการลดความยาวของสายอากาศไดโพลด้านเดียวยังคงการปรับมุมของสายอากาศอยู่ที่ 10 องศา จากเดิมความยาวของไดโพล (L5) เท่ากับ 15 มม.



รูปที่ 21 ค่าสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศไดโพลที่ลดความยาว (L_5)

แล้วทำการลดความยาวลงเหลือ 12, 10 และ 8 มม. ตามลำดับ ดังรูปที่ 20 แล้วจำลองผลค่าสูญเสียย้อนกลับ รูปแบบการแผ่กระจายคลื่น และอัตราขยายของสายอากาศ จากรูปที่ 21 จะเห็นว่าเมื่อมีการลดความยาว (L_5) ทำให้ค่าสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศโพลเลื่อนไปความถี่สูงขึ้น ยิ่งลดความยาวมาก ความถี่ก็เลื่อนไปความถี่สูงมาก ด้วยตัวเอง และผลการจำลอง รูปแบบการแผ่กระจายคลื่นดังรูปที่ 22 จะเห็นได้ว่ารูปแบบการแผ่กระจายคลื่นที่ความยาว $L_5 = 15$ มม. และความยาว $L_5 = 8$ มม. มีรูปแบบการแผ่กระจายที่เหมือนกัน และที่ความยาว L_5 เท่ากับ 15, 12, 10 และ 8 มม. มีอัตราขยายของสายอากาศที่เท่ากับ 2.1 dBi และมีแบนด์วิดธ์ประมาณ 600 MHz

จากการศึกษาการพับมุมของสายอากาศไดโพล และการลดความยาวของสายอากาศไดโพลซึ่งสายอากาศไดโพลเปรียบเสมือนสายอากาศแบบหวนดกึ่ง (สายอากาศทวิ) ที่เมื่อมีการพับมุมก็เพื่อรับความถี่ในย่านความถี่สูงขึ้นไป หรือจะเป็นการลดความยาวของสายอากาศแบบหวนดกึ่งด้านใดด้านหนึ่งก็สามารถรับความถี่ในย่านสูงๆ ได้เช่นเดียวกัน



รูปที่ 22 รูปแบบการแผ่กระจายคลื่น (a) $L_5 = 15$ มม. และ (b) $L_5 = 8$ มม.

4. สรุป

การทดสอบหาคุณสมบัติของสายอากาศไดโพลจากการใส่แผ่นสะท้อนคลื่นเพื่อให้การแพร่กระจายคลื่นไปในทิศทางเดียว ทำให้อัตราขยายของสายอากาศเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการใส่แผ่นสะท้อนให้กับสายอากาศไดโพล ทำให้สายอากาศมีอัตราขยายที่สูงจากเดิมที่มีอัตราขยายเท่ากับ 2.215 dBi เป็น 6 dBi จากนั้นได้ทำการปรับมุมของแผ่นสะท้อนที่ 90 องศา ($\theta = 45$ องศา) ก็พบว่า การปรับมุมของแผ่นสะท้อนมีผลต่อรูปแบบการแผ่กระจายคลื่น ยังมีการปรับมุมที่แคบก็จะทำให้การแผ่กระจายคลื่นมีทิศทางเดียวมากขึ้น และมีอัตราขยายที่ดีขึ้นจากเดิม 6 dBi (แผ่นสะท้อนที่ไม่มีการปรับมุม) เป็น 7.2 dBi (ที่ระยะ L_4) จากนั้นได้ทำการพับมุมของสายอากาศไดโพลขึ้น ก็จะทำให้ค่าสูญเสียย้อนกลับมีการตอบสนองที่ความถี่สูงขึ้น แต่อัตราขยายของสายอากาศยังมีอัตราขยายที่เท่ากับสายอากาศไดโพลที่ยังไม่ได้พับมุม

เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Chaimool, P. Akkarachakthalin, and M. Krairiksh, "CPW-Fed Slot Antennas Using Loading Metallic Strips and a Widened Tuning Stub with a Finite Reflector" 2006 International Symposium on

Communications and Information Technologies.
pp.791-794, 2006.

- [2] Constantione A.Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, John Wiley & Sons, 2005.
- [3] เวช วิเวก, เอกสารคำสอนคลื่นและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Fields and Wave), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [4] David M. Pozar, Microwave Engineering, Second Edition, John Wiley & Son, New York, 1998.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชนาพร เพชรกุล สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปี 2553 และกำลังศึกษาระดับปริญญาโท ที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

งานวิจัยที่สนใจ: Zero-Order Resonator (ZOR) Antenna



รองศาสตราจารย์เวช วิเวก สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปี 2519 และปริญญาโท ปี 2523 จากสาขาวิชาไฟฟ้าสื่อสารและโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

งานวิจัยที่สนใจ: Antenna, Microwave propagation, Radio