



การออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้องค์ประกอบพาราซีติกสำหรับลดพู่ด้านหลัง
A DESIGN OF SWITCHED BEAM ANTENNA USING PARASITIC FOR
BACK LOBE REDUCTION

นางสาวรัตนประภา	แก้วฉาย
นางสาววันทนี	สมบัติสนองคุณ
นางสาวศิริรินทิพย์	จันทรัมย์พร

โครงการวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2559

การออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้อุปกรณ์ประกอบพาราซีติกสำหรับลดพู่ด้านหลัง
A DESIGN OF SWITCHED BEAM ANTENNA USING PARASITIC FOR
BACK LOBE REDUCTION

นางสาวรัตนประภา	แก้วฉาย
นางสาววันทนี	สมบัติสนองคุณ
นางสาวศิริรินทิพย์	จันทร์มพร

โครงการวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โครงการวิศวกรรม

เรื่อง

การออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้องค์ประกอบพาราซีติกสำหรับลดพุด้านหลัง

ของ

นางสาวรัตนประภา แก้วฉาย

นางสาววันทนีย์ สมบัติสนองคุณ

นางสาวศิริรินทิพย์ จันทรัมย์พร

ได้รับอนุมัติจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.เวคิน ปิยรัตน์)

คณะกรรมการสอบโครงการวิศวกรรม

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำคุณ ศรีสนิท)

.....กรรมการ

(อาจารย์สุนิศา คุณารักษ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พิชญา ชัยปัญญา)

การออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้องค์ประกอบพาราซิติคสำหรับลดพ
ทางด้านหลัง
ปีการศึกษา 2559

โดย

นางสาวรัตนประภา แก้วฉาย
นางสาววันทนีย์ สมบัติสนองคุณ
นางสาวศิริรินทิพย์ จันทรัมย์พร

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.พิชญา ชัยปัญญา

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ทำการออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้สายอากาศเพียงต้นเดียวและใช้
องค์ประกอบพาราซิติคสำหรับลดพทางด้านหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโดยการลดสัญญาณแทรก
สอดสายอากาศสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้ทั้งหมด 8 ทิศทาง คือ 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° และ
 315° สายอากาศสวิตช์ลำคลื่นได้โดยการลัดหรือเปิดวงจรที่ขอบของแพทช์ พูด้านหลังจะถูกลัดโดยการลัด
หรือเปิดวงจรที่องค์ประกอบพาราซิติค โดยสายอากาศในโครงการนี้ออกแบบโดยใช้โปรแกรม CST
Microwave Studio เพื่อหารูปแบบพาราซิติคและตำแหน่งการลัดวงจรที่ดีที่สุด ซึ่งจากผลการทดลอง
พบว่าสายอากาศดังกล่าวมีค่าอัตราขยายสูงสุดที่ 7.62 dBi และมีอัตราขยายสูงสุดด้านหน้าและด้านหลัง
5.71 dB

คำสำคัญ: องค์ประกอบพาราซิติค สายอากาศสวิตช์ลำคลื่น อัตราขยายสูงสุดด้านหน้าและด้านหลัง
พทางด้านหลัง

A DESIGN OF SWITCHED BEAM ANTENNA USING PARASITIC FOR BACK LOBE REDUCTION

Academic Year 2016

By

Miss Rattanaphapra Keawchai
Miss Wantanee Sombatsanongkhun
Miss Siririntip Jantaramporn

Advisor

Pichaya Chaipanya, Ph.D.

Abstract

This project presents a design of switched beam antenna using parasitic element for back lobe reduction to increase the performance of system by reduce interference signals. The proposed antenna can be switched in 8 difference directions, 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° and 315° . Beam switching is controlled by shorted or open circuit at the edges of the patch. Back lobe is reduced by shorted or open circuit at the parasitic element. The antenna is designed in CST Microwave Studio. Shape of parasitic and positions of shorted or open circuit at parasitic are varied to obtain the switched beam antenna which the lower back lobe. The maximum gain of the proposed antenna is 7.62 dBi and the maximum front-to-back ratio is 5.71 dB.

Keywords: Parasitic Element, Switched Beam Antenna, Front-to-Back Ratio, Back Lobe

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างยิ่ง ในด้านวิชาการจากผู้มีพระคุณต่าง ๆ ดังนี้

อาจารย์ ดร.พิชญา ชัยปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ คอยช่วยแก้ไขปัญหา ตรวจสอบความเรียบร้อยของโครงการ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งการชี้แนะในการหาคำตอบในปัญหาต่าง ๆ ระหว่างจัดทำโครงการนี้ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้การสนับสนุนลิขสิทธิ์โปรแกรม CST Microwave Studio ในการจำลองแบบสายอากาศ ทางคณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ต่าง ๆ ทั้งในอดีตและปัจจุบัน และขอกราบขอบพระคุณทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนทางการศึกษา อบรมเลี้ยงดูอย่างดีและให้กำลังใจในการศึกษามาโดยตลอด ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตเรื่อยมาสำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากโครงการเล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับทุกคนในครอบครัวที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ผู้สอนที่เคารพทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดประสบการณ์ความรู้ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยทั้งในอดีตและปัจจุบันจนสำเร็จการศึกษาไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำโครงการ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
รายการสัญลักษณ์	ฌ
ประมวลคำย่อ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎี	3
2.1.1 สายอากาศแก่ง	3
2.1.2 สายอากาศไมโครสตริป	6
2.1.3 สายอากาศพาราซีติก	8
2.1.4 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแบบชี้ทิศทาง	9
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	11
3.1 รูปแบบสายอากาศที่ทำการออกแบบ	11
3.1.1 รูปแบบที่ 1	14
3.1.2 รูปแบบที่ 2	15
3.1.3 รูปแบบที่ 3	16
3.1.4 รูปแบบที่ 4	17
3.1.5 รูปแบบที่ 5	18
3.1.6 รูปแบบที่ 6	19
3.1.7 รูปแบบที่ 7	20
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	22
4.1 ผลการจำลองแบบ	22
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผล	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36
ประวัติย่อผู้ทำโครงการ	37

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 สรุปตำแหน่งการลัดวงจรและผลที่ได้	33

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 การแทรกสอดของสัญญาณ	1
1.2 การแทรกสอดของสัญญาณของสายอากาศ	1
1.3 การแทรกสอดของสัญญาณที่ลดลงหลังจากการลดพูล้าง	3
2.1 สายอากาศแก่งชนิดสวิตช์ลำคลื่นได้	4
2.2 สายอากาศแก่งชนิดปรับตัวได้	5
2.3 องค์ประกอบพื้นฐานของสายอากาศไมโครสตริป	6
2.4 แฉวลำดับยากิอุดะ	8
2.5 แบบรูปของสายอากาศแบบชี้ทิศทาง	9
2.6 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นเพื่อแสดงถึง F/B	10
3.1 ทำการลัดวงจรบนแผ่นพาราซีติกที่ตำแหน่ง 0° และ 180°	12
3.2 ทำการลัดวงจรบนแผ่นพาราซีติกที่ตำแหน่ง 135° และ 315°	12
3.3 ทำการลัดวงจรบนแผ่นพาราซีติกที่ตำแหน่ง 90° และ 270°	13
3.4 ทำการลัดวงจรบนแผ่นพาราซีติกที่ตำแหน่ง 45° และ 225°	13
3.5 สายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อสร้างวงแหวนล้อมรอบพาราซีติก	14
3.6 สายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อเพิ่มแผ่นพาราซีติก	15
3.7 สายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อทำการเพิ่มวงแหวนพาราซีติก	16
3.8 สายอากาศจำลองแบบเมื่อทำการสร้างวงแหวนพาราซีติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ	17
3.9 สายอากาศจำลองแบบเมื่อทำการสร้างวงแหวนพาราซีติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ	18
3.10 สายอากาศจำลองแบบเมื่อทำการสร้างวงแหวนพาราซีติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ	19
3.11 สายอากาศจำลองแบบเมื่อทำการสร้างวงแหวนพาราซีติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ	20
3.12 สายอากาศที่ออกแบบ	21
4.1 แสดงผลการจำลองเมื่อสายอากาศไม่มีวงแหวนพาราซีติก	23
4.2 ตำแหน่งที่ลัดวงจร	23
4.3 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 1	24
4.4 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 2	24
4.5 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 3	25
4.6 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 4	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 5	26
4.8 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 6	27
4.9 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 7	27
4.10 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 8	28
4.11 แสดงการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 0°	28
4.12 แสดงการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 45°	29
4.13 แสดงการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 90°	29
4.14 แสดงการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 135°	30
4.15 แสดงการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 180°	30
4.16 แสดงการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 225°	31
4.17 แสดงการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 270°	31
4.18 แสดงการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 315°	32

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
λ	ความยาวคลื่น	เมตร
θ	มุมในแนวตั้ง	องศา
ϕ	มุมในแนวระนาบ	องศา
E_θ	ส่วนประกอบของสนามไฟฟ้าทรงกลม	-
E_ϕ	ส่วนประกอบของสนามไฟฟ้าทรงกลม	-

ประมวลคำย่อ

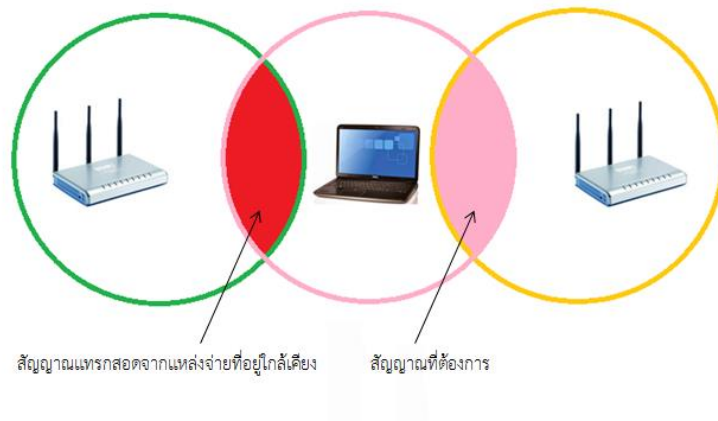
คำย่อ	คำอธิบาย
<i>dB</i>	เดซิเบล
<i>dBi</i>	เดซิเบลของไอโซโทรปิก
<i>F/B</i>	อัตราขยายสูงสุดด้านหน้าและด้านหลัง
<i>GHz</i>	กิกะเฮิรตซ์

บทที่ 1

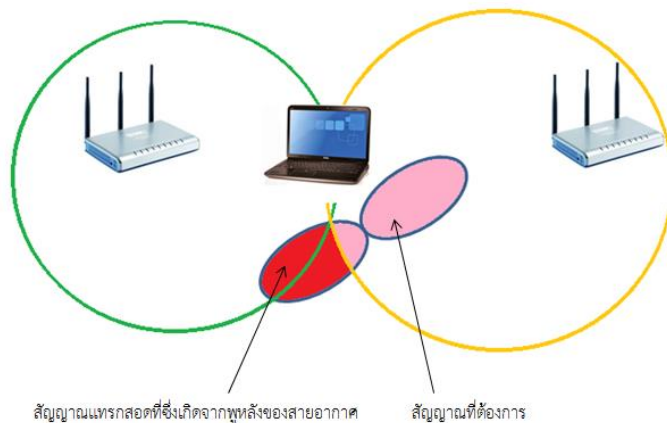
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันการสื่อสารไร้สายได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก เพื่อรองรับความต้องการที่มากขึ้นจึงมีการพัฒนาระบบสายอากาศเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการแทรกสอดของสัญญาณในช่องสัญญาณเดียวกันเนื่องจากแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศจากผู้ใช้งานและตัวกระจายสัญญาณมีรูปแบบเป็นการแผ่พลังงานแบบรอบทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ 1.1 หนึ่งในวิธีที่ถูกนำเสนอเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวคือการใช้สายอากาศแบบสวิทช์ลำคลื่น โดยจากรูปที่ 1.2 จะเห็นว่าการใช้สายอากาศสวิทช์ลำคลื่นสามารถลดสัญญาณแทรกสอดจากแหล่งจ่ายที่อยู่ข้างเคียงได้ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีความเสี่ยงจากพหุของสายอากาศอยู่

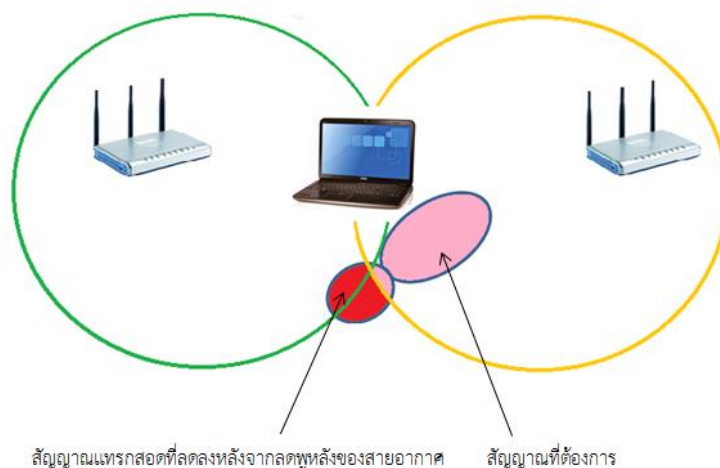


รูปที่ 1.1 การแทรกสอดของสัญญาณ



รูปที่ 1.2 การแทรกสอดของสัญญาณของสายอากาศแบบสวิทช์ลำคลื่น

ดังนั้นโครงการนี้จึงเสนอการลดพูลังของสายอากาศเพื่อลดสัญญาณแทรกสอดดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 1.3 โดยเน้นให้สายอากาศมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานสำหรับผู้ใช้ที่ต้องมีการเคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังมีโครงสร้างที่ง่ายไม่ซับซ้อน โดยใช้สายอากาศสวิตช์ลำคลื่นเพียงต้นเดียว และลดพูลังโดยอาศัยการทำงานขององค์ประกอบพาราซีติก



รูปที่ 1.3 การแทรกสอดของสัญญาณที่ลดลงหลังจากการลดพูลัง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 สามารถออกแบบสายอากาศที่สวิตช์ลำคลื่นได้โดยครอบคลุม 360 องศา
- 1.2.2 สามารถลดพูลังของลำคลื่นได้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นที่ความถี่ 2.45 GHz
- 1.3.2 ออกแบบการลดพูลังของลำคลื่นโดยอาศัยองค์ประกอบพาราซีติก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้สายอากาศต้นแบบที่มีพูลังลดลงและสวิตช์ลำคลื่นได้ 360 องศา
- 1.4.2 สามารถนำสายอากาศต้นแบบที่ได้จากการจำลองแบบดังกล่าวไปสร้างจริงในอนาคตได้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วยทฤษฎีสายอากาศเก่ง สายอากาศไมโครสตริปและสายอากาศพาราซิติก โดยทฤษฎีพื้นฐานเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพื้นฐานการออกแบบสายอากาศสวิตซ์ลำคลื่นและการลดพูลังของลำคลื่น

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 ระบบสายอากาศเก่ง (smart antenna systems)

ระบบสายอากาศเก่ง (smart antenna systems) ได้ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในช่วงปี พ.ศ. 2473 โดยได้พัฒนามาจากเทคโนโลยีของสายอากาศแถวลำดับที่มีการปรับเฟส (phased array) ร่วมกับเทคโนโลยีการประมวลผลสัญญาณ ซึ่งเริ่มแรกมีจุดประสงค์ที่จะนำมาใช้งานในระบบเรดาร์ แต่ในปัจจุบันระบบสายอากาศเก่งได้ถูกนำมาใช้ในระบบสื่อสารไร้สายอย่างแพร่หลาย เนื่องจากระบบสายอากาศเก่งสามารถลดสัญญาณแทรกสอดและสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้งานที่มีมากขึ้นได้โดยทั่วไปสายอากาศเก่งมักจะหมายถึงระบบซึ่งสามารถแก้ไขหรือตัดแปลงรูปแบบลำคลื่นเพื่อให้ออกไปในทิศทางที่สนใจ และสามารถลดสัญญาณแทรกสอดได้โดยการหันจุดศูนย์ (null) ไปยังทิศทางของสัญญาณแทรกสอด

โดยทั่วไปสายอากาศเก่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ สายอากาศแถวลำดับ และส่วนที่เป็นระบบก่อรูปลำคลื่นให้เหมาะสม ซึ่งจะกำหนดให้สายอากาศหันลำคลื่นหลักไปในทิศทางที่ต้องการ ในขณะที่เดียวกันก็จะหันจุดศูนย์หรือพูรอง (side lobe) ไปยังทิศทางของสัญญาณแทรกสอด ซึ่งจะทำให้สัญญาณแทรกสอดมีค่าลดลง สำหรับข้อดีข้อเสียของสายอากาศเก่ง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สายอากาศเก่งสามารถเพิ่มพื้นที่ให้บริการเนื่องจากมีอัตราขยายที่สูงขึ้นจากการใช้สายอากาศแถวลำดับและการก่อรูปลำคลื่น ส่งผลให้กำลังส่งของสัญญาณโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น สามารถส่งสัญญาณได้ไกลขึ้นมีพื้นที่ครอบคลุมมากขึ้นและทำให้ความเร็วในการสื่อสารข้อมูลสูงขึ้น
2. ประหยัดพลังงานเนื่องจากระบบสายอากาศเก่งสามารถหันลำคลื่นหลักไปยังผู้ใช้ใดโดยตรงโดยไม่ส่งสัญญาณไปยังทิศทางที่ไม่มีผู้ใช้งานจึงไม่สูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น
3. ลดสัญญาณแทรกสอดเนื่องจากระบบสายอากาศเก่งสามารถหันจุดศูนย์หรือลำคลื่นรองไปยังทิศทางของสัญญาณแทรกสอดได้

อย่างไรก็ตามข้อเสียของระบบสายอากาศเก่งคือ มีราคาต้นทุนในการผลิตสูงเมื่อเทียบกับสายอากาศแบบรอบทิศทาง

สายอากาศแก่งสามารถแบ่งได้เป็นสองชนิดคือ สายอากาศแก่งสวิตช์ลำคลื่น (switched beam antennas) และสายอากาศแก่งชนิดปรับตัวได้ (adaptive antennas) ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

2.1.1.1 สายอากาศแก่งชนิดสวิตช์ลำคลื่น (switched beam antennas)

สายอากาศประเภทนี้จะมีจำนวนแบบรูปลำคลื่นจำกัด และจะหันลำคลื่นได้โดยการสวิตช์ สายอากาศแบบสวิตช์ลำคลื่นประกอบไปด้วยสายอากาศแถวลำดับ โครงข่ายก่อรูปลำคลื่น และตัวเลือกลำคลื่นดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

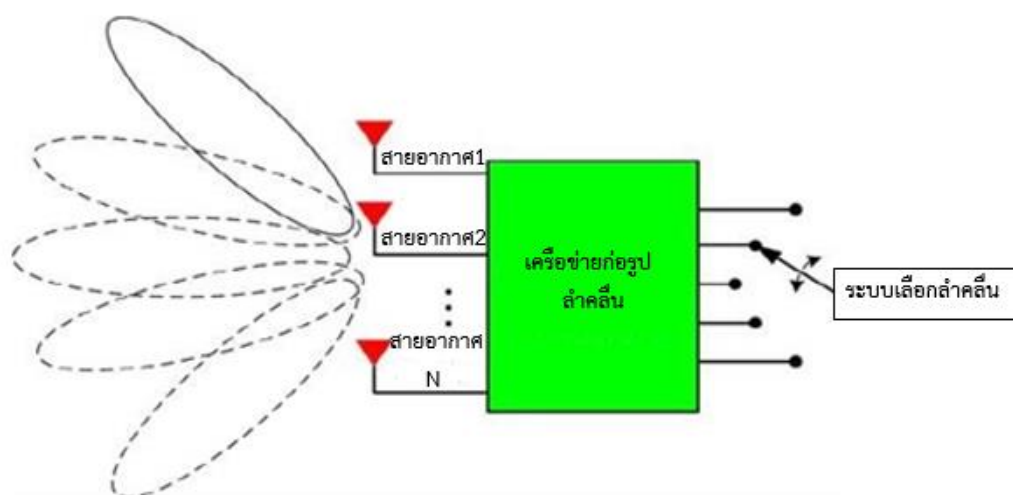
1. สวิตช์ลำคลื่นเพื่อตรวจหาทิศทางความแรงของสัญญาณ
2. ตัวเลือกลำคลื่นจะทำการเลือกลำคลื่นหนึ่งลำคลื่นที่มีความแรงของสัญญาณแรงที่สุด และจะใช้ลำคลื่นที่เลือกไว้เมื่อผู้ใช้อยู่กับที่
3. เปลี่ยนลำคลื่นเดิมไปยังลำคลื่นใหม่ที่มีความแรงของสัญญาณดีกว่าหรือเมื่อผู้ใช้เคลื่อนที่ไปยังส่วนอื่น

ข้อดีของสายอากาศแก่งแบบสวิตช์ลำคลื่นสามารถสรุปได้ดังนี้

1. มีความซับซ้อนน้อยเมื่อเทียบกับระบบสายอากาศแก่งแบบปรับลำคลื่น
2. ในกรณีที่ใช้จำนวนสายอากาศไม่มากนัก ระบบสายอากาศแก่งแบบสวิตช์ลำคลื่นจะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับระบบสายอากาศแก่งแบบปรับลำคลื่น

ข้อเสียของสายอากาศแก่งแบบสวิตช์ลำคลื่นสามารถสรุปได้ดังนี้

1. มีอัตราการขยายของสัญญาณต่ำในทิศทางที่อยู่ระหว่างลำคลื่น
2. การลดจำนวนสัญญาณแทรกสอดมีข้อจำกัด



รูปที่ 2.1 สายอากาศแก่งชนิดสวิตช์ลำคลื่น

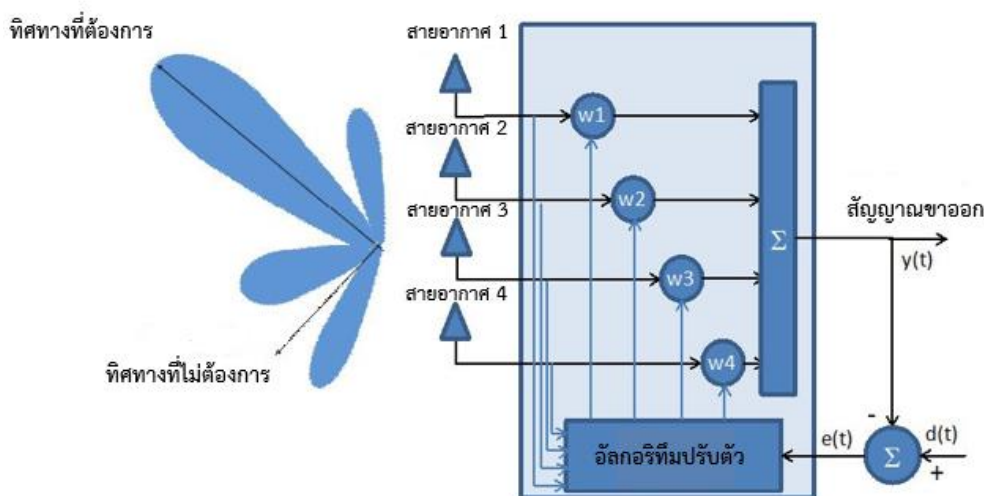
ที่มา: <https://www.slideshare.net/RajibKumar/smart-antenna>

2.1.1.2 สายอากาศแก่งชนิดปรับตัวได้ (adaptive antennas)

สายอากาศประเภทนี้มีจำนวนแบบรูปลำคลื่นไม่จำกัด และสามารถปรับเปลี่ยนแบบรูปได้ตลอดเวลา หลักการทำงานของสายอากาศประเภทนี้คือ เมื่อมีสัญญาณมาตกกระทบสายอากาศ สัญญาณจะถูกส่งมาที่ส่วนอัลกอริทึมแบบปรับตัว (adaptive algorithm) เพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่วงน้ำหนักของสัญญาณจากนั้นส่งค่ากลับไปถ่วงน้ำหนักเพื่อคูณเข้ากับสัญญาณที่ตกกระทบสายอากาศโดยระบบจะทำงานแบบนี้วนซ้ำไปเรื่อย ๆ จนได้สัญญาณที่ดีที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.2

ข้อดีของระบบสายอากาศแก่งแบบปรับลำคลื่น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. มีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณแทรกสอด (Signal to Noise Ratio: SNR) สูง
2. ข้อเสียของระบบสายอากาศแก่งแบบปรับลำคลื่น สามารถสรุปได้ดังนี้
 1. มีความซับซ้อนสูงเมื่อเทียบกับสายอากาศแบบสวิตช์ลำคลื่น
 2. ต้องการสัญญาณอ้างอิงที่ดีเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด
 3. ต้องการหน่วยประมวลผลที่มีความเร็วสูง



รูปที่ 2.2 สายอากาศแก่งชนิดปรับตัวได้

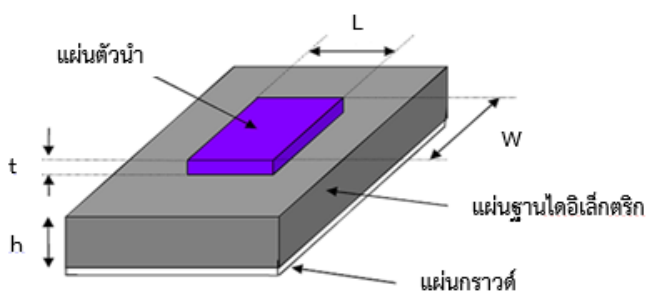
ที่มา: <https://www.slideshare.net/mohammadshoeb1485/smart-antenna1>

2.1.2 สายอากาศไมโครสตริป

สายอากาศแบบไมโครสตริป (microstrip antennas) ได้เริ่มถูกใช้งานครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2513 อย่างไรก็ตามแนวความคิดครั้งแรกเกิดขึ้นโดย G.A. Deschamps ตั้งแต่เมื่อปี พ.ศ. 2496 และถูกจดสิทธิบัตรตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2498 แต่สาเหตุที่ในช่วงแรกไม่มีการพัฒนานำไปใช้งานเนื่องจากสายอากาศชนิดนี้มีประสิทธิภาพต่ำแต่มีข้อดีตรงที่มีขนาดเล็ก ซึ่งเหมาะกับงานด้านความถี่สูง เช่น ความถี่ยูเอชเอฟ (UHF) ขึ้นไป กล่าวได้ว่าสายอากาศชนิดนี้เป็นการพัฒนารูปแบบหนึ่งของสายอากาศเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์ขนาดเล็ก เช่น โทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์จึงมีลักษณะแบนคล้ายกับแผ่นทองแดงทั่วไป และเนื่องจากถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับความถี่ใดความถี่หนึ่งโดยเฉพาะ รูปร่างจึงแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของความถี่ใช้งานเป็นหลัก และเนื่องจากสายอากาศชนิดนี้เป็นสายอากาศที่ออกแบบได้ง่ายที่สุด จึงมีนักวิจัยให้ความสนใจออกแบบเป็นอย่างมาก

รูปแบบพื้นฐานของสายอากาศไมโครสตริปสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือสายอากาศไมโครสตริปแบบแผ่น (microstrip patch antenna) สายอากาศไมโครสตริปแบบไดโพล (microstrip dipole antenna) และ สายอากาศไมโครสตริปแบบช่องเปิด (microstrip slot antenna) ในแต่ละชนิดจะมีรูปแบบและคุณสมบัติแตกต่างกันไป ดังนั้นในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน ซึ่งสายอากาศแบบแผ่นนั้นเป็นสายอากาศชนิดหนึ่งที่ได้รับคามนิยมเนื่องจากเป็นสายอากาศที่ออกแบบได้ง่าย มีขนาดเล็กเหมาะกับการใช้งานกับอุปกรณ์ในการสื่อสารไร้สาย เช่น โทรศัพท์มือถือ วิทยุสื่อสาร ซึ่งสายอากาศแบบแผ่นนั้นสามารถใช้งานได้กับทุกย่านความถี่ขึ้นอยู่กับารออกแบบสายอากาศ

สายอากาศไมโครสตริปประกอบด้วย 4 องค์ประกอบพื้นฐานคือ แผ่นตัวนำ แผ่นกราวด์ แผ่นฐานไดอิเล็กตริกและระบบป้อนกำลัง ดังแสดงในรูปที่ 2.3 โดยองค์ประกอบทั้งหมดเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดลักษณะสมบัติของสายอากาศไมโครสตริป ดังนี้



รูปที่ 2.3 องค์ประกอบพื้นฐานของสายอากาศไมโครสตริป

ที่มา: <http://techemersion.blogspot.com/2012/07/international-journal-of-soft-computing.html>

2.1.2.1 แผ่นตัวนำ

แผ่นตัวนำทำหน้าที่เป็นตัวแผ่พลังงาน วัสดุที่ใช้เป็นแผ่นตัวนำคือโลหะที่มีค่าความต้านทานต่ำสามารถยึดติดกับฐานไดอิเล็กตริกได้ดี โดยทั่วไปใช้ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น โดยวัสดุที่ใช้ทำแผ่นตัวนำส่งผลต่อความสามารถในการนำกระแส ประสิทธิภาพของสายอากาศ และความยากง่ายในการผลิต นอกจากนี้ขนาดและรูปร่างของแผ่นตัวนำก็เป็นปัจจัยที่กำหนดความถี่ที่ใช้งานและส่งผลต่อแบบรูปการแผ่พลังงาน อิมพีแดนซ์ขาเข้าและแบนด์วิดท์ของสายอากาศ ในส่วนของรูปร่างของแผ่นตัวนำที่นิยมใช้ได้แก่รูปร่างเรขาคณิตต่าง ๆ เช่น สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สามเหลี่ยม วงกลม วงรี เป็นต้น ดังนั้นการพิจารณารูปร่างและขนาดของแผ่นตัวนำจึงขึ้นอยู่กับความถี่ที่ใช้งานความยากง่ายในการผลิต ในปัจจุบันรูปร่างส่วนใหญ่เป็นแผ่นตัวนำแบบสี่เหลี่ยมและวงกลม เนื่องจากผลิตและปรับแต่งได้ง่าย ลักษณะและสมบัติของสายอากาศไม่แตกต่างจากรูปแบบอื่นมาก

2.1.2.2 แผ่นกราวด์

โดยทั่วไปแผ่นกราวด์ทำมาจากโลหะชนิดเดียวกับแผ่นตัวนำแต่มีขนาดใหญ่กว่าแผ่นตัวนำมาก โดยจะยึดติดอีกด้านหนึ่งของแผ่นตัวนำ ทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนคลื่น

2.1.2.3 แผ่นฐานไดอิเล็กตริก

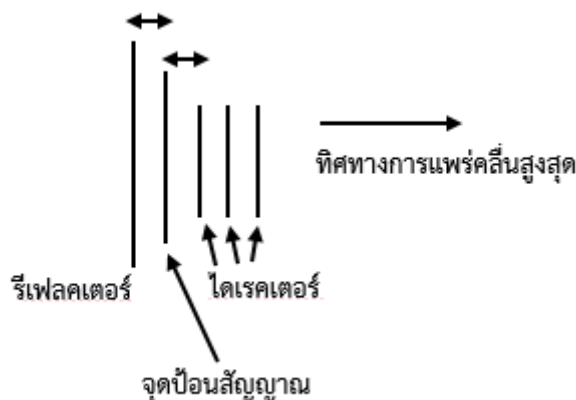
แผ่นฐานไดอิเล็กตริกเป็นองค์ประกอบสำคัญที่กำหนดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสายอากาศ โดยส่วนมากหากค่าคงตัวไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ของแผ่นฐานไดอิเล็กตริกเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้การแผ่พลังงานของสายอากาศลดลงและการแผ่พลังงานของสายอากาศจะเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของแผ่นฐานไดอิเล็กตริกเพิ่มขึ้น

2.1.2.4 จุดป้อนสัญญาณ

โดยส่วนใหญ่จะใช้สายส่งเป็นตัวป้อนสัญญาณให้แก่สายอากาศ และสามารถทำการแมตซ์ชิ่งให้สายอากาศมีค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับอิมพีแดนซ์ของเครื่องส่งหรือรับโดยการปรับตำแหน่งและความยาวของสายส่ง นอกจากนี้ตำแหน่งของส่วนป้อนสัญญาณยังมีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นอีกด้วย โดยวิธีป้อนสัญญาณมีหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น การป้อนสัญญาณโดยตรงให้กับสายอากาศ โดยการป้อนสัญญาณชนิดสายโคแอกเซียลโพรบจะทำให้ตัวนำด้านในของสายเชื่อมต่อกับแผ่นตัวนำและตัวนำด้านนอกต่อกับระนาบกราวด์ การป้อนแบบนี้เป็นวิธีที่ง่ายต่อการสร้างและการปรับการแมตซ์ชิ่งของสายอากาศ จึงเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก

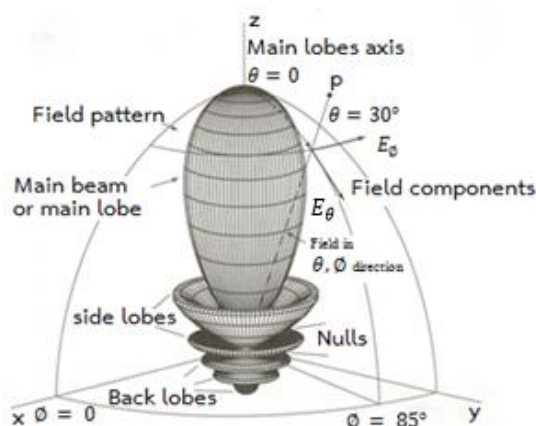
2.1.3 สายอากาศพาราซิติค

สายอากาศพาราซิติค คือ สายอากาศที่ประกอบด้วยองค์ประกอบของพาราซิติคที่มีจำนวนมากกว่าสองตัวซึ่งองค์ประกอบพาราซิติคจะถูกสายอากาศที่ถูกป้อนสัญญาณกระตุ้นให้เกิดการเหนี่ยวนำสนามพลังงาน ทำให้สายอากาศมีทิศทางในการรับและส่งสัญญาณได้ไกลมากยิ่งขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มจุดป้อนสัญญาณ จากรูปที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบของสายอากาศยาก็อูตะซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่งของสายอากาศพาราซิติค จากรูปองค์ประกอบพาราซิติคจะถูกวางขนานกับจุดป้อนสัญญาณของสายอากาศแบบครึ่งคลื่นซึ่งตำแหน่งการวางตัวขององค์ประกอบพาราซิติคเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน เนื่องจากกระแสที่เกิดขึ้นกับองค์ประกอบพาราซิติคเกิดจากแรงดันเหนี่ยวนำไฟฟ้า ทำให้ในบางจุดคลื่นจะไม่ถูกสะท้อนโดยองค์ประกอบพาราซิติคที่มีเฟสและทิศทางการแพร่กระจายของคลื่นที่ตรงกับจุดป้อนสัญญาณโดยองค์ประกอบพาราซิติคสามารถแบ่งออกได้เป็นสองแบบคือ รีเฟล็คเตอร์ (reflector element) และ ไดเรคเตอร์ (director element) โดยแบบรูปการแผ่พลังงานมีทิศทางตรงข้ามกับองค์ประกอบพาราซิติคจะเรียกองค์ประกอบพาราซิติคว่ารีเฟล็คเตอร์ และเมื่อแบบรูปการแผ่พลังงานมีทิศทางเดียวกับองค์ประกอบพาราซิติค และมีความแรงของสัญญาณมากขึ้นจะเรียกองค์ประกอบพาราซิติคว่าไดเรคเตอร์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วรีเฟล็คเตอร์มีกวางห่างจากสายอากาศที่มีการป้อนสัญญาณ 0.15λ และมีขนาดใหญ่กว่าสายอากาศที่ถูกป้อนสัญญาณเล็กน้อย ในส่วนของไดเรคเตอร์มีกวางห่างจากสายอากาศที่ถูกป้อนสัญญาณด้วยระยะห่าง 0.1λ และมีขนาดเล็กกว่าสายอากาศที่ถูกป้อนสัญญาณเล็กน้อย



รูปที่ 2.4 แกวลำดับยาก็อูตะ

2.1.4 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแบบชี้ทิศทาง



รูปที่ 2.5 แบบรูปของสายอากาศแบบชี้ทิศทาง (วิเศษ ศักดิ์ศิริ. 2014: ออนไลน์)

ที่มา: <https://basicsaboutaerodynamicsandavionics.wordpress.com>

แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแบบชี้ทิศทางสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามลักษณะของการแผ่พลังงานดังนี้

พูสัญญาณหลักหรือลำคลื่นหลัก (Major Lobe หรือ Main Lobe)

พูสัญญาณหลัก เป็นพูสัญญาณของการแผ่พลังงานซึ่งอยู่ในทิศทางที่มีการแผ่พลังงานสูงที่สุดสำหรับสายอากาศบางชนิดอาจจะมีพูสัญญาณมากกว่าหนึ่งพูสัญญาณ เช่น พูด้านข้าง พูด้านหลัง เป็นต้น หรืออาจมีพูสัญญาณหลักมากกว่าหนึ่งพูก็ได้

พูด้านข้าง (Side Lobe)

พูด้านข้าง เป็นพูที่อยู่ติดกับพูหลักและอยู่ในครึ่งวงกลมเดียวกับพูหลัก ซึ่งพูด้านข้างควรมีขนาดเล็กเพื่อให้สัญญาณมีความชัดเจนและมีการแทรกสอดน้อย

พูด้านหลัง (Back Lobe)

พูด้านหลัง เป็นลำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจำนวนเล็กน้อยที่พุ่งด้านหลังของสายอากาศ เป็นพูย่อยที่อยู่ในครึ่งวงกลมตรงข้ามพูหลัก ปกติแล้วพูย่อยจะเกิดจากการแพร่กระจายคลื่นในทิศทางที่ไม่ต้องการ ดังนั้นสายอากาศที่ดีจะต้องกำจัดพูเหล่านี้ให้น้อยที่สุด

จากแบบรูปการแผ่พลังงานในส่วนของพูด้านหน้าและพูด้านหลัง สามารถพิจารณาถึงอัตราขยายสูงสุดด้านหน้าและด้านหลัง (Front to Back Ratio หรือ F/B) โดย F/B เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของสายอากาศ ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนของอัตราขยายสูงสุดในทิศทางด้านหน้าหรือพูสัญญาณหลักเปรียบเทียบกับอัตราขยายในทิศทางด้านหลังหรือพูด้านหลัง โดยเปรียบเทียบออกมาเป็นค่าความแตกต่างของอัตราขยายในรูปแบบของเดซิเบล (dB)

ค่าของ F/B สูงหรือต่ำไม่ได้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพของสายอากาศ แต่สามารถใช้เพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมของการออกแบบทิศทางการแพร่กระจายคลื่นที่ต้องการ ค่า F/B จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการนำไปใช้งานเป็นหลัก และเมื่อมีค่า F/B ที่มากจะช่วยลดการสูญเสียการใช้พลังงานไปในทิศทางที่ไม่ต้องการได้มากกว่ากรณีที่มีค่า F/B น้อย



รูปที่ 2.6 รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นเพื่อแสดงถึง F/B

ที่มา: <https://www.slideshare.net/guest60f9f53/02-cdma-antenna-and-feeder-system>

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัย (พิชญา ชัยปัญญา. 2557) ได้นำเสนอการออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้สายอากาศเพียงต้นเดียวทำงานร่วมกับสายอากาศพาราซิติคสำหรับเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย ซึ่งสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้โดยการเปิดและลัดวงจรที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของพาราซิติค โดยสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้ 8 ทิศทาง คือ 45° , 0° , 315° , 270° , 225° , 180° , 135° และ 90° ทิศทางของลำคลื่นหลักจะตรงกับตำแหน่งของวงแหวนพาราซิติคที่ถูกเปิดวงจร

จากงานวิจัยของ นายกฤตกร นวลจันทร์ นายเกียรติศักดิ์ กลิ่นบัวขาว นางสาวธนาภรณ์ มหาสมบูรณ์ งานวิจัยนี้ทำการออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้สายอากาศเพียงต้นเดียวทำงานร่วมกับสายอากาศพาราซิติค เพื่อประยุกต์ใช้งานในย่านความถี่ 2.45 GHz โดยสายอากาศสามารถสวิตช์ลำคลื่นในแนวระนาบได้ทั้งหมด 8 ทิศทาง ซึ่งสายอากาศในงานวิจัยนี้ถูกออกแบบโดยใช้โปรแกรม CST Microwave Studio เพื่อหาตำแหน่งจุดป้อนสัญญาณและตำแหน่งของการวางสายอากาศพาราซิติคที่ดีที่สุด ในงานวิจัยนี้ใช้วงแหวนพาราซิติคในการลัดวงจร ตำแหน่งที่ถูกลัดวงจรจะทำหน้าที่เป็นตัวนำสัญญาณ ส่วนพาราซิติคตำแหน่งที่เปิดวงจรทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนคลื่น โดยทิศทางของลำคลื่นจะหันไปด้านตรงข้ามกับตำแหน่งที่เปิดวงจร

จากงานวิจัยข้างต้นจะพบว่าแบบรูปการแผ่พลังงานมีพุด้านหลังที่ใกล้เคียงกันทำให้เกิดสัญญาณแทรกสอดจากด้านหลังขึ้น ดังนั้นโครงงานนี้จึงทำการเสนอการลดพุด้านหลังของสายอากาศ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของสายอากาศที่ดีขึ้น

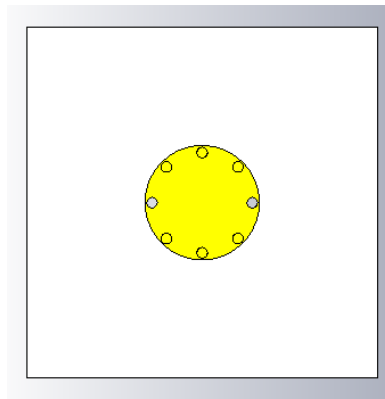
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

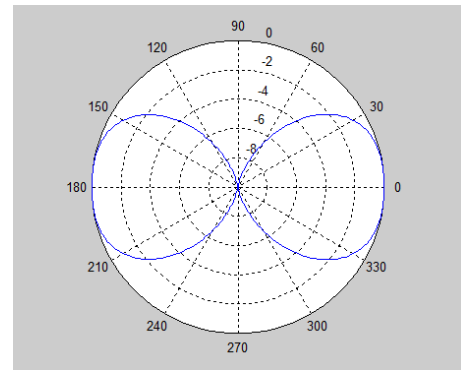
ในบทนี้ประกอบด้วยส่วนของการออกแบบสายอากาศโดยใช้โปรแกรม CST Microwave Studio ซึ่งมีการกำหนดขนาดของสายอากาศและองค์ประกอบพาราซิติค รวมถึงกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ในการวางสายอากาศ ทั้งตำแหน่งจุดป้อนสัญญาณและตำแหน่งการลัดวงจร เพื่อให้สายอากาศสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้และมีการลดลงของพูด้านหลังของสายอากาศซึ่งจะทำให้สายอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการแทรกสอดของสัญญาณลดลง

3.1 รูปแบบสายอากาศที่ทำการออกแบบ

ในส่วนของการออกแบบสายอากาศ เริ่มแรกจะทำการออกแบบสายอากาศที่สามารถสวิตช์ลำคลื่นได้ โดยใช้สายอากาศเพียงต้นเดียวและสวิตช์ลำคลื่นได้โดยการลัดหรือเปิดวงจร โดยทำการออกแบบสายอากาศโดยใช้โปรแกรม CST Microwave Studio และปรับขนาดของแผ่นตัวนำ กราวด์ วัสดุฐานรอง และตำแหน่งจุดลัดวงจร จนสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้ 8 ทิศทาง โดยแสดงโครงสร้างของสายอากาศและแบบรูปการแผ่พลังงานดังรูปที่ 3.1 ถึง 3.9 โดยจะเห็นว่าสายอากาศสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้จริงโดยมีลำคลื่นหลักที่มุม 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° และ 315° อย่างไรก็ตามจากแบบรูปการแผ่พลังงานพบว่าสายอากาศที่ออกแบบยังคงมีพูด้านหลังที่มีค่าสูงอยู่ ดังนั้นขั้นตอนต่อไปจะเป็นการจำลองการลดพูด้านหลังของสายอากาศโดยอาศัยองค์ประกอบพาราซิติค ซึ่งมีรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

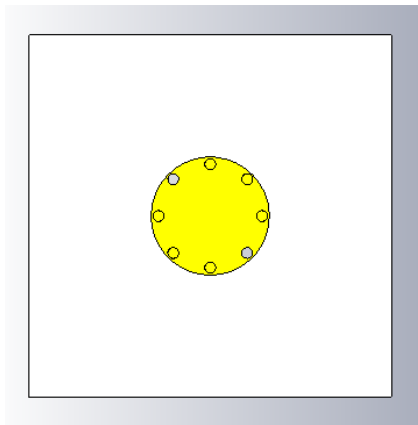


(ก)

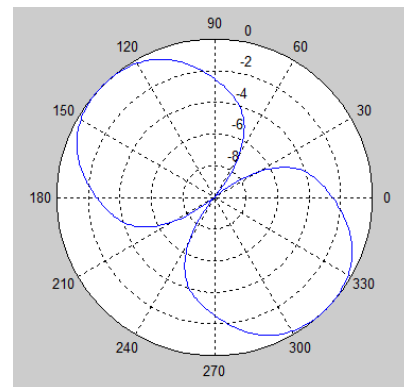


(ข)

รูปที่ 3.1 ก) ทำการลัดวงจรบนแผ่นพาราซิติคที่ตำแหน่ง 0° และ 180° ข) แบบรูปการแผ่พลังงานลำคลื่นหลักคือ 0° และ 180°

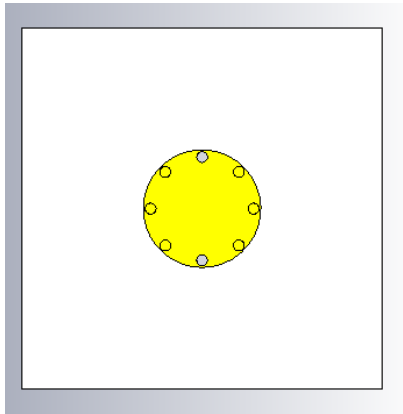


(ก)

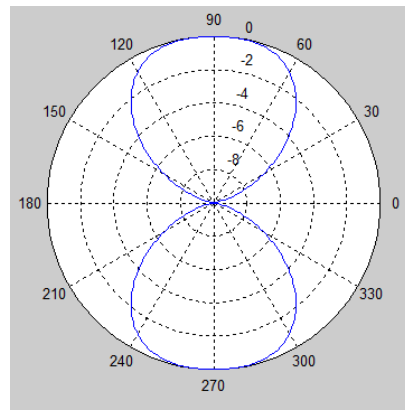


(ข)

รูปที่ 3.2 ก) ทำการลัดวงจรบนแผ่นพาราซิติคที่ตำแหน่ง 135° และ 315° ข) แบบรูปการแผ่พลังงานลำคลื่นหลักคือ 135° และ 315°

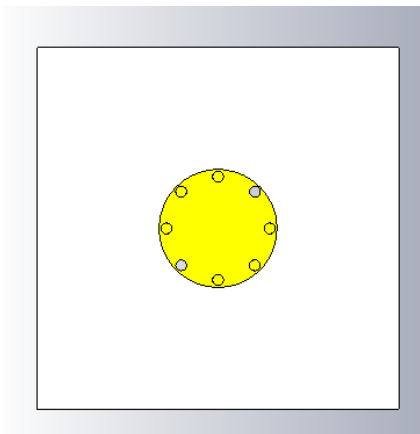


(ก)

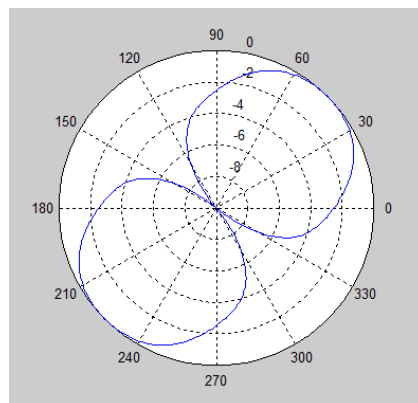


(ข)

รูปที่ 3.3 ก) ทำการลัดวงจรบนแผ่นพาราซิติคที่ตำแหน่ง 90° และ 270° ข) แบบรูปการแผ่พลังงานลำคลื่นหลักคือ 90° และ 270°



(ก)

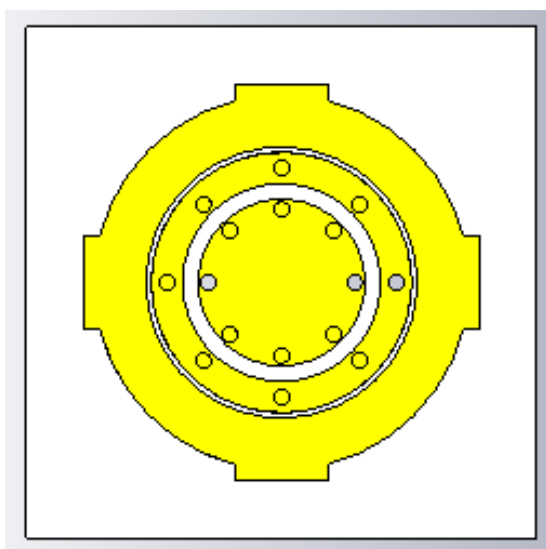


(ข)

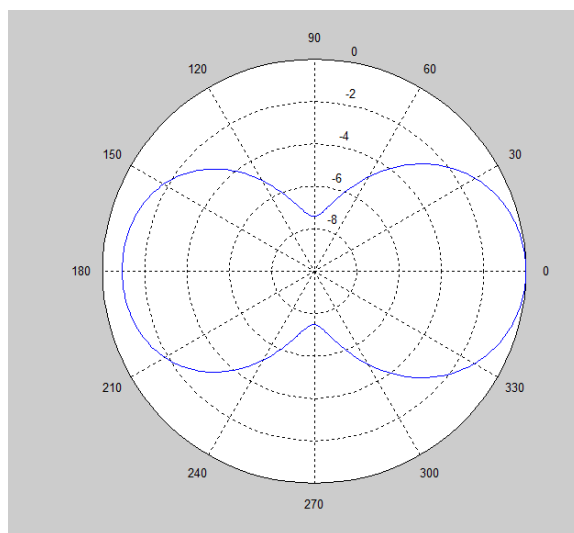
รูปที่ 3.4 ก) ทำการลัดวงจรบนแผ่นพาราซิติคที่ตำแหน่ง 45° และ 225° ข) แบบรูปการแผ่พลังงานลำคลื่นหลักคือ 45° และ 225°

3.1.1 รูปแบบที่ 1

ทำการออกแบบสายอากาศโดยสร้างวงแหวนพาราซิติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ 2 ชั้น จากนั้นเพิ่มแผ่นพาราซิติคี่เหลี่ยมเข้ากับวงแหวนพาราซิติกด้านนอกทั้ง 4 ด้าน และทำการลัดวงจรบนวงแหวนพาราซิติค ดังแสดงในรูปที่ 3.5 (ก) และมีแบบรูปการแผ่พลังงาน ดังรูปที่ 3.5 (ข)



(ก)



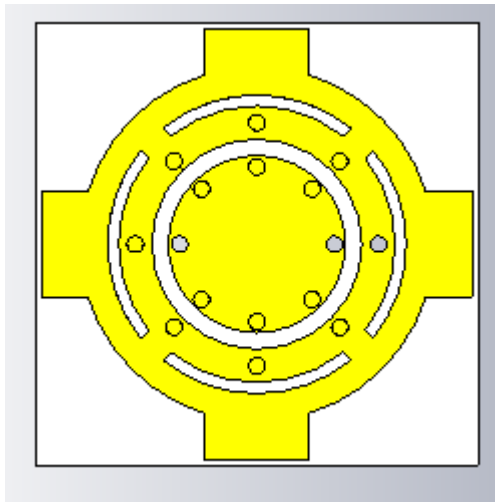
(ข)

รูปที่ 3.5 ก) โครงสร้างของสายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อสร้างวงแหวนล้อมรอบพาราซิติค 2 ชั้น และเพิ่มแผ่นพาราซิติคี่เหลี่ยมเข้ากับวงแหวนด้านนอกทั้ง 4 ด้าน ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

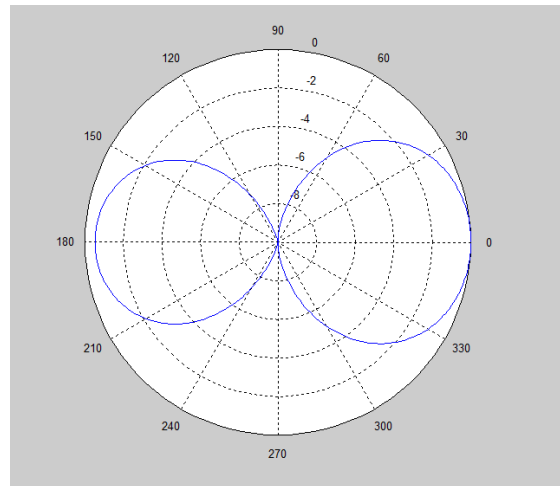
จากผลการจำลองแบบในรูปที่ 3.5 (ข) จะเห็นว่า สายอากาศสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้ตามที่ต้องการ แต่แบบรูปการแผ่พลังงานยังไม่เป็นไปตามที่ต้องการ เนื่องจากพู่ด้านหลังยังมีค่าใกล้เคียงกับพู่หลัก ส่งผลให้ระบบยังคงได้รับผลกระทบจากสัญญาณแทรกสอดจากพู่หลังของสายอากาศอยู่

3.1.2 รูปแบบที่ 2

ทำการออกแบบสายอากาศโดยสร้างวงแหวนพาราซิติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ 2 ชั้น จากนั้นเพิ่มแผ่นพาราซิติคเข้ากับวงแหวนพาราซิติคชั้นนอกทั้ง 4 ด้าน ต่อมาทำการเพิ่มแผ่นพาราซิติคสี่เหลี่ยมระหว่างวงแหวนพาราซิติคชั้นนอก และทำการลัดวงจรบนวงแหวนพาราซิติค ดังแสดงในรูปที่ 3.6 (ก) และมีแบบรูปการแผ่พลังงาน ดังรูปที่ 3.6 (ข)



(ก)



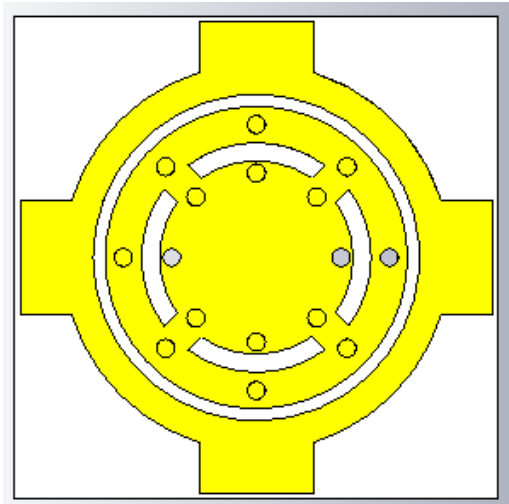
(ข)

รูปที่ 3.6 ก) โครงสร้างของสายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อเพิ่มแผ่นพาราซิติคสี่เหลี่ยมเข้ากับวงแหวนพาราซิติคชั้นนอกทั้ง 4 ด้าน และเพิ่มแผ่นพาราซิติคสี่เหลี่ยมเข้าระหว่างวงแหวนพาราซิติคชั้นนอก ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

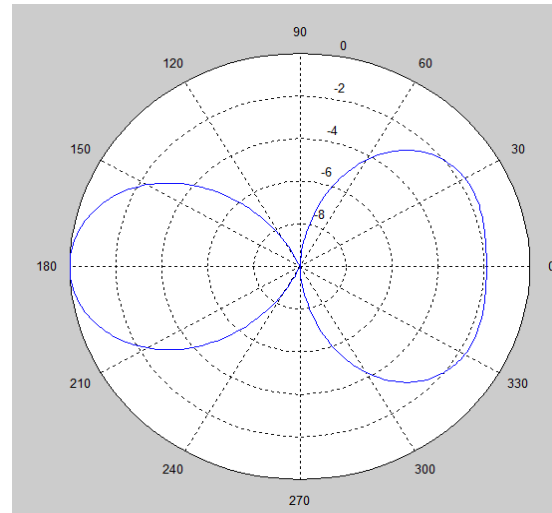
จากผลการจำลองแบบในรูปที่ 3.6 (ข) จะเห็นว่า สายอากาศสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้ตามที่ต้องการ แต่แบบรูปการแผ่พลังงานยังไม่เป็นไปตามที่ต้องการ เนื่องจากพู่ด้านหลังยังมีค่าใกล้เคียงกับพู่หลัก ส่งผลให้ระบบคงได้รับผลกระทบจากสัญญาณแทรกสอดจากพู่หลังอยู่

3.1.3 รูปแบบที่ 3

ทำการออกแบบสายอากาศโดยสร้างวงแหวนพาราซิติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ 2 ชั้น โดยเพิ่มแผ่นพาราซิติคสี่เหลี่ยมเข้ากับวงแหวนพาราซิติคชั้นนอกทั้ง 4 ด้าน และเพิ่มแผ่นพาราซิติคสี่เหลี่ยมระหว่างวงแหวนพาราซิติคชั้นใน จากนั้นทำการลัดวงจรบนวงแหวนพาราซิติค ดังแสดงในรูปที่ 3.7 (ก) และมีแบบรูปการแผ่พลังงาน ดังรูปที่ 3.7 (ข)



(ก)



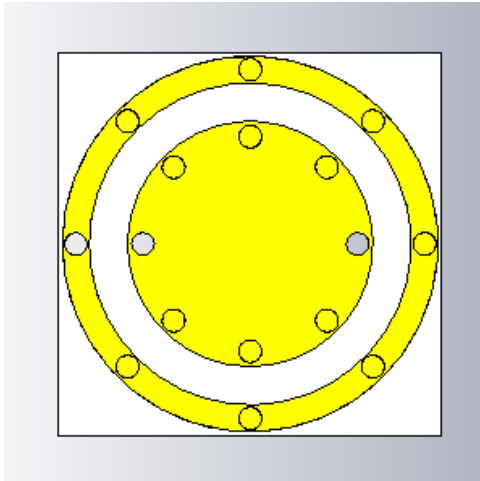
(ข)

รูปที่ 3.7 ก) โครงสร้างของสายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อทำการเพิ่มวงแหวนพาราซิติค 2 ชั้น จากนั้นเพิ่มแผ่นพาราซิติคสี่เหลี่ยมทั้ง 4 ด้าน และเพิ่มระหว่างวงแหวนชั้นใน ข) รูปแบบการแผ่พลังงานของสายอากาศ

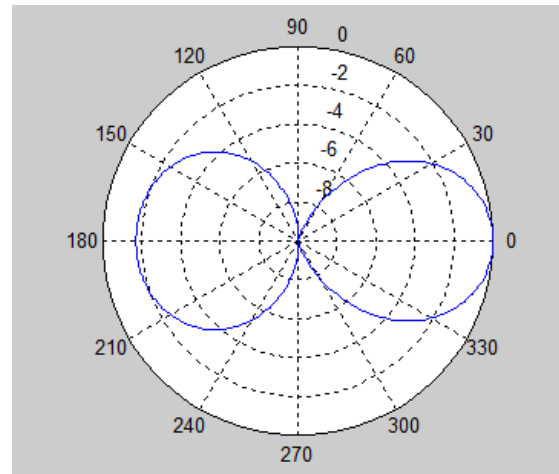
จากผลการจำลองแบบในรูปที่ 3.7 (ข) จะเห็นว่า สายอากาศสามารถสวิตซ์ลำคลื่นได้ตามที่ต้องการ แต่แบบรูปการแผ่พลังงานยังไม่เป็นไปตามที่ต้องการ เนื่องจากพู่ด้านหลังยังมีค่าใกล้เคียงกับพู่หลัก ส่งผลให้ระบบคงได้รับผลกระทบจากสัญญาณแทรกสอดจากพู่หลังอยู่

3.1.4 รูปแบบที่ 4

ทำการออกแบบสายอากาศโดยสร้างวงแหวนพาราซิติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ และทำการลัดวงจรบนวงแหวนพาราซิติค ดังแสดงในรูปที่ 3.8 (ก) และมีแบบรูปการแผ่พลังงาน ดังรูปที่ 3.8 (ข)



(ก)



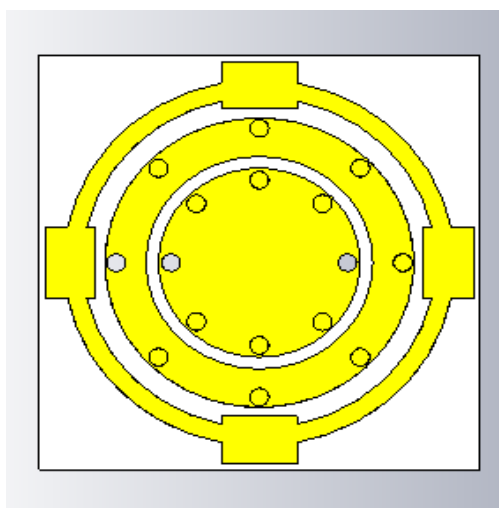
(ข)

รูปที่ 3.8 ก) โครงสร้างของสายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อทำการสร้างวงแหวนพาราซิติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ **ข)** รูปแบบการแผ่พลังงานของสายอากาศ

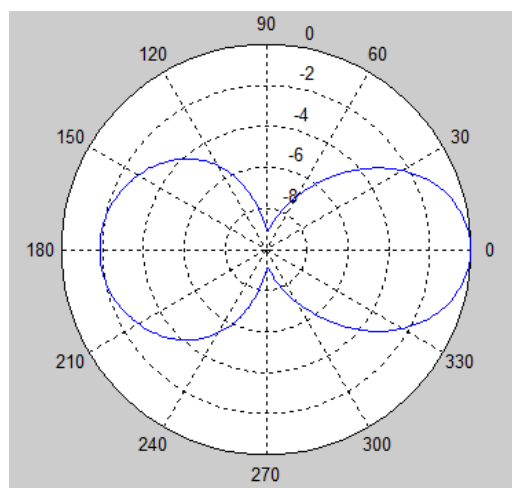
จากผลการจำลองแบบในรูปที่ 3.8 (ข) จะเห็นว่า สายอากาศสามารถสวิตซ์ลำคลื่นได้ตามที่ต้องการ แต่แบบรูปการแผ่พลังงานยังไม่เป็นไปตามที่ต้องการ เนื่องจากพูด้านหลังยังมีค่าใกล้เคียงกับพูด้านหลัก ส่งผลให้ระบบคงได้รับผลกระทบจากสัญญาณแทรกสอดจากพูด้านหลังอยู่

3.1.5 รูปแบบที่ 5

ทำการออกแบบสายอากาศโดยสร้างวงแหวนพาราซีติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ 2 ชั้น จากนั้นเพิ่มแผ่นพาราซีติกสี่เหลี่ยมทั้ง 4 ด้าน และทำการลัดวงจรบนวงแหวนพาราซีติก ดังแสดงในรูปที่ 3.9 (ก) และมีรูปแบบการแผ่พลังงาน ดังรูปที่ 3.9 (ข)



(ก)



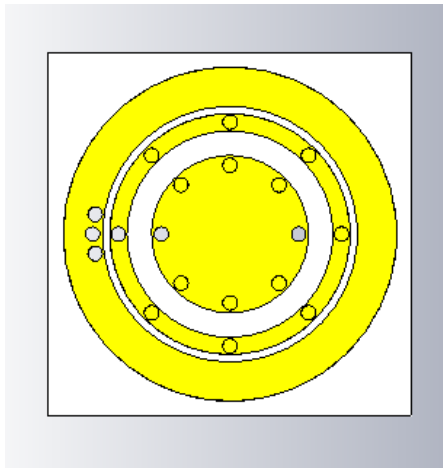
(ข)

รูปที่ 3.9 ก) โครงสร้างของสายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อทำการสร้างวงแหวนพาราซีติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ 2 ชั้น และเพิ่มแผ่นพาราซีติกสี่เหลี่ยมทั้ง 4 ด้าน ข) รูปแบบการแผ่พลังงานของสายอากาศ

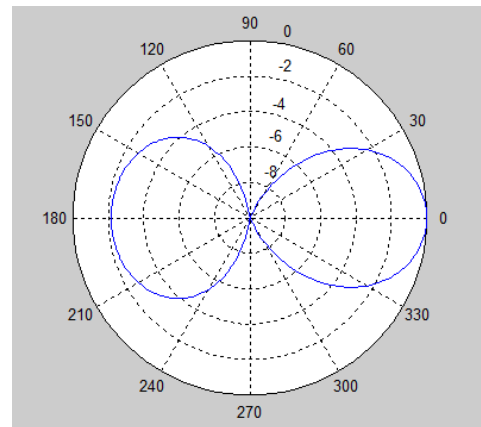
จากผลการจำลองแบบในรูปที่ 3.9 (ข) จะเห็นว่า สายอากาศสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้ตามที่ต้องการ แต่แบบรูปการแผ่พลังงานยังไม่เป็นไปตามที่ต้องการ เนื่องจากพู่ด้านหลังยังมีค่าใกล้เคียงกับพู่หลัก ส่งผลให้ระบบคงได้รับผลกระทบจากสัญญาณแทรกสอดจากพู่หลังอยู่

3.1.6 รูปแบบที่ 6

ทำการออกแบบสายอากาศโดยสร้างวงแหวนพาราซีติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ 2 ชั้น โดยให้วงแหวนพาราซีติกชั้นนอกมีขนาดใหญ่กว่าวงแหวนพาราซีติกชั้นใน และทำการลัดวงจรบนวงแหวนพาราซีติก ดังแสดงในรูปที่ 3.10 (ก) และมีรูปแบบการแผ่พลังงาน ดังรูปที่ 3.10 (ข)



(ก)



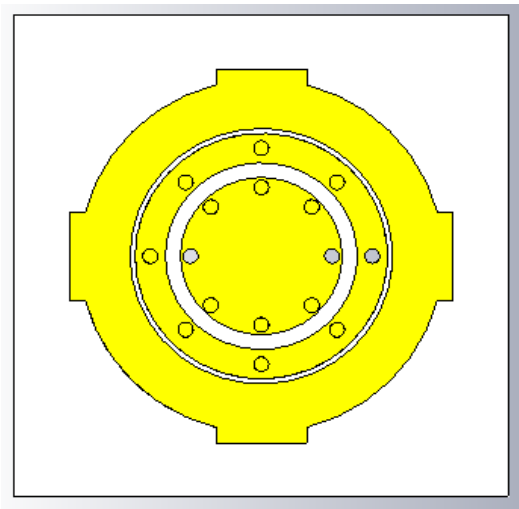
(ข)

รูปที่ 3.10 ก) โครงสร้างของสายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อทำการสร้างวงแหวนพาราซีติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ 2 ชั้น โดยให้วงแหวนพาราซีติกชั้นนอกมีขนาดใหญ่กว่าวงแหวนพาราซีติกชั้นใน ข) รูปแบบการแผ่พลังงานของสายอากาศ

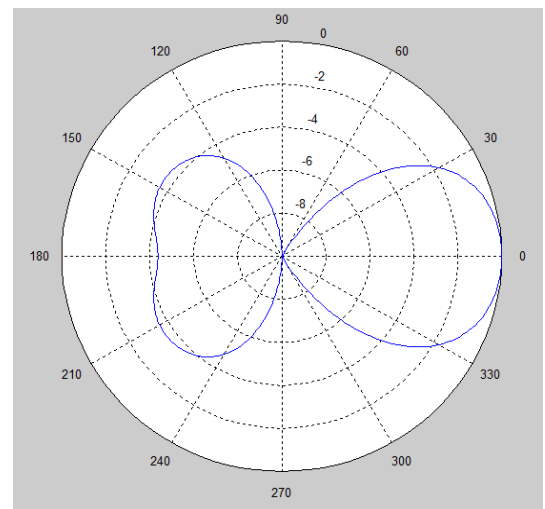
จากผลการจำลองแบบในรูปที่ 3.10 (ข) จะเห็นว่า สายอากาศสามารถสวิตซ์ลำคลื่นได้ตามที่ต้องการ แต่แบบรูปการแผ่พลังงานยังไม่เป็นไปตามที่ต้องการ เนื่องจากพู่ด้านหลังยังมีค่าใกล้เคียงกับพู่หลัก ส่งผลให้ระบบคงได้รับผลกระทบจากสัญญาณแทรกสอดจากพู่หลังอยู่

3.1.7 รูปแบบที่ 7

ทำการออกแบบสายอากาศโดยสร้างวงแหวนพาราซิติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ 2 ชั้น โดยให้วงแหวนพาราซิติกชั้นนอกมีขนาดใหญ่กว่าวงแหวนพาราซิติกชั้นใน จากนั้นเพิ่มแผ่นพาราซิติกสี่เหลี่ยมทั้ง 4 ด้าน และทำการลัดวงจรบนวงแหวนพาราซิติก ดังแสดงในรูปที่ 3.10 (ก) และมีรูปแบบการแผ่พลังงานดังรูปที่ 3.10 (ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ



(ก)



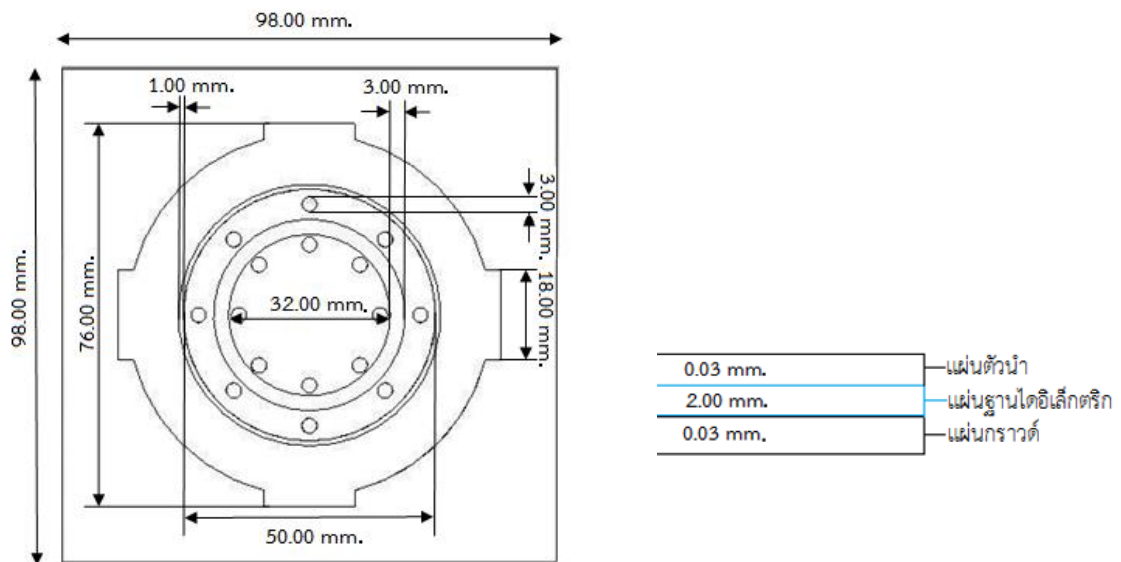
(ข)

รูปที่ 3.11 ก) โครงสร้างของสายอากาศจากการจำลองแบบเมื่อทำการสร้างวงแหวนพาราซิติกล้อมรอบแผ่นตัวนำ 2 ชั้น โดยให้วงแหวนพาราซิติกชั้นนอกมีขนาดใหญ่กว่าวงแหวนพาราซิติกชั้นใน จากนั้นเพิ่มแผ่นพาราซิติกสี่เหลี่ยมทั้ง 4 ด้าน ข) รูปแบบการแผ่พลังงานของสายอากาศ

จากผลจากการจำลองแบบในรูปที่ 3.11 (ข) จะเห็นว่าสายอากาศสามารถสวิตซ์ลำคลื่นได้ตามที่ต้องการ และรูปแบบการแผ่พลังงานเป็นไปตามที่ต้องการ เนื่องจากพู่ด้านหลังมีขนาดลดลงทำให้มีสัญญาณแทรกสอดลดลง

ดังนั้นโครงการนี้จึงใช้โครงสร้างของสายอากาศดังกล่าวเป็นโครงสร้างพื้นฐานในการสวิตซ์ลำคลื่นและลดพูด้านหลังในทิศทางอื่น ๆ ซึ่งสามารถแสดงโครงสร้างและขนาดของสายอากาศได้ดังรูปที่ 3.12 โดยสายอากาศประกอบด้วยแผ่นตัวนำมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ความหนา 0.03 มิลลิเมตร แผ่นกราวด์มีขนาดความกว้าง 98 มิลลิเมตร ความยาว 98 มิลลิเมตร ความหนา 0.03 มิลลิเมตร แผ่นฐานไดอิเล็กตริกมีขนาดความกว้าง 98 มิลลิเมตร ความยาว 98 มิลลิเมตร ความหนา 2 มิลลิเมตร ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกของแผ่นไมโครสตริปเท่ากับ 4.3 โดยป้อนสัญญาณตรงจุดศูนย์กลางของสายอากาศ

โดยในบทต่อไปจะเป็นการออกแบบสายอากาศให้สามารถสวิตซ์ลำคลื่นได้ในทิศทางอื่น ๆ โดยที่พูด้านหลังจะต้องมีการลดลงในทุก ๆ ทิศทางที่สายอากาศสามารถสวิตซ์ลำคลื่นได้



รูปที่ 3.12 สายอากาศที่ออกแบบ

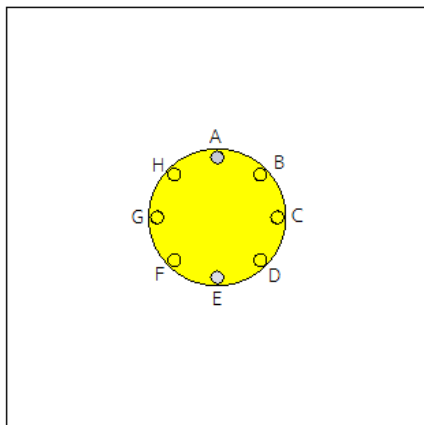
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

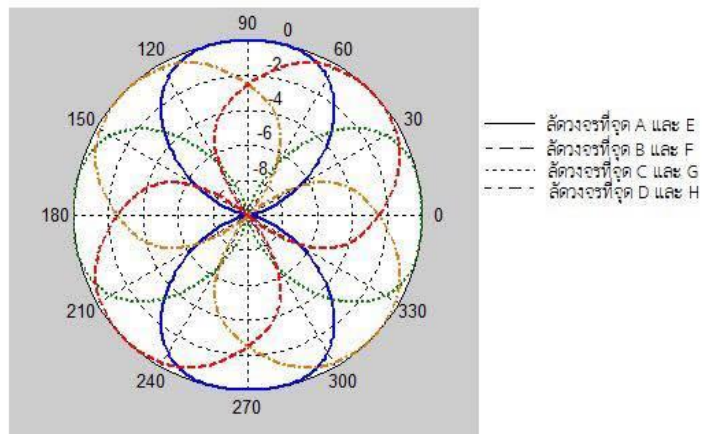
ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองจากการจำลองแบบสายอากาศต้นแบบที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่แล้วด้วยโปรแกรม CST Microwave Studio ผลการจำลองแบบเป็นดังต่อไปนี้

4.1 ผลการจำลองแบบ

ขั้นแรกจะแสดงแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ กรณีที่สายอากาศไม่มีวงแหวนพาราซิติกแต่มีการลัดวงจรที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งจะเห็นว่า สายอากาศมีแบบรูปการแผ่พลังงานในลักษณะที่ทิศทางเพิ่มขึ้นที่ละ 45° ต่อมาทำการเพิ่มวงแหวนพาราซิติกให้กับสายอากาศโดยทำการลัดวงจรที่วงแหวนพาราซิติก ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ซึ่งทำการแบ่งการลัดวงจรออกเป็น 8 กรณี ดังนี้ กรณีที่ 1 ทำการลัดวงจรที่จุด A1 และ A5 สำหรับแผ่นตัวนำด้านในและทำการเปิดวงจรที่ตำแหน่ง B1 ที่วงแหวนพาราซิติกเมื่อให้พาราซิติกทำหน้าที่เป็นไดเร็คเตอร์ กรณีที่ 2 ทำการลัดวงจรที่จุด A2 และ A6 สำหรับแผ่นตัวนำด้านในและทำการเปิดวงจรที่ตำแหน่ง B2 ที่วงแหวนพาราซิติกเมื่อให้พาราซิติกทำหน้าที่เป็นไดเร็คเตอร์ กรณีที่ 3 ทำการลัดวงจรที่จุด A3 และ A7 สำหรับแผ่นตัวนำด้านในและทำการเปิดวงจรที่ตำแหน่ง B3 ที่วงแหวนพาราซิติกเมื่อให้พาราซิติกทำหน้าที่เป็นไดเร็คเตอร์ กรณีที่ 4 ทำการลัดวงจรที่จุด A4 และ A8 สำหรับแผ่นตัวนำด้านในและทำการเปิดวงจรที่ตำแหน่ง B4 ที่วงแหวนพาราซิติกเมื่อให้พาราซิติกทำหน้าที่เป็นไดเร็คเตอร์ กรณีที่ 5 ทำการลัดวงจรที่จุด A1 และ A5 สำหรับแผ่นตัวนำด้านในและทำการเปิดวงจรที่ตำแหน่ง B5 ที่วงแหวนพาราซิติกเมื่อให้พาราซิติกทำหน้าที่เป็นไดเร็คเตอร์ กรณีที่ 6 ทำการลัดวงจรที่จุด A2 และ A6 สำหรับแผ่นตัวนำด้านในและทำการเปิดวงจรที่ตำแหน่ง B6 ที่วงแหวนพาราซิติกเมื่อให้พาราซิติกทำหน้าที่เป็นไดเร็คเตอร์ กรณีที่ 7 ทำการลัดวงจรที่จุด A3 และ A7 สำหรับแผ่นตัวนำด้านในและทำการเปิดวงจรที่ตำแหน่ง B7 ที่วงแหวนพาราซิติกเมื่อให้พาราซิติกทำหน้าที่เป็นไดเร็คเตอร์ กรณีที่ 8 ทำการลัดวงจรที่จุด A4 และ A8 สำหรับแผ่นตัวนำด้านในและทำการเปิดวงจรที่ตำแหน่ง B8 ที่วงแหวนพาราซิติกเมื่อให้พาราซิติกทำหน้าที่เป็นไดเร็คเตอร์ โดยแบบรูปการแผ่พลังงานทั้ง 8 กรณี สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3 ถึง 4.10 โดยจะเห็นว่าพู่ด้านหลังมีขนาดลดลงในตำแหน่งตรงกันข้ามกับพาราซิติกที่ถูกลัดวงจรเพื่อให้เห็นความชัดเจนของการลดลงของพู่หลังจึงนำแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่ไม่มีวงแหวนพาราซิติกเปรียบเทียบกับสายอากาศที่เพิ่มวงแหวนพาราซิติกของการลัดวงจรทั้ง 8 กรณี ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ถึง 4.18 ตามลำดับ

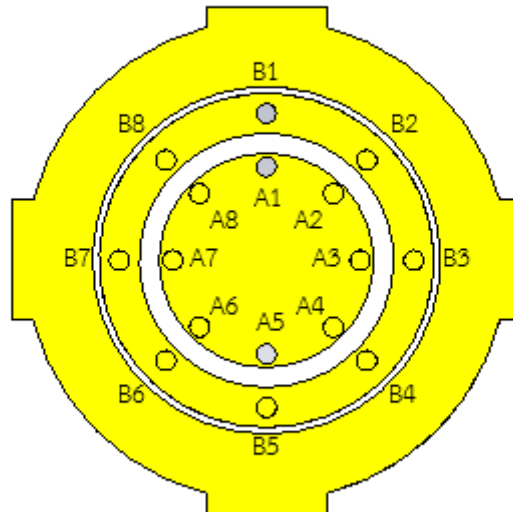


(ก)

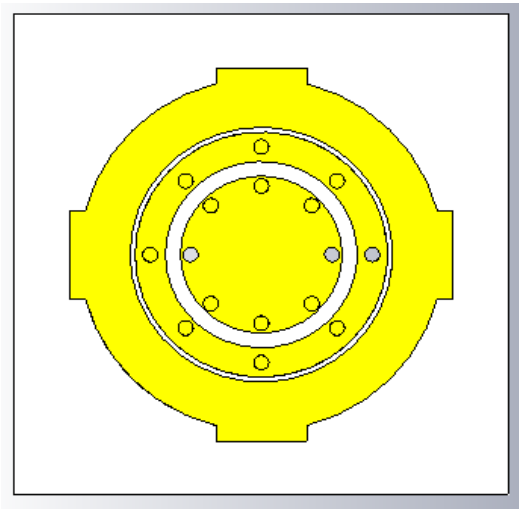


(ข)

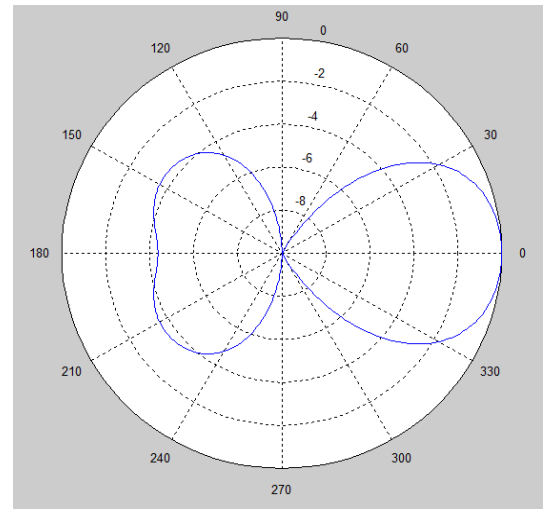
รูปที่ 4.1 แสดงผลการจำลองเมื่อสายอากาศไม่มีวงแหวนพาราซิติค ก) โครงสร้างของสายอากาศก่อนการลดพู่ด้านหลังของสายอากาศ ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศทั้ง 8 ทิศทาง



รูปที่ 4.2 ตำแหน่งที่ลัดวงจร

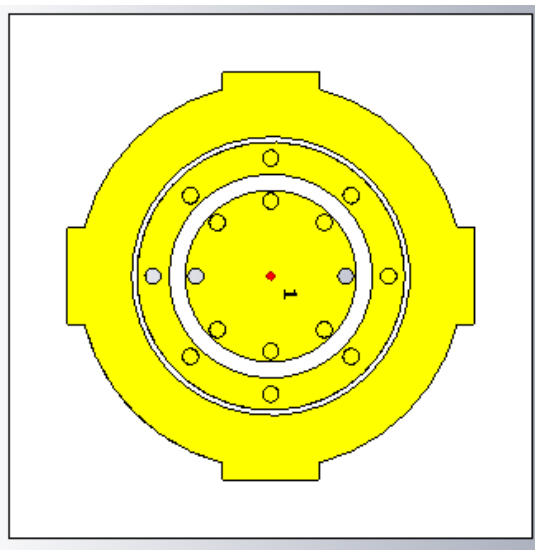


(ก)

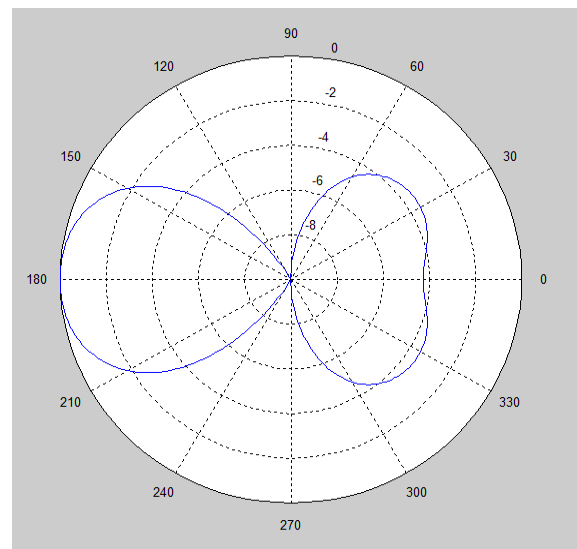


(ข)

รูปที่ 4.3 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 1 ก) โครงสร้างของสายอากาศ ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

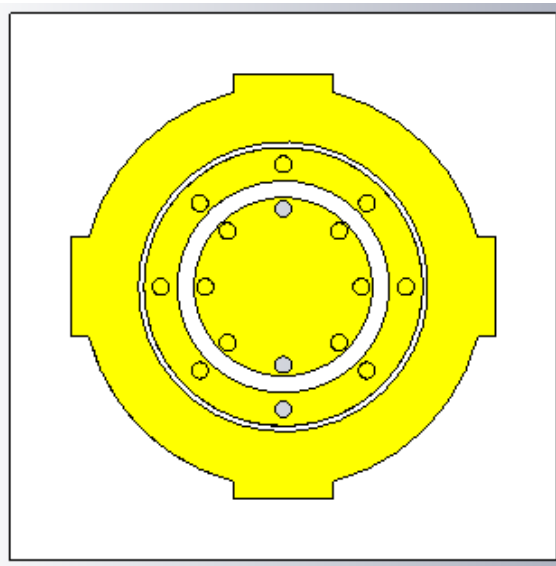


(ก)

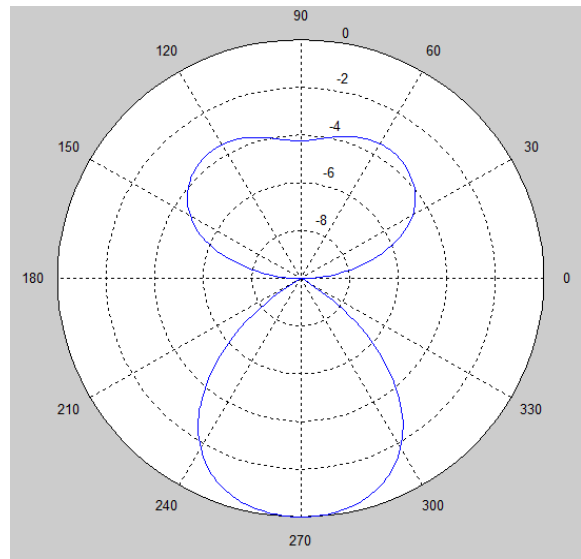


(ข)

รูปที่ 4.4 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 2 ก) โครงสร้างของสายอากาศ ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

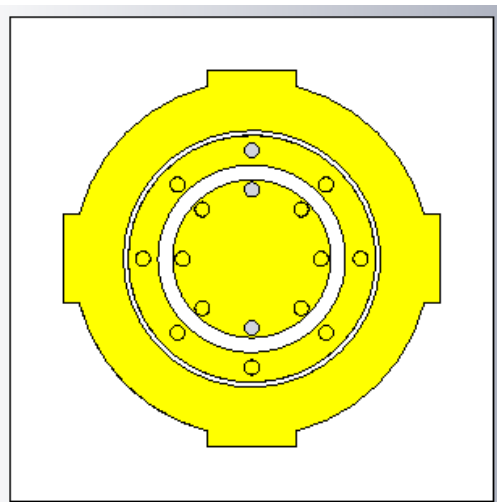


(ก)

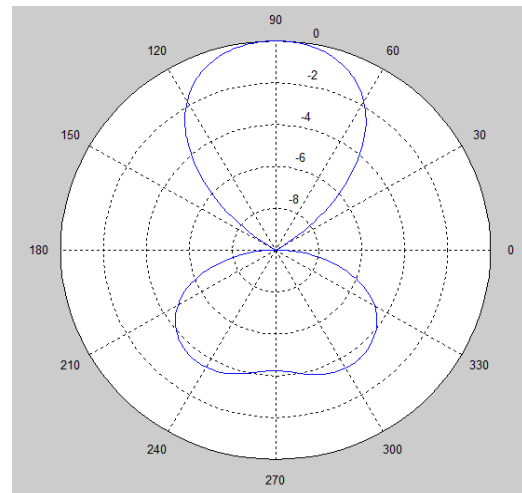


(ข)

รูปที่ 4.5 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 3 ก) โครงสร้างของสายอากาศ ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ



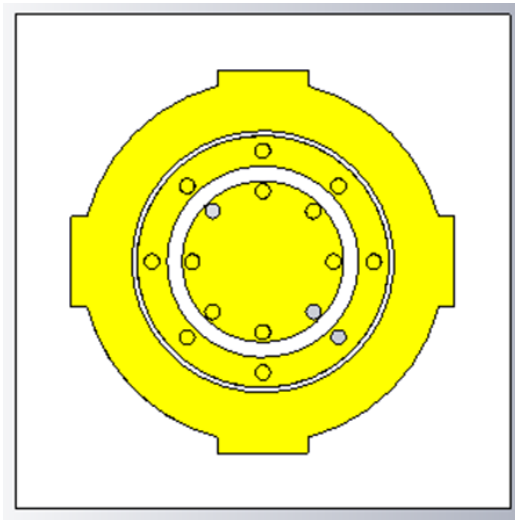
(ก)



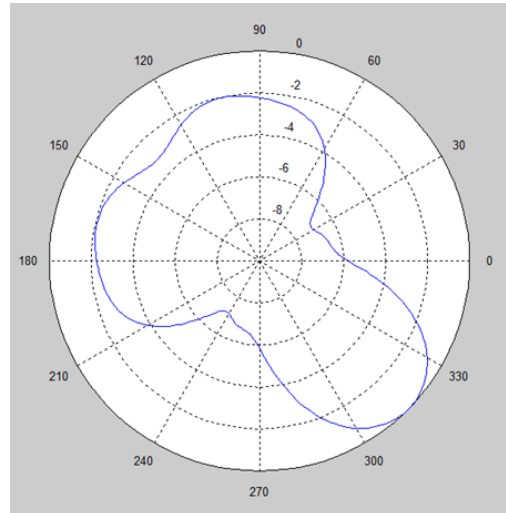
(ข)

รูปที่ 4.6 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 4 ก) โครงสร้างของสายอากาศ ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

จากรูปที่ 4.3 ถึง 4.6 แสดงแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศในทิศทาง 0° 90° 180° และ 270° โดยพู่ด้านหลังของสายอากาศมีค่าลดลง สายอากาศทั้ง 4 กรณีนี้อัตราขยาย 7.63 dBi และมีค่า F/B เท่ากับ 5.71 dB

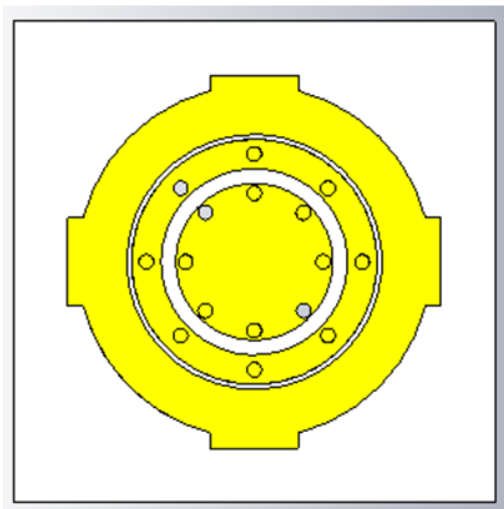


(ก)

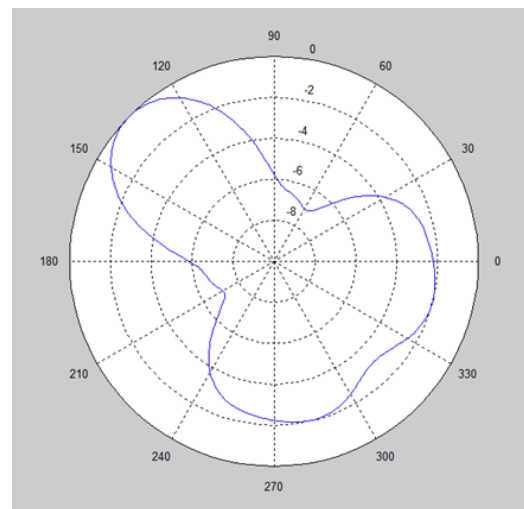


(ข)

รูปที่ 4.7 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 5 ก) โครงสร้างของสายอากาศ ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

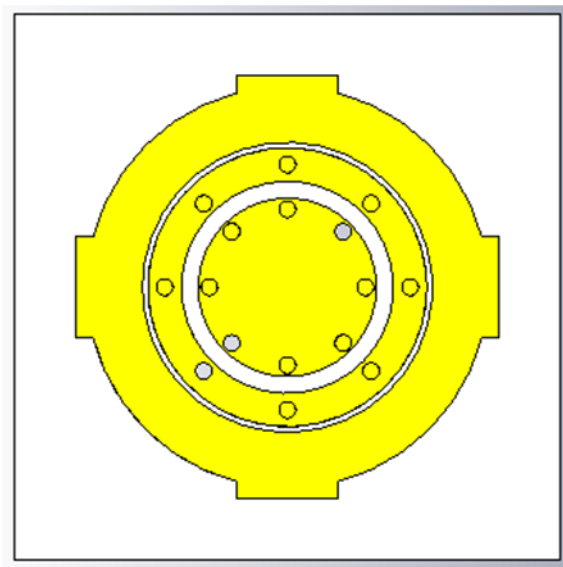


(ก)

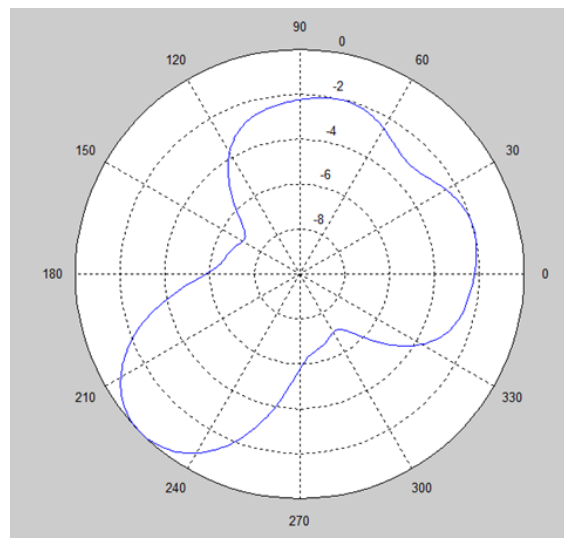


(ข)

รูปที่ 4.8 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 6 ก) โครงสร้างของสายอากาศ ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

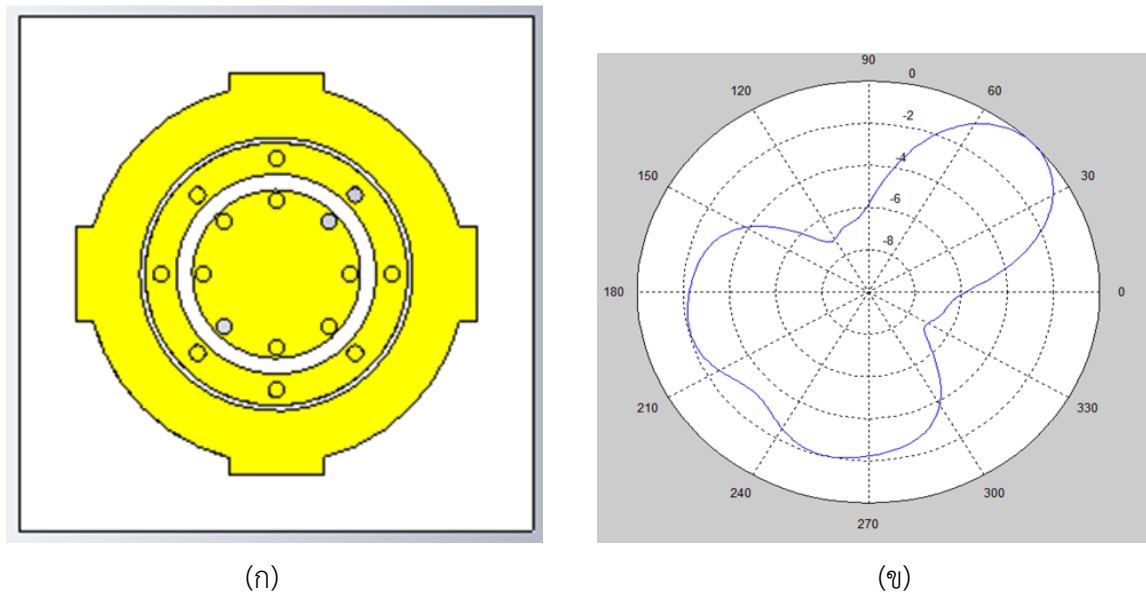


(ก)



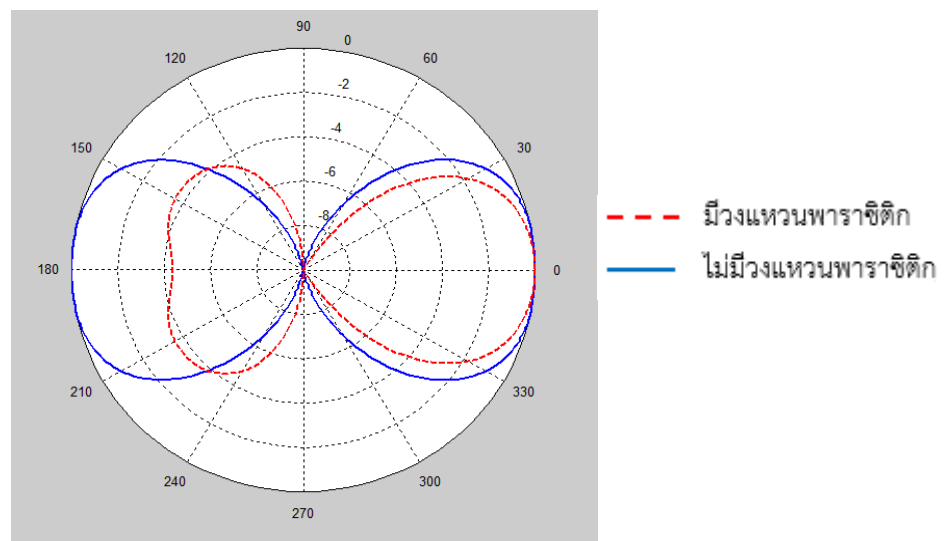
(ข)

รูปที่ 4.9 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 7 ก) โครงสร้างของสายอากาศ ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

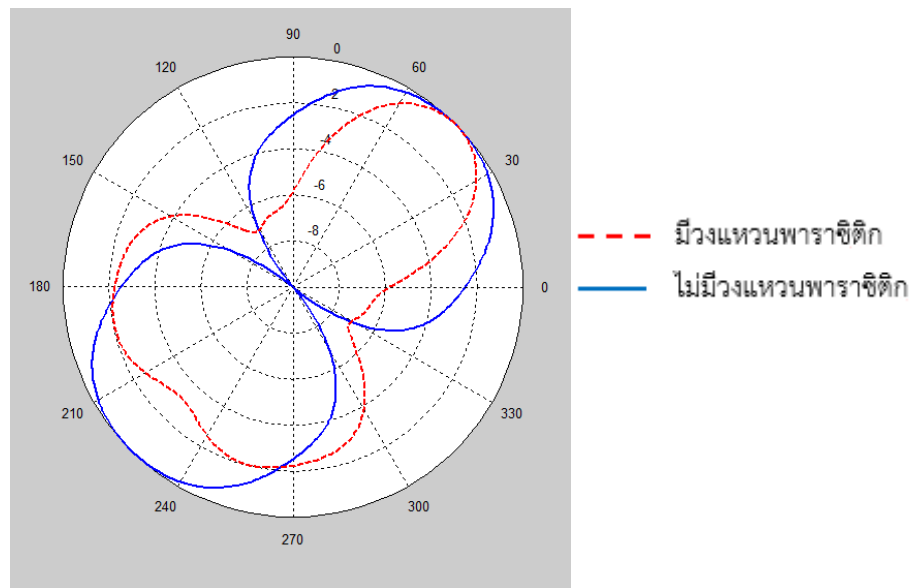


รูปที่ 4.10 แสดงผลการจำลองแบบของสายอากาศเมื่อทำการลัดวงจรในกรณีที่ 8 ก) โครงสร้างของสายอากาศ ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

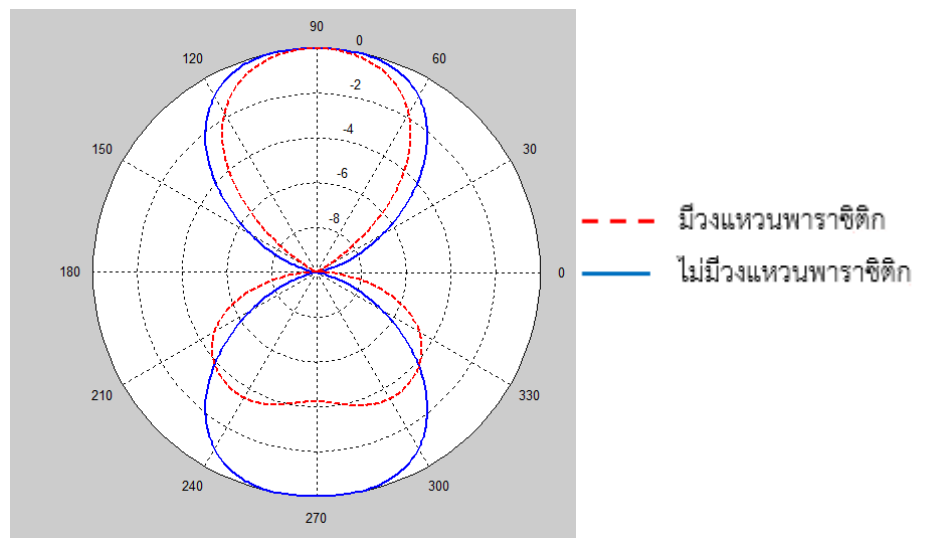
จากรูปที่ 4.7 ถึง 4.10 แสดงแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศในทิศทาง 45° 135° 225° และ 315° โดยพู่ด้านหลังของสายอากาศมีค่าลดลง สายอากาศทั้ง 4 กรณีมีอัตราขยาย 5.24 dBi และมีค่า F/B เท่ากับ 4.06 dB



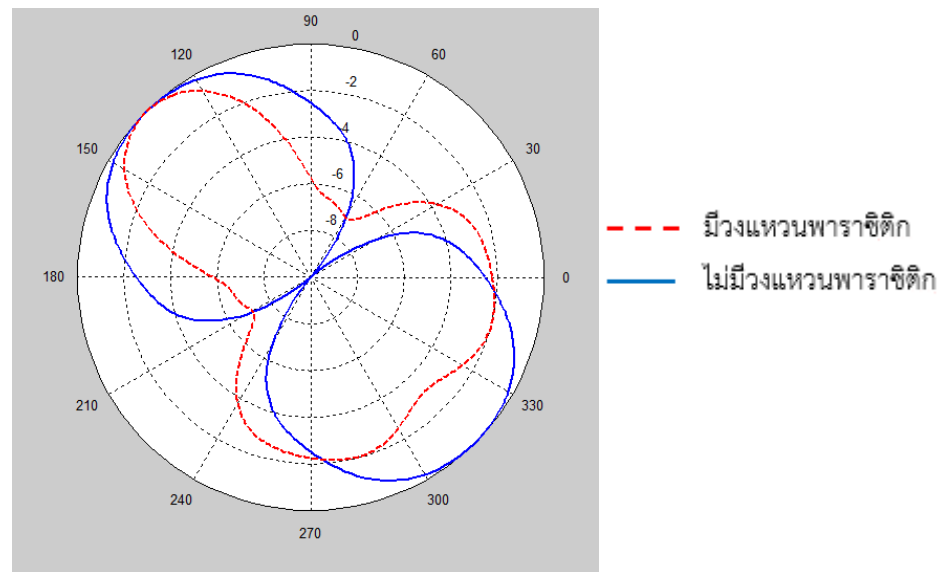
รูปที่ 4.11 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 0°



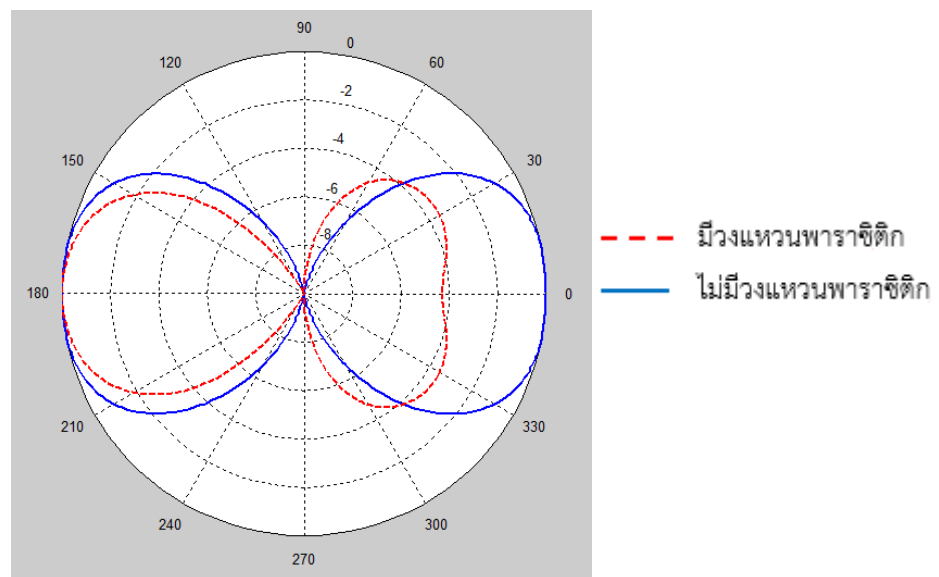
รูปที่ 4.12 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 45°



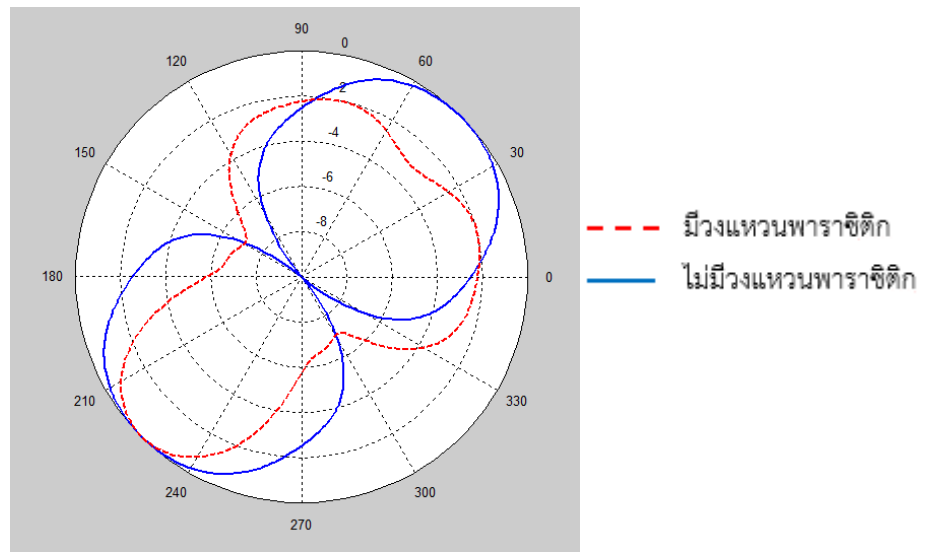
รูปที่ 4.13 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 90°



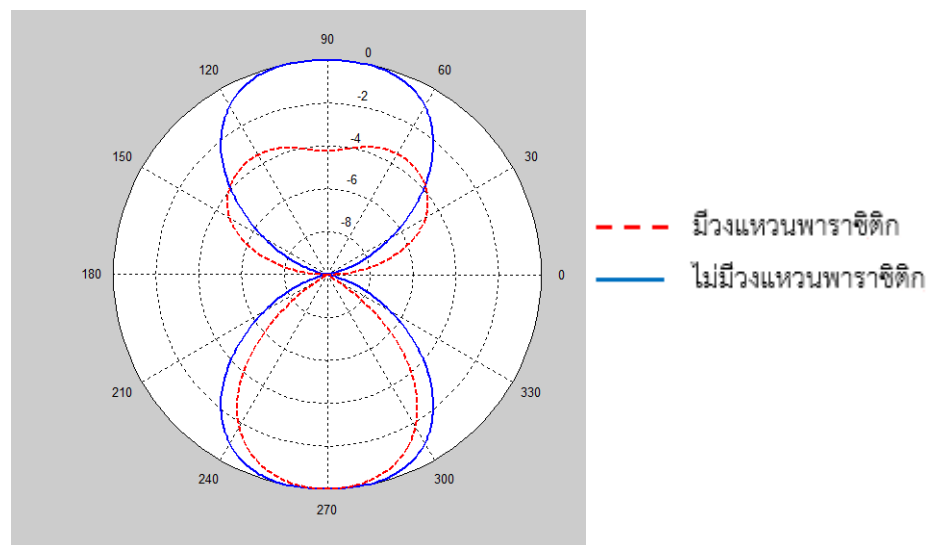
รูปที่ 4.14 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 135°



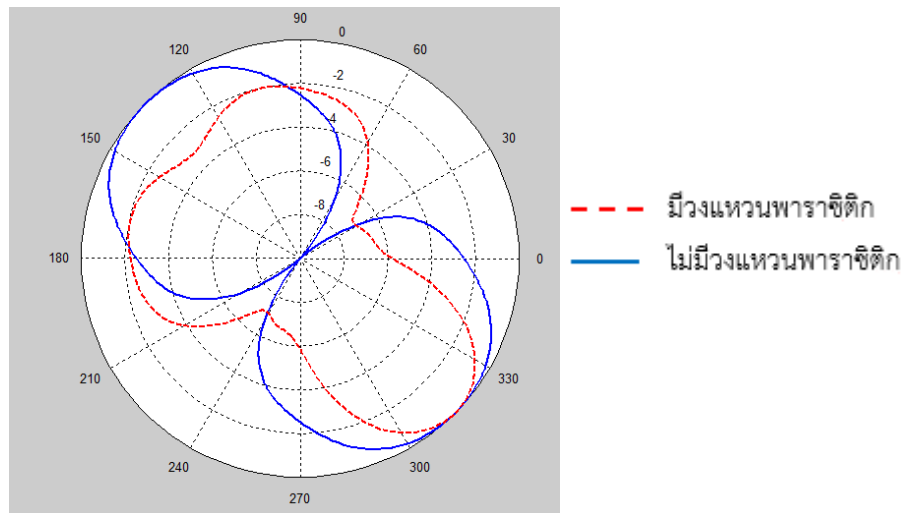
รูปที่ 4.15 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 180°



รูปที่ 4.16 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 225°



รูปที่ 4.17 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 270°



รูปที่ 4.18 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มุม 315°

จากรูปที่ 4.11 ถึง 4.18 แสดงแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่ไม่มีองค์ประกอบพาราซิติคในการลดพุด้านหลังของสายอากาศเทียบกับสายอากาศที่เพิ่มวงแหวนพาราซิติคเพื่อลดพุด้านหลังในทิศทาง 0° 45° 90° 135° 180° 225° 270° และ 315° ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสายอากาศที่มีการเพิ่มวงแหวนพาราซิติคนั้นมีพุด้านหลังที่ลดลงจากสายอากาศแบบเดิมที่ยังไม่มีการเพิ่มองค์ประกอบพาราซิติค

จากผลการจำลองแบบของสายอากาศทั้ง 8 กรณี สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปตำแหน่งการลัดวงจรและผลที่ได้

ตำแหน่ง \ กรณี	1	2	3	4	5	6	7	8
A1	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด
A2	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด
A3	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด
A4	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด
A5	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด
A6	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด
A7	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด
A8	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด
B1	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
B2	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
B3	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
B4	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
B5	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด
B6	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด
B7	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด
B8	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด
มุม(องศา)	0	45	90	135	180	225	270	315
อัตราขยาย(dBi)	7.62	5.21	7.63	5.24	7.61	5.24	7.63	5.21
อัตราขยายสูงสุดหน้า-หลัง(dB)	5.71	4.06	5.57	4.03	5.58	4.04	5.57	4.06

จากตารางที่ 4.1 สามารถสรุปได้ว่า สายอากาศที่ออกแบบสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้ 8 ทิศทาง มีอัตราขยายของสายอากาศเฉลี่ยอยู่ที่ 6.05 dBi และมีค่า F/B ที่ 4.83 dB ซึ่งจะเห็นว่า สายอากาศมีพู่ด้านหลังที่ลดลง และมีอัตราขยายที่เพิ่มขึ้นจากสายอากาศอ้างอิงก่อนการลดพู่ด้านหลังทำให้สัญญาณแทรกสอดลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบดีขึ้นได้ทั้ง 8 ทิศทาง

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

โครงการฉบับนี้ได้นำเสนอการจำลองสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้สายอากาศเพียงต้นเดียว และใช้องค์ประกอบพาราซีติกสำหรับลดพุด้านหลัง จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีผู้พัฒนาสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นอยู่ก่อนแล้ว โดยมีรูปแบบสายอากาศและวิธีการพัฒนาสายอากาศแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นยังมีสัญญาณแทรกสอดที่เกิดจากพุด้านหลังอยู่ ทำให้สายอากาศมีประสิทธิภาพที่ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นโครงการนี้จึงทำการออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยอาศัยองค์ประกอบพาราซีติกในการช่วยลดพุด้านหลังของลำคลื่น โดยสายอากาศที่นำเสนอนี้มีขนาดเล็กเหมาะกับการนำไปใช้งานที่ตัวลูกข่าย และมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน โดยโครงการนี้ได้ทำการออกแบบและจำลองผลในโปรแกรม CST Microwave Studio ซึ่งสามารถสวิตช์ลำคลื่นได้ทั้งหมด 8 ทิศทาง มีมุม 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° และ 315° มีอัตราขยายสูงกว่าสายอากาศที่ยังไม่มีการลดพุด้านหลังโดยองค์ประกอบพาราซีติก สายอากาศที่ออกแบบมีอัตราขยายเฉลี่ยคือ 6.05 dBi มีค่า F/B เฉลี่ย 4.83 dB ซึ่งการที่พุด้านหลังลดลงจะส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เนื่องจากสามารถลดสัญญาณแทรกสอดที่มาจากพุด้านหลัง

การลดพุด้านหลังของสายอากาศมีอุปสรรคในกรณี 4 ทิศทางที่มุม 0° , 90° , 180° และ 270° กับกรณี 4 ทิศทางที่มุม 45° , 135° , 225° และ 315° เนื่องจากลดพุด้านหลังได้ไม่เท่ากัน เพราะโครงสร้างของแผ่นฐานไดอิเล็กทริกกับแผ่นกราวด์ที่มุมของสายอากาศกับบริเวณที่ไม่มีมุม มีการกระจายตัวของกระแสไม่เท่ากัน ดังนั้นต้องปรับรูปแบบและขนาดหรือจุดลัดวงจรของพาราซีติกจนกว่าจะสามารถลดพุด้านหลังได้ทั้ง 8 กรณี

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากสายอากาศที่ได้ออกแบบนั้น เป็นการสวิตช์ลำคลื่นโดยการไล่ลดทอนแฉงลัดวงจรในตำแหน่งต่าง ๆ ของสายอากาศโดยตรงทำให้สายอากาศไม่สามารถสวิตช์ลำคลื่นได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งทำให้ไม่สามารถรองรับการใช้งานกรณีที่มีผู้ใช้งานที่มีการเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นแนวทางการพัฒนาโครงการในอนาคตนั้นควรพัฒนาสายอากาศให้สามารถสวิตช์ลำคลื่นไปหาผู้ใช้งานได้อย่างอัตโนมัติ และควรพัฒนาสายอากาศให้สามารถลดพุด้านหลังได้มากกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

- กฤตกร นวลจันทร์; เกียรติศักดิ์ กลิ่นบัวขาว; และ ธนาภรณ์ มหาสมบุรณ์. (2557). *การออกแบบสายอากาศสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้อุปกรณ์ประกอบพาราซิติคสำหรับความถี่ 2.45 GHz*.
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กัลยรัตน์ สิมณี. (2555) *การออกแบบสายอากาศสำหรับระบบสวิตช์ลำคลื่นที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 3*. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- พิชญา ชัยปัญญา. (2557). *การสวิตช์ลำคลื่นโดยใช้สายอากาศต้นเดี่ยวร่วมกับสายอากาศพาราซิติคสำหรับเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย*. ขอนแก่น:
- สุวรรณา ประดิษฐรา. (2553). *สายอากาศสวิตช์ลำคลื่นอย่างง่ายที่มีความสามารถในการกำหนดจุดศูนย์สำหรับเครือข่ายเมชไร้สาย*. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- H. Nakano, H. Honma; & H. Umetsu, J. Yamauchi. (2006). *A Small Steerable-Beam Antenna*. Tokyo, Japan.

ประวัติย่อผู้ทำโครงการ

ประวัติย่อผู้ทำโครงการ

ชื่อ ชื่อสกุล

นางสาวรัตนประภา แก้วฉาย

วันเดือนปีเกิด

4 เมษายน 2538

สถานที่เกิด

เขตราชเทวี จังหวัดกรุงเทพมหานคร

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

74/149 หมู่บ้านพฤษาวิลเลจ 11

ซอยท่าอิฐ ถนนรัตนาธิเบศร์

ต.ท่าอิฐ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ

081-989-5995

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2555

มัธยมศึกษาปีที่ 6

จากโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

พ.ศ. 2560

กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ประวัติย่อผู้ทำโครงการ

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววันทนีย์ สมบัติสนองคุณ
วันเดือนปีเกิด	9 พฤศจิกายน 2537
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	40/1 หมู่ 6 ต.สีคิ้ว อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา 30140
หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ	063-236-4291
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2555	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสุนารีวิทยา
พ.ศ. 2560	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ประวัติย่อผู้ทำโครงการ

ชื่อ ชื่อสกุล

นางสาวศิริรินทร์ทิพย์ จันทรัมย์พร

วันเดือนปีเกิด

27 สิงหาคม 2537

สถานที่เกิด

อำเภอเมืองภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

68/2 หมู่ 5 ต.อ่างทอง อ.เกาะสมุย

จ.สุราษฎร์ธานี 84140

หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ

087-683-6274

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2555

มัธยมศึกษาปีที่ 6

จากโรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย

พ.ศ. 2560

กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

