

ผลกระทบของมิวซอลด์ปปลิงที่มีต่อแบบรูปการแผ่พลังงานของ
แผงสายอากาศไมโครสตริปรูปลี่เหลี่ยมผืนผ้า

นาย เสกสรรค์ มิตรเกษม



ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-636-435-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF MUTUAL COUPLING ON THE RADIATION PATTERN OF AN ARRAY
OF RECTANGULAR MICROSTRIP PATCHES



Mr. Seikson Mitkasem

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

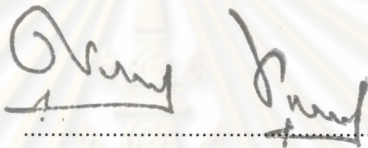
Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974-636-435-9


หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลกระทบของมิวซอลด์ปลิงที่มีต่อแบบรูปการแผ่พลังงานของ
แผงสายอากาศไมโครสตริปรูปลี่เหลี่ยมผืนผ้า
โดย นาย เสกสรรค์ มิตรเกษม
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ฉัตรชัย ไวยาพัฒน์กร


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.ฉัตรชัย ไวยาพัฒน์กร)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทับทิม อ่างแก้ว)


..... กรรมการ
(คุณ โกวิท สุรพันธุ์)
ผู้ช่วยผู้อำนวยการการสื่อสารแห่งประเทศไทย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

เสกสรรค์ มิตรเกษม : ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่มีต่อแบบรูปการแผ่พลังงานของแผงสายอากาศไมโครสตริปรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (EFFECTS OF MUTUAL COUPLING ON THE RADIATION PATTERN OF AN ARRAY OF RECTANGULAR MICROSTRIP PATCHES) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร.ฉัตรชัย ไวยภาพัฒนกร, 175 หน้า. ISBN 974-636-435-9.

สายอากาศไมโครสตริปเป็นสายอากาศที่มีอัตราขยายต่ำ จึงนิยมที่จะใช้ในลักษณะเป็นแผงสายอากาศ เพื่อเพิ่มอัตราขยายและมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนมากขึ้น อย่างไรก็ตามการจัดเรียงสายอากาศชนิดนี้ในลักษณะแผงสายอากาศจะได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์มิวชวลคัปปลิงที่เกิดขึ้นระหว่างองค์ประกอบ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการวิเคราะห์และคำนวณผลกระทบดังกล่าวที่มีต่อแบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกลโดยใช้แบบจำลองชนิดโพรงช่วยในการวิเคราะห์ โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กรณีคือในกรณีที่แรกเป็นแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 2 องค์ประกอบที่มีลักษณะการวางตัวของแผ่นตัวนำในลักษณะต่าง ๆ กันออกไปกล่าวคือเป็นการวางตัวของแผ่นตัวนำในลักษณะวางเคียงกันและชนกันได้ ส่วนในกรณีที่ 2 เป็นแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบวางตัวอยู่ในระนาบเดียวกันโดยมีลักษณะการวางตัวเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส

ผลการวิจัยพบว่าแบบรูปการแผ่พลังงานมีความผิดเพี้ยนเกิดขึ้นเนื่องจากปรากฏการณ์มิวชวลคัปปลิงไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มหรือลดระดับของอัตราขยาย การเลื่อนตำแหน่งของตำแหน่งเชิงมุมที่เป็นแนวเล็งหลักหรือจุดศูนย์กลางบานออกของพูหรือลำคลื่นในแบบรูปการแผ่พลังงาน เป็นต้น ทั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าระดับความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับการจัดวางตัวของแผ่นตัวนำในแผงสายอากาศและระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิสิต เสกสรรค์ มิตรเกษม
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร.ฉัตรชัย ไวยภาพัฒนกร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม -

C715746 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: MUTUAL COUPLING / RECTANGULAR PATCH MICROSTRIP ANTENNA

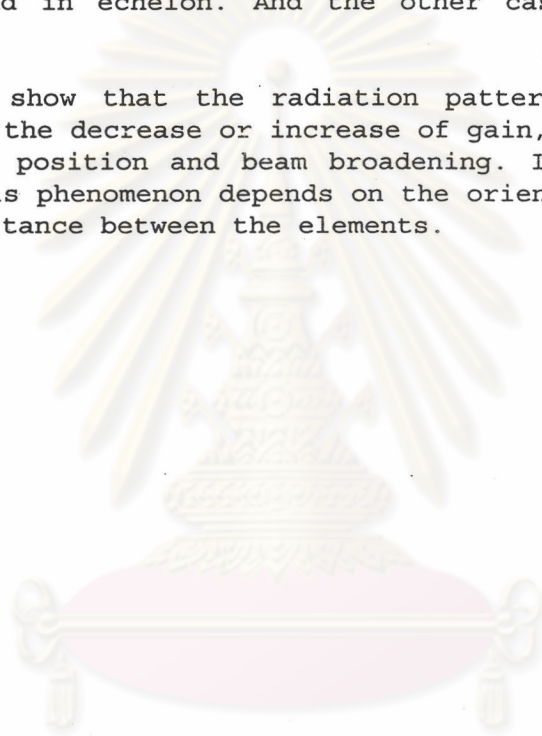
SEIKSON MITKASEM : EFFECTS OF MUTUAL COUPLING ON THE RADIATION PATTERN OF AN ARRAY OF RECTANGULAR MICROSTRIP PATCHES. THESIS

ADVISOR : CHATCHAI WAIYAPATANAKORN, Ph.D. 175 pp.

ISBN 974-636-435-9.

Microstrip antenna has low gain. Hence it is usually arranged as an array in order to increase the gain and flexibility. However, the arrangement of this type of antenna in to array will suffer from the effects of mutual coupling phenomenon. This thesis analyses and calculate such effects on the far field pattern using the cavity model. Two cases are considered here. The first case is the two elements array oriented side by side ,collinear and in echelon. And the other case is the nine elements array (3X3).

Results show that the radiation patterns have some extent of distortion such as the decrease or increase of gain, the shifting of borsight direction and null position and beam broadening. It can be concluded that distortion from this phenomenon depends on the orientation of array elements and the spacing distance between the elements.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....

ปีการศึกษา..... 2539.....

ลายมือชื่อนิสิต..... เสกสรรค์ มิตรเกษม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... C. Waiya.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... -.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ฉัตรชัย ไวยพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่นอกจากจะให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ยังให้คำปรึกษาเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตและยังให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม อาจารย์ ดร. ทับทิม อ่างแก้ว และอาจารย์โกวิท สุรพันธุ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทำวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์โกวิท สุรพันธุ์ อีกครั้งหนึ่งที่ท่านได้ให้ชีวิตที่ประสบความสำเร็จแก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณ คุณสุดปรารถนา บัวชุม ที่เป็นแรงบันดาลใจและคุณ วรชิตา วัฒนาพงษ์อนันต์ ที่เป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณศุภเชษฐ์ เพิ่มพูนวัฒนาสุข คุณสุปราณี ศฤงคารพูนเพิ่ม คุณธีรศักดิ์ อนันตกุล และเพื่อน ๆ ห้องปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสารทุกคน ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นแก่ผู้วิจัยตลอดมา



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเบื้องต้น.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย	7
ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	7
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	8
บทที่ 2 การวิเคราะห์สายอากาศไมโครสตริป	9
แบบจำลองชนิดโพรง	17
อิมพีแดนซ์ขาเข้าของสายอากาศไมโครสตริป	30
แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของสายอากาศไมโครสตริป	31
บทที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาผิวขลคัปปลิงระหว่างองค์ประกอบของสายอากาศไมโครสตริป	39
กรรมวิธีและขั้นตอนในการวิเคราะห์	39
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	49
การทวนสอบวิธีการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองชนิดโพรง.....	49
ผลกระทบของปรากฏการณ์ผิวขลคัปปลิงที่มีต่อแบบรูปการแผ่พลังงานของ แผงสายอากาศไมโครสตริป	59
- แผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 2 องค์ประกอบ.....	59
- แผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3×3).....	137
บทที่ 5 บทสรุป	167
สรุปผลการวิจัย	167

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รายการอ้างอิง	170
ภาคผนวก	173
ประวัติผู้เขียน	175



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	การประยุกต์ใช้งานของสายอากาศไมโครสตริปในระบบต่าง ๆ	10
4.1	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 วางตัวในกรณีที่ 1).....	76
4.2	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 วางตัวในกรณีที่ 1 และคิต Self คัปปลิง).....	76
4.3	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 วางตัวในกรณีที่ 2).....	86
4.4	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 วางตัวในกรณีที่ 2 และคิต Self คัปปลิง).....	87
4.5	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 วางตัวในกรณีที่ 3).....	96
4.6	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 วางตัวในกรณีที่ 3 และคิต Self คัปปลิง).....	97
4.7	การเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับของแบบรูปการแผ่พลังงานของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 2 องค์ประกอบที่ตำแหน่งเชิงมุมที่ ± 90 องศา (dB) สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1	97
4.8	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 วางตัวในกรณีที่ 1).....	113
4.9	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 วางตัวในกรณีที่ 1 และคิต Self คัปปลิง).....	114
4.10	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 วางตัวในกรณีที่ 2).....	126
4.11	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 วางตัวในกรณีที่ 2 และคิต Self คัปปลิง).....	127
4.12	ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซวลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 วางตัวในกรณีที่ 3).....	135

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.13 ตำแหน่งเชิงมุมที่มีระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่เกิดจากมิวซอลคัปปลิง (สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 วางตัวในกรณีนี้ที่ 3 และคิด Self คัปปลิง).....	136
4.14 การเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับของแบบรูปการแผ่พลังงานของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 2 องค์ประกอบที่ตำแหน่งเชิงมุมที่ ± 90 องศา (dB) สำหรับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3	136
4.15 ระดับของอัตราขยายสูงสุดที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อคิดผลของมิวซอลคัปปลิง.....	163
4.16 ตำแหน่งเชิงมุมที่ไม่มีผลกระทบของมิวซอลคัปปลิงที่ระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำต่าง ๆ.....	165

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1.1	ผลกระทบระหว่างองค์ประกอบของสายอากาศ.....	2
1.2	บทประยุกต์ของทฤษฎีบทย้อนกลับ	4
1.3	แผงสายอากาศไมโครสตริปที่ใช้วิเคราะห์มิววลคัปปลิง	6
2.1	สายอากาศไมโครสตริปแบบต่าง ๆ	9
2.2	ส่วนประกอบพื้นฐานของสายอากาศไมโครสตริป.....	10
2.3	วิธีการป้อนกำลัง	13
2.4	ลักษณะการกระจายของประจุเมื่อมีการจ่ายกระแส.....	17
2.5	แบบจำลองชนิดโพรง	17
2.6	สายอากาศไมโครสตริปที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	18
2.7	แสดงตำแหน่งของจุดจ่ายกระแส	22
2.8	ระบบพิกัดที่ใช้ในการวิเคราะห์	27
2.9	ตัวอย่างเส้นทางเดินบนสมิทชาร์ตของอิมพีแดนซ์ขาเข้ากับความถี่ของสายอากาศไมโครสตริป (Mitra, Park and Akson, 1995).....	31
2.10	รูปแบบของกระแสที่ใช้ในการวิเคราะห์สายอากาศไมโครสตริป	32
2.11	ทิศทางของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยและการกระจายกระแสบนแผ่นตัวนำ.....	33
2.12	แสดงแหล่งกระแสแม่เหล็กเสมือนที่เกิดขึ้นเพื่อหาการแผ่กระจายของสนาม	35
2.13	ตัวอย่างแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศไมโครสตริปรูปลี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ทำงานใน ย่านความถี่แอล (Tian and Lightart, 1995)	38
3.1	ลักษณะการเกิดปรากฏการณ์มิววลคัปปลิงในแผงสายอากาศไมโครสตริป.....	39
3.2	แผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 2 องค์ประกอบ	41
3.3	แหล่งกระแสแม่เหล็กเสมือนของทั้ง 2 องค์ประกอบ	42
3.4	ระบบพิกัดในการพิจารณาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในระยะสนามไกลที่จุดสังเกตอยู่ใน ระนาบเดียวกับแหล่งกระแส	44
3.5	เปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานที่ไม่รวมผลของมิววลคัปปลิงและแบบรูปการ แผ่พลังงานที่รวมผลของมิววลคัปปลิง	48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.1 ระบบพิกัดของสายอากาศที่ศึกษา	49
4.2 อิมพีแดนซ์ขาเข้าของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 1	50
4.3 อิมพีแดนซ์ขาเข้าเทียบกับความถี่ของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองชนิดโพรง	51
4.4 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองชนิดโพรง.....	51
4.5 อิมพีแดนซ์ขาเข้าของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 2	52
4.6 อิมพีแดนซ์ขาเข้าเทียบกับความถี่ของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองชนิดโพรง	53
4.7 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองชนิดโพรง.....	53
4.8 อิมพีแดนซ์ขาเข้าของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 3	54
4.9 อิมพีแดนซ์ขาเข้าเทียบกับความถี่ของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองชนิดโพรง	55
4.10 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองชนิดโพรง.....	55
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอิมพีแดนซ์ขาเข้ากับตำแหน่งการจ่ายกระแสตามแนวแกน y ของสายอากาศไมโครสตริปสำหรับทวนสอบแบบที่ 3 เมื่อตำแหน่งในแนวแกน x มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 4.02 ซม.	56
4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างอิมพีแดนซ์ขาเข้ากับตำแหน่งการจ่ายกระแสตามแนวแกน x ของสายอากาศไมโครสตริปสำหรับทวนสอบแบบที่ 2 เมื่อตำแหน่งในแนวแกน y มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 4.02 ซม.	57
4.13 เปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศสำหรับทวนสอบแบบที่ 4	58
4.14 การจัดวางตัวของแผ่นตัวนำในแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 2 องค์ประกอบ	60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า	
4.23	<p>แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น</p>	65
4.24	<p>แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²))</p>	67
4.25	<p>แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับหนึ่ง 0.5 ของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²))</p>	68
4.26	<p>แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับหนึ่ง 0.125 ของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²))</p>	68
4.27	<p>แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่รวมผลขององค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²))</p>	69
4.28	<p>แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²))</p>	69

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.29	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแสงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 70
4.30	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแสงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่รวมผลขององค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 70
4.31	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแสงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 71
4.32	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแสงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 71
4.33	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแสงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่นและคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1) 72
4.34	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำของแสงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 73
4.35	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำของแสงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 73

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.36 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น(ค่านิ่งถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	74
4.37 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	77
4.38 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	78
4.39 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	78
4.40 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	79
4.41 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	79

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า	
4.42	<p>แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²)).....</p>	80
4.43	<p>แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²)).....</p>	80
4.44	<p>แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²)).....</p>	81
4.45	<p>ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²)).....</p>	82
4.46	<p>ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²)).....</p>	82
4.47	<p>การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²)).....</p>	83
4.48	<p>การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 2)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม.²)).....</p>	83

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.49 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2)โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	84
4.50 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 2)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	84
4.51 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับ แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	88
4.52 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับ แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)).....	88
4.53 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับ แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	89
4.54 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับ แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	89
4.55 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับ แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	90

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า	
4.56	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง(ระนาบ 0 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่รวมผลขององค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1).....	91
4.57	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่รวมผลขององค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1).....	91
4.58	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	92
4.59	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่นและคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1).....	92
4.60	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	93
4.61	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 2)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	93
4.62	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	94

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.63 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 2)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	94
4.64 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น	98
4.65 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น	99
4.66 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น	99
4.67 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น	100
4.68 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น	100
4.69 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น	101
4.70 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น	101

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.71	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น 102
4.72	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น 102
4.73	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)) 104
4.74	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)) 105
4.75	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)) 105
4.76	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)) 106
4.77	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)) 106

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า	
4.78	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่รวมผลขององค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)).....	107
4.79	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	108
4.80	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	108
4.81	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่นและคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3)	109
4.82	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	110
4.83	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	110
4.84	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 1) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น(คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	111

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า	
4.85	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	115
4.86	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	115
4.87	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	116
4.88	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	116
4.89	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	117
4.90	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	118

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า	
4.91	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)).....	118
4.92	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	119
4.93	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	119
4.94	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่นและคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3)	120
4.95	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)).....	121
4.96	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 2)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)).....	121
4.97	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)).....	122
4.98	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 2)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)).....	122

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.99 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น(คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	123
4.100 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 2)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 2) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น(คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากองค์ประกอบนั้น ๆ (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	123
4.101 กราฟแสดงระดับของแบบรูปการแผ่พลังงานที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง ณ ตำแหน่งเชิงมุมที่ ± 90 องศาที่ระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำ.....	124
4.102 กราฟแสดงระดับสูงสุดของแบบรูปการแผ่พลังงานที่รวมผลของคัปปลิง ณ ตำแหน่งเชิงมุมที่ ± 40 ถึง ± 90 องศาที่ระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำ.....	125
4.103 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	128
4.104 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	128
4.105 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02ซม. ²)).....	129

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.106	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 ($4.02 \times 4.02 \text{ ซม.}^2$)) 129
4.107	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่รวมผลขององค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3) 130
4.108	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) (คำนึงถึงผลกระทบที่รวมผลขององค์ประกอบนั้น ๆ) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3) 130
4.109	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 ($4.02 \times 4.02 \text{ ซม.}^2$)) 131
4.110	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 ($4.02 \times 4.02 \text{ ซม.}^2$)) 131
4.111	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ (แผ่นที่ 1) ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 ($4.02 \times 4.02 \text{ ซม.}^2$)) 132
4.112	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ (แผ่นที่ 2) ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 ($4.02 \times 4.02 \text{ ซม.}^2$)) 132

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.113 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)).....	133
4.114 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 2)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป (กรณีที่ 3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²)).....	133
4.115 การจัดวางตัวของแผ่นตัวนำในแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบวางตัวอยู่ในระนาบเดียวกันโดยมีลักษณะการวางตัวเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส (3x3)	137
4.116 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น	138
4.117 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.25 เท่าของความยาวคลื่น	139
4.118 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น.....	139
4.119 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	141
4.120 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	142

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.121	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 0 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.125 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 142
4.122	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 143
4.123	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 143
4.124	แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลที่รวมผลของมิวชวลคัปปลิง (ระนาบ 90 องศา) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 144
4.125	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 145
4.126	ผลกระทบของมิวชวลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 145
4.127	การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1 2 และ 3)ของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²)) 146

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.128 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 4 5 และ 6)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป ที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	146
4.129 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 7 8 และ 9)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป ที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	147
4.130 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1 2 และ 3)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป ที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	147
4.131 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 4 5 และ 6)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป ที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	148
4.132 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 7 8 และ 9)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป ที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 1 (7.62×11.43 ซม. ²))	148
4.133 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3×3) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่าง ระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น	151
4.134 แบบรูปการแผ่พลังงานระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3×3) ที่ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²) โดยมีระยะห่าง ระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น	152

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.142 ผลกระทบของมิวซอลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	158
4.143 ผลกระทบของมิวซอลคัปปลิงที่ระยะสนามไกลของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่มี 9 องค์ประกอบ (3x3) โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	158
4.144 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1 2 และ 3)ของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	159
4.145 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 4 5 และ 6)ของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	159
4.146 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 7 8 และ 9)ของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	160
4.147 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 1 2 และ 3)ของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	160
4.148 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 4 5 และ 6)ของแผงสายอากาศไมโครสตริปที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	161

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.149 การกระจายกระแส (J) ที่ขอบของแผ่นตัวนำ(แผ่นที่ 7 8 และ 9)ของแผงสายอากาศไมโครสตริป ที่รวมผลของคัปปลิง โดยมีระยะห่างระหว่างองค์ประกอบในแนวแกนตั้งและแกนนอนเท่ากับ 0.5 เท่าของความยาวคลื่น (ใช้พารามิเตอร์เดียวกับสายอากาศทวนสอบแบบที่ 3 (4.02×4.02 ซม. ²))	161
ก1 กราฟเบต้าเคของแผ่นตัวนำสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ขนาดของแผ่นตัวนำมีค่าเท่ากับ 7.62×11.43 เซนติเมตร ² และมีค่าคงตัวไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์เท่ากับ 2.64	174
ก2 กราฟเบต้าเคของแผ่นตัวนำสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ขนาดของแผ่นตัวนำมีค่าเท่ากับ 4.02×4.02 เซนติเมตร ² และมีค่าคงตัวไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์เท่ากับ 2.55	174

คำศัพท์และคำอธิบายสัญลักษณ์

microstrip antenna	สายอากาศไมโครสตริบ
microstrip array	แผงสายอากาศไมโครสตริบ
patch	แผ่นตัวนำ
dielectric substrate	ชั้นไดอิเล็กตริก
ground plane	แผ่นกราวนด์
feed network	ระบบการป้อนกำลัง
cavity model	แบบจำลองชนิดโพรง
equivalence theory	ทฤษฎีสนามสมมูล
image theory	ทฤษฎีรูปภาพเสมือน
green's function	ฟังก์ชันของกรีน
verification	การทวนสอบ
radiation pattern	แบบรูปการแผ่พลังงาน
mutual coupling	มิวชวลคัปปลิง
input impedance	อิมพีแดนซ์ขาเข้า
half power beamwidth	ความกว้างลำ
directivity	สภาพเจาะจงทิศทาง
gain	อัตราส่วนขยาย
dominant mode	โหมดเด่น
dc mode	โหมดกระแสตรง
E	แบบรูปการแผ่พลังงานที่ไม่รวมผลของ มิวชวลคัปปลิง
E_m	แบบรูปการแผ่พลังงานที่รวมผลของ มิวชวลคัปปลิง
$E_{\theta m}$	สนามไฟฟ้าที่เกิดจากมิวชวลคัปปลิง ในแนวองศาประกอบ θ
$E_{\phi m}$	สนามไฟฟ้าที่เกิดจากมิวชวลคัปปลิง ในแนวองศาประกอบ ϕ