มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

สายอากาศไมโครสตริปในท่อนำคลื่นทรงกระบอก เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ไมโครเวฟย่านความถี่ 2.4 GHz

Microstrip Antenna in Cylindrical Waveguide as a Microwave Device at 2.4 GHz

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปุณยวีร์ จามจรีกุล

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายงานการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2549

ISBN 978-974-671-580-5

DRAFT

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
สารบัญ		ค
สารบัญตาราง		จ
สารบัญรูปภาพ		ฉ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย	3
	1.6 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย	3
บทที่ 2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
	2.1ท่อนำคลื่นทรงกระบอก	4
	2.1.1 TE Modes	5
	2.1.2 TM Modes	9
	2.2 สายอากาศไมโครสตริป	12
	2.2.1 คุณลักษณะของแพทช์รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	13
	2.2.2 อิมพีแดนซ์ของสายอากาศไมโครสตริป	14
	2.2.3 การออกแบบสายอากาศไมโครสตริป	15
	2.2.4 เทคนิคการป้อนสัญญาณ	15
	2.3 ไฮบริดวงแหวน 180°	16
บทที่ 3	หลักการและการออกแบบ	18
	3.1การออกแบบสายอากาศท่อนำคลื่นทรงกระบอก	18
	3.2 การออกแบบสายอากาศไมโครสตริปแบบแพทช์ และสายป้อนสัญญาณไมโครสตริป	19
	3.3 การออกแบบวงจรไฮบริดวงแหวน 180°	21
บทที่ 4	ผลการทดสอบ	22
	4.1 ผลการทดสอบจากการจำลองชิ้นงานเชิงทฤษฎีด้วยโปรแกรม ADS	23
	4.1.1 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Sum Beam	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Delta Beam	24
4.1.3 ค่า Return Loss ของ Sum Port ของวงจรไฮบริดวงแหวน 180°	25
4.1.4 ค่า Return Loss ของ Delta Port ของวงจรไฮบริดวงแหวน 180°	26
4.1.5 ค่า Isolation ระหว่าง Sum Port และ Delta Port	27
4.2 ผลการทดสอบจากการวัดชิ้นงานจริงในทางปฏิบัติ	28
4.2.1 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Sum Beam	28
4.2.2 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Delta Beam	28
4.2.3 ค่า Return Loss ของ Sum Port ที่ได้จากทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ	30
4.2.4 ค่า Return Loss ของ Delta Port ที่ได้จากทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ	30
4.2.5 ค่า Isolation ระหว่าง Sum Port และ Delta Port ที่ได้จากทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ	31
บทที่ 5 สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ	33
5.1 สรุปผลการทดสอบ	33
5.2 ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	35

DPU

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่ารากของ Bessel Function ลำดับที่ n สำหรับโหมด TE :

$$J_n'\left(p_{nm}'\right) = 0,\ p_{nm}' \neq 0$$ 9

ตารางที่ 2.2 ค่ารากของ Bessel Function ลำดับที่ n ของโหมด TM :

$$J_n(p_{nl}) = 0, p_{nl} \neq 0$$ 11

ตารางที่ 2.3 สมการที่เกี่ยวข้องกับท่อนำคลื่นทรงกระบอก 11

DPU

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ท่อนำคลื่นทรงกระบอกที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม 4

รูปที่ 2.2 แพทช์ของสายอากาศไมโครสตริปที่ป้อนผ่านสตริปโลหะแคบ ๆ 12

รูปที่ 2.3 สายอากาศไมโครสตริปรูปวงกลมที่มีการป้อนกระแสไฟฟ้าผ่านสายโคแอกเชียล 12

รูปที่ 2.4 สายอากาศไมโครสตริปรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 13

รูปที่ 2.5 กระแสไฟฟ้าและทิศทางเส้นแรงไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนแพทช์ 14

รูปที่ 2.6 Microstrip Line Feed 15

รูปที่ 2.7 โครงสร้างของไฮบริดวงแหวน 180° พื้นฐาน 17

รูปที่ 3.1 สายอากาศไมโครสตริปแบบแพทช์สี่เหลี่ยมกับ Quarter-Wavelength Transformer 19

รูปที่ 3.2 ขนาดของแพทช์สี่เหลี่ยมที่มีการแมทชิ่งโดยใช้ Quarter-Wavelength Transformer 20

รูปที่ 3.3 วงจรไฮบริดวงแหวน 180° 21

รูปที่ 4.1 ภาพด้านหน้าของชิ้นงานวิจัย 22

รูปที่ 4.2 ภาพด้านหลังของชิ้นงานวิจัยและแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีสายอากาศแพทช์
กับ Hybrid Ring 22

รูปที่ 4.3 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Sum Beam ในระนาบ xz ของสายอากาศ 23

รูปที่ 4.4 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Sum Beam ในระนาบ yz ของสายอากาศ 24

รูปที่ 4.5 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Delta Beam ในระนาบ yz ของสายอากาศ 24

รูปที่ 4.6 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Delta Beam ในระนาบ xz ของสายอากาศ 25

รูปที่ 4.7 ค่า Return Loss ของ Sum Port ในทางทฤษฎีของวงจรไฮบริดวงแหวน 180° 25

รูปที่ 4.8 ค่า Return Loss ของ Delta Port ในทางทฤษฎีของวงจรไฮบริดวงแหวน 180° 26

รูปที่ 4.9 ค่า Isolation ระหว่าง Sum Port และ Delta Port ในทางทฤษฎี
ของไฮบริดวงแหวน 180° 27

รูปที่ 4.10 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Sum Beam 28

รูปที่ 4.11 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Delta Beam 28

รูปที่ 4.12 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของ Sum Beam กับ Delta Beam 29

รูปที่ 4.13 ค่า Return Loss ของ Sum Port ที่ได้จากทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ 30

รูปที่ 4.14 ค่า Return Loss ของ Delta Port ที่ได้จากทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ 31

รูปที่ 4.15 ค่า Isolation ระหว่าง Sum Port และ Delta Port ที่ได้จากทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ 31