

การออกแบบไดเรกชันแนลคีย์เพลอร์แบบช่วงความถี่กว้าง



นาย ภูเบศร์ อุดมทรัพย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาฟิสิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

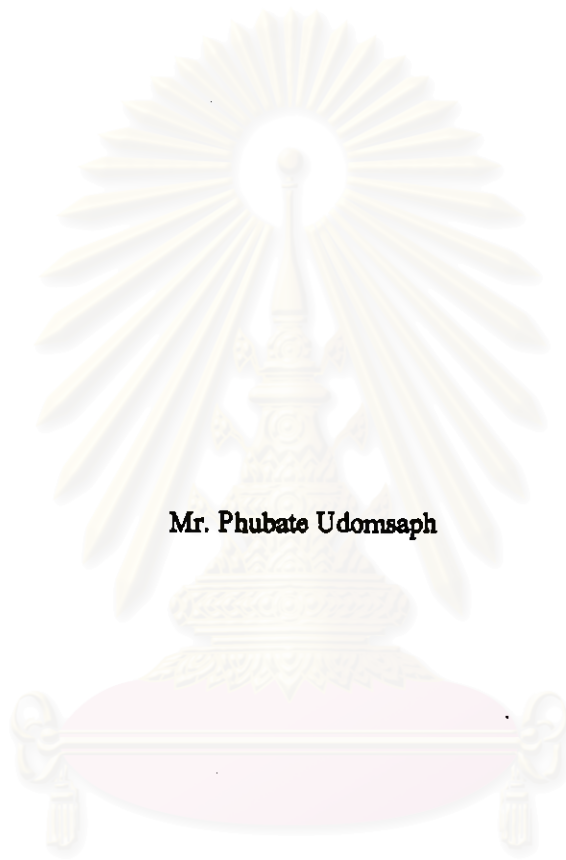
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974 - 636 - 838 - 9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

117199426

DESIGN OF BROADBAND DIRECTIONAL COUPLERS



Mr. Phubate Udomsaph

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Sciences

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974 - 636 - 838 - 9

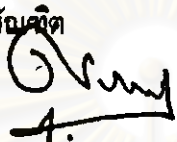
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบโคเรกชันແນລັປເປລອຣ໌ແບບช่วงความถี่กว้าง

โดย นายภูเบศร์ อุดมทรัพย์

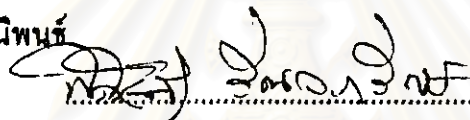
ภาควิชา ฟิสิกส์


อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. อนันตสิน เตชะกำพูน

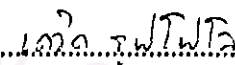
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิเศษฐ์ รัตนวราภรณ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันตสิน เตชะกำพูน)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. เดวิด รุฟไฟโต)


..... กรรมการ
(อาจารย์ สุวิทย์ พุทธิมนต์)

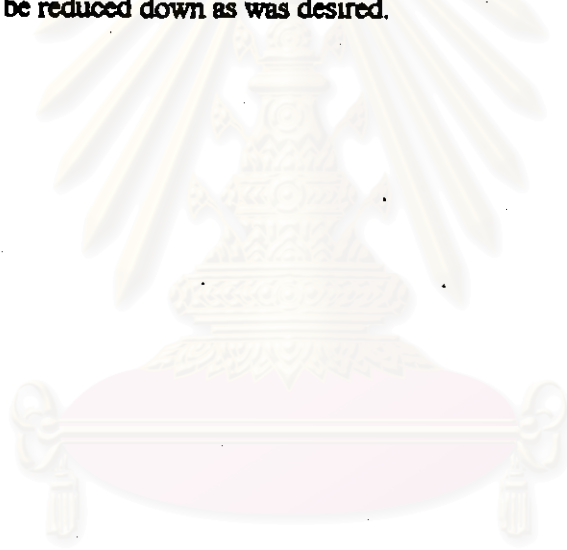
พิมพ์ค้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C725785 : MAJOR PHYSICS

KEY WORD: MICROWAVE, DIRECTIONAL COUPLERS

PHUBATE UDOMSAPH : DESIGN OF BROADBAND DIRECTIONAL COUPLERS. THESIS ADVISOR:
ASSO. PROF. ANANTASIN TECHAGUMPUGH, Ph.D. 163 pp. ISBN 974 - 636 - 838 - 9.

The objective of this thesis is to design directional couplers to work well in the 8-12 GHz frequency bandwidth. The Bethe's technique or the destructive interference of waves produced by various coupling holes which separated by distance $\lambda_g/4$ apart were used in this design. We can handle this problem by using Chebyshev or binomial distributions for finding proper roots which correspond to each hole size, and then we obtain the directional couplers with the desired bandwidth, directivity and coupling. The Chebyshev distribution, however, caused sharp peaks in directivity at some frequencies. To eliminate these peaks we slightly move roots obtained by Chebyshev theory out of circumference of unit radius circle in complex plane. The analysis showed that by doing this the peaks of directivity can be reduced down as was desired.



สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....ฟิสิกส์.....

สาขาวิชา.....ฟิสิกส์.....

ปีการศึกษา.....2539.....

ลายมือชื่อนิสิต.....สุวิมล จอมทรัพย์.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....อ.ดร.จอนิน.....

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

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

อุเบศร์ อุคมทรัพย์ : การออกแบบโคเรกชันแนลคัปเปิลเลอร์แบบช่วงความถี่กว้าง (DESIGN OF BROADBAND DIRECTIONAL COUPLERS) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. อนันตสิน เดชะกำพุช; 163 หน้า. ISBN 974 - 636 - 838 - 9.

ในการออกแบบโคเรกชันแนลคัปเปิลเลอร์ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้โคเรกชันแนลคัปเปิลเลอร์ที่สามารถใช้ได้ดีในช่วงความถี่กว้างประมาณ 8-12 GHz ในงานนี้ได้ใช้วิธีของ Bethe หรือวิธีการหักล้างกันของคลื่นที่มีเฟสตรงกันข้ามซึ่งเกิดจากรูซึ่งอยู่ห่างกัน $\lambda_g/4$ ได้ใช้การกระจายของรากที่เหมาะสมตามวิธีของเชปชีเฟหรือการกระจายแบบไบโนเมียลเพื่อหาค่าของรากที่เหมาะสมซึ่งทำให้ทราบหาร์โมนิกของแต่ละรู เพื่อให้โคเรกชันแนลคัปเปิลเลอร์ทำงานได้ดีในช่วงความถี่กว้างและมี โคเรกทีวิตีและค่าคัปปลิงที่เราต้องการ เนื่องจากการกระจายของรากแบบเชปชีเฟนั้นจะทำให้ได้กราฟของ โคเรกทีวิตีเป็นขอคกลมในบางความถี่ ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้ขอคกลมในแต่ละความถี่ลดลงจึงได้เลือกรากที่ได้จากการกระจายแบบเชปชีเฟ ซึ่งอยู่บนเส้นรอบวงกลมรัศมี 1 หน่วยในระนาบเชิงซ้อนออกไปจากเคมเล็กน้อย จากการวิเคราะห์พบว่าสามารถลดขอคกลมของ โคเรกทีวิตีลงได้ตามต้องการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์
อนันตสิน เตชะกำพูน ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอดมา ขอ
ขอบคุณครอบครัว กุญสุวรรณ ที่ได้ให้กำลังใจ,อุปการะ และ สถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และ
ขอบคุณ คุณไกรวุฒิ มณีวัฒน์ ที่ได้ให้กำลังใจเป็นอย่างมากจนผู้วิจัยมีกำลังใจในการต่อสู้อุปสรรคต่างๆ
ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณคุณพ่อคุณแม่ ที่ได้ผลักดัน,สนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุก
ทุกด้านโดยเฉพาะด้านการเงินจนผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ทฤษฎีที่สำคัญเพื่อใช้ในการออกแบบ	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและท่อนำคลื่น	4
2.1 สมการแมกซ์เวลล์แบบลดรูป	4
คลื่น TE	5
คลื่น TEM	6
คลื่น TM	7
2.2 ท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยม	8
3 เสตพารามิเตอร์และการคัปปลิงในท่อนำคลื่นด้วยรูปบนผนังตัวนำ	9
3.1 โวลท์เทจและกระแสสมมูล	9
3.2 เสตพารามิเตอร์	10
3.3 คุณสมบัติของเสตพารามิเตอร์	12
คุณสมบัติความสมมาตร	12
คุณสมบัติยูนิตี	12
คุณสมบัติศูนย์	12
คุณสมบัติการเลื่อนเฟส	12
3.2 การคัปปลิงในท่อนำคลื่นด้วยรูปบนผนังตัวนำ	12
4 โดเรกชันแนลคัปเปิลอร์และการออกแบบ	19
4.1 คุณสมบัติทั่วไปของโดเรกชันแนลคัปเปิลอร์	19
4.2 เมตริกซ์เอสของโดเรกชันแนลคัปเปิลอร์	19
4.3 พารามิเตอร์ของโดเรกชันแนลคัปเปิลอร์	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบหลายขุ	24
4.5 การหาการกระจายของราก w_n แบบ เซบีเซฟ	27
4.6 การกระจายของราก w_n แบบ ไบโนเมียล	30
4.7 ตัวอย่างการออกแบบ ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์	31
4.8 ผลการออกแบบ ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์	34
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ ไบโนเมียล จำนวน 10 ขุ	34
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ ไบโนเมียล จำนวน 20 ขุ	36
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ จำนวน 7 ขุ	38
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ จำนวน 10 ขุ	40
4.9 ผลเนื่องจากความหนาของผนังท่อ	42
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ ไบโนเมียล จำนวน 10 ขุ	43
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ ไบโนเมียล จำนวน 20 ขุ	45
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ จำนวน 7 ขุ	47
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ จำนวน 10 ขุ	49
5 การลดริบเปิดของ ไคเรกทิวตี้ใน ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ	51
5.1 กราฟแสดงผลของรากที่ออกจากวงกลม 1 หน่วย	52
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ จำนวน 7 ขุ	52
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ จำนวน 10 ขุ	55
5.2 ผลเนื่องจากการเปลี่ยนค่าของ ไคเรกทิวตี้เมื่อเปลี่ยนค่า x_0	56
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ จำนวน 7 ขุ	56
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ จำนวน 10 ขุ	59
ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์แบบ เซบีเซฟ จำนวน 20 ขุ	62
สรุปผลการออกแบบ	66
รายการอ้างอิง	68
ภาคผนวก ก.....	69
-โปรแกรมการออกแบบ ไคเรกชันแนลคัปเปเตอร์.....	69
-แบบเซบีเซฟจำนวนขุ 7 ขุ	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
- แบบเซปี่เซฟจำนวนรู 10 รู	81
- แบบไบโนเมียลจำนวนรู 10 รู	92
- แบบไบโนเมียลจำนวนรู 20 รู	102
ภาคผนวก ข	115
- แบบเซปี่เซฟจำนวนรู 7 รู ที่ 40 เดซิเบล	116
- แบบเซปี่เซฟจำนวนรู 10 รู ที่ 40 เดซิเบล	125
- แบบเซปี่เซฟจำนวนรู 7 รู ที่ 60 เดซิเบล	134
- แบบเซปี่เซฟจำนวนรู 10 รู ที่ 60 เดซิเบล	143
- แบบเซปี่เซฟจำนวนรู 15 รู ที่ 60 เดซิเบล	153
ประวัติผู้เขียน	163

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย