دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق- مخابرات

طراحی، شبیه سازی و ساخت آنتن شکافی با استفاده از سطوح سخت و نرم

دانشجو

سجاد محمدیان

استاد راهنما

دکتر کیوان فرورقی

تیر ماه ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

آقای سجاد محمدیان پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **طراحی، شبیه سازی و بهینه سازی آنتن شکافی با ستفاده از فناوری موجبر مجتمع شده در زیر لایه (SIW)** در تاریخ ۱۳۹۲/۳/۱۹ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده، پذیرش آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مخابرات پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر کیوان فرورقی	استاد	
استاد مشاور	دکتر زهرا اطلس باف	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر بیژن عباسی آرند	استادیار	
استاد ناظر	دکتر محمدصادق ابریشمیان	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر بیژن عباسی آرند	استادیار	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب سجاد محمدیان دانشجوی رشته مهندسی برق مخابرات ورودی سال تحصیلی ۹۰-۸۹ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده برق و کامپیوتر متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم.»

امضا:

تاریخ: ۹۲/۰۴/۲۲

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

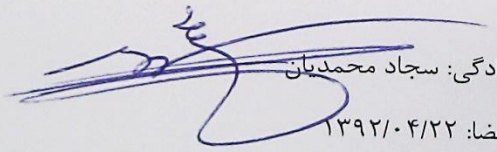
«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته مهندسی برق مخابرات است که در سال ۱۳۹۱ در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم دکتر زهرا اطلس باف از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب سجاد محمدیان دانشجوی رشته مهندسی برق مخابرات مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.



نام و نام خانوادگی: سجاد محمدیان

تاریخ و امضا: ۱۳۹۲/۰۴/۲۲

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق- مخابرات

طراحی، شبیه سازی و ساخت آنتن شکافی با استفاده از سطوح سخت و نرم

دانشجو

سجاد محمدیان

استاد راهنما

دکتر کیوان فرورقی

استاد مشاور

دکتر زهرا اطلس باف

تیر ماه ۱۳۹۲

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پربار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش، تلاش نمایم. والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم، چرا که این دو وجود پس از پروردگار، مایه هستی ام بودند، دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب آموختند. آموزگارانی که برایم زندگی، بودن و انسان بودن را معنا کردند، حال این برگ سبزی است، تحفه درویشی تقدیم به آنان، به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و به پاس عاطفه سرشار و امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است، به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند، این مجموعه را به پدر و مادر مهربانم تقدیم می کنم.

تشکر و قدردانی

ابتدا لازم می دانم از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر کیوان فرورقی به دلیل فراهم نمودن فضایی مناسب برای انجام این پایان نامه و هم چنین راهنمایی هایشان تشکر نمایم. ایشان علاوه بر نظارت مدبرانهٔ خود، آزادی عمل بسیاری برای انجام پروژه های این پایان نامه در اختیار اینجانب قرار دارند و با پشتیبانی معنوی و مادی مشوق من برای پر بار کردن این تحقیق علمی بودند. همچنین از سرکار خانم دکتر اطلس باف نیز که از راهنمایی های همه جانبه ایشان برخوردار بوده ام کمال تشکر را دارم. از تمامی اساتیدی که برای داوری و نظارت بر این پایان نامه قبول زحمت فرمودند نیز کمال قدردانی را دارم. علاوه بر این از دوستانم و تمامی کسانی که من را در رسیدن به اهدفم یاری رساندند سپاس گذارم. در پایان، ارزش معنوی این پایان نامه را به خواهر فرزانه ام که مشوق اصلی من در تمامی مراحل تحصیلی ام بودند تقدیم می نمایم.

سجاد محمدیان

دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت مدرّس،

تیر ماه ۱۳۹۲.

چکیده

در موجبر مستطیلی، به دلیل اینکه دیواره های باریک این موجبر از سطوح PEC[1]، تشکیل شده اند شرط لازم برای انتشار مد TEM[2] در داخل این موجبر ارضا نمی شود، جهت ارضا این شرایط بایستی دیواره های باریک موجبر مستطیلی با یک هادی کامل مغناطیسی(PMC[3]) جایگزین شود، تحت این شرایط توزیع میدان در داخل موجبر کاملا یکنواخت شده، بنابراین بازده روزنه تک تک شکاف های ایجاد شده افزایش یافته و باعث افزایش کارایی در آنتن های آرایه ای شکافی می شود. جهت تحقق هادی کامل مغناطیسی در موجبر مستطیلی، برای اولین بار در این پایان نامه، شکاف های طولی در صفحات پهن موجبر مستطیلی، پیشنهاد شد، که نهایتا بررسی شد که میدان در بین شکاف های طولی ایجاد شده، توزیع یکنواخت داشته و با این روش فرکانس قطع موجبر مستطیلی نیز حذف شده که در ادامه کار به تعداد شکاف های طولی افزوده شده و نهایتا شکاف های طولی، با تئوری سطوح SHS[4] تحلیل شدند، تحت این شرایط که اگر طول دیواره‌ی باریک موجبر مستطیلی کوچکتر از ربع طول موج باشد، این سطوح با یک هادی کامل مغناطیسی جایگزین می شوند، که نهایتا موجبر تحت عنوان موجبر AMC[5] متشکل از سطوح SHS، به عنوان یک ساختار موجبری جدید ارائه شده که مناسب برای ساختار های PCB[6] می باشد. اما برای تحریک مد TEM در این موجبر، از موجبر های تک مد، که با تکنولوژی SIW طراحی شدند، استفاده کردیم. در پایان جهت درستی ادعای مولف، آنتن شکافی طراحی شد، که نتایج ساخت تطبیق نسبتا خوبی با نتایج شبیه سازی دارد.

---

[1] Perfect Electric Conductor

[2] Transverse Electromagnetic

[3] Perfect Magnetic Conductor

[4] Soft Hard Surfaces

[5] Artificial magnetic conductori

[6] Printed Circuit Board

کلید واژه ها: سطوح سخت و نرم ، مد TEM در موجبر مستطیلی ، شکاف های طولی در موجبر مستطیلی، هادی مغناطیسی مصنوعی، آنتن آرایه ای شکافی

فهرست مطالب

فصل ۱- مقدمه..... ۲

فصل ۲- موجبر مجتمع شده در زیرلایه ی دی الکتر یکی..... ۵

۲-۱- مقدمه ۵

۲-۲- خواص موجبرهای مجتمع شده در زیرلایه..... ۹

۲-۳- مدل سازی SIW ۱۲

فصل ۳- سطوح SHS و روش های تحریک مد TEM با استفاده از این سطوح..... ۱۶

۳-۱- مقدمه ۱۶

۳-۲- سطح نرم..... ۱۶

۳-۳- سطح سخت ۱۷

۳-۴- بررسی سطوح اتصال کوتاه و سطوح مدار باز و ارتباط آنها با هادی کامل الکتریکی و مغناطیسی۱۸

۳-۴-۱- سطوح اتصال کوتاه ۱۸

۳-۴-۲- سطوح مدار باز ۲۱

۳-۵- نگرشی برای دیواره هادی کامل مغناطیسی ۲۲

۳-۶- روش های ایجاد مد TEM و ارتباط آن با سطوح سخت ۲۴

۳-۶-۱- آنتن بوقی بارگذاری شده با دیالکتریک..... ۲۵

۳-۶-۲- تحلیل روابط میدانی و شرط لازم برای توزیع یکنواخت میدانها ۲۶

۳-۶-۳- جاگذاری ساختار PBG در موجبر مستطیلی برای انتشار مد TEM ۳۰

۳-۶-۴- تحریک مد شبه TEM در موجبر مستطیلی با استفاده از دیوارهی FSS..... ۳۲

۳-۷- روش های کلی تغذیه آنتن آرایه ای شکافی با مد TEM..... ۳۴

فصل ۴- ایجاد مد شبه TEM در موجبر مستطیلی و موجبر جدید AMC متشکل از سطوح SHS ۴۱

۴-۱- مقدمه ۴۱

۴-۲- بررسی انتشار مد TEM در داخل موجبر مستطیلی ۴۲

۴-۳- بررسی تلفات تشعشعی ساختار تحریک کننده مد شبهTEM ۴۸

۴-۴- موجبر جدید AMC با سطوح SHS ۵۰

۴-۴-۱- مفهوم سطوح ایده آل و بررسی سطوح SHS از دیدگاه بردار پویینتینگ ۵۱

۴-۴-۲- شرط مرزی بین دو موجبر با صفحات موازی، متشکل از SHS و PEC ۵۷

۴-۴-۳- تاثیر اندازه ی نفوذ پذیری الکتریکی بر روی سطوح SHS..... ۶۲

۴-۵- نتیجه گیری ۶۶

فصل ۵- مد های منتشر شونده در داخل موجبر با صفحات موازی SHS ۶۹

۵-۱- مقدمه ۶۹

۵-۲- فرم کلی میدان برای مد های مختلف ۶۹

۵-۲-۱- مد TM_z ۷۰

۵-۲-۲- مد TEz..... ۷۱

۵-۲-۳- مد TEM_z ۷۲

۵-۳- انتشار در جهت سخت ۷۲

۵-۳-۱- بررسی مد TM_z در سطوح سخت..... ۷۳

۵-۳-۲- بررسی مد TE_z در سطوح سخت..... ۷۴

۵-۳-۳- نتیجه گیری..... ۷۵

۵-۴- انتشار در جهت نرم..... ۷۵

۵-۴-۱- بررسی مد TM_z در سطوح نرم ۷۷

۵-۴-۲- بررسی مد TEz در سطوح نرم.....۷۷
۵-۴-۳- نتیجه گیری.....۷۸
۵-۵- بررسی مد TEM در موجبر مستطیلی با دیواره متشکل از هادی کامل الکتریکی و هادی کامل مغناطیسی.....۷۸
فصل ۶- طراحی آنتن آرایه ی شکافی با استفاده از جفت شکاف های حذف کننده تشعشع و موجبر AMC متشکل از سطوح SHS..... ۸۷
۶-۱- مقدمه ۸۷
۶-۲- محدودیت Transition مایکرواستریپ به موجبر AMC ۸۷
۶-۳- سیستم تغذیه موجبر AMC با دیواره های SHS ۸۹
۶-۴- طراحی انتقال از خط مایکرواستریپ به موجبر مستطیلی ۹۳
۶-۴-۱- روش طراحی Transition ۹۴
۶-۵- آنتن آرایه ی شکافی ۹۵
۶-۵-۱- روش جفت شکاف های حذف کننده انعکاس ۹۷
۶-۵-۲- مشخصات آنتن آرایه ای شکافی.....۹۸
۶-۶- نتیجه گیری ۱۰۲

فهرست شکل ها

شکل ۲-۱:: منحنی تغییرات تلف خطوط مایکرواستریپ ساخته شده روی عایق های گوناگون [۳]. ۶

شکل ۲-۲: ساختار یک نمونه موجبر با دیواره های ستونی. ۸

شکل ۲-۳: توزیع جریان مود غالب، TE_{10}، در یک موجبر مستطیلی [۷]. ۱۱

شکل ۲-۴: ساختار SIW به همراه جزیات بررسی ها تئوری ۱۳

شکل ۳-۱: مرز بین هادی و دی الکتریک ۱۹

شکل ۳-۲: تشدید کننده دی الکتریک ۲۳

شکل ۳-۳: توزیع میدان a) مد TE_{10} b) تحریک همزمان دو مد TE_{10} و TE_{30} ۲۵

شکل ۳-۴: موجبر مستطیلی بارگذاری شده با دی الکتریک ۲۶

شکل ۳-۵: هورن مربعی با دو پلاریزاسیون،به صورت ترکیبی از دو موجبر مستطیلی بارگذاری شده با دی الکتریک در صفحات E-Plane تحلیل می شود ۲۷

شکل ۳-۶: شکل هندسی معادل برای پلاریزاسیون در جهت y ۲۷

شکل ۳-۷: موجبر مستطیلی با دیواره های کناری متشکل از سطوح PBG جهت ایجاد مد TEM ۳۰

شکل ۳-۸: شماتیک شبکه دو بعدی PBG و مدار معادل آن ۳۱

شکل ۳-۹: دیوارهی FSS، به صورت ساختار پریودیک از دایپلها ۳۲

شکل ۳-۱۰: فاز سیگنال برگشتی از سطح FSS به ازای زوایای تابش مختلف ۳۳

شکل ۳-۱۱: موجبر مستطیلی بارگذاری شده با دیوارهی FSS ۳۴

شکل ۳-۱۲ : آنتن شکافی a) پلاریزاسیون دایروی و b) پلاریزاسیون خطی ۳۶

شکل ۳-۱۳: شکاف های طولی جهت ایجاد پلاریزاسیون خطی در آرایه ی موجبر تک مد a) آرایه ی هم فاز b) آرایه با فاز های متناوب ۳۸

شکل ۳-۱۴: موجبر مستطیلی سایز بزرگ برای تغذیه ی آنتن آرایه ی شکافی ۳۹

شکل ۴-۱: توزیع میدان در خطوط CPW ۴۳

شکل ۴-۲: موجبر مستطیلی با شکاف های طولی جهت تحریک مد TEM ۴۴

شکل ۴-۳: توزیع میدان الکتریکی داخل موجبر مستطیلی با شکاف های طولی در سطح مقطع عرضی xy و در فرکانس 12GHZ ۴۴

شکل ۴-۴: اندازه میدان الکتریکی در راستای موجبر مستطیلی معمولی(پایینی) و موجبر مستطیلی دارای شکاف طولی(بالایی) ۴۵

شکل ۴-۵: شدت بردار میدان الکتریکی نرمالیزه شده در راستای محور z و در سطح مقطع عرضی xz.... ۴۶

شکل ۴-۶: توزیع میدان در وسط موجبر با شکاف های طولی با ازای پهنای استریپ های ، $\lambda/4$ ، $\lambda/2$ ، λ ۴۷

شکل ۴-۷ : اندازه ی میدان الکتریکی E_y نرمالیزه شده در سطح مقطع عرضی xy ، در وسط موجبرمستطیلی ۴۷

شکل ۴-۸: اندازه ی میدان الکتریکی E_y نرمالیزه شده در سطح مقطع عرضی xy به فاصله 4λ از پورت تغذیه و در وسط موجبرمستطیلی برای تعداد شکاف های طولی متفاوت ۴۸

شکل ۴-۹: پارامترهای پراکندگی برای موجبر مستطیلی دارای شکاف طولی ۴۹

شکل ۴-۱۰: موجبر با صفحات موازی متشکل از استریپ های PEC/PMC، (الف) دید از جلو و (ب) دید سه بعدی ۵۵

شکل ۴-۱۱: اندازه میدان مغناطیسی به ازای عرض استریپ وسطی الف) خیلی کوچکتر از طول موج ب) نصف طول موج ۵۶

شکل ۴-۱۲: موجبر با صفحات موازی متشکل از سطوح PEC و SHS ۵۸

شکل ۴-۱۳: الف) موجبر با صفحات موازی متشکل از PEC و SHS ب) f=2 GHZ پ) f=7 GHZ ت) f=12 GHZ ۵۹

شکل ۴-۱۴: اندازه ی سیگنال برگشتی از مرز بین موجبر با صفحات موازی با صفحات PEC و SHS..... ۵۹

شکل ۴-۱۵ : فاز سیگنال برگشتی مرز بین موجبر با صفحات موازی با صفحات PEC و SHS ۶۰

شکل ۴-۱۶: موجبر با صفحات موازی متشکل از سطوح PEC و SHS و اندازی گیری سیگنال برگشتی با استفاده از روش deembed ۶۱

شکل ۴-۱۷: فاز سیگنال برگشتی موجبر با صفحات موازی SHS، با استفاده از روش deembed ۶۲

شکل ۴-۱۸: اندازه ی سیگنال منتقل شده از پورت ۱ به پورت ۲ برای ساختار شکل ۴-۱۲ ..... ۶۲

شکل ۴-۱۹: میزان سیگنال عبوری از موجبر با صفحات موازی SHS ۶۳

شکل ۴-۲۰: توزیع میدان الکتریکی در موجبر الف) PPW ب) مستطیلی با سایز بزرگ و پ) موجبر AMC متشکل از سطوح SHS ۶۴

شکل ۴-۲۱: اندازه ی میدان الکتریکی نرمالیزه شده در موجبر های ۱) AMC متشکل از سطوح SHS ۲) PPW و ۳) موجبر مستطیلی با ابعاد بزرگ ۶۶

شکل ۵-۱: موجبر متشکل از سطوح SHS ۷۳

شکل ۵-۲: موجبر با صفحات موازی متشکل از سطوح نرم نسبت به جهت انتشار ۷۶

شکل ۵-۳: موجبر مستطیلی با دیواره های PMC و PEC ۷۹

شکل ۶-۱: Transition مایکرواستریپ به موجبر AMC با دیواره های SHS ۸۸

شکل ۶-۲: فاز میدان الکتریکی در دهانه موجبر AMC متشکل از دیوارهی SHS ۸۸

شکل ۶-۳: سیستم تغذیه موجبر AMC با دیواره های SHS ۸۹

شکل ۶-۴ : تحریک مد TEM در دهانه ی موجبر AMC با دیواره های SHS ۹۰

شکل ۶-۵: نحوه ی تغذیه موجبر AMC ۹۱

شکل ۶-۶ : پارامتر های پراکندگی برای موجبر AMC با دیواره های SHS ۹۲

شکل ۶-۷: اندازه ی میدان الکتریکی در موجبر با دیوارهی AMC ۹۳

شکل ۶-۸: ساختار Transition مایکرواستریپ به موجبر مستطیلی ۹۵

شکل ۶-۹: پارامترهای پراکندگی Transition مایکرواستریپ به موجبر مستطیلی ۹۵

شکل ۶-۱۰: جفت شکاف های حذف کننده انعکاس ۹۸

شکل ۶-۱۱: آنتن آرایه ای شکافی ۹۹
شکل ۶-۱۲: آنتن شکافی ساخته شده با استفاده از موجبر AMC متشکل از سطوح SHS ۱۰۰
شکل ۶-۱۳: پارمترهای پراکندگی آنتن آرایه ی شکافی ۱۰۱
شکل ۶-۱۴: پترن تشعشعی حاصل از شبیه سازی و ساخت الف) E-Plane ب) H-Plane ۱۰۲

فصل اول:

مقدمه

فصل ۱- مقدمه

امروزه سیستم های بیسیم کاربرد وسیعی در بسیاری از لوازم الکترونیکی پیدا کرده است به طوری همه ی اینها تمایل دارند آنتنی بسازند که هم دارای کارایی بالا باشد و هم اینکه حجم کم و قابلیت پیاده سازی در این لوازم را داشته باشد. آنتن های آرایه ی شکافی[۱] گزینه ی مناسبی برای این کار می باشد. روش های رایج تغذیه آنتن آرایه ی شکافی استفاده از موجبر مستطیلی می باشد، که میدان در عرض موجبر و با نزدیک شدن به دیواره‌ی کناری به شدت تضعیف می شود و کارایی نهایی آنتن های شکافی را پایین می آورد. برای غلبه بر این مشکل، بعد ها از موجبر تک مد[۲] جهت تغذیه آنتن آرایه ی شکافی استفاده شده، که این روش نیز نیاز به صرف هزینه بالایی دارد که برای کاربردهای صنعتی مناسب نیست و علاوه بر این در فرکانس های بالا به دلیل فشرده شدن ابعاد، خطای ساخت زیاد می شود، که از این لحاظ به مشکل بر می خوریم.

در فصل ۱ خواص موجبر های مجتمع شده در زیر لایه(SIW)[۳] را بررسی کردیم و با توجه به جریان سطحی ایجاد شده در روی ویاها[۴]، مدهای منتشر شونده در داخل موجبر مستطیلی با تکنولوژی SIW مورد بررسی قرار گرفتند. پس تحت شرایطی دیواره‌ی متالیزه شده یا همان ویاها با خطای ۵٪ ، عرض موثر معادل با موجبر مستطیلی با دیواره‌ی یکنواخت فلزی تعریف شد. در فصل ۲ به معرفی سطوح سخت و نرم[۵] پرداخته و روابط حاکم بر این سطوح بررسی شدند سپس چند نمونه از روش های رایج برای ایجاد مد TEM در موجبر

---

[1] Slot Antennat

[2] Monomode Rectangular Waveguide

[3] Substrate Integrated waveguide

[4] Via

[5] Soft Hard Surfaces

مستطیلی و ارتباط این روش ها با سطوح سخت بررسی شدند. طراحی و مد سازی موجبر AMC متشکل از سطوح SHS برای اولین بار در این پایان نامه در فصل ۳ مورد بررسی قرار گرفت نهایتا در فصل ۴ نیز میدان های منتشر شونده در موجبر با صفحات سخت و نرم به صورت تحلیلی بررسی شد که نتایج حاصل از فصل ۳ نیز با شرایط تعریف شده در این فصل تطابق دارند. نهایتا در فصل ۵ با استفاده از موجبرهای تک مده که با تکنولوژی SIW ساخته شده اند مد TEM را ایجاد کرده و توسط موجبر جدید AMC متشکل از سطوح SHS، آنتن آرایه ای شکافی را طراحی کردیم در این آرایه از جفت شکاف های حذف کننده تشعشع جهت بهتر کردن تطبیق امپدانس استفاده شده است. در پایان نتایج حاصل از اندازه گیری نیز آورده شده است که با نتایج شبیه سازی مقایسه گردیده است.