صبكى ٢٩٥٣

بسم الله الرحمن الرحيم

١٠٨٨٤

۸۷/۱/۱۰ ۹۳۲۷
۸۷/۱۲/۴

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مخابرات میدان

آنتن شیاری مایکرواستریپی سه بانده با ابعاد کوچک

حسین صبری

استاد راهنما:
دکتر زهرا اطلس‌باف

۱۳۸۷/۱۱/۱

آذر ۸۷

۱۰۸۸۸۴

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای حسین صبری پایان نامه ۹ واحدی خود را **با عنوان آنتن شیاری مایکرواستریپی سه بانده با ابعاد کوچك** در تاریخ ۱۳۸۷/۹/٦ ارائه کردند.

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

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر زهرا اطلس باف	استادیار	
استاد ناظر	دکتر محمد حکاك	استاد	
استاد ناظر	دکتر کیوان فرورقی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر فرخ آرزم	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر کیوان فرورقی	دانشیار	

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

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی 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 هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

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

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

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

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

نام و نام خانوادگی حسین سبزی

امضاء

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 **برق – مخابرات (میدان)** است که در سال ۱۳۸۷ در دانشکده **فنی- مهندسی** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی **سرکار خانم دکتر زهرا اطلس‌باف** 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 رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت 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 شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **حسین صبری** دانشجوی رشته **برق – مخابرات (میدان)** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: حسین صبری

تاریخ و امضا:

این پایان نامه با حمایت‌های مادی و معنوی مرکز تحقیقات مخابرات ایران طبق قرارداد TMU 87-06-32 انجام شده است.

تقدیم به پدرم، مادرم، برادرم مهدی، خواهرم منصوره و همسرم مریم که ادامه حیاتم جز به عشق، محبت و فداکاری هایشان میسر نبود.

تشکر و قدردانی

پرودگار هستی بخش را شاکرم که در تمام لحظه‌های زندگی‌ام مرا از دیده لطف و کرمش دور نگاه نداشته‌است.

بر خود می‌دانم که از زحمات استاد گرامی سرکار خانم دکتر اطلس‌باف که راهنمایی این پایان نامه را بر عهده گرفتند و مرا در اجرای آن صمیمانه و با گشاده‌رویی یاری رساندند، تشکر و قدردانی کنم. بی‌شک انجام مراحل مختلف این پایان نامه جز به پشتوانه‌ی کمک‌های ایشان امکان‌پذیر نبود.

از استادان محترم خود آقایان دکتر حکاک و دکتر فرورقی که از راهنمایی و شاگردی در محضرشان بهره-ی فراوان برده‌ام سپاسگزارم. همچنین باید از استاد گرامی آقای دکتر آرزم که الفبای مفهوم آنتن را به من آموختند تشکر و قدردانی نمایم.

در پایان موفقیت خود را ناشی از تلاش و محبت پدر و مادرم می‌دانم که با صبر و از خود گذشتگی مراحل دشوار زندگی را برای من آسان کردند و مرا از دعای خیرشان محروم نکردند. همچنین از همسر عزیزم برای دلگرمی‌ها و کمک‌هایش در طول انجام پایان نامه سپاسگزارم.

چکیده

امروزه استفاده از آنتن‌های مایکرواستریپ به دلیل برخوردار بودن از حجم کم، قیمت پایین و قابلیت اتصال آسان به دیگر قطعات مایکروویوی در ارتباطات بیسیم کاربرد بسیاری یافته است و با توجه به محدوده‌های مختلف فرکانسی برای کاربردهای مختلف لزوم استفاده از آنتنی کوچک که بتواند قابلیت عملکرد مطلوب در چندین محدوده فرکانسی را داشته باشد احساس می‌شود. از اینرو هدف این پایان‌نامه طراحی و ساخت آنتنی برای پاسخ به این نیاز مطرح شده می‌باشد.

در این پایان نامه ابتدا آنتن‌های شیاری مایکرواستریپی و نحوه عملکرد آنها توضیح داده شده است سپس روش-های مرسوم برای کوچک سازی و بهبود پهنای باند آنتن‌های مایکرواستریپ بررسی شده‌اند. در ادامه با استفاده از ایجاد شیاری Y شکل نشان داده شده است که میزان کوچک سازی قابل توجهی در آنتن شیاری مایکرواستریپی با شیار حلقوی حاصل می‌شود که میزان آن بیش از ۴۴٪ نسبت به آنتن‌های شیاری مایکرواستریپی مرسوم می‌باشد. در ادامه با به‌کارگیری ساختارهای PBG نشان داده شده است که می‌توان به آنتنی کوچکتر با مشخصه‌های تشعشعی مطلوب‌تر دست یافت. آنتن طراحی شده با ساختار PBG کوچک سازی در حدود ۵۸٪ نسبت به آنتن‌های شیاری مایکرواستریپی مرسوم را نتیجه داده است. پس از مقایسه نتایج شبیه-سازی شده و اندازه‌گیری شده مشخص گردیده است که این آنتن‌ها برای عملکرد در محدوده‌های فرکانسی DCS-1900، IEEE 802.11b/g، IEEE 802.11a و HiperLAN2 مناسب می‌باشند.

کلید واژه

آنتن مایکرواستریپ، ساختار PBG

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- مزایا و محدودیت های آنتن های مایکرواستریپ ۳

۱-۲- ساختارهای آنتن مایکرواستریپ و روشهای تغذیه ۵

۱-۲-۱- آنتن مایکرواستریپ یک لایه معمولی ۶

۱-۲-۲- آنتن مایکرواستریپ با تغذیه تزویجی (کوپلی) ۶

۱-۲-۳- آنتن مایکرواستریپی شیاری ۷

۱-۲-۴- آنتن مایکرواستریپ با تغذیه تزویج شده با شیار ۷

۱-۳- ساختارهای PBG ۸

۱-۴- طرح هدف ۱۰

۱-۵- ساختار پایان نامه ۱۱

فصل دوم: آنتن های شیاری مایکرواستریپ ۱۲

۲-۱- مقدمه ۱۳

۲-۲- آنتن های شیاری مستطیلی با تغذیه مایکرواستریپی ۱۴

۲-۳- مدار معادل آنتن شیاری مایکرواستریپ مستطیلی با تغذیه خارج از مرکز ۱۵

۲-۴- تعیین مقادیر شبکه ۱۷

۲-۴-۱- رسانایی تشعشعی ۱۸

۲-۴-۲- ولتاژ ناپیوستگی ΔV_m ۲۰

۲-۴-۳- نسبت تبدیل n ۲۱

۲-۴-۴- عباراتی برای L_c، Z_s، β_s و ΔL_s ۲۴

۲-۴-۵- نتایج ۲۴

۲-۵- آنتن های با شیار دایروی ۲۶

فصل سوم: مروری بر چند روش مرسوم افزایش پهنای باند و کوچک سازی آنتن های مایکرواستریپ ۳۱

۳-۱- مقدمه ۳۲
۳-۲- روش های افزایش پهنای باند آنتن های مایکرواستریپ ۳۳
۳-۲- ۱- تعاریف مختلف پهنای باند ۳۴
۳-۲- ۱-۱- پهنای باند امپدانس ۳۴
۳-۲- ۱-۲- پهنای باند پترن ۳۵
۳-۲- ۱-۲- پهنای باند نسبت محوری یا قطبی شدگی ۳۵
۳-۲- ۲- افزایش پهنای باند با استفاده از تطبیق ۳۷
۳-۲- ۳- افزایش پهنای باند با استفاده از تشدیدهای چندگانه ۴۰
۳-۲-۴- افزایش پهنای باند امپدانس با کاهش بازدهی ۴۱
۳-۲-۵- یک روش جدید و عملی برای بهبود پهنای باند آنتن مایکرواستریپی با شیار دایروی ۴۱
۳-۳- آنتن های مایکرواستریپ فشرده ۴۳
۳-۳-۱- استفاده از یک پچ اتصال کوتاه شده با یک زیرلایه دارای دی الکتریک باریک ۴۵
۳-۴- آنتنهای مایکرواستریپ پهن باند فشرده ۵۰
۳-۴-۱- پچ اتصال کوتاه شده تغذیه شده توسط خط مایکرواستریپ ۵۰
فصل چهارم: طراحی و نتایج ۵۲
۴-۱- مقدمه ۵۳
۴-۲- آنتن شیاری مایکرواستریپی سه بانده ۵۵
۴-۲-۱- ساختار آنتن ۶۰
۴-۲-۲- مشخصات تلف بازگشتی ۶۰
۴-۲-۲-۱- تاثیر زاویه کمان شیار Y شکل (α) ۶۱
۴-۲-۲-۲- تاثیر طول شکاف افقی l_n ۶۲
۴-۲-۳- مشخصات تشعشعی ۶۱
۴-۳- استفاده از ساختارهای PBG در آنتن شیاری مایکرواستریپی ۶۳
۴-۳-۱- ساختارهای PBG ۶۳

۴-۳-۱-۱- ساختار PBG معمولی ۶۴
۴-۳-۱-۲- ساختار PBG روی صفحه زمین ۶۴
۴-۳-۲- استفاده از ساختار های PBG مستطیلی در آنتن شیاری مایکرواستریپی ۶۴
۴-۳-۳- استفاده از ساختار های PBG دوار در آنتن شیاری مایکرواستریپی ۷۱
۴-۳-۳-۱- ساختار آنتن با استفاده از ساختارهای PBG دوار ۷۱
۴-۳-۳-۲- مشخصات تلف بازگشتی ۶۴
۴-۳-۳-۳- مشخصات تشعشعی ۶۴
۴-۳-۳-۴- تاثیر تعداد و اندازه عنصرهای ساختار PBG ۶۴
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها ۶۴
۵-۱- نتیجه گیری ۶۴
۵-۲- پیشنهادها ۸۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱) ساختار کلی آنتن پچ مایکرواستریپ ۳

شکل ۱-۲) ساختارهای مرسوم آنتن مایکرواستریپ با تغذیه تزویجی ۷

شکل ۱-۳) ساختارهای مرسوم آنتن شیاری مایکرواستریپ ۷

شکل ۱-۴) ساختار آنتن مایکرواستریپ با تغذیه تزویج شده با شیار ۸

شکل ۱-۵) دایره های کنده شده متناوب از صفحه زمین ۹

شکل ۱-۶) تکه های فلزی به همراه viaهای اتصال کوتاه کننده ۹

شکل ۱-۷) پارامترهای S اندازهگیری شده برای یک خط مایکرواستریپ PBG ۱۰

شکل ۱-۸) ساختار آنتن شیاری مایکرواستریپی سه بانده ۱۰

شکل ۱-۹) ساختار آنتن شیاری مایکرواستریپی چند بانده ۱۰

شکل ۲-۱) نمای از بالا آنتن شیاری با تغذیه مایکرواستریپی خارج از مرکز ۱۶

شکل ۲-۲) مدار معادل برای آنتن شیاری با تغذیه مایکرواستریپی ۱۵

شکل ۲-۳) مدل شبکه معادل برای آنتن شیاری با تغذیه مایکرواستریپی ۱۶

شکل ۲-۴) توزیع ولتاژ فرضی شیار در امتداد محور شیار برای تعیین مقادیر شبکه ۱۸

شکل ۲-۵) الف) امپدانس مشخصه و طول موج نرمالیزه و طول اضافه شده ب) نسبت تبدیل و رسانایی تشعشعی ۲۵

شکل ۲-۶) امپدانس نرمالیزه آنتن شیاری با تغذیه مایکرواستریپ ۲۶

شکل ۲-۷) اثر هم مرکز نبودن شکاف در کاهش امپدانس سری آنتن ۲۶

شکل ۲-۸) یک شیار دایروی با تغذیه مایکرواستریپ ۲۸

شکل ۲-۹) شیار حلقوی به همراه دستگاه مختصات ۲۷

شکل ۲-۱۰) پترن های تشعشعی شیارهای دایروی وقتی که $n = 0$ و $WS \ll \lambda 0$ ۳۰

شکل ۲-۱۱) پترن های تشعشعی صفحه E شیارهای دایروی وقتی که $n = 0$ و $WS \ll \lambda 0$ ۱۰

شکل ۲-۱۲) پترن های تشعشعی صفحه H شیارهای دایروی وقتی که $n = 0$ و $WS \ll \lambda 0$ ۳۰

شکل ۳-۱) پهنای باند نسبی گرفته شده از یک آنتن پچ مستطیلی بر حسب ضخامت لایه دیالکتریک ۳۶

شکل ۳-۲) یک آنتن مایکرواستریپ پچ به همراه یک شبکه تطبیق همسطح ۳۶
شکل ۳-۳) آنتن مایکرواستریپ پچ تحریک شده توسط سیم هممحور ۴۰
شکل ۳-۴) یک آنتن مایکرواستریپ پچ دو لایه، تغذیه به صورت تزویجی ۴۰
شکل ۳-۵) آنتن مایکرواستریپ پشته ای ۴۰
شکل ۳-۶) آنتن مایکرواستریپ پچ به همراه عناصر پارازیتیک ۴۰
شکل ۳-۷) ساختار یک آنتن مایکرواستریپی با شیار دایروی که توسط یک خط تغذیه دو قسمتی تحریک شده است ۴۲
شکل ۳-۸) تلف بازگشتی اندازه گیری شده آنتن با خط تغذیه دو قسمتی و مقایسه آن با آنتن با خط تغذیه تک قسمتی ۴۲
شکل ۳-۹) تعدادی از پچ های شیار دار مرسوم برای طراحی آنتنهای مایکرواستریپی فشرده ۴۴
شکل ۳-۱۰) نمایی از آنتن های مایکرواستریپ فشرده (الف) مستطیلی، (ب) دایروی، (ج) مثلثی ۴۵
شکل ۳-۱۱) فرکانس تشدید اندازه گیری شده در برابر مکان پین اتصال کوتاه آنتن مایکرواستریپ مثلثی شکل ۳-۱۰(ج) ۴۶
شکل ۳-۱۲) تلف برگشتی اندازه گیری شده برای آنتن های مرسوم و فشرده ۴۶
شکل ۳-۱۳) پترن های تشعشعی اندازهگیری شده برای آنتن های مایکرواستریپی با پین اتصال کوتاه (الف) و مرسوم(ب) ۵۰
شکل ۳-۱۴) آنتن های مایکرواستریپی فشرده تغذیه شده با پروب و دارای شیارهایی ایجاد شده از لبه در صفحه زمین ۵۱
شکل ۳-۱۵) آنتن های مایکرواستریپی فشرده تغذیه شده توسط پروب و دارای شیار در صفحه زمین ۵۱
شکل ۳-۱۶) آنتن های مایکرواستریپی مثلثی شیار دار فشرده پهن باند، تغذیه شده توسط پروب ۵۱
شکل ۳-۱۷) ساختار یک آنتن پچ پهن باند اتصال کوتاه شده تغذیه شده توسط خط مایکرواستریپ ۵۰
شکل ۳-۱۸) تلف بازگشتی اندازه گیری شده برای آنتن شکل قبل ۵۰
شکل ۴-۱) آنتن شیاری مایکرواستریپی با تغذیه خط مایکرواستریپ ۵۳
شکل ۴-۲) آنتن شیاری مایکرواستریپی با تغذیه CPW ۵۳
شکل ۴-۳) آنتن شیاری مایکرواستریپی تکبانده ۵۴
شکل ۴-۴) تلف بازگشتی آنتن شکل ۴-۳ ..... ۵۴
شکل ۴-۵) آنتن شیاری مایکرواستریپی دوبانده فشرده ۵۵
شکل ۴-۶) تلف بازگشتی آنتن شکل ۴-۵ ..... ۵۵
شکل ۴-۷) آنتن شیاری مایکرواستریپی سه بانده پیشنهادی ۵۶

شکل ۴-۸) تلف بازگشتی آنتن ۱ پیشنهادی در جدول ۱ ..... ۵۶
شکل ۴-۹) تلف بازگشتی آنتن ۲ پیشنهادی در جدول ۱ ..... ۵۶
شکل ۴-۱۰) تلف بازگشتی آنتن ۳ پیشنهادی در جدول ۱ ..... ۵۶
شکل ۴-۱۱) ساختار آنتن پیشنهادی ساخته شده اول ۵۷
شکل ۴-۱۲) تلف بازگشتی آنتن اول برای پنج زاویه متفاوت α ۶۱
شکل ۴-۱۳) تلف بازگشتی اندازه گیری شده و شبیه سازی شده آنتن اول در برابر فرکانس ($\alpha=143°$) ۶۱
شکل ۴-۱۴) پترن های تشعشعی ناحیه دور آنتن ساخته شده اول الف) 1.95GHz، ب) 2.44GHz و ج) 5.5GHz ۶۲
شکل۴-۱۵)ساختار کریستال نوری ۶۳
شکل ۴-۱۶) ساختار PBG روی صفحه زمین ۶۵
شکل ۴-۱۷) آنتن پیشنهادی با ساختار PBG مستطیلی ۶۷
شکل ۴-۱۸) مشخصات تلف بازگشتی آنتن شکل ۴-۱۷ ..... ۶۷
شکل ۴-۱۹) پترن های تشعشعی ناحیه دور آنتن شکل ۴-۱۷. الف) 1.95GHz، ب) 2.4GHz و ج) 5.65GHz ۷۰
شکل ۴-۲۰) ساختار آنتن پیشنهادی ساخته شده دوم ۷۲
شکل ۴-۲۱) تلف بازگشتی اندازه گیری شده و شبیه سازی شده آنتن دوم در برابر فرکانس ($\alpha=145$) ۷۱
شکل ۴-۲۲) پترن های تشعشعی ناحیه دور آنتن ساخته شده دوم الف) 1.95GHz، ب) 2.44GHz و ج) 5.5GHz ۷۲
شکل ۴-۲۳) نمای بالا و پایین آنتن های ساخته شده الف) آنتن ساخته شده اول ب) آنتن ساخته شده دوم ۷۴

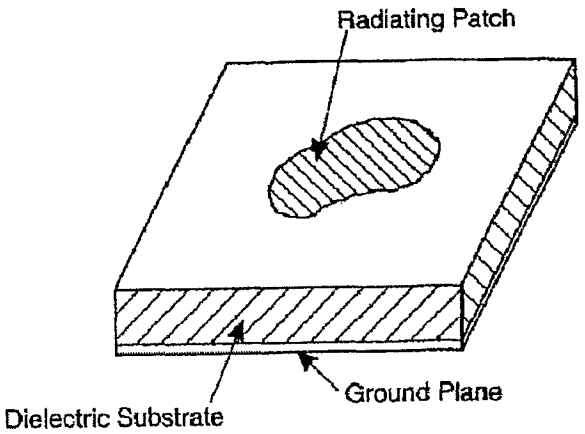
فصل اول

مقدمه

در سیستم‌های هوانوردی، فضانوردی، ماهواره‌ای و موشکی که اندازه، وزن، قیمت، کارآیی، نصب آسان و قابلیت اتصال راحت به دیگر مدارهای مایکروویوی مدنظر است، استفاده از آنتن‌های کوچک مناسب‌تر است. در حال حاضر کاربردهای متعدد دولتی و تجاری نظیر مخابرات بیسیم، رادیویی و سیار نیز از جمله موارد دیگری هستند که نیاز به آنتن‌های کوچک با مشخصات فوق را ضروری کرده‌اند. برای پاسخ به این نیازها آنتن‌های مایکرواستریپ می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند[۱]. تشعشع کننده‌های مایکرواستریپ ابتدا به وسیله دشامپز[1][۲] در سال ۱۹۶۳ پیشنهاد شد و اختراعی نیز در این زمینه در سال ۱۹۵۵ به نام گاتون و بیزینوت[2][۳] در فرانسه به ثبت رسید. اگر چه ۲۰ سال طول کشید تا آنتن‌های عملی ساخته شوند اما توسعه این آنتن‌ها در دهه ۱۹۷۰ به علت ظهور زیرلایه‌های مناسب با تانژانت تلفات پایین و مشخصات مکانیکی و حرارتی بهتر به همراه توسعه روش‌های چاپ و مدل‌های نظری مناسب، شتاب گرفت. اولین آنتن‌های عملی به وسیله هاول[3][۴] و مانسون[4][۵] ساخته شد و پس از آن تحقیقات بیشتر و توسعه آنتن‌های مایکرواستریپ و آرایه آن، روی بهره‌برداری از مزایای متعدد آنها مانند وزن، حجم و قیمت کم، ساختار یکپارچه، سازگاری با مدارهای مجتمع و غیره متمرکز شد. همانطور که در شکل ۱-۱ نشان داده است، یک آنتن مایکرواستریپ در ساده‌ترین ساختار شامل یک پچ تشعشع کننده در یک طرف زیرلایه دی‌الکتریک ($\varepsilon_r<10$) است که دارای یک صفحه زمین در طرف دیگر است.

1. Deschamps
2. Gutton & Baissinot
3. Howell
4. Munson

رسانای پچ معمولا از جنس مس یا طلا است که می‌تواند با هر شکلی فرض شود اما معمولا برای ساده‌تر شدن تحلیل و پیش بینی عملکرد، از اشکال منظم استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱) ساختار کلی آنتن پچ مایکرواستریپ

به طور معمول برای افزایش میدان‌های لبه‌ای که موجب تشعشع می‌شوند، ضریب دی‌الکتریک، ε_r، باید پایین باشد ($\varepsilon_r < 2.5$). اما ملاحظات دیگر ممکن است منجر به انتخاب زیرلایه هایی شود که ضریب دی‌الکتریک آنها بالاتر (مثلا ۴) است. در حال حاضر انواع متنوعی از زیرلایه ها با دامنه وسیع ضریب دی-الکتریک و تانژانت تلفات در دسترس هستند. همچنین زیرلایه‌ها با ضخامت‌های گوناگون برای کاربردهای مختلف به کار می‌روند.

۱-۱- مزایا و محدودیت های آنتن های مایکرواستریپ[۶]

آنتن‌های مایکرواستریپ نسبت به آنتن های مرسوم مایکروویو دارای مزایای زیادی هستند از اینرو در یک محدوده فرکانسی وسیع از حدود 100MHz تا 100GHz مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی مزایای عمده آنتن‌های مایکرواستریپ در مقایسه با آنتن‌های مرسوم مایکروویو عبارتند از:

۱- وزن سبک، حجم کم و ساختارهای نازک که می‌تواند به صورت یکپارچه ساخته شود.

۲- هزینه ساخت آنها پایین است، به خصوص در تولید انبوه

۳- ایجاد قطبی‌شدگی خطی و دایروی با یک تغذیه ساده مقدور است.

۴- آنتن‌های دو باند یا دو پلاریته می‌تواند به سادگی ساخته شود.

۵- ایجاد حفره تشدید مورد نیاز نیست.

۶- به سادگی می‌تواند در مدارهای مجتمع مایکروویو به کار رود.

۷- خطوط تغذیه و شبکه‌های تطبیق می‌تواند همزمان در ساختار آنتن ساخته شود. البته آنتن‌های مایکرواستریپ محدودیت‌هایی هم در مقایسه با آنتن‌های مرسوم مایکروویو دارند.

۱- پهنای‌باند باریک و مشکلات خطای مرتبط

۲- گین تا حدی کم (6dB)

۳- افت اهمی بالا در ساختار تغذیه آرایه‌ها

۴- اکثرا دارای تشعشع در نصف فضا

۵- نیاز به ساختار تغذیه پیچیده برای ساخت آرایه‌های کارا

۶- مشکلات زیاد در به دست آوردن قطبی‌شدگی خالص

۷- End-Fire ضعیف – به طور معمول- مگر آنتن شیاری tapered

۸- تشعشع ناخواسته از خطوط تغذیه و اتصالات

۹- بهره و بازده کم، تداخل پلاریته زیاد و تزویج دو طرفه در محیط‌های آرایه‌ای با فرکانس کار بالا

۱۰- امکان جوابگویی در توان‌های پایین‌تر (~100W)

۱۱- تحریک امواج سطحی

۱۲- آنتن‌های مایکرواستریپ ساخته شده روی زیرلایه با ضریب دی‌الکتریک بالا برای ساخت MMIC RF قویا ترجیح داده می‌شود اما استفاده از این دی‌الکتریک‌ها باعث بازده و پهنای‌باند کم می‌شود.

راه‌هایی برای به حداقل رساندن این محدودیت‌ها وجود دارد. برای مثال بهره پایین و توان کم به وسیله آرایه کردن آنتن قابل حل است. امواج سطحی که باعث محدودیت هایی مثل بازده کم، تزویج دوطرفه زیاد، بهره کم و اختلال در پترن تشعشعی می‌شوند نیز به وسیله ساختارهای PBG[1] قابل کنترل هستند. اما مهم‌ترین مشکلی که آنتن‌های فعلی مایکرواستریپ با آن مواجه هستند پهنای باند است. اگرچه پهنای‌باند اینگونه آنتن‌ها می‌تواند به وسیله روش‌های خاصی افزایش داده شود[۷]، اما این روش‌ها معمولا در مورد یک ساختار معین و در یک محدوده خاص فرکانسی جوابگو هستند و در اکثر موارد مستلزم پیچیده شدن ساختار آنتن هستند که این مورد مزیت اصلی آنتن مایکرواستریپ، یعنی سادگی ساختار را از بین می‌برد.

۱-۲- ساختارهای آنتن مایکرواستریپ و روش‌های تغذیه[۸]

هنگامی که بر بعد طراحی و ساخت تاکید می‌ورزیم، دانستن انواع امکان‌ها به اندازه روش‌های تحلیل آنها اهمیت می‌یابد. از اینرو در این بخش به بررسی انواع ساختارهای مایکرواستریپ با ذکر ویژگی‌های آنها تا آنجا که مقدور باشد می‌پردازیم.

1. Photonic Bandgap