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 علی مهردادیان پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **طراحی و ساخت آرایه متشکل از آنتن های ترکیبی فراباند وسیع** در تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۶ 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 ناظر	دکتر بیژن عباسی آرند	استادیار	
استاد ناظر	دکتر زهرا اطلس باف	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر سید عبداله میرطاهری	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر زهرا اطلس باف	دانشیار	

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق- مخابرات

طراحی و ساخت آرایه متشکل از آنتن‌های ترکیبی فراباند وسیع

دانشجو

علی مهردادیان

استاد راهنما

دکتر کیوان فرورقی

بهمن ۱۳۹۱

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 علی مهردادیان 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:

۹۲/۴/۲۴

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 جناب آقای دکتر کیوان فرورقی 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 علی مهردادیان 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: علی مهردادیان

تاریخ و امضا:

۹۲/۴/۲۴

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پر بار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم ودانش 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 هستی‌ام بوده‌اند، 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 انسانی‌شان از کلمه ایثار و به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است، به پاس قلب‌های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می‌گراید و به پاس محبت‌های بی‌دریغشان که هرگز فروکش نمی‌کند، این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می‌کنم .

تشکر و قدردانی

با تقدیر و تشکر شایسته از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر کیوان فرورقی که با نکته‌های دلاویز و گفته‌های بلند، همواره راهنما و راه‌گشای اینجانب در اتمام و اکمال پایان نامه بوده است.

چکیده

ارسال پالسهایی که طیف فرکانسی آنها شامل فرکانس‌های پایین باشد، در رادارهایی که برای اکتشاف مورد استفاده قرار می‌گیرند بسیار مورد توجه است، زیرا عمق پوستی برای فرکانس‌های پایین زیاد است. یکی از راههای کوچک کردن ابعاد یک آنتن برای تشعشع فرکانس‌های پایین استفاده از ایده آنتن ترکیبی است.

در این گزارش ابتدا روش گام‌به‌گام طراحی یک آنتن ترکیبی پهن باند ارائه خواهد شد. این آنتن، ترکیبی از آنتن TEM هورن با دیپل‌های مغناطیسی است که پهنای باند وسیع فرکانسی از ۲۰۰MHz تا ۳۰GHz برای آن بدست آمده است. این عنصر ساخته شده و نتایج ساخت آن از جمله افت برگشتی و پترن با نتایج شبیه‌سازی مقایسه شده است که نتایج تطبیق خوبی با هم دارند. برای افزایش گین این عنصر از یک لنز در دهانه[1] آن استفاده شده است که این لنز به مقدار قابل توجهی گین آنرا افزایش داده است. با اصلاح ابعاد عنصر ساخته شده یک آنتن SWB[2] با پهنای باند ۱۸۰MHZ تا ۴۰GHz طراحی شده است و برای افزایش گین این عنصر نیز از یک لنز دی‌الکتریک در دهانه آن استفاده شده است. با کوچکسازی آنتن ترکیبی طراحی شده، یک عنصر با ابعاد مناسب برای ساختار آرایه طراحی شده است. این عنصر در ساختار آرایه‌ای ۲×۲ مورد استفاده قرار گرفته و پهنای باند ۰/۲GHz تا ۵GHz برای آن بدست آمده است. با استفاده از لنز در دهانه هر یک از عناصر، از ایجاد لوبهای مزاحم در فرکانس‌های بالای باند جلوگیری شده و نهایتا یک آرایه با پهنای باند ۰/۲GHz تا ۱۰GHz بدست آمده است. پاسخ حوزه زمان آرایه‌های طراحی شده هم مورد بررسی قرار گرفته که نتایج بدست آمده عملکرد مطلوب طرح انجام شده را نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: آنتن UWB، ایده آنتن ترکیبی، انرژی راکتیو، آنتن TEM هورن.

[1] Aperture

[2] Super wide band

فهرست مطالب

فصل ۱- مقدمه ۱

فصل ۲- مروری بر آنتن‌های پهن باند و آنتن ترکیبی ۶

۲-۱- ساختارهای مختلف آنتن های UWB ۷

۲-۲- آنتن های موج متحرک ۸

۲-۳- آنتن‌های مستقل از فرکانس ۱۲

۲-۴- آنتن های خود مکمل ۱۴

۲-۵- آنتن‌های با چندین تشدید ۱۵

۲-۶- آنتن های کوچک از لحاظ الکتریکی ۱۷

۲-۷- ایده آنتن ترکیبی ۱۹

فصل ۳- فصل سوم: طراحی آنتن ترکیبی ۳۲

۳-۱- تئوری انعکاسات جزیی ۳۳

۳-۲- روش گام‌به‌گام طراحی آنتن ترکیبی ۳۵

۳-۲-۱- طراحی آنتن TEM هورن ۳۶

۳-۲-۲- استفاده از ایده آنتن ترکیبی ۴۶

۳-۲-۳- اتصال کابل کواکسیال به آنتن ۵۳

۳-۳- نتایج شبیه سازی و ساخت برای آنتن ترکیبی ۶۱

۳-۴- طراحی لنز برای افزایش گین ۶۴

۳-۵- طراحی یک آنتن ترکیبی SWB ۷۰

۳-۶- طراحی یک لنز برای آنتن ترکیبی SWB ۷۲

فصل ۴- کوچک سازی عنصر آنتن ترکیبی و بکار بردن آن در ساختار آرایه ۷۷

۴-۱- کوچک‌سازی آنتن ترکیب طراحی شده ۷۸

۴-۲- آرایه کردن عنصر کوچک شده ۸۵

۴-۲-۱- بررسی حالت عمودی در ساختار آرایه ۸۵

۴-۲-۲- بررسی حالت افقی ۸۶

۴-۳- ساختار آرایه ۲×۲ ..... ۸۷

۴-۴- عنصر کوچک شده با لنز ۹۰

۴-۵- آرایه ۲ × ۲ از عناصر به همراه لنز ۹۰

فصل ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۹۵

۵-۱- نتیجه‌گیری ۹۵

۵-۲- پیشنهادات ۹۷

فهرست مراجع ۹۹

فهرست جدول‌ها

جدول ۳-۱: مقادیر بهینه پارامترها در ساختار نهایی ۶۱

جدول ۴-۱: مقادیر بهینه پارامترها برای عنصر کوچک شده ۸۱

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱: آنتن هورن تیپر داده شده[۲۰] ۹

شکل ۲-۲: آنتن ویوالدی[۲۰] ۹

شکل ۲-۳: پاسخ زمانی حالت گذرای آنتن ویوالدی[۲۰] ۱۰

شکل ۲-۴: ساختار آنتن بووتای[۲۰] ۱۳

شکل ۲-۵: آنتن اسپایرال لگاریتمی[۲۰] ۱۵

شکل ۲-۶: آنتن لگ‌پریودیک صفحه‌ای[۲۰] ۱۶

شکل ۲-۷: آنتن یک مخروطی کوچک[۲۰] ۱۸

شکل ۲-۸: ساختار مونوپل‌های صفحه‌ای[۲۰] ۱۸

شکل ۲-۹: ترکیبی از یک دیپل الکتریکی و دو دیپل مغناطیسی[۳۲] ۲۱

شکل ۲-۱۰: توان تشعشعی دیپل‌ها بر حسب فرکانس[۳۲] ۲۲

شکل ۲-۱۱: ساختاری از یک آنتن ترکیبی[۳۲] ۲۳

شکل ۲-۱۲: نمودار VSWR بر حسب فرکانس برای آنتن ترکیبی[۳۲] ۲۳

شکل ۲-۱۳: ساختار آنتن ترکیبی و آنتن مونوپل[۱۰] ۲۶

شکل ۲-۱۴: VSWR برای آنتن ترکیبی و آنتن مونوپل[۱۰] ۲۶

شکل ۲-۱۵: ضرایب Q مختلف برای یک دیپل الکتریکی به طول 2L[۳۶] ۲۸

شکل ۲-۱۶: چند نمونه از ساختارهای آنتن ترکیبی[۳۶] ۲۹

شکل ۲-۱۷: نمودار VSWR مربوط به ساختار $\boldsymbol{A_1}$ و مونوپل متناظر با آن[۳۶] ۲۹

شکل ۲-۱۸: نمودار VSWR برای ساختار $\boldsymbol{A_2}$ و مونوپل متناظر آن[۳۶] ۳۰

شکل ۲-۱۹: نمودار VSWR برای ساختار $\boldsymbol{A_3}$ و آنتن TEM هورن متناظر با آن[۳۶] ۳۰

شکل ۲-۲۰: ساختار آنتن ترکیبی ارائه شده برای ارسال پالس با توان بالا[۳۷]..... ۳۱
شکل ۲-۲۱: ساختار آنتن ترکیبی ارائه شده برای ارسال پالس با توان پایین[۳۷]..... ۳۱
شکل ۲-۲۲: نمودار VSWR برای دو ساختار آنتن ترکیبی ارائه شده در[۳۷] ۳۱
شکل ۳-۱: امپدانس متغییر Z(z) به عنوان تطبیق کننده بین Z_0 و Z_L [۳۸] ۳۳
شکل ۳-۲: بخش افزایشی با طول Δz و تغییر امپدانس ΔZ [۳۸]..... ۳۳
شکل۳-۳: نمودار دامنه ضریب انعکاس برای خط نمایی ۳۵
شکل ۳-۴: آنتن TEM هورن ساده ۳۶
شکل ۳-۵: پورت تغذیه در ابتدای آنتن ۳۷
شکل ۳-۶: نمای جانبی از آنتن TEM هورن ساده ۳۹
شکل ۳-۷: نمودار تغییرات امپدانس مشخصه در طول آنتن TEM هورن ساده ۴۰
شکل ۳-۸: نمودار افت برگشتی حاصل از شبیه سازی برای آنتن TEM هورن..... ۴۰
شکل ۳-۹: آنتن TEM هورن با تیپر در عرض استریپ‌ها ۴۱
شکل ۳-۱۰: نمودار تغییرات امپدانس در طول آنتن TEM با تیپر در عرض..... ۴۲
شکل ۳-۱۱: نمودار افت برگشتی برای آنتن TEM هورن با تیپر در عرض استریپ‌ها..... ۴۳
شکل ۳-۱۲: ساختار آنتن TEM هورن با عرض ثابت برای استریپ پایینی..... ۴۴
شکل ۳-۱۳: نمودار افت برگشتی برای آنتن TEM هورن با عرض ثابت برای استریپ پایینی ۴۵
شکل ۳-۱۴: آنتن TEM هورن با صفحاتی در بالا و پایین آن ۴۷
شکل ۳-۱۵: نمودار افت برگشتی برای آنتن TEM با صفحات بالا و پایین ۴۸
شکل ۳-۱۶: ساختار آنتن ترکیبی..... ۴۹
شکل ۳-۱۷: ساختار آنتن و برخی از پارامترهای موثر روی آن..... ۵۰

شکل ۳-۱۸: نمودار افت برگشتی آنتن ترکیبی ۵۰
شکل ۳-۱۹: آنتن ترکیبی با دو حلقه در قسمت بالا ۵۱
شکل ۳-۲۰: نمودار افت برگشتی آنتن ترکیبی با دو حلقه در قسمت بالایی ۵۳
شکل ۳-۲۱: ساختار اتصال کابل کواکسیال به آنتن در گام اول ۵۵
شکل ۳-۲۲: نمودار افت برگشتی بعد از اتصال کابل کواکسیال به آنتن ۵۶
شکل ۳-۲۳: اتصال مغزی کابل کواکسیال با لوفت کردن..... ۵۷
شکل ۳-۲۴: نمودار افت برگشتی با طرح لوفت شده ۵۸
شکل ۳-۲۵: ساختار اتصال کابل کواکسیال استاندارد به آنتن ۵۹
شکل ۳-۲۶: ساختار کامل آنتن و مشخص کردن یک پارامتر روی آن ۶۰
شکل ۳-۲۷: تصویر آنتن ترکیبی ساخته شده..... ۶۲
شکل ۳-۲۸: نمودار VSWR حاصل از شبیه‌سازی و ساخت برای آنتن ترکیبی..... ۶۲
شکل ۳-۲۹: پترن آنتن ترکیبی حاصل از شبیه‌سازی و ساخت در صفحات E و H ۶۴
شکل ۳-۳۰: ساختار انتخاب شده برای لنز دی‌الکتریک[۴۷] ۶۵
شکل ۳-۳۱: آنتن ترکیبی به همراه لنز در دهانه آن ۶۷
شکل ۳-۳۲: نمودار افت برگشتی آنتن ترکیبی با لنز و بدون لنز..... ۶۷
شکل ۳-۳۳: پترن آنتن ترکیبی با لنز و بدون لنز..... ۶۹
شکل ۳-۳۴: گین آنتن ترکیبی با لنز و بدون لنز ۷۰
شکل ۳-۳۵: ساختار آنتن SWB..... ۷۱
شکل ۳-۳۶: ساختار آنتن SWB به همراه لنز در دهانه آن ۷۳
شکل ۳-۳۷: افت برگشتی آنتن SWB با لنز و بدون لنز..... ۷۳

شکل ۳-۳۸: پترن آنتن SWB با لنز و بدون لنز ۷۵
شکل ۳-۳۹: گین آنتن SWB با لنز و بدون لنز ۷۶
شکل ۴-۱: ساختار عنصر ترکیبی کوچک شده ۸۰
شکل ۴-۲: افت برگشتی عنصر کوچک شده ۸۱
شکل ۴-۳: پترن عنصر کوچک شده در فرکانس‌های مختلف از پهنای باند ۸۲
شکل ۴-۴: سیگنال پروب در فاصله $\boldsymbol{Z_{probe}}$ از آنتن ۸۳
شکل ۴-۵: سیگنال ولتاژ تحریک ۸۴
شکل ۴-۶: ساختار آرایه ۲×۲ ..... ۸۷
شکل ۴-۷: افت برگشتی کلی به عنصرهای آرایه ۲×۲ ..... ۸۸
شکل ۴-۸: پترن آرایه ۲×۲ در فرکانس‌های مختلف ۸۹
شکل ۴-۹: سیگنال زمانی پروب در جهات مختلف ۸۹
شکل ۴-۱۰: عنصر آرایه به همراه لنز ۹۰
شکل ۴-۱۱: آرایه‌های از عنصرهای ترکیبی به همراه لنز ۹۱
شکل ۴-۱۲: افت برگشتی کلی به عناصر به همراه لنز در ساختار آرایه ۹۲
شکل ۴-۱۳: پترن آرایه با عنصرهایی که لنز در دهانه آنها قرار داده شده ۹۳
شکل ۴-۱۴: نمودار گین آرایه با عنصرهای به همراه لنز ۹۴

فصل ۱– مقدمه

واژه UWB اولین بار توسط وزارت دفاع آمریکا در سال ۱۹۸۹ معرفی شده است. مبدا این فناوری به سال ۱۹۶۰ بر می‌گردد که تحت عنوان فناوری ایمپالس[۳]، باند پایه و بدون حامل معرفی شده است. از مزایای استفاده از این فناوری، حذف اثرات مخرب انعکاسات چندگانه، استفاده از پروتکل‌های دسترسی چندگانه، احتمال شنود بسیار کم در زمینه سیستم‌های مخابراتی، افزایش دقت در موقعیت-یابی و احتمال آشکارسازی کم در سیستم‌های رادار است. علاوه بر این عدم وجود مدارهای RF باعث کاهش هزینه نیز می‌گردد. برخی از کاربردهای این فن‌آوری در حوزه نظامی و تجاری شامل: بی‌سیم رادیویی تاکتیکی و قابل استفاده در شبکه، ارتباطات زمینی با شنود کم و ماورای خط دید مستقیم، رادارهای ارتفاع‌سنج و تشخیص‌دهنده موانع، رادارهای مزاحم‌یاب، سیستم‌های موقعیت‌یابی هندسی دقیق، ارتباطات هواپیماهای بدون سرنشین، فیوزهای مجاورتی، LAN یا WAN، سیستم‌های هشدار-دهنده تصادف، سیستم‌های حمل‌ونقل، سیستم‌های پایش از راه دور، می‌شود. هر چند تکنولوژی UWB به عنوان یک پیشرفت در زمینه ارتباطات رادیویی در نظر گرفته می‌شود ولی قدمت این تکنولوژی به حدود ۴۰ سال پیش بر می‌گردد. استفاده از پالس‌های کوتاه باعث اشغال پهنای باند زیاد در حوزه فرکانس می‌شود که این موضوع مزایایی از قبیل ظرفیت انتقال اطلاعات بالا، مخفی بودن از دید افراد غیرمجاز، مقاومت در برابر تداخل عمودی و استفاده مشترک از پهنای باند با سایر سیستم‌ها را دارد. از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ این فن آوری در انحصار وزارت دفاع آمریکا برای انجام برنامه‌هایی نظیر تبادل اطلاعات بسیار امن بود. به دلیل افزایش علاقه در زمینه استفاده از سیستم‌های UWB در

[3] Impulse

کاربردهای نظامی، مسولین FCC را مجبور کرد که UWB را به عنوان یک فناوری در زمینه ارتباطات نظامی تصویب کنند[۱].

برای داشتن رادارهایی با دقت بالا سیگنالهای رادار باید پهنای باند RF بزرگی داشته باشند که برای این منظور از امواج با طول موج میلیمتری استفاده می‌کنند. ولی برای آنکه سیگنالهای ارسالی بتوانند از دیوار و ساختمانها نیز عبور کنند، باید در فرکانس‌های خیلی پایین کار کند. سیگنال UWB با توجه به پهنای باند وسیع بهترین انتخاب برای رادارهای دیوار گذر با دقت بالا می‌باشد. از جمله رادارهای UWB می‌توان به رادارهای GPR اشاره کرد. این رادارها که در فرکانس‌های پایین کار می-کنند دارای تلفات انتشار بسیار کمی می‌باشند. از این رادارها می‌توان برای آزمایش اجزاء تشکیل دهنده پل‌ها، ساختمان‌ها و جاده‌ها استفاده کرد. همچنین از آنها برای تعیین مکان اجسام زیر زمینی استفاده می‌شود. از کاربردهای دیگر این رادارها می‌توان به کاربردهای امنیتی و پلیسی همانند کنترل ورود و خروج افراد به ساختمان‌ها و تشخیص حرکات افراد از پشت دیوار و همچنین کاربردهای انسانی همچون تعیین محل افرادی که در زیر آوار زلزله مدفون شده اند، اشاره نمود[۲].

یکی از مهمترین اجزاء مورد استفاده در سیستم‌های پهن باند آنتن UWB برای تشعشع پالس مورد-نظر است. آنتن مورد استفاده باید دارای مشخصات مطلوب از جمله تطبیق با خط تغذیه، پترن و پلاریزاسیون مناسب باشد و پاسخ حوزه زمان آن نیز مناسب باشد. تا به حال آنتن‌های UWB مختلفی طراحی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند[۳]-[۸]. یکی از انواع آنتن‌های UWB آنتن ترکیبی است. ایده آنتن ترکیبی برای اولین بار در سال ۱۹۹۷ توسط آقای کوشلف مطرح شد. در مرجع [۹] با بررسی میدان‌های تشعشعی اطراف یک دیپل الکتریکی که در محیط یکنواخت و ایزوتروپیک بدون تلفات واقع شده است، مشاهده می‌شود میزان چگالی انرژی الکتریکی با چگالی انرژی مغناطیسی متفاوت است. تفاوت مقدار این دو انرژی در نزدیک آنتن به عنوان انرژی راکتیو تعریف می‌شود که این انرژی

در تشعشع موج از آنتن نقشی ندارد و فقط یک نقش اتلافی برای آنتن بازی می‌کند. این انرژی مشخص کننده قسمت موهومی بردار پوینتینگ و همچنین قسمت موهومی امپدانس ورودی آنتن می‌باشد. بنابراین کاهش این مقدار انرژی باعث می‌شود تلفات کمتر شده و تمام انرژی پالس اعمال شده به آنتن صرف تشعشع موج از آن شود. همچنین کوچک شدن قسمت موهومی امپدانس ورودی آنتن باعث می‌شود که تطبیق آنتن در یک پهنای باند وسیع امکان پذیر شود. بنابراین کم کردن انرژی راکتیو در مجاورت آنتن باعث افزایش پهنای باند آن می‌شود. یکی از راههای کاهش انرژی راکتیو اطراف دیپل الکتریکی قرار دادن دیپل‌های مغناطیسی در مجاورت آن است. این دیپل‌های مغناطیسی باید با شکل و جهت مناسب در مجاورت دیپل الکتریکی قرار داده شوند. با قرار دادن دیپل‌های مغناطیسی در مجاورت آنتن، می‌توان میزان انرژی مغناطیسی را در اطراف آن کنترل کرد، بنابراین می‌توان میزان انرژی الکتریکی و مغناطیسی را به همدیگر نزدیک کرد و بنابراین مقدار انرژی راکتیو را اطراف کل ساختار کاهش داد. با تغذیه دیپل‌های الکتریکی و مغناطیسی از یک نقطه می‌توان پهنای باند بیشتر بدست آورد. در عمل باید ساختاری را طراحی کرد که در آن دیپل‌های مغناطیسی ایجاد شود. یک حلقه جریان را می‌توان با یک دیپل مغناطیسی معادل کرد که میزان ممان مغناطیسی این حلقه با سطح مقطع حلقه و جریان عبوری از حلقه متناسب است. بنابراین ساختارهای عملی باید دارای حلقه‌هایی باشند که با دور زدن جریان روی این حلقه‌ها دیپل‌های مغناطیسی ایجاد شوند. ساختارهای مختلفی برای آنتن ترکیبی تا به حال ارائه شده است که در باندهای مختلف فرکانسی مورد استفاده قرار گرفته است[۱۰]-[۱۳].

کار انجام شده در این پایان نامه به دو قسمت عمده تقسیم می‌شود. در ابتدا عنصرهای پهن باند طراحی می‌شوند که به تنهایی قابل استفاده هستند و در قسمت دوم طراحی یک آرایه متشکل از عنصرهای پهن باند برای ارسال پالس زمانی با توان بالا انجام خواهد شد. در ابتدا ساختارهای پهن‌باند

از آنتن ترکیبی طراحی می‌شوند. با بکار بردن لنز دی الکتریک در دهانه این عناصر پترن آن جمع‌تر شده و گین آنها به مقدار قابل توجهی افزایش پیدا کرده است. برای بکار بردن این عنصر در ساختار آرایه، کوچکسازی روی ابعاد آن انجام می‌شود. و نهایتا این عنصر کوچکسازی شده در ساختار آرایه مورد استفاده قرار می‌گیرد . عنصرهایی که در ساختار یک آرایه مورد استفاده قرار می‌گیرند باید دارای ابعادی کوچکتر از طول موج باشند، به عبارت دیگر حداکثر ابعاد عنصر باید کسر کوچکی از طول موج در فرکانس پایین باند باشد تا مشکل ایجاد لوبهای مزاحم در پترن آرایه در فرکانس‌های بالای باند ایجاد نشود. آنتن ترکیبی با ایده‌ای که در آن بکار رفته است، قابلیت تشعشع فرکانس‌های پایین را با ابعاد کوچک دارد. بنابراین آنتن ترکیبی به عنوان عنصر آرایه انتخاب می‌شود. برای کاهش سطح لوبهای مزاحم در پترن آرایه از یک لنز دی‌الکتریک در دهانه هر یک از عناصر استفاده می‌شود. افزودن لنز به دهانه عناصر تاثیر کمی در تطبیق آنها دارد و با جمع‌تر کردن پترن هر یک از عناصر باعث می‌شود، تا فرکانس ۱۰GHz سطح لوبها فرعی نسبت به لوب اصلی پایین باشد. بنابراین پهنای باند آرایه با عناصری که در دهانه آنها لنز قرار داده شده، تا فرکانس ۱۰GHz افزایش پیدا می‌کند و نهایتا آرایه‌ای از عناصر آنتن ترکیبی برای ارسال پالس بدست می‌آید.

در فصل ۲ آنتن‌های UWB بررسی‌می‌شوند و اصول کار این نوع آنتن‌ها بطور مختصر ارائه می-شود و برخی از کارهای انجام شده در این زمینه نیز ارائه خواهد شد. یکی از انواع آنتن‌های UWB آنتن ترکیبی است که ایده آنتن ترکیبی در فصل ۲ بیان و برخی از ساختارهای که برای پیاده‌سازی این ایده ارائه شده است، مورد بررسی قرار می‌گیرند. در فصل ۳ ابتدا روش گام به گام طراحی یک آنتن ترکیبی پهن‌باند ارائه خواهد شد. پهنای باند بدست آمده برای این عنصر ۲۰۰MHz تا ۳۰GHz است که افت برگشتی و پترن آن در این بازه فرکانسی مطلوب می‌باشد. برای افزایش گین این عنصر از یک لنز دی‌الکتریک در دهانه آن استفاده می‌شود. این لنز گین آنرا به مقدار قابل توجهی افزایش

می‌دهد. با اصلاح ساختار این عنصر یک آنتن ترکیبی SWB دیگر طراحی می‌شود. پهنای باند بدست آمده، برای این آنتن ۱۸۰MHz تا ۴۰GHz می‌باشد. مشخصات آنتن از جمله پترن و تطبیق آن در این بازه مطلوب می‌باشد. با طراحی یک لنز دی‌الکتریک مناسب برای این آنتن گین آن به مقدار قابل توجهی افزایش پیدا می‌کند. در فصل ۴ آنتن ترکیبی پهن باند طراحی شده، کوچک‌سازی می‌شود تا قابل استفاده در یک ساختار آرایه صفحه‌ای باشد. این عنصر کوچک شده را در ساختارهای آرایه افقی و عمودی استفاده کرده و بهترین فاصله برای عناصر بدست آورده شده است و نهایتا یک آرایه ۲×۲ از آن بدست آمده است. با افزودن لنز به دهانه عناصر سطح لوب فرعی کاهش داده شده و نهایتا یک آرایه ۲×۲ با عنصرهای همراه با لنز با پهنای باند ۰/۲GHz تا ۱۰GHz بدست آمده است.