بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

طراحی و آنالیز آنتن‌های آرایه‌ای تغذیه سری مدار چاپی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی برق گرایش مخابرات-میدان و امواج

رضا بایدرخانی

استاد راهنما:

دکتر حمیدرضا حسنی

خرداد ماه ۱۳۸۹

دانشکده فنی و مهندسی

طراحی و آنالیز آنتن‌های آرایه‌ای تغذیه سری مدار چاپی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی برق گرایش مخابرات-میدان و امواج

رضا بایدرخانی

خرداد ماه ۱۳۸۹

تأییدیه‌ی هیأت داوران جلسه‌ی دفاع از پایان‌نامه/رساله

نام دانشکده:

نام دانشجو:

عنوان پایان‌نامه یا رساله:

تاریخ دفاع:

رشته:

گرایش:

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما				
۲	استاد راهنما				
۳	استاد مشاور				
۴	استاد مشاور				
۵	استاد مدعو خارجی				
۶	استاد مدعو خارجی				
۷	استاد مدعو داخلی				
۸	استاد مدعو داخلی				

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

اینجانب رضا بایدرخانی به شماره دانشجویی ۸۶۷۵۱۸۰۰۱ دانشجوی رشته مهندسی برق مخابرات گرایش میدان و امواج مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری‌شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام.

نام و نام خانوادگی:

امضا و تاریخ:

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

کلیه حقوق این پایان نامه متعلق به دانشگاه شاهد می‌باشد.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که وجودشان گرمی

بخش زندگی من است...

تشکر و قدردانی:

در ابتدا بر خود لازم می‌دانم از زحمات بی دریغ و دلسوزانه پدر و مادر عزیزم که همواره و در تمام مراحل زندگی مونس و غمخوارم بوده و هستند نهایت تقدیر و تشکر را داشته و از خداوند منان برایشان سلامتی و طول عمر با عزت مسئلت می‌نمایم. همچنین از زحمات خانم زهرا بایدرخانی که در تایپ و تنظیم پایان نامه حاضر، علی رغم مشغله درسی، زحمات بسیاری را متحمل شدند سپاسگزاری می‌نمایم.

از زحمات جناب آقای دکتر حسنی به دلیل راهنمایی‌های مدبرانه و دلسوزانه ایشان در طول دوران تحصیل و نیزدر طول انجام پروژه نهایت تشکر را داشته و توفیق روز افزون ایشان را از خداوند متعال خواستارم. همچنین از جناب آقای دکتر ملاحزاده که در طول دوران تحصیل راهنمایی‌های ایشان افق‌های تازه‌ای به رویم گشود نهایت تقدیر و تشکر را دارم. به رسم ادب بر خود لازم می‌دانم از زحمات جناب آقای دکتر داداش‌زاده نهایت تقدیر و تشکر را داشته باشم و برای تمامی این عزیزان توفیق روز افزون و سربلندی از خداوند منان خواستارم.

در انتها از تمامی کسانی که در طول دوران تحصیل برای اینجانب زحمت کشیده‌اند تشکر می-نمایم و از خداوند متعال سلامتی، طول عمر با عزت، و توفیق روز افزون ایشان را خواستارم.

چکیده

آنتن‌هایی با تراز گلبرگ کناری (SLL) پایین و پهنای باند زیاد کاربردهای فراوانی در بسیاری از سیستم‌های راداری دارند. از اینرو در این پایان نامه هدف، طراحی، آنالیز و شبیه سازی آرایه خطی مدارچاپی تغذیه سری با تراز گلبرگ کناری زیر dB ۲۵- و در عین حال تحقق پهنای باند(BW) و نسبت پرتو جلویی به پشتی (F/B) حداکثری می‌باشد. پایان نامه مذکور در دو بخش، یکی مربوط به آنتن‌های پهلو آتش و دیگری مربوط به آنتن‌های سرآتش ارائه گردیده است. در بخش آنتن‌های پهلو آتش پنج طرح مختلف با استفاده از پچ‌های مربعی تغذیه شده از یک گوشه در فرکانس مرکزی GHz ۱۶.۲۶ ، و یک طرح با استفاده از عناصر DRA در فرکانس مرکزی ۹.۳GHz ارائه شده است. همچنین در بخش آرایه‌های سر آتش چهار طرح مختلف در فرکانس مرکزی GHz ۱۶.۲۶ ارائه گردیده است. آرایه‌های مذکور پس از شبیه سازی و بهینه سازی در نرم افزار HFSS، ساخته و تست گردید. نتایج آرایه پچ‌های مربعی تغذیه سری معمولی عبارتست از: F/B=۲۳dB, BW=۳٪, SLL=-۲۴dB . به منظور دستیابی به حداقل SLL و نیز افزایش پهنای باند و F/B، در صفحه زمین آرایه فوق، آرایه‌ای از شیارها قرار داده شد. نتایج حاصل از تست آرایه فوق عبارتند از: F/B=۳۸dB, BW=۷۳٪, SLL=-۳۲.۵dB . به منظور دستیابی به حداقل SLL شیارها بصورت taper شده بکار رفت. همچنین شکل شیارها نیز به دلیل دستیابی به بهترین سطح SLL بهینه سازی شد که در نهایت به سطح SLL=-۳۵ dB دست یافته شد. همچنین در ادامه این پایان نامه دو آرایه سر آتش (آرایه سر آتش با عناصر شبه یاگی و آرایه سرآتش با عناصر دو قطبی دوگانه) ارائه شده است. شایان ذکر است که در صفحه زمین هر یک از این دو آرایه به منظور بهبود در SLL اصلاحاتی صورت گرفت. هر چهار آرایه فوق پس از شبیه سازی و بهینه سازی، ساخته شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای آرایه‌های اصلاح شده در حالت کلی عبارتند از: F/B≈۲۳dB, BW=۱۲٪, SLL≈-۳۲ dB .

واژه‌های کلیدی:آرایه مدار چاپی، آرایه تغذیه سری، آنتن‌های شیاری، آرایه‌های سرآتش.

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

فصل ۲: درآمدی بر مراجع ۵

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۲- سوابق تحقیق ۶

فصل ۳: بررسی پارامترهای موثر بر تراز گلبرگ کناری در آرایه‌های مدار چاپی ۱۲

۳-۱- مقدمه ۱۳

۳-۲- فاکتورهای موثر روی تراز گلبرگ کناری ۱۴

۳-۲-۱- صحت دامنه و فاز تحریک ۱۵

۳-۲-۲- تاثیر پهنای باند باریک روی صحت فاز ۱۹

۳-۲-۳- تشعشعات ناخواسته از شبکه تغذیه ۲۲

۳-۲-۴- تزویج متقابل ۲۳

۳-۲-۵- پلاریزاسیون متعامد ۲۶

۳-۲-۶- خطای جایگذاری عناصر آرایه ۲۶

۳-۲-۷- تاثیر پدیده پراش ۲۷

۳-۲-۸- خطای ناشی از عدم تطبیق امپدانس و ایزولاسیون شبکه تغذیه ۲۹

۳-۳- نتیجه‌گیری ۳۱

فصل ۴: طراحی و آنالیز شبکه تغذیه سری ۳۲

۴-۱- مقدمه ۳۳

۴-۲- مقایسه بین تغذیه سری و موازی ۳۴

۴-۳- شبکه تغذیه سری ۳۶

۴-۳-۱- طراحی آرایه های تغذیه سری تشدیدی ۴۳

۴-۳-۲- طراحی آرایه تغذیه سری موج متحرک ۴۹

۴-۴- طراحی شبکه تغذیه سری ۵۳

۴-۴-۱- بررسی نحوه عملکرد آرایه با شبکه تغذیه سری ۵۹

فصل ۵: طراحی آرایه تغذیه سری پهلو آتش ۶۳
۵-۱- مقدمه ۶۴
۵-۲- تاثیر نحوه تغذیه روی پارامترهای CFSP ۶۵
۵-۲-۱- آنتن SPA تغذیه شده توسط خط مستقیم ۶۶
۵-۲-۲- آنتن SPA تغذیه شده با خط زاویه دار ۶۷
۵-۳- طراحی پچ مربعی تغذیه شده از یک گوشه: ۶۹
۵-۳-۱- طراحی پچ مربعی: ۷۰
۵-۳-۲- طراحی آرایه تغذیه سری مدار چاپی ۷۰
۵-۳-۳- طراحی آنتن شیاری پهن باند دو طرفه تغذیه شده به وسیله آرایه‌ای از پچ‌های سری ۷۳
۵-۳-۴- طراحی آنتن شیاری تک جهته تغذیه شده بوسیله آرایه‌ای از پچ‌های سری ۷۷
۵-۴- آنتن آرایه‌ای شیاری taper شده تغذیه شده توسط آرایه‌ای از پچ‌های تغذیه سری ۸۶
۵-۵- آنتن آرایه‌ای شیاری قوسی شکل taper شده تغذیه شده توسط آرایه‌ای از پچ‌های تغذیه سری ۸۹
۵-۶- آنتن آرایه‌ای تغذیه سری با عناصر DRA ۹۲
۵-۶-۱- مقدمه ۹۲
۵-۶-۲- تاریخچه و مزیتهای DRA ۹۲
۵-۶-۳- مدهای اصلی و مکانیزم تشعشع DRAها ۹۴
۵-۶-۴- طراحی آرایه تغذیه سری با DRAهای استوانه‌ای باند X ۹۶

فصل ۶: طراحی آرایه تغذیه سری سرآتش ۱۰۱
۶-۱- مقدمه ۱۰۲
۶-۲- درآمدی بر منابع ۱۰۲
۶-۳- طراحی و آنالیز آرایه خطی تغذیه سری پهن باند آنتن‌های شبه‌یاگی با تراز گلبرگ کناری پایین ۱۰۶
۶-۴- طراحی و آنالیز آرایه خطی تغذیه سری پهن باند آنتن تصحیح شده شبه یاگی برای بهبود تراز گلبرک کناری ۱۱۱
۶-۴-۱- نتایج و توضیحات ۱۱۲
۶-۵- طراحی و آنالیز آنتن آرایه‌ای پهن باند سر آتش با تراز گلبرگ کناری پایین با استفاده از آنتن‌های دو قطبی دوگانه ۱۲۱
۶-۵-۱- طراحی آنتن ۱۲۱
۶-۵-۲- نتایج و توضیحات ۱۲۳

فصل ۷: جمع‌بندی و پیشنهادها **۱۲۸**
۷-۱- جمع بندی ۱۲۹
۷-۲- نوآوری ۱۳۱
۷-۳- پیشنهادها ۱۳۱

مراجع **۱۳۲**

فهرست اشکال

شکل (۲-۱) شمایی از عنصر دوقطبی پنج ضلعی دو طرفه به کار رفته در آرایه خطی ۷

شکل (۲-۲) نمایی از آنتن آرایه‌ای تغذیه موازی ساخته شده با استفاده از رفلکتور گوشه‌ای..... ۷

شکل (۲-۳) ضریب انعکاس آنتن آرایه‌ای تغذیه موازی با رفلکتور گوشه‌ای بر حسب فرکانس ۸

شکل (۲-٤) پترن شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده آنتن مذکور در فرکانس مرکزی..... ۸

شکل (۲-۵) پترن اندازه‌گیری شده از آرایه ۱٦تایی قبل از tunning..... ۹

شکل (۲-٦) پترن اندازه‌گیری شده از آرایه ۱٦تایی پس از tunning..... ۹

شکل (۳-۱) پترن آرایه بدون در نظر گرفتن خطای گوسی دامنه وفاز..... ۱۸

شکل (۳-۲) پترن آرایه با در نظر گرفتن خطای گوسی با $\sigma a = ۰.۳۲$ dB و $\sigma\varphi = ۲.۲(deg)$ برای تغذیه عنصرها..... ۱۸

شکل (۳-۳)خطای نرمالیزه در دامنه و فاز میدان تشعشی ناشی از یک پچ مایکرواستریپ به ازای یک جابجایی فاز در فرکانس تشدید. ابعاد پچ عبارتست از: طول:۱.۹۰۲ cm ، عرض: ۱.۸۵ cm ، ثابت دی الکتریک:۲.۲، ضخامت دی الکتریک: ۰.۱٦ cm و فرکانس: ۵ GHz..... ۲۰

شکل (۳-٤) مدار معادل شبکه تغذیه برای تحریک یک پچ مایکرواستریپی توسط پروب(coax)... ۲٤

شکل (۳-۵) پترن‌های تشعشعی محاسبه شده برای آرایه ۱٦ تایی صفحه E مایکرواستریپی به منظور نشان دادن تاثیر تزویج متقابل ۲۵

شکل (٤-۱) (الف) آرایه تغذیه موازیcorporate feed، (ب) آرایه تغذیه سری Series feed..... ۳۳

شکل (٤-۲) استفاده ترکیبی از شبکه تغذیه سری و موازی در آرایه های صفحه ای بزرگ ۳٦

شکل (٤-۳) الف) شبکه تغذیه سری با عناصر موازی با خط تغذیه اصلی، (ب) شبکه تغذیه سری با عناصر سری با خط تغذیه اصلی ۳۷

شکل (٤-٤) (الف) شبکه تغذیه سری تک جهتی، (ب) شبکه تغذیه سری دو جهتی ٤۰

شکل (٤-۵) شبکه تغذیه سری خطی با تغذیه از وسط..... ٤۱

شکل (٤-٦) آرایه های تغذیه سری صفحه ای (الف) تغذیه از وسط، (ب) تغذیه از کنار..... ٤۲

شکل (٤-۷) مدار معادل آرایه تغذیه سری..... ٤۳

شکل (٤-۸) مدل خط انتقال برای آرایه های تغذیه سری با عناصر سری با خط تغذیه اصلی..... ٤۷

شکل (٤-۹) مدل اصلاح شده برای آرایه های تغذیه سری با عناصر سری با خط تغذیه اصلی ٤۸

شکل (٤-۱۰) مدل خط انتقال برای محاسبه خطوط ربع طول موج..... ۵٤

شکل (٤-١١) دامنه ضرایب انتقال طرح اولیه شبیه سازی شده در نرم افزار AWR..... ٥٦
شکل (٤-١٢) فاز ضرایب انتقال طرح اولیه شبیه سازی شده در نرم افزار AWR..... ٥٦
شکل (٤-١٣) شمایی از نرم افزار AWR در حال بهینه سازی خطوط تغذیه ٥٧
شکل (٤-١٤) دامنه ضرایب انتقال طرح بهینه شده در نرم افزار AWR..... ٥٨
شکل (٤-١٥) فاز ضرایب انتقال طرح بهینه شده در نرم افزار AWR..... ٥٨
شکل (٤-١٦)S11 طرح نهایی با در نظر گرفتن دهنه ایده آل بجای عناصر تشعشع کننده در نرم افزار AWR..... ٦١
شکل (٤-١٧) نحوه عملکرد مقسم توان (تغذیه سری) در پهنای باند فرکانسی..... ٦٢
شکل (٥-١) پچ تغذیه شده از یک گوشه (a) SPA (b)PPAو (c) تغییرات امپدانس ورودی آنها ٦٦
شکل (٥-٢) نتایج حاصل از اندازه‌گیری و شبیه‌سازی را برای امپدانس ورودی SPA تغذیه شده با خط مستقیم..... ٦٨
شکل (٥-٣) نتایج حاصل از اندازه گیری امپدانس ورودی SPA به ازای زاویه شکستگی خط تغذیه ٦٩
شکل (٥-٤) آرایه تغذیه سری مدارچاپی (آرایه مرجع) ٧١
شکل (٥-٥) ضریب انعکاس آرایه تغذیه سری مدار چاپی ٧١
شکل (٥-٦) پترن تشعشعی آرایه تغذیه سری مدار چاپی(مرجع) در دو صفحه E و H..... ٧٢
شکل (٥-٧) بردار جریان سطحی روی پچ مربعی تغذیه شده از یک گوشه..... ٧٣
شکل (٥-٨) آنتن شیاری تغذیه شده بوسیله آرایه تغذیه سری مدار چاپی (الف) نمای روبرو (ب) نمای جانبی ٧٤
شکل (٥-٩) ضریب انعکاسی آنتن شیاری تغذیه شده توسط آرایه سری مدار چاپی(الف) نتایج شبیه سازی و اندازه گیری با نرم افزار HFSS (ب) CST..... ٧٥
شکل (٥-١٠) نتایج حاصل از شبیه سازی و اندازه گیری پترن تشعشعی آنتن شیاری پهن باند دو طرفه تغذیه شده به وسیله آرایه سری مایکرواستریپی در فرکانس ١٦.٢٦ GHz و در دو صفحه Eو H..... ٧٦
شکل (٥-١١) ضریب انعکاس آنتن شیاری تغذیه شده بوسیله آرایه سری مدار چاپی به ازای مقادیر مختلفی از عرض شیار..... ٧٧
شکل (٥-١٢) شمایی از عنصر های مرکزی آرایه شیاری تغذیه شده توسط آرایه ای از پچ‌های مایکرواستریپ(الف) نمای روبرو (ب) نمای جانبی ٧٨

شکل (۵-۱۳) توزیع جریان را روی سطح بازتابنده در دو حالت (الف)یک شیار بزرگ و (ب) آرایه‌ای از شیارها در صفحه زمین ۷۹
شکل (۵-۱٤) ضریب انعکاسی شبیه سازی شده و اندازه گیری شده آنتن آرایه شیاری تغذیه شده توسط آرایه‌ای از پچ‌های مایکرواستریپ (الف) HFSS (ب) CST..... ۸۰
شکل (۵-۱۵) پترن تشعشعی آنتن آرایه شیاری تغذیه شده توسط آرایه ای از پچ‌های مایکرواستریپ در صفحات E (صفحه x-z) و H (صفحه y-z) در فرکانس ۱٦.۲٦ GHz..... ۸۱
شکل (۵-۱٦) پترن های تشعشعی آنتن آرایه شیاری تغذیه شده توسط آرایه ای از پچ‌های مایکرواستریپ در H (صفحه y-z) در ۳فرکانس مختلف در پهنای باند کاری..... ۸۲
شکل (۵-۱۷) تغییرات ضریب انعکاسی آنتن آرایه شیاری تغذیه شده توسط آرایه ای از پچ‌های مایکرواستریپ به ازای مقادیر مختلف طول شیارLsa..... ۸۲
شکل (۵-۱۸) تغییرات ضریب انعکاسی آنتن آرایه شیاری تغذیه شده توسط آرایه ای از پچ‌های مایکرواستریپ به ازای مقادیر مختلف g..... ۸۳
شکل (۵-۱۹) بهره شبیه سازی شده به همراه بهره اندازه گیری شده در آنتن تک جهته و دو جهته را در پهنای باند کاری ۸۵
شکل (۵-۲۰) شمایی از آنتن آرایه‌ای با شیارهای taper شده ۸۷
شکل (۵-۲۱) ضریب انعکاسی آنتن آرایه شیاری taper شده تغذیه شده توسط آرایه‌ای از پچ‌های مایکرواستریپ ۸۸
شکل (۵-۲۲) پترن تشعشعی آنتن آرایه شیاری taper شده تغذیه شده توسط آرایه‌ای از پچ‌های مایکرواستریپ در صفحات E (صفحه x-z) و H (صفحه y-z) در فرکانس ۱٦.۲٦ GHz ۸۹
شکل (۵-۲۳) نمایی از آنتن آرایه‌ای شیاری قوسی شکل taper شده تغذیه شده توسط آرایه‌ای از پچ‌های تغذیه سری ۹۰
شکل (۵-۲٤) ضریب انعکاسی آنتن آرایه شیاری قوسی شکل taper شده تغذیه شده توسط آرایه‌ای از پچ‌های مایکرواستریپ..... ۹۱
شکل (۵-۲۵) پترن تشعشعی آنتن آرایه شیاری قوسی شکل taper شده تغذیه شده توسط آرایه‌ای از پچ‌های مایکرواستریپ در صفحات E (صفحه x-z) و H (صفحه y-z) در فرکانس ۹۱۱٦.۲٦ GHz
شکل (۵-۲٦) نحوه تغییرات میدان داخل DRA استوانه‌ای به ازای مدهای اصلی..... ۹٤
شکل (۵-۲۷) پترن تشعشعی DRA استوانه‌ای ناشی از مد **TE01δ**..... ۹۵
شکل (۵-۲۸) پترن تشعشعی DRA استوانه‌ای ناشی از مد **TM01δ**..... ۹۵

شکل (۵-۲۹) نمایی از آنتن تغذیه سری آرایه‌ای DRA استوانه‌ای ۹۷
شکل (۵-۳۰) ضریب انعکاسی آنتن آرایه‌ای تغذیه سری با عناصر DRA استوانه‌ای..... ۹۹
شکل (۵-۳۱) پترن تشعشعی آنتن آرایه‌ای تغذیه سری DRA استوانه‌ای در صفحات E (صفحه x-z) و H (صفحه y-z) در فرکانس GHZ ۹.۳..... ۹۹
شکل (۵-۳۲) پترن تشعشعی آنتن آرایه‌ای تغذیه سری با عناصر DRA استوانه‌ای در ۳ فرکانس مختلف ۱۰۰
شکل (٦-۱)آرایه شبه یاگی تغذیه سری مدار چاپی، (الف) عنصر شبه یاگی، (ب) آرایه تغذیه سری شبه یاگی ۱۰۸
شکل (٦-۲) عنصر های مرکزی آرایه شبه یاگی اصلاح شده ۱۱۲
شکل (٦-۳) ضریب انعکاس شبیه سازی شده و اندازه گیری شده آرایه شبه یاگی ۱۱۲
شکل (٦-٤) پترن های تشعشعی شبیه سازی شده و اندازه گیری شده آرایه شبه یاگی در فرکانس مرکزی، (الف) صفحه (y-z)، (ب) صفحه (x-z)..... ۱۱٤
شکل (٦-۵) ضریب انعکاس شبیه سازی شده و اندازه گیری شده آرایه شبه یاگی اصلاح شده..... ۱۱۵
شکل (٦-٦) پترن های تشعشعی شبیه سازی شده و اندازه گیری شده آرایه شبه یاگی اصلاح شده در فرکانس مرکزی، (الف) صفحه (y-z)، (ب) صفحه (x-z). ۱۱۷
شکل (٦-۷) پترن تشعشعی آرایه شبه یاگی اصلاح شده در سه فرکانس مختلف در پهنای باند کاری آنتن ۱۱۸
شکل (٦-۸) پترن های تشعشعی شبیه سازی شده آرایه فازی آنتن شبه یاگی اصلاح شده به ازای زوایای پویش: (الف) ۰ درجه، (ب) ۱٦+ درجه، (ج) ۱٦- درجه..... ۱۲۰
شکل (٦-۹) آنتن آرایه‌ای پهن باند سر آتش با تراز گلبرگ کناری پایین با استفاده از آنتن‌های دو قطبی دوگانه (a) آنتن مرجع (b) آنتن اصلاح شده..... ۱۲۳
شکل (٦-۱۰) ضریب انعکاس آنتن آرایه‌ای تغذیه سری دو قطبی-دوگانه(SDD) ۱۲٤
شکل (٦-۱۱) ضریب انعکاسی آنتن آرایه‌ای تغذیه سری دوقطبی-دوگانه اصلاح شده با زمین شانه‌ای شکل (SDDC)..... ۱۲۵
شکل (٦-۱۲) نتایج حاصل از شبیه سازی و اندازه گیری پترن تشعشعی آنتن آرایه ای (الف)SDD و (ب) SDDC در دو صفحه (z-x) و (z-y)..... ۱۲۷

فهرست جداول

جدول (۳-۱) میزان تولرانس دامنه و فاز قابل قبول برای آرایه پهلو آتش به ازای تعداد عناصر و نیز میزان تراز گلبرگ کناری متوسط داده شده..... ۱۷
جدول (۳-۲) بیشترین میزان خطای دامنه و فاز به دلیل عدم تطبیق وعدم ایزولاسیون شبکه تغذیه.... ۳۰
جدول (۳-۳) خلاصه ای از خطاها و تاثیرات هر یک روی سطح SLL یک آرایه ۱۶ تایی ۳۱
جدول (٤-۱) ضرایب چبی شف برای SLL = -٤۰dB..... ۵۵
جدول (٤-۲) مقادیر امپدانس مبدل‌های ربع طول موج محاسبه شده برای شبکه تغذیه سری ۵۵
جدول (٤-۳) طول و عرض شبکه تغذیه نهایی (شروع از انتهای آرایه) ۵۹
جدول (۵-۱) تغییرات پارامترهای گوناگون آنتن آرایه شیاری تغذیه شده توسط آرایه ای از پچ‌های مایکرواستریپ به ازای مقادیر مختلف طول شیارLsa..... ۸۳
جدول (۵-۲) تغییرات پارامترهای گوناگون آنتن آرایه شیاری تغذیه شده توسط آرایه ای از پچ‌های مایکرواستریپ به ازای مقادیر مختلفg..... ۸٤
جدول (۵-۳) خلاصه‌ای از خصوصیات آنتن‌های مرجع، دو جهته و تک جهته ۸۵
جدول (۵-٤) عرض شیارهای taper شده..... ۸۷
جدول (۵-۵) طول و عرض شبکه تغذیه نهایی (شروع از انتهای آرایه) ۹۸
جدول (٦-۱) تاثیر تغییر Ws روی پارامترهای آرایه شبه یاگی اصلاح شده..... ۱۱٦
جدول (٦-۲) تاثیر تغییر Ls روی پارامترهای تشعشعی آرایه شبه یاگی اصلاح شده..... ۱۱٦
جدول (٦-۳) مقایسه پارامترهای گوناگون آرایه شبه یاگی و شبه یاگی اصلاح شده ۱۱۹

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- مقدمه

آنتن یکی از مهمترین بخش‌های سیستم‌های مخابراتی و راداری می‌باشد که نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در عملکرد و بازدهی کل سیستم ایفا می‌نماید. ابعاد آنتن، مشخصات الگوی تشعشعی، پهنای باند، هزینه ساخت، سادگی طراحی و ساخت و ... همگی پارامترهایی هستند که در انتخاب آنتن برای سیستم‌های مخابراتی گوناگون مد نظر قرار می‌گیرند[۱]. در سیستم‌های نظامی به دلیل حساسیت و دقت بیشتر برخی از پارامترهای فوق در کنار پارامترهای مهم دیگر از اهمیت بیشتری برخوردارند. از جمله این پارامترها می‌توان به ابعاد آنتن، سطح مقطع راداری[۱]، تراز گلبرگ کناری[۲] (SLL)، شکل الگوی تشعشعی[۳] و ... اشاره نمود.

ازجمله مهمترین سیستم‌های مخابراتی می‌توان به سیستم‌های راداری اشاره نمود. هرچند سیستم‌های راداری امروزه در بسیاری از بخش‌های غیر نظامی مانند سیستم‌های ناوبری دریایی و هوایی بطور وسیع کاربرد دارند اما در کاربردهای نظامی، این سیستم‌ها دارای مشخصات دقیق‌تر و عملکرد حساس‌تری می‌باشند که آنها را از سیستم‌های راداری معمول تفکیک می‌نماید. ازجمله مهمترین پارامترهایی که در یک سیستم راداری مورد توجه قرار می‌گیرند می‌توان به سطح تراز گلبرگ کناری (SLL)، نسبت پرتو جلویی به پشتی[۴] (F/B)، [۲و۳] و پهنای باند ،[۱]، اشاره نمود.
هرچند در سیستم‌های راداری مختلف، با توجه به کاربرد ممکن است الگوهای تشعشعی مختلفی مد نظر باشد، اما پارامترهای فوق در اکثر سیستم‌های راداری تک پالس و جستجوگر با الگوی تشعشعی مدادی شکل مورد توجه می‌باشند.

با توجه به نوع سیستم راداری و مشخصات الگوی تشعشعی مطلوب، تاکنون از انواع مختلفی از

---

[۱] Radar Cross Section (RCS)

[۲] Sidelobe Level

[۳] Radiation Patern

[۴] Front to Back Ratio

آنتن‌ها در سیستم‌های راداری گوناگون استفاده شده است که از جمله آنها می‌توان به انواع آنتن-های بازتابنده[۱]، آنتن‌های آرایه‌ای موجبر شیاردار[۲]، آنتن‌های موجبر انتها باز[۳] و آنتن‌های آرایه‌ای مدارچاپی[۴] و ... اشاره نمود[۱]. هر یک از آنتن‌های فوق در کاربردهای گوناگون نسبت به دیگر آنتن‌ها دارای مزایایی می‌باشند که باعث انتخاب آنها در آن کاربرد خاص شده است.

در این پایان‌نامه بحث خود را روی آنتن‌های آرایه‌ای مدار چاپی محدود می‌نماییم. آنتن‌های آرایه‌ای مدار چاپی امروزه در بسیاری از کاربردهای مخابراتی از جمله سیستم‌های نقطه به نقطه[۵]، یک نقطه به چند نقطه[۶] و همچنین سیستم‌های راداری مایکروویو و امواج میلیمتری مورد استفاده وسیعی قرار می‌گیرند[۲]. آنتن‌های مدار چاپی به دلیل مزایای بسیار زیاد آنها از جمله: کوچکی اندازه، سبکی وزن، کم هزینه بودن، سادگی ساخت و ... [۲و۳] همواره مورد توجه بوده و هر روز بیش از پیش در سیستم‌های گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرند. از مهمترین نقاط ضعف آنتن-های مدار چاپی می‌توان به : کم بودن بهره، narrow band بودن، و نیز قابلیت پایین این نوع آنتن-ها در ارسال و دریافت توان‌های بالا اشاره کرد[۳]. البته برخی از این نقاط ضعف را می‌توان با استفاده از برخی تکنیک‌ها جبران کرد. به عنوان مثال به منظور افزایش بهره، می‌توان اینگونه آنتن‌ها را بصورت آرایه‌ای به کاربرد.

پایان نامه مذکور در ۷ فصل ارائه گردیده است. در ادامه و در فصل دوم به بررسی سوابق انجام تحقیق پرداخته و به تبیین مساله می‌پردازیم، سپس در فصل سوم در ابتدا به بررسی کلی پارامترهای موثر روی تراز گلبرگ کناری در آرایه‌های مایکرواستریپ پرداخته و به تبیین تاثیر پارامترهایی چون :ضخامت دامنه و فاز تحریک، تاثیر پهنای باند باریک روی ضخامت فاز، تشعشعات نا

---

[۱] Reflectror Antenna

[۲] Slotted Waveguide Antenna Arrays

[۳] Open-ended Weveguide Antenna

[۴] Printed Circuit Antenna Arrays

[۵] Point to Point

[۶] Point to Multi-point