دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق – مخابرات

طراحی آنتن تجدیدپذیر با قابلیت حذف باند فرکانسی

دانشجو:

اسماعیل نصرآبادی

استاد راهنما:

دکتر پژمان رضایی

دی ۱۳۹۳

تقدیم به:

پدرم به استواری کوه

مادرم به زلالی چشمه

و یگانه صبورم که وجودش همه پاکیست

او که همه آرامشم بعد از خدای از اوست

به پاس تمامی زحمات بی دریغشان که همیشه صبورانه از من حمایت کردند.

با تشکر از استاد گرانقدر:

جناب آقای دکتر پژمان رضائی که با راهنمایی های خود مرا در پیشبرد اهداف این پایان نامه یاری نمودند. و بارها با متانت خود به من درس زندگی آموختند، این چنین نقشی زیبا از ایشان همواره در ذهنم باقی خواهند ماند.

چکیده

در این پایان نامه به بررسی، تحلیل و طراحی آنتن تجدیدپذیر با قابلیت حذف باند فرکانسی به منظور حذف تداخل سیستم فراپهن باند با سایر سیستم های مخابراتی موجود در این محدوده مانندWLAN، WiMAX، ITU می پردازیم. با توجه به پهنای باند باریک آنتن های میکرواستریپ همچنین در نظر گرفتن تداخل موجود میان برخی باندهای فرکانسی با سیستم فراپهن باند، دو هدف اصلی این پایان‌نامه، یکی ارائه روشی برای افزایش پهنای باند امپدانسی و دیگری طراحی آنتن تجدیدپذیر با قابلیت حذف باند فرکانسی به منظور حذف این تداخل های فرکانسی بوده است. در این پایان نامه ابتدا یک آنتن مایکرواستریپ با پچ دایروی مورد مطالعه قرار می گیرد و سپس با ایجاد تغییراتی در صفحه زمین آنتن پهنای باند آنتن بهبود یافته می یابد و در نهایت با قرار دادن سه سوئیچ در ساختار آنتن قابلیت تجدیدپذیری به آنتن اضافه می گردد. این آنتن می تواند باند های فرکانسی ۳-۸ GHz، ۳-۱۲ GHz، ۱۲-۱۸ GHz را در مدهای مختلف حذف کند. طرح دوم ارائه شده در این پایان نامه با استفاده از یک آنتن مایکرواستریپ مستطیلی ایجاد شده است و سپس با استفاده از ساختارهای زمین ناقص پهنای باند آنتن بهبود یافته است. قابلیت پیکربندی مجدد در این آنتن با ایجاد دو شکاف در روی پچ تشعشعی و استفاده از دو سوییچ روی این شکاف ها حاصل شده است. آنتن فوق قابلیت حذف دو باند فرکانسی WLAN، WiMAX را به صورت کنترل پذیر دارد. در طرح ارائه شده سوم یک آنتن تجدیدپذیر جدید با قابلیت حذف باندهای فرکانسیITU، WLAN، WiMAX برای کاربردهای فرا پهن باند معرفی و ارائه می‌گردد. باند های فرکانسی حذف شده می توانند توسط سه سوئیچی که روی ساختار آنتن قرار داده شده اند کنترل شوند.

واژگان: آنتن مایکرواستریپ فراپهن باند، حذف باندهای فرکانسی، آنتن های تجدیدپذیر

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱ اهمیت ۲

۱-۲ اهداف پایان نامه ۳

۱-۳ ساختار کلی پایان نامه ۴

فصل دوم : آنتن های مایکرواستریپ ۶

۲-۱ مقدمه ۶

۲-۲ آنتن مایکرواستریپ ۸

۲-۲-۱ روش های تغذیه ۸

۲-۲-۲ پارامترهای اصلی آنتن ۱۲

۲-۲-۲-۱پهنای باند ۱۲

۲-۲-۲-۲ پرتو تشعشعی ۱۳

۲-۲-۲-۳ سمت گرایی و بهره ۱۳

۲-۲-۲-۴ بهره توان ۱۴

فصل سوم : آنتن های مایکرواستریپ برای کاربردهای فراپهن باند ۱۶

۳-۱ مقدمه ای بر سیستم های فراپهن باند ۱۶

۳-۲ تاریخچه ی فراپهن باند ۱۷

۳-۳ استاندارد FCC برای سیستم فراپهن باند ۱۸

۳-۴ انواع آنتن های فراپهن باند ۲۰

۳-۴-۱آنتن های مستقل از فرکانس ۲۲

۳-۴-۲ آنتن های تشدید چندگانه ۲۶

۳-۴-۳ آنتن های موج متحرک ۲۶

۳-۵ تفاوت آنتن های فراپهن باند با آنتن های باند باریک ۳۰

فصل چهارم : آنتن های مایکرواستریپ شکاف دار برای کاربردهای فراپهن باند ۳۲
۴-۱ مقدمه ۳۲
۴-۲ تاثیر پارامترهای طراحی در آنتن شکاف دار ۳۴
۴-۲-۱ تاثیر شکل استاب تشعشعی ۳۴
۴-۲-۲ تاثیر شکل شکاف روی صفحه ی زمین..... ۳۵
۴-۲-۳ تاثیر شکاف موجود بین صفحه ی زمین و خط تغذیه ۳۶
۴-۳ آنتن شکاف دار با شکاف دایروی و بیضوی با سطح تشعشعی U شکل ۳۷
۴-۳-۱ آنتن های شکاف دار دایروی و بیضوی با سطح تشعشعی U شکل با تغذیه ریزنوار.. ۳۷
۴-۳-۲ آنتن شکاف دار دایروی و بیضوی با سطح تشعشعی U شکل با تغذیه CPW..... ۳۸
فصل پنجم : آنتن های مایکرواستریپ با ساختار تجدیدپذیر ۴۳
۵-۱ مقدمه ۴۳
۵-۲ مزایای آنتن های تجدیدپذیر ۴۴
۵-۳ انواع مختلف آنتن های تجدیدپذیر ۴۵
۵-۳-۱ آنتن های با قابلیت کنترل فرکانس ۴۵
۵-۳-۲ آنتن های با قابلیت کنترل فرکانس ۴۵
۵-۳-۲ آنتن های با قابلیت کنترل پرتو تشعشعی ۴۶
۵-۳-۳ آنتن های با قابلیت کنترل قطبش ۴۷
۵-۳-۴ آنتن های با قابلیت کنترل چند مشخصه ۴۷
۵-۴ چگونگی دستیابی به آنتن های تجدیدپذیر ۴۸
۵-۴-۱ روش های طراحی آنتن های تجدیدپذیر ۴۸
۵-۴-۱-۱ روش دگردیسی هندسی کلی ۴۸
۵-۴-۱-۲ روش دگردیسی شبکه تطبیق ۵۰
۵-۴-۱-۳ روش پیکر بندی مجدد هوشمندانه ۵۱
۵-۴-۲ روشهای سوئیچینگ آنتن های تجدیدپذیر ۵۱

۵-۴-۲-۱ سوئیچ های الکترومکانیکی ۵۱
۵-۴-۲-۲ دیودهای پین ۵۲
۵-۴-۲-۳ دیود ورکتور ۵۵
۵-۵ مروری بر چند آنتن مایکرواستریپ تجدیدپذیر ۵۵
۵-۵-۱ آنتن مایکرواستریپ شکاف‌دار با قابلیت حذف باند فرکانسی برای کاربردهای فراپهن‌باند ۵۵
۵-۵-۲ آنتن میکرواسترپی UWB با ویژگی حذف دو باند ۵۹
فصل ششم : معرفی آنتن تجدید پذیر با قابلیت حذف باند فرکانسی ۶۵
۶-۱ مقدمه ۶۵
۶-۲ طراحی آنتن تجدیدپذیر جدید با قابلیت حذف باند فرکانسی برای کاربردهای فراپهن باند. ۶۶
۶-۲-۱ طراحی آنتن ۶۶
۶-۲-۲ نتایج حاصل از شبیه سازی ۶۷
۶-۳ طراحی آنتن تجدیدپذیر با قابلیت حذف دو باند فرکانسی ۶۹
۶-۳-۱ طراحی آنتن ۶۹
۶-۳-۳ نتیجه گیری ۷۲
۶-۴ طراحی آنتن تجدیدپذیر با قابلیت کنترل حذف سه باند فرکانسی ۷۳
۶-۴-۱ طراحی آنتن ۷۳
۶-۴-۲ نتایج حاصل از شبیه سازی ۷۵
۶-۵ نتیجه گیری ۸۰
فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۲
۷-۱ نتیجه گیری ۸۲
۷-۲ مقایسه طرح های پیشنهادی با کارهای انجام شده گذشته ۸۲
۷-۳ پیشنهادات ۸۳
مراجع ۸۴
واژه نامه ۸۸

فهرست اختصارات و سمبلها

RF	Radio Frequency
MHz	Mega Hertz
TEM	Transverse Electro Magnetic Mode
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
dB	Decibel
dBi	Decibel-isotropic
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency
CDMA	Code-Division Multiple Access
FCC	Federal Communications Commission
ITU	International Telecommunications Union
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
UWB	Ultra Wide Band
HFSS	High Frequency Structural Simulator
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MEMS	Microelectromechanical Systems
WLAN	Wireless Local Area Network

فهرست جداول

جدول ۵-۱: کاربردهای آنتن های تجدیدپذیر برای انواع آنتن ها ۴۸
جدول ۵-۲: مقادیر پارامترهای طراحی آنتن نمایش داده‌شده در شکل۵-۷ .....۵۶
جدول ۵-۳: مقادیر پارامترهای طراحی آنتن نمایش داده‌شده در شکل۵-۱۳ .....۶۰
جدول ۶-۱: مقادیر ابعاد نهایی آنتن نمایش داده‌شده در شکل ۶-۶ ..... ۷۵
جدول ۶-۲: مقادیر ابعاد نهایی آنتن نمایش داده‌شده در شکل ۶-۱۳ ..... ۷۵
جدول ۷-۱: مقایسه طرح های پیشنهادی با کارهای انجام شده گذشته ۸۳

فهرست شکل ها

شکل ۲-۱: چهار روش تغذیه آنتن مایکرواستریپ (الف) کواکسیال، (ب) مایکرواستریپ، (ج) تزویج مجاورتی، (د) تزویج روزنه ای ۹

شکل ۲-۲: نمودار امپدانس مشخصه تغذیه کواکسیال بر حسب ba ۱۰

شکل ۲-۳: نمودار امپدانس مشخصه خط تغذیه میکرو استریپ بر حسب w/h ۱۱

شکل ۳-۱: مقایسه پهنای باند نسبی. ۱۷

شکل ۳-۳: سیستم فرا پهن باند و سیستم باند باریک و تداخل بین آنها ۱۹

شکل ۳-۴: استاندارد FCC برای چگالی طیف سیستم فرا پهن باند. ۱۹

شکل ۳-۵: (الف) آنتن حلزونی، (ب) آنتن متناوب لگاریتمی، (ج) آنتن مخروطی حلزونی، (د) آنتن حلزونی متناوب لگاریتمی ۲۴

شکل ۳-۶: اصل بابینت ۲۵

شکل ۳-۷: (الف) آنتن باریک شونده ،(ب) آنتن شیپوری ۲۷

شکل ۳-۸: مثالهایی از تک قطبی های مثلثی، دایره ای، مستطیلی و ذوزنقه ای. ۲۹

شکل۴-۱ :آنتن های شکاف دار فراپهن باند با تغذیه خط مایکرواستریپ. ۳۳

شکل ۴-۲: آنتن های شکاف دار فراپهن باند با خط تغذیه هم صفحه ای. ۳۳

شکل۴-۳: آنتن های شکاف دار با خط تغذیه هم صفحه ای و مایکرواستریپی. ۳۳

شکل۴-۵: شکل های مختلف استاب ۳۵

شکل۴-۶: منحنی شبیه سازی شده تلفات بازگشتی برای پنج نوع استاب متفاوت ۳۵

شکل۴-۷: شکل مختلفی از شکاف روی سطح زمین: دایروی، بیضوی، مربعی و مخروطی.....۳۶

شکل۴-۸: منحنی شبیه سازی شده تلفات بازگشتی برای شکاف های متفاوت روی سطح زمین....۳۶

شکل۴-۹: منحنی شبیه سازی شده تلفات بازگشتی برای فاصله تغذیه ای متفاوت ۳۶

شکل۴-۱۰: ساختار آنتن شکاف دار با شکاف بیضوی و تغذیه مایکرواستریپ. ۳۸

شکل ۴-۱۱ : تلفات برگشتی (الف) شکاف بیضوی ،(ب) شکاف دایروی. ۳۸
شکل ۴-۱۲ : ساختاریک آنتن مایکرواستریپ با تغذیهCPW ۳۸
شکل ۴-۱۳ : توزیع جریان در فرکانس های (الف) ۱۲ GHz(ب) ۵ GHz (ج)GHz ۳/۳..... ۳۹
شکل۴-۱۴ : تلفات برگشتی (الف) شکاف دایروی ، (ب) شکاف بیضوی. ۴۰
شکل۵-۲ : ساختار کلی روش روش دگردیسی شبکه تطبیق ۵۰
شکل ۵-۳ : ساختار دیود پین(الف) بایاس معکوس. (ب) بایاس مستقیم. ۵۲
شکل۵-۴: مدار معادل دیود پین؛(الف) بایاس مستقیم(تقریبی)،(ب)بایاس معکوس(تقریبی)،(ج) بایاس مستقیم،(د)بایاس معکوس. ۵۳
شکل ۵-۵: تغییرات مقاومت کلی دیود پین بر حسب جریان عبوری..... ۵۴
شکل ۵-۶ : مدار معادل دیود ورکتور..... ۵۵
شکل ۵-۷: ساختار آنتن پیشنهادی، (الف) دید از پایین ، (ب) دید از بالا، (ج) دید از کنار.....۵۶
شکل ۵-۸ : ساختار آنتن‌های بررسی‌شده در مطالعات شبیه‌سازی، (الف) آنتن پیشنهادی، (ب) آنتن با شکاف‌های به شکل L بر روی پچ تشعشع‌کننده، (ج) آنتن شکاف‌دار معمولی. ۵۷
شکل ۵-۹ : مشخصه‌ی VSWR مربوط به آنتن‌های نمایش داده شده در شکل ۵-۸. ..... ۵۷
شکل ۵-۱۰: توزیع جریان سطحی بر روی پچ آنتن در فرکانس مرکزی باند حذف‌شده (۵ GHz). . ۵۸
شکل ۵-۱۱: پرتوتشعشعی آنتندرفرکانس‌های: (الف) ۴ GHz، (ب) ۶ GHz، (ج) ۹ GHz. ۵۹
شکل ۵-۱۲: تأخیر گروه آنتن طراحی‌شده. ۵۹
شکل ۵-۱۳: ساختار هندسی آنتن پیشنهادی.....۶۰
شکل ۵-۱۴: تلفات بازگشتی برای ساختارهای مختلف آنتن ۶۱
شکل ۵-۱۵: تلفات بازگشتی برای ساختارهای مختلف آنتن ۶۱
شکل ۵-۱۶: تلفات بازگشتی حاصل از شبیه سازی و اندازه گیری.....۶۲
شکل ۶-۱: ساختار آنتن پیشنهادی ۶۶
شکل ۶-۲ تلفات بازگشتی آنتن در مد (الف).....۶۷
شکل ۶-۳ تلفات بازگشتی آنتن در مد (ب) ۶۸

شکل ۶-۴ تلفات بازگشتی آنتن در مد (ج) ۶۸
شکل ۶-۵ تلفات بازگشتی آنتن در مد (د) ۶۹
شکل ۶-۶: ساختار آنتن تجدیدپذیر ارائه شده (الف) دید از پایین (ب) دید از بالا (ج) دید از کنار ..۶۹
شکل ۶-۷: (الف) آنتن پایه، (ب) آنتن با بریدگی بر روی خط تغذیه، (ج) آنتن با شکاف U شکل بر روی زمین (د) آنتن پیشنهادی. ۷۰
شکل ۶-۸: تلفات بازگشتی آنتن های نشان داده شده در شکل۶-۷ ..... ۷۱
شکل ۶-۹: بهره آنتن مورد نظر ۷۱
شکل ۶-۱۰: پرتو تشعشعی در فرکانس (الف) ۴ گیگاهرتز (ب) ۶/۵ گیگاهرتز(ج) ۹/۵ گیگاهرتز ... ۷۲
شکل ۶-۱۱: ساختار آنتن تجدیدپذیر ارائه شده (الف) دید از پایین (ب) دبد از بالا (ج) دید از کنار ۷۳
شکل ۶-۱۲: آنتن طراحی شده در مرحله اول (الف) دید از پایین (ب) دید از بالا ۷۴
شکل ۶-۱۳: آنتن طراحی شده در مرحله دوم (الف) دید از پایین (ب) دید از بالا..... ۷۵
شکل ۶-۱۴: تلفات بازگشتی آنتن را به ازای مقادیر مختلف طول شکاف مستطیلی. ۷۶
شکل ۶-۱۵: تلفات بازگشتی آنتن و تاثیر مقادیر W_3,L_3بر روی حذف باند فرکانسی WLAN ۷۷
شکل ۶-۱۶: تلفات بازگشتی آنتن و تاثیر مقادیر W_{11},L_8 بر روی حذف باند فرکانسی ITU. ۷۷
شکل ۶-۱۷: تلفات بازگشتی حاصل ازاندازه گیری و شبیه سازی آنتن ارائه شده. ۷۸
شکل ۶-۱۸: تلفات بازگشتی آنتن ارائه شده در مدهای مختلف. ۷۸
شکل ۶-۱۹: پرتو تشعشعی آنتن ارائه شده در فرکانس (الف) ۴ گیگاهرتز (ب) ۶/۵ گیگاهرتز..... ۷۹

فصل اول

مقدمه

فصل اول: مقدمه

۱-۱ اهمیت

آنتن یک عضو ضروری و غیر قابل حذف در سیستم های مخابراتی بی سیم به شمار می آید. امروزه در بسیاری از لوازم الکترونیکی شخصی (از قبیل موبایل، لپ تاب و ....)، سیستم های مخابراتی مایکروویو و ماهواره ای، سیستم های رادار و دیده بانی نظامی، سیستم های هواشناسی، سیستم های شناسایی، آنتن برای ارسال و دریافت اطلاعات استفاده می شود. در برخی از این کاربردها، گاهی نیاز است که از چند سیستم ارتباطی مجزا استفاده کرد. این سیستم های ارتباطی مجزا به آنتن هایی با فرکانس های کاری مختلف یا مشخصه های تشعشعی متفاوت (از قبیل پرتو تشعشعی و قطبش) نیاز دارند. استفاده از آنتن های مختلف در این سیستم ها علاوه بر افزایش وزن و حجم سیستم، باعث افزایش هزینه ی ساخت و نگهداری می شود.

برای حل این مشکل، گروهی از آنتن ها به نام آنتن های تجدیدپذیر[۱] عرضه شده اند که می‌توانند بین دو یا چند حالت کاری مختلف سوئیچ شوند. در این آنتن ها با اعمال تغییراتی در ساختار خود آنتن، می توان یکی از مشخصه های فرکانس، پرتو تشعشعی یا قطبش را به صورت برگشت پذیر تغییر داد. در آنتن های تجدیدپذیر با استفاده از مکانیزم هایی از قبیل مکانیکی، الکتریکی و یا نوری می توان حالت کاری آنتن را بین دو یا چند حالت مختلف سوئیچ کرد. برای اعمال این تغییرات، سوئیچ هایی با قابلیت کار در فرکانس های RF مورد نیاز است. سوئیچ های متداول در این زمینه عبارتند از دیودهای پین[۲]، سوئیچ های میکرو الکترومکانیکی[۳]، سوئیچ های ترانزیستوری، سوئیچ های نوری و دیودهای ورکتور[۴]. این سوئیچ ها باید طوری در ساختار آنتن قرار بگیرند که بتوانند توزیع جریان سطحی یا توزیع میدان های الکترومغناطیسی در دریچه ی موثر آنتن را کنترل کنند[۱]. بنابراین با استفاده از این سوئیچ ها، می توان آنتن های تجدیدپذیر را پیاده سازی کرد.

آنتن های تجدیدپذیر می توانند با توجه به نیاز سیستم موردنظر، طوری طراحی شوند که فرکانس، پرتو تشعشعی و یا قطبش خود را بین حالت های مختلف سوئیچ کند. در برخی از موارد نیاز است که آنتن بیش از یکی از موارد فوق را بتواند کنترل کند. از آنتن هایی با قابلیت کنترل فرکانس، برای

---

[۱] Reconfigurable Antenna

[۲] Pin Diode

[۳] Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)

[۴] Varactor Diode

سوئیچ بین باندهای فرکانسی مختلف استفاده می شود. از آنتن هایی با قابلیت کنترل پرتو تشعشعی نیز برای ایجاد چندگانگی جهت و همچنین تنظیم پرتو تشعشعی در جهت دریافت بهترین سیگنال و در نتیجه افزایش کیفیت سیستم استفاده می شود.

۱-۲ اهداف پایان نامه

آنتن های مایکرواستریپ به خاطر وزن کم و هزینه ی پایین و قابلیت ترکیب با دیگر مدارات مورد توجه طراحان آنتن قرار گرفته است، ولی این آنتن ها دارای معایبی از جمله پهنای باند باریک، قطبش ضعیف و ظرفیت توانی محدود و مشکلات تلورانسی می باشند. از این رو تلاش هایی برای بهبود عملکرد و آنالیز این آنتن ها و رفع معایب آن ها صورت گرفته است. هر دسته از آنتن ها ی ارائه شده مزایا و معایب ذاتی خود را دارا است که براساس آن در کاربردهای مشخصی استفاده می شود.

در طراحی آنتن های مسطح، یکی از اهداف مهم پیدا کردن شکلی است که پهنای باند وسیعی را نتیجه دهد. در سال های اخیر تعدادی از آنتن های مایکرواستریپی مسطح با ساختارهای هندسی متفاوت به صورت تجربی مشخص شده اند و روش های طراحی اتوماتیک برای دست یابی به یک شکل بهینه گسترش پیدا کرده اند[۲]. در این پایان نامه نیز سعی شده است تا از طریق ایجاد تغییراتی در شکل آنتن، پهنای باند امپدانسی را بهبود بخشید. آنتن مورد بررسی از نوع آنتن های مایکرواستریپی شکاف دار[۱] هستند و تلاش شده است تا با تغییر در شکل ظاهری آنتن ها از طریق ایجاد شیارهای اضافی بر روی صفحه ی زمین و یا پچ تشعشع کننده پهنای باند امپدانسی بهبود یابد. از سوی دیگر، به دلیل پهنای باند وسیع سیستم های فراپهن باند، تداخل بین این سیستم و دیگر سیستم های مخابراتی متداول غیر قابل اجتناب است. از این رو، برای برطرف ساختن تداخل، طراحی آنتن هایی با عملکرد حذف باند فرکانسی مطلوب می باشد. یکی دیگر از اهداف این پایان نامه نیز برطرف ساختن این تداخل می باشد که در اینجا تلاش شده است تا تنها با تغییر در شکل ظاهری آنتن از طریق ایجاد شکاف ها و شیارهای اضافی در صفحات زمین و پچ تشعشع کننده و بدون افزایش ابعاد آنتن، راه حل مناسبی برای این نیاز ارائه شود. علاوه بر این، در مکان هایی که تنها سیستم فراپهن باند موجود است و سیستم تداخل کننده ی دیگری وجود ندارد و یا اثر تداخل قابل صرفنظر کردن است تا بتوانیم از تمامی عرض باند سیستم فراپهن باند استفاده نماییم. به همین دلیل در آنتن

[۱] Microstrip Slot Antenna

های ارائه شده در این پایان نامه از ساختار با قابلیت پیکربندی مجدد برای ایجاد کنترل بر روی خاصیت حذف باند فرکانسی استفاده شده است. برای اعمال این کنترل، پین دیود هایی در ساختار آنتن تعبیه شده است که از طریق تغییر بایاس این پین دیودها، فرآیند کنترل صورت می پذیرد.

۱-۳ ساختار کلی پایان نامه

در یک نگاه کلی، محتویات ارائه شده در این پایان نامه را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

در فصل اول مقدمه ی از آنتن های تجدیدپذیر، مزایا و معایب این آنتن ها بیان شده است. اهداف و ساختار کلی پایان نامه شامل نیز در این فصل به اختصار توضیح داده شده است.

در فصل دوم مقدمه ی از آنتن های مایکرواستریپ، روش های تغذیه این آنتن ها و همچنین روش های تحلیل آنتن های مایکرواستریپ بیان شده است.

فصل سوم به بیان مقدمه ای از آنتن های فرا پهن باند، تفاوت آنتن های فراپهن باند با آنتن های باند باریک و انواع آنتن های فراپهن باند پرداخته شده است.

در فصل چهارم به بررسی آنتن های مایکرواستریپ شکاف دار برای کاربردهای فراپهن باند پرداخته و ویژگی اساسی این ساختارها به اختصار توضیح داد شده است و در ادامه تاثیر پارامترهای طراحی در آنتن شکاف دار مورد برسی قرار گرفته است.

در فصل پنجم به معرفی آنتن های مایکرواستریپ با ساختار تجدیدپذیر پرداخته و انواع آنتن های تجدیدپذیر و چگونگی دستیابی به آنتن ها مورد بحث قرار گرفته است.در ادامه این فصل نیز دو نمونه از آنتن مایکرواستریپ تجدیدپذیر آورده شده است.

در فصل ششم سه نمونه جدید از آنتن تجدیدپذیر با قابلیت حذف باند فرکانسی معرفی گردیده است. نتیجه گیری و جمع بندی فعالیت های انجام گرفته در این پایان نامه به همراه ارائه جنبه های تحقیق در آینده نیز در فصل هفتم مطرح شده است.

فصل دوم

آنتن های مایکرواستریپ

فصل دوم : آنتن های مایکرواستریپ

۲-۱ مقدمه

برای تزویج خروجی یک فرستنده و یا ورودی یک گیرنده به فضا نوعی سیستم واسطه ضروری است. ساختمان این سیستم باید طوری باشد که توانایی تشعشع امواج الکترومغناطیسی و یا دریافت آنها را داشته باشد. آنتن چنین سیستمی است و این سیستم برای تبدیل جریان فرکانس زیاد به امواج الکترومغناطیسی و یا بالعکس بکار برده می شود. معمولا آنتن از یک جسم فلزی، اغلب به صورت سیم یا مجموعه ای از سیم ها درست شده است. در گستره امواج رادیویی[۱] مکانیسم های واقعی تشعشع را میتوان توسط معادلات ماکسول[۲] بطور کمی تشریح نمود. مطالعه رفتار جریان یک سیم نشان می دهد که تمام انرژی اعمال شده به یک سرسیم به انتهای آن نرسیده و قسمتی از آن فرار می کند یعنی تشعشع حاصل می شود.همچنین میتوان رابطه ریاضی برای این انرژی فراری بدست آورد، که در نتیجه نه فقط میزان انرژی بلکه جهات یا جهات تشعشع آن مشخص می شود.

اولین آنتن را هرتز پروفسور آلمانی ساخت. او توانست در سال ۱۸۸۶ علائم الکتریکی داده شده به دو قطبی را در فاصله ای از آن در فضا توسط یک حلقه ی سیمی چهار گوش دریافت کند. این اختراع هرتز که او را به عنوان پیشگام و پدر بی سیم لقب داد تا زمانی که مارکونی ایتالیایی موفق به ساخت آنتن های بزرگتر و تولید فرکانس های بالاتر و به طبع آن امکان ارسال اطلاعات به مسافت های دورتر شد، به عنوان یک پدیده آزمایشگاهی باقی ماند [۳].

آنتن مورد بررسی در پایان نامه آنتن پچ مایکرواستریپ[۳] است. تئوری آنتن های مایکرواستریپ ابتدا در سال ۱۹۵۰ ارائه شد [۴]. اولین آنتن علمی در سال ۱۹۷۰ که دارای یک مدل تئوری از طلا و مس و ثابت دی الکتریک با محدوده وسیع و جاذب دمای کم و تانژانت تلفات کم، ساخته شد [۵]. تحقیقات و پیشرفت گسترده ای در رابطه با آنتن های میکرو استریپ صورت پذیرفت. دلیل عمده بخت بلند این آنتن ویژگی های خوب و تا حدودی منحصر به فرد آن بود. ویژگی هایی از قبیل وزن سبک، حجم کم، هزینه پایین و کارایی قابل قبول از دلایل پیشرفت آن محسوب می‌شد. ساده ترین آنتن مایکرواستریپ از یک پچ فلزی مستطیلی بر روی دی الکتریک تشکیل شده است. در کاربردهایی نظیر ماهواره ها، فظاپیماها، هواپیماها و کاربردهای موشکی که محدودیت های وزن و نصب وجود دارد

---

[۱] Radio Frequency

[۲] Maxwell’s Equations

[۳] Micro-Strip Patch Antenna

بهترین گذینه استفاده از آنتن های مایکرواستریپ است. این آنتن ها اغلب به طور مجتمع با دیگر مدار های مایکروویوی ساخته می‌شوند [۶].

امروزه انواع ماهواره ها حاوی آنتن های با طول موج سانتی متر در مدارهای مختلف در حال چرخش به دور زمین بوده و ارتباط رادیویی بین نقاط مختلف کره زمین را تامین می نماید .همچنین به کمک آرایه های آنتن دریافت تصاویر، علائم و اطلاعات از نقاط مختلف فضایی با فاصله های بسیار دور ممکن شده است.

به طور کلی می توان گفت که بدون وجود یک آنتن کارآمد، انتقال بی سیم اطلاعات بین دو نقطه از فضا دشوار و یا غیر ممکن است.

با قرار دادن آنتن مناسب در انتهای فیدر علاوه بر امکان تبدیل انرژی، این آنتن موجب تطبیق امپدانسی بین خط و فضا خواهد شد .این تطبیق هرچقدر بیشتر باشد، انرژی بیشتری به فضا انتقال خواهد یافت. در صورت عدم تطبیق کامل بخشی از انرژی رسیده به آنتن مجددا به طرف فرستنده برگشت داده خواهد شد. انرژی برگشتی علاوه بر کاهش بهره توان ارسالی، موجب اختلال در کار فرستنده و خرابی آن خواهد شد.

یک آنتن می تواند یک سیم تنها یا یک حلقه هادی باشد که توسط یک منبع ولتاژ تحریک می شود، یا سوراخی در انتهای یک موجبر و یا یک آرایه پیچیده ای از این عناصر تشعشعی که به صورت مناسبی ترتیب یافته باشند.

از جمله مشخصات پر اهمیت یک آنتن پرتو، جهت دارندگی، امپدانس و پهنای باند را می توان نام برد. امروزه آنتن ها از نظر نوع، ابعاد و شکل با توجه به کاربرد های متعدد آنها، بسیار متنوع هستند. با توجه به فرکانس کاری، پهنای باند آنتنی و پلاریزاسیون شکل و ابعاد آنتن ها تعیین می شود. فرکانس یا طول موج مهمترین عامل جهت تعیین نوع و شکل آنتن ها می‌باشد.

در سیستم های پیشرفته یک آنتن باید از لحاظ ساختاری برای بهترین عملکرد بهینه شده یا برای امور خاصی از جمله تشعشع در چند باند فرکانسی یا در مسیرهای مشخص، تغییر ساختار دهد. بنابراین یک آنتن میتواند جهت داشتن کاربردهای گوناگون و متنوع در فرمهای مختلفی از جمله یک سیم نازک، یک دریچه، یک پچ تشعشعی، یک بازتابنده و یا حتی به صورت گروهی (آنتن‌های آرایه‌ای) نشان داده شود. پس به طور کلی یک طراحی خوب و بهینه برای آنتن، کیفیت عملکرد سیستم را پیشرفت داده و نیازهای سیستم را در یک مورد بر طرف می‌نماید [۷].