



دانشکده فنی و مهندسی

رشته برق - مخابرات گرایش میدان

ساخت، طراحی و شبیه سازی آنتن تک قطبی مسطح برای کاربردهای فراپهن باند با قابلیت حذف باند متغیر و پهنای باند افزایش یافته

مهدی مهران پور

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

اساتید راهنما: دکتر جواد نوری نیا و دکتر چنگیز قبادی



پایان نامه..... به تاریخ..... شماره.....مورد پذیرش هیئت محترم

داوران با رتبه و نمره.....قرار گرفت.

۱- استاد راهنما و رئیس هیئت داوران :

۲- استاد مشاور :

۳- داور خارجی :

۴- داور داخلی :

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی :

تقدیم بہ

پشتیانان، ہمیشگی زندگی من

پدرو مادر عزیزم

تقدیر و تشکر

نویسنده در این قسمت وظیفه خود می‌داند که از کلیه افرادی که در پیشرفت این پایان نامه از هیچ کمکی دریغ نکردند کمال تشکر را ابراز نماید. از اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر جواد نوری نیا و جناب آقای دکتر چنگیز قبادی به خاطر پیگیری‌ها و راهنمایی‌های ارزشمندشان کمال تشکر را داشته، سلامتی و شادابی را برایشان آرزو مندم.

در پایان از تمامی کسانی که در اتمام این پایان نامه مرا یاری کرده اند از جمله دوستان عزیزم آقایان دکتر محمد اجارودی، دکتر محمد قیامی، دکتر حسین مردانی، مهندس حمید بوداقی و برادر عزیزم مهندس عظیم مهران پور قدردانی کرده و آرزوی سلامتی، پیروزی و کامیابی برای ایشان دارم.

چکیده

در این پایان‌نامه، دو طراحی جدید از آنتن میکرواستریپ تک‌قطبی شکل با تغذیه خط ریز نوار با ساختار متقارن، ارائه شده و نتایج تست در حالت شبیه‌سازی شده و عملی آورده شده است. در آنتن اولی ناحیه فرکانسی تعریف شده برای سیستم موبایل، WLAN، WiMAX و C کاملاً پوشش داده شده و در آنتن دوم ناحیه‌ی WLAN به طور کامل پوشش داده شده است. در این ساختارهای جدید از زیر لایه FR4 با ثابت دی‌الکتریک $\epsilon_r = 4.4$ استفاده شده است. در مقایسه با آنتن‌های ارائه شده اخیر ابعاد آنتن‌های جدید در حدود ۳۵٪ کاهش داشته است. نتایج شبیه‌سازی آنتن‌ها با استفاده از نرم افزار HFSS انجام گرفته که این نتایج با نتایج اندازه‌گیری شده که از آنتن‌های اصلی در آزمایشگاه آنتن مرکز تحقیقات مخابرات ایران صورت گرفته مقایسه شده است. پارامترهای آنتن از قبیل تلفات برگشتی و پترن تشعشعی آنتن هم با نرم افزار HFSS و هم از طریق اندازه‌گیری با دستگاه Network Analyser در آزمایشگاه آنتن در پایان آورده شده است که تمامی این نتایج تطابق خوبی با یافته‌های آزمایشگاهی دارند. همچنین در این پایان‌نامه یک الگوریتم جدید جهت استفاده در بهینه‌سازی مسائل الکترومغناطیسی از جمله آنتن‌ها ارائه شده است، در انتها آنتن‌های ارائه شده را با روش عددی FDTD تحلیل کرده و با نتایج به دست آمده از نرم افزار HFSS مقایسه شده است.

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| | فصل اول |
| ۱ | آنتن های میکرواستریپ |
| ۱ | ۱-۱ مقدمه |
| ۱ | ۱-۱-۱ تعریف آنتن های میکرواستریپ |
| ۲ | ۱-۱-۲ ویژگی های آنتن های میکرواستریپ |
| ۴ | ۱-۱-۳ اصول اساسی عملکرد آنتن های میکرواستریپ |
| ۵ | ۱-۱-۴ میدان های تشعشعی |
| ۶ | ۲-۱ روش های تغذیه در آنتن های میکرواستریپ |
| ۶ | ۱-۲-۱ تغذیه پروب کوکسیال |
| ۷ | ۲-۲-۱ تغذیه بروش خط میکرواستریپی |
| ۸ | ۳-۱ آنتن های میکرواستریپ مجتمع |
| ۹ | ۴-۱ روش های کاهش ابعاد آنتن میکرواستریپ |
| ۹ | ۱-۴-۱ استفاده از اتصال کوتاه برای زیر لایه های نازک |
| ۹ | ۲-۴-۱ شکاف گذاری در صفحه تشعشعی آنتن |
| ۱۰ | ۳-۴-۱ شکاف گذاری در صفحه زمین |

- ۱۱ ۴-۴-۱ استفاده از آنتن L شکل معکوس
- ۱۲ ۵-۴-۱ استفاده از آنتن U شکل معکوس یا آنتن های سرپوشیده
- ۱۳ ۶-۴-۱ استفاده از بارگذاری دی الکتریک
- ۱۳ ۵-۱ روش های طراحی آنتن های مجتمع باند وسیع
- ۱۳ ۱-۵-۱ آنتن اتصال کوتاه با تغذیه خط میکرواستریپ
- ۱۵ ۲-۵-۱ آنتن اتصال کوتاه با تغذیه کوپل خازنی یا تغذیه پروب L شکل
- ۱۶ ۳-۵-۱ آنتن اتصال کوتاه شده چند طبقه
- ۱۸ ۴-۵-۱ طراحی با استفاده از شکاف های پیچشی در آنتن

فصل دوم

- ۲۰ تحلیل و طراحی آنتن های میکرواستریپ تک قطبی مسطح برای کاربردهای **UWB**
- ۲۰ ۱-۲ آنتن های **UWB**
- ۲۰ ۱-۱-۲ مقدمه
- ۲۱ ۲-۱-۲ مروری بر تاریخچه آنتن های **UWB**
- ۲۲ ۳-۱-۲ نیازمندی های عمومی آنتن **UWB**
- ۲۴ ۲-۲ آنتن تک قطبی
- ۲۴ ۳-۲ آنتن های میکرواستریپ تک قطبی برای کاربردهای **UWB**
- ۲۵ ۴-۲ آنتن های تک قطبی مسطح برای کاربردهای **UWB**

| | |
|----|---|
| ۲۵ | ۱-۴-۲ آنتن تک قطبی مسطح مربعی |
| ۲۹ | ۲-۴-۲ آنتن تک قطبی مسطح مستطیلی با تغذیه دوگانه |
| ۳۳ | ۳-۴-۲ آنتن های تک قطبی مسطح برای کاربردهای UWB با خاصیت حذف باند WLAN |

فصل سوم

بهینه سازی

| | |
|----|-------------------------------|
| ۴۳ | |
| ۴۳ | ۳-۱ مقدمه |
| ۴۳ | ۳-۲ طبقه بندی الگوریتم ها |
| ۴۳ | ۳-۲-۱ طبقه بندی از نظر عملکرد |
| ۴۴ | ۳-۲-۲ طبقه بندی از نظر خاصیت |
| ۴۵ | ۳-۳ الگوریتم های وفقی |
| ۴۵ | ۳-۳-۱ الگوریتم SER |
| ۴۷ | ۳-۳-۲ الگوریتم VSLMS |

فصل چهارم

روش تفاضل محدود حوزه زمان

| | |
|----|---|
| ۴۸ | |
| ۶۴ | ۴-۱ مقدمه |
| ۴۸ | ۴-۱-۱ تاریخچه ی مختصری بر روش عددی FDTD |

| | |
|----|---|
| ۴۹ | ۲-۱-۴ مزیت روش FDTD |
| ۴۹ | ۳-۱-۴ مدل کردن شکل های هندسی پیچیده در روش FDTD |
| ۴۹ | ۴-۱-۴ زمینه های کاربردی روش FDTD |
| ۵۰ | ۵-۱-۴ روش های عددی دیگر |
| ۵۰ | ۲-۴ روش FDTD |
| ۵۰ | ۱-۲-۴ مدل سازی روش FDTD برای حالت یک بعدی (خط انتقال) |
| ۵۲ | ۲-۲-۴ مدل سازی روش FDTD برای حالت سه بعدی |
| ۵۸ | ۳-۲-۴ پایداری و خطا |
| ۵۹ | ۴-۲-۴ پیاده سازی محیط با تلفات در روش FDTD |
| ۶۱ | ۵-۲-۴ تحریک منبع |
| ۶۲ | ۶-۲-۴ مرزهای جذب کننده |
| ۶۵ | ۷-۲-۴ روش FDTD برای مسیرهای انحنادار |

فصل پنجم

| | |
|----|------------------------------|
| ۷۰ | شبیه سازی و نتایج |
| ۷۰ | ۱-۵ طرح جدید برای بهینه سازی |
| ۷۰ | ۱-۱-۵ مقدمه |
| ۷۲ | ۲-۱-۵ شبیه سازی |

| | |
|-----|--|
| ۷۳ | ۲-۵ شبیه‌سازی و ساخت آنتن تک‌قطبی جدید |
| ۷۳ | ۱-۲-۵ مقدمه |
| ۷۴ | ۲-۲-۵ آنتن تک‌قطبی مستطیلی مسطح UWB با خاصیت حذف تک باند و دو باند |
| ۸۲ | ۳-۲-۵ آنتن تک‌قطبی مستطیلی مسطح UWB با خاصیت حذف تک باند |
| ۸۸ | ۴-۲-۵ مقایسه آنتن‌های طراحی شده با آنتن‌های مرجع ارائه شده در مقالات |
| ۹۲ | ۵-۲-۵ جمع‌بندی |
| ۹۳ | ۳-۵ تحلیل آنتن به وسیله‌ی حل عددی FDTD |
| ۹۵ | ۱-۳-۵ طراحی و نتایج آنتن‌های ارائه شده با استفاده از روش عددی FDTD |
| ۱۰۲ | ۴-۵ نتیجه‌گیری |
| ۱۰۳ | ۵-۵ پیشنهادات |
| ۱۰۴ | مراجع |

فهرست جدول‌ها، نمودارها و اشکال

صفحه

عنوان

فصل اول

- شکل ۱-۱ ساختار آنتن میکرواستریپ ۲
- شکل ۲-۱ اشکال هندسی شناخته شده قابل استفاده در طراحی آنتن پچ میکرواستریپ ۴
- شکل ۳-۱ تغذیه آنتن پچ میکرواستریپ بروش پروب کواکسیال ۶
- شکل ۴-۱ تغذیه به روش اتصال مستقیم خط کواکسیال ۷
- شکل ۵-۱ نمونه‌ای از آنتن با تغذیه کوپلاژ روزنه‌ای ۷
- شکل ۶-۱ نمونه‌ای از آنتن با تغذیه موجبری ۸
- شکل ۷-۱ نمونه‌هایی از اعمال اتصال کوتاه بر روی آنتن‌های با زیر لایه نازک برای کوچک سازی آنتن در (a) آنتن مستطیلی (b) آنتن دایره ای و (c) آنتن مثلثی ۹
- شکل ۸-۱ هندسه یک نمونه از آنتن میکرو استریپ با سطح تشعشعی تصحیح شده ۱۰
- شکل ۹-۱ هندسه یک آنتن مستطیلی میکرو استریپ کوچک شده با صفحه زمین تصحیح شده ۱۱
- شکل ۱۰-۱ نمای هندسی یک آنتن PIL ۱۲
- شکل ۱۱-۱ نمای هندسی آنتن U شکل معکوس با تغذیه کوپل روزنه H ۱۲
- شکل ۱۲-۱ نمونه ای از هندسه یک آنتن اتصال کوتاه با تغذیه میکرواستریپ ۱۴
- شکل ۱۳-۱ تلفات بازگشتی اندازه گیری شده آنتن شکل ۲-۶ با مشخصات $t=3.5, L=23.5\text{ mm}, W=58\text{ mm}, h=12.8\text{ mm}$ ۱۴
- شکل ۱۴-۱ نمای هندسی آنتن میکرو استریپ اتصال کوتاه شده با تغذیه (الف) کوپل خازنی و (ب) پروب L شکل ۱۵

- ۱۷ شکل ۱-۱۵ هندسی آنتن اتصال کوتاه شده چند طبقه
- ۱۸ شکل ۱-۱۶ هندسه یک آنتن پیچ و خم دار یا بار گذاری مقاومتی
- شکل ۱-۱۷ تلفات بازگشتی آنتن شکل (۱۰-۲) برای مقادیر مختلف بامشخصات ($h=3.2\text{ mm}, L=40\text{ mm}, W=25\text{ mm}$)
- ۱۹ $l=20\text{ mm}, w=2\text{ mm}$

فصل دوم

- ۲۳ جدول ۱-۲ نیازمندیهای آنتن برای حالت‌های Base Station و Portable
- ۲۴ شکل ۱-۲ (a) آنتن دوقطبی، (b) آنتن تک‌قطبی
- ۲۵ شکل ۲-۳ آنتن‌های تک‌قطبی مسطح با ساختارهای هندسی متفاوت
- ۲۶ شکل ۳-۳ هندسی آنتن تک‌قطبی مربعی (زیرلایه از جنس FR4 با ضخامت 1.6mm)
- ۲۶ شکل ۳-۴ تاثیر مقادیر مختلف d (فاصله هوایی) بر روی مقدار S_{11}
- شکل ۳-۵ آنتن‌های تک‌قطبی مسطح با سطح تشعشعی مربعی، (a) حالت بدون شکاف، (b) آنتن با شکاف مستطیلی، (c) آنتن با شکاف
- ۲۷ شکل-T
- ۲۷ شکل ۳-۶ تاثیر حالت‌های مختلف بر روی مقدار S_{11} (مربوط به آنتن‌های شکل (۳-۳))
- شکل ۳-۷ (a) مشخصات S_{11} شبیه‌سازی شده برای آنتن تک‌قطبی موردنظر به ازای مقادیر مختلف L_{S1} ، (b) مشخصات S_{11} شبیه‌سازی شده برای آنتن تک‌قطبی موردنظر به ازای مقادیر مختلف W_{S1} (c) مشخصات S_{11} شبیه‌سازی شده برای آنتن تک‌قطبی موردنظر به ازای مقادیر مختلف L_{S2} ، (d) مشخصات S_{11} شبیه‌سازی شده برای آنتن تک‌قطبی موردنظر به ازای مقادیر مختلف W_{S2}
- ۲۸ شکل ۳-۸ مشخصات S_{11} شبیه‌سازی شده برای آنتن تک‌قطبی موردنظر به ازای مقادیر مختلف ابعاد شکاف و حالت بدون شکاف
- ۲۹ شکل ۳-۹ هندسی آنتن تک‌قطبی مستطیلی با تغذیه دوگانه (زیرلایه از جنس FR4 با ضخامت 1.6mm)
- ۳۰ شکل ۳-۱۰ تاثیر مقادیر مختلف d (فاصله هوایی) بر روی مقدار VSWR
- ۳۱

شکل ۳-۱۱ تاثیر مقادیر مختلف α و β بر روی مقدار VSWR

۳۱

شکل ۳-۱۲ (a) مشخصات VSWR شبیه‌سازی شده برای آنتن تک‌قطبی موردنظر به ازای مقادیر مختلف W_{g1} ، (b) مشخصات

VSWR شبیه‌سازی شده برای آنتن تک‌قطبی موردنظر به ازای مقادیر مختلف W_{g2}

۳۲

شکل ۳-۱۳ (a) ساختار هندسی آنتن با تغذیه دوگانه، (b) مشخصات VSWR شبیه‌سازی شده برای آنتن تک‌قطبی موردنظر به ازای

۳۳

مقادیر مختلف ابعاد این شکاف و حالت بدون شکاف

شکل ۳-۱۴ مقادیر شبیه‌سازی شده پترن تشعشی برای آنتن تک‌قطبی مسطح در فرکانس 4.2 GHz (a) حالت بدون شکاف، (b)

۳۳

حالت تغذیه دوگانه

شکل ۳-۱۵ شکل هندسی آنتن تک‌قطبی ارائه شده (زیرلایه از جنس FR4 با ضخامت 1mm)

۳۵

شکل ۳-۱۶ تاثیر مقادیر مختلف زاویه تغییرات بر روی مقدار VSWR

۳۶

شکل ۳-۱۷ تاثیر مقادیر مختلف طول تغییرات خطی بر روی مقدار VSWR

۳۶

شکل ۳-۱۸ تاثیر مقادیر مختلف عرض شکاف بر روی مقدار VSWR

۳۷

شکل ۳-۱۹ تاثیر مقادیر مختلف طول رسانای پشتی بر روی مقدار VSWR

۳۹

شکل ۳-۲۰ توزیع جریان در آنتن تک‌قطبی در فرکانس 5.5 GHz

۳۹

شکل ۳-۲۱ مشخصات VSWR شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده برای آنتن تک‌قطبی مسطح با خاصیت فیلتری

۴۰

شکل ۳-۲۲ پترن تشعشی اندازه‌گیری شده برای آنتن تک‌قطبی مسطح، (a) 4 GHz، (b) 7 GHz و (c) 10 GHz

۴۱

شکل ۳-۲۳ بهره آنتن برای حالت با ساختار T- شکل و بدون ساختار T- شکل

۴۲

فصل سوم

شکل ۳-۱ طبقه بندی الگوریتم های بهینه سازی

۴۴

فصل چهارم

شکل ۴-۱ نحوه ی قرارگیری نمونه های گسسته ی V (دایره ها) و I (ضرب ها) در شبکه (روابط (۴-۶) و (۴-۷))

۵۲

شکل ۴-۲ نحوه ی قرار گیری بردارهای میدان الکتریکی و مغناطیسی در شبکه ی بی (الف) شبکه ی اولی (ب) شبکه ی دومی ۵۴

شکل ۴-۳ پاسخ زمانی پنجره ی بلکمن-هریس (قرمز) و پاسخ گوسی (آبی) با $t_0 = 4t_w$ و $f_{bw} = 300MHz$ ۶۲

شکل ۴-۴ تابش موج از فضای آزاد به ناحیه ی PML ۶۴

شکل ۴-۵ سطح مقطع یک شی PEC انحنادار قرار گرفته در یک شبکه ی مستطیلی ۶۶

فصل پنجم

شکل ۵-۱ یک سیستم دو وزنی با سیگنال ورودی $x(n)$ ، سیگنال مطلوب $d(n)$ و خطای خروجی $\varepsilon(n)$ ۷۲

شکل ۵-۲ همگرایی درایه های بردار وزنی الگوریتم های SER و MSER نسبت به تعداد مراحل (الف) درایه ی اول (ب) درایه ی دوم ۷۳

۷۳

شکل ۵-۳ میزان خطای خروجی برای الگوریتم های SER و MSER نسبت به تعداد مراحل ۷۳

شکل ۵-۴ شکل هندسی آنتن تک قطبی (الف) حالت ساده (ب) با زائیده ی استریپ V- شکل در صفحه ی زمین ۷۴

شکل ۵-۵ نتایج تلفات برگشتی شبیه سازی شده برای آنتن با زوایای مختلف زائیده ی استریپ V- شکل ۷۵

شکل ۵-۶ شکل آنتن (الف) بدون شکاف (ب) با یک جفت شکاف L- شکل (ج) با شکاف های L- شکل و E- شکل روی صفحه ۷۶

۷۶

تشعشی

شکل ۵-۷ میزان VSWR به ازای شکاف E- شکل و یک جفت شکاف L- شکل روی سطح تشعشی آنتن ۷۶

شکل ۵-۸ توزیع جریان در صفحه تشعشی برای آنتن ارائه شده به ازای شکاف های L- شکل و E- شکل (a) 4GHz (b) 5.5GHz ۷۷

۷۷

شکل ۵-۹ آنتن تک قطبی مورد تست در آزمایشگاه ۷۸

شکل ۵-۱۰ مشخصات VSWR شبیه سازی شده و اندازه گیری شده آنتن تک قطبی مسطح ۷۹

شکل ۵-۱۱ پترن تشعشی اندازه گیری شده برای آنتن تک قطبی مسطح، (a) 4.8 GHz، (b) 7.3 GHz و (c) 10 GHz ۸۰

شکل ۵-۱۲ بهره اندازه گیری شده آنتن برای حالت های بدون شکاف و با شکاف ها ۸۱

شکل ۵-۱۳ شکل هندسی نهایی آنتن در نماهای مختلف ۸۲

- شکل ۱۴-۵ هندسی آنتن در نماهای مختلف ۸۲
- جدول ۱-۵ اندازه ی پارامتر های آنتن نشان داده شده در شکل (۱۳-۵) ۸۳
- جدول ۲-۵ اندازه ی پارامترهای آنتن نشان داده شده در شکل (۱۴-۵) ۸۳
- شکل ۱۵-۵ ساختار مختلف آنتن با زائیده های مستطیل و مثلث (پیکان) شکل در صفحه ی زمین و یک زوج زائیده ی L-شکل در سطح تشعشعی ۸۴
- شکل ۱۶-۵ میزان VSWR به ازای حالت های مختلف شکل (۱۵-۵) ۸۴
- شکل ۱۷-۵ میزان VSWR برای حالت های بدون شکاف مستطیلی و با شکاف مستطیلی در صفحه ی تشعشعی ۸۵
- شکل ۱۸-۵ میزان پارامتر پراکندگی S_{11} به ازای تغییر طول بازوهای زوج زائیده ی L-شکل در صفحه ی تشعشعی ۸۶
- شکل ۱۹-۵ میزان پارامتر پراکندگی S_{11} به ازای تغییر طول L_{pv} در صفحه ی تشعشعی ۸۶
- شکل ۲۰-۵ توزیع جریان در صفحه تشعشعی برای آنتن ارائه شده برای فرکانس مرکزی باند فیلترینگ (5.5GHz) ۸۷
- شکل ۲۱-۵ پترن تشعشعی شبیه سازی شده برای آنتن تک قطبی مسطح، (a) 3.5 GHz، (b) 8 GHz و (c) 12 GHz و (d) 16GHz ۸۸
- شکل ۲۲-۵ هندسی آنتن مایکرواستریپ تک قطبی مربعی مرجع [۱۰۵] ۸۹
- شکل ۲۳-۵ مشخصات تلفات برگشتی شبیه سازی شده و اندازه گیری شده برای آنتن تک قطبی مرجع [۱۰۵] ۸۹
- شکل ۲۴-۵ هندسی آنتن مایکرواستریپ تک قطبی شکاف دار مرجع [۱۰۶] ۹۰
- شکل ۲۵-۵ بهره آنتن مرجع [۱۰۶] برای حالت فیلتری و حالت آنتنی ۹۰
- شکل ۲۶-۵ هندسی آنتن مایکرواستریپ تک قطبی شکاف دار مرجع [۱۰۷] ۹۱
- شکل ۲۷-۵ مشخصات VSWR شبیه سازی شده و اندازه گیری شده برای آنتن تک قطبی مرجع [۱۰۷] ۹۲
- جدول ۳-۵ میزان بهبود در پهنای باند، ابعاد و بهره آنتن ارائه شده با آنتن های مرجع ۹۲
- شکل ۲۸-۵ طریقه ی تغذیه ی آنتن ۹۳
- شکل ۲۹-۵ افزایش طول خط تغذیه آنتن (الف) با پیچ (ب) بدون پیچ ۹۴

- شکل ۳۰-۵ اعمال شرایط مرزی برای هادی ها ۹۵
- شکل ۳۱-۵ توزیع فضایی $E_z(x, y, z)$ در پله های زمانی ۴۵۰، ۸۰۰، ۱۱۰۰ و ۱۵۰۰ در زیر خط تغذیه ۹۶
- شکل ۳۲-۵ امواج (الف) تابشی، (ب) کلی و (ج) انعکاسی در صفحه‌ی مرجع زیر خط تغذیه ۹۷
- شکل ۳۳-۵ دامنه‌ی تبدیل فوریه‌ی امواج تابشی و انعکاسی ۹۷
- شکل ۳۴-۵ پارامتر پراکندگی S_{11} به دست آمده از روش عددی FDTD برای آنتن اول ۹۸
- شکل ۳۵-۵ پارامتر پراکندگی S_{11} به دست آمده از نرم افزار HFSS برای آنتن اول ۹۸
- شکل ۳۶-۵ توزیع فضایی $E_z(x, y, z)$ در پله های زمانی ۴۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۸۰۰ در زیر خط تغذیه ۹۹
- شکل ۳۷-۵ امواج (الف) تابشی، (ب) کلی و (ج) انعکاسی در صفحه‌ی مرجع زیر خط تغذیه ۱۰۰
- شکل ۳۸-۵ پارامتر پراکندگی S_{11} به دست آمده از روش عددی FDTD برای آنتن دوم ۱۰۰
- شکل ۳۹-۵ پارامتر پراکندگی S_{11} به دست آمده از نرم افزار HFSS برای آنتن دوم ۱۰۰

فصل اول

آنتن های میکرواستریپ

۱-۱ مقدمه

۱-۱-۱ تعریف آنتن های میکرواستریپ

یک آنتن میکرواستریپ، همان طور که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است، شامل یک عایق است که در یک طرف آن، صفحه زمین و در طرف دیگر آن، صفحه تشعشعی قرار گرفته است که این صفحه تشعشع کننده هادی، شکل های مختلفی می تواند داشته باشد ولی معمولاً شکل هایی مورد استفاده قرار می گیرند که بتوان به راحتی مورد تحلیل قرار داد. جنس هادی، معمولاً مس و طلا انتخاب می شود و جنس لایه عایق معمولاً به گونه ای باید باشد که میدان های پراکندگی و تشعشع کننده از لبه های آنتن بیشتر باشد، بنابراین ثابت دی-الکتریک باید تا حد امکان کم باشد [۱-۳].

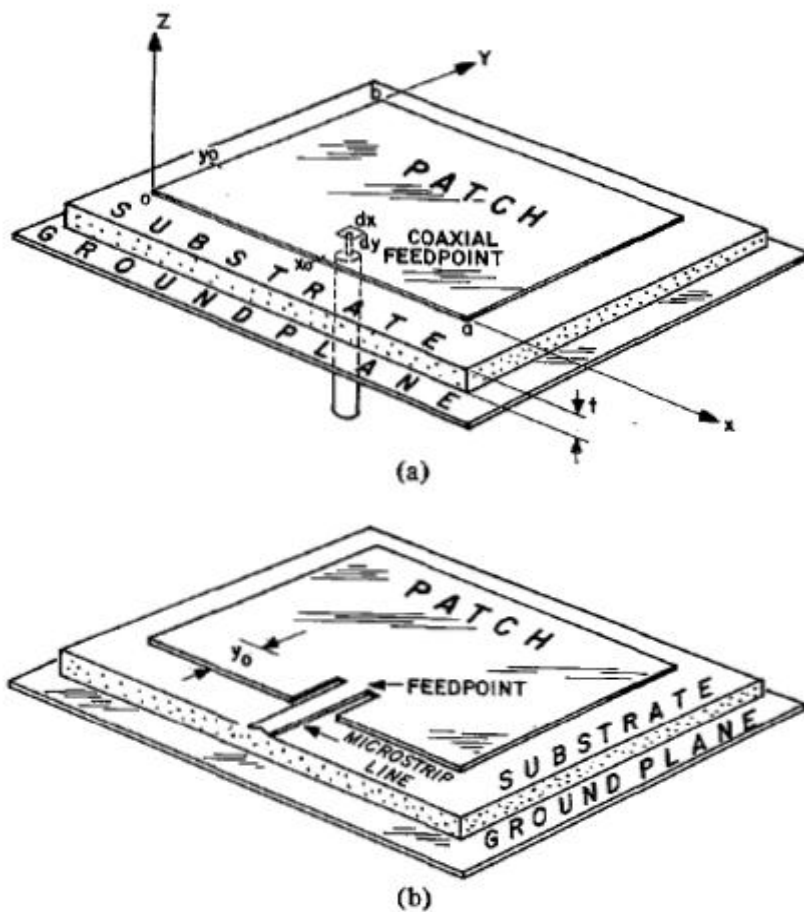
وقتی فرکانس سیگنال به فرکانس تشدید نزدیک می شود، دامنه جریان های سطحی که روی هادی جریان پیدا می کنند اهمیت می یابند و تشدید هنگامی اتفاق می افتد که اندازه هادی به اندازه نصف طول موج برسد. رزوناتورهای میکرواستریپ را می توان به دو دسته اصلی طبقه بندی کرد که بستگی به نسبت طول به عرض آنتن ها دارد. رزوناتورهایی که هادی آنها باریک است دی پل میکرواستریپ و رزوناتورهایی که پهن هستند پچ های میکرواستریپ نامیده می شوند. توزیع جریان طولی هر دو نوع آنتن برای مدار اصلی زیاد است، بنابراین پترن و گین آنها مشابه می باشد ولی مشخصات دیگر آنها می تواند با هم تفاوت داشته باشد (از قبیل امپدانس ورودی، لوب های جانبی و پلاریزاسیون).

وقتی فرکانس سیگنال نزدیک فرکانس تشدید باشد، رزوناتور میکرواستریپ، یک بیم گسترده در جهت لبه جانبی^۱ نسبت به صفحه آنتن تولید می کند. قسمت عمده سیگنال ورودی در تشعشع شرکت می کند و بنابراین رزوناتور بصورت یک آنتن عمل می کند. از آنجایی

^۱. Broad side

که بعد اصلی پچ باید به اندازه نصف طول موج باشد، بنابراین دایرکتیویته آن بسیار پایین است. مثلاً یک دی پل نصف طول موج، بطور معمول بین ۵dB تا ۶dB گین دارد و محدوده پهنای باند آن از ۷۰ تا ۹۰ درجه می باشد.

در بسیاری از کاربردهای میکروویو نیاز به آنتن هایی با دایرکتیویته بالا می باشد که در نتیجه، باند آنتن باید باریک باشد. در این گونه موارد، یک پچ تنها مناسب نمی باشد بلکه باید از یک تعداد المانهای تشعشع کننده مشخصی که بصورت آرایه پرودیک قرار گرفته اند استفاده کرد و در این صورت دایرکتیویته افزایش خواهد یافت. ولی در برخی کاربردهای دیگر از قبیل موبایل و مخابرات شخصی، نیاز به باند وسیعی می باشد که در این گونه موارد یک پچ تنها مناسب می باشد.



شکل ۱-۱ ساختار آنتن مایکرواستریپ