

اسد الرحمن الرحمن



دانشکده‌ی فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق
(گرایش مخابرات میدان)

طراحی خط استریپ تغذیه با پلاریزاسیون دایروی کوپل شده با
پچ مایکرواستریپی آنتن آرایه فازی برای عملکرد باند عریض

دانشجو

پگاه فامیل مدبران

استاد راهنما

دکتر علیرضا بیات

استاد مشاور

دکتر اصغر کشتکار

اسفند ماه ۱۳۹۰

تقدیم به اسوه های:

فداکاری

مهربانی

وفاداری

پدرم، مادرم و همسر عزیزم.

تقدیر و تشکر

در هر کجا که زنده‌ای، زندگی است.

در هر کجا که زندگی می‌کنی، روحی در تلاش است.

در هر کجا که روحی در تلاش است، مسیری پیداست.

در هر کجا که مسیری پیداست، هدفی روشن است.

در هر کجا که هدفی روشن است، کامیابی نزدیک است.

حمد و سپاس خدای را که فضل و رحمت بی‌منتهایش توفیق دیگری نصیبم کرد تا با استعانت از الطاف بی‌کرانش بتوانم این پایان‌نامه را به نتایج مورد نظر برسانم. بر خود لازم می‌دانم که از کلیه کسانی که به نحوی مرا در انجام این پایان‌نامه یاری رساندند تشکر و قدردانی نمایم. از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر علیرضا بیات به عنوان معلم علم و اخلاق تشکر و قدردانی می‌کنم و امیدوارم قدردان لطف و بزرگواریشان نسبت به من، آنچنان که شایسته ایشان است، باشم.

از همسر و پدر و مادر عزیزم که در طی انجام این پروژه یار و همراه من بوده اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در پایان، از همه عزیزانی که دعایشان بدرقه راه من بوده است سپاسگزاری می‌کنم.

چکیده

امروزه آنتن‌ها نقش بسیار مهمی در سیستم ارتباطات بی‌سیم بازی می‌کنند. آنتن‌های پچ میکرواستریپی به دلیل اینکه دارای خصوصیات مثبتی چون ارزان قیمت بودن و دارای مقطع عرضی کم می‌باشند، بسیار مورد توجه هستند. این نوع از آنتن‌ها می‌توانند در طیف وسیعی از عملکردها مانند ارتباطات بی‌سیم، سیستم‌های راداری و ماهواره‌ها مورد استفاده قرار گیرند. مشخصه‌های گین پایین و باند باریک آنتن پچ میکرواستریپ تکی باعث می‌شود که فرم آرایه‌ای آنتن‌ها مورد نظر باشد. هدف از انجام این پایان‌نامه طراحی خط استریپ تغذیه با پلاریزاسیون دایروی کوپل شده با پچ میکرواستریپی آنتن آرایه فازی برای عملکرد باند عریض می‌باشد. که با نرم افزار Hfss شبیه‌سازی شده است. برای اینکه پلاریزاسیون دایروی با یک خط استریپ بدست آید، به این صورت عمل شده است که پس از طراحی فید با پلاریزاسیون خطی برای تبدیل آن به پلاریزاسیون دایروی خط تغذیه به اندازه 45° نسبت به افق چرخانده می‌شود. برای اینکه به پهنای باند عریض در باند X برسد، بهینه‌سازی‌هایی روی خطوط تغذیه و ضخامت و جنس لایه‌ای که فید روی آن قرار می‌گیرد، صورت پذیرفته است. در این پایان‌نامه بعد از طراحی و بهینه‌سازی‌های لازم اهداف نهایی کاهش crosspolarization، کاهش در هزینه‌ها به دلیل استفاده از یک فید، کاهش تزویج متقابل بین خطوط تغذیه (mutual coupling)، بهبود VSWR، بهبود پهنای باند، استفاده از یک خط تغذیه (feed) که دارای پلاریزاسیون دایروی می‌باشد دنبال می‌گردد. که با توجه به شبیه‌سازی‌های انجام شده در این پایان‌نامه نتایج مطلوبتری نسبت به قبل بین محدوده ۱۳.۵ تا ۲۴.۷ گیگاهرتز بدست آمده است. در ابتدا مفاهیم اولیه مورد نیاز عنوان شده است. سپس تحقیقات گذشته در ارتباط با طراحی فید بیان می‌شود. آنگاه محاسبات انجام شده بصورت دستی ذکر می‌گردد. در نهایت نتایج بدست آمده حاصل از شبیه‌سازی و مقایسه آن با نتایج قبلی آمده است.

کلید واژه: آرایه فازی، پچ میکرواستریپی، پلاریزاسیون دایروی، شبیه‌سازی، فید، تزویج متقابل

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول - مقدمه ای بر مفاهیم اولیه آنتن آرایه ای	۱
۱-۱-۱- پیشگفتار	۲
۱-۱-۲- پارامترهای مهم طراحی	۳
۱-۲-۱- آرایه ها	۷
۲-۲-۱- آرایه خطی با تحریک یکنواخت	۱۰
۳-۱- پهنای باند	۱۱
۴-۱- آرایه های فازی	۱۲
۵-۱- سمتگرایی	۱۶
فصل دوم - مقدمه ای بر مفاهیم اولیه طراحی خطوط تغذیه	۱۷
۱-۱-۲- خط مایکرواستریپ	۱۸
۲-۱-۲- خط تغذیه استریپ	۲۱
۱-۲-۲- گسستگی ها	۲۳
۲-۲-۲- جبران ناپیوستگی مایکرواستریپ	۲۶
۳-۲- تطبیق و تنظیم امپدانس	۲۷
۴-۲- مبدل ربع طول موج	۲۸
۱-۵-۲- تئوری انعکاس کوچک	۲۹
۲-۵-۲- مبدل تک بخشی	۲۹
۳-۵-۲- مبدل چند بخشی	۳۱
۱-۶-۲- خط $\lambda/2$ اتصال کوتاه شده	۳۳
۲-۶-۲- خط $\lambda/4$ اتصال کوتاه شده	۳۵
۳-۶-۲- خط $\lambda/2$ مدار باز	۳۶
۷-۲- تقسیم کننده توان اتصال T	۳۸
۸-۲- تقسیم کننده بدون تلفات	۳۹
۹-۲- تقسیم کننده مقاومتی	۴۰
۱۰-۲- تقسیم کننده توان ویلکینسون	۴۱

فصل سوم- مروری بر تحقیقات پیشین.....	۴۶
۱-۳- مقاله طراحی و ساخت و تست شبکه تغذیه برای آنتن آرایه ای ۲×۲.....	۴۷
۲-۳- مقاله تقسیم کننده توان میکرواستریپ چند مسیره پهن باند.....	۴۹
۳-۳- مقاله خط تغذیه میکرواستریپ.....	۵۹
۴-۳- مقاله خط تغذیه استریپ.....	۶۵
فصل چهارم- شبیه سازی.....	۶۹
۱-۴- طراحی و بهینه سازی مقاله [۳۴].....	۷۰
۲-۴- طراحی و بهینه سازی مقاله [۳۵].....	۷۲
۳-۴- ترکیب فید بهینه سازی شده مقاله [۳۵] با آنتن مقاله [۳۱].....	۷۵
۴-۴- ترکیب فیدهای بهینه سازی شده مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱].....	۸۱
۵-۴- تبدیل پلاریزاسیون خطی فید ترکیب شده بخش ۴-۴ به پلاریزاسیون دایروی.....	۸۹
فصل پنجم- نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات.....	۹۶
۱-۵- نتیجه گیری.....	۹۷
۳-۵- پیشنهادات برای کارهای آینده.....	۹۸
فهرست منابع.....	۹۹
ABSTRACT.....	۱۰۳

فهرست جدولها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- قسمت های حقیقی و موهومی امیدانس محاسبه شده برای هر خط تغذیه برای طراحی خط مایکرواستریپ	۶۱
جدول ۲-۳- مقادیر اولیه طراحی آنتن مقاله ۳.....	۶۲
جدول ۳-۳- ابعاد آنتن مقاله ۳ بعد از بهینه سازی.....	۶۳
جدول ۴-۳- ضخامت جدید خط تغذیه بعد از بهینه سازی.....	۶۷
جدول ۵-۳- پارامترهای نهایی طراحی مقاله ۴.....	۶۷
جدول ۱-۴- مقادیر پارامتر [S] طراحی فید مقاله [۳۴] با استفاده از نرم افزار Hfss	۷۱

فهرست شکلها

عنوان.....	صفحه.....
شکل ۱-۱- آنتن میکرواستریپ.....	۲.....
شکل ۱-۲- تغییرات پهنای باند و راندمان در اثر تغییر ضخامت لایه و ثابت دی الکتریک.....	۳.....
شکل ۱-۳- چهار روش رایج برای تغذیه آنتن میکرواستریپ.....	۵.....
شکل ۱-۴- مدار معادل چهار روش رایج برای تغذیه آنتن میکرواستریپ.....	۶.....
شکل ۱-۵- انواع مختلف شکل پیچ.....	۷.....
شکل ۱-۶- آرایش هندسی آرایه ها.....	۹.....
شکل ۱-۷- پرتوهای یک آرایه خطی با تغییرات مختلف فاز خطی.....	۱۲.....
شکل ۱-۸- شبکه های تغذیه یک آرایه خطی.....	۱۵.....
شکل ۲-۱- خط میکرواستریپ.....	۱۸.....
شکل ۲-۲- خطوط میدان یک خط تغذیه میکرواستریپ.....	۱۸.....
شکل ۲-۳- ثابت دی الکتریک موثر.....	۲۰.....
شکل ۲-۴- ساختار خط تغذیه استریپ.....	۲۱.....
شکل ۲-۵- خط استریپ.....	۲۲.....
شکل ۲-۶- تعدادی از گسستگی های عمومی خطوط انتقال و مدار معادلشان.....	۲۴.....
شکل ۲-۷- تعدادی گسستگی و تغییر وضعیت مربوط به میکرواستریپ.....	۲۵.....
شکل ۲-۸- جبران سازی ناپیوستگی توسط خمیدگی.....	۲۶.....
شکل ۲-۹- ایده اصلی تطبیق امپدانس.....	۲۷.....
شکل ۲-۱۰- مبدل ربع موج.....	۲۸.....
شکل ۲-۱۱- مبدل تک بخشی.....	۳۰.....

- شکل ۱۲-۲- مبدل چند بخشی ۳۲
- شکل ۱۳-۲- خط $\lambda/2$ اتصال کوتاه شده ۳۳
- شکل ۱۴-۲- خط $\lambda/2$ مدار باز ۳۷
- شکل ۱۵-۲- انواع تقسیم کننده توان اتصال T ۳۸
- شکل ۱۶-۲- مدل خط انتقال یک اتصال T بدون تلفات ۳۹
- شکل ۱۷-۲- یک تقسیم کننده توان مقاومتی سه دهانه با پخش مساوی ۴۰
- شکل ۱۸-۲- تقسیم کننده توان ویلکینسون ۴۲
- شکل ۱۹-۲- مدار تقسیم کننده توان ویلکینسون به شکل نرمالیزه شده و مقارن ۴۲
- شکل ۲۰-۲- دو قسمت نمودن مدار شکل (۲-۳۲) ۴۳
- شکل ۲۱-۲- تجزیه و تحلیل تقسیم کننده ویلکینسون به منظور پیدا کردن S_{11} ۴۵
- شکل ۱-۳- ساختار مدار یک تقسیم کننده توان دو مسیره ۴۸
- شکل ۲-۳- تقسیم کننده توان ویلکینسون دو مسیره ۴۹
- شکل ۳-۳- طراحی آنتن با خط تغذیه میکرواستریپ مقاله ۲ ۵۱
- شکل ۳-۴- تقسیم کننده توان سه مسیره با خم 90° ۵۲
- شکل ۳-۵- مدل مدارات صفحه ای تقسیم کننده توان سه مسیره ۵۲
- شکل ۳-۶- گستره شماتیکی سنتز تقسیم کننده توان سه مسیره ۵۳
- شکل ۳-۷- تجزیه و تحلیل مبدل سه گام ۵۴
- شکل ۳-۸- آنالیز قسمت خم شده ۵۴
- شکل ۳-۹- نتایج شبیه سازی مقاله ۲ ۵۵
- شکل ۳-۱۰- نتایج شبیه سازی مقاله ۲ ۵۷
- شکل ۳-۱۱- تقسیم کننده توان سه مسیره ۵۸
- شکل ۳-۱۲- نتایج نهایی مقاله ۲ ۵۹
- شکل ۳-۱۳- طراحی آنتن با خط تغذیه میکرواستریپ ۶۰

- شکل ۱۴-۳- طراحی خط تغذیه شامل تقسیم کننده توان دو مسیره..... ۶۱
- شکل ۱۵-۳- نتایج شبیه سازی مقاله ۳..... ۶۴
- شکل ۱۶-۳- نتایج شبیه سازی مقاله ۳..... ۶۵
- شکل ۱۷-۳- شمای طراحی آنتن با خط تغذیه استریپ..... ۶۶
- شکل ۱۸-۳- نتایج شبیه سازی مقاله ۴..... ۶۸
- شکل ۱-۴- طراحی فید مقاله [۳۴] با استفاده از نرم افزار Hfss..... ۷۰
- شکل ۲-۴- پارامتر [S] طراحی فید مقاله [۳۴]..... ۷۱
- شکل ۳-۴- VSWR طراحی فید مقاله [۳۴]..... ۷۱
- شکل ۴-۴- طراحی و بهینه سازی فید مقاله [۳۵]..... ۷۲
- شکل ۵-۴- VSWR مربوط به طراحی فید مقاله [۳۵]..... ۷۳
- شکل ۶-۴- S_{11} مربوط به طراحی فید مقاله [۳۵]..... ۷۳
- شکل ۷-۴- پارامتر ایزولاسیون بین پورت دوم و سوم مقاله [۳۵]..... ۷۴
- شکل ۸-۴- پارامتر [S] فید مقاله [۳۵]..... ۷۴
- شکل ۹-۴- اختلاف فاز بین پورت های مقاله [۳۵]..... ۷۵
- شکل ۱۰-۴- ترکیب فید مقاله [۳۵] و آنتن مقاله [۳۱]..... ۷۶
- شکل ۱۱-۴- VSWR مربوط به ترکیب فید مقاله [۳۵] و آنتن مقاله [۳۱]..... ۷۶
- شکل ۱۲-۴- پارامتر [S] مربوط به ترکیب فید مقاله [۳۵] و آنتن مقاله [۳۱]..... ۷۷
- شکل ۱۳-۴- گین تتا مربوط به ترکیب فید مقاله [۳۵] و آنتن مقاله [۳۱]..... ۷۷
- شکل ۱۴-۴- پیک گین مربوط به ترکیب فید مقاله [۳۵] و آنتن مقاله [۳۱]..... ۷۸
- شکل ۱۵-۴- پترن تشعشعی (E_{rTotal}) مربوط به ترکیب فید مقاله [۳۵] و آنتن مقاله [۳۱]..... ۷۸
- شکل ۱۶-۴- دایرکتیویته مربوط به ترکیب فید مقاله [۳۵] و آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۱
- شکل ۱۷-۴- ترکیب فیدهای بهینه سازی شده مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۲

- شکل ۴-۱۸- پارامتر $[S]$ مربوط به اختلاف فاز بین پورت‌ها مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۳
- شکل ۴-۱۹- پارامتر S_{11} مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۳
- شکل ۴-۲۰- $VSWR$ مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۴
- شکل ۴-۲۱- گین تتا مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۴
- شکل ۴-۲۲- پیک گین مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۵
- شکل ۴-۲۳- دایرکتیویته کلی مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۵
- شکل ۴-۲۴- پترن تشعشی (E_{rTotal}) مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۵
- شکل ۴-۲۵- ایزولاسیون بین پورت‌های سوم و چهارم مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۸
- شکل ۴-۲۶- ایزولاسیون بین پورت‌های پنجم و ششم مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]..... ۸۸
- شکل ۴-۲۷- شمای مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱] با پلاریزاسیون دایروی..... ۸۹
- شکل ۴-۲۸- S_{11} مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱] با پلاریزاسیون دایروی..... ۹۰
- شکل ۴-۲۹- $VSWR$ مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱] با پلاریزاسیون دایروی..... ۹۰
- شکل ۴-۳۰- گین تتا مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱] با پلاریزاسیون دایروی..... ۹۱

شکل ۳۱-۴- دایرکتیویته کلی مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱] با

پلاریزاسیون دایروی.....۹۱

شکل ۳۲-۴- پیک گین مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱] با پلاریزاسیون

دایروی.....۹۲

شکل ۳۳-۴- پترن تشعشعی (E_{rTotal}) مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱]

با پلاریزاسیون دایروی.....۹۲

شکل ۳۴-۴- Axial Ratio مربوط به ترکیب فیدهای مقاله [۳۵] و [۳۴] با آنتن مقاله [۳۱] با

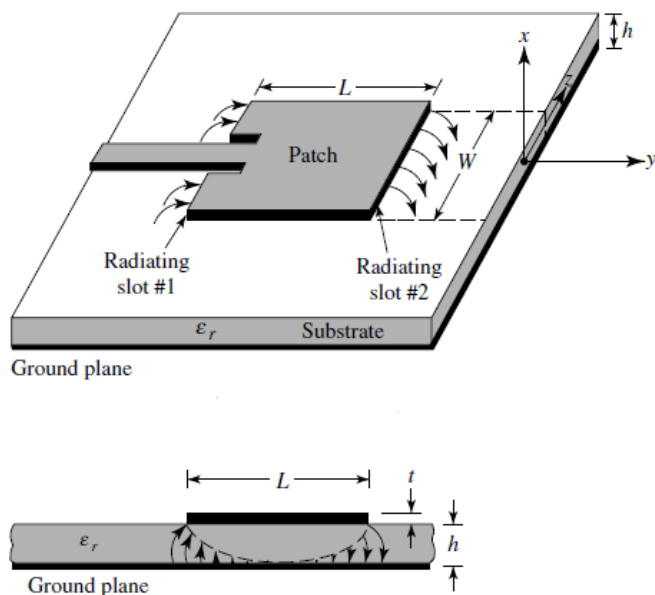
پلاریزاسیون دایروی.....۹۵

فصل ۱- مقدمه ای بر مفاهیم اولیه آنتن آرایه ای

۱-۱-۱ پیشگفتار

امروزه آنتن های پچ میکرواستریپی به دلایل سهولت در تحلیل، قابل منطبق شدن با سطوح صفحه ای و غیر صفحه ای، ساده و کم حجم و ارزان بودن برای ساخت، سازگار با مدارات مجتمع میکروویو (MMIC) مورد استفاده قرار می گیرند. ایراد اصلی آنتن های میکرواستریپ راندمان و توان کم، خلوص پلاریزاسیون پایین، عملکرد اسکینینگ پایین و پهنای باند باریک می باشد.

آنتن های میکرو استریپ همانطور که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است، شبیه صفحات موازی خازن می باشد که یکی از صفحات نسبت به دیگری گسترده تر است که به آن صفحه زمین گویند. صفحه دیگر را پچ نامند که ابعادهای متناسب با فرکانس رزونانس می باشد به همین علت آنتن های میکرو استریپی دارای پهنای باند باریک هستند.

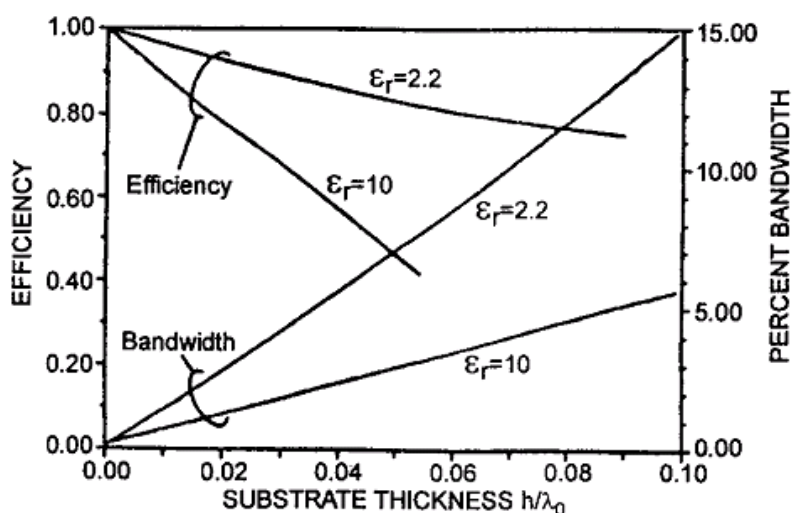


شکل ۱-۱- آنتن میکرواستریپ

۱-۱-۲- پارامترهای مهم طراحی

۱- لایه^۱ آنتن

مشخصه های تشعشی یک آنتن پچ بوسیله ضخامت و نوع لایه استفاده شده تعیین می گردد. پهنای باند امپدانسی^۲ و راندمان (η) یک آنتن پچ بطور معکوس نسبت به یکدیگر تغییر می کنند. پارامترهای ثابت دی الکتریک (ϵ_r) و ضخامت (h) می توانند تغییر کنند تا η متفاوت بدست آید که سرانجام پهنای باند امپدانسی را افزایش خواهند داد. همانطور که در شکل (۲)-۱ دیده می شود کاهش در ثابت دی الکتریک لایه و افزایش ضخامت لایه پهنای باند آنتن را افزایش می دهد. بنابراین لایه ضخیم با دی الکتریک بالا روی راندمان تشعشی بطور وارونه نتیجه می دهد [۱].



شکل ۱-۲- تغییرات پهنای باند و راندمان در اثر تغییر ضخامت لایه ثابت دی الکتریک [۳۱]

۲- فرکانس رزونانس

فرکانس رزونانس یک تابعی از طول پچ می باشد. معادله زیر می تواند برای محاسبه طول در مد غالب TM_{10} استفاده شود:

$$L = c/2f_r \sqrt{\epsilon_r} \quad (1-1)$$

^۱ substrate

^۲ Impedance Bandwidth

f_r فرکانس رزونانس، ϵ_r ثابت دی الکتریک لایه و c سرعت نور می باشد. آنتن پچ میکرواستریپ در لبه ها دارای میدان های فرینجینگ^۳ می باشد.

ΔL در معادله زیراندازه پچ برای میدان های فرینجینگ را محاسبه می کند. بعد گسترده شده برای میدان های فرینجینگ می باشد.

$$L_{eff} = (c/2f_r \sqrt{\epsilon_r}) - 2 \Delta L \quad (1-2)$$

۳- تغذیه آنتن^۴

خط میکرواستریپ، کابل کوکسیال، تزویج روزنه ای^۵ و تزویج همسایگی چهار روش رایج برای تغذیه آنتن های میکرواستریپ می باشند که در شکل (۳-۱) نشان داده شده اند [۲]. و در شکل (۴-۱) مدار معادلشان ترسیم شده است. تغذیه خط میکرو استریپ و کابل کوکسیال بصورت ذاتی نا متقارن هستند که مدهای بالاتر را که باعث ایجاد پلاریزاسیون متقاطع می شوند را تولید می کنند.

روش تزویج روزنه ای دارای دو لایه که توسط صفحه زمین از یکدیگر جدا شده اند می باشد. در روی لایه پایینی یک خط تغذیه میکرواستریپی که انرژی اش توسط روزنه ای که روی صفحه زمینی که این دو لایه را جدا می کند، کوپل می شود. این روش اجازه می دهد که به بهینه سازی مکانیزم فید و المان های تشعشی بصورت مستقل پرداخته شود. یک ماده با ثابت دی الکتریک بالا برای لایه پایین و ثابت دی الکتریک پایین برای لایه بالا استفاده شده است. صفحه زمین بین لایه ها، فید را از المان های تشعشی جدا می کند و باعث تداخل مینیمم می شود در نتیجه خلوص پلاریزاسیون بالا می رود. برای این طراحی پارامترهای الکتریکی لایه ها و پهنای خط فید و ابعاد و مکان روزنه برای بهینه سازی طراحی می تواند استفاده شود.

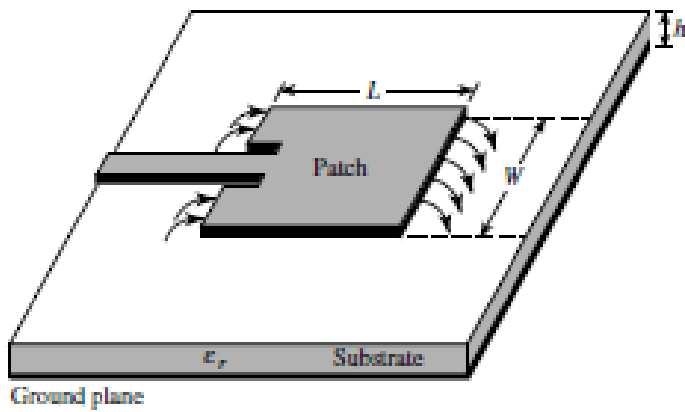
در تزویج همسایگی که روزنه زیر پچ قرار می گیرد بطوریکه برای مدهای غالب میدان الکتریکی مینیمم می شود در حالیکه میدان مغناطیسی ماکزیمم می شود کوپلینگ مغناطیسی غالب می باشد. این حالت باعث خلوص پلاریزاسیون خوبی می گردد.

انتخاب نوع تحریک پچ ها روی توان المان های تشعشی تاثیر دارد که هر چه بیشتر باشد راندمان بالا می رود.

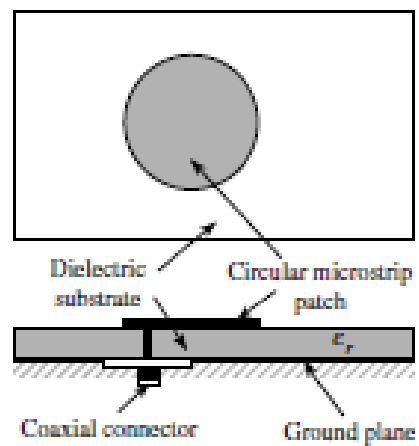
^۳ Fringing fields

^۴ Feed antenna

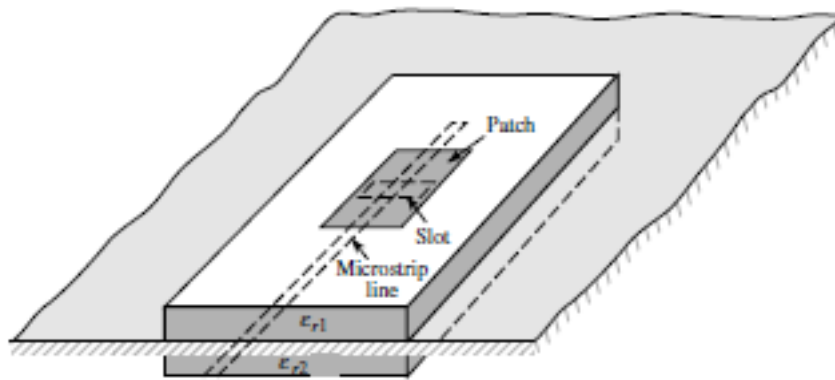
^۵ Aperture coupling



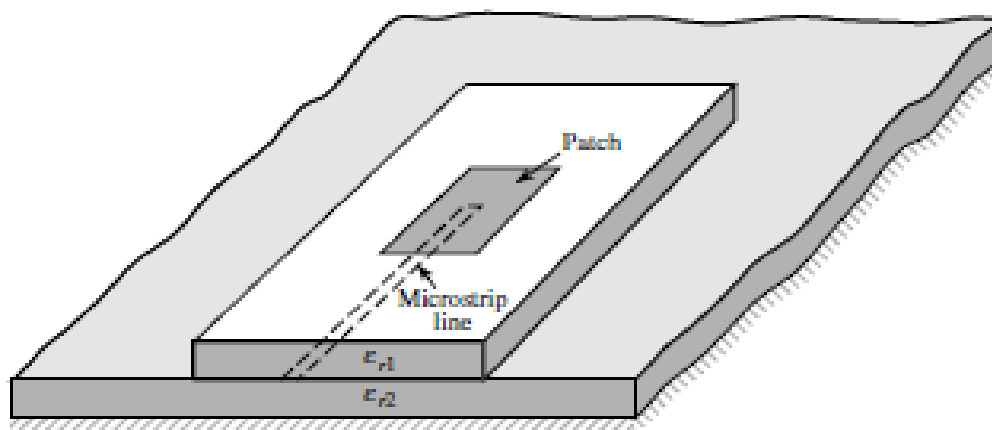
(a) Microstrip line feed



(b) Probe feed

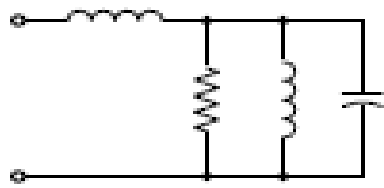


(c) Aperture-coupled feed

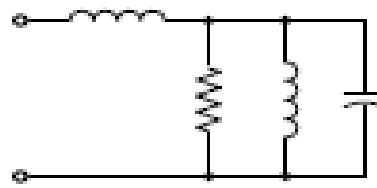


(d) Proximity-coupled feed

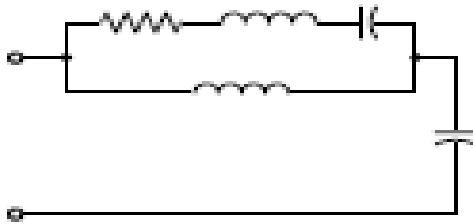
شکل ۱-۳- چهار روش رایج برای تغذیه آنتن میکرواستریپ [۲۹]



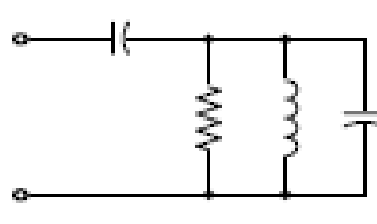
(a) Microstrip line



(b) Probe



(c) Aperture-coupled



(d) Proximity-coupled

شکل ۴-۱- مدار معادل چهار روش رایج برای تغذیه آنتن مایکرواستریپ [۲۹]

۴- پلاریزاسیون^۶

گفته می شود یک موج هماهنگ زمانی به صورت دایروی پلاریزه شده است در صورتیکه بردار میدان الکتریکی (یا مغناطیسی) در آن نقطه یک مسیر دایره ای به صورت تابعی از زمان طی کند. شرط لازم و کافی برای ایجاد پلاریزاسیون دایروی این است که بردار میدان (الکتریکی یا مغناطیسی) دارای همه موارد زیر باشد :

الف- میدان باید دو مولفه خطی متعامد داشته باشد.

ب- دو مولفه باید دامنه یکسان داشته باشند.

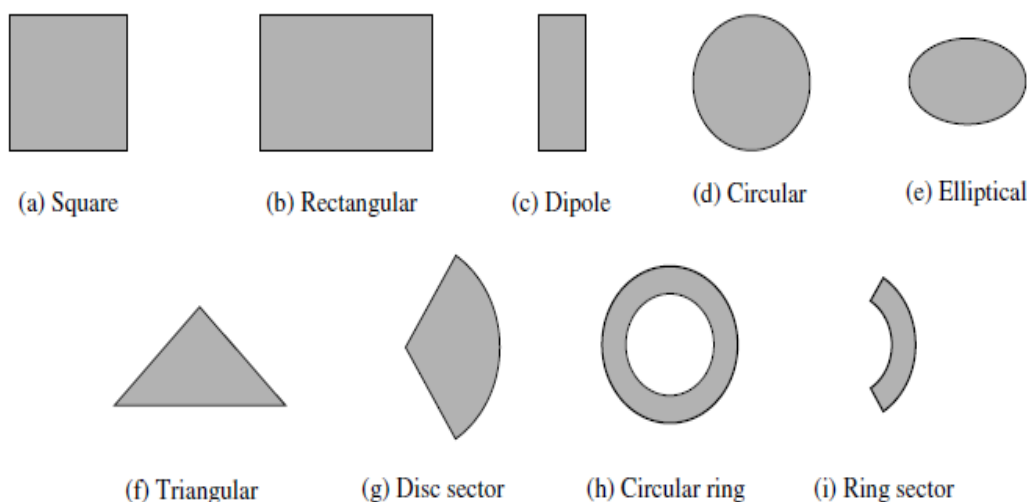
ج- دو مولفه باید یک اختلاف فاز زمانی با مضارب فرد $\pi/2$ داشته باشند.

جهت چرخش همواره با چرخش مولفه پیش فازبه طرف مولفه پس فاز و مشاهده چرخش میدان وقتی موج از بیننده دور می شود تعیین می شود.

۵- شکل بچ

بچ دارای شکل های متفاوتی مانند مستطیلی، دایروی، حلقه ای و غیره می باشد. که در شکل ۵-۱ نشان داده شده است.

^۶ polarization



شکل ۵-۱- انواع مختلف شکل پچ [۲۹]

۶- پچ ردیفی^۷

ساختار چند لایه، یک روش مفید برای بهبود پهنای باند می باشد. با قرار دادن یک پچ پارازیتیکی نزدیک تغذیه پچ، پهنای باند را عریض می کند. دو پچ با اندازه های مختلف دو فرکانس رزونانس نزدیک هم دارند و پهنای باند عریض بدست می آید. پهنای باند مناسب با انتخاب ضخامت لایه و اندازه پچ مناسب حاصل می گردد.

۱-۲-۱- آرایه ها^۸

معمولا الگوی^۹ تشعشی یک عنصر تکی نسبتا پهن است و مقادیر سمتگرایی^{۱۰} هر عنصر کوچک است. در بسیاری از کاربردها ضرورت ایجاد می کند، آنتنی با سمتگرایی بسیار بالا به منظور تامین ارتباطات فواصل طولانی طراحی شود، این کار تنها با افزایش اندازه الکتریکی آنتن امکان پذیر است. اغلب بزرگترین عناصر تکی منجر به افزایش سمتگرایی آنتن می شود. راه دیگر برای بزرگ کردن ابعاد آنتن بدون افزایش اندازه عناصر تکی، کنار هم نهادن یک مجموعه از عناصر تشعشی در یک ساختار هندسی و الکتریکی است.

چندین آنتن را می توان در ردیف های معین مرتب کرده و به یکدیگر متصل کرد و یک پرتو تشعشی جهتی را ایجاد نمود. چنین آرایشی متشکل از تعدادی عناصر تشعش کننده موسوم به آنتن آرایه ای یا یک آرایه است. تعداد زیادی از آنتن های کوچک را می توان در یک آرایه

^۷ Stacked patch

^۸ arrays

^۹ pattern

^{۱۰} directivity