



دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : مخابرات

عنوان : آنتن های فعال با تقویت کننده ترانزیستوری

استاد راهنما : آقای دکتر علی میر کمالی

نگارش : آمنه نجاتی

تیر ۸۸

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	چکیده
۲.....	مقدمه
۴.....	فصل اول : آنتن های فعال
۵.....	۱ + پیشرفت مدل های مداری
۶.....	۲-۱ طبقه بندی آنتن های ماکرو استریپ فعال
۷.....	۱-۲-۱ انواع تقویت کننده
۸.....	۳-۱ مجموعه اطلاعات استفاده شده در مدل های مداری آنتن
۹.....	۴-۱ کاربردهای مدل مداری آنتن
۹.....	۱-۴-۱ آنتن های فعال
۹.....	۲-۴-۱ آرایه های فعال
۹.....	۳-۴-۱ آرایه شبه نوری
۱۰.....	۴-۴-۱ آنتن فعال مجتمع

- ۱-۵ واژه نامه مدل های مداری آنتن ۱۰
- ۱-۶ درجات مجتمع سازی ۱۱
- ۱-۷ مراحل طراحی ۱۲
- ۱-۸ نتایج آنالیز پارامتر های مدل مداری آنتن ۱۳

فصل دوم : تحلیل و طراحی تقویت کننده های ترانزیستوری ماکروویو ۱۴

- ۱ + معرفی شبکه های دوقطبی ۱۵
- ۲-۱-۱ ماتریس پراکندگی ۱۵
- ۲-۱-۲ مشخصات ترانزیستور های ماکروویو ۱۷
- ۲-۲ شبکه های تطبیق ۱۸
- ۲-۲-۱ شبکه های تطبیق امپدانس ۱۸
- ۲-۲-۲ تطبیق با عناصر فشرده ۱۹
- ۲-۲-۳ استفاده از استاب ۲۲
- ۲-۲-۴ شبکه های تطبیق ریز نوار ۲۲
- ۲-۲-۵ طراحی شبکه های تطبیق ۲۴
- ۲-۳ طراحی تقویت کننده های ترانزیستوری مایکروویو ۲۷

۲۸..... ۲-۳-۱ ملاحظات پایداری

۳۳..... ۲-۳-۲ تطبیق مزدوج همزمان : حالت دو طرفه

۳۴..... ۲-۳-۳ دواير بهره توان عملیاتی

۳۷..... فصل سوم : طراحی آنتن های میکرو استریپ

۳۸..... ۱ + مقدمه

۳۹..... ۳-۱-۱ مشخصات پایه ای

۴۰..... ۳-۱-۲ روش های تغذیه

۴۱..... ۳-۱-۳ روش های آنالیز

۴۲..... ۳-۲-۳ پچ مستطیلی

۴۲..... ۳-۲-۱ مدل خط انتقال

۴۲..... الف) اثر پراکندگی

۴۳..... ب) طول موثر، فرکانس رزونانس و پهنای موثر

۴۶..... ج) طراحی

۴۷..... د) رسانایی

۴۹..... ه) مقاومت ورودی تشدید

فصل چهارم : نتایج طراحی و شبیه سازی ۵۴

۱ + طراحی و شبیه سازی تقویت کننده ترانزیستور ۵۵

۲-۴ طراحی و شبیه سازی آنتن پچ مستطیل مایکرو استریپ ۶۲

ضمیمه : نرم افزار Serbnade ۶۸

منابع و مأخذ ۷۸

چکیده:

آنتن های فعال مایکرواستریپی در حال حاضر یک موضوع فراگیر در زمینه تحقیقات و توسعه در مهندسی آنتن می باشد. گرچه این آنتن ها به تنهایی قابل استفاده نیستند ولی این نوع آنتن ها به خاطر ارزان قیمت بودن مفید می باشند و یکی از فواید بلافاصله این نوع از آنتن ها حذف خط انتقال بین آنتن

معمولی و مدار فعال می باشد. آنتن فعال مایکرواستریپی شامل ۲ قسمت است:

۱- واحد تشعشع کننده متشکل از آنتن میکرواستریپ با پیچ مستطیلی.

۲- واحد گیرنده که متشکل از تقویت کننده ترانزیستوری با بهره ثابت $13/5$ dB می باشد.

این پایان نامه شامل چهار فصل به همراه یک ضمیمه است. در فصل اول به تئوری کلی آنتن های فعال پرداخته می شود. فصل دوم تحلیل و طراحی تقویت کننده ترانزیستوری را توضیح می دهد. فصل سوم

شامل تحلیل و طراحی آنتن میکرواستریپ می باشد. در فصل چهارم نیز به نتایج طراحی و شبیه سازی آنتن

با نرم افزار *Serenade* و *HFSS* می پردازد. فصل ضمیمه هم شامل چگونگی کار با نرم افزار *Serenade* می باشد

مقدمه

موضوع آنتن های فعال از سال ۱۹۸۰ به دنبال بحث های مربوط به مخابرات سیار و در نتیجه کوچک کردن آنتن ها و افزایش بهره و پهنای باند مورد نیاز، شروع شده است.

شرکت هایی چون **Chalmers , Marconi , Inmarsat , ESTEC , ARARIS , MAM**

تحقیقات گسترده ای را در زمینه آنتن های فعال، برحسب موارد نیاز انجام داده اند و نهایتاً به موفقیت

های چشمگیری دست یافته اند. در زمینه افزایش پهنای باند و افزایش بهره و کاهش حجم آنتن،

اقداماتی صورت گرفته است که با استفاده از تکنولوژی **MHMC , MHIC , MMIC , MIC** و

قطعات فشرده فرکانس بالا و دیودهای گان و دیود **BJT , FET , GaAS** های فرکانس بالا و

تکنولوژی میکرواستریپی در رسیدن به این هدف مؤثر بوده است. آنتن های فعال در حال حاضر یکی از

پیشرفته ترین تکنیک های نادر مخابرات هستند که داری کاربرد های متعددی می باشند که آنتن و

عناصر نیمه هادی در یک جا جمع شده اند. گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشکده مهندسی

آنتن های فعال دارای انواع مختلف می باشند که عبارتند از:

۱- آنتن فعال شکاف دار^۱

مزایای این آنتن عبارتند از: ارزان قیمت بودن آن، مجتمع شدن آن، ضریب کیفیت خوب، وزن کم و ...

۲- آنتن فعال *Self duplex*

مزایای این آنتن عبارتند از: ایزولاسیون بالا در تبدیل مود **TX** به **RX**.

۳- آنتن فعال مایکرواستریپی

مزایای این آنتن عبارتند از: ارزان قیمت بودن آن، حذف خط انتقال بین آنتن و مدار فعال. کاربرد این آنتن فعال در رادار و ماهواره می باشد.

۴- آنتن فعال آرایه ای

ماهواره ای موبایل می باشد. به طور کلی هدف نهایی از آنتن فعال مینیمم کردن تلفات بین آنتن و واحد فرستنده - گیرنده است. زیرا این تلفات عدد نویز گیرنده را بالا برده و باعث کاهش توان فرستنده می شود.

قابلیت مجتمع کردن، آنتن های آرایه ای با تکنولوژی نیمه هادی چندین سال است که شناخته شده

است. اما واقعی کردن سیستم های عملیاتی با توجه به مشکلات تکنولوژی و خرج های گزاف متوقف شد.

برای رفع این مشکلات، کوشش های اساسی در سال های اخیر در زمینه آنتن صفحه ای و شبکه تغذیه، اجزاء نیمه هادی، کوچک کردن و تکنولوژی مدارهای میکروویوی، مدل سازی تئوری مدارها و عناصر آنتن ها و ... انجام شده است.

آنتن فعالی که در این پروژه انتخاب شده است، آنتن فعال مایکرواستریپی می باشد.

پایان نامه کارشناسی

فصل ۱

« آتن های فعال »



1-1 پیشرفت مدل های مداری آنتن

عبارت مدل های مداری آنتن، بیان کننده این موضوع است که انواع دستگاهها در فرکانس مایکروویو یا رادیویی، با یک واحد تشعشع کننده مجتمع می شوند. به طور کلی مدار و آنتن سیستم های رادار یا بی سیم، به عنوان زیر سیستم های جدا مورد بررسی قرار می گیرند. هر کدام از این زیر سیستم ها در

تکنولوژی خاص خود، بدون توجه به پیچیدگی قسمت دیگر طراحی می شوند. این دو زیر سیستم پارامترهایی نظیر امپدانس و فرکانس و توان را که برای طراحی سیستم کلی کافی است، محاسبه می کند.

در گذشته نمونه ای مجزایی وجود داشته است که از کار افتاده اند. مانند تک قطبی فعال در سال ۱۹۶۰. اما اخیراً مجتمع سازی آنتن ها و مدارات با پیشرفت های زیادی روبرو شده است. در حقیقت، حتی با افزایش زیاد فعالیت در آنتن مایکرواستریپ فعال، نیازهای متناقض برای زیرلایه های آنتن ها و مدارها

در حدود سال ۱۹۸۰ مشاهده شد. در هسته این تناقض ها، در یک شو نیاز به ثابت دی الکتریک پایین روزه برق و آنتن مایکرواستریپ و در سوی دیگر نیاز به ثابت دی الکتریک بالا برای عملکرد خوب مدار وجود دارد.

پیشرفت های بزرگ و متعددی در دهه اخیر وجود داشته است که باعث افزایش اهمیت مجتمع سازی مدل مداری آنتن شده است. اولین و شاید مهمترین نیاز، تولید توان ذاتی در و ماورای باند موج میلی متری است. روشن است که دستگاه های تکی، به خاطر مشکل گرما ناشی از افزایش مشخصه اندازه

دستگاه فعال، توان مورد نیاز را تولید نمی کنند. تلفات بالا در انتقال باعث غیر مؤثر شدن این دستگاه ها شده است. این مشکلات منجر به فعالیت زیادی در توان ترکیبی شبکه شبه نوری^۱ و آنتن های فعال شده است.

1. Quasi-optic

از دیدگاه های این تکنولوژی، ساخت تراشه های فرستنده و گیرنده است که در آنتن و دستگاه های فرستنده و گیرنده به کار می روند و در تکه مجزایی از زیرلایه نیمه هادی قرار می گیرند. در حقیقت از مهمترین اتصالات ضروری در این تراشه ها، سیگنال های باند پایه و بایاس **dc** هستند. در دهه گذشته، خیلی از مدل های مداری آنتن پیشرفت کرده است و ما اکنون در مرحله ای هستیم که

بعضی از فرم های کانونی پدیدار شده اند. به عنوان مثال، پچ یا اسیلاتورهای شیاری و آنتن های تقویت کننده مورد مطالعه قرار گرفته اند.

آنتن های فعال مجتمع، آنتن هایی هستند که در آن دستگاه های فعال، مستقیماً با ساختار آنتن مجتمع می شوند و کل سیستم همزمان با هم عمل می کنند. در واقع دو زیر سیستم به صورت جداگانه طراحی می شوند و توسط خط انتقال به یکدیگر متصل می شوند. توسط مجتمع سازی دستگاه های فعال با عناصر آنتن، تلفات خط تغذیه به طور چشمگیری کاهش می یابد. آنتن های مختلفی می توانند با

دستگاه های فعال مجتمع شوند، که در این پایان نامه از آنتن پچ مستطیلی میکرواستریپ استفاده شده و آنتن پچ مستطیلی میکرواستریپ استفاده شده و آنتن پچ مستطیلی میکرواستریپ استفاده شده است.

۱-۲ طبقه بندی آنتن های میکرواستریپ فعال

آنتن های فعال براساس عملکرد قسمت فعالی که با آنتن مجتمع می شوند، تقسیم بندی می شوند. عملکرد اساسی این قسمت ها در آنتن های فعال تولید سیگنال **RF**، تقویت سیگنال **RF**، و تبدیل

فرکانس می باشد. براساس عملکرد قسمت فعال، آنتن های فعال به انواع اسیلاتور، انواع تقویت کننده و انواع تبدیل کننده های فرکانس تقسیم می شوند.

انواع تبدیل کننده های فرکانس تقسیم می شوند. براساس عملکرد قسمت فعالی که با آنتن مجتمع می شوند، تقسیم بندی می شوند. عملکرد اساسی این قسمت ها در آنتن های فعال تولید سیگنال **RF**، تقویت سیگنال **RF**، و تبدیل

فرکانس می باشد. براساس عملکرد قسمت فعال، آنتن های فعال به انواع اسیلاتور، انواع تقویت کننده و انواع تبدیل کننده های فرکانس تقسیم می شوند.

انواع تبدیل کننده های فرکانس تقسیم می شوند. براساس عملکرد قسمت فعالی که با آنتن مجتمع می شوند، تقسیم بندی می شوند. عملکرد اساسی این قسمت ها در آنتن های فعال تولید سیگنال **RF**، تقویت سیگنال **RF**، و تبدیل

۱-۲-۱ انواع تقویت کننده

مجتمع سازی شبکه فعال دوقطبی با یک آنتن مایکرواستریپ در قطب ورودی یا خروجی به منظور

تقویت سیگنال، منجر به طبقه بندی انواع تقویت کننده ها می شود.

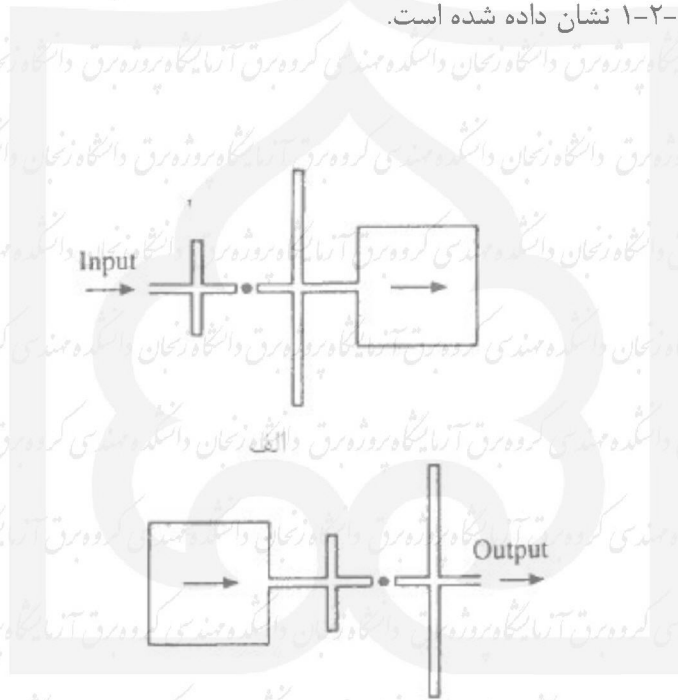
وقتی آنتن در قطب ورودی است، به عنوان یک امپدانس برای سیستم محسوب می شود و آنتن های

مجتمع سازی شده به عنوان یک گیرنده عمل می کند. وقتی آنتن در قطب خروجی قرار داده می شود،

به عنوان امپدانس بار عمل می کند. در این مورد، آنتن فعال، فرستنده محسوب می شود. روش های

طراحی تقویت کننده معمولاً برای به دست آوردن بهره مناسب می باشد. انواع آنتن های فعال فرستنده و

گیرنده در شکل ۱-۲-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲-۱ آنتن مایکرواستریپ فعال با تقویت کننده (الف) نمونه فرستنده و (ب) نمونه گیرنده

۱-۳ مجموعه اصطلاحات استفاده شده در مدل های مداری آنتن

جدول ۱-۳ ، چهار اصطلاح رایج را توضیح می دهد.

جدول ۱-۳ اصطلاحات مدل مداری آنتن

اصطلاحات

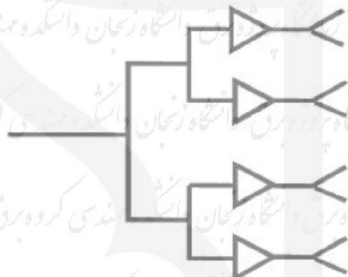
مثال

الف) آنتن فعال

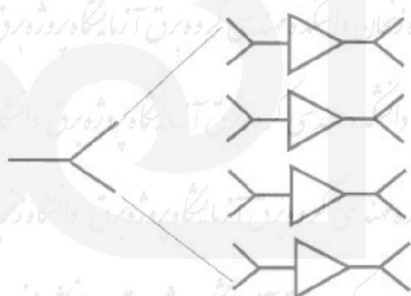
ترانزیستور در آنتن سیاهی



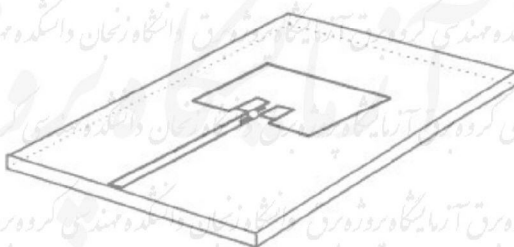
ب) آرایه فعال
مدل های فرستنده گیرنده نزدیک به
عناصر تشعشع کننده آرایه



ج) آرایه شبه نوری



د) آنتن های فعال مجتمع



دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

منابع و مآخذ

[1] Peter .S. Hall , K.C. Gupta , *Analysis and Design of Integrated Circuit –*

Antenna Modules , John Wiley , 2000.

[2] Guillermo Gonzalez , *Microwave Transistor Amplifiers , Prentice – Hall*

, 1944.

[3] Constantine A. Balanis , *Antenna Theory , Third Edition , John Wiley ,*

New Jersey , 2005.

[4] R. Grag , P. Bhartia , A. Bahl , A. Ittipiboon , *Microstrip Antenna*

Design Hand book , Artech House , 2001.

[5] Hubregt J. Visser , *Array and Phased Array Antenna Basics , John*

Wiley , Engeland , 2005.

[6] دیوید پوزار (مهندس محمد رضا سهیلی فر – مهندس مجید آقا بابایی) ، مهندسی مایکروویو،

جهان نو – دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره)، اول ۱۳۸۶.

[7] *Serenade User's guide, Ansoft New Jersey, 2003.*

[8] *HFSS User's guide , Ansoft Corporation , Pittsburg , 2003.*