بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه رازی است.

دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی برق الکترونیک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق گرایش الکترونیک

عنوان پایان نامه

طراحی، بهینه سازی و ساخت فیلتر پایین گذرمایکرواستریپ با استفاده از رزوناتورهای مثلثی شکل

استاد راهنما :

دکتر محسن حیاتی

نگارش :

مریم شهبازی تبار

مهر۹۱

سر فصل دیباچه را متبرک می کنم به نام او که اگر یاریش نبود بس گفته ها می ماند و در پی عرض ادب دارم به پیشگاه اساتید و محققانی که کشتزار رنجشان توشه راهم بود و ارج می نهم استاد گرانقدر جناب آقای دکتر محسن حیاتی را که اندیشه والایش چراغ راهم بود و راهنمایی های دلسوزانه اش راهگشای راهم.

تا چه قبول افتد و چه در نظر آید

سپاس و ستایش خدایی را که آفرید جهان را، انسان را، عقل را، علم را، معرفت و عشق را

تا عاشقانه تقدیم کنم حاصل تلاشم را به مهربان فرشتگانی که تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم،

مدیون حضور سبز آنهاست

پدر و مادر خودم و همسرم، اسوه های فداکاری و عشق که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر

همسرم، اسطوره زندگیم، پناه خستگیم و بهانه بودنم

برادرم، شادی بخش وجودم

و فرزندان عزیزم، که زلال تر از باران هر لحظه باور زندگیم را ناب تر می کنند.

چکیده :

در این پایان نامه، فیلتر مایکرواستریپ پایین گذر و شیوه‌های مختلف طراحی آن مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه یک فیلتر مایکرواستریپ پایین گذر جدید با استفاده از رزوناتورهای مثلثی ارائه شده است. در فیلتر پیشنهادی از ترکیب سری یک رزوناتور مثلثی و یک سلول دایره‌ای استفاده شده است. سلول دایره‌ای به عنوان تضعیف کننده هارمونیک و که مراحل طراحی و ساخت در ذیل آمده است:

۱. طراحی رزوناتور

- استفاده از ساختار پله‌ای T شکل با پاسخ تیز یا الپتیک
- حذف قسمت‌هایی از ساختار فیلتر اولیه برای حذف هارمونیک‌های نزدیک فرکانس قطع و بدست آوردن پاسخ تیز با انتخاب پذیری بالا.
- بهینه سازی ابعاد بدست آمده در مراحل اول و دوم.

۲. طراحی تضعیف گر

۳. تلفیق رزوناتور و تضعیف گر

۴. ساخت فیلتر طراحی شده بر روی زیر لایه‌ی راجرز ۵۸۸۰

این فیلتر پس از طراحی و بهینه سازی، ساخته شده است و نتایج حاصل از اندازه گیری صحت طراحی را تائید می‌کنند. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که عملکرد کلی ساختار پیشنهادی از نظر ابعاد فیزیکی، تیزی پاسخ و عرض باند قطع نسبت به ساختارهای مشابه بهبود یافته است.

کلمات کلیدی:

۱ –فیلتر مایکرواستریپ پایین گذر
۲ –شبکه‌ی دو قطبی
۳ –رزوناتور مثلثی
۴ –باند گذار
۵ –تلفات عبوری

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول :تئوری خطوط انتقال و اجزاء مایکرواستریپ

مقدمه ۲

۱- خطوط انتقال ۲

۱-۱- خطوط مایکرواستریپ و کاربردهای آن ۴

۱-۲- امواج در مایکرواستریپ ۵

۱-۳- تقریب شبه -TEM ۶

۱- ۳-۱- ثابت دی الکتریک موثر و امپدانس مشخصه ۶

۱-۳-۲ - طول موج هدایت شده ۹

۱-۳-۳- ثابت انتشار و سرعت فاز ۹

۱-۳-۴- طول الکتریکی ۹

۱-۳-۵- سنتز W/h ۱۰

۱-۳-۶- اثرات ضخامت نوار فلزی ۱۰

۱-۳-۷- پراکندگی در مایکرواستریپ ۱۱

۱-۳-۸- تلفات در مایکرواستریپ ۱۲

۱-۴- ناپیوستگی ها و اجزاء ساختارهای مختلف مایکرواستریپ ۱۳

۱-۴-۱- انواع ناپیوستگی های مایکرواستریپ ۱۴

۱-۴-۱-۱- ناپیوستگی پله ای ۱۵

۱-۴-۱-۲- ناپیوستگی با انتهای بازو بسته ۱۵

۱-۴-۱-۳- شکاف ها ۱۷

۱-۴-۱-۴- خم ها ۱۸

۱-۴-۱-۵- خط کوتاه با امپدانس بالا ۱۹

۱-۴-۱-۶- خط کوتاه با امپدانس پایین ۲۰

۱-۴-۱-۷- خازن ها و سلف های فشرده ۲۱

۱-۴-۱-۸- رزوناتور ها ۲۲

۱-۴-۱-۹- نکاتی در مورد رزوناتورهای ریز نوار ۲۶

فصل دوم :فیلتر و مبانی آن

مقدمه ۲۹

۲- ۱- تابع تبدیل وتقریب مشخصه دامنه یکنواخت ۲۹

۲-۲- تقریب باترورث ۳۲

۲-۳- تقریب چبی شف ۳۷

۲-۴- تقریب بیضوی ۴۴

۲-۵- تقریب گوسین ۴۶

عنوان **صفحه**

۲-۶ - طراحی فیلترهای پایین‌گذر با استفاده از توابع تقریب ۴۷
۲-۶-۱- طراحی فیلتر های باتروورث پایین گذر ۴۸
۲-۶-۲- طراحی فیلتر چپی‌شف پایین‌گذر ۴۹
۲-۶-۳- طراحی فیلتر الپتیک پایین گذر ۵۱

فصل سوم : معرفی شبکه‌های مایکروویو و پارامترهای آن

مقدمه ۵۵
۳-۱- معرفی رنج فرکانسی مایکروویو ۵۵
۳-۲-متغیرهای شبکه ۵۸
۳-۳- پارامترهای توصیف کننده‌ی شبکه‌های مایکروویو ۵۹
۳-۳-۱-پارامترهای پراکندگی (S) ۵۹
۳-۳-۲- پارامترهای ادمیتانس اتصال کوتاه شده (Y) ۶۲
۳-۳-۳- پارامترهای امپدانس مدار باز (Z) ۶۳
۳-۳-۴- پارامترهای ABCD ۶۳
۳-۳-۵- ارتباط بین پارامترهای پراکندگی، ادمیتانس، امپدانس و ABCD ۶۵

فصل چهارم :فیلترهای مایکرواستریپ

۴-۱-روش‌های طراحی فیلتر با استفاده از تکنولوژی مایکرواستریپ ۶۸
۴-۲ - پارامتر های مهم در طراحی فیلترها ۷۱
۴-۳- فیلترهای مایکرواستریپ درمدارات مجتمع یکپارچه مایکروویو ۷۴
۴-۴- مزایا و معایب مدل سازی فیزیکی ۷۵
۴-۵ -روند استخراج مدار معادل ۷۶
۴-۶ - استخراج مدار معادل یک شبکهء چند پورتی ۸۰
۴-۷- الگوریتم حداقل مربعات خطی ۸۲
۴-۸- طراحی فیلتر پایین‌گذر با استفاده از رزوناتورهای مختلف ۸۴
۴-۸-۱- فیلترهای مایکرواستریپ با ساختار شکاف باند فوتونیک ۸۵
۴-۸-۲- فیلترهای مایکرواستریپ با ساختار زمین ناقص ۸۶
۴-۸-۳- فیلتر مایکرواستریپ پایین گذر با استفاده از تکنیک فرکتالی ۸۶
۴-۸-۴- انواع رزوناتورهای رایج ۸۶
۴-۸-۴-۱- رزوناتور پله‌ای ۸۶
۴-۸-۴-۲- رزوناتور سنجاقی ۸۷
۴-۸-۴-۳- رزوناتور دایره‌ای ۸۸
۴-۸-۴-۴- رزوناتور مخروطی ۸۸
۴-۸-۴-۵- رزوناتور حلزونی ۸۹

فصل پنجم:مروری بر کارهای پیشین

بررسی مقالات چاپ شده ۹۱

عنوان **صفحه**

فصل ششم: ساختار پیشنهادی اول
مقدمه..... ۱۰۱
۶-۱- طراحی رزوناتور..... ۱۰۱
۶-۲- طراحی تضعیف‌گر..... ۱۰۷
۶-۳- تلفیق رزوناتور و تضعیف‌گر..... ۱۰۹
۶-۴- مقایسه ی نتایج..... ۱۱۱
فصل هفتم: ساختار پیشنهادی دوم
۷-۱- طراحی رزوناتور..... ۱۱۵
۷-۲- طراحی تضعیف‌گر..... ۱۱۷
۷-۳- نتایج ساخت و اندازه گیری..... ۱۱۸
منابع..... ۱۲۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱- ۱ : انواع خطوط انتقال[۱] ۳
شکل ۱- ۲ : ساختار خط مایکرواستریپ[۲] ۴
شکل ۱- ۳ : (الف) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در اطراف یک نوار مایکرواستریپ [۲](ب) میدان‌های مغناطیسی (ج) میدان‌های الکتریکی[۱] ۵
شکل ۱- ۴ : (الف)خط مایکرواستریپ دارای دو عایق ناهمگن (ب) خط مایکرواستریپ معادل دارای یک عایق همگن[۲] ۶
شکل ۱- ۵ : خط مایکرواستریپ بسیار باریک و بسیارپهن[۴۰] ۷
شکل ۱- ۶ : الف) ناپیوستگی پله‌ای در خط مایکرواستریپ ب) مدار معادل[۲] ۱۵
شکل ۱- ۷ : الف) ناپیوستگی با انتهای باز در خط مایکرواستریپ ب) مدار معادل[۲] ۱۶
شکل ۱- ۸ : الف) ناپیوستگی شکاف در خط مایکرواستریپ ب) مدار معادل[۲] ۱۷
شکل ۱- ۹ : الف) خم در خط مایکرواستریپ ب) مدار معادل[۲] ۱۸
شکل ۱- ۱۰: (الف) عنصر خط کوتاه با امپدانس بالا(ب) مدار معادل آن[۲].۲۳ ..... ۱۹
شکل ۱-۱۱: (الف) عنصر خط کوتاه با امپدانس پایین(ب) مدار معادل آن[۲] ۲۰
شکل ۱- ۱۲ : سلف(عناصر فشرده) الف) خط با امپدانس بالا ب) خطوط پیچشی ج) آرایش مربعی د) مدار معادل حالت ایده آل[۱۴] ۲۱
شکل ۱- ۱۳ : رزوناتور مایکرواستریپ الف) رزوناتور با عناصر فشرده ب) رزوناتور شبه فشرده[۳۸] ۲۳
شکل ۱- ۱۴ : رزوناتور خط مایکرواستریپ الف) رزوناتور $\lambda_0/4$(رزونانس سری کوتاه) ب) رزوناتور $\lambda_0/4$ (زونانس موازی کوتاه)[۳۶] ۲۳
شکل ۱- ۱۵ : رزوناتور خط گسترده $\lambda_0/2$ [۳۶] ۲۴
شکل ۱- ۱۶ : رزوناتور مایکرواستریپ حلقوی[۲۰] ۲۴
شکل ۱- ۱۷: رزوناتور مایکرواستریپ حلقه بسته الف) دایروی ب) مثلثی.[۲] ۲۵
شکل ۲-۱: مشخصه دامنه‌ی یکنواخت برای حالت LP نرمالیزه[۲۹] ۳۰
شکل ۲- ۲ مشخصه $H(\omega^2)$ در حالت ایده‌آل[۳۰] ۳۱
شکل ۲- ۳: تغییرات تابع H به ازای سه مقدار N[۳۱] ۳۳
شکل ۲- ۴: مقدار مربع دامنه فیلتر به ازای سه مقدار N [۳۱] ۳۴
شکل ۲- ۵ : مکان هندسی ریشه‌های تابع تبدیل $F(s)$ ۳۵
شکل ۲- ۶ تغییرات تابع H برای سه مقدار Nدر تقریب چبی شف ۳۷
شکل ۲- ۷ : مشخصه مربع دامنه چبی‌شف درجه سوم و چهارم ۴۱
شکل ۲- ۸ : مکان هندسی قطب‌های تابع چبی‌شف و باترورث ۴۳
شکل ۲- ۹ : تابع تبدیل الپتیک برای یک فیلتر پایین گذر ۴۵
شکل ۲- ۱۰ : نمایش تابع بیضوی نسبی ۴۵
شکل ۲- ۱۱ : پاسخ گوسین الف) دامنه ب) تأخیر گروه ۴۷

عنوان **صفحه**

شکل ۲- ۱۲ : فیلتر پایین گذر تمام قطب با الف) ساختار شبکه‌ی نردبانی و ب) دوگان آن.....۴۸
شکل۲- ۱۳: فیلتر پایین گذر الپتیک با الف) مدار رزونانس موازی در شاخه سری ب) مدار رزونانس سری در شاخه موازی.....۵۲
شکل ۳- ۱ : شبکه‌ی دو قطبی[۲].....۵۸
شکل ۳- ۲ : نمایی از یک شبکه‌ی دو پورتی و سیگنال‌های تابیده و بازتابیده شده[۴۴].....۵۹
شکل ۳- ۳ : پارامترهای ABCD برای برخی از شبکه‌های دوقطبی مفید[۴۴].....۶۴
شکل ۴-۱:نمایی از یک شبکه‌ی فیلتر LC پایین گذر و معادل مایکرواستریپی آن. [۱].....۶۸
شکل ۴-۲ : مدل T برای یک شبکه‌ی دو پورتی و روابط مربوط به محاسبه‌ی امپدانس بازوهای آن.....۷۷
شکل ۴-۳ : مدل π برای یک شبکه‌ی دو پورتی و روابط مربوط به محاسبه‌ی ادمیتانس بازوهای آن.....۷۷
شکل ۴-۴ : نمودارهای تقریبی قسمت موهومی بر حسب قسمت حقیقی امپدانس یا ادمیتانس یک بازو و مدار معادل LC آن ۷۸
شکل ۴-۵ : نمودارهای تقریبی قسمت موهومی بر حسب قسمت حقیقی امپدانس یا ادمیتانس یک بازو و مدار معادل LC آن.....۷۹
شکل ۴-۶ : مدار معادل یک شبکه‌ی چند پورتی.....۸۱
شکل ۴-۷:رزوناتور پله‌ای[۵۶].....۸۷
شکل ۴-۸: رزوناتور سنجاقی [۵۷].....۸۷
شکل ۴-۹: فیلتر پایین گذر با استفاده از رزوناتور دایره‌ای[۶۱].....۸۸
شکل ۴-۱۰: فیلتر پایین گذر با استفاده از رزوناتور مخروطی[۶۲].....۸۹
شکل ۴-۱۱: ساختارهای رزوناتور حلزونی[۲].....۸۹
شکل ۵-۱: ساختار پیشنهادی و نتایج اندازه گیری شده‌ی آن[۶۳].....۹۱
شکل ۵-۲: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده‌ی ساختارهای پیشنهاد شده [۶۴].....۹۱
شکل ۵-۳: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده[۶۵].....۹۲
شکل ۵-۴: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده[۶۶].....۹۲
شکل ۵-۵: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده[۶۷].....۹۳
شکل ۵-۶: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده [۶۸].....۹۳
شکل ۵-۷: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده[۶۹].....۹۴
شکل ۵-۸: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده[۷۰].....۹۵
شکل ۵-۹:ساختارهای پیشنهادی [۷۱]. سمت چپ: ساختار مایکرواستریپ. سمت راست: صفحه‌ی زمین
شکل ۵-۱۰:نتایج شبیه سازی و اندازه گیری شده‌ی فیلتر سمت چپ[۷۱].....۹۵
شکل ۵-۱۱:نتایج شبیه سازی و اندازه گیری شده‌ی فیلتر سمت راست[۷۱].....۹۵
شکل ۵-۱۲: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده[۷۲].....۹۶
شکل ۵-۱۳: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده[۷۳].....۹۶
شکل۵-۱۴: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده[۷۴].....۹۷
شکل ۵-۱۵: (الف)ساختار پیشنهادی (ب) نتایج اندازه گیری شده[۷۵].....۹۸

عنوان **صفحه**

شکل ۵-۱۶: فیلتر پایین گذر با استفاده از چهار رزوناتور دایره‌ای..... ۹۸
شکل ۵-۱۷:عملکرد شبیه‌سازی و اندازه‌گیری فیلتر مورد نظر [۷۵]..... ۹۹
شکل ۶-۱: مدار LC رزوناتور نرمالیزه الپتیک..... ۱۰۲
شکل ۶-۲: مدار LC رزوناتور دی نرمالیزه الپتیک..... ۱۰۲
شکل ۶-۳: (الف)رزوناتور مایکرواستریپ با استفاده از ساختار پله‌ای(ب) مقایسه پاسخ آن با فیلتر LC..... ۱۰۳
شکل ۶-۴: (الف)رزوناتور پیشنهادی(ب)مدار معادل LC..... ۱۰۴
شکل ۶-۵:پاسخ فرکانسی رزوناتور طراحی شده..... ۱۰۴
شکل ۶-۶: شبیه‌سازی پارامترهای S11,S21 رزوناتور به عنوان تابعی از l4..... ۱۰۵
شکل ۶-۷: شبیه‌سازی پارامترهای S11,S21 رزوناتور به عنوان تابعی از l3..... ۱۰۵
شکل ۶-۸: شبیه‌سازی پارامترهای S11,S21 رزوناتور به عنوان تابعی از w2..... ۱۰۶
شکل ۶-۹: SWF رزوناتور پیشنهادی..... ۱۰۷
شکل ۶-۱۰: ساختار تضعیف‌گر..... ۱۰۸
شکل ۶-۱۱: پاسخ فرکانسی ساختار تضعیف گر..... ۱۰۸
شکل ۶-۱۲:تأثیر تغییرات l5 بر پاسخ S21 تضعیف گر..... ۱۰۹
شکل۶-۱۳:(الف) فیلتر پیشنهادی(ب) پاسخ فرکانسی..... ۱۰۹
شکل ۶-۱۴:(الف) ساختار نهایی فیلتر(ب) تصویر فیلتر ساخته شده..... ۱۱۰
شکل ۶-۱۵:مقایسه‌ی نتایج شبیه سازی و اندازه گیری..... ۱۱۱
شکل ۶-۱۶:تأخیر گروهی فیلتر طراحی شده ۱۱۱
شکل ۷-۱) (الف)ساختار) stub radial ب) ساختار رزوناتور.....۱۱۵
شکل ۷-۲)(الف)پاسخS21 و S11رزوناتور (ب) پاسخ S21 با تغییرw1,d1,Wi..... ۱۱۶
شکل ۷-۳: (الف)سلول تضعیف گر (ب) پاسخ فرکانسی آن..... ۱۱۷
شکل ۷-۴: (الف)ساختار نهایی فیلتر پیشنهاد شده(ب) تصویر فیلتر ساخته شده..... ۱۱۸
شکل ۷-۵:پاسخ فرکانسی فیلتر طراحی شده..... ۱۱۸

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱) مقادیر المان‌های فیلترهای نمونه‌ی پایین گذر باتروورث..... ۴۹
جدول ۲-۲) مقادیر المان‌های فیلتر پایین گذر چبی‌شف ۵۰
جدول ۲-۳ داده‌های طراحی فیلتر پایین گذر الپتیک باریپل باند عبور $\omega c=1$ rad/s ، $LAr=0.1$ dB و ωs های متنوع..... ۵۳
جدول ۳-۱ : تقسیم بندی کلی طیف فرکانسی..... ۵۶
جدول ۳-۲ : تقسیم بندی طیف فرکانسی مایکروویو..... ۵۷
جدول ۳-۳: ارتباط بین پارامترهای پراکندگی، ادمیتانس، امپدانس و ABCD..... ۶۶
جدول ۶-۱: مقایسه بین فیلتر مورد نظر و فیلتر های اخیر دیگر..... ۱۱۳
جدول ۷-۱:مقایسه نتایج با کارهای انجام شده..... ۱۱۹

مخفف ها:

CMRC	**Compact Microstrip Resonator Cell**
SLTCMRC	**Slit Loaded Compact Microstrip Resonator Cell**
MMIC	**Monolithic Microwave Integrated Circuit**
SCMRC	**Spiral Compact Microstrip Resonator Cell**
SLSCMRC	**Stub Loaded Spiral Compact Microstrip Resonator Cell**
OSLTCMRC	**Open Stub Loaded Compact Microstrip Resonator Cell**
IL	**Insertion Loss**

پیشگفتار

امروزه با توجه به نیازهای روز افزون به ساختارهای فشرده به خصوص در حوزه فرکانس‌های رادیویی و مایکروویو، تقاضا جهت ساخت عناصر غیر فعال با کار آیی بالا و در عین حال به صورت مجتمع روی یک برد مدار چاپی و همراه با مدارات فعال به یک نیاز جدی تبدیل شده است. در عین حال جهت رسیدن به این هدف همواره سعی بر این است که تا حد امکان از عناصر سلف و خازن در این مدارات استفاده نشود. از دلایل این امر می‌توان به افزایش حجم مدار و میزان خطای حاصل از این عناصر در عملکرد مدار در فرکانس‌های بالا اشاره نمود. بنابراین یکی از روش های ارایه شده جهت دستیابی به این اهداف استفاده از ساختار های مایکرواستریپ است. این ساختار ها از یک زیر لایه ازجنس دی الکتریک ، نوار فلزی رسانا و صفحه زمین تشکیل شده است. به لحاظ قرار گیری این ساختار روی زیر لایه های دی الکتریک ، این عناصر را می توان به صورت یکپارچه روی برد مدار چاپی طراحی نموده و ساخت. اما در عین حال این ساختارها دارای مشکلاتی هستند،که ازآن میان می توان به این موارد اشاره کرد: کم بودن پهنای باند عبور، محدودیت در باند حذف و بالا بودن توان برگشتی. جهت حل این مشکلات در صورتی که بخواهیم از روش های معمولی در مدار های الکتریکی استفاده شود ، منجر به افزایش غیر عادی اندازه مدار شده، که با این وجود کارآیی آن در مدار های یکپارچه مایکروویو را با مشکل مواجه می سازد . به این منظور روش های مختلفی در مراجع گوناگون اشاره شده است. یکی از تکنیک های موفق در این زمینه که در سال های اخیر پیشنهاد شده و رزوناتور های مختلفی نیز با این روش ساخته شده ، استفاده از (PBG) می باشد. این ساختار ها علاوه بر اینکه دارای بهبود عملکرد نسبت به سایر رزوناتورهای ارایه شده می باشند، دارای مشکلاتی در باند عبور به خصوص در باریک بودن باند گذر هستد، که کاربرد این رزوناتورها را در پیاده سازی فیلترهای غیر فعال را با مشکل جدی مواجه می سازد. استفاده از روش های Miniaturization که در این حوزه کمتر به آن پرداخته شده ، می تواند به عنوان یکی از روش های پرکاربرد نام برده شود. در عین حال با بهینه سازی این ساختار ها ، که عمدتاً با استفاده از روش های کامپیوتری صورت می پذیرد ، دستیابی به مدارهایی با کارآیی بالا را میسر می سازد.

در این رساله در فصل اول تئوری خط انتقال مورد بحث قرارگرفته است.. در فصل دوم در مورد روش های تعین تابع تبدیل یک شبکه و علی الخصوی در مورد روش های تقریب تابع تبدیل یک فیلتر با مشخصات مورد انتظار بحث می گردد، همچنین هریک از روش های تقریب معمولی که تا کنون ارایه شده است مورد بررسی قرار گرفته و تابع تبدیل بهینه ای که بتواند پاسخ گوی نیازهای مورد نظر باشد تعیین می گردد. در فصل سوم روش های ارایه شده جهت استفاده از تئوری خط انتقال در فرکانس های بالا و در حوزه مایکروویو مطالعه می شود. با توجه به اینکه در این رساله هدف پیاده سازی فیلتر فرکانس بالا با استفاده از المان های مایکرو استریپ می باشد، بنابراین در فصل چهارم تئوری خط انتقال جهت کاربرد در این حوزه تعمیم داده شده و از روابط به دست آمده جهت طراحی و پیاده سازی این فیلتر ها در حوزه فرکانسی مورد نظر استفاده می گردد. در فصل پنجم مروری بر کارهای انجام شده پیشین داشته و در نهایت از روش های کلی داده شده و مشخصات مورد انتظار از فیلتر فرکانس بالا ، دو ساختار به عنوان رزوناتور پیشنهاد می گردد، رزوناتور در واقع در فرکانس مورد نظر نوسان کرده و می تواند در یک

باند فرکانسی سیگنال های دلخواه را عبور دهد و سایر سیگنال های نا خواسته را حذف نماید . بنابراین می تواند دقیقاً نقش یک فیلتر را دارا باشد. رزوناتور طراحی شده در این حالت ، مشکلات سایر رزوناتور های مشابه داده شده را توانسته به خوبی حل نموده و علاوه بر آن اندازه مداری کوچکتری نسبت به سایر انواع آنها، که به عنوان رزوناتورهای مسطح شناخته شده اند، را داراست. طراحی صورت گرفته با استفاده از نرم افزار شبیه ساز الکترومغناطیسی موسوم به ADS شبیه سازی و بهینه سازی می گردد. ساختارهای طراحی شده با استفاده از تکنولوژی میکروالکترونیک روی ساختار های دی الکتریک ساخته شده ونتایج اندازه گیری توسط Network Analyzer به دست می آید، که در این فصل نتایج حاصل از شبیه سازی و اندازه گیری با هم مقایسه می شوند. بررسی این نتایج نشان می دهد که طراحی صورت گرفته در باند فرکانسی مورد نظر بسیار خوب بوده و فیلتر طراحی شده می تواند به راحتی در حوزه هایی که به فیلتر های با کارآیی بالا به خصوص در مخابرات سیار و مایکروویو نیاز است ، به خوبی عمل نماید.

فصل اول

تئوری خطوط انتقال و اجزاء مایکرواستریپ

مقدمه

مدارهای مجتمع ریز موج[1] نمایشی از توسعه صنعت مدار مجتمع در فرکانس‌های بسیار زیاد در محدوده مایکروویو(GHz) می‌باشد.امواج مایکروویو، امواجی هستند با طول موج‌های‌ی در رنج 1 mm تا 1 m که متناظر با رنج فرکانسی 300 MHz-300 GHz است. امروزه (MIC) بیشتر طبیعت دوگانه‌ای دارد، به این معنا که در آن قطعات فعال و غیر فعال به صورت تراشه بر روی زیر بناهایی قرار گرفته‌اند، که بقیه عناصر مدار با استفاده از فیلم‌های نازک روی آن ساخته شده‌اند. به طور عمده سه نوع فناوری صنعتی جهت ساخت(MIC) وجود دارد که عبارتند از:

۱ -خطوط انتقال صفحه‌ای

۲ -لیتوگرافی نوری و فیلم نازک

۳ -قطعات نیمه هادی ریز موج

خطوط انتقال صفحه‌ای، جهت کاربرد در مدارهای مجتمع ریز موج مناسب بوده و دارای شکل هندسی هستند، که امپدانس مشخصه خط را می‌توان بر حسب ابعاد آن‌ها تعریف کرد.با این ویژگی ، تمامی مدار خط انتقال به وسیله صنعت فیلم نازک و فنون لیتوگرافی نوری در یک مرحله ساخته می‌شود. این فرآیند شبیه به فرآیندی است که در ساخت مدار های چاپی با استفاده از تکنولوژی میکروالکترونیک ، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱- خطوط انتقال

همان طور که در شکل(۱-۱) نشان داده شده است خطوط انتقال دارای انواع گوناگونی می‌باشند. چند نمونه از آن‌ها عبارتند از خط انتقال کابل هم محور، خط انتقال دو سیمه و خط انتقال مایکرواستریپ و ... .

1 -Microwave Integrated Circuit (MIC).