بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه یزد
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه
برای دریافت درجه کارشناسی‌ارشد
در رشته مهندسی برق گرایش مخابرات(میدان)

عنوان

تحلیل و طراحی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند

استاد راهنما
دکتر علی غفورزاده‌یزدی

استاد مشاور
دکتر مسعود موحدی

پژوهش و نگارش
الهام شعیب

اسفند ماه ۱۳۹۳

ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام بوده و هست

پدرم که استوارترین تکیه گاهم بود

و به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره ای از دریای بی کران مهربانیتان را سپاس نگفته و نتوانم که بگویم.

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و درود بر محمّد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است؛ و نفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تا روز رستاخیز...

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجلّ از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم.

اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ و جلّ":

از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر غفور زاده یزدی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده گرفتند؛

از استاد صبور و با تقوا، جناب آقای دکتر موحدی که زحمت مشاوره این پایان نامه را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید؛

و از استاد فرزانه و دلسوز؛ جناب آقای دکتر حیدری که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

چکیده

فیلترهای فراپهن‌باند یکی از اجزای مهم و ضروری مدارهای مایکروویوی فراپهن باند بوده و تا کنون ساختارهای متنوع و روش‌های گوناگونی برای طراحی و تحقق آن‌ها ارائه شده است. در این پایان‌نامه، یک فیلتر میان‌گذر ریزنواری فراپهن‌باند با تلفات عبوری کم و حذف خارج از باند وسیع تحلیل، طراحی و ارائه شده است. این فیلتر از ترکیب یک فیلتر بالاگذر و یک فیلتر پایین‌گذر به منظور دست‌یابی به مشخصه‌ی فرکانسی فراپهن‌باند و همچنین حذف هارمونیک‌های مراتب بالاتر فیلتر بالاگذر در یک باند وسیع، تشکیل شده است. علاوه بر این، فیلتر ارائه شده دارای دو باند حذف تیز با تضعیف بیش از ۲۰dB در فرکانس ۵/۷ GHz و ۸/۱، واقع در باند عبور فیلتر، نیز می‌باشد. برای تحقق باندهای حذف مذکور، از یک تشدیدکننده‌ی امپدانس پله‌ای تزویج شده به خط ریزنواری فیلتر و یک قطعه‌ی فرعی مدار باز تعبیه شده در خط ریزنواری استفاده شده است. فیلتر ارائه شده توسط نرم‌افزار HFSS شبیه‌سازی و به‌صورت پارامتری تحلیل شده است. فیلتر طراحی شده‌ی نهایی با پارامترهای بهینه، دارای پهنای باند GHz (۱۰/۸۳ – ۲/۵۵)، باند حذف وسیع، شیب تیز مشخصه‌ی انتقال از باند حذف به باند عبور و بالعکس و همچنین ابعاد فیزیکی mm (۲۷/۵ ×۱۱/۸۲×۰/۸۱۳) می‌باشد. فیلتر پیشنهادی، ساخته شده و پارامترهای آن اندازه‌گیری شده است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی با دقت خوبی نتایج اندازه‌گیری را تایید می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: فیلتر میان‌گذر ریزنواری، فراپهن‌باند، باند حذف، تشدیدکننده‌ی امپدانس پله‌ای، قطعه‌ی فرعی مدار باز.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه **۱**

۱-۱- فیلترهای مایکروویوی ۲

۱-۲- روند نگارش پایان‌نامه ۴

فصل دوم: پارامترهای عمومی فیلتر **۵**

۲-۱- پارامترهای پراکندگی ۶

۲-۲- ضریب کیفیت ۸

۲-۲-۱- ضریب کیفیت بی‌باری المان‌های راکتیو تلف‌دار ۸

۲-۲-۲- ضریب کیفیت بی‌باری (Qu) تشدیدکننده‌های ریزنواری ۹

۲-۳- انواع فیلترهای ریزنواری ۱۰

۲-۳-۱- فیلترهای مبتنی بر خط ۱۰

۲-۳-۱-۱- فیلتر پایین‌گذر با امپدانس پله‌ای ۱۰

۲-۳-۱-۲- فیلتر با تشدیدکننده‌ی نیم طول موج با تزویج از انتها ۱۱

۲-۳-۱-۳- فیلتر با تشدیدکننده‌ی نیم طول موج با تزویج موازی ۱۱

۲-۳-۱-۴- فیلتر میان‌گذر خط سنجاقی ۱۲

۲-۳-۱-۵- فیلتر میان‌گذر بین انگشتی ۱۳

۲-۳-۱-۶- فیلتر میان‌گذر شانه‌ای ۱۴

۲-۳-۱-۷- فیلتر با استاب اتصال کوتاه شده‌ی یک چهارم طول موج ۱۴

۲-۳-۲- فیلترهای مبتنی بر تشدیدکننده‌ی حلقوی ۱۵

۲-۳-۳- فیلترهای مبتنی بر تشدیدکننده‌ی پچ ۱۶

فصل سوم: فیلترهای ریزنواری بر پایه ی ساختارهای زمین ناقص و ساختارهای فراماده

۳-۱- ساختارهای زمین ناقص(DGS) ۱۸

۳-۱-۱- معرفی ساختارهای زمین ناقص ۱۸

۳-۱-۲- تعاریف و هندسه پایه ۱۹

۳-۱-۳- سلول واحد ساختار زمین ناقص ۲۰
۳-۱-۴- ساختار زمین ناقص تناوبی ۲۱
۳-۱-۵- مدل‌سازی ساختار زمین ناقص ۲۴
۳-۱-۵-۱- مدل خط انتقال ۲۵
۳-۱-۵-۲- مدل مدار معادل LC و RLC ۲۶
۳-۱-۵-۳- مدل شبه ساکن ۲۸
۳-۱-۶- کاربرد ساختار زمین ناقص برای فیلترهای چاپی ۳۱
۳-۲- ساختار فراماده ۳۱
۳-۲-۱- تحقق محیط‌هایی با $\underline{\varepsilon}$ منفی ۳۲
۳-۲-۲- تحقق محیط‌هایی با μ منفی ۳۳
۳-۳- ساختارهای تشدیدکننده‌ی حلقوی ۳۴
۳-۳-۱- تشدیدکننده‌ی حلقوی شکاف‌دار(SRR) ۳۴
۳-۳-۲- ساختارهای دیگرSRR ۳۶
۳-۳-۲-۱-SRR ناهمسان‌گرد(NB-SRR) ۳۶
۳-۳-۲-۲-SRR مارپیچی(2S-R) ۳۷
۳-۳-۳- مکمل ساختار تشدیدکننده‌ی حلقوی شکاف‌دار(CSRR) ۳۸
۳-۳-۳-۱-مشخصات الکترومغناطیسی CSRR و مدار معادل آن ۳۸
فصل چهارم: فیلترهای میان‌گذر فراپهن‌باند ۴۱
۴-۱- فیلترهای میان‌گذر فراپهن‌باند ۴۲
۴-۲- روش های طراحی و تحقق فیلتر فراپهن‌باند ۴۳
۴-۲-۱- روش تشدیدکننده‌ی چند مدی ۴۳
۴-۲-۲- روش ترکیبی خط ریزنواری/موجبر هم‌صفحه ۴۵
۴-۲-۳- فیلترهای مبتنی بر قطعه‌ی فرعی اتصال کوتاه شده‌ی بهینه ۴۶
۴-۲-۴- فیلترهای بالا/پایین‌گذر پشت سر هم ۴۸

۴-۳- فیلترهای میان‌گذر فراپهن‌باند دارای ناچ (Notch)..... ۵۱
۴-۳-۱- فیلتر با باند ناچ با استفاده از قطعات فرعی مدار باز..... ۵۱
۴-۳-۲- فیلتر با باند ناچ با استفاده از تزویج ورودی/خروجی نامتقارن..... ۵۲
۴-۳-۳- فیلتر با باند ناچ با استفاده از تشدیدکننده‌ی مجتمع شده..... ۵۵
فصل پنجم: فیلترهای ارائه شده در این پایان‌نامه **۵۷**
۵-۱- فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بر پایه‌ی ساختار زمین ناقص (DGS) و استاب‌های اتصال کوتاه ۵۸
۵-۲- فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بر پایه‌ی ساختار زمین ناقص (DGS) و ساختار مکمل تشدیدکننده‌ی حلقوی شکاف‌دار (CSRR)..... ۶۲
۵-۳- فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بر پایه‌ی ساختار زمین ناقص (DGS) و ساختار مکمل تشدیدکننده‌ی حلقوی شکاف‌دار (CSRR) بدون استاب‌های اتصال کوتاه..... ۶۷
۵-۴- مقایسه‌ی مشخصه‌های فیلتر طراحی شده با نتایج فیلترهای مشابه گزارش شده در سه مقاله ۷۲
۵-۵- فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند دارای باند حذف..... ۷۳
۵-۵-۱- ایجاد باند حذف توسط قطعه‌ی فرعی مدار باز..... ۷۴
۵-۵-۲- ایجاد باند حذف توسط تشدیدکننده‌ی امپدانس پله‌ای تزویج شده..... ۷۶
نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۵
مراجع **۸۶**

فهرست اشکال

شکل (۲-۱) شبکه دو پورتی با متغیرهای شبکه [۵]..... ۶

شکل (۲-۲) مدارهای معادل عناصر راکتیو و تشدیدکننده‌های تلف‌دار [۵]..... ۹

شکل (۲-۳) ساختار کلی از فیلتر پایین‌گذر امپدانس پله‌ای ریزنواری [۵]..... ۱۰

شکل (۲-۴) فیلتر تشدیدکننده نیم طول موج با تزویج از انتها [۵]..... ۱۱

شکل (۲-۵) فیلتر تشدیدکننده‌ی نیم طول موج با تزویج موازی [۵]..... ۱۲

شکل (۲-۶) فیلتر میان‌گذر خط سنجاقی [۵]..... ۱۲

شکل (۲-۷) ساختارهای متنوع تشدیدکننده‌ی سوزنی [۹]..... ۱۳

شکل (۲-۸) فیلتر میان‌گذر بین انگشتی [۵]..... ۱۳

شکل (۲-۹) فیلتر میان‌گذر شانه‌ای [۵]..... ۱۴

شکل (۲-۱۰) فیلتر میان‌گذر با استاب اتصال کوتاه شده‌ی یک چهارم طول موج [۵]..... ۱۵

شکل (۲-۱۱) (الف) حلقه‌ی دایره‌ای، (ب) حلقه‌ی مربعی، (ج) حلقه‌ی پیچاپیچ [۵]..... ۱۵

شکل (۲-۱۲) تشدیدکننده‌ی پچ ریزنواری [۵]..... ۱۶

شکل (۲-۱۳) فیلتر پچ ریزنواری مربعی [۱۰]..... ۱۶

شکل (۳-۱) (الف) ساختار زمین ناقص تکراری دو بعدی و یک بعدی [۱۱]..... ۱۹

شکل (۳-۲) هندسه‌ی ساختارهای زمین ناقص مختلف [۱۱]..... ۲۱

شکل (۳-۳) یک ساختار زمین ناقص دمبلی شکل یکنواخت پنج سلوله[۵]..... ۲۳

شکل (۳-۴) چیدمان ساختار زمین ناقص دمبلی شکل صفحه‌ای دو بعدی [۱۱]..... ۲۴

شکل (۳-۵) یک شکاف ساده‌ی ساختار زمین ناقص متناوب هفت سلوله [۱۲،۱۱]..... ۲۶

شکل (۳-۶) (الف) مدار معادل LC یک ساختار زمین ناقص دمبلی شکل تکی؛ (ب) فیلتر پایین‌گذر مدل باترورث تک قطبی [۱۱]..... ۲۸

شکل (۳-۷) (الف) طرح جریان برهم‌زده شده‌ی در اطراف پیرامون نقص ایجاد شده با استفاده از شبیه‌ساز الکترومغناطیسی تجاری؛ (ب) نمایش طرح مدار معادل نوار [۱۱،۱۴]..... ۲۹

شکل (۳-۸) شکاف ریزنواری و مدار معادل آن [۱۱،۱۴]..... ۳۰

شکل (۳-۹) مدار معادل سلول واحد ساختار زمین ناقص دمبلی شکل بر اساس روش شبه استاتیک [۱۱،۱۴] ۳۰
شکل (۳-۱۰) آرایه‌ای از سیم‌های هادی [۶] ۳۳
شکل (۳-۱۱) تشدیدکننده حلقوی شکاف‌دار و مدار معادل آن [۶] ۳۶
شکل (۳-۱۲) ساختار NB-SRR [۳۱] ۳۷
شکل (۳-۱۳)SRR مارپیچی (2S-R) و مدار معادل آن [۶] ۳۷
شکل (۳-۱۴) (الف) SRR و مدار معادل آن (ب) CSRR و مدار معادل آن [۶] ۳۹
شکل (۴-۱) یک نمونه فیلتر تشدیدکننده‌ی چند مدی فراپهن‌باند با مشخصات آن [۱۸] ۴۴
شکل (۴-۲) فیلتر فراپهن‌باند با ساختار ریزنواری-موجبر هم صفحه‌ی ترکیبی [۱۹] ۴۶
شکل (۴-۳) مدل مداری کلی برای یک فیلتر نمونه میان‌گذر فراپهن‌باند بر اساس قطعه‌ی فرعی اتصال کوتاه شده‌ی بهینه بدون تزویج عرضی بین خطوط تغذیه‌ی پورت‌های ورودی/خروجی [۲۱] ۴۷
شکل (۴-۴) فیلتر فراپهن‌باند با صفرهای انتقال ناشی از قطعه‌ی فرعی اتصال کوتاه شده‌ی بهینه [۲۱] ۴۸
شکل (۴-۵) فیلتر فراپهن‌باند با استفاده از پشت سرهم قرار دادن یک فیلتر میان‌گذر پهن‌باند و یک فیلتر میان‌نگذر پهن‌باند [۲۴] ۵۰
شکل (۴-۶) فیلتر فراپهن‌باند دارای حذف با استفاده از ساختار قطعات فرعی اتصال کوتاه بهینه با قطعات فرعی مدار باز در خطوط ریزنواری واصل [۲۶] ۵۲
شکل (۴-۷) فیلتر فراپهن‌باند دارای حذف با استفاده از خطوط تزویج ورودی/خروجی نامتقارن. [۲۷] ۵۴
شکل (۴-۸) ساختار سه بعدی ساختار تولید حذف فیلتر موردنظر [۲۸] ۵۶
شکل (۵-۱) ساختار فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بر پایه‌ی ساختار زمین ناقص (DGS) و استاب‌های اتصال کوتاه ۵۸
شکل (۵-۲) طرح فیلتر بالاگذر موردنظر ۵۹

شکل (۵-۳) پاسخ فرکانسی شبیه‌سازی شده‌ی فیلتر بالاگذر موردنظر..... ۵۹
شکل (۵-۴) (الف) مدار معادل فیلتر پایین‌گذر (ب) سلف سری معادل مدار LC موازی (ج) فیلتر پایین‌گذر تغییر یافته توسط جایگزینی سلف‌های سری با تشدیدکننده‌ی LC موازی [۱۵]..... ۶۰
شکل (۵-۵) طرح فیلتر پایین‌گذر موردنظر..... ۶۱
شکل (۵-۶) پاسخ‌های فرکانسی شبیه‌سازی شده‌ی فیلتر پایین‌گذر موردنظر..... ۶۱
شکل (۵-۷) پاسخ‌های فرکانسی شبیه‌سازی شده‌ی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بدون باند حذف.. ۶۲
شکل (۵-۸) ساختارهای مختلف برای فیلتر بالاگذر (الف) نوع متداول (ب) سر نیم‌دایره‌ای (ج) و (د) سر با خطوط موازی [۷]..... ۶۳
شکل (۵-۹) مدار معادل یک سلول واحد فیلتر بالاگذر [۷]..... ۶۴
شکل (۵-۱۰) فیلتر بالاگذر شامل یک خط انتقال ریزنواری با یک شکاف به هم تزویج شده و یک جفت حلقه CSRR روی صفحه‌ی زمین..... ۶۴
شکل (۵-۱۱) پاسخ فرکانسی فیلتر بالاگذر با تغییر شعاع حلقه..... ۶۵
شکل (۵-۱۲) طرح فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بر پایه‌ی ساختار زمین ناقص و ساختار مکمل تشدیدکننده حلقوی شکاف‌دار بدون باند حذف..... ۶۵
شکل (۵-۱۳) پاسخ‌های فرکانسی شبیه‌سازی شده‌ی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بر پایه‌ی ساختار زمین ناقص و ساختار مکمل تشدیدکننده حلقوی شکاف‌دار بدون باند حذف..... ۶۶
شکل (۵-۱۴) مقایسه‌ی پاسخ‌های فرکانسی شبیه‌سازی فیلتر میان‌گذر فرا پهن باند با شیب تیز در لبه‌ی پایینی فیلتر با حالت بدون تیزی..... ۶۶
شکل (۵-۱۵) فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بر پایه‌ی ساختار زمین ناقص (DGS) و ساختار مکمل تشدیدکننده‌ی حلقوی شکاف‌دار (CSRR) بدون استاب‌های اتصال کوتاه..... ۶۸
شکل (۵-۱۶) پاسخ فرکانسی شبیه‌سازی شده برای فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بر پایه‌ی ساختار زمین ناقص (DGS) و ساختار مکمل تشدیدکننده‌ی حلقوی شکاف‌دار (CSRR) بدون استاب‌های اتصال کوتاه..... ۶۸
شکل (۵-۱۷) طرح فیلتر پایین‌گذر موردنظر اصلاح شده..... ۶۹

شکل (۵-۱۸) پاسخ‌های فرکانسی شبیه‌سازی شده‌ی فیلتر پایین‌گذر موردنظر اصلاح شده.....۶۹
شکل (۵-۱۹) تصویر فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند بدون باند حذف . (الف) دید از بالا ، (ب) دید از پایین..... ۷۰
شکل (۵-۲۰) پاسخ‌های فرکانسی شبیه‌سازی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند موردنظر بدون باند حذف. ۷۰
شکل (۵-۲۱) پاسخ فرکانسی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند مشتمل بر دو نوع DGS یعنی فیلترهای شکل‌های (۵-۱۵) و (۵-۱۹)..... ۷۱
شکل (۵-۲۲) مشخصات تلفات بازگشتی برای فیلترهای شکل‌های (۵-۱۵) و (۵-۱۹)..... ۷۱
شکل (۵-۲۳) مقایسه مشخصه‌های فرکانسی فیلتر مورد نظر با فیلتر مرجع [۲۹]..... ۷۲
شکل (۵-۲۴) مقایسه مشخصه‌های فرکانسی فیلتر مورد نظر با فیلتر مرجع [۳۰]..... ۷۲
شکل (۵-۲۵) مقایسه مشخصه‌های فرکانسی فیلتر مورد نظر با فیلتر مرجع [۳۱]..... ۷۳
شکل (۵-۲۶) فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند با یک باند حذف در فرکانس ۸/۱ گیگاهرتز..... ۷۴
شکل (۵-۲۷) پاسخ فرکانسی شبیه‌سازی شده برای باند حذف در ۸/۱ گیگاهرتز به‌ازای مقادیر مختلف L15 ..... ۷۵
شکل (۵-۲۸) پاسخ فرکانسی شبیه‌سازی شده برای باند حذف در ۸/۱ گیگاهرتز به‌ازای مقادیر مختلف w12 ..... ۷۵
شکل (۵-۲۹) پاسخ فرکانسی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند با یک باند حذف در ۸/۱ گیگاهرتز.....۷۶
شکل (۵-۳۰) فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند با یک باند حذف در فرکانس ۵/۷ گیگاهرتز.....۷۶
شکل (۵-۳۱) پاسخ فرکانسی شبیه‌سازی شده برای باند حذف در ۵/۷ گیگاهرتز به‌ازای مقادیر مختلف L5 ..... ۷۷
شکل (۵-۳۲) پاسخ فرکانسی شبیه‌سازی شده برای باند حذف در ۵/۷ گیگاهرتز به‌ازای مقادیر مختلف w3 ..... ۷۷
شکل (۵-۳۳) نتایج شبیه‌سازی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند با باند حذف در فرکانس ۵/۷ گیگاهرتز. ۷۸

شکل (۵-۳۴) فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند با دو باند حذف در ۵/۷ و ۸/۱ گیگاهرتز..... ۷۹
شکل (۵-۳۵) پاسخ فرکانسی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند با دو باند حذف در ۵/۷ و ۸/۱ گیگاهرتز. ۷۹
شکل (۵-۳۶) تصویر فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند ساخته شده از بالا..... ۷۹
شکل (۵-۳۷) تصویر فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند ساخته شده از پایین..... ۸۰
شکل (۵-۳۸) مقایسه‌ی نتایج اندازه‌گیری و شبیه‌سازی برای فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند مورد نظر. ۸۰

فهرست جداول

جدول(۳-۱) المان‌های مداری و مشخصات مدارهای معادل در شکل (۳-۶) برای ابعاد مختلف یک ساختار زمین ناقص دمبلی شکل [۴۷]..... ۲۸

جدول(۵-۱) مقایسه‌ی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند مورد نظر با فیلترهای معرفی شده در منابع دیگر..... ۷۳

جدول(۵-۲) ابعاد نهایی فیلتر میان‌گذر فراپهن‌باند با دو باند حذف..... ۷۸

فصل ۱: **مقدمه**

۱-۱- فیلترهای مایکروویوی

طراحی فیلتر مایکروویوی یک موضوع مورد علاقه برای چندین دهه بوده است. فیلترهای مایکروویو زیادی برای کاربردهای میان‌گذر طراحی شده است. با این حال، عملکردشان در خارج از باند اغلب محدود است. از آنجایی‌که اساساً در فیلترهای فرکانس بالا از قطعات خط انتقال برای تحقق عناصر فشرده یک فیلتر ایده‌آل استفاده می‌شود، پاسخ داخل باند فیلتر، تقریباً دوباره درخارج از باند تکرار می‌شود زیرا خطوط انتقال دارای خاصیت تناوبی هستند. برای به دست آوردن فیلتری با باند توقف گسترده و تضعیف زیاد، چندین روش توسعه یافته است. این روش‌ها به طور کلی به سه دسته تقسیم می‌شوند که عبارتنداز: تغییرات خط انتقال تناوبی، طراحی فیلتر با تشدیدکننده‌های امپدانس پله‌ای و روش استفاده از خط انتقال متناوب برای توقف پاسخ فرکانسی ساختگی فیلتر. در نهایت، در فیلتر می‌توان از عناصر بااتلاف برای توقف پاسخ خارج از باند استفاده کرد [۱-۵]. با توجه به گسترش ارتباطات بی‌سیم و ابعاد مورد نیاز سیستم‌ها، تقاضا برای کوچک‌سازی و فیلترهای کم هزینه با عملکرد بالا افزایش یافته است. بنابراین کوچک‌سازی فیلترهای میان‌گذر با بهبود ویژگی‌های آن‌ها چالشی بزرگ در طراحی فیلترهای مدرن است. فیلترهای ریزنواری مسطح بدلیل داشتن قیمت ارزان، ساخت آسان و سهولت مجتمع‌سازی با مدارات مجتمع چاپی[1] نقش مهمی را در تحقق و کاربردهای فیلترهای مدرن ایفا می‌کنند. در مقالات ارائه شده، ساختارهای متنوعی از فیلترهای میان‌گذر ریزنواری با کارآیی بهبود یافته را می‌توان یافت.

فیلترها از جمله اجزای اصلی مدارهای مایکروویوی هستند و از آن‌ها برای انتخاب و یا محدود کردن قسمت‌های مختلف طیف فرکانسی سیگنال‌ها استفاده می‌کنند. با توجه به محدود بودن پهنای باند سیستم‌های ارتباطی و به اشتراک گذاشته شدن این طیف فرکانسی، از فیلترها در جهت انتخاب و یا محدود کردن سیگنال‌های رادیویی در این بازه استفاده می‌شود. پیدایش فن‌آوری‌های جدید، نظیر سیستم‌های متنوع بی‌سیم، نیاز دستگاه‌های مخابراتی را به داشتن فیلترهای با قدرت عملکرد بالاتر، ابعاد کوچکتر، هزینه ساخت کمتر و سبک‌تر حیاتی کرده است.

[1] Printed Circuit Board (PCB)