دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق - الکترونیک

عنوان پایان‌نامه:

طراحی و ساخت فیلتر پایین‌گذر مایکرواستریپ برای بخش باند پایه گیرنده‌های موج میلی‌متری

اساتید راهنما: آقایان دکتر حسین شمسی – دکتر سید آرش احمدی

نگارش: علیرضا نوری تبار

پاییز ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

تأییدیّه هیات داوران

(برای پایان نامه)

هیات داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان: طراحی و ساخت فیلتر پایین‌گذر مایکرواستریپ برای بخش باند پایه گیرنده‌های موج میلی‌متری
توسط آقای علیرضا نوری تبار، صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته برق گرایش الکترونیک در تاریخ ۱۳۹۱/۹/۸ مورد تایید قرار می-دهند.

اعضای هیئت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر حسین شمسی	استادیار	
۲- استاد راهنمای دوم	دکتر سید آرش احمدی	استادیار	
۳- استاد ممتحن داخلی	دکتر احسانیان	استادیار	
۴- استاد ممتحن خارجی	دکتر امید شعاعی	دانشیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی			

اظهار نامه دانشجو

اینجانب علیرضا نوری‌تبار دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق گرایش الکترونیک، دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان‌نامه با عنوان" طراحی و ساخت فیلتر پایین-گذر مایکرواستریپ برای بخش باند پایه گیرنده‌های موج میلی‌متری" توسط شخص اینجانب انجام شده است و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تائید است و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. به علاوه گواهی می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه تا کنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را به طور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو

تاریخ

حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱) حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن است. هرگونه کپی برداری به صورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز است.

۲) کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی است و بدون اجازه‌ی کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

ضمنا متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

سپاس گزاری

از اساتید بزرگوارم جناب آقایان دکتر حسین شمسی و دکتر آرش احمدی که با راهنمایی‌های پربارشان اینجانب را در پیشبرد این پایان‌نامه یاری رسانده‌اند کمال تشکر را دارم.

چکیده

در این پایان‌نامه تحت عنوان " طراحی و ساخت فیلتر پایین‌گذر مایکرواستریپ برای بخش باند پایه گیرنده‌های موج میلی‌متری"، ابتدا مدل جدید رزوناتور سنجاقی بهبود یافته، با نام انتخابی رزوناتور سنجاقی پیچ خورده نامتقارن، به منظور طراحی فیلترهای پایین‌گذر پیشنهاد و ارائه می-شود. در ادامه مدار معادل رزوناتور پیشنهادی مورد بررسی قرار می‌گیرد. حالت اولیه این رزوناتور به صورت خطوط انتقال کوپل شده با عرض یکسان می‌باشد، اما به منظور داشتن درجه آزادی بیشتر در کنترل کردن صفر و قطب‌های این رزوناتور، خطوط انتقال کوپل شده نامتقارن، پیشنهاد شده است. سپس به منظور بهبود پاسخ در باند توقف و همچنین کاهش باند گذار، دو شکاف عرضی به یکی از خطوط کوپل شده اعمال می‌شود. رزوناتور به دست آمده دو ضعف اساسی رزوناتور سنجاقی که شامل: ۱- تدریجی بودن پاسخ در باند گذار ۲- وجود هارمونیک در باند توقف، می‌باشد را به خوبی برطرف کرده است. با استفاده از رزوناتور طراحی شده دو فیلتر با ویژگی‌های مورد نظر با فرکانس‌های قطع ۱/۶۹ و۳ گیگا هرتز طراحی شده است. این فیلترها دارای پهنای باند نسبی باند توقف وسیع، فاکتور تضعیف بالا، اندازه نرمالیزه شده کم و همچنین شیب پاسخ بسیار تیز در باند گذار می‌باشند. فیلتر طراحی شده با فرکانس قطع۱/۶۹ گیگا هرتز بر روی زیرلایه از نوع RT/duroid ۵۸۸۰ که دارای ضخامت ۰/۲۵۴ میلی‌متر و ثابت دی‌الکتریک نسبی ۲/۲ می‌باشد، به صورت عملی ساخته شده و پارامترهای آن جهت مقایسه با مقادیر تئوری اندازه‌گیری شده است. نتایج ساخت و اندازه‌گیری این فیلتر، انطباق خوبی با نتایج شبیه‌سازی از خود نشان می دهد.

کلمات کلیدی: مایکرواستریپ، فیلتر پایین‌گذر، رزوناتور سنجاقی پیچ خورده نامتقارن، تلفات تزریقی و برگشتی، باند گذار، فاکتور تضعیف و **ADS**

فهرست عناوین

اظهار نامه دانشجو ..... د
حق طبع و نشر و مالکیت نتایج ..... ه
سپاس گزاری ..... و
چکیده ..... ز
فهرست عناوین ..... ح
فهرست شکل ها ..... ک
فهرست جدول ها ..... ع
فصل اول: مقدمه ۱
۱ - مقدمه ۲
۱-۱- معرفی مایکروویو ۲
۱-۱-۱- امواج مایکروویو و کاربرد آن ۲
۱-۱-۲- باندها و طیف‌های فرکانسی امواج مایکروویو ۳
۱-۲- ساختار مسأله ۵
۱-۳- مشخصه‌های اساسی در طراحی و مقایسه‌ی فیلترهای پایین‌گذر ۷
۱-۴- ترتیب ارائه مطالب ۱۵
فصل دوم: استانداردهای فنی موج میلی‌متری و کاربرد فیلتر پایین گذر در باند پایه گیرنده ۱۶
۲ – سیستم‌های رادیویی باند میلیمتری ۱۷
۲-۱- تکنولوژی موج میلی‌متری ۱۸
۲-۲- استانداردهای رایج باندهای مختلف فرکانسی ۲۰
۲-۲-۱- باند فرکانسی ۶۰ گیگاهرتز ۲۰
۲-۲-۲- باند فرکانسی ۷۰ و ۸۰ گیگاهرتز (باند **E**) ۲۴
۲-۲-۳- سایر استانداردها ۲۷
۲-۳- ساختار گیرنده ۳۰
۲-۳-۱- کاربرد فیلتر پایین گذر در باند پایه گیرنده ۳۰
فصل سوم: مایکرواستریپ و قطعات و ناپیوستگی‌های آن ۳۲
۳ - مایکرواستریپ و قطعات و ناپیوستگی‌های آن ۳۳

۳-۱- خط انتقال در مایکرواستریپ..... ۳۳
۳-۱-۲- فرمولهای ثابت موثر دی‌الکتریک، امپدانس مشخصه و تضعیف :..... ۳۵
۳-۱-۳- طول موج هدایت شده، ثابت انتشار، سرعت فاز و طول الکتریکی..... ۳۶
۳-۱-۴- تأثیر ضخامت نوار رسانا..... ۳۷
۳-۱-۵- تأثیر محفظه..... ۳۸
۳-۲- خطوط کوپلاژ..... ۳۸
۳-۲-۲- خازنهای مود زوج و فرد..... ۳۹
۳-۲-۳- امپدانس مشخصه و ثابت دی‌الکتریک مؤثر مود زوج و فرد..... ۴۱
۳-۳- نا پیوستگی‌ها و قطعات مایکرواستریپ ۴۱
۳-۳-۱- ناپیوستگی‌های مایکرواستریپ..... ۴۱
۳-۳-۲- قطعات مایکرواستریپ..... ۴۵
فصل چهارم: روش های طراحی فیلتر پایین‌گذر و نگاهی به کارهای پیشین ۵۶
۴ - روش های طراحی فیلتر پایین‌گذر و نگاهی به کارهای پیشین ۵۷
۴-۱- مقدمه:..... ۵۷
۴-۲- طراحی فیلتر پایین‌گذر با رزوناتور مسطح ۶۰
۴-۲-۱- طراحی فیلتر پایین‌گذر با رزوناتور شانه‌ای..... ۶۰
۴-۲-۲- طراحی فیلتر پایین‌گذر با رزوناتور **PBG**..... ۶۱
۴-۲-۳- طراحی فیلتر پایین‌گذر با رزوناتورهای مخروطی ۶۵
۴-۲-۴- طراحی فیلتر پایین‌گذر با استفاده از رزوناتور دایره ای ۶۷
۴-۲-۵- طراحی فیلتر پایین‌گذر با استفاده از روش فرکتالی..... ۶۹
۴-۲-۶- طراحی فیلتر پایین‌گذر با رزوناتور سنجاقی **hairpin**..... ۷۰
فصل پنجم: فیلترهای پیشنهادی و مراحل طراحی آنها..... ۸۱
۵ - فیلترهای پیشنهادی و مراحل طراحی آنها ۸۲
۵-۱- مقدمه:..... ۸۲
۵-۲- طراحی ۸۳
۵-۲-۱- بررسی ساختار و مدار معادل رزوناتور پیشنهادی..... ۸۳
۵-۲-۲- نتایج شبیه‌سازی مداری و الکترومغناطیسی رزوناتور..... ۸۹
۵-۲-۳- طراحی رزوناتور بهینه شده ۹۲

۵-۳- پیاده سازی و شبیه سازی فیلتر پایین‌گذر بسیار تیز با فاکتور تضعیف بالا ۹۸
۵-۳-۱- پیاده سازی فیلتر با فرکانس قطع ۱/۶۹ گیگا هرتز ۹۸
۵-۳-۲- طراحی فیلتر پایین‌گذر با فرکانس قطع۳ گیگا هرتز ۱۰۳
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادها ۱۰۹
۶ - نتیجه گیری و پیشنهادها: ۱۱۰
۶-۱- نتیجه گیری ۱۱۰
۶-۱-۱- مقایسه با کارهای پیشین ۱۱۱
۶-۲- پیشنهادها: ۱۱۳
ضمیمه: نرم افزار **ADS** ۱۱۴
۷ - نرم افزار **ADS** ۱۱۵
۷-۱- شروع به کار با نرم افزار **ADS** و ایجاد یک پروژه جدید ۱۱۵
۷-۲- محیط طراحی ۱۱۷
۷-۳- مومنتوم**(momentum)** در **ADS** ۱۱۹
۷-۳-۱- دو روش پیاده سازی طراحی فیزیکی ۱۲۰
۷-۳-۲- انتخاب مد **momentum** یا **RF momentum** ۱۲۴
۷-۳-۳- تعریف مشخصات زیرلایه ۱۲۵
۷-۳-۴- نحوه اعمال درگاه در طراحی ۱۲۶
۷-۳-۵- مش بندی در محیط **Layout** ۱۲۷
۷-۳-۶- تعیین حدود تحلیل فرکانسی و انجام شبیه سازی ۱۲۸
۷-۳-۷- مشاهده نتایج شبیه سازی ۱۲۹
مراجع: ۱۳۰

فهرست شکل ها

شکل (۱-۱) کاربرد امواج مایکروویو در طیف های فرکانسی متفاوت [۲] ۲

شکل(۱-۲) تقسیمات فرکانسی امواج مایکروویو[۱] ۴

شکل (۱-۳) فیلتر پایین‌گذر مرتبه سه همراه با مدار معادل مایکرو استریپ آن [۵] ۶

شکل (۱-۴) پارامترهای پراکندگی برای یک فیلتر پایین گذر ایده‌ال ۸

شکل (۱-۵) پارامترهای پراکندگی پاسخ یک فیلتر پایین‌گذر ۹

شکل (۲-۱) تخصیص فرکانسی کشور آمریکا تا ۱۰۰ گیگاهرتز[۸] ۱۹

شکل (۲-۲) از کاربرد موج میلی‌متری در حمل و نقل هوشمند[۱۵] ۲۱

شکل (۲-۳) - پایین آورن فرکانس با استفاده از میکسر ب- طیف حاصل ج- اضافه کردن **LNA** برای کاهش نویز ۳۱

شکل (۳-۱) خط انتقال مایکرواستریپ [۲۱] ۳۳

شکل (۳-۲) خطوط میدان مایکرواستریپ [۲۱] ۳۴

شکل (۳-۳) برش عرضی خطوط مایکرواستریپ کوپلاژ [۱] ۳۸

شکل (۳-۴) مودهای شبه TEM خطوط مایکرواستریپ کوپلاژ[۱] الف) مود فرد ب) مود زوج ۳۹

شکل (۳-۵) ناپیوستگی‌های مایکرواستریپ[۱] الف) اتصالات پله ای ب) اتصالات باز ج) شکاف ها د) خمیدگی ها ۴۲

شکل (۳-۶) انواع سلف‌های المان فشرده و مدار معادل آن[۱] الف) خط امپدانس بالا ب)خط meander ج)مارپیچ دایره‌ای د) مارپیچ مربعی ه) مدار معادل ایده‌ال ۴۴

شکل (۳-۷) انواع خازن‌های المان فشرده و مدار معادل آن[۱] الف)خارن اینتردیجیتال ب) خازن MIM ج) مدار معادل ایده‌ال ۴۷

شکل (۳-۸) المان طول کوتاه امپدانس بالا[۱] ۵۰

شکل (۳-۹) المان طول کوتاه امپدانس پایین[۱] ۵۱

شکل (۳-۱۰) المان استاب کوتاه[۱] الف) استاب مدار باز ب) استاب اتصال کوتاه ۵۱

شکل (۳-۱۱) انواع رزوناتورهای مایکرواستریپ[۱]. الف) رزوناتور المان فشرده ب)رزوناتور المان شبه فشرده ج) رزوناتور ربع طول موج(تشدید سری- موازی) د)رزوناتور ربع طول موج (تشدید موازی-موازی) ه) رزوناتور نصف طول موج و) رزوناتورحلقوی ز) رزوناتور پچ دایره‌ای ح) رزوناتور پچ مثلثی ۵۳

شکل (۴-۱) ساختار مسطح رزوناتور شانه‌ای [۱] ۶۰

شکل (۴-۲) رزوناتورهای فشرده مایکرواستریپ (الف) طرح ۱ (ب) طرح ۲ [۳۸]. ۶۲

شکل (۴-۳) مدار معادل LC رزوناتور طرح ۲ [۳۸]. ۶۳

شکل (۴-۴) پارامترهای پراکندگی ساخت و شبیه سازی فیلتر پایین‌گذر طراحی شده با استفاده از ۶ رزوناتور طرح ۲ در شکل (۳-۲) [۳۸]. ۶۴

شکل (۴-۵) رزوناتور مخروطی معمولی [۴۱] ۶۵

شکل (۴-۶) فیلتر پایین‌گذر طراحی شده با استفاده از رزوناتور مخروطی[۴۱]. ۶۶

شکل (۴-۷) پارامترهای پراکندگی فیلتر پایین‌گذر طراحی شده با استفاده از رزوناتور مخروطی[۴۱] ۶۶

شکل (۴-۸) فیلتر مرجع[۶] الف) ابعاد فیلتر ساخته شده با استفاده از رزوناتور دایره‌ای ب) ۶۸

شکل (۴-۹) فرکتال‌های کچ و سرپینسکی در یک فیلتر مایکرواستریپ پایین‌گذر پله-ای[۴۲]. ۶۹

شکل (۴-۱۰) پاسخ فیلترهای ساخته شده در مرجع[۴۲]. ۷۰

شکل (۴-۱۱) رزوناتور hairpin [۳۳]. ۷۰

شکل (۴-۱۲) رزوناتور hairpin بهینه شده[۴۳] الف) با خازن ب) با بازوهای تا شده ۷۱

شکل (۴-۱۳) رزوناتور hairpin با ساختار بهینه شده [۴۴] ۷۲

شکل (۴-۱۴) مدار معادل LC رزوناتور سنجاقی پله ای از مرجع [۴۴] ۷۳

شکل (۴-۱۵) پاسخ فرکانسی مدار معادلLC رزوناتور سنجاقی در مرجع [۴۴] ۷۴

شکل (۴-۱۶) رزوناتور سنجاقی پله ای با ابعاد[۴۴] ۷۴

شکل (۴-۱۷) پاسخ فرکانسی شبیه سازی و اندازه گیری شده رزوناتور سنجاقی پله ای از مرجع [۴۴] ۷۵

شکل (۴-۱۸) پایین گذر با استفاده چهار رزوناتور سنجاقی سری شده از مرجع [۴۴] ۷۶

شکل (۴-۱۹) خازن موازی اضافه شده به ساختار رزوناتور سنجاقی پله ای[۴۴] ۷۶

شکل (۴-۲۰) مدار معادلLC فیلتر پایین گذر با استفاده چهار رزوناتور سنجاقی سری شده[۴۴] ۷۷

شکل (۴-۲۱) پاسخ مدار معادل LC فیلتر پایین گذر با استفاده چهار رزوناتور سنجاقی سری شده[۴۴] ۷۸

شکل (۴-۲۲) پاسخ مدار مایکرواستریپ فیلتر پایین گذر با استفاده چهار رزوناتور سنجاقی سری شده[۴۴] ۷۸

شکل (۴-۲۳) سلول تضعیف گر تشکیل شده از دو رزوناتور سنجاقی[۴۴] ۷۹

شکل (۴-۲۴) پاسخ فرکانسی مدار مایکرواستریپ فیلتر مورد نظر با تضعیف گر ۸۰
شکل (۵-۱) طرح واره رزوناتور پیشنهادی ۸۴
شکل (۵-۲) زیرقطعات مایکرواستریپ همراه با مدار معادل (الف) خط انتقال ۸۵
مایکرواستریپی ساده[۴۴] (ب) خط مایکرواستریپی تزویج شده[۴۴] (ج) اتصال خمیده ۹۰
درجه مایکرواستریپ[۱]
شکل (۵-۳) الف) رزوناتور سنجاقی و مدار معادل آن[۴۴] – ب) رزوناتور جدید و مدار
معادل آن ۸۶
شکل (۵-۴) رزوناتور با خطوط کوپل شده متفاوت و مدار معادل تقریبی آن ۸۹
شکل (۵-۵) ابعاد رزوناتور پیشنهادی ۹۰
شکل (۵-۶) نتایج شبیه سازی مداری و الکترومغناطیسی ۹۱
شکل (۵-۷) شماتیک شکاف عرضی ۹۳
شکل (۵-۸) مدار معادل شکاف عرضی ۹۴
شکل (۵-۹) رزوناتور طراحی شده با اعمال شگاف عرضی ۹۵
شکل (۵-۱۰) تغییر پاسخ فیلتر به ازای تغییرات D ۹۶
شکل (۵-۱۱) پارامتر های پراکندگی رزوناتور بهینه شده ۹۷
شکل (۵-۱۲) طرح واره فیلتر در نرم افزار ADS ب) ابعاد فیلتر طراحی شده ۹۹
شکل (۵-۱۳) تصویری از فیلتر ساخته شده ۱۰۰
شکل (۵-۱۴) نتایج شبیه سازی و ساخت فیلتر طراحی شده ۱۰۱
شکل (۵-۱۵) تاخیر گروه در فیلتر پایین گذر طراحی شده ۱۰۲
شکل (۵-۱۶) نتایج شبیه سازی فیلتر طراحی شده با فرکانس قطع ۳ گیگا هرتز با ۱۰۴
استفاده از رزوناتور سنجاقی پیچ خورده نامتقارن بهبود یافته با شکاف عرضی

شکل (۵-۱۷) سلول تضعیف گر الف) ساختار- ب) منحنی پاسخ ۱۰۶
شکل (۵-۱۸) ساختار نهایی فیلتر طراحی شده ۱۰۷
شکل (۵-۱۹) پارامترهای پراکندگی فیلتر طراحی شده با تضعیف‌گر ۱۰۷
شکل (۵-۲۰) تاخیر گروه در فیلتر پایین گذر طراحی شده ۱۰۸
شکل (۷-۱) پنجره ایجاد پروژه جدید ۱۱۶
شکل (۷-۲) محیط اولیه برنامه ۱۱۶
شکل (۷-۳) محیط شماتیک طراحی برنامه ۱۱۷
شکل (۷-۴) محیط کتابخانه نرم افزار ADS ۱۱۸
شکل (۷-۵) محیط شماتیک در ADS ۱۲۱
شکل (۷-۶) طراحی رزوناتور مخروطی در صفحه شماتیک ۱۲۲
شکل (۷-۷) مخروطی در صفحه layout ۱۲۳
شکل (۷-۸) صفحه طراحی layout در ADS ۱۲۳
شکل (۷-۹) پنجره تنظیمات زیرلایه در ADS ۱۲۵
شکل (۷-۱۰) پنجره انتخاب نوع درگاه و امپدانس مرجع آن ۱۲۶
شکل (۷-۱۱) پنجره تنظیم نحوه مش بندی در صفحه layout ۱۲۷
شکل (۷-۱۲) پنجره تعیین حدود تحلیل فرکانسی و انجام شبیه سازی ۱۲۸
شکل (۷-۱۳) پنجره مشاهده نتایج شبیه سازی ۱۲۹

فهرست جدول ها

جدول (۱-۱) تقسیمات فرکانسی امواج مایکروویو [۴] ۵

جدول(۲-۱) خصوصیات فنی سیستم رادیویی هوشمند در باند ۶۰ گیگاهرتز[۱۵] ۲۲

جدول(۲-۲) استانداردهای رایج باند ۶۰ گیگاهرتز موسسه انستیتو تنظیم مقررات اروپا[۱۷] ۲۳

جدول(۲-۳) کاربردهای مختلف باند فرکانسی ۶۰ گیگاهرتز[۱۷] ۲۳

جدول(۲-۴) خصوصیات فنی سیستم‌های باند ۶۰ گیگاهرتز[۱۷] ۲۴

جدول(۲-۵) پهنای باند مورد نیاز انواع مدلاسیون‌ها در باند ۶۰ گیگاهرتز[۱۷] ۲۴

جدول(۲-۶) استانداردهای رایج باند ۷۰ و ۸۰ گیگاهرتز موسسه تنظیم مقررات اروپا ۲۶

جدول(۲-۷) تقسیم فرکانسی باند ۷۰ گیگاهرتز در موسسه تنظیم مقررات اروپا[۱۸] ۲۷

جدول(۲-۸) تقسیم فرکانسی باند ۸۰ گیگاهرتز در موسسه تنظیم مقررات اروپا[۱۸] ۲۷

جدول(۲-۹) سایر استانداردهای رایج باند موج میلی‌متری ۲۸

جدول(۲-۱۰) ویژگیهای الکتریکی پیشنهادی رادیوی ۴۲ گیگاهرتز[۲۰] ۲۹

جدول (۴-۱) مقادیر مدار معادلLC رزوناتور سنجاقی از مرجع [۴۴] ۷۳

جدول (۴-۲) مقادیر سلف و خازن مدار معادلLC فیلتر پایین گذر با استفاده چهار رزوناتورسنجاقی سری شده[۴۴] ۷۷

جدول (۵-۱) ابعاد رزوناتور پیشنهادی ۹۰
جدول (۵-۲) مقادیر معادل LC به دست آمده ۹۰
جدول (۵-۳) ابعاد بهینه سازی شده ی فیلتر ۱۰۳
جدول (۵-۴) ابعاد بهینه شده سلول تضعیف گر ۱۰۵
جدول (۶-۱) مقایسه مشخصات فیلترهای طراحی شده با سایر فیلترها ۱۱۲
جدول (۷-۱) مقایسهای بین دو مد momentum و momentum RF در ADS ۱۲۰

فصل اول: مقدمه

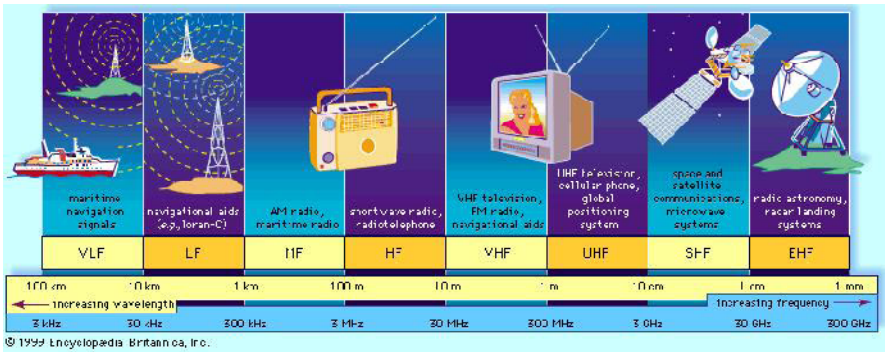
۱ - مقدمه

۱-۱- معرفی مایکروویو

۱-۱-۱- امواج مایکروویو و کاربرد آن

امواج رادیویی با طول موج‌های بین ۱m تا ۱mm یا فرکانس‌های معادل بین ۳۰۰MHz تا ۳۰۰GHz را امواج مایکروویو گویند. امروزه و در عصر پیشرفت تکنولوژی، کاربرد و استفاده از طیف-های فرکانسی و امواج رادیویی در حال گسترش روزافزون است. مهم‌ترین مزیت این فناوری کاهش حجم اتصالات و وسایل رابط همچون سیم‌ها و کابل‌ها هستند، که در نتیجه موجب کاهش چشم‌گیر هزینه‌ها می‌گردند. به طوری که روابط بدون سیم جایگزین مطمئن آن‌ها می‌شوند. از کاربردهای امواج مایکروویو می‌توان به ارتباطات، رادار، ناوبری، اختر شناسی و تجهیزات پزشکی اشاره نمود[۱].

ارتباطات ماهواره‌ای معمولاً در باند فرکانسی اس.اچ.اف(SHF) و گاهی نیز در باندهای یو.اچ.اف(UHF) و ئی.اچ.اف(EHF) انجام می‌پذیرند. اما بر اساس استانداردهای مختلف رایج، بازه-های فرکانسی دیگری نیز، به ویژه در محدوده فرکانس‌های ماهواره‌ای، نام‌گذاری می‌شوند. شکل (۱-۱) کاربرد امواج مایکروویو را در محدوده‌های فرکانسی متفاوت نشان می‌دهد.



شکل (۱-۱) کاربرد امواج مایکروویو در طیف‌های فرکانسی متفاوت[۲]