دانشکده مهندسی برق الکترونیک

# طراحی میکسر پایین‌آورنده با توان مصرفی کم و بهره تبدیل بالا و خطسانی مطلوب برای گیرنده‌های UWB

**پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد**

**در رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک**

**نام دانشجو**

**مسعود بهره‌بر**

**استاد راهنما:**

**دکتر ابراهیم عبیری**

**استاد مشاور:**

**دکتر محمدرضا صالحی**

**بهمن ماه ۱۳۹۱**

بسم الله الرحمن الرحيم

**بسمه تعالی**

# طراحی میکسر پایین‌آورنده با توان مصرفی کم و بهره‌ی تبدیل بالا و خطسانی مطلوب برای گیرنده‌های UWB

**پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی**

**توسط:**

**مسعود بهره‌بر**

**برای اخذ درجه کارشناسی ارشد**

**گروه الکترونیک  دانشکده مهندسی برق و الکترونیک**
**دانشگاه صنعتی شیراز**

ارزیابی پایان نامه توسط هیات داوران  با درجه: عالی

| | |
|---|---|
| دکتر ابراهیم عبیری | استادیار برق الکترونیک (استاد راهنما ) |
| دکتر محمدرضا صالحی | دانشیار برق الکترونیک (استاد مشاور) |
| دکتر محمدصادق هل‌فروش | دانشیار برق مخابرات (داور) |
| دکتر رضا محسنی | استادیار برق مخابرات (داور) |

---

**مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه:**

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه صنعتی شیراز است.

# تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

اینجانب مسعود بهره‌بر دانشجوی رشته برق الکترونیک مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد به شماره دانشجویی ۸۹۱۱۴۰۰۲ تأیید می نماید کلیه نتایج این پایان نامه/رساله، بدون هیچگونه دخل و تصرف ، حاصل مستقیم پژوهش صورت گرفته توسط اینجانب است. در مورد اقتباس مستقیم و غیر مستقیم از سایر آثار علمی، اعم از کتاب، مقاله، پایان نامه و .... با رعایت امانت و اخلاق علمی، مشخصات کامل منبع مذکور درج شده است.

در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص مقامات ذی صلاح دانشگاه صنعتی شیراز، مطابق قوانین و مقررات مربوط و آئین نامه های آموزشی، پژوهشی و انضباطی و ... عمل خواهد شد و اینجانب حق هرگونه اعتراض و تجدیدنظر را، نسبت به رأی صادره، از خود ساقط می کند. همچنین، هرگونه مسئولیت ناشی از تخلف نسبت به صحت و اصالت نتایج مندرج در پایان نامه/رساله در برابر اشخاص ذی نفع (اعم از حقیقی و حقوقی) و مراجع ذی صلاح (اعم از اداری و قضایی) متوجه اینجانب خواهد بود و دانشگاه صنعتی شیراز هیچ گونه مسئولیتی دراین زمینه نخواهند داشت.

تبصره ۱- کلیه حقوق مادی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تبصره ۲- اینجانب تعهد می نمایم بدون اخذ مجوز از دانشگاه صنعتی شیراز دستاوردهای این پایان نامه/ رساله را منتشر نکنم و یا در اختیار دیگران قرار ندهم.

نام و نام خانوادگی دانشجو:

تاریخ و امضاء

# مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج پایان نامه متعلق به دانشگاه و انتشار نتایج نیز تابع مقرارت دانشگاهی است و با موافقت استاد راهنما به شرح زیر، بلامانع است:

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما:

تاریخ:

امضا:

## تقدیم به:

پدر بزرگوار و مادر مهربانم.

آن دو فرشته‌ای که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام، برسم.

## تشکر و قدردانی:

به مصداق «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق» بسی شایسته است از اساتید فرهیخته و فرزانه، دکتر ابراهیم عبیری و دکتر محمدرضا صالحی که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی های کارساز و سازنده بارور ساختند؛ تقدیر و تشکر نمایم.

# چکیده

## طراحی میکسر پایین‌آورنده با توان مصرفی کم و بهره تبدیل بالا و خطسانی مطلوب برای گیرنده‌های UWB

مسعود بهره‌بر

در این پایان‌نامه، میکسر پایین‌آورنده که یکی از کلیدی‌ترین قسمت‌های یک گیرنده می‌باشد، طراحی و شبیه‌سازی شده است. هدف از انجام این تحقیق، برطرف‌کردن نیاز به میکسرهای کم‌توان و بهره تبدیل بالا و خطسانی مناسب می‌باشد. در این تحقیق، سه میکسر پایین‌آورنده طراحی شده است که داشتن توان مصرفی کم اولویت اول طراحی آن‌ها می‌باشد.

روشهای تزریق جریان به طبقه‌ی هدایت انتقالی، بایاس در ناحیه‌ی زیرآستانه و استفاده از بار فعال در خروجی در طراحی میکسر اول استفاده شده است.

در طراحی میکسر دوم (میکسر با طبقات ترکیبی)، علاوه بر بایاس در ناحیه‌ی زیرآستانه و استفاده از بار فعال در خروجی، از ترمینال چهارم ماسفت نیز به عنوان ترمینال کنترلی استفاده شده است که منجر به حذف یک طبقه و منبع تغذیه‌ی کوچکتر می‌شود.

در میکسر سوم (میکسر مبتنی بر سلف فعال)، علاوه بر استفاده از روش‌های به کار رفته در میکسر اول، از تقویت‌کننده‌ی عملیاتی هدایت انتقالی که نقش یک سلف فعال را ایفا می‌کند، برای کم کردن عدد نویز، استفاده شده است. استفاده از سلف فعال به دلیل کاهش حجم تراشه و در نتیجه کاهش هزینه‌ی ساخت نسبت به نوع پسیو می‌باشد. زیرا به عنوان مثال، استفاده از سلف مارپیچ در میکسر با طبقات ترکیبی بیش از ۸۰٪ فضای تراشه را گرفته است.

نرم‌افزار مورد استفاده برای شبیه‌سازی هر سه میکسر، Advanced Design System می‌باشد و تکنولوژی به کار رفته ، تکنولوژی 0.18 µm CMOS می‌باشد. همچنین رسم جایابی توسط نرم‌افزار Cadence صورت گرفته است.

**واژه‌های کلیدی:** میکسر پایین‌آورنده، میکسر سلول گیلبرت، تزریق به بدنه، تزریق جریان به طبقه‌ی ترانسکندوکتانس، ناحیه‌ی زیرآستانه، بهره‌ی تبدیل، سلف فعال.

# فهرست مطالب


**۱.فصل اول: مقدمه** ۱

۱-۱- پیشگفتار ۲

۱-۲- مخابرات ۳

۱-۲-۱- اصول سرویس‌های مخابراتی ۳

۱-۲-۲- استانداردهای مخابرات ۴

۱-۳- سیستم‌های ارتباطی بی‌سیم ۵

۱-۳-۱- تاریخچه‌ی مختصری از سیستم‌های بی‌سیم و میکروویو ۵

۱-۳-۲- مزایای شبکه‌های اطلاعات بی‌سیم ۶

۱-۳-۳- ابزار انتقال ۷

۱-۳-۴- محدودیت‌های شبکه بی‌سیم ۸

۱-۳-۵- مشخصات استانداردهای IEEE 802.11, 802.11 a, 802.11 b ۸

۱-۳-۶- کاربردهای بی‌سیم ۹

۱-۴- پیوندهای رادیویی و میکروویو ۱۰

۱-۵- سیستم‌های ارتباطی ماهواره ۱۲

۱-۵-۲- اصول عملکرد ماهواره ۱۳

۱-۶- سیستم‌های ارتباطی موبایل و تلفن‌های همراه بی‌سیم ۱۵

۱-۷- بلوتوث ۱۶

۱-۸- ساختار گیرنده‌های رادیویی ۱۶

۱-۸-۱- گیرنده‌ی سوپرهترودین ۱۶

۱-۸-۲- گیرنده‌های دو و سه مبدلی ۱۸

۱-۸-۳- گیرنده‌های تبدیل مستقیم ۱۹

۱-۹- سر جلویی گیرنده ۱۹

۱-۹-۱- ساختار سر جلویی ۱۹

۱-۹-۲- عملکرد میکسر و اسیلاتور محلی ۲۲

۱-۱۰- فیلترهای IF ۲۲

**۲.فصل دوم: مروری بر میکسرها** ۲۴

۲-۱- مقدمه ۲۵

۲-۲- میکسرهای پایین‌آورنده ۲۵

۲-۳- پارامترهای مورد نیاز در میکسر و گیرنده ۲۷

۲-۳-۱- بهره تبدیل ..... ۲۷
۲-۳-۲- نقاط فشردگی، کم‌ترین سیگنال قابل آشکار و رنج دینامیکی ..... ۲۷
۲-۳-۳- نقطه‌ی تقاطع مرتبه سوم و اینترمدولاسیون ..... ۲۸
۲-۳-۴- ایزولاسیون بین پورتها ..... ۳۰
۲-۳-۵- خلوص طیفی میکسر ..... ۳۱
۲-۴- منابع طبیعی نویز گیرنده[۲] ..... ۳۲
۲-۴-۱- نویز برگرفته از آنتن ..... ۳۲
۲-۴-۲- نویز تولیدشده توسط گیرنده ..... ۳۳
۲-۴-۳- عدد نویز گیرنده و نویز حرارتی معادل ..... ۳۴
۲-۴-۴ عدد نویزهای SSB و DSB ..... ۳۵
۲-۵- انواع میکسرها ..... ۳۶
۲-۵-۱- میکسرهای فعال و غیرفعال ..... ۳۶
۲-۵-۲- میکسرهای متعادل تکی و دوگانه ..... ۳۸
۲-۵-۳- میکسرهای دو قطبی ..... ۳۹
۲-۵-۴- میکسرهای CMOS ..... ۴۲
۲-۶- بالون ..... ۴۳
۲-۶-۲- نشت مستقیم ..... ۴۶
۲-۷- میکسر Gilbert cell ..... ۴۷
۲-۸- روشهای بهینه‌سازی ..... ۵۰
۲-۸-۱- روش استفاده‌ی مجدد از جریان ..... ۵۰
۲-۸-۲- روش تزریق جریان به طبقه‌ی هدایت انتقالی ..... ۵۲
۲-۸-۳- روش تزریق به بدنه ..... ۵۴
۲-۸-۴- روش تاشده ..... ۵۶
۲-۹- نتیجه‌گیری ..... ۵۸

**۳.فصل سوم: طراحی میکسر پایین‌آورنده** **۵۹**

۳-۱- مقدمه ..... ۶۰
۳-۲- طراحی میکسر با بهره‌ی تبدیل بالا، توان مصرفی کم و خطسانی مناسب برای گیرنده‌های چند استانداردی ..... ۶۱
۳-۲-۱- میکسر گیلبرت ..... ۶۱
۳-۲-۲- هدایت زیرآستانه ..... ۶۳
۳-۲-۳- روش تزریق جریان ..... ۶۶

۳-۳- طراحی میکسر برای کاربرد فرکانس 2.4 GHz ..... ۷۲
۳-۴- طراحی میکسر با عدد نویز مناسب برای گیرنده‌های چند استانداردی ..... ۷۷

**۴.فصل چهارم: نتایج شبیه سازی** **۸۱**
۴-۱- مقدمه ..... ۸۲
۴-۲- نتایج شبیه‌سازی مربوط به کار اول ..... ۸۳
۴-۲-۱- مقادیر المان‌ها ..... ۸۳
۴-۲-۲- نتایج شبیه‌سازی ..... ۸۵
۴-۲-۳- اثر دما بر مدار پیشنهادی ..... ۹۳
۴-۲-۴- شبیه‌سازی مونت کارلو ..... ۹۴
۴-۲-۵- مقایسه مدار پیشنهادی با کارهای دیگر ..... ۹۵
۴-۲-۶- جایابی مدار پیشنهادی ..... ۹۵
۴-۳- نتایج شبیه‌سازی مربوط به میکسر با طبقات ترکیبی ..... ۹۷
۴-۳-۱- مقادیر المان‌ها ..... ۹۷
۴-۳-۲- نتایج شبیه‌سازی ..... ۹۸
۴-۳-۳- اثر دما بر روی مدار پیشنهادی ..... ۱۰۴
۴-۳-۴- شبیه‌سازی مونت کارلو ..... ۱۰۵
۴-۳-۵- مقایسه مدار پیشنهادی با کارهای دیگر ..... ۱۰۶
۴-۳-۶- جایابی مدار پیشنهادی ..... ۱۰۷
۴-۴ نتایج شبیه‌سازی مربوط به میکسر مبتنی بر سلف فعال ..... ۱۰۸
۴-۴-۱- مقادیر المان‌ها ..... ۱۰۸
۴-۴-۲- نتایج شبیه‌سازی ..... ۱۰۹
۴-۴-۳- تاثیر دما بر مدار پیشنهادی ..... ۱۱۳

**۵.فصل پنجم: جمع‌بندی و پیشنهادها** **۱۱۴**
۵-۱- مقدمه ..... ۱۱۵
۵-۲- جمع‌بندی ..... ۱۱۵
۵-۳- پیشنهادات ..... ۱۱۷

**مراجع** **۱۱۸**

# فهرست شکل‌ها


شکل ۱-۱ : مدل ساده شده‌ی یک سیستم بی‌سیم ..... ۶
شکل ۱-۲ : بلوک دیاگرام یک سیستم رادیویی بی‌سیم شامل الف) فرستنده ب) گیرنده[۲]..... ۱۰
شکل ۱-۳ : پیوندهای رادیویی-میکروویو[۲]..... ۱۱
شکل ۱-۴ : سیستم‌های میکروویو: الف)ایستگاه‌های تقویت ب)ایستگاه تقویت با آینه پسیو[۲].. ۱۲
شکل ۱-۵ : ارتباط ماهواره‌ای در مدار GEO[۱]..... ۱۳
شکل ۱-۶ : پیوند ارتباطی ماهواره[۲]. ..... ۱۳
شکل ۱-۷ : بلوک دیاگرام ماهواره. ..... ۱۵
شکل ۱-۸ : بلوک دیاگرام ایستگاه زمینی..... ۱۵
شکل ۱-۹ : بلوک دیاگرام سوپر هترودین ..... ۱۷
شکل ۱-۱۰ : گیرنده دو مبدله ..... ۱۹
شکل ۱-۱۱ : ساختار سر جلویی گیرنده با فیلتر پایین‌گذر در ورودی گیرنده ..... ۲۰
شکل ۱-۱۲ : ساختار سر جلویی گیرنده با فیلتر پایین‌گذر و تقویت‌کننده‌ی RF در ورودی گیرنده ..... ۲۱
شکل ۱-۱۳ : ساختار سر جلویی گیرنده با دو فیلتر میان‌گذر..... ۲۱
شکل ۱-۱۴ : فرکانس تصویر..... ۲۱
شکل ۱-۱۵ : فیلترهای میان‌گذر الف) باتروورث ب) چبیشف ج) استفاده در نوعی گیرنده سوپرهترودین[۳]..... ۲۳
شکل ۲-۱ : میکسر پایین‌آورنده ..... ۲۵
شکل ۲-۲ : مثال ساده‌ای از نحوه‌ی عملکرد میکسر ..... ۲۶
شکل ۲-۳ : سر جلویی گیرنده ..... ۲۶
شکل ۲-۴ : مثالی از تغییرات توان خروجی بر حسب توان ورودی یک سیستم..... ۲۸
شکل ۲-۵ : سیگنال‌های تولیدشده از دو سیگنال RF..... ۲۹
شکل ۲-۶ : نقطه‌ی تقاطع مرتبه‌ی سوم ..... ۳۰
شکل ۲-۷ : جایگاه پورت‌های میکسر ..... ۳۱
شکل ۲-۸ : انتقال نویز سیگنال و تصویر به IF [۱] ..... ۳۵
شکل ۲-۹ : پایین‌آوردن طیف سیگنال AM ..... ۳۶

شکل ۲-۱۰ : میکسر غیرفعال..... ۳۷
شکل ۲-۱۱ : میکسر فعال..... ۳۷
شکل ۲-۱۲ : میکسر تک‌بالانس..... ۳۹
شکل ۲-۱۳ : میکسر دوبل‌بالانس ..... ۳۹
شکل ۲-۱۴ : میکسر دوقطبی تک‌بالانس [۴]..... ۴۰
شکل ۲-۱۵ : میکسر دوقطبی تک‌بالانس..... ۴۱
شکل ۲-۱۶ : میکسر تک‌بالانس..... ۴۲
شکل ۲-۱۷ : نقش بالون ..... ۴۳
شکل ۲-۱۸ : بالون فعال در نقش طبقه‌ی ترانسکندوکتانس [۷]..... ۴۴
شکل ۲-۱۹ : بالون ار نوع خطوط میکرواستریپ [۶]..... ۴۵
شکل ۲-۲۰ : بالون ترانسفورماتور [۶]..... ۴۵
شکل ۲-۲۱ : بالون نوع LC [۶]..... ۴۵
شکل ۲-۲۲ : خروجی تک‌سر و دیفرانسیلی..... ۴۶
شکل ۲-۲۳ : تبدیل جریان دیفرانسیلی به تک‌سر ..... ۴۷
شکل ۲-۲۴ : میکسر سلول گیلبرت ..... ۴۸
شکل ۲-۲۵ : عملکرد مدار گیلبرت [۱۰]..... ۴۹
شکل ۲-۲۶ : مدار VCO ..... ۵۱
شکل ۲-۲۷ : روش current reuse..... ۵۱
شکل ۲-۲۸ : روش current reuse ..... ۵۲
شکل ۲-۲۹ : روش current bleeding..... ۵۲
شکل ۲-۳۰ : روش dynamic current bleeding..... ۵۴
شکل ۲-۳۱ : روش bulk driven..... ۵۵
شکل ۲-۳۲ : میکسر folded ..... ۵۷
شکل ۳-۱ : میکسر سلول گیلبرت مرسوم ..... ۶۲
شکل ۳-۲ : خازن‌های پارازیتی جفت‌های سوییچ[۱۴]..... ۶۵
شکل ۳-۳ : روش تزریق جریان[۶]..... ۶۶
شکل ۳-۴ : مدار پیشنهادی قبل از تکمیل ..... ۶۸
شکل ۳-۵ : مدل فرکانس بالای RF..... ۶۸

شکل ۳-۶ : مدل سیگنال کوچک طبقه‌ی RF ..... ۷۰
شکل ۳-۷ : شماتیک کامل میکسر پیشنهادی ..... ۷۱
شکل ۳-۸ : حذف یکی از طبقات میکسر گیلبرت با استفاده از ترمینال چهارم ..... ۷۲
شکل ۳-۹ : میکسر پیشنهادی دوم ..... ۷۳
شکل ۳-۱۰ : شبکه‌های تطبیق الف) ورودی RF ب) ورودی LO ..... ۷۳
شکل ۳-۱۱ : جریان ماسفت در ناحیه‌ی زیرآستانه ..... ۷۴
شکل ۳-۱۲ : مدار OTA ..... ۷۸
شکل ۳-۱۳ : سلف فعال مبتنی بر OTA ..... ۷۹
شکل ۴-۱ : میکسر پیشنهادی UWB ..... ۸۵
شکل ۴-۲ : نمودار روند انتخاب مقادیر عناصر مدار ..... ۸۶
شکل ۴-۳ : بهره تبدیل ولتاژ بر اساس فرکانس RF ..... ۸۷
شکل ۴-۴ : توان سیگنال IF خروی بر حسب توان سیگنال ورودی RF ..... ۸۸
شکل ۴-۵ : عدد نویز DSB بر حسب فرکانس RF ..... ۸۸
شکل ۴-۶ : تلفات بازگشتی ورودی RF ..... ۸۹
شکل ۴-۷ : تلفات بازگشتی ورودی LO ..... ۸۹
شکل ۴-۸ : بهره تبدیل ولتاژ بر حسب $\omega_{IF}$ ..... ۹۰
شکل ۴-۹ : بهره تبدیل ولتاژ بر حسب توان ورودی RF ..... ۹۱
شکل ۴-۱۰ : بهره تبدیل ولتاژ بر حسب توان ورودی LO ..... ۹۱
شکل ۴-۱۱ : حساسیت بهره تبدیل نسبت به تغییر عرض ترانزیستورهای RF ..... ۹۲
شکل ۴-۱۲ : حساسیت بهره تبدیل نسبت به تغییر عرض ترانزیستورهای LO ..... ۹۲
شکل ۴-۱۳ : اثر افزایش دما بر بهره تبدیل ولتاژ ..... ۹۳
شکل ۴-۱۴ : شبیه‌سازی مونت کارلو ..... ۹۴
شکل ۴-۱۵ : جایابی مدار پیشنهادی ..... ۹۶
شکل ۴-۱۶ : میکسر پیشنهادی 2.4 GHz ..... ۹۷
شکل ۴-۱۷ : بهره تبدیل ولتاژ بر اساس تغییر فرکانس رادیویی ..... ۹۸
شکل ۴-۱۸ : توان خروجی سیگنال اصلی و اینترمدولاسیون مرتبه‌ی سوم میکسر بر اساس توان ورودی RF ..... ۹۹
شکل ۴-۱۹ : عدد نویز دوطرفه بر اساس فرکانس RF ..... ۱۰۰

شکل ۴-۲۰ : بهره تبدیل ولتاژ بر اساس تغییر فرکانس IF ..... ۱۰۰
شکل ۴-۲۱ : تلفات بازگشتی ورودی RF ..... ۱۰۱
شکل ۴-۲۲ : تلفات بازگشتی ورودی LO ..... ۱۰۱
شکل ۴-۲۳ : بهره تبدیل ولتاژ بر اساس تغییر توان ورودی RF ..... ۱۰۲
شکل ۴-۲۴ : بهره تبدیل ولتاژ بر اساس تغییر توان ورودی LO ..... ۱۰۲
شکل ۴-۲۵ : حساسیت نسبت به تغییر $W_{1-4}$ ..... ۱۰۳
شکل ۴-۲۶ : حساسیت نسبت به تغییر $W_{5,6}$ ..... ۱۰۳
شکل ۴-۲۷ : اثر دما بر روی بهره تبدیل ولتاژ ..... ۱۰۴
شکل ۴-۲۸ : شبیه‌سازی مونت کارلو و مقایسه‌ی آن با حالت طبیعی ..... ۱۰۵
شکل ۴-۲۹ : جایابی میکسر پیشنهادی ..... ۱۰۷
شکل ۴-۳۰ : مدار OTA ..... ۱۰۸
شکل ۴-۳۱ : بهره تبدیل ولتاژ بر حسب فرکانس RF ..... ۱۰۹
شکل ۴-۳۲ : توان خروجی بر حسب توان ورودی ..... ۱۱۰
شکل ۴-۳۳ : عدد نویز دوطرفه بر حسب فرکانس سیگنال RF ..... ۱۱۱
شکل ۴-۳۴ : بهره تبدیل ولتاژ بر حسب $\omega_{IF}$ ..... ۱۱۱
شکل ۴-۳۵ : تلفات بازگشتی ورودی RF ..... ۱۱۲
شکل ۴-۳۶ : تلفات بازگشتی ورودی LO ..... ۱۱۲
شکل ۴-۳۷ : اثر دما بر بهره تبدیل ولتاژ ..... ۱۱۳

# فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱ : مقایسه استانداردهای 802.11 ..... ۸
جدول ۱-۲ : فرکانس‌های معمول بالاسو و پایین‌سو ..... ۱۴
جدول ۳-۱ : تقریبی از خازن‌های پارازیتی ..... ۶۹
جدول ۴-۱ : مقادیر عناصر مدار پیشنهادی ..... ۸۳
جدول ۴-۲ : اثر دما بر روی مدار ..... ۹۴
جدول ۴-۳ : مقایسه میکسر پیشنهادی اول در برابر کارهای دیگر ..... ۹۶
جدول ۴-۴: مقادیر المان‌های مدار پیشنهادی دوم ..... ۹۷
جدول ۴-۵ : اثر دما بر پارامترهای مدار ..... ۱۰۴
جدول ۴-۶ : مقایسه میکسر پیشنهادی در برابر کارهای دیگر ..... ۱۰۶
جدول ۴-۷: مقادیر المان‌های مدار پیشنهادی OTA ..... ۱۰۸
جدول ۴-۸ : اثر دما بر وری پارامترهای مدار ..... ۱۱۳
جدول ۵-۱ : عملکرد هر ۳ میکسر پیشنهادی ..... ۱۱۶

# فهرست کلمات اختصاری

| | |
|---|---|
| AFD | Actuator Fault Detection |
| WLAN | Wireless Local Area Network |
| WWAN | Wireless Aide Area Network |
| WPAN | Wireless Personal Area Network |
| PSTN | Public Switched Telephone Network |
| OSI | Open Systems Interconnection |
| ITU | International Telecommunication Union |
| ISO | International Organization for Standardization |
| ANSI | American National Standards Institute |
| EIA | Electronic Industries Alliance |
| TIA | Telecommunications Industry Association |
| ETSI | European Telecommunications Standards Institute |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| ADSL | Asymmetric Digital Subscriber Line |
| ATM | Automatic Teller Machine |
| GPS | Global Positioning System |
| RFID | Radio Frequency Identification |
| FCC | Federal Communications Commission |
| PCS | Personal Communications Service |
| UHF | Ultra High frequency |
| VHF | Very High Frequency |
| HF | High Frequency |
| LOS | Light of Sight |
| GEO | Geostationary Earth Orbit |
| LEO | Low Earth Orbit |
| MEO | Medium Earth Orbit |
| HPA | High Power Amplifier |
| ISM | Institute for Supply Management |
| AGC | Automatic Gain Control |
| DCR | Direct Conversion Receiver |
| RF | Radio Frequency |
| IF | Intermediate Frequency |
| LO | Local Oscillator |
| VCO | Voltage Controlled Oscillator |
| LNA | Low Noise Amplifier |

| | |
|---|---|
| MDS | Minimum Detectable Signal |
| IM | Inter Modulation |
| IIP3 | 3rd Input Intercept Point |
| SNR | Signal to Noise Ratio |

# فصل اول: مقدمه

## ۱-۱-پیشگفتار

مخابرات[1]، انتقال سیگنال‌ها از فواصل دور به منظور ارتباط است. در زمان‌های گذشته، از سیگنال‌های دود ، طبل ، سمافوریا (مخابره به وسیله پرچم)، هلیوگراف (مخابره به وسیله نور خورشید) و ... استفاده می‌شد. اما امروزه، سیستم‌های ارتباطی بی‌سیم[2] بخش وسیعی از مخابرات را تشکیل داده است. تکنولوژی شبکه‌های بی‌سیم، با استفاده از انتقال داده‌ها توسط اموج رادیویی، در ساده‌ترین صورت، به تجهیزات سخت‌افزاری امکان می‌دهد تا بدون استفاده از بسترهای فیزیکی همچون سیم و کابل، با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. شبکه‌های بی‌سیم بازه‌ی وسیعی از کاربردها، از ساختارهای پیچیده‌ای چون شبکه‌های بی‌سیم سلولی -که اغلب برای تلفن‌های همراه استفاده می‌شود- و شبکه‌های محلی بی‌سیم[3] گرفته تا انواع ساده‌ای چون هدفون‌های بی‌سیم، را شامل می‌شوند. از سوی دیگر با احتساب امواجی همچون مادون قرمز[4]، تمامی تجهیزاتی که از امواج مادون قرمز نیز استفاده می‌کنند، مانند صفحه کلیدها، ماوس‌ها و برخی از گوشی‌های همراه، در این دسته‌بندی جای می‌گیرند.

طبیعی‌ترین مزیت استفاده از این شبکه‌ها عدم نیاز به ساختار فیزیکی و امکان نقل و انتقال تجهیزات متصل به این گونه شبکه‌ها و هم‌چنین امکان ایجاد تغییر در ساختار مجازی آن‌هاست. از نظر ابعاد ساختاری، شبکه‌های بی‌سیم به سه دسته تقسیم می‌گردند: شبکه وسیع بی‌سیم[5]، شبکه محلی بی‌سیم و شبکه شخصی بی‌سیم[6].

مقصود ازشبکه‌ی وسیع بی‌سیم، شبکه‌هایی با پوشش بی‌سیم بالاست. نمونه‌ای از این شبکه‌ها، ساختار بی‌سیم سلولی مورد استفاده در شبکه‌های تلفن همراه است. شبکه‌ی بی‌سیم محلی، پوششی محدودتر در حد یک ساختمان یا سازمان و در ابعاد کوچک یک سالن یا تعدادی اتاق، را فراهم می‌کند. کاربرد شبکه‌های شخصی بی‌سیم برای موارد خانگی است. ارتباطاتی چون بلوتوث[7] و مادون قرمز در این دسته

1 Telecommunication
2 Wireless
3 WLAN: Wireless Local Area Network
4 Infrared
5 WWAN: Wireless Wide Area Network
6 WPAN: Wireless personal Area Network
7 Bluetooth