دانشکده فنی

(عنوان):

تقویت کننده کم نویز ۱۰.۶-۳.۱ گیگاهرتز با فیدبک مقاومتی در تکنولوژی ۰.۱۸μm CMOS

از:

(مهری امامی نیگجه)

استاد راهنما:

دکتر ماهرخ مقصودی

(آبان ۱۳۹۲)

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی

کروه برق

(گرایش الکترونیک)

(عنوان):

تقویت کننده کم نویز ۱۰.۶-۳.۱ گیگاهرتز با فیدبک مقاومتی در تکنولوژی ۰.۱۸μm CMOS

از:

(مهری امامی نیگجه)

استاد راهنما:

دکتر ماهرخ مقصودی

(آبان ۱۳۹۲)

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم که همواره در کسب دانش مشوق من بوده اند.

تقدیر و تشکر:

نخست حود و سپاس خداوندی را که توفیقاتش را شامل حال من نمود که قدمی هرچند کوتاه در جهت طلب علم و رضای الهی بردارم و در امتداد آن از زحمات بی دریغ استاد گرامی و گرانقدر **سرکار خانم دکتر ماهرخ مقصودی،** کمال تشکر را دارم که قدردانی از این عزیزان خود نوعی تشکر از خالق می باشد.

من لم یشکر مخلوق لم یشکر خالق

فهرست مطالب

۱ مقدمه ۱.

۱-۱ انگیزه پژوهش ۱

۱-۲ اهداف پژوهش ۳

۱-۳ طرح کلی پایان نامه ۴

۲ سیستمهای ارتباطی فراپهن باند(UWB) ۵

۲-۱ تاریخچه فراپهن باند ۵

۲-۲ استاندارد سازی در حوزه فراپهن باند: ۶

۳ ملاحظات مهم در طراحیRF ۸

۳-۱ مقدمه ۸

۳-۲ نویز ۸

۳-۲-۱ Shot Noise ۸

۳-۲-۲ Flicker Noise ۹

۳-۲-۳ نویز حرارتی ۱۰

۳-۳ تئوری نویز دو پورتی ۱۱

۳-۳-۱ نویز فیگر در بلوک گیرنده ۱۴

۳-۴ بهره توان یا بهره ولتاژ ۱۵

۳-۴-۱ تطبیق امپدانس ۱۶

۳-۵ پارامترهای پراکندگی ۱۶

۳-۵-۱ تبدیل پارامترهای مختلف شبکه های دو قطبی: ۱۸

۴ ساختارهای CMOS LNA ۲۱

۴-۱ مقدمه‌ای بر تقویت کننده کم نویز ۲۱
۴-۲ CMOS در مدارهای RF ۲۱
۴-۲-۱ تکنولوژیهای Submicron ماسفت ۲۲
۴-۳ LNA سورس مشترک با سلف در سورس ۲۳
۴-۳-۱ گین ۲۵
۴-۳-۲ نویز ۲۶
۴-۳-۳ خطسانی ۲۷
۴-۴ LNA گیت مشترک ۲۸
۴-۴-۱ گین ۲۹
۴-۴-۲ نویز ۳۰
۴-۴-۳ خطسانی ۳۲
۴-۵ انتهای مقاومتی (Resistive Termination) ۳۳
۴-۶ فیدبک مقاومتی موازی ۳۳
۴-۷ تقویت کنندههای توزیع شده (Distributed Amplifiers) ۳۵
۵ طراحی بهینه تقویت کننده کم نویز ۳۷
۵-۱ روش یک طرفه کردن ۳۷
۵-۲ روش خنثی سازی ۳۸
۵-۳ جریان دوباره بازیابی شده ۳۹
۵-۴ ساختار تطبیق ضربدری خازنی ۴۱
۵-۵ CGLNA با تکنیک g_m-boosting ۴۷
۵-۶ شبکه تطبیق ورودی چند بخشی ۴۹
۵-۶-۱ تطبیق ورودی ۵۰

۵-۶-۲ هدایت انتقالی مؤثر ۵۰
۵-۶-۳ تحلیل نویز ۵۱
۵-۷ تقویت کنندههای کم نویز پهن باند با تکنیک حذف نویز(Noise Canceling LNA)..... ۵۳
۶ تقویت کننده کم نویز با فیدبک مقاومتی ۵۸
۶-۱ فیدبک منفی ۵۸
۶-۲ تقویت کنندههای کم نویز پهن باند پیشین با فیدبک مقاومتی منفی..... ۵۹
۷ طراحی تقویت کننده کم نویز ۶۴
۷-۱ طراحی یک تقویت کننده کم نویز با فیدبک مقاومتی و گین هموار برای گیرنده رادیویی فراپهن باند .۶۴
۷-۱-۱ تطبیق امپدانس ورودی..... ۶۶
۷-۱-۲ تکنیک Inductive Series & Shunt Peaking..... ۶۷
۷-۱-۳ نتایج شبیه سازی ۷۰
۷-۲ تقویت کننده کم نویز ۱۰.۶ - ۳.۱ گیگاهرتز با فیدبک مقاومتی در تکنولوژی ۰.۱۸ µm CMOS... ۷۲
۷-۲-۱ نتایج شبیه سازی ۷۳

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۱-۱- خلاصهای از استانداردها.....۲

جدول ۳-۱- جدول روابط بین پارامترهای شبکه دو قطبی ۱۹

جدول ۳-۲- جدول روابط بین پارامترهای شبکه دو قطبی S،Z ،Y،A ۲۰

جدول ۵-۱- مزایا و معایب استفاده از تقویتکننده سورس و گیت مشترک نسبت به هم در طبقه اول [۶۲] ۴۳

جدول ۵-۲-مقادیر المانها در تقویت کننده پیشنهاد شده مرجع [۶۳]. ۴۴

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱-بلوک دیاگرام ساده گیرنده فرکانس رادیویی ۱

شکل ۲-۱-طیف سیستمهای فراپهن باند.....۵

شکل ۳-۱-باندهای معلق در اتصال اکسید گیت ۹

شکل ۳-۲-طیف نویز فلیکر.....۱۰

شکل ۳-۳-شبکه نویزی دوپورتی که با منبع نویز تحریک شده است ۱۲

شکل ۳-۴-مدار معادل نویزی شبکه دوپورتی.....۱۲

شکل ۳-۵- پارامترهای پراکندگب برای شبکه دو پورتی ۱۷

شکل ۴-۱-تطبیق سلف در سورس.....۲۳

شکل ۴-۲-مدار معادل تطبیق سلف در سورس ۲۴

شکل ۴-۳-تقویت کننده سورس مشترک ساده ۲۵

شکل ۴-۴-تقویت کننده کم نویز با سلف در سورس و گیت ۲۵

شکل ۴-۵-مدل سیگنال کوچک LNA با سلف در سورس ۲۵

شکل ۴-۶-تطبیق ورودی گیت مشترک.....۲۸

شکل ۴-۷-LNA گیت مشترک ۲۹

شکل ۴-۸-تطبیق انتهای مقاومتی ۳۳

شکل ۴-۹-تطبیق فیدبک مقاومتی ۳۳

شکل ۴-۱۰- شماتیک ساده LNA با فیدبک مقاومتی موازی.....۳۵

شکل ۴-۱۱- شماتیک تقویت کننده توزیع شده پایه.....۳۵

شکل ۵-۱- روش یک طرفه کردن در طراحی،(a)- تقویتکننده کاسکود تلسکوپی(b)- تقویتکننده دنبال کننده سورس ۳۷

شکل ۵-۲-تکنیک خنثی سازی،(a)- تفاضلی و تطبیق ضربدری خازنی ،(b)- سلف تنظیم شده(c)- ترانسفورمری با فیدبک. ۳۸

شکل ۵-۳-توپولوژیهای متداول در طراحی تقویت کنندههای فراپهن باند(a)- توزیع شده(b)- مقاومت فیدبکی ۳۹

شکل ۵-۴-توپولوژی جریان دوباره بازیابی شده،(a)-سد مقاومتی،(b)-سد سلفی،(c)-کوپل تشدید سری،(d)-تشدید موازی،(e) -سد سری RL به همراه کوپل تشدید سری،(f)-سد سلفی همراه با فیدبک موازی مقاومتی،(g)-سد موازی LC

همراه با کوپل تشدید موازی،(h)-سد موازیLC همراه با کوپل تشدید سری.....۴۱
شکل ۵-۵-طرح کلی مدار تقویت کننده کم نویز معرفی شده در مرجع[۷۴].....۴۲
شکل ۵-۶-مدار تفاضلی معرفی شده در مرجع [۶۲] با استفاده از تکنیک تطبیق ضربدری خازن. ۴۳
شکل ۵-۷-مدار پیشنهاد شده مرجع [۶۳]، با استفاده از روش Gm تقویت شده و تکنیک تطبیق ضربدری خازن ..۴۴
شکل ۵-۸-مدار تقویت کننده مرجع [۴۲]، با استفاده از تکنیک جریان دوباره بازیابی شده ۴۵
شکل ۵-۹-مدار تقویت کننده با خاصیت حذف نویز معرفی شده در مرجع[۶۰] ۴۶
شکل ۵-۱۰-شماتیک کلی CGLNA با تکنیک g_m-boost.....۴۷
شکل ۵-۱۱-CGLNA با تکنیک capacitive cross-coupled ۴۸
شکل ۵-۱۲-CGLNA با تکنیک capacitive cross-coupled با ترانزیستور کسکد ۴۸
شکل ۵-۱۳-تقویت کننده کم نویز گیت مشترک g_m-boosted با استفاده از ترانسفورمر ۴۹
شکل ۵-۱۴- شماتیک کلی شبکه تطبیق ورودی چند بخشی ۴۹
شکل ۵-۱۵-مدار معادل تطبیق ورودی ۵۰
شکل ۵-۱۶-مدلهای جریان نویز گیت و درین.....۵۱
شکل ۵-۱۷- اساس تئوری حذف نویز ۵۳
شکل ۵-۱۸-شبکه دو پورتی بدون نویز با فیدبک مقاومتی ۵۴
شکل ۵-۱۹-مدار حذف نویز ایدهآل ۵۴
شکل ۵-۲۰-مدار حذف نویز پایه با CMOS ۵۵
شکل ۵-۲۱-اساس تکنیک حذف نویز ۵۶
شکل ۵-۲۲-طرح کلی تقویت کننده کم نویز پهن باند با Noise canceling ۵۷
شکل ۶-۱-سورس مشترک به همراه فیدبک مقاومتی ۵۸
شکل ۶-۲-تقویت کننده کم نویز فرا پهن باند دو طبقه ۵۹
شکل ۶-۳-تقویت کننده پهن باند دو طبقه برای کاربرد فراپهن باند ۶۰
شکل ۶-۴-شماتیک مدار حذف نویز با فیدبک مقاومتی.....۶۱
شکل ۶-۵-توپولوژی تقویت کننده باند باریک ۶۲
شکل ۶-۶-LNA پهن باند با فیدبک مقاومتی ۶۳
شکل ۶-۷-مدار معادل سیگنال کوچک بخش ورودی ۶۳

شکل ۷-۱- مدار تقویت کننده کم نویز پیشنهادی با فیدبک مقاومتی ۶۴
شکل ۷-۲-مدار معادل سیگنال کوچک تقویت کننده کم نویز ۶۵
شکل ۷-۳- مدار معادل سیگنال کوچک تقویت کننده کم نویز ۶۵
شکل ۷-۴-مدار معادل سیگنال کوچک شبکه تطبیق ورودی ۶۶
شکل ۷-۵- تقویت کننده سورس مشترک با Shunt Peaking ۶۸
شکل ۷-۶- تقویت کننده سورس مشترک با Bridged Shunt Peaking ۶۸
شکل ۷-۷-مقایسه بهره با Inductive Shunt Peaking ۶۹
شکل ۷-۸-تقویت کننده سورس مشترک با سلفseries peaking ۷۰
شکل ۷-۹-مقایسه بهره با Inductive Series Peaking ۷۰
شکل ۷-۱۰- ضریب انعکاس ورودی تقویت کننده کم نویز پیشنهادی ۷۱
شکل ۷-۱۱- بهره تقویت کننده کم نویز پیشنهادی ۷۱
شکل ۷-۱۲ - عدد نویز تقویت کننده کم نویز پیشنهادی ۷۱
شکل ۷-۱۳-- ضریب ایزولاسیون معکوس تقویت کننده کم نویز پیشنهادی ۷۲
شکل ۷-۱۴- شماتیک مدار پیشنهادی تقویت کننده کم نویز ۷۳
شکل ۷-۱۵- نمودار بهره تقویت کننده کم نویز پیشنهادی ۷۴
شکل ۷-۱۶- نمودار ضریب انعکاس ورودی تقویت کننده کم نویز پیشنهادی ۷۴
شکل ۷-۱۷- نمودار نویز فیگر تقویت کننده کم نویز پیشنهادی ۷۴

چکیده فارسی:

(عنوان: تقویت کننده کم نویز ۳.۱-۱۰.۶ گیگاهرتز با فیدبک مقاومتی در تکنولوژی ۰.۱۸ µm CMOS)

(دانشجو:مهری امامی نیگجه)

مطالب گفته شده در این پایان نامه بر مبنای طراحی، تحلیل و بهینه سازی تقویت کننده کم نویز CMOS فراپهن باند است. چالش‌های جدی در پیاده سازی اجزای گیرنده فراپهن باند وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آنها طراحی بلوک تقویت کننده کم نویز فراپهن باند است که بلوکی کلیدی در بسیاری از گیرنده‌های رادیویی با کارایی بالاست زیرا عملکرد این قسمت به شدت حساسیت و گزینندگی سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد و معمولاً اولین بلوک فعال گیرنده بعد از آنتن است.

تقویت کننده کم نویز سیگنالهای ورودی را به گونه‌ای تقویت می‌کند که نویز تولید شده به وسیله بلوکهای بعدی کمترین تأثیر را بر روی نسبت سیگنال به نویز (SNR) سیستم داشته باشد. بنابراین باید دارای پهنای باند بالا، بهره بالا و هموار، نویز فیگر پایین، تطبیق امپدانس مناسب و مصرف توان پایین باشد. با توجه به گسترش روزافزون سیستم‌های فراپهن باند، بهینه سازی سیستم‌های فوق امری ضروری می‌باشد.

در این پایان نامه جزییات طراحی تقویت کننده کم نویز فرا پهن باند با فیدبک مقاومتی در فناوری ۰.۱۸ µm CMOS ارائه می‌شود. هدف ما طراحی تقویت کننده کم نویزی است که دارای عملکرد مطلوب بوده و مشخصات مد نظرمان شامل تطبیق امپدانس ورودی خوب $S_{11} \leq -10dB$، نویز کم $NF \leq 5dB$، بهره هموار $S_{21} \geq 10dB$ و مصرف توان پایین را تامین نماید. پارامترهای بیان شده بهم مربوط بوده و در طراحی Trade off بین آنها وجود دارد. رسیدن به بهره بهینه و منطقی در اولویت طراحی ما قرار دارد.

هسته اصلی طراحی، یک تقویت کننده کم نویز سورس مشترک است که به علت تطبیق امپدانس خوب و نویز قابل قبول، یک توپولوژی مطرح در کاربردهای باند باریک است. مدار پیشنهادی تقویت کننده کم نویز ترکیبی از تکنیکهای فیدبک مقاومتی Inductive Shunt Peaking و شبکه تطبیق نردبانی LC است که همزمان دارای مشخصه تطبیق امپدانس ورودی مطلوب در محدوده وسیع فرکانسی و نویز پایین و بهره هموار و بالا در محدوده فرکانسی ۳.۱-۱۰.۶GHz است.

کلیدواژه: تقویت کننده کم نویز، فیدبک مقاومتی، فرا پهن باند، تکنولوژی CMOS

Abstract:

(Title: A Resistive Feedback 3.1-10.6 GHz low Noise Amplifier in 0.18µm)
Mehri Emami Nigjeh

This thesis is based on analysis and design of resistive feedback Low Noise Amplifier for UWB applications. There are many srious challenges in desining of a wide band receiver that the most important of them are Low Noise Amplifers. Low Noise Amplifer influences significantly the performances of the whole receiver.

Low noise amplifiers are one of the basic building blocks of any communication system that comes directly after antenna. The purpose of the LNA is to amplify the received signal to acceptable levels with minimum self generated additional noise. So it should have high and flat gain, Wide bandwidth, low noise, good input matching charecteristic and power consumption. In the design of an UWB low noise amplifier, Several challenges are encountered, such as the 50 Ω wide band input matching to minimize the return loss, flat and high gain to suppress the noise of the mixer, low noise figure (NF) to enhance receiver sensitivity, low power consumption to increase battery life, and small die area to reduce the cost.

This thesis presents the designing of resistive feedback low noise amplifiers in detais. The benefits of using mentioned resistive feedback is to enhance the bandwidth and provide wideband input matching characteristics and propose two different resistive feedback low noise amplifiers. Results of simulations show that the LNAs have better performance than conventional works. The first resistive feedback LNA with cascode resistive negative feedback topology, demonstrates a flat 11 dB voltage gain and S11<-14 dB over frequency range of 3.1-10.6 GHz. Noise figure in this range is 2.4-4 dB and this circuit consumes 26 mW. The second resistive feedback LNA with cascade resistive negative feedback topology, has a noise figure of 2.7 dB, 17 dB flat gain and input impedance matching parameter, S_{11}, is lower than -10 dB over the UWB frequency band. It consumes 26 mW.

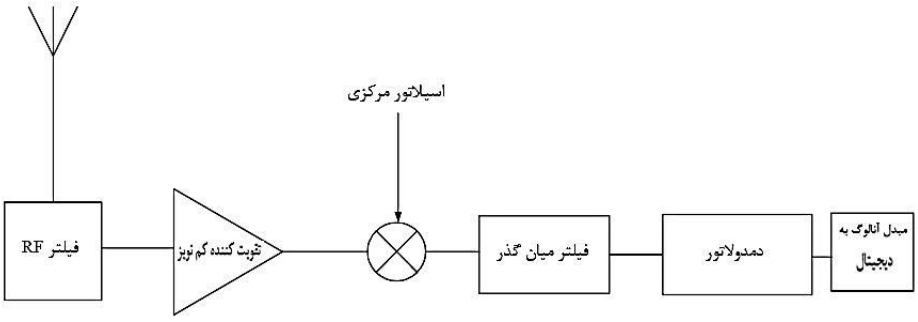
Key words: Low Noise Amplifier, Resistive Feedback, Ultra Wide Band, Cascade, Cascode

۱ مقدمه

۱-۱ انگیزه پژوهش

به جرأت می‌توان گفت، طراحی تقویت‌کننده های کم نویز همواره به عنوان یکی از اصلی ترین بخشهای سیستم‌های مخابرات فرکانس بالا مطرح بوده‌اند. مدارهای مجتمع فرکانس بالا جزء حیاتی همه وسایل الکترونیکی قابل حمل که در ارتباطات بیسیم استفاده می شوند، هستند و جزء جدایی ناپذیر هر گیرنده فرکانس رادیویی[1] که به اختصار گیرندهRF نامیده می‌شود می‌باشند.

همچنین به عنوان اولین بلوک فعال در گیرنده، تاثیر چشمگیری در عملکرد کلی گیرنده دارند و باید گین قابل قبول و سطح نویز پایینی فراهم کنند تا میزان تاثیر نویز طبقات بعدی مانند میکسر در گیرنده را کاهش دهد این مطلب از مهم ترین چالش های طراحی می باشد. به همین دلیل تا به امروز تحقیقات وسیعی در مورد مشخصات مطلوب آنها صورت گرفته و روش‌های متفاوت برای طراحی این تقویت کننده‌ها پیشنهاد شده است. شکل ۱-۱ بلوک دیاگرام ساده شده یک گیرنده فرکانس رادیویی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱-بلوک دیاگرام ساده گیرنده فرکانس رادیویی

سیگنال دریافت شده از آنتن ابتدا فیلتر می‌شود و توسط یک تقویت کننده کم نویز، تقویت می‌گردد و پس از آن توسط میکسر سیگنال باند پایه از طریق مخلوط شدن با اسیلاتور مرکزی ایجاد می‌شود. و پس از مرحله دمدولاسیون وارد مبدل آنالوگ به دیجیتال می‌شود که در آن سیگنال دیجیتال به آنالوگ تبدیل می‌شود و در واحد پردازش سیگنال دیجیتال پردازش[2] می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود طبقه تقویت به عهده تقویت کننده کم نویز است. بنابراین عملکرد آن بشدت روی حساسیت و عملکرد نویز گیرنده تاثیر گذار است. در دنیای امروز

[1] *Radio frequency*
[2] *Digital signal processing unit*

ارتباطات بیسیم[1] نقش ویژه‌ای دارد. موبایل‌ها، پیجرها، سیستم‌های مکان یابی GPS[2]، شبکه‌های محلی بیسیم[3] و تمامی وسایلی که از تکنولوژی بلوتوس و فراپهن باند[4] استفاده می‌کند، مثال‌هایی از کاربرد ارتباطات بیسیم هستند که از سیگنال‌های الکترومغناطیسی در محدوده فرکانسی چند صد کیلو هرتز تا چند گیگاهرتز برای انتقال و دریافت اطلاعات در فضا، استفاده می‌کنند. فرکانس‌ها در این محدوده فرکانس‌های رادیویی نامیده می‌شوند. امروزه تلاش همه جانبه‌ای برای گسترش وسایل بیسیم که مجموعه‌ای از چند کاربرد مثل تلفن، ویدئو، بازی، اتصال به اینترنت و دوربین دیجیتال بطور همزمان داشته باشند وجود دارد که برای هر کاربرد استاندارد متفاوتی موجود است. استانداردها شامل GSM[5] و UMTS[6] برای تلفن، IEEE 802.11a/b/g و Hiper LAN2 برای دسترسی LAN، بلوتوس برای ارتباطات کوتاه برد، GPS و غیره است. خلاصه‌ای از این استانداردها در جدول ۱-۱ آورده شده است[۱][۲][۳].

جدول ۱-۱- خلاصه‌ای از استانداردها

Wireless Standard	Carrier Frequency	Channel Spacing	Access Scheme	Modulation Technique	Data Rate
GSM	880–960MHz	200kHz	TDMA/FDD	GMSK	270.8kb/s
PCS 1900	1.88–1.93GHz	200kHz	TDMA	GMSK	270.8kb/s
GPS	1.575GHz	2MHzC/Acode	N/A	BPSK/SS	50b/s
IEEE 802.11a	5.15–5.85GHz	20MHz	OFDM	QPSK	up to 54Mb/s
IEEE 802.11b	2.4–2.48GHz	22MHz	CDMA/DSSS	QPSK	up to 11Mb/s
Bluetooth	2.4–2.48GHz	1MHz	CDMA/FH	GFSK	1Mb/s
UWB	3.1–10.6GHz	N/A	OFDM	QPSK	up to 480Mb/s
UMTS	1.92–2.17GHz	5MHz	CDMA	QPSK	3.84Mb/s

در سال‌های اخیر سیستم‌های فراپهن باند بطور چشمگیری کاربرد پیدا کرده‌اند و توجه ویژه‌ای هم در صنعت و هم در کارهای علمی و تحقیقاتی به آن می‌شود. بطور کلی سیستم‌های فراپهن باند دارای نرخ ارسال اطلاعات از ۱۱۰Mb/s در مسافت‌های ۱۰متر تا ۴۸۰Mb/s در مسافت‌های ۲متری است و توان مصرفی خیلی کمی دارند[۴].

[1] *Wireless communication*
[2] *Global positioning system*
[3] *Wireless local area networks*
[4] *Ultra wide band*
[5] *Global system for mobile communication*
[6] *Universal mobile telecommunication system*

باند فرکانسی این استاندارد از ۳.۱ تا ۱۰.۶ گیگا هرتز است که به باند ۵-۳.۱ گیگا هرتز باند فرکانسی پایین و به ۱۰-۶ گیگاهرتز باند فرکانسی بالا می‌گویند. بنابراین طراحی یک تقویت کننده کم نویز که تمام باند فرکانسی ذکر شده را پوشش دهد یک مساله مهم در پیشرفت گیرنده‌های فراپهن باند است.

گیرنده‌های فراپهن باند در مقایسه با نمونه‌های باند باریک، دارای ساختار به نسبت ساده‌تری هستند. با این وجود به علت پهنای باند زیاد به تقویت کننده‌های کم نویز مناسب احتیاج دارند. با توجه به گسترش روزافزون سیستم‌های فراپهن باند، بهینه‌سازی سیستم‌های فوق امری ضروری می‌باشد. چالش‌های جدی در پیاده سازی اجزای گیرنده فراپهن باند وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آنها طراحی بلوک تقویت کننده کم نویز فراپهن باند است. که باید دارای پهنای باند بالا، بهره بالا و هموار، نویز فیگر پایین، تطبیق امپدانس مناسب و مصرف توان پایین باشد. با توجه به توضیحات بالا می‌توان گفت طراحی یک تقویت کنندهٔ کم نویز فرا پهن باند ضروری است. براین اساس در بررسی مدارات مختلف مشاهده شد که بیشتر طراحان با استفاده از چند تکنیک خاص در طراحی، مدار خود را معرفی کرده اند، البته محدودهٔ فرکانسی و مقدار بهرهٔ مطلوب تأثیر به سزایی در استفاده از تکنیک مورد نظر داشته است.

در این پایان نامه از تکنولوژی CMOS برای پیاده‌سازی مدارات استفاده شده است. درگذشته این تکنولوژی گزینه خوبی برای ساخت مدارات با کاربرد آنالوگ و RF نبود. هدایت انتقالی نسبتا کوچک و ضریب کیفیت پایین المان‌های پسیو از محدودیت‌های پیش رو بود. با این وجود کاهش چشمگیر اندازه ترانزیستورهای CMOS در سال‌های اخیر موجب بهبود عملکرد فرکانس بالای این ترانزیستورها شده است که عملکرد مدارات مجتمع RF ساخته شده با CMOS را بطور چشمگیری ارتقا داده است. بطور کلی با وجود اینکه قطعات SiGe و GaAs برای ساخت مدارات RF مناسب‌تر هستند اما قابلیت چشمگیرCMOS در مجتمع شدن و مقرون به صرفه بودن آن ار نظر هزینه و مصرف توان انگیزه‌های کافی برای استفاده از این تکنولوژی می‌کند.

۱-۲ اهداف پژوهش

با توجه به توضیحات داده شده باید گفت طراحی یک تقویت کننده کم نویز فراپهن باند با فیدبک مقاومتی به عنوان یکی از موضوعات چالش برانگیز مدارات مخابراتی مطرح است و تا به امروز نظر بسیاری را در دانشگاهها، مراکز تحقیقاتی و صنعتی به خود جلب کرده است. هدف این پروژه بررسی و مطالعهٔ این نوع تقویت کننده های درآخرین مقالات علمی جهت محاسبهٔ پارامترهای مهم آن مانند نویز، توان مصرفی و پارامترهای پراکندگی است و درانتها معرفی تقویت کنندهای با بهینه ترین پارامترها است.

برای انجام این کار، در ابتدا تحلیل دقیقی از ساختار مدنظر ارائه می‌شود و عملکرد پهن باند تقویت کننده کم نویز در

سطح سیستمی و مداری مطالعه می‌شود. سپس اثر پارامترهای مختلف مداری در عملکرد پهن باند تقویت کننده کم نویز مورد بحث قرار می‌گیرد و در نهایت نتایج آن برای پیشرفت مرحله به مرحله مدار تقویت کننده کم نویز، بمنظور سطح نویز، بهره، تطبیق امپدانس و مصرف توان مطلوب، بکار برده می‌شود.

۱-۳ طرح کلی پایان نامه

این پایان نامه به این ترتیب سازمان‌دهی شده است.

فصل ۲ اطلاعاتی در مورد سیستم های ارتباطی فرا پهن باند ارائه می‌دهد.

فصل ۳ مروری بر مفاهیم اساسی طراحی تقویت کننده کم نویز از قبیل نویز فیگر و تطبیق امپدانس ورودی است.

فصل ۴ ساختارهای مختلف تقویت کننده کم نویز یطور کامل بررسی می‌شوند و مزایا و معایب هر کدام از آنها بیان خواهد شد.

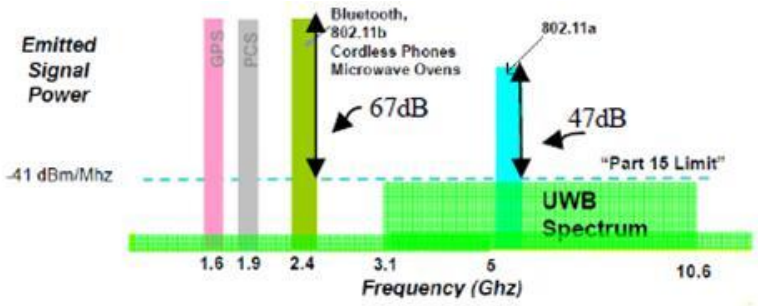
فصل ۵ ساختارهای مختلف تقویت کننده کم نویز که برای طراحی بهینه در کاربردهای پهن باند مناسب هستند بررسی می‌شوند و مزایا و معایب هر کدام از آنها بیان خواهد شد. این فصل بر لزوم ارتقاء یک تقویت کننده کم نویز فراپهن باند تاکید می‌کند.

فصل ۶ بطور خاص به بررسی تقویت کننده کم نویز با فیدبک مقاومتی خواهد پرداخت.

در فصل۷ استفاده از ساختار سورس مشترک به عنوان یک گزینه مناسب برای تقویت کننده کم نویز پهن باند پیشنهاد می‌شود. همچنین فیدبک مقاومتی به عنوان یک راه‌حل مناسب و کارساز برای رسیدن به پهنای باند مورد نظر همچنین بدست آمدن مشخصه تطبیق مناسب، مطرح می‌شود. به علاوه Trade off بین پارامترهای مختلف مثل نویز، بهره و تطبیق امپدانس ورودی مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج شبیه‌سازی دو مدار پیشنهادی با ساختار کسکد و کسکید ارائه می‌شود.

۲ سیستم‌های ارتباطی فراپهن باند(UWB)

فراپهن باند یک تکنولوژی بیسیم برای انتقال حجم زیادی از اطلاعات در یک باند فرکانسی وسیع (تقریبا ۳.۱ تا ۱۰.۶ گیگا هرتز)، با توان پایین برای مسافت‌های کوتاه است. از فوریه ۲۰۰۲، زمانی که وزارت دفاع آمریکا از طریق سازمان تنظیم مقررات رادیویی[1] (کمیته ارتباطات ملی) گزارشی مبنی بر اجازه استفاده از فن آوری فراپهن باند را در کاربردهای مخابرات داده، رادار و سیستمهای امنیتی صادر کرد، موج عظیمی از تحقیقات در این زمینه به راه افتاد. از آن پس، استفاده از فناوری فراپهن باند برای مخابرات بی سیم داده با نرخ بالا و در کاربردهای متنوع به سرعت در حال افزایش بوده است [۵][۶].



شکل ۲-۱-طیف سیستم‌های فراپهن باند

۲-۱ تاریخچه فراپهن باند

تکنیک بکار رفته در سیستم‌های مخابراتی فراپهن باند از سایر تکنیک های مخابراتی متمایز می‌باشد، این سیستم‌ها به طور تاریخی بر پایه پالس‌های ضربه رایویی شناخته می شوند زیرا آنها داده را با نرخ انتقال بسیار بالایی با ارسال پالس‌هایی از انرژی به جای استفاده از حامل‌های باند باریک فرکانسی ارسال می‌کنند. در اواسط ۱۹۸۰، کمیته ارتباطات ملی (FCC) باندهای صنعتی پزشکی و علمی (ISM)[2] را برای استفاده در ارتباطات مخابراتی پهن باند بدون مجوز اختصاص داد.

حداکثر نرخ ارسال داده (C) یا ظرفیت قابل دسترس برای کانال با نویز سفید گوسی جمع شونده[3] باند محدود، توسط قانون شانون، با پهنای باند (BW) و نسبت سیگنال به نویز(SNR) مطابق رابطه زیر بیان می‌شود [۷].

$$C = BW.Log_2(1+SNR) \qquad (۱-۲)$$

[1] Federal Communications Commission (FCC)
[2] ISDN Standards Management group (ISDN = Integrated Services Digital Network)

[3] Additive White Gaussian Noise (AWGN)

معادله فوق نشان می‌دهد که نرخ ارسال داده به صورت خطی با افزایش پهنای باند زیاد می‌شود و یا به طور لگاریتمی با کاهش نسبت سیگنال به نویز، کم می شود. هر چند توان ارسالی را نمی‌توان به راحتی افـزایش داد، زیـرا تعـداد زیـادی از تجهیزات قابل حمل، دارای تغذیه باطری بوده و لذا باید از تداخل‌های پنهانی تا حد ممکن کاسته شود. همچنین ایـن رابطـه نشان می‌دهد که ظرفیت کانال با افزایش پهنای باند اشغال شده، بسیار سریع‌تر از تغییر نسبت سیگنال به نویز افزایش می‌یابد لذا یک پهنای باند وسیع می‌تواند راه حل خوبی برای رسیدن به نرخ بالای ارسال داده باشد و یا برای شبکه‌های بیسـیمی در مسافت‌های کوتاه که تلفات ارسال داده کوچک و ثابت‌تر است، ارسال داده را انجام می‌دهد، ظرفیت کانال بزرگتری را با اشغال پهنای باند عریض تر، می‌توان بدست آورد.

براین اساس، در سال ۲۰۰۴، کمیته ارتباطات ملی، قوانینی را که تجهیزات رادیویی بدون مجوز را جهت در برگـرفتن کـاربرد وسـایل فـراپهن بانـد کنتـرل مـی‌کـرد، اصـلاح نمـود. همچنـین یـک پهنـای بانـد ۷.۵GHz از ۳.۱GHz تـا ۱۰.۶GHz را برای کاربردهای فراپهن باند اختصاص داد، که بزرگترین تخصیص طیف برای استفاده‌های بدون مجـوز توسـط این کمیته است. براساس این تصمیم، هر سـیگنالی کـه حـداقل طیفـی در حـدود ۵۰۰MHz را اشـغال کنـد مـی‌توانـد در سیستم‌های فراپهن باند مورد استفاده قرار گیرد. این به معنی آن است که فراپهن باند بودن، دیگر تنها به پالس‌های رادیویی محدود نمی شود، بلکه برای هر فن آوری که طیف ۵۰۰MHz را استفاده می‌کند و با دیگر نیازهای فراپهن باند نیز هماهنگی دارد به کار می‌رود. از آن پس برای فراپهن باند استانداردسازی شد. این استاندارد از طرف مؤسسـه IEEE[1] معتبـر شـناخته شده و کد ۸۰۲.۱۵ از طرف این سازمان به آن اختصاص یافت. براساس این استاندارد، تجهیزات دستی فراپهن باند نیازی به سیستم مرکزی ندارند. این وسایل تنها زمانی که می‌خواهند اطلاعاتی را به یک گیرنده وابسته بفرستند عمل ارسال را انجـام می‌دهند. آنتن آنها بر روی خود دستگاه نصب می‌شود و اجازه نصب در محیط برون سقفی را ندارد.

این تجهیزات می توانند در محیط های زیر سقفی[2] یا برون سقفی[3] اسـتفاده شـوند. پـوش انتشـاری هـر دو در سـطح ۴۱dBm/MHz- در گستره فرکانسی ۳.۱-۱۰.۶GHz تبیین شده است و در خارج این باند بـرای حفاظـت بیشـتر از سـایر خدمات بیسیم ۱۰dB پایین‌تر در نظر گرفته شده است[۸].

۲-۲ استاندارد سازی در حوزه فراپهن باند:

نهادهای تنظیماتی در خارج از ایالات متحده هم اکنون به صورت فعال در حال هدایت مطالعات، جهـت رسـیدن بـه تصمیم در خصوص تنظیم خصوصیات فراپهن باند می‌باشند. آنها نیز شدیداً تحت تاثیر تصمیمات کمیته ارتباطات ملی آمریکا

[1] Institute of Electrical and Electronics Engineers
[2] In door
[3] Out door