**طراحی تقویت کننده صدای کم پهنای باند فرا CMOS قدرت پایین با استفاده از تکنیک باطل کردن صدا**

جامین شیم ، تاجان یانگ، جیچای جونگ[[1]](#footnote-2)

چکیده

این مقاله طراحی طراحی تقویت کننده صدای کم پهنای باند اولترا CMOS قدرت پایین با استفاده از تکنیک باطل کردن صدا را مورد بررسی قرار می دهد که دارای فرایند RFCMOS 0.18 می باشد. UWB LNA فرض شده از ساختار جاری برای افزایش مصرف کلی قدرت به جای استفاده از کاسکاد استفاده می کند. این ساختار DC جاری را برای اجرای دو ترانزیستور به طور همزمان به کار می گیرد. تکنیک های یک در میان که برای به دست آوردن همواری در فرکانس های لازم گزارش شده اند.نقاط فرکانس بالا و پایینی در پهنای باند داخلی از 3.1 تا 10.6 گیگا هرتز دارند. نقاط رزونانس در 3 گیگا هرتز و 10 گیگا هرتزز تنظیم شده اند تا سطح کافی را ایجاد کنند و افت را کاهش دهند. به علاوه، لغو کردن سر و صدا برای لغو کردن سر و صدای غالب استفاده می شود که توسط ترانزیستور اول تولید می شود. نتایج شبیه سازی یک تقویت هموار را با ورودی خوب نشان داد که کمتر از -10DB است و حداقل شکست سر و صدای 2.9 DB در باند داخلی است. UWB LNA فرض شده 15.2 مگا ولت از تامین برق 1.8 ولتی مصرف می کند.

کلمات کلیدی: CMOS, UWB، تقویت کننده سر و صدای کم، کنسل کننده صدا، تکنیک جریان دوبار استفاده شده

1.مقدمه

اخیرا، سبستم پهنای باند اولترا UWB به یکی از وسایل برقراری ارتباط تبدیل شده است. از زمانیکه کمیسیون ارتباطات فدرال FCC پهنای باند 7.5 گیگا هرتز را از 3.1 به 10.6 گیگا هرتز برای پهنای باند اولترا در سال 2002 ایجاد کرد. استفاده از سیستم UWB در سطوح با قدرت پایین (محدود به -41.3 DBM/MHZ) و و میزان بالای اطلاعات (بالاتر از 480MB/S) برای ارتباطات بی سیم حیاتی بود. تقویت کننده صدای کم UWB (LNA) دارای چندین نیازمندی است مانند افت بازگشت خروجی پهنای باند کافی، تقویت سطح کافی در پهنای باد 7.5 گیگا هرتزی داخلی، صدای کم برای حساسیت، مصرف با قدرت کم برای حرکت و چیپ های کوچک برای هزینه پایین.

از نظر سنتی، UWA LNA بر پهنای باند زیاد غلبه کرده است. تقویت کننده توزیع شده ویژگیهای گسترده پهنای باند ، حالت طولی و شرایط انطباق خروجی / ورودی کافی را فراهم می آورد. از طرف دیگر، آن یک DC بزرگ را مصرف می کند تا مراحل تقویت چند برابر را اجرا کند و یک منطقه چیپ مشخص را اشغال می کند. تقویت کننده بازخوردی مقاومتی برای UWB LNA استفاده می شود که دارای کمتر از صد مقاومت بازخوردی است که پهنای باند را گسترش دهد. از طرف دیگر، آن تمایل دارد که عملکرد سر و صدا را کاهش دهد زیرا ماکزیمم مقاوم بازخوردی نزدیک مرحله ورودی است. فیلتر انفعالی برای طراحی UWB LNA استفاده می شود. آن یک ویژگی انطباقی ورودی گسترده فراهم می آوردکه به واحدهای انفعالی مانند هدایت کننده نیاز دارد که به یک چیپ با اندازه بزرگ نیاز دارد. مرحله ورودی متداول در اولین توپولوژی در حال حاضر برای طراحی یک تقویت کننده پهنای باند استفاده می شود زیرا ورودی پهنای باند 1GM است. از طرف دیگر ، مرحله متداول از عملکرد پایین سر و صدا رنج می برد. به همین دلیل، تکنیک لغو سر و صد با مرحله ورودی اولیه اجرا شده است، اما آن همچنین مصرف با قدرت زیادی برای به دست اوردن صدای پایین، تقویت کافی و ویژگی های انطباقی پهنای باند دارد.

برای حل این مشکل، یک UWB LNA لغو سر و صدا با قدرت پایین پیشنهاد می شود. آن شامل مرحله ورودی معمولی در مرحله اول برای انطباق ورودی پهنای باند است. یک ساختار مجدد استفاده شده جاری برای ذخیره پراکندگی قدرت در مقایسه با UWB LNA لغو سر و صدا می شود و یک ساختار متناوب برای تقویت سطح با استفاده از انطباق میان سطحی انجام می شود. به علاوه، بافر خروجی برای اندازه گیری با استفاده از پیرو منبع انجام می شود.

این مقاله در دو بخش انجام شده است. در بخش دو، تقویت کننده صدای پایین UWB توصیف می شود تا تئوری و تکنیک را برای قدرت پایین و عملکرد سر و صدا معتبر کند. در بخش 3 نتایج شبیه سازی شده تقویت، نمایش، ضریب، جداسازی معکوس، شکل سر و صد و IIP3 در باند داخلی مورد بحث قرار می گیرد. عملکرد UWB LNA پیشنهاد شده با UWB LNA پیشنهاد شده قبلی مقایسه می شود. بخش 4 به نتیجه گیری می پردازد.

طراحی UWB LNA

 شکل یک نمودار کلی از UWB LNA پیشنهاد شده را نشان می دهد. این مدار پیشنهاد شده شامل یک وضعیت جغرافیایی ورودی- متداول در مرحله ورودی برای ویژگیهای انطباقی مقاومت جریان ورودی، . یک ساختار لغو سر و صدا برای کاهش منبع سر و صدای غالب از ساختار استفاده شده جاری کاسکود برای مصرف پایین و یک بافر خروجی است. به علاوه، حداقل هدایت کننده برای گسترش پهنای باند در مرحله خروجی به کار گرفته می شود. طراحی مفهوم LNA در ذیل توضیح داده می ود.

2.1 انطباق ووردی پهنا با استفاده از مرحله ورودی – متداول

مرحله ورودی – متدول برای انطباق ورودی پهنای باند 1 GML شناخته شده است. حتی اگر دارای عملکرد سر و صدای ضعیف تری نسبت به مرحله منبع متداول باشد. مرلحه ورودی متدول یک جزء مفید به جای مرحله منبع متدول در منطقه با فرکانس بالا است. مرحله ورودی متداول دارای فوایدی در اندازه در مقایسه با مرحله منبع متداول است که نیاز به اجزاء انفعالی مشابهی مانند وضعیت جغرافیایی بازخوردی مقاوم و فیلتر گذر باند برای انطباق مقاومت ورودی پهنای باند در طراحی UWB LNA دارد.

این مقال فاکتور Q را در نظر گرفته است تا انطباق مقاومت ورودی پهنای باند را به دست آورد. نتایج پایین ترین فاکتور Q در پهنای باند می تواند به صورت ذیل استخراح شود:



CGS ورودی پارازیت در ظرفیت منبع است و RS مقاومت منبع است. مرحله ورودی متداول دارای فاکتور Q پایینی است و سپس یک ویژگی انطباقی ورودی پهنای باند ایجاد می کند. بنابراین مرحله ورودی متداول می تواند یک منطقه چیپ کوچک با حذف واحدهای انفعالی ورودی ارائه دهد که به منطقه چیپ بیشتری برای انطباق پهن باند نیاز دارد. شکل دو مدار مشابه سیگنال کوچک برای مرحله ورودی را نشان می دهد. مقاومت ورودی ZIN مدار پیشنهاد شده می تواند به صورت ذیل استخراج شود.





شکل 1: طرح کلی از UWB LNAپیشنهاد شده. VDD درای ولتاژ 1.8 ولتی است. VBLAST, V BLAST 2 و VBLAST 3 ولتاژ متمایل برای مرحله ورودی متدول ، مرحله کاسکود M2, M3 و M4 هستند.



شکل 2: سیگنلهای کوچک مساوی با مدار برای محاسبه مقاومت ورودی شبکه مرحله ورودی در شکل 1



شکل3: اصول تکنیک لغو سر و صد با استفاده از ورودی متداول برای جمع آوری ضد فاز منبع سر و صدا در منبع با استفاده از نوسان ولتاژ، AV توسط مرحله منبع متداول ایجاد شده است.

GM هدایت کنند M1 و L1 است ، CGS1 ظرفیت پارازیت M1 است و CGS4 ظرفیت پارازیت M4 است. این چهار جز منبع مهم برای به دست آوردن مقاومت ورودی پهنای باند هستند.

2.2اصول لغو سر و صدا

هدف تکنیک لغو سر و صدا جدا کردن انطباق وردی و NF است. صدا توسط اولین ترانزیستور ایجاد می شد که مرحله ورودی متداول M1 در شکل 1 است. تکنیک لغو سر و صدا برای کاهش منبع سر و صدای غالب استفاده شده است. شکل 3 تکنیک لغو سر و صدا را با فرض این که مقاومت ورودی با 1GM به خوبی منطبق است به دست می آید، جریان جاری سر و صدا از طریق RS به زمین ، جاییکه نوسان لتاژ در منبع M1 ایجاد می شود. این سر و صدای جاری از طریق RCC جریان می یابد که در یک نوسان ولتاژ در زمان M1 رخ می دهد. بنابران دو ولتاژ سر و صدای همبسته به دست می آید. جریان سر و صدا می تواند در مدار پیشنهاد شده با استفاده از ولتاژ سر و صدای هم بسته کنسل شود. با طراحی صحیح GM2 و GM4 ، سر و صدا که توسط M1 ایجاد شده است می تواند در خروجی لغو شود. جریان سر و صدای ناشی از M1 می تواند به صورت ذیل استخراج شود



براساس معادله 4، شرایط کافی لغو سر و صدا می تواند به صورت ذیل بیان شود.



بعد از کنسل کردن سر و صدا، سر و صدای غلب توسط ترانزیستور M2 و M3 ایجاد می شود. فاکتور سر و صدا می تواند به صورت ذیل تقریب زده شود



A=GM/GD0,GD0 کانالی برای VDS=0 و پارامتر سر و صدا است. به علاوه، مرحله منبع متداول، M2 و M4 برای افزایش سیگنال خواسته شده و ولتاژ سر و صدا اتخاذ شده اند. به طور ویژه ، اندازه ترانزیستور M4 برای در نظر گرفتن نسبت ترانزیستور M1 در نظر گرفته شده است. برای تعیین نسبت بهینه ترانزیستور ، شکل 4 شبیه سازی گسترده ای از عدم تعادل سر و صد از دو راه متفاوت را نشان می دهد که ضد فاز سر و صدا را ایجاد می کند و در منبع و در مرحله ورودی متداول تولید می شود. همانطور که در شکل 4 نشان داده شده است، مقاومت سر و صدا در جریان M3 و M4 قبل از ترکیب صدای کلی شبیه سازی می شود. بنابراین، نقطه انطباقی برای کنسل کردن سر و صدا نزدیک به صفر در فرکانس پایین است. بدیهی است، حداقل سر و صدا نزدیک به صفر به دست آمده است. در نتیجه، M1 به اندازه 60 میکرو متر و M4 چهار برابر بزرگتر از M1 انتخاب شده است.



شکل 4: نتایج شبیه سازی گسترده مقاومت سر و صدا با توجه به نوسان در اندازه ترانزیستور M4. طول ورودی تا 60، 120 ، 180، 240 و 300 میکرو متر متغیر است.



شکل 5: نمودار بلوکی تکنیک متناوب برای انطباق مرحله داخلی با استفاده از باند فرکانس پایین (3 هرتز) و باند فرکانس بالا (10 هرتز)



شکل 6: واکنش فرکانس محاسبه شده تقویت ولتاژ ، S21 افت بازگشت ورودیS 11 افت بازگشت خروجی S22 جد سازی معکوس S12 تابع فرکانس

جریان استفاده شده مجدد و تکنیک متناوب

به طور معمول، M1 و M2 به عنوان یک کاسکاد متصل هستند تا یک UWB LNA لغو سر وصدا طراحی کنند.

مرحله ورودی متداول وجود دارد که انطباق مقاومت ورودی پهنا را برای پهن باند و مرحله کاسکاد فراهم می آورد )M2 و M3 با W/L = 60.0.18UM) هستند که تقویت بالاتر از باند داخلی را ارائه می دهند. برای اندازه گیری مصرف انرژی، تکنیک جریان استفاده شده در شکل 1 به کار گرفته شده است. M2 در بالای M1 قرار گرفته است. هنگامیکه جریان گذر می کند.، M1 و M2 به عنوان کاسکاد در نظر گرفته می شوند که جریان مشابهی را برای اجرای هر ترانزیستور در زمان مشابهی مصرف می کنند. برخی از اجزاء انفعالی برای ساختار جریان استفاده شده نیاز هستند. C2 یک خازن اتصال است که یک راه سیگنال بین ورودی متداول M1 و منبع متداول M2 فراهم می آورد. CB خازن شنتی است که سیگنال AC را در منبع M2 بلوک می کند و موقعیت AC را در مرحله منبع متداول افزایش می دهد. آن به عنوان یک زمین AC در فرکانس بالا عمل می کند. ظرفیت الکتریکی CB به دلیل کار کردن بر روزی زمین AC بالا فرض شده است. به دین معنی که 4PF.L2 یک هدایت کننده مسدود است که از سیگنال AC از عبور با استفاده از مقاومت بالا از جریان M2 به منبع جلوگیری می کند.

L2 بار هدایت کننده اولین مرحله است. ارزش L2 با CB بر سطح تقویت در طراحی تکنیک متناوب اثر می گذارد. با کنترل ماکزیموم تقویت در مرز پایینی فرکانس، یک منحنی تقویت هموار می تواند در دامنه فرکانس وسیع به دست آید. به علاوه، اندازه ترانزیستور، M1 و شرایط ولتاژ بایاس برای مصرف قدرت پایین در نظر گرفته می شود. ترانزیستور M1 افزوده می شود تا اثرات میلر را کاهش دهد و جداسازی معکوس بهتری دارد ، بنابراین ثبات LNA افزایش می یابد.

تکنیک متناوب برای به دست آوردن تقویت سطح در دامنه فرکانس پهن گزارش شده است. این تکنیک برای به دست آوردن تقویت سطح در باند داخلی در UWB LNA پیشنهاد شده اتخاذ شده است. شکل 5 یک نمودار کلی از تکنیک متناوب را نشان می دهد. این تکنیک انطباق مرحله داخلی رادر فرکانس بالا و پایین ارائه می دهد. اولین انطباق مرحله داخلی در 3 گیگا هرتز بین M1 و M2 ایجاد شده است. CLOA و L2 مهمترین اجزاء برای ایجاد رزونانس برای طراحی تقویت سطح هستند.

CTOL مقاومت الکتریکی کلی است که شامل مقاومت الکتریکی پارازیت و گذر می شود. بنابراین باند پرکانس پایین می تواند از معادله ذیل استخراج شود.



دومین انطباق میان مرحله ای توسط L3 و CTO در 10 گیگا هرتز انجام می شود. C TOLمقاومت الکتریکی پارازیتی کلی است که در لحظه جریان ترانزیستو وجود دارد. بنابراین فرکانس رزونانس می تواند به صورت ذیل بیان شود.





شکل 7: فاکتور K و B ، اندازه گیری B1 از UWB LNA پیشنهاد شده در مقابل فرکانس



شکل 8: واکنش فرکانس محاسبه شده تقویت ولتاژ S21 در مقابل فرکانس در مقایسه با بدون هدایت کننده



شکل 9: تقویت قدرت LNA در مقابل فرکانس در مقاومت الکتریکی مختلف

با پذیرش تکنیک استفاده شده جریان UWB LNA لغو شده سر و صدا، قدرت کمتری مصرف می شود. این مدار LNA 8.2 مگا ولت از تامین برق1.8 ولتی مصرف می کند. همچنین یک تقویت سطحی با استفاده از انطباق میان سطحی در فرکانس پایین و بالا قرار می کند.

3.نتابج شبیه سازی شده UWB LNA پیشنهاد شده

UWB LNA پیشنهاد شده با TSMC 0.15 میکرو متری با استفاده از ولتاژ تامین 1.8 طراحی شده است. ترانزیستو M3 به عنوان یک بافر برای اندازه گیری عمل می کند. آن به ترانزیستور M6 متصل می شود که یک منبع جاری برای M5 است. آن 7 مگا ولت با تامین 1.8 ولتی را پراکنده می کند. بنابراین ، مصرف قدرت کلی 15.2 مگا ولت است. پارامتر S، شکل صدا و IIP3 در سطح کلی استفاده از RF SPECTRE شبیه سازی می شود.

3.1 تقویت، افت بازگشت و جدا سازی معکوس

شکل 6 افت بازگشت ورودی S11 و تقویت S21 را نشان می دهد. S11 زیر 10DB از 3.1 گیگاهرتز در 10.6 گیگا هرتز است. هدایت مرحله ورودی متداول برای تقریب 20 MS برای یک انطباق مقاومت ورودی گسترده در 50 اهم است. L1 با مقاومت پارازیتی (CGS1, CGS4) در فرکانس مرکز (6.5 گیگاهرتز) تشدید می شود. S21 دارای 10DB در باند داخلی است. L2, L3,CB و دیگر مقاومت های پارازیتی برای به دست آوردن مقاومت سطح در 7.5 گیگا هرتز استفاده شده اند. مقاومت سطح می تواند با استفاده از انطباق میان مرحله ای در 3 گیگا هرتز و 10 گیگا هرتز به دست آید. جد سازی معکوس S12 کمتر از -23 است زیرا هدایت کننده RF و ظرفیت خازن بین ترانزیستور M1 و M2 درون پهنای باند مورد نیاز است. شکل 7 فاکتور K و اندازه گیری B1 شبیه سازی شده را نشان می دهد که در باند مورد نظر ثابت است. از نظر تئوری ، فاکتور K برای تضمین ثبات کافی نیست و یک شرایط دیگر باید برآورد شود. چنین پارامتری اندازه ثبات است، B1 باید بزرگتر از صفر باشد. شکل 8 اثرات گسترش پهنای باند را با استفاده از ماکزیموم هدایت کننده نیشان می دهد. هدایت کننده L افت را از مقاومت پارازیت منبع منبع ورودی M5 با فازایش فرکانس کاهش می دهد. بنابراین تقویت تا 12DB در فرکانس بالا افزایش می یابد. شکل 9 نوسان تقویت قدرت را در مقابل فرکانس در دمای مختلف نشان می دهد در حالیکه دیگر پارامتر ها ثابت هستند. قدرت LNA در نوسان دمایی مقاوم است.

3.2 شکل سر و صدا

شکل 10، نمای سر و صدا با و بدون تکنیک لغو سر و صدای IWB ;MA فرض شده را نشان می دهد. شکل سر و سر 2.9 تا 5.4DB در باند داخلی است. حداکثر سر و صدا نزدیک به 4.8 گیگا هرتز کنترل شده است. این با نتایج شبیه سازی عدم تعادل سرو صدا متصل می شود که دارای ارزش صفر است و در شکل 4 نشان داده شده است. حداکثر شکل سر و صدا در منطقه فرکانس بالا نشان داده شده است.

3.3 خطی بودن

نتایج شبیه سازی سه نقطه ورددی IIPS را نشان می دهد. شکل 11 IIIP 3 را نشان می دهد که از دو تون با فضای 10 مگا هرتز در 6.5 گیگا هرتز استفاده می کند. قدرت ورودی از -40 DBM تا 0DBM متفاوت است. نتایج IIIP3 -4.62 DBM در 6.5 گیگا هرتز بود. شکل 12 نوسان IIIP3 را در مقابل فرکانس در دمای مختلف نشان می دهد ، در حالیکه دیگر پارامترها ثابت هستند.

جدول یک عملکرد UWB LNA لغو سر و صدا را همزمان با دیگر UWB LNAS های گزارش شده برای مقایسه نشان می دهد. این کار فوایدی را ارائه می دهد. فواید شامل پهنای باند بالا، تقویت سطح کافی و مصرف قدرت پایین می شوند.



شکل 10:ویژگیهای شکل سر و صدای شبیه سازی شده در مقابل فرکانس در M2 و بدون M2 با UWB LNA فرض شده. شکل سر و صدای حداقل 2.9 DB نزدیک به صفر است. حداکثر شکل سر و صدا 5.4DB است.



شکل 11. نتایج شبیه سازی IIIPS در 6.5 گیگا هرتز با دو تست تن با استفاده از فضای 10 مگا هرتز. قدرت ورودی از -40 DBM تا 0 DBM متغیرا است.



شکل 12. نوسان IIIP3 در مقابل فرکانس در دماهای مختلف.

جدول 1

عملکرد UWB LNA پیشنهاد شده و مقایسه با دیگر UWB LNA لغو سر و صدا



4. نتیجه گیری

یک UWB LNA لغو سر و صدا پیشنهاد شده است و برای 3.1 تا 10.6 گیگا هرتز ارزیابی شده است که با استفاده از TSMC 0.18 UM RF CMOS انجام شده است. UWB LNA پیشنهاد شده با استفاده از تکنیک لغو سر و صدا و با تکنیک جریان استفاده شده طراحی شده است تا پراکندگی قدرت را بهبود بخشد که مرحله متداول و مرحله منبع با استفاده از جریان بایاس DC تولید می کند. تکنولوژی لغو سر و صدا منبع سر و صدای غالب را با استفاده از ولتاز سر و صدای همبسته کاهش می دهد که توسط ترانزیستور ورودی متداول M1 تولید شده است. مرحله متناوب در مدار پیشنهاد شده به کار گرفته می شود. از 3.1 تا 10.6 گیگا هرتز، تقویت به میزان 10.4 تا 12.6 DBM بود و S11 کمتر از -10DB بود. شکل سر و صدا 2.9 تا 5.4 DB بود. قدرت کلی 15.2 مگا ولت بود که شامل بافر خروجی با تامین قدرت 1.8 ولت بود.

تشکر و قدردانی

این مقاله توسط برنامه دانشگاه جهانی که توسط وزارت آموزش و پرورش اداره می شود حمایت شده است. از انجمن تحقیق ملی و علم و تکنولوی کره و مرکز آموزشی طراحی IC برای ابزار CAD قدردانی می کنیم.

1. نویسنده مسئول، تلفن 82232903233 [↑](#footnote-ref-2)