بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی

گروه برق

گرایش الکترونیک

طراحی و شبیه سازی یک نوسانساز کنترل شونده با ولتاژ ، با نویز فاز کم و مصرف توان پایین در تکنولوژی CMOS برای کاربرد های باند ISM

از:

محمد نیابلی گیلانی

استاد راهنما:

دکتر ماهرخ مقصودی

استاد مشاور:

دکتر علیرضا صابرکاری

خرداد ۱۳۸۹

تقدیم به:

پدرم ، مهربانترین پدر دنیا و به یاد خوبیهایش...

به **مادر** عزیزم که با حضور گرمش زندگیم معنا می گیرد.

به برادرم و خواهرانم ، که پیوسته مشوق من بوده‌اند و همواره در قلبم جای دارند.

قدردانی:

خدای را شاکرم که این فرصت دست داد تا از کسانی که در تهیه و تنظیم این پایان نامه مرا یاری نمودند تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد راهنمای گرانقدر، سرکار خانم دکتر ماهرخ مقصودی که در تهیه این پایان‌نامه نهایت لطف را در حق من مبذول داشتند سپاسگزارم.

همچنین از زحمات استاد مشاور گرامیم جناب آقای دکتر علیرضا صابرکاری که در تنظیم این پایان نامه با مشاوره‌های خود مرا یاری نمودند تشکر می‌نمایم.

فهرست مطالب

چکیده فارسی..... ر

چکیده انگلیسی..... ز

فصل اول: مقدمه

۱-۱ انگیزه و اهداف تحقیق ۱

۱-۲ شش ضلعی طراحی RF ۲

۱-۳ انتخاب تکنولوژی ۳

۱-۴ استاندارد IEEE802.11 و باند ISM ۴

۱-۴-۱ روش FHSS ۴

۱-۴-۲ روش DSSS ۵

۱-۵ ساختار پایان نامه ۵

فصل دوم: مفاهیم پایه در نوسان سازهای کنترل شونده با ولتاژ

۲-۱ ملاحضات عمومی در نوسان سازها ۷

۲-۲ کلاس بندی نوسان سازها ۹

۲-۲-۱ نوسان سازهای حلقوی ۹

۲-۲-۲ نوسان سازهای تانک LC ۱۱

۲-۲-۲-۱ نوسان سازهای کلپیتز و هارتلی ۱۲

۲-۲-۲-۲ نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی ۱۳

۲-۳ تعریف نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ و مدل ریاضی آن ۱۶

۲-۴ نویز فاز در نوسان سازها ۱۸

۲-۴-۱ اثر نویز فاز در حوزه ی RF چیست؟ ۲۲

۲-۵ مشخصه های یک VCO ۲۳

۲-۵-۱ فرکانس RF (Hz) ۲۳

۲-۵-۲ توان RF (dBm) ۲۴
۲-۵-۳ ضریب شایستگی ۲۴
۲-۵-۴ محدوده ی فرکانسی قابل تنظیم ۲۴
۲-۵-۵ حساسیت [Hz/V] ۲۴
۲-۵-۶ تلف توان ۲۵
۲-۵-۷ اعوجاج هارمونیکی ۲۵
۲-۶ تانک LC موازی ۲۵
۲-۶-۱ ضریب کیفیت ۲۶
۲-۷ منابع جریان ۲۸
۲-۸ نواحی عملکرد یک نوسان ساز ۲۸
۲-۹ مروری بر روش های موجود برای بهبود نویز فاز و توان مصرفی در نوسان ساز ها ۳۰
۲-۹-۱ افزایش دامنه ی سیگنال خروجی نوسان ساز با تحریک پالسی ترانزیستور منبع جریان ۳۱
۲-۹-۲ روش هدایت منفی چند گیتی ۳۶
۲-۹-۲-۱ ضریب شایستگی ۳۹
۲-۹-۳ طراحی نوسان ساز با استفاده از منابع جریان متقارن ۳۹
۲-۹-۴ تکنیک فیلترینگ ۴۰

فصل سوم: تانک LC

۳-۱ سلف های مدار مجتمع ۴۵
۳-۱-۱ مدل ساده ی مداری، برای سلف یکپارچه ۴۶
۳-۱-۲ ضریب کیفیت سلف ۴۷
۳-۲ واراکتور ۵۰
۳-۲-۱ دیود P-n بایاس معکوس ۵۰
۳-۲-۲ واراکتور نوع MOS ۵۱
۳-۲-۳ واراکتور مد معکوس ۵۳
۳-۲-۴ واراکتور در ناحیه ی انباشتگی ۵۳

۳-۳ مدل های مداری برای یک واراکتور ۵۴
۳-۳-۱ مدل سانگ ۵۴
۳-۳-۲ مدل سامنی ۵۵
۳-۳-۳ مدل RF برای واراکتور های TSMC ۵۶

فصل چهارم: طراحی و شبیه سازی نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ پیشنهادی

۴-۱ پارامتر های اساسی در طراحی نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی ۵۷
۴-۲ طراحی نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ پیشنهادی ۵۸
۴-۲-۱ تکنیک هدایت منفی اضافی ۶۳
۴-۲-۲ تکنیک مقاومت کاذب ۶۶
۴-۲-۳ نتایج حاصل از شبیه سازی نوسان ساز شکل ۴-۵ ..... ۶۹
۴-۳ مدار نهایی پیشنهادی ۷۳
۴-۳-۱ نتایج حاصل از شبیه سازی ۷۳
۴-۳-۲ تغییر در پارامترهای نوسان ساز شکل ۴-۱۵ با تغییرات دمایی ۷۸
۴-۳-۳ مقادیر عددی عناصر مورد استفاده در نوسان ساز طراحی شده ۷۹
۴-۴ مقایسه ی پارامتر های نوسان سازهای موجود در مقالات با نوسان ساز طراحی شده ۸۰

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهاد برای کارهای آینده

۵-۱ نتیجه گیری ۸۲
۵-۲ پیشنهاد برای کارهای آینده ۸۳

منابع و مراجع ۸۴

فهرست جدول ها

۱-۱ استانداردهای مخابرات بی سیم ۵

۱-۲ مشخصات نوسان ساز شکل ۲-۳۲ ..... ۳۹

۱-۴ مشخصات کلی تکنولوژی TSMC 0.18 μm ۵۹

۲-۴ ابعاد ترانزیستور های NMOS و PMOS ۶۲

۳-۴ مشخصات نوسان ساز شکل ۴-۵ ..... ۷۲

۴-۴ مشخصات نوسان ساز پیشنهادی شکل ۴-۱۵ ..... ۷۷

۵-۴ تغییر در پارامترهای نوسان ساز شکل ۴-۱۵ با تغییرات دمایی ۷۸

۶-۴ مقادیر عددی عناصر مورد استفاده در نوسان ساز طراحی شده شکل ۴-۱۵ ..... ۷۹

۷-۴ مقایسه ی پارامترهای نوسان سازها ۸۰

فهرست شکل ها

۱- ۱ بلوک دیاگرام ساده‌ای از یک گیرنده ۱

۱-۲ شش ضلعی طراحی RF ۳

۲- ۱ نوسان ساز به صورت یک شبکه ی فیدبک دار ۷

۲-۲ پیدایش حالت نوسانی ۸

۲-۳ نوسان ساز به صورت یک شبکه ی فیدبک دار دارای شبکه ی انتخاب گر فرکانس ۸

۲-۴ تشدید کننده ی LC ۹

۲-۵ نوسان سازهای حلقوی ۹

۲-۶ نوسان ساز حلقوی سه طبقه ۱۰

۲-۷ شکل موج های نوسان ساز حلقوی سه طبقه ۱۰

۲-۸ خروجی یک تانک LC بر اساس وضعیت قطب ها ۱۱

۲-۹ تولید سینوسی در خروجی یک تانک LC ۱۲

۲-۱۰ (الف) نوسان ساز های هارتلی و (ب) کلپیتز ۱۲

۲-۱۱ ساختار کلی نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی ۱۳

۲-۱۲ (الف) نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی و (ب) مدار معادل آن ۱۴

۲-۱۳ مدار دوباره رسم شده ی شکل ۲-۱۲ ..... ۱۴

۲-۱۴ قرار دادن منبع تست در مدار برای بدست آوردن مقاومت ورودی ۱۵

۲-۱۵ تقسیم منبع ولتاژ شکل ۲-۱۴ به دو منبع مساوی ۱۵

۲-۱۶ نمای کلی نوسان ساز های هدایت منفی ۱۶

۲-۱۷ نمودار فرکانس خروجی بر حسب ولتاژ کنترل ۱۷

۲-۱۸ مفهوم نویز فاز ۱۸

۲-۱۹ تانک LC با جریان نویزی تزریق شده ۱۹

۲-۲۰ تغییر فاز و دامنه بر حسب جریان در اثر نویز جریان تزریق شده ۲۱

۲-۲۱ شمای یک فرستنده-گیرنده ی معمولی ۲۲

۲-۲۲ (الف) پایین آوردن باند با نوسان ساز ایده ال (ب) ضرب شدن دو طرفه، (ج) اثر نویز فاز در فرستنده ها ۲۳

۲-۲۳ مشخصه ی غیر خطی نوسان ساز ۲۵

۲-۲۴ مدار تانک RLC در حالت موازی ۲۶
۲-۲۵ (الف) تانک LC واقعی و (ب) تانک LC ایده ال با مقاومت موازی ۲۷
۲-۲۶ منبع جریان آینه ای PMOS برای تغذیه ی مدار ۲۸
۲-۲۷ ساختارهای موجود برای نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی ۳۰
۲-۲۸ نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی با هسته ی NMOS ۳۲
۲-۲۹ شکل موج های ولتاژ و جریان برای نوسان ساز بایاس شده با جریان ثابت شکل۲-۲۸ ..... ۳۳
۲-۳۰ نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی با بایاس پالسی ۳۴
۲-۳۱ شکل موج های ولتاژ و جریان برای نوسان ساز بایاس شده با بایاس پالسی ۳۶
۲-۳۲ نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی با تکنیک چند گیتی ۳۷
۲-۳۳ دامنه ی هارمونیک مرتبه ی سوم بر حسب ولتاژ بایاس ترانزیستور ۳۸
۲-۳۴ نویز فاز اندازه گیری شده در فرکانس حامل ۲/۶ گیگا هرتز و افست ۱ مگا هرتز ۳۸
۲-۳۵ مدار نوسان ساز با منابع تغذیه ی متقارن ۴۰
۲-۳۶ استفاده از تکنیک فیلترینگ برای بهبود نویز فاز ۴۱
۲-۳۷ تانک LC مدار شکل ۲-۳۶ ..... ۴۲
۲-۳۸ نویز فاز نوسان ساز شکل ۲-۳۶ ، با اعمال ولتاژ های کنترلی مختلف ۴۲
۲-۳۹ استفاده از ابعاد بزرگ برای ترانزیستور های منبع جریان ۴۳
۳-۱ اشکال هندسی مختلف سلف های مارپیچی مسطح ۴۵
۳-۲ مدل ساده شده ی فشرده برای یک سلف مارپیچی ۴۶
۳-۳ مدل یک دهنه ی سلف یکپارچه با عناصر فشرده ۴۷
۳-۴ مدار معادل مدل یک دهنه ی سلف یکپارچه، با عناصر فشرده ۴۸
۳-۵ نماد مداری دیود بایاس معکوس و مدل ساده شده ی مداری آن ۵۱
۳-۶ ساختار های متداول دیود بایاس معکوس p-n (الف) تفاضلی (ب) یکسو ۵۱
۳-۷ (الف) تغییرات خازن بر حسب V_{GB} و (ب) نمای جانبی خازن MOS ۵۲
۳-۸ (الف) ساختمان واراکتور مد معکوس و (ب) نمودار $C-V$ برای آن ۵۳
۳-۹ (الف) ساختمان خازن MOS از نوع انباشتگی و (ب) نمودار $C-V$ برای آن ۵۴
۳-۱۰ مدل فیزیکی واراکتور ۵۵

۳-۱۱ مدل اسپایس برای واراکتور ۵۵
۳-۱۲ مدل معادل RF برای یک واراکتور ۵۶
۴-۱ ساختار متداول نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی ۵۸
۴-۲ تغییر ظرفیت واراکتور با تغییر ولتاژ اعمالی به آن ۵۹
۴-۳ ضریب کیفیت سلف بر حسب فرکانس ۶۰
۴-۴ ضریب کیفیت واراکتور بر حسب فرکانس در ولتاژ کنترلی ۱/۲ ولت ۶۰
۴-۵ نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ با تکنیک هدایت منفی اضافی ۶۳
۴-۶ تانک LC موازی ۶۳
۴-۷ مدل واقعی نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی با هسته ی NMOS ۶۴
۴-۸ نوسان ساز با هسته ی NMOS با خازنهای هدایت منفی ۶۶
۴-۹ نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ (الف) با تکنیک مقاومت کاذب دوگانه و (ب) ساختار متداول ۶۷
۴-۱۰ موج سینوسی حاصل در خروجی نوسان ساز ۶۹
۴-۱۱ نویز فاز مدار شکل ۴-۱ در آفست ۱۰۰ کیلوهرتز ۷۰
۴-۱۲ نویز فاز در فرکانس ۲/۶ GHz و آفست ۱۰۰ KHz و ۱ MHz ۷۰
۴-۱۳ نویز فاز نوسان ساز در کل محدوده ی فرکانسی قابل تنظیم ۷۱
۴-۱۴ فرکانس نوسان بر اساس ولتاژ کنترل ۷۱
۴-۱۵ مدار پیشنهادی نوسان ساز دارای تکنیک های هدایت منفی اضافه و مقاومت کاذب ۷۳
۴-۱۶ موج سینوسی حاصل در خروجی نوسان ساز ۷۴
۴-۱۷ نویز فاز در فرکانس ۲/۵۵ GHz و آفست ۱۰۰ KHz و ۱ MHz ۷۴
۴-۱۸ نویز فاز نوسان ساز در کل محدوده ی فرکانسی قابل تنظیم ۷۵
۴-۱۹ فرکانس نوسان بر اساس ولتاژ کنترل ۷۵
۴-۲۰ مدار بافر ۷۶
۴-۲۱ توان خروجی نوسان ساز ۷۷

فهرست علائم اختصاری

ADS: Advanced Design System

ASITIC: Analysis and Simulation of Spiral Inductors and Transformers for ICs

CAD: Computer-Aided Design

CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor

DSSS: Direct-Sequence Spread Spectrum

FHSS: Frequency Hopping Sequence Spectrum

FOM: Figure of Merit

IC: Integrated Circuits

ISF: Impulse Sensitivity Function

ISM: Industrial Scientific Medical

RF: Radio Frequency

RMS: Root Mean Square

TSMC: Taiwan Semiconductor Manufacturing Company

چکیده

طراحی و شبیه سازی یک نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ ، با نویز فاز کم و مصرف توان پایین در تکنولوژی CMOS برای کاربردهای باند ISM

محمد نیابلی گیلانی

نوسان‌ساز از بخش‌های مهم مدارهای RF بوده که در فرستنده-گیرنده، هم در مسیر ارسال و هم دریافت سیگنال کاربرد زیادی دارد. اگر بتوان فرکانس خروجی نوسان‌ساز را با ولتاژ تغییر داد به آن نوسان‌ساز، کنترل‌شونده با ولتاژ (VCO) می گویند. از جمله پارامترهای مهم هر نوسان‌سازی نویز فاز و توان تلفاتی است. نویز فاز در یک نوسان‌ساز می‌تواند روی دقت مدولاسیون تأثیر منفی گذاشته و باعث رشد طیفی و در نتیجه تجاوز طیف توان خروجی از ماسک طیفی تعیین شده توسط استاندارد مورد استفاده در سیستم فرستنده-گیرنده گردد. از طرف دیگر، توان مصرفی در مدارها باید حداقل باشد تا موجب افزایش عمر باتری شود. نوسان‌سازها نیز مانند سایر مدارهای آنالوگ دارای تضاد بین توان تلفاتی و نویز هستند و بنابراین باید مصالحه‌ای بین میزان مصرف توان و نویز فاز ایجاد شود.

در این پایان نامه یک نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ با ساختار کوپلاژ تقاطعی با هدف دستیابی به نویز فاز پایین و مصرف توان کم با منبع تغذیه‌ی ۱/۵ ولت، برای کاربردهای باند ISM ارائه شده است. در طراحی نوسان‌ساز، روش افزایش هدایت منفی تانک LC استفاده شده که باعث بهبود در نویز فاز شده است. همچنین استفاده از تکنیک مقاومت کاذب، توان مصرفی در مدار را کاهش داده است. برای جلوگیری از اثر بارگذاری مدارهای خروجی روی نوسان‌ساز، مدار بافر مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج شبیه‌سازی در تکنولوژی TSMC CMOS– μm ۰/۱۸، نشان می‌دهد که نوسان‌ساز در فرکانس مرکزی ۲/۵۵ گیگا هرتز و در آفست ۱۰۰ کیلو هرتز، دارای نویز فاز ۱۰۳/۶ dBc/Hz- و در آفست ۱مگاهرتز، دارای نویز فاز ۱۲۵/۵ dBc/Hz- است. محدوده‌ی فرکانسی قابل تنظیم از ۲/۲۸ تا ۲/۵۹ گیگاهرتز بوده که با ولتاژ متغیر از ۰ تا ۱/۵ ولت بدست آمده است. توان مصرفی در هسته‌ی نوسان ساز نیز برابر ۱/۹ میلی وات است که از منبع ۱/۵ ولتی تامین می‌گردد.

کلید واژه: توان مصرفی، ضریب شایستگی، محدوده ی فرکانسی قابل تنظیم، نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ، نویز فاز.

Abstract

Design and simulation of a low Phase Noise & Low Power voltage-controlled oscillator in CMOS technology for ISM band applications

Mohammad Niaboli Guilani

Oscillator is the main part of RF circuits which has many applications in transceivers, either, in transmitting or in receiving path of signals. If we can change the output frequencies of an oscillator with voltage, this kind is called Voltage Controlled Oscillator. The main parameters of each oscillator are phase-noise and power dissipation. The phase-noise in an oscillator can have negative effects on modulation and causes the spectrum growth and in consequence, exceeding the spectrum of output power from spectrum mask determined by the standards using in transceiver systems. On the other hand, the power consumption of portable circuits should be minimal in order to increase the battery life. The oscillators have opposition between the power dissipation and noise and therefore, there should be equilibrium between the power consumption and phase-noise.

In this thesis, a Voltage Controlled Oscillator (VCO) with the cross coupled structure has been presented for ISM band applications with the aim of accessing to the low phase-noise and low power consumption with a 1.5 V power supply. We used extra negative transconductance for increasing Quality factor of the tank that can improve the phase-noise. Also, using the pseudo resistance technique will decrease the power consumption. In order to prevent the loading effects of output circuits on the oscillator, a buffer circuit will be used at the output node. The simulation results in 0.18 μm TSMC CMOS technology shows that the proposed oscillator in 2.55 GHz central frequency and at 100 KHz and 1MHz offsets has a phase noise of -103.6 dBc/Hz and -125.5 dBc/Hz respectively. The Tuning Range is between 2.28 to 2.59 GHz which will be acquired by variable voltage of 0 to 1.5 V. The power consumption of the core is equal to 1.9 mW which is provided from 1.5 V source.

Keywords: Power Consumption, Figure of Merit, Tuning Range, Voltage Controlled Oscillator, Phase Noise.

فصل اول

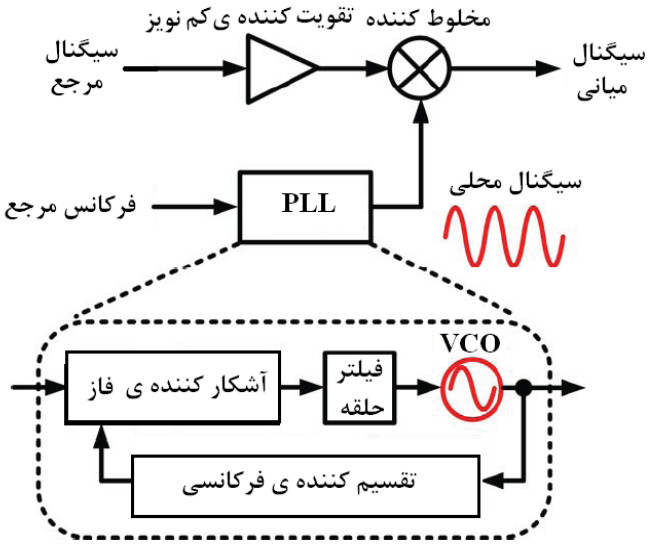
مقدمه

۱-۱ انگیزه و اهداف تحقیق

در سال های اخیر برای طراحی و ساخت مدارهای مجتمع عموما از تکنولوژی CMOS استفاده می شود که دلیل آن قابلیت خوب ترانزیستور های CMOS در کوچک شدن ابعادشان است. این قابلیت منجر به اشغال فضای کمتر توسط تراشه می گردد که در فرآیند مجتمع سازی بسیار حائز اهمیت است[۱].

رشد سال های اخیر در مخابرات بی سیم باعث شده است که تقاضا برای ساختن اجزا RF که تا حد امکان کم نویز بوده و توان کمتری مصرف کنند افزایش یابد. ویژگی دیگر مورد نیاز در مورد اجزا RF قابلیت خوب در مجتمع شدن بر روی تراشه[۱] است. یک بخش اساسی و مهم در یک فرستنده-گیرنده نوسان ساز محلی است. شکل ۱-۱ دیاگرام ساده ی یک گیرنده ی RF را نشان می دهد.

کار اصلی نوسان ساز ایجاد یک سینوسی برای مخلوط کننده است.



شکل ۱-۱ بلوک دیاگرام ساده ای از یک گیرنده .

همانگونه که در شکل ۱-۱ مشاهده می شود از قسمت های دیگر گیرنده ، تقویت کننده ی کم نویز[۲] است که بعد از آنتن قرار می گیرد و وظیفه ی آن تقویت سیگنالی است که توسط آنتن دریافت می شود.

نوسان سازهای کنترل شونده با ولتاژ یکی از اجزا مهم حلقه های قفل شونده ی فاز[۳] هستند. حلقه های قفل شونده ی فاز سیستم های فیدبک داری هستند که خروجی نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ را با یک سیگنال مرجع مقایسه کرده و ولتاژ

---

[1] System on Chip
[2] Low Noise Amplifier (LNA)
[3] Phase Locked Loop (PLL)

کنترلی را تولید می کنند که این ولتاژ، با اختلاف فاز بین آنها متناسب است. این ولتاژ کنترلی آنقدر سیگنال خروجی VCO را تغییر می دهد تا فاز سیگنال خروجی نوسان‌ساز به سیگنال مرجع نزدیکتر شود. در یک PLL معمولا فیلتر پایین‌گذری نیز وجود دارد که وظیفه‌ی آن حذف‌کردن سیگنال‌های فرکانس بالای ناخواسته‌ای است که در خروجی مقایسه‌گر حضور می یابند. در واقع PLL نسخه‌ی کم‌نویزی از ولتاژ مرجع را تولید می کند.

اگر ولتاژ مرجع $V_R\text{Cos}[\omega_0 t + \varphi_R(t)]$ و سیگنال VCO، $V_V\text{Cos}[\omega_0 t + \varphi_V(t)]$ باشد، آنگاه خروجی آشکارساز فاز به شکل $K_D[\varphi_R - \varphi_V]$ خواهد بود. که K_D به طبیعت آشکارساز بستگی دارد[۲].

تقسیم‌کننده‌ی فرکانسی[1] از بخش‌های دیگر یک PLL است که وظیفه‌ی آن پایین‌آوردن فرکانس خروجی نوسان‌ساز می باشد. یک PLL قسمت های دیگری نیز دارد که به توضیح آنها نخواهیم پرداخت.

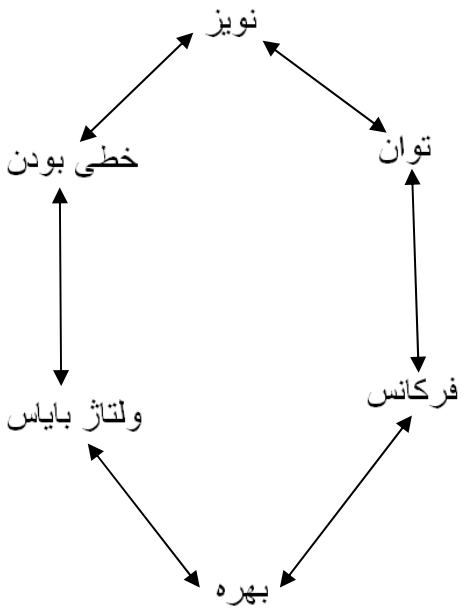
برای تامین نیازهای مخابرات بی‌سیم باید پارامترهای زیادی در یک VCO مورد توجه قرار گیرند. مهمترین پارامتر در یک VCO نویز فاز است که اگر تا حد معقولی پایین آورده نشود منجر به تداخل در طبقات بعدی بلوک فرستنده - گیرنده می شود. توان مصرفی پایین و محدوده‌ی فرکانسی قابل تنظیم بالا ، از پارامترهای مهم دیگر در یک نوسان‌ساز هستند. در مورد این پارامترها در طول پایان نامه توضیحات بیشتری ارائه خواهد شد.

در این پایان نامه ما سعی در ارائه ی مداری خواهیم نمود که تا حد امکان نویز فاز کمی داشته باشد و توان مصرفی آن نیز پایین باشد.

۱-۲ شش ضلعی طراحی RF

مدارهای RF باید سیگنال‌های آنالوگ را با گستره‌ی دینامیکی زیاد و در فرکانس بالا پردازش کنند. جالب توجه است که سیگنال را باید به صورت آنالوگ در نظر گرفت حتی اگر مدولاسیون به صورت دیجیتال باشد. تضادهای موجود در طراحی مدار های RF را می توان به صورت ((شش ضلعی طراحی RF)) خلاصه نمود که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است. در این شش ضلعی تقریبا هیچ دو پارامتری را نمی توان یافت که با یکدیگر نسبت مستقیم داشته باشند. به عنوان مثال نویز و توان مصرفی را در نظر بگیرید، در مدار های RF عموما با افزایش مصرف توان نویز مدار کاهش می یابد و بالعکس[۳].

[1] Divider



شکل ۱-۲ شش ضلعی طراحی RF [۳].

۱-۳ انتخاب تکنولوژی

تکنولوژی مناسب برای ساخت مدار های RF پیوسته تغییر می کند. مهمترین عوامل در انتخاب تکنولوژی مناسب عملکرد ، هزینه و زمان رسیدن به بازار است. البته از عامل تاثیر گذار سطح مجتمع سازی نیز نباید غافل شد. از فناوری های مهم می توان به GaAs ، سیلیسیم دو قطبی، CMOS و BiCMOS اشاره نمود[۱].

فناوری GaAs مشخصه های مفیدی مانند حاصلضرب بالای (ولتاژ شکست × فرکانس قطع)، زیربنای شبیه به عایق و سلف ها و خازن های دارای کیفیت بالا دارد و ادوات سیلیسیم نیز در فناوری VLSI می توانند در مقیاس بسیار زیاد مجتمع شوند که این امر به قیمت تمام شده ی پایین منجر می شود. تقریبا تمامی بلوک های یک فرستنده-گیرنده توسط فناوری سیلیسیم دوقطبی ساخته شده‌اند. رقیب مهم برای تمامی تکنولوژی های ذکر شده، CMOS است که در این پایان‌نامه نیز از آن استفاده شده است. در دو دهه ی گذشته فناوری CMOS به سرعت حوزه ی مدارهای مجتمع آنالوگ را در برگرفته است. نکته اصلی، قابلیت کوچک شدن این ترانزیستورها است که در طراحی و ساخت مدار های مجتمع، عامل بسیار حیاتی و مهم می باشد.

۱-۴ استاندارد IEEE802.11 و باند ISM[1]

IEEE802.11 مجموعه ای از استانداردها برای شبکه های محلی بی سیم[2] است که در باندهای فرکانسی ۲/۴ ، ۳/۶ و ۵ گیگا هرتز کار می کنند. اولین استاندارد شبکه ی بی سیم می باشد که در سال ۱۹۹۷ شکل گرفت. این استانداردها توسط کمیته ی IEEE802 ایجاد شده اند. استاندارد IEEE802.11 به زیر شاخه هایی تقسیم می گردد که از آن جمله می توان به پروتکل های IEEE802.11b ، IEEE802.11g و IEEE802.11a اشاره نمود. تفاوت استانداردهای ذکر شده در نوع مدولاسیون مورد استفاده و باند فرکانسی می باشد. 802.11b و 802.11g از باند ISM یعنی ۲/۴-۲/۵ گیگا هرتز استفاده می کنند. ISM، باند صنعتی - علمی - پرشکی است. لازم به تذکر است که باند فوق محدوده های فرکانسی دیگری نیز دارد، اما در این پایان نامه از همان محدوده ی ۲/۴-۲/۵ گیگا هرتز استفاده شده است. جالب است بدانیم که بلوتوث نیز از باند ISM استفاده می کند که این موضوع می تواند باعث ایجاد تداخل بین بلوتوث و 802.11b گردد. برای جلوگیری از بروز این مشکل، داده ی مورد نظر که می خواهد ارسال گردد به بخش های کوچکتر تقسیم و هر یک از آنها با استفاده از فرکانس های گسسته قابل دستیابی در هر زمان ، ارسال خواهند شد. بر همین اساس دو نوع مدولاسیون ایجاد شد که FHSS[3] و DSSS[4] نام گرفتند. بلوتوث از روش FHSS برای ردو بدل نمودن اطلاعات استفاده می کند و 802.11b از روش DSSS استفاده می کند[۴] [۵].

۱-۴-۱ روش FHSS

دستگاههایی که از FHSS استفاده می نمایند ، دریک زمان پیوسته کوتاه ، اقدام به ارسال داده کرده و با شیفت دادن فرکانس[5] بخش دیگری از اطلاعات را ارسال می نمایند. با توجه به اینکه هر یک از دستگاههای FHSS که با یکدیگر مرتبط می گردند ، بر اساس فرکانس مربوطه، که می بایست HOP نمایند و از هر فرکانس در یک بازه زمانی بسیار کوتاه استفاده می نمایند (حدودا ۴۰۰ میلی ثانیه) ، بنابراین می توان بدون اثرات جانبی از چندین شبکه FHSS در یک محیط استفاده کرد. دستگاههای FHSS دارای پهنای باند یک مگاهرتز و یا کمتر می باشند[۴] [۵].

[1] Industrial Scientific Medical
[2] Wireless Local Area Network (WLAN)
[3] Frequency Hopping Spread Spectrum Signaling
[4] Direct Sequence Sspread Spectrum Signaling
[5] Hopping

۱-۴-۲ روش DSSS

این نوع مدولاسیون از ۱۱ کانال استفاده می کند و هر کانال دارای پهنای باند تقریبا ۲۲ مگاهرتز می باشد که نسبت به FHSS بیشتر است . هر بایت داده را به چندین بخش مجزا تقسیم و آنها را بصورت همزمان و با استفاده از فرکانس های متفاوت ، ارسال می کند. نرخ انتقال اطلاعات به اندازه ۱۱ مگابیت می باشد و بیشتر برای سرعتهای بالا و مسافتهای طولانی بکار می رود[۴] [۵].

جدول ۱-۱ خلاصه ای از پارامتر های مربوط به استانداردهای ذکر شده در بخش ۱-۴ را نشان می دهد.

جدول ۱-۱ استانداردهای مخابرات بی سیم[۴] [۵].

پروتکل	802.11	802.11b	802.11g	802.11a
باند	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz	5GHz
مدولاسیون	FHSS DSSS IR	DSSS	OFDM PBCC	OFDM
نرخ تبادل اطلاعات	2Mbps	11 Mbps	36 Mbps	54 Mbps

۱-۵ ساختار پایان نامه

این پایان نامه شامل پنج فصل است. در فصل دوم ابتدا پارامترهای اساسی در یک نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ و همچنین ساختارهای مختلفی که برای طراحی آن وجود دارد مورد بررسی قرار می گیرد. در ادامه ساختار کوپلاژ تقاطعی[1] و مزیت های آن نسبت به ساختارهای دیگر از جمله کلپیتز و هارتلی بررسی خواهد شد. در انتهای این فصل نیز چند روش برای بهبود نویز فاز و توان مصرفی را مرور می کنیم. در فصل سوم به تشریح تانک LC خواهیم پرداخت که مهمترین بخش در یک نوسان ساز کوپلاژ تقاطعی است. در این فصل مدل هایی برای سلف های مدار مجتمع و خازن های متغیر با ولتاژ ارائه می شود. در فصل چهارم طراحی و شبیه سازی نوسان ساز کنترل شونده با ولتاژ پیشنهادی با استفاده از تکنولوژی ۰/۱۸ μm –TSMC CMOS

[1] Cross Coupled