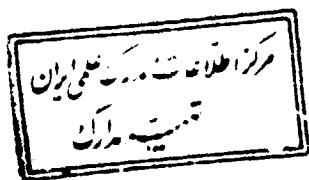


۳۱۹۷۱

۱۳۷۹ / ۵ / ۲۵



دانشکده مهندسی برق

طراحی و ساخت بخش RF گیرنده ماهواره (LNB) باند VHF

تهیه کننده: سید احمد نقیب

۱۷۰۳۳

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی برق - مخابرات

استاد راهنما: دکتر محمد سلیمانی

زمستان ۱۳۷۸

۳۱۹۷۱

تقدیم به

پدر و مادرم که دعای خیرشان روشنایی را هم بوده

چکیده

↙ (مطالب ارائه شده در این پایان نامه در چهار بخش به شرح زیر می باشد .

در بخش اول ابتداء با تقسیم یک سیستم مخابراتی به قسمتهای مجزا ، مشخصات بخش RF گیرنده تعیین شده و سپس در بخشهای دیگر تحلیل و تحقق فیزیکی این قسمت از سیستم مخابراتی انجام شده است در بخش دوم پایان نامه در رابطه با تقویت کننده کم نویز مطالب تئوری لازم آورده شده و سپس طراحی و ساخت یک تقویت کننده کم نویز با مشخصات خاص ارائه گردیده است و در بخش سوم نیز ابتداء مطالب تئوری مربوط به سینتی سائزر آورده شده و سپس طراحی و ساخت یک سینتی سائزر برای قسمت RF گیرنده ارائه شده و در بخش چهارم نیز طراحی فیلتر میانگذر مورد استفاده در خط RF و مشخصات میکسر مورد استفاده ، ارائه گردیده است و در نهایت ارتباط زیرسیستمهای بخش RF گیرنده به یکدیگر انجام شده و مشخصات نهایی سیستم ساخته شده به صورت یک بلوک با یک پورت ورودی RF و یک پورت خروجی IF آورده شده است.

→

تشکر و قدردانی

از زحمات استاد محترم جناب آقای دکتر سلیمانی که در انجام این پروژه مرا یاری کردند سپاسگذارم و از اساتید محترم هیات داوری، آقایان دکتر حجت کاشانی و دکتر قربانی که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل نمودند کمال تشکر را دارم.

همچنین از تمامی دوستان عزیزی که در گروه مخابرات مرکز تحقیقات عالی الکترونیک، همکاری صمیمانه را در مدت انجام این پروژه داشتند تشکر می نمایم و از مسئولین و کارشناسان صنایع الکترونیک ایران که نهایت همکاری را در تست مدارهای ساخته شده با اینجانب داشتند بینهایت سپاسگذارم.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	بخش ۱) تعیین مشخصات قسمت RF گیرنده
۱	مقدمه
۳	۱-۱ محاسبات لینک
۵	۱-۱-۱ محاسبات لینک بالا
۶	۲-۱-۱ محاسبات لینک پایین
۷	۲-۱ تقویت کننده کم نویز
۸	۳-۱ مبدل فرکانس پایین
۱۰	۴-۱ سینتی سائزر فرکانسی
۱۱	۵-۱ مشخصات نهایی برای طراحی بخش RF گیرنده
	مراجع
	بخش ۲) طراحی و ساخت تقویت کننده کم نویز
۱۳	مقدمه
۱۴	۱-۲ مباحث تئوری طراحی تقویت کننده کم نویز
۱۵	۱-۱-۲ پارامترهای مربوط به ترانزیستور
۱۵	۲-۱-۲ پارامترهای مرتبط با پایداری
۱۷	۳-۲-۲ پارامترهای مرتبط با نویز
۱۸	۴-۱-۲ پارامترهای مرتبط با بهره توان
۲۱	۵-۱-۲ پارامترهای مرتبط با تطبیق ورودی و خروجی
۲۳	۲-۲ طراحی تقویت کننده کم نویز
۲۳	۱-۲-۲ طراحی در حالت پایداری مطلق

۲۳	طراحی در حالت پایداری شرطی	۲-۲-۲
۲۷	نمونه طراحی یک تقویت کننده کم نویز	۳-۲-۲
۳۲	نمونه طراحی با اعمال یک فیدبک مناسب به طوریکه $S_{12} \neq 0$	۴-۲-۲
۳۷	مدار بایاس	۵-۲-۲
۳۸	نمونه طراحی با اعمال یک مقاومت بارگذاری در خروجی ترانزیستور	۶-۲-۲
۴۴	نتایج تست عملی	۷-۲-۲

مراجع

بخش ۳ (طراحی و ساخت سینتی سائزر فرکانسی

۴۹	مقدمه	
۴۹	تئوری سینتی سائزر	۱-۳
۵۰	اجزاء تشکیل دهنده سیستم PLL	۱-۱-۳
۵۱	نوسانساز کنترل شده با ولتاژ یا VCO	۲-۱-۳
۵۲	آشکارساز یا مقایسه کننده فاز	۳-۱-۳
۵۴	فیلتر حلقه	۴-۱-۳
۵۵	PLL خطی	۲-۳
۶۰	Hold Range	۱-۲-۳
۶۰	Lock Range	۲-۲-۳
۶۲	PLL دیجیتال	۳-۳
۶۳	فرآیند قفل کردن	۱-۳-۳
۶۶	عملکرد ردگیری فاز	۲-۳-۳
۶۷	طراحی یک نمونه سینتی سائزر	۴-۳
۷۲	نتایج شبیه سازی	۱-۴-۳
۷۵	نتایج تست عملی سینتی سائزر	۲-۴-۳

مراجع

بخش ۴ (جمع بندی و نتیجه گیری

مقدمه	۷۹
۱-۴ مشخصات میکسر استفاده شده	۷۹
۲-۴ طراحی فیلتر میانگذر	۸۲
۳-۴ مشخصات نهایی قسمت RF گیرنده	۸۶
۴-۴ نتیجه گیری	۸۷

فهرست کلی مراجع

ضمیمه ۱ (برگه اطلاعات ترانزیستور BF966)

ضمیمه ۲ برنامه های کامپیوتری

فهرست شکلها

صفحه	عنوان
	بخش ۱ (تعیین مشخصات قسمت RF گیرنده
۱	شکل ۱-۱) بلوک دیاگرام ساده یک سیستم مخابراتی
۲	شکل ۲-۱) سیستم مخابراتی FM آنالوگ
۲	شکل ۳-۱) بلوک دیاگرام یک نمونه سیستم مخابراتی دیجیتال
۹	شکل ۴-۱) مدار مخلوط کننده بالانس چهار دیودی
۹	شکل ۵-۱) مشخصات یک نمونه آی سی میکسر
۱۰	شکل ۶-۱) بلوک دیاگرام یک سینتی سائزر فرکانسی ساده
	بخش ۲ (طراحی و ساخت تقویت کننده کم نویز
۱۳	شکل ۱-۲) یک نمونه از دسته بندی تقویت کننده ها
۱۴	شکل ۲-۲) شمای کلی یک تقویت کننده یک طبقه ساده
۲۲	شکل ۳-۲) ادمیتانس معادل منبع
۲۳	شکل ۴-۲) ادمیتانس معادل بار
۲۵	شکل ۵-۲) شبکه فیدبک برای پایدارسازی ترانزیستور
۲۶	شکل ۶-۲) ترکیبهای مختلف برای مقاومت بارگذاری به منظور پایدارسازی ترانزیستور
۲۷	شکل ۷-۲) بلوک دیاگرام قسمت RF گیرنده به منظور تعیین مشخصات LNA
۳۰	شکل ۸-۲) دواير پایداری بار و منبع
۳۱	شکل ۹-۲) دواير پایداری بار و منبع و دواير نویز ثابت
۳۳	شکل ۱۰-۲) VSWR ورودی و خروجی و عدد نویز برای تقویت کننده کم نویز با فیدبک

- شکل ۲-۱۱) مشخصه بهره توان تقویت‌کننده فیدبک دار همراه با ضریب پایداری ذاتی ترانزیستور و شبکه فیدبک ۳۴
- شکل ۲-۱۲) مشخصه تغییرات ادمیتانس منبع با تغییر فرکانس ۳۴
- شکل ۲-۱۳) مشخصه تغییرات ادمیتانس بار با تغییر فرکانس ۳۵
- شکل ۲-۱۴) شبکه پایین گذر ۳۵
- شکل ۲-۱۵) شبکه بالا گذر ۳۶
- شکل ۲-۱۶) مدار تقویت‌کننده و بایاس در حالت استفاده از فیدبک ۳۸
- شکل ۲-۱۷) دایره پایداری بار و تعیین مقاومت بارگذاری در خروجی ۳۹
- شکل ۲-۱۸) VSWR ورودی و خروجی و عدد نویز برای تقویت‌کننده کم نویز با مقاومت بار شده ۴۰
- شکل ۲-۱۹) مشخصه بهره توان تقویت‌کننده همراه با ضریب پایداری ذاتی ترانزیستور بار شده با مقاومت ۴۰
- شکل ۲-۲۰) مشخصه تغییرات ادمیتانس منبع با تغییر فرکانس ۴۱
- شکل ۲-۲۱) مشخصه تغییرات ادمیتانس بار با تغییر فرکانس ۴۱
- شکل ۲-۲۲) مدار تقویت‌کننده همراه با بایاس در حالت مقاومت بارگذاری ۴۴
- شکل ۲-۲۳) مدار استفاده شده برای تقویت‌کننده بار شده با مقاومت ۴۴
- شکل ۲-۲۴) مشخصه نویز تقویت‌کننده ۴۵
- شکل ۲-۲۵) مشخصه بهره توان تقویت‌کننده ۴۵
- شکل ۲-۲۶) مشخصه ضریب انعکاس ورودی ۴۶
- شکل ۲-۲۷) مشخصه ضریب انعکاس خروجی ۴۶
- شکل ۲-۲۸) مشخصه بهره توان معکوس تقویت‌کننده ۴۷

بخش ۳) طراحی و ساخت سینتی‌سایزر فرکانسی

- شکل ۳-۱) بلوک دیاگرام یک حلقه PLL ساده ۵۰
- شکل ۳-۲) بلوک دیاگرام یک حلقه PLL با تقسیم‌کننده فرکانسی ۵۰
- شکل ۳-۳) سیستم PLL در حوزه فرکانس ۵۶

- شکل ۳-۴) دیاگرام بد تابع تبدیل فاز یک سیستم PLL مرتبه ۲ ۵۸
- شکل ۳-۵) دیاگرام بد تابع تبدیل خطای فاز برای یک سیستم PLL مرتبه ۲ ۵۸
- شکل ۳-۶) شکل پاسخ حالت قفل برای ناحیه $\Delta\omega_L$ ۵۹
- شکل ۳-۷) فرآیند قفل شدن -الف) بیک انحراف فرکانسی کوچکتر از افسست $\Delta\omega$ لذا فرآیند قفل شدن به کندی انجام می شود ب) بیک انحراف فرکانسی به بزرگی فرکانس افسست می باشد لذا فرآیند قفل شدن سریع است ۶۱
- شکل ۳-۸) عملکرد آشکارساز فاز - فرکانس در حالت‌های مختلف ۶۳
- شکل ۳-۹) بلوک دیاگرام PLL دیجیتال (با تقسیم فرکانسی) ۶۴
- شکل ۳-۱۰) مدار معادل PLL دیجیتال در حوزه فرکانس ۶۴
- شکل ۳-۱۱) مدار بلوکی PLL دیجیتال در حالت قفل ۶۴
- شکل ۳-۱۲) بلوک دیاگرام پیش بینی شده برای سینتی سائزر مورد نظر ۶۸
- شکل ۳-۱۳) پاسخ پله سیستم مرتبه ۲ استاندارد ۷۲
- شکل ۳-۱۴) مدار بلوکی استفاده شده برای تحلیل پاسخ پله حلقه سینتی سائزر ۷۲
- شکل ۳-۱۵) شکل پاسخ پله فرکانسی مدار سینتی سائزر برای $N=800$ ۷۳
- شکل ۳-۱۶) مدار بلوکی استفاده شده برای شبیه سازی حلقه سینتی سائزر در حالت‌های مختلف ۷۳
- شکل ۳-۱۷) پاسخ سینتی سائزر شبیه سازی شده به تغییر کانال ۷۴
- شکل ۳-۱۸) خروجی فیلتر حلقه متناسب با تغییرات کانال اعمال شده در شکل‌های (۳-۱۶) و (۳-۱۷) ۷۴
- شکل ۳-۱۹) مدار بلوکی استفاده شده برای تحلیل پهنای باند خروجی سینتی سائزر ۷۴
- شکل ۳-۲۰) پهنای باند یکطرفه سیستم سینتی سائزر حول فرکانس خروجی ۷۵
- شکل ۳-۲۱) تغییرات فاز متناسب با تغییر فرکانس خروجی سینتی سائزر ۷۵
- شکل ۳-۲۲) طیف خروج سینتی سائزر برای مشاهده نویز FM ۷۶

بخش ۴) جمع‌بندی و نتیجه گیری

- شکل ۴-۱) مشخصه VSWR پورت RF میکسر ۸۰

شکل ۴-۲) مشخصه VSWR پورت IF میکسر	۸۰
شکل ۴-۳) مشخصه ایزولاسیون بین LO و IF	۸۱
شکل ۴-۴) مشخصه ایزولاسیون بین LO و RF	۸۱
شکل ۴-۵) مشخصه تلفات عبوری میکسر	۸۱
شکل ۴-۶) نتایج بدست آمده از روابط برای طراحی فیلتر	۸۲
شکل ۴-۷) مشخصه VSWR ورودی برای فیلتر میانگذر	۸۲
شکل ۴-۸) مشخصه تضعیف فیلتر میانگذر	۸۳
شکل ۴-۹) مشخصه VSWR خروجی برای فیلتر میانگذر	۸۳
شکل ۴-۱۰) مقادیر انتخاب شده برای عناصر فیلتر	۸۴
شکل ۴-۱۱) مشخصه VSWR ورودی برای فیلتر میانگذر بعد از انتخاب مقادیر جدید برای عناصر	۸۴
شکل ۴-۱۲) مشخصه تضعیف فیلتر میانگذر بعد از انتخاب مقادیر جدید برای عناصر	۸۵
شکل ۴-۱۳) مشخصه VSWR خروجی برای فیلتر میانگذر بعد از انتخاب مقادیر جدید برای عناصر	۸۵

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱) انواع آشکارسازهای فاز مورد استفاده در سیستم PLL	۵۳
جدول ۳-۲) انواع فیلترهای حلقه مورد استفاده در سیستمهای PLL	۵۴

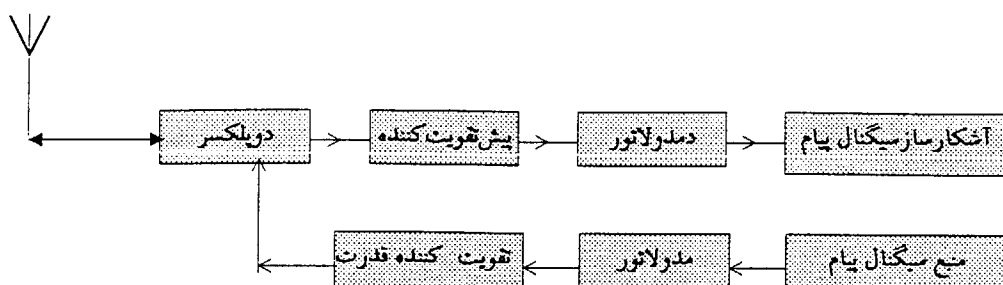
بخش اول

تعیین مشخصات قسمت RF گیرنده

مقدمه

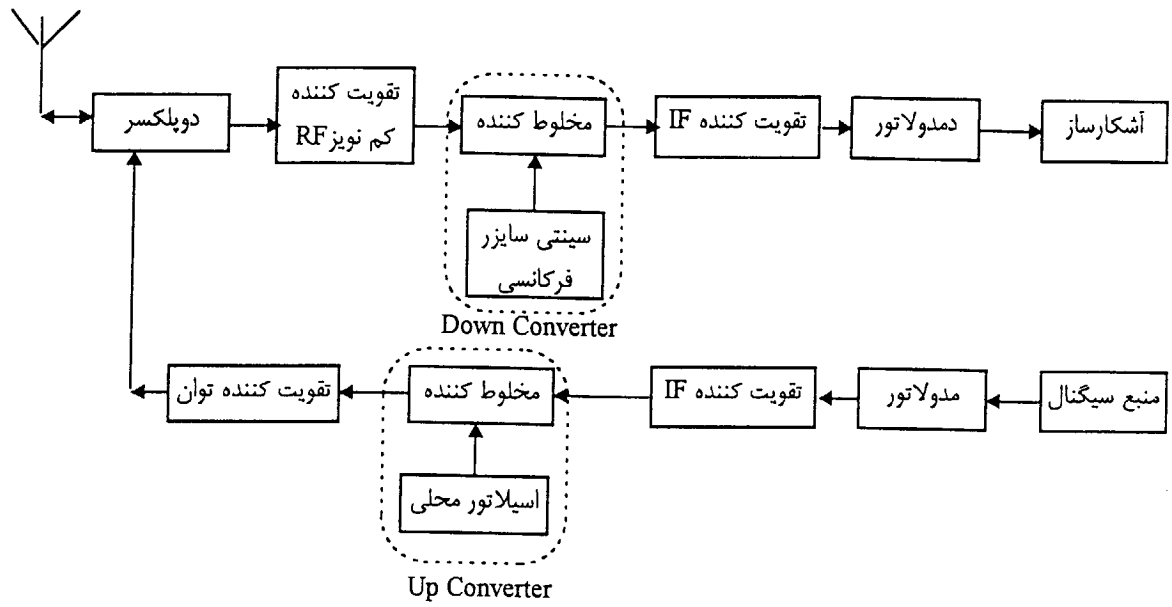
یک سیستم مخابراتی شامل دو قسمت اصلی گیرنده و فرستنده با اضافه آنتن برای ارسال و دریافت امواج الکترومغناطیسی می باشد که در این جا مقدمه ای برای آشنایی با سیستم گیرنده ارائه می شود و سپس برای یک عملکرد خاص به بررسی جزئیات آن می پردازیم.

به طور کلی بلوک دیاگرام یک سیستم گیرنده و فرستنده ساده به شکل زیر می باشد:

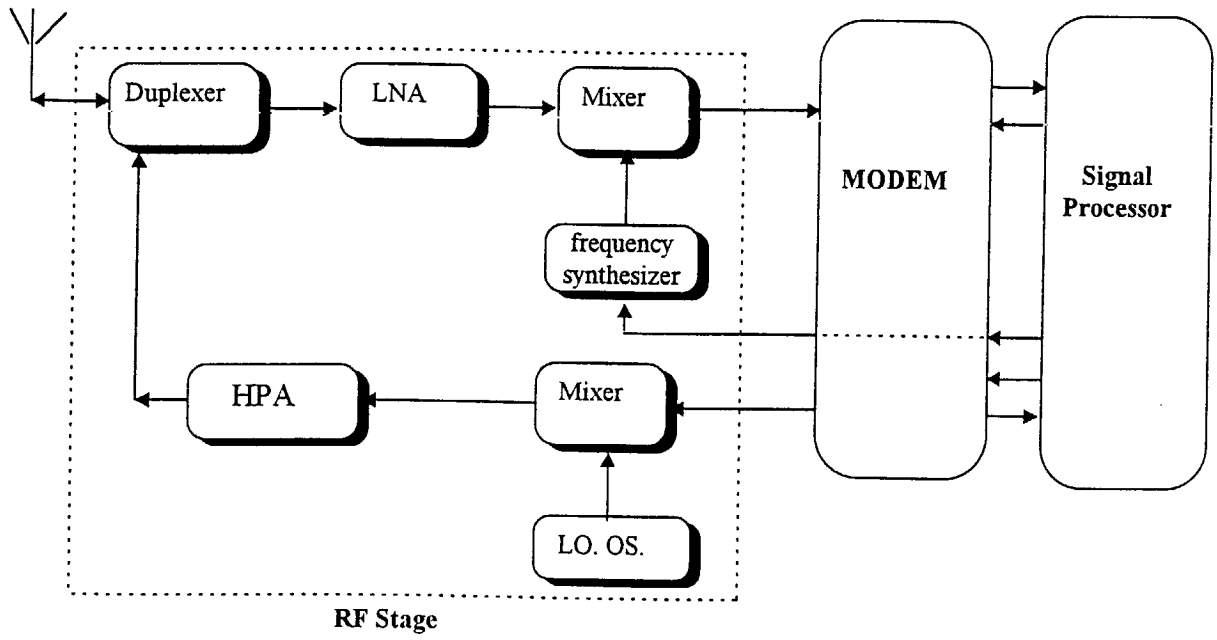


شکل ۱-۱) بلوک دیاگرام ساده یک سیستم مخابراتی

که هر یک از بلوک های مختلف در شکل فوق برای انواع مدولاسیون دارای شکل و تنوع خاص خود می باشد و در این مبحث بلوک دیاگرام فوق را برای مدولاسیون FMI بررسی می کنیم. لذا می توان سیستم فوق را با جزئیات بیشتر به صورت شکل (۲-۱) نشان داد که این شکل، یک سیستم آنالوگ را به نمایش می گذارد اما برای یک سیستم دیجیتال که مورد نظر ما می باشد بلوک دیاگرام به صورت شکل (۳-۱) می باشد.



شکل (۲-۱) سیستم مخابراتی FM آنالوگ



شکل (۳-۱) بلوک دیاگرام یک نمونه سیستم مخابراتی دیجیتال

حال قبل از اینکه به بررسی زیرسیستم‌های شکل (۳-۱) برای یک مورد خاص ارتباطات پردازیم ابتدا یک

سری پارامترهای مورد نظر، در رابطه با سیستم مخابراتی معرفی می‌شود.