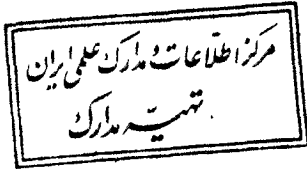


به نام خدا



"طراحی و ساخت STALO در رادار MTI"

محسن میوه چینی

۱۸۵۹۱

پایان نامه تحصیلی برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مخابرات



دانشکده برق و کامپیوتر

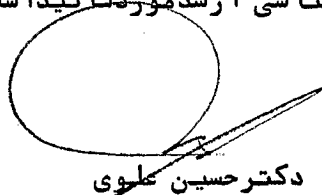
دانشگاه صنعتی اصفهان

تابستان ۱۳۶۹

۲۸۱

۱۹۹۹۱

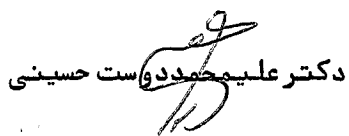
کیفیت و ارزش گزارش حاضر به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد مورد تأیید است .



دکتر حسین علوی

استاد راهنمای پروژه

کیفیت و ارزش گزارش حاضر به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد مورد تأیید است .



دکتر علی محمد دوست حسینی

با یاد آنکه هستی تجلی اوست

بر خود لازم می‌دانم برای فراهم آمدن این مجموعه تشکر کنم از :

آقای دکتر حسین علوی استاد پروژه که در تمامی مراحل انجام پروژه از دلگرمی و راهنمایی‌های ارزشمندشان برخوردار بوده‌ام .
آقایان دکتر علی محمد دوست حسینی و مهندس سعید صدیقی که زحمات مطالعه و تصحیح گزارش پروژه را متقبل شدند .
و باگرا میداشت : تمام اساتید و معلمان خود که بنحوی در آموزش و هدایت ما سهمیهیم بوده‌اند .

تقدیم بہ ما دروہم سرم

فهرست مطالب

صفحه	
۱	فصل اول : مقدمه
۴	فصل دوم : رادار MTI و نقش STALO در آن
۴	۲-۱ مقدمه
۶	۲-۲ رادار MTI
۸	۲-۳ STALO در رادار MTI
۱۰	۲-۴ تاثیر نا پایداری STALO
۱۲	۲-۵ کنترل فرکانس در رادار MTI با نوسان ساز قدرت
۱۶	فصل سوم : منابع سیگنال قابل تنظیم مایکروویو
۱۶	۳-۱ مقدمه
۱۶	۳-۲ خلوص طیف منابع RF
۱۸	۳-۳ ساختارهای متداول منابع سیگنال مایکروویو قابل تنظیم
۲۰	۳-۳-۱ نوسان سازهای ترازیستوری
۲۱	۳-۳-۲ نوسان سازهای با نیمه‌هادی مقاومت منفی
۳۲	۳-۳-۳ منابع سیگنال مبتنی بر PLL و سینتی سائیزرها
۴۳	۳-۴ قابلیت تنظیم فرکانس و نویز با ندجا نی
۴۷	فصل چهارم : نوسان سازهای کریستالی کنترل شونده با ولتاژ (VCXO)
۴۷	۴-۱ مقدمه
۴۸	۴-۲ پایداری فرکانس نوسان ساز
۵۱	۴-۳ مروری بر مشخصات کریستالها
۵۱	۴-۳-۱ برشهای کریستال
۵۳	۴-۳-۲ مدار معادل کریستال
۵۵	۴-۳-۳ فرکانسهای تشدید و تغییر آن
۵۷	۴-۴ برخی نکات مهم در مدار VCXO

۵۹	۴-۵ آنالیزمذا رنوسا نسا ز
۶۶	۴-۶ تشریح پیک روش عملی طراحی
۶۸	۴-۷ دیوده‌های ورکتور
۷۳	فصل پنجم: ضرب کننده‌های فرکانس
۷۳	۵-۱ مقدمه
۷۴	۵-۲ ضرب فرکانس توسط تقویت کننده ترا نزیستوری
۷۴	۵-۲-۱ ضرب فرکانس توسط را نندن تقویت کننده به ناحیه غیرخطی
۸۰	۵-۲-۲ ضرب کننده‌های کلاس C
۸۶	۵-۳ دو برابر کننده‌های فرکانس
۸۶	۵-۳-۱ دو برابر کننده فرکانس دیودی
۸۸	۵-۳-۲ دو برابر کننده فرکانس Push-Push
۹۱	۵-۳-۳ انواع دیگر دو برابر کننده فرکانس
۹۱	۵-۴ ضرب کننده‌های ورکتوری
۹۲	۵-۴-۱ آنالیز سیگنال کوچک یک ضرب کننده فرکانس ورکتوری
۹۷	۵-۴-۲ آنالیز سیگنال بزرگ یک ضرب کننده فرکانس ورکتوری
۱۰۸	۵-۴-۳ انواع دیگر ضرب کننده‌های ورکتوری
۱۰۹	۵-۵ ضرب کننده توسط PLL
۱۱۰	فصل ششم: خطوط مایکرو استریپ
۱۱۰	۶-۱ مقدمه
۱۱۳	۶-۲ خطوط انتقال
۱۱۶	۶-۳ امپدانس خطوط انتقال
۱۱۸	۶-۴ خطوط مایکرو استریپ
۱۲۰	۶-۴-۱ روابط آنالیز و سنتز مایکرو استریپ
۱۲۲	۶-۴-۲ اثر جعبه فلزی
۱۲۴	۶-۴-۳ ناپیوستگی‌ها در مایکرو استریپ
۱۲۴	۶-۵ اثر افزایش فرکانس در مایکرو استریپ

۱۲۵	۶-۵-۱ وابستگی Z_0 و ϵ_{eff} به فرکانس
	۶-۵-۲ محدودیت فرکانسی ناشی از تحریک مد TM و تشدید عرضی
۱۲۵	مایکرواستریپ
۱۲۶	۶-۶ تلفات در مایکرواستریپ و فاکتور Q
۱۳۱	۶-۷ مدهای فرد و زوج در خطوط کوپل شده موازی مایکرواستریپ
۱۳۲	۶-۷-۱ آنالیز نیمه تجربی
۱۳۴	۶-۷-۲ سنتز و آنالیز خطوط کوپل شده بروش اخترزاد
۱۳۶	۶-۷-۳ رابطه ضریب کوپلاژ با امپدانسهای مشخصه و فرکانس
۱۳۸	۶-۸ مدارهای جمع کننده - تقسیم کننده توان
۱۴۱	۶-۹ خطوط کوآکسیال و استریپ لاین
۱۴۵	فصل هفتم: فیلتر در باندهای فرکانسی مختلف
۱۴۵	۷-۱ مقدمه
۱۴۸	۷-۲ طراحی عناصر فشرده برای باندهای VHF و UHF
۱۴۹	۷-۲-۱ اندوکتانس فشرده
۱۵۲	۷-۲-۲ خازن فشرده
۱۵۴	۷-۳ مدارهای تشدید ربع و نصف طول موج
۱۵۷	۷-۴ محفظه‌های تشدید
۱۶۰	۷-۵ فیلترهای YIG
۱۶۱	۷-۶ فیلتر با عناصر فشرده
۱۶۳	۷-۷ فیلترهای متشکل از خطوط کوپل شده موازی
۱۶۳	۷-۷-۱ خطوط کوپل شده موازی
۱۶۷	۷-۷-۲ فیلتر اینتردیجیتال
	۷-۷-۳ یک روش طراحی فیلتر اینتردیجیتال میله‌ای با پهنای
۱۷۳	با ند کوچک

۱۷۸	فصل هشتم: طراحی و ساخت یک نمونه عملی STALO در باند L
۱۷۸	۸-۱ مقدمه
۱۷۹	۸-۲ پارامترهای مورد نظر
۱۸۰	۸-۳ انتخاب VCXO و بلوک دیاگرام STALO
۱۸۲	۸-۴ مدار VCXO و بافر
۱۸۸	۸-۵ اولین و دومین مدار ضرب کننده فرکانس
۱۸۸	۸-۶ سومین و چهارمین مدار ضرب کننده فرکانس
۱۹۵	۸-۷ ضرب کننده و رکتوری و فیلتر اینتردیجیتال
۲۰۰	۸-۸ مدار تقسیم کننده توان و یلکینسون و تقویت کننده های مایکروویو
۲۰۷	فصل نهم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۲۰۹	مراجع :

فصل دوم

- ۲-۱ بلوک دیاگرا میک را دا ریالسی ساده ۵
- ۲-۲ دیاگرا مزمانی یک پریودا رسال ۵
- ۲-۳ بلوک دیاگرا مرا دا ر MTI با تقویت کننده قدرت ۹
- ۲-۴ بلوک دیاگرا مرا دا ر MTI با نوسا نسا ز قدرت ۱۰
- ۲-۵ تعریف ضریب بهبود برای یک سیستم ۱۲
- ۲-۶ بخشی از یک را دا ر MTI با سیستم کنترل فرکانس ۱۳

فصل سوم

- ۳-۱ نسبت توان با ندجا نبی به حامل ۱۹
- ۳-۲ توان خروجی یک ترازیستور قدرت مایکروویوسیلیکونی ۲۰
- ۳-۳ مشخصه جریان - ولتاژ یک دیود تونل ژرمانیومی ۲۲
- ۳-۴ مدار معادل دیود تونل ۲۲
- ۳-۵ نوسا نسا زمقاومت منفی ۲۳
- ۳-۶ مدار معادل نوسا نسا ز دیود تونل ۲۵
- ۳-۷ توان خروجی یک نوسا نسا ز تونل بر حسب فرکانس ۲۷
- ۳-۸ دیاگرا مباندهای هدایت $G_a A_s$ ۲۸
- ۳-۹ مشخصه سرعت - میدان در دیود Gunn ۲۸
- ۳-۱۰ مدار معادل دیود Gunn ۲۸
- ۳-۱۱ نوسا نسا ز Coaxial Gunn ۲۹
- ۳-۱۲ مدار معادل نوسا نسا ز Coaxial Gunn ۲۹
- ۳-۱۳ توان خروجی بر حسب فرکانس در یک نوسا نسا ز Gunn ۳۰
- ۳-۱۴ نویز فایزیک نوسا نسا ز Gunn در بانده X و بانده J ۳۱
- ۳-۱۵ توان خروجی یک نوسا نسا ز IMPATT ۳۲
- ۳-۱۶ سینتی سائیزر نوع مستقیم با ۱۰۰۰ فرکانس قابل انتخاب ۳۴
- ۳-۱۷ سینتی سائیزر مستقیم در مبنای ۱۰ ۳۵
- ۳-۱۸ بلوک دیاگرا حلقه قفل شده فاز ۳۶

۳۷	۳-۱۹ مدل حلقه قفل شده فاز
۳۸	۳-۲۰ سینتی سا یزر آنالوگ با PLL
۳۸	۳-۲۱ ضرب کننده فرکانس قابل برنا مهریزی
۴۰	۳-۲۲ سینتی سا یزر با حلقه چندگانه - مینای ۱۰
۴۱	۳-۲۳ سینتی سا یزر با عناصر YIG
۴۱	۳-۲۴ سینتی سا یزر ما یکر و ویوبا ضرب کننده
۴۱	۳-۲۵ سینتی سا یزر ما یکر و ویوبا یک سیگنال مرجع
۴۲	۳-۲۶ منبع سیگنال ما یکر و ویومبتنی بر VCXO و ضرب کننده های فرکانس
۴۴	۳-۲۷ مدل نویز با ندجا نبی نوسا نسا ز
۴۶	۳-۲۸ منحنی ولتاژ نویز با ندجا نبی

فصل چهارم

۴۹	۴-۱ شکل عمومی تقویت کننده با فیدبک
۵۰	۴-۲ فرم عمومی نوسا نسا ز با مقامت منفی
۵۱	۴-۳ وابستگی برشهای مختلف کریستال به دما
۵۲	۴-۴ منحنی واقعی تغییرات راکتانس کریستال بر حسب فرکانس
۵۳	۴-۵ مدار معادل کریستال در حالت کلی
۵۴	۴-۶ مدار معادل کریستال
۵۴	۴-۷ دیاگرام صفر و قطبهای $Z(s)$
۵۴	۴-۸ منحنی تغییرات راکتانس بر حسب فرکانس
۵۶	۴-۹ خازن موازی با کریستال
۵۷	۴-۱۰ اثر سری کردن سلف و خازن بر منحنی راکتانس کریستال
۵۸	۴-۱۱ چند نمونه متداول VCXO
۶۰	۴-۱۲ مدار معادل نوسا نسا ز کریستالی کلپ (با حذف ورکتور)
۶۱	۴-۱۳ مدار متصل به کریستال
۶۳	۴-۱۴ مدار معادل در حالت نوسان دائمی
۶۴	۴-۱۵ مدار رکتور کریستال و ورکتور

۶۴	۴-۱۶	مدار نوسان ساز با ورتور
۶۵	۴-۱۷	ترکیب سری کریستال و سلف و ورتور
۶۶	۴-۱۸	فرم عمومی منحنی تغییر فرکانس بر حسب راکتانس سری
۶۷	۴-۱۹	ترکیب سری سلف و ورتور
۶۹	۴-۲۰	مدار معادل ورتور
۷۱	۴-۲۱	منحنی عمومی تغییرات Q بر حسب فرکانس
۷۱	۴-۲۲	مدولاسیون ظرفیت توسط سیگنال a.c

فصل پنجم

۷۴	۵-۱	تقویت کننده ترازیستوری
۷۶	۵-۲	توابع بسل از مرتبه ثابت بر حسب آرگومان x
۷۸	۵-۳	توابع بسل اصلاح شده بر حسب پارامتر نرمالیزه x
	۵-۴	جریان نرمالیزه کلکتور بر حسب زاویه برای ولتاژ سینوسی اعمالی به پیوند
۷۸		
۸۱	۵-۵	تقویت کننده کلاس C با MOSFET
۸۴	۵-۶	ضرب کننده کلاس C Mixed-Mode
۸۷	۵-۷	دو برابر کننده فرکانس دیودی
۸۸	۵-۸	بسط فوری چند سیگنال
۸۹	۵-۹	دو برابر کننده فرکانس Push-Push
۸۹	۵-۱۰	دو برابر کننده Push-Push با استفاده از یک مدار مجتمع
۹۵	۵-۱۱	مدار مورد استفاده در آنالیز ضرب کننده ورتوری
۹۸	۵-۱۲	منحنی g_T بر حسب Q_0 برای هارمونیکها، $C \propto \frac{1}{\sqrt{V}}$ و $\alpha=0.85$
۹۸	۵-۱۳	منحنی g_T بر حسب Q_0 برای هارمونیکها، $C \propto \frac{1}{\sqrt{V}}$ و $\alpha=0.90$
۹۹	۵-۱۴	منحنی g_T بر حسب Q_0 برای هارمونیکها، $C \propto \frac{1}{\sqrt{V}}$ و $\alpha=0.95$
۹۸	۵-۱۵	منحنی g_T بر حسب Q_0 برای هارمونیکها، $C \propto \frac{1}{\sqrt[3]{V}}$ و $\alpha=0.85$
۹۸	۵-۱۶	منحنی g_T بر حسب Q_0 برای هارمونیکها، $C \propto \frac{1}{\sqrt[3]{V}}$ و $\alpha=0.90$

۹۹	۵-۱۷	منحنی g_T برحسب Q_0 برای هارمونیکها، $C \propto \frac{1}{\sqrt{V}}$ و $\alpha=0.95$
۹۹	۵-۱۸	مدار معادل دیود
۱۰۲	۵-۱۹	مدار معادل ضرب کننده فرکانس ورکتوری
۱۰۳	۵-۲۰	مدار معادل ورودی و خروجی
۱۰۵	۵-۲۱	تلفات تبدیل برحسب Q دیود برای مقادیر مختلف ضریب فوریه b_n
۱۰۵	۵-۲۲	راندمان برحسب v/v_{opt}
	۵-۲۳	منحنی های تئوریک تلفات تبدیل برحسب n برای یک دیود
۱۰۸		نوعی
۱۰۸	۵-۲۴	ضرب کننده ورکتوری با دیود موازی
۱۰۸	۵-۲۵	ضرب کننده ورکتوری با Idler

فصل ششم

۱۱۱	۶-۱	انواع مختلف خطوط انتقال مشتق شده از مایکرو استریپ
۱۱۲	۶-۲	تفاوت مایکرو استریپ با خط دوسیم
۱۱۳	۶-۳	مدار معادل یک عنصر دیفرانسیلی از خط انتقال
۱۱۶	۶-۴	خط انتقال متصل به بار
۱۱۸	۶-۵	شمای عمومی مایکرو استریپ
۱۲۲	۶-۶	امپدانس مشخصه برحسب $\frac{w}{h}$ و ϵ_r
۱۲۳	۶-۷	سطح مقطع عرضی مایکرو استریپ شیلد شده
۱۲۴	۶-۸	خمیدگی عمودی مایکرو استریپ
۱۲۷	۶-۹	فرکانس آستانه تحریک مد TM برحسب h و ϵ_r
۱۲۷	۶-۱۰	رابطه بین عوامل اصلی تعیین کننده نوع دی الکتریک
	۶-۱۱	تغییرات فاکتورهای Q برحسب فرکانس برای رزنا تور ربع
۱۳۰		موج HE_{11} مایکرو استریپ
۱۳۱	۶-۱۲	توزیع میدان ناشی از مزدوج ومدفرد
۱۳۱	۶-۱۳	سطح مقطع عرضی خطوط کوپل شده موازی
۱۳۲	۶-۱۴	تفکیک ظرفیتها

- ۱۳۶ ۶-۱۵ منحنی عمومی مورد استفاده در سنتز بزوش اخترزاد
- ۱۳۷ ۶-۱۶ شکل عمومی تغییر کوپلاژ بر حسب فرکانس در یک کوپلر تطبیق شده با زای کوپلاژ ضعیف
- ۱۳۸ ۶-۱۷ سه نوع کوپلر جهت دار
- ۱۴۰ ۶-۱۸ شمای عمومی جمع کننده توان Wilkinson
- ۱۴۱ ۶-۱۹ جمع کننده - تقسیم کننده توان Wilkinson توسط مایکرواستریپ
- ۱۴۱ ۶-۲۰ تقسیم کننده توان Split-Tee
- ۱۴۲ ۶-۲۱ سه نوع از خطوط کوکسیال
- ۱۴۳ ۶-۲۲ خط انتقال استریپ لاین

فصل هفتم

- ۱۴۷ ۷-۱ یک فیلتر پاییین گذر و تحقق آن با عنا صرنیمه فشرده توسط مایکرواستریپ
- ۱۴۸ ۷-۲ فیلتر میا نگذریبا خطوط کوپل شده موازی مایکرواستریپ
- ۱۴۸ ۷-۳ یک فیلتر میا نگذریبا نه ای
- ۱۴۸ ۷-۴ فیلتر میا نگذریبا استفاده از زمبدل امپدانس پله ای
- ۱۴۸ ۷-۵ فیلتر میا نگذریبا متشکل از خطوط ربع طول موج
- ۱۴۹ ۷-۶ اندوکتانس فشرده حاصل از یک تکه کوچک خط انتقال
- ۱۵۱ ۷-۷ اندوکتانس و KQ بر حسب l/w برای نوارهای تخت
- ۱۵۲ ۷-۸ ضریب تصحیح K بر حسب w/t
- ۱۵۲ ۷-۹ دو نوع اندوکتانس با حلقه تخت
- ۱۵۳ ۷-۱۰ سه نوع خازن فشرده قابل ساخت با فیبرمدار چایی
- ۱۵۵ ۷-۱۱ خط انتقال نصف طول موج اتصال کوتاه و مدار معادل آن
- ۱۵۷ ۷-۱۲ خط ربع طول موج مدار با زومدار معادل
- ۱۵۷ ۷-۱۳ خط ربع طول موج اتصال کوتاه و مدار معادل
- ۱۵۸ ۷-۱۴ محافظ تشدید مستطیلی
- ۱۵۸ ۷-۱۵ الگوی امواج ایستاده در موجبر اتصال کوتاه شده
- ۱۶۰ ۷-۱۶ محافظ تشدید قابل تنظیم
- ۱۶۱ ۷-۱۷ شمای کلی یک فیلتر YIG

۱۶۱	۷-۱۸ مدار معادل فیلتر YIG
۱۶۲	۷-۱۹ تحقق سلف توسط مایکرواستریپ
۱۶۳	۷-۲۰ تحقق خازن توسط مایکرواستریپ
۱۶۴	۷-۲۱ چندنوع فیلتر متشکل از یک زوج خط کوپل شده موازی
۱۶۵	۷-۲۲ برخی از انواع خطوط کوپل شده موازی
۱۶۶	۷-۲۳ زوج خط متشکل از هادی با مقطع مستطیلی
۱۶۶	۷-۲۴ زوج خط نامتقارن میله‌ای
۱۶۸	۷-۲۵ یک فیلتر اینتردیجیتال
۱۶۹	۷-۲۶ سطح مقطع میله‌های کوپل شده بین صفحات زمین موازی
۱۶۹	۷-۲۷ پاسخ فیلتر بفرم اولیه (پایین گذر) و پاسخ فیلتر میانه گذر متناظر
۱۷۲	۷-۲۸ ظرفیت‌های خازنی متناظر با فیلتر اینتردیجیتال
۱۷۲	۷-۲۹ مدار معادل برای محاسبه ضریب کوپلاژ
	۷-۳۰ فیلتر اینتردیجیتال میله‌ای با سطح مقطع مساوی و کوپلاژ مستقیم
۱۷۳	به میله‌های انتهایی
۱۷۵	۷-۳۱ منحنی ضریب کوپلاژ بین میله‌های مجاور
۱۷۷	۷-۳۲ منحنی Q میله تشدید کننده متصل به با برحسب محل اتصال

فصل هشتم

۱۸۰	۸-۱ بلوک دیاگرام
۱۸۳	۸-۲ مدار ساخته شده VCXO و با فر
۱۸۵	۸-۳ منحنی فرکانس نوسان ساز برحسب راکتانس سری با کریستال
	۸-۴ منحنی حاصل از اندازه‌گیری فرکانس STALO برحسب ولتاژ کنترلی
۱۸۵	در دو حالت با ندپهن و با ریک
۱۸۶	۸-۵ منحنی پاسخ فرکانس کریستال مورد استفاده
۱۸۷	۸-۶ منحنی بهره و توان برحسب فرکانس در آ سی SL560
۱۸۹	۸-۷ مدار اولین و دومین ضرب کننده فرکانس
۱۹۰	۸-۸ مدار سومین و چهارمین ضرب کننده فرکانس

۱۹۲	۸-۹ طرح فیبرسومین مدا ردوبرا برکننده فرکا نس
۱۹۳	۸-۱۰ طرح فیبرچها رمین مدا ردوبرا برکننده فرکا نس
۱۹۴	۸-۱۱ طیف فرکا نسی سیگنال خروجی دوبرا برکننده سوم
۱۹۴	۸-۱۲ طیف فرکا نسی سیگنال خروجی دوبرا برکننده چها رم
۱۹۵	۸-۱۳ مدا ر شما تیک چها ربرا برکننده فرکا نس
۱۹۷	۸-۱۴ وضعیت هندسی و ابعاد فیلتر همرا ه با دیود ورکتور
۱۹۸	۸-۱۵ پاسخ فرکا نس فیلتر
۱۹۸	۸-۱۶ پاسخ فرکا نس فیلتر در محدوده مورد نظر
۱۹۹	۸-۱۷ طیف سیگنال در خروجی ضرب کننده ورکتوری
۲۰۰	۸-۱۸ طیف نویز سیگنال خروجی ضرب کننده ورکتوری
۲۰۱	۸-۱۹ مدا ر تقسیم کننده توان و تقویت کننده های مایکروویو
۲۰۱	۸-۲۰ طرح زیر فیبر مدا ر تقسیم کننده توان و تقویت کننده های مایکروویو
۲۰۲	۸-۲۱ نمونه مدا ر داخلی یک MMIC
۲۰۴	۸-۲۲ پاسخ فرکا نس مدا ر تقسیم کننده و تقویت کننده توان در پهنای باند وسیع
۲۰۵	۸-۲۳ پاسخ فرکا نس مدا ر تقسیم کننده و تقویت کننده توان در پهنای باند ۱۰۰ مگا هرتز
۲۰۶	۸-۲۴ طیف فرکا نسی یکی از سیگنالهای خروجی STALO
۲۰۶	۸-۲۵ طیف فرکا نسی یک منبع سیگنال تجار تی بمنظور مقایسه