

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه رازی است.



دانشکده فنی ومهندسی

گروه برق- الکترونیک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته برق

گرایش الکترونیک

عنوان پایان نامه

طراحی و مدل سازی تقویت کننده ی کم نویزولتاژ پایین با استفاده از شبکه ی

عصبی برای کاربرد بلوتوث

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا کریمی

نگارش:

صدیقه بابایی صداقت

بهمن ۱۳۸۹

از زحمات بی دریغ تمام کسانی که در انجام این پایان نامه به من یاری رساندند بالاخص دکتر کریمی کمال تشکر را دارم و با تشکر از خانواده‌ام که در تمام مراحل زندگی یار و پشتیبان من هستند.

تقدیم به:

پدر بزرگوارم، مادر گرامیم و همسر عزیزم

به پاس تمام زحماتشان.

چکیده

با توجه به اشغال شدن طیف‌های فرکانسی پایین، تنها انتخاب برای بسیاری از کاربردها استفاده از امواج فرکانس بالا است. بلوتوث یک فناوری پیچیده و پرکاربرد است. به نوعی می‌توان گفت که هر وسیله الکترونیکی، که در آن ردپایی از انتقال اطلاعات دیده می‌شود، می‌تواند به این فناوری مجهز شود. بلوتوث از این لحاظ خوب است که نیاز به کابل و سیم را بر طرف نموده و به جای آن از موج رادیویی استفاده می‌کند. بدلیل اینکه سیستم بلوتوث سیگنال‌های با توان پایین را در باند ISM (دستگاه‌های صنعتی، علمی و پزشکی) می‌گیرد. بنابراین این سیستم مستعد برای تداخل است و وجود LNA (تقویت کننده کم نویز) برای سیستم بلوتوث ضروری است. LNA بلوک کلیدی درگیرنده front-end فرکانس بالا است، چون اثر مهمی در عملکرد نویزی سیستم کلی دارد. ما در این پایان‌نامه، تقویت کننده کم نویز با ولتاژ و توان مصرفی خیلی پایین با تکنولوژی CMOS در مقیاس 0/18 میکرون را برای کاربرد بلوتوث طراحی کردیم.

از طرفی، شبکه‌های عصبی مصنوعی اخیراً به دلیل دقت بالا به عنوان یک پیشنهاد مناسب در سطوح مختلف از مدل‌سازی و بهینه‌سازی مدارات و قطعات فرکانس بالا هستند. به همین علت ما در این پایان‌نامه بعد از طراحی مدار LNA به مدل‌سازی آن با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌پردازیم و سپس نتایج حاصل از شبکه‌ی آموزش دیده و نتایج شبیه‌سازی حاصل از ADS را به منظور رسیدن به پارامترهای بهینه با هم مقایسه می‌کنیم. که نتایج حاکی از دقت بالای شبکه در مدل‌سازی است.

کلید واژگان: بلوتوث، تقویت کننده کم نویز (LNA)، شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network)، فرکانس رادیویی.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول
۲	مقدمه
۲	۱-۱ فرکانس رادیویی
۳	۲-۱ ولتاژ پایین
۵	۳-۱ بلوتوث
۷	۴-۱ تقویت کننده‌ی کم نویز (LNA)
۷	۵-۱ مدلسازی با استفاده از شبکه عصبی
۸	۶-۱ ضرورت انجام این پایان نامه
۸	۷-۱ ساختار بندی مطالب

فصل دوم: مقدمه‌ای بر ساختار شبکه‌های عصبی بیولوژیکی و مصنوعی

۱۰	۱-۲ انگیزه‌های بیولوژیکی
۱۲	۲-۲ شبکه عصبی مصنوعی چیست؟
۱۲	۳-۲ تشابهات شبکه‌های عصبی بیولوژیکی و مصنوعی
۱۲	۴-۲ تاریخچه‌ی شبکه‌های عصبی
۱۳	۵-۲ مبانی شبکه‌های عصبی مصنوعی
۱۳	۶-۲ اصول محاسباتی شبکه عصبی
۱۳	۱-۶-۲ اجزای یک نرون
۱۴	۲-۶-۲ توابع محرک
۱۶	۳-۶-۲ مدل چند ورودی
۱۷	۷-۲ معماری شبکه عصبی
۱۷	۱-۷-۲ شبکه‌های پیشرو
۱۸	۲-۷-۲ شبکه‌های پسرو
۱۸	۸-۲ الگوریتم‌های آموزشی
۱۸	۱-۸-۲ آموزش همراه با نظارت
۱۹	۲-۸-۲ آموزش بدون نظارت
۱۹	۹-۲ اصول شبکه‌های عصبی مصنوعی
۲۰	۱۰-۲ خواص و کاربردهای شبکه‌های عصبی مصنوعی

فصل سوم: طراحی تقویت کننده‌ی کم نویز

۲۳	مقدمه
۲۳	۱-۳ نقش LNA در گیرنده‌ها
۲۴	۲-۳ پارامترهای مهم عملکرد LNA
۲۴	۱-۲-۳ تطبیق امپدانس

۲۶	..... بهره ۲-۲-۳
۲۶	..... عدد نویز ۳-۲-۳
۲۸	..... نقطه ی فشرده گی IDB ۴-۲-۳
۳۰	..... نقطه ی قطع مرتبه ی سوم ۵-۲-۳
۳۲	..... پایداری ۶-۲-۳
۳۲	..... توان مصرفی ۷-۲-۳
۳۲	..... توپولوژی های مدار LNA ۳-۳
۳۴	..... یک طرفه یا تفاضلی ۱-۳-۳
۳۴	..... ترمینال مقاومتی ۲-۳-۳
۳۵	..... گیت مشترک ۳-۳-۳
۳۶	..... فیدبک موازی-سری ۴-۳-۳
۳۷	..... سورس مشترک با دژنراسیون سورس سلفی ۵-۳-۳
۳۷	..... سورس مشترک با ساختار کسکود ۶-۳-۳
۳۹	..... تکنیک های کنترل ولتاژ تغذیه ۷-۳-۳
۳۹	..... توپولوژی کسکود تا شده ۱-۷-۳-۳
۴۱	..... بایاس مستقیم بدنه ۲-۷-۳-۳
۴۲	..... ارائه ی ساختار پیشنهاد شده ۸-۳-۳
۴۴	..... نتایج شبیه سازی ۴-۳

فصل چهارم: نتایج مدل سازی

۵۱	..... مقدمه
۵۱	..... مدل سازی شبکه ی عصبی ۱-۴
۵۱	..... فرآیند تولید داده ۱-۱-۴
۵۲	..... انتخاب شبکه عصبی ۲-۱-۴
۵۲	..... ساینز شبکه ۳-۱-۴
۶۳	..... نتایج مدل سازی ۴-۱-۴
۷۱	..... خلاصه فصل ۳-۴
	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۷۳	..... نتیجه گیری ۱-۵
۷۴	..... پیشنهادات ۲-۵
۷۵	..... منابع و ماخذ ۷۵

فهرست جداول

صفحه	جداول
۳۹	جدول (۱-۳): مزایا و معایب توپولوژی‌های مختلف LNA
۴۳	جدول (۲-۳): خصوصیات هدف به منظور طراحی LNA برای کاربرد بلوتوث
۴۸	جدول (۳-۳): مقایسه‌ی نتایج شبیه‌سازی با خصوصیات هدف
۴۹	جدول (۴-۳): مقایسه‌ی عملکرد این مدار با دیگر مدارهای LNA
۵۴	جدول (۱-۴): بررسی دقت پیش‌بینی‌های المان‌های مدار LNA (میانگین درصد خطای نسبی و میانگین مربع خطاها)
۶۳	جدول (۲-۴): مقایسه‌ی امپدانس ورودی مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش‌گویی شده توسط شبکه
۶۶	جدول (۳-۴): مقایسه‌ی جریان کشیده شده از منبع مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش‌گویی شده
۶۶	جدول (۴-۴ الف): مقایسه‌ی تلفات برگشتی ورودی (S_{11}) مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش‌گویی شده توسط شبکه
۶۷	جدول (۴-۴ ب): مقایسه‌ی ایزولاسیون معکوس (S_{12}) مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش‌گویی شده توسط شبکه
۶۸	جدول (۴-۴ ج): مقایسه‌ی عملکرد بهره‌ی توان (S_{21}) مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش‌گویی شده توسط شبکه
۶۹	جدول (۴-۴ د): مقایسه‌ی تلفات برگشتی خروجی (S_{22}) مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش‌گویی شده توسط شبکه
۷۰	جدول (۴-۴ ه): مقایسه‌ی عملکرد نویزی مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش‌گویی شده توسط شبکه

فهرست شکل‌ها

شکل‌ها	صفحه
شکل (۱-۱): موقعیت طیف فرکانسی مربوط به بلوتوث.....	۵.....
شکل (۲-۱): گیرنده سوپر هیترودااین.....	۷.....
شکل (۱-۲): نواحی اصلی یک سلول عصبی بیولوژیک.....	۱۱.....
شکل (۲-۲): مدل چند ورودی یک نرون.....	۱۴.....
شکل (۳-۲): تابع محرک خطی.....	۱۵.....
شکل (۴-۲): تابع محرک تانژانت سیگموئید.....	۱۵.....
شکل (۵-۲): تابع محرک آستانه دو مقداره متقارن.....	۱۶.....
شکل (۶-۲): شبکه پیشرو چندلایه.....	۱۷.....
شکل (۷-۲): شبکه پسرو.....	۱۸.....
شکل (۸-۲): شبکه عصبی با یک لایه مخفی.....	۲۰.....
شکل (۱-۳): گیرنده سوپر هیترودااین.....	۲۳.....
شکل (۲-۳): (a) مدار معادل سیگنال کوچک (b) آنالیز سیگنال کوچک مربوط به محاسبه ی امپدانس ورودی.....	۲۵.....
شکل (۳-۳): عدد نویز.....	۲۸.....
شکل (۴-۳): نقطه ی فشرده گی 1dB.....	۲۸.....
شکل (۵-۳): نقطه ی قطع مرتبه ی سوم.....	۳۱.....
شکل (۶-۳): مدار LNA به صورت بلوکی.....	۳۲.....
شکل (۷-۳) سه حالت از ترانزیستور NMOS.....	۳۳.....
شکل (۸-۳) LNA تفاضلی.....	۳۴.....
شکل (۹-۳) ترمینال مقاومتی.....	۳۵.....
شکل (۱۰-۳) گیت مشترک.....	۳۵.....
شکل (۱۱-۳) LNA گیت مشترک اصلاح شده.....	۳۶.....
شکل (۱۲-۳) فیدبک موازی-سری.....	۳۶.....
شکل (۱۳-۳) دژنراسیون سورس سلفی.....	۳۷.....
شکل (۱۴-۳) LNA کسکود با ساختار دژنراسیون سلفی.....	۳۸.....
شکل (۱۵-۳): (a) توپولوژی کسکود معمولی. (b) مدار معادل DC. (c) مدار معادل AC.....	۳۸.....
شکل (۱۶-۳): (a) توپولوژی کسکود تا شده. (b) مدار معادل DC. (c) مدار معادل AC.....	۴۰.....
شکل (۱۷-۳): مدار LNA با ساختار کسکود اصلاح شده.....	۴۰.....
شکل (۱۸-۳): (a) ماسفت‌های نوع n. (b) ماسفت‌های نوع p. (بدنه و سورس اتصال کوتاه شده‌اند).....	۴۱.....
شکل (۱۹-۳): نمودار جریان قفل شدگی نسبت به مقدار ولتاژ بایاس مستقیم بدنه سورس.....	۴۲.....
شکل (۲۰-۳): ساختار LNA پیشنهاد شده برای کاربردهای با ولتاژ و توان مصرفی خیلی پائین.....	۴۳.....
شکل (۲۱-۳): تلفات برگشتی ورودی تقویت کننده (S_{11}).....	۴۴.....
شکل (۲۲-۳): عملکرد بهره ی تقویت کننده (S_{21}).....	۴۵.....

- شکل (۳-۲۳): ایزولاسیون معکوس (S_{12})..... ۴۵
- شکل (۳-۲۴): تلفات برگشتی خروجی (S_{22})..... ۴۶
- شکل (۳-۲۵): عدد نویز (NF)..... ۴۶
- شکل (۳-۲۶): نقطه‌ی فشردگی 1dB..... ۴۷
- شکل (۳-۲۷): نقطه‌ی قطع مرتبه‌ی سوم ($iip3$)..... ۴۷
- شکل (۳-۲۸): پارامترهای پایداری..... ۴۸
- شکل (۴-۱): مدل کلی برای ورودی‌ها و خروجی‌های شبکه پیشنهاد شده..... ۵۲
- شکل (۴-۲): ساختار شبکه عصبی پیشنهاد شده..... ۵۳
- شکل (۴-۳ الف): مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده از ADS و مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مربوط به $w1$ ۵۵
- شکل (۴-۳ ب): مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده از ADS و مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مربوط به $Lg1$ ۵۵
- شکل (۴-۳ ج): مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده از ADS و مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مربوط به $w2$ ۵۶
- شکل (۴-۳ د): مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده از ADS و مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مربوط به $Ls1$ ۵۶
- شکل (۴-۳ ه): مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده از ADS و مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مربوط به $Ls2$ ۵۷
- شکل (۴-۳ و): مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده از ADS و مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مربوط به $w3$ ۵۷
- شکل (۴-۳ ز): مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده از ADS و مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مربوط به $L3$ ۵۸
- شکل (۴-۳ ح): مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده از ADS و مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مربوط به C ۵۸
- شکل (۴-۴ الف): درصد خطای نسبی مربوط به $w1$ ۵۹
- شکل (۴-۴ ب): درصد خطای نسبی مربوط به $Lg1$ ۵۹
- شکل (۴-۴ ج): درصد خطای نسبی مربوط به $w2$ ۶۰
- شکل (۴-۴ د): درصد خطای نسبی مربوط به $Ls1$ ۶۰
- شکل (۴-۴ ه): درصد خطای نسبی مربوط به $Ls2$ ۶۱
- شکل (۴-۴ و): درصد خطای نسبی مربوط به $w3$ ۶۱
- شکل (۴-۴ ز): درصد خطای نسبی مربوط به $L3$ ۶۲
- شکل (۴-۴ ح): درصد خطای نسبی مربوط به C ۶۲
- شکل (۴-۵ الف): مقایسه‌ی عملکرد نویزی مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش‌گویی شده توسط شبکه..... ۶۳
- شکل (۴-۵ ب): مقایسه‌ی تلفات برگشتی ورودی (S_{11}) مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش‌گویی شده توسط شبکه..... ۶۴

شکل (۴-۵ ج): مقایسه‌ی ایزولاسیون معکوس (S_{12}) مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش-
گویی شده توسط شبکه..... ۶۴

شکل (۴-۵ د): مقایسه‌ی عملکرد بهره‌ی توان (S_{21}) مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های پیش-
گویی شده توسط شبکه..... ۶۵

شکل (۴-۵ ه): مقایسه‌ی تلفات برگشتی خروجی (S_{22}) مدار شبیه‌سازی شده با المان‌های اصلی و المان‌های
پیش‌گویی شده توسط شبکه..... ۶۵

ADS: Advanced Design System	سیستم طراحی پیشرفته
ANN: Artificial Neural Network	شبکه عصبی مصنوعی
CMOS: Complimentary Metal Oxide Semiconductor	نیمه‌هادی اکسید فلز
Exact	نتایج واقعی بدست آمده از شبیه سازی با ADS
IIP3: Input-referred Third-order Intercept Point	نقطه‌ی قطع مرتبه‌ی سوم
LNA: Low Noise Amplifier	تقویت کننده کم نویز
MLP: Multi Layer Perceptron	شبکه پرسپترون چند لایه
MOSFET: Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor	ترانزیستور اثر میدانی فلز-اکسید-نیمه هادی
MRE: Mean Relative Erroe	میانگین خطای نسبی
MSE: mean square Erroe	میانگین خطای مربع
N	تعداد کل داده‌ها
NF: Noise Figure	عدد نویز
P1dB: 1 dB Compressor Point	نقطه‌ی فشردگی 1dB
Predict	نتایج پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی
RE%: Relative Error	درصد خطای نسبی
RF: Radio Frequency	فرکانس رادیویی
SNR: Signal to Noise Ratio	نسبت سیگنال به نویز

فصل اول

مروری بر مفاهیم اصلی

مقدمه

با افزایش روز افزون تقاضا برای کاربرد سیستم‌های ارتباطی و رسانه‌ای فرکانس بالای قابل حمل از قبیل تلفن همراه، دستگاه‌های ضبط و پخش موسیقی، دوربین‌های عکس برداری و فیلم برداری، کامپیوترهای قابل حمل^۱ و غیره که تحقق آن‌ها برای کار کردن با باتری‌های سبک و کم حجم مستلزم مصرف پایین توان توسط آن‌ها است، طراحی و تولید مدارهایی که دارای چنین خصوصیتی باشند، یعنی هم فرکانس کاری آن‌ها بالا باشد و هم توان مصرفی کمی داشته باشند، به یکی از چالش‌های اصلی صنعت الکترونیک و مخابرات تبدیل شده است. یکی از روش‌های کم کردن توان مصرفی سیستم، کاهش ولتاژ تغذیه آن است و طراحی سیستمی که با وجود کم شدن ولتاژ تغذیه کارایی و عملکرد خود را به طور کامل حفظ کند، یکی از مهم‌ترین چالش‌های طراحی است.

۱-۱- فرکانس رادیویی^۲

در طی چند دهه اخیر تلاش‌های بسیاری برای استفاده از فرکانس‌های بالاتر در سیستم‌های مختلف الکترونیکی و مخابراتی توسط مهندسان و طراحان صورت گرفته است. استفاده از فرکانس‌های بالاتر مزایای بسیاری دارد از جمله کوچک شدن ابعاد آنتن‌های مورد استفاده در انتقال صوت و اطلاعات و همچنین کم شدن تعداد آنتن‌های مورد نیاز.

همانطور که می‌دانیم امواج صوتی در محدوده فرکانسی ۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز قرار دارند. با توجه به این محدوده طول موج امواج صوتی در محدوده ۱۵ کیلومتر تا ۱۵۰۰۰ کیلومتر قرار می‌گیرد. با توجه به روابط و قوانین حاکم بر طراحی آنتن‌ها، اگر بخواهیم این امواج را به وسیله آنتن و بدون مدولاسیون ارسال کنیم، طول آنتن‌های مورد نیاز به طور بسیار زیاد افزایش می‌یابد و محقق کردن چنین آنتن‌هایی عملاً غیرممکن خواهد بود. همچنین اگر به فرض محال تحقق چنین آنتن‌هایی را بپذیریم، با توجه به این که صوت، ترکیبی از فرکانس‌های مختلف است. برای ارسال کامل آن نیاز به آنتن‌های فراوان و با طول‌های متعدد

^۱ laptop

^۲ Radio frequency

داریم که این امر هم ابداً مقرون به صرفه نیست. در صورتی که استفاده از آنتن‌های فراوان را نیز بپذیریم، در هر منطقه بیش از یک ایستگاه رادیویی نمی‌توانیم داشته باشیم. زیرا به علت تشابه طیف فرکانسی صوت‌های مختلف با یکدیگر، تداخل به وجود آمده و پیام از بین می‌رود.

حال تأثیر استفاده از سیگنال فرکانس رادیویی را بر مشکلات گفته شده بررسی می‌کنیم. در صنعت مخابرات از امواج فرکانس بالا به عنوان موج حامل برای مدولاسیون پیام استفاده می‌شود. یعنی امواج پیام که دارای فرکانس کم و در نتیجه طول موج زیاد هستند را به وسیله یکی از انواع روش‌های مدولاسیون، مدوله کرده و آن را بر موج حامل که دارای فرکانس زیاد و در نتیجه طول موج کم است سوار می‌کنیم. با توجه به کم بودن طول موج امواج فرکانس بالا (امواج حامل) طول آنتن مورد نیاز به مقدار بسیار زیادی کاهش می‌یابد. با توجه به وسعت پهنای باند مورد استفاده، برای جلوگیری از تداخل امواج، فرکانس موج حامل هر ایستگاه رادیویی را، با در نظر گرفتن یک ضریب اطمینان، متفاوت از فرکانس موج حامل ایستگاه‌های رادیویی مجاور انتخاب می‌کنیم، و پهنای باند هر ایستگاه رادیویی را نیز به اندازه کافی در نظر می‌گیریم تا نیاز به آنتن‌های فراوان هم مرتفع گردد.

استفاده از سیگنال‌های فرکانس بالا مزایای دیگری هم دارد از جمله: شلوغی کمتر طیف، قدرت تفکیک پذیری بهتر در کاربردهای راداری و غیره. با توجه به اشغال شدن طیف‌های فرکانسی پایین، تنها انتخاب برای بسیاری از کاربردها استفاده از امواج فرکانس بالا است [۱].

۱-۲- ولتاژ پایین

در سال‌های اخیر کاهش ولتاژ تغذیه مدارهای الکترونیکی به طور فزاینده‌ای مورد توجه طراحان سیستم‌های الکترونیکی قرار گرفته است [۲-۵]. محققان صنایع ارتباطات، کامپیوتر، هوانوردی، میکاترونیک، پزشکی و ... به طور دائمی در حال تلاش برای ساخت محصولات جدیدتری هستند که برای کار کردن نیاز به ولتاژ تغذیه خیلی کم داشته باشند. دلیل این امر کاملاً مشخص است. انواع وسایل ارتباطی قابل حمل جدید از قبیل گوشی تلفن همراه، گوشی بی سیم و ... که اخیراً در بازار مصرف دیده می‌شوند همگی برای کار کردن طولانی و عدم نیاز به شارژ مکرر، باید طوری طراحی شوند که توان مصرفی کمی داشته باشند. یکی از راه‌های کاهش توان سیستم‌های الکترونیکی، کاهش ولتاژ تغذیه آن‌ها است. همچنین کاهش ولتاژ تغذیه باعث کوچکتر شدن و سبکتر شدن باتری بکار رفته در سیستم شده و در نتیجه کل قطعه سبکتر می‌شود [۶ و ۷].

در علوم جدید پزشکی وسایل الکترونیکی خاصی ابداع شده که باید در بدن بیماران کار گذاشته شود. مسلماً سیستم الکترونیکی چنین وسائلی باید طوری طراحی شود که با کمترین ولتاژ تغذیه بتواند تا مدت طولانی به درستی کار کند تا موجب افزایش طول عمر باطری و عدم نیاز به شارژ مکرر آن شود.

از طرفی با پیشرفت تکنولوژی ساخت قطعات الکترونیکی، ابعاد المانهای بکار رفته در آنها از جمله ترانزیستورها کاهش می‌یابد. کاهش ابعاد این قطعات باعث کم شدن ولتاژ شکست آنها می‌شود، یعنی هر چه اندازه ابعاد قطعه کمتر شود ولتاژ قابل تحمل آن قطعه کمتر می‌شود. به همین دلیل با پیشرفت تکنولوژی برای جلوگیری از خرابی قطعه، ملزم به کم کردن ولتاژ تغذیه آنها هستیم.

کم کردن ولتاژ تغذیه فقط برای قطعات قابل حمل و کوچک مفید نیست. حتی در قطعات و سیستم‌های بزرگتر و مستقر در جای ثابت هم کم کردن ولتاژ تغذیه می‌تواند بسیار مفید باشد. کم کردن ولتاژ تغذیه در این سیستم‌ها باعث کم شدن توان مصرفی کل سیستم شده و در نتیجه سیستم کمتر گرم می‌شود که این امر خود باعث بالاتر رفتن عمر مفید و راندمان سیستم شده و کارایی آن را بهتر می‌کند.

پایین آوردن ولتاژ تغذیه برای تمام وسایل الکترونیکی به طوری که کارایی آنها را با اختلال مواجه نکند و حتی کارایی آنها را نیز بهتر کند، امری مفید و مطلوب است. حتی گاهی می‌توان در کاربردهای نه چندان حساس در مقابل مزایای کم کردن ولتاژ تغذیه هزینه‌هایی را نیز از قبیل کاهش بهره و دقت سیستم پذیرفت [۹۸].

روش‌های کاهش ولتاژ تغذیه خیلی زیاد نیستند. یکی از روش‌ها استفاده از تکنولوژی‌های ساخت خاصی است که ولتاژ آستانه ماسفت‌ها بدون استفاده از تکنیک‌های مداری و فقط با توجه به روش‌های جدید ساخت مدارهای مجتمع پایین آورده می‌شود. این روش تا به امروز بسیار گران بوده و مقرون به صرفه نمی‌باشد. در نتیجه باید به دنبال روش‌های مداری کاهش ولتاژ تغذیه رفت که بر روی قطعه‌های معمولی و ارزان قیمت قابل اجرا باشد. روش‌های بایاس مستقیم بدنه^۱، ترانزیستورهای گیت شناور^۲، کاسکد تا شده^۳ و ترانزیستورهای راه اندازی شده از بدنه^۴ از جمله آنها هستند. استفاده از این روش‌ها (بجز ترانزیستورهای گیت شناور) نیاز به استفاده از تکنولوژی پیچیده‌ای ندارد و با ترانزیستورهای MOSFET معمولی می‌توان آن‌ها را محقق کرد.

¹-Forward Body Bias

²- Floating Gate Transistors

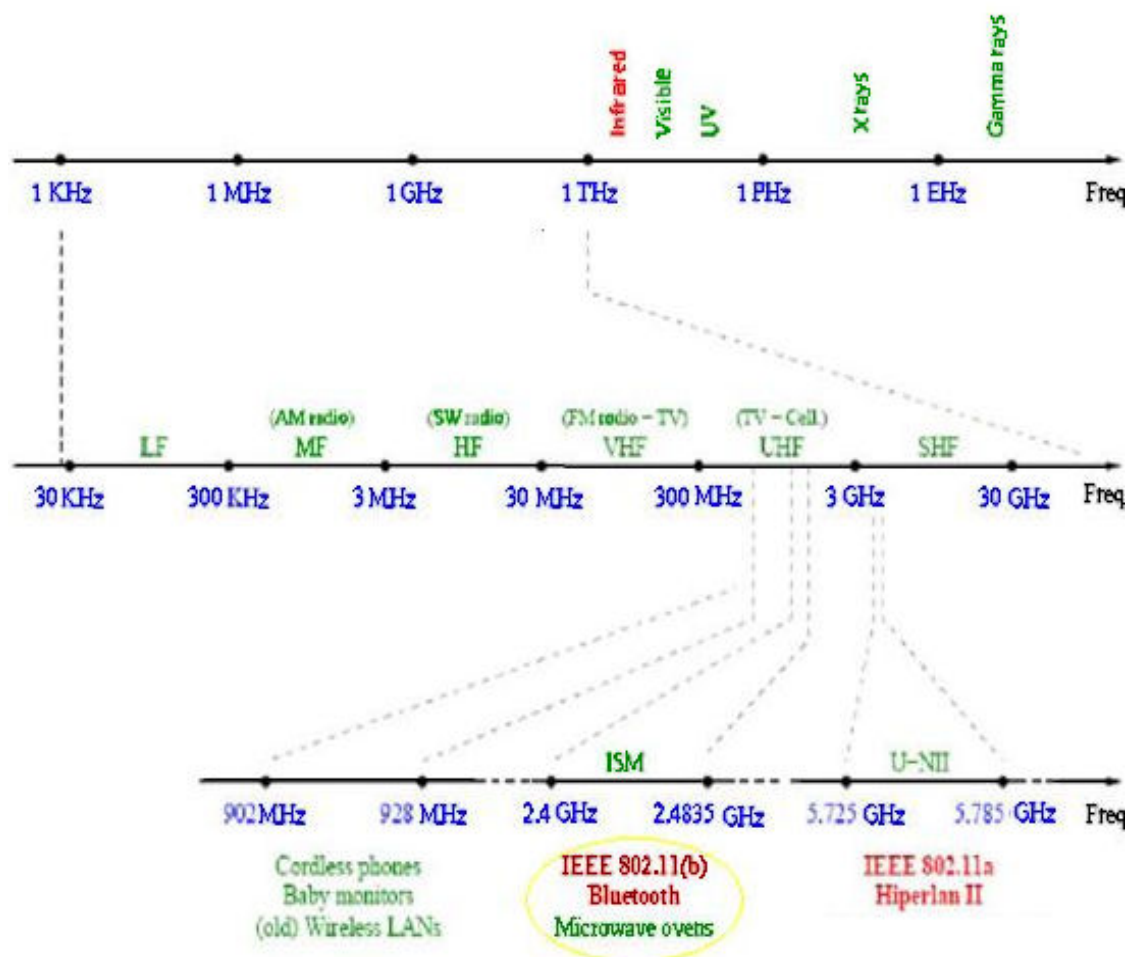
³-Folded Cascade

⁴-Bulk Driven Transistors

۱-۳-بلوتوث

تکنولوژی پیوسته در حال تغییر است و با تقاضای مردم کنار می‌آید. با پیدایش تلفن همراه، مصرف قطعه‌های بی‌سیم کوچک‌تر بطور مؤثری در این سال‌ها رشد کرده است. برای مثال، جهان تغییراتی تاریخی از تلفن‌های آنالوگ به دیجیتال و شبکه‌های اینترنتی بی‌سیم را دیده است. نه تنها گستره‌ی وسایل ارتباطی بین مردم زیاد شده است، بلکه سیستم‌های الکترونیکی بی‌سیم نیز به سرعت رشد کرده‌اند.

تغییرات در جنبه‌های مختلف تقاضا در سیستم‌های ارتباطی، باعث ایجاد داده‌های ارتباطی با خصوصیات جدید همچون صدا و تصویر شده است. یکی از آن‌ها تکنولوژی بلوتوث است. که توانسته بطور کامل سیم-ها را برای ایجاد ارتباط بین دو یا چند قطعه‌ی الکترونیکی حذف کند. تکنولوژی بلوتوث به مرور زمان معرفی شده و همزمان با کوچک‌تر شدن ساینز قطعات توسعه داده شده است. مدار بلوتوث به گونه‌ای طراحی شده‌اند که تا حد امکان فضای کوچکی را اشغال کنند [۱۱].



شکل (۱-۱): موقعیت طیف فرکانسی مربوط به بلوتوث [۶].

شبکه بلوتوث داده‌ها را از طریق امواج ضعیف رادیویی منتقل می‌کند. ارتباطات بلوتوث بصورت نشان داده شده در شکل (۱-۱) در بازه‌ی فرکانسی ۲,۴ تا ۲,۴۸۳۵ گیگاهرتز است. طبق توافق بین‌المللی این طیف فرکانسی برای استفاده دستگاه‌های صنعتی، علمی و پزشکی (ISM) اختصاص یافته است. بسیاری از دستگاه‌های مورد استفاده ما در زندگی روزمره از این طیف فرکانسی استفاده می‌کنند. از جمله این دستگاه‌ها می‌توان به ریموت کنترل درب‌های پارکینگ و نسل جدید تلفن‌های بی‌سیم اشاره کرد. بزرگ‌ترین نکته مثبت بلوتوث این است که می‌تواند ارتباطی بی‌سیم، ارزان و خودکار بین دستگاه‌های الکترونیکی برقرار کند. البته روش‌های دیگری هم برای برقراری ارتباط بدون سیم وجود دارند، مانند اشعه مادون قرمز. اشعه مادون قرمز، امواج نوری با فرکانس پایین هستند که توسط چشم انسان قابل تشخیص نیستند. معمولاً در کنترل از راه دور تلویزیون‌ها و دستگاه‌های الکترونیکی از آن استفاده می‌شود، اما با وجود قابلیت اطمینان و مقرون به صرفه بودن استفاده از آن در دستگاه‌های مختلف، استفاده از این تکنولوژی خالی از اشکال هم نیست.

اول اینکه دو دستگاهی که می‌خواهند با استفاده از اشعه‌ی مادون قرمز با هم ارتباط برقرار کنند باید حتماً در خط دید مستقیم یکدیگر قرار داشته باشند. به عنوان مثال شما باید حتماً کنترل را به سمت تلویزیون بگیرید تا عمل کند.

دومین مشکل این است که اشعه‌ی مادون قرمز همیشه یک ارتباط یک به یک برقرار می‌کند. یعنی شما می‌توانید داده‌ها را بین کامپیوتر و نوت بوک منتقل کنید، اما امکان برقراری ارتباط همزمان با یک دستگاه دیگر مانند پرینتر وجود ندارد.

کاربرد بلوتوث برای مثال مربوط به تولیدات تلفن‌های همراه می‌شود که مصرف‌کنندگان را قادر می‌سازد که ارتباطات بدون دست^۱ برقرار کنند. اساساً تکنولوژی بلوتوث جایگزین کابل‌ها و سیم‌ها می‌شود. بدلیل اینکه سیستم بلوتوث سیگنال‌های با توان پایین را در باند (ISM)^۲ می‌گیرد، بنابراین این سیستم مستعد برای تداخل است، و وجود LNA^۳ برای سیستم بلوتوث ضروری است.

^۱ headset

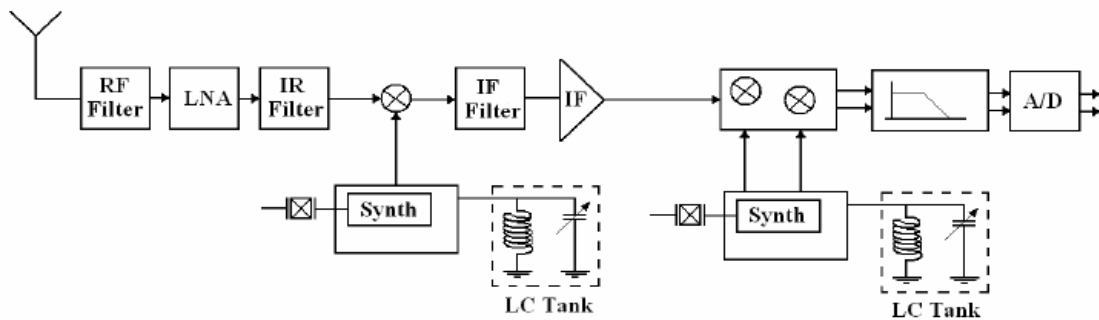
^۲ Industrial, Scientific and Medical

^۳ Low Noise Amplifier

۴-۱ تقویت کننده‌ی کم نویز (LNA):

سیگنال دریافت شده از آنتن اغلب خیلی ضعیف است. بنابراین باید این سیگنال را تا جایی که نویز افزایش نیابد، تقویت کنیم. مدار LNA این نقش را در ساختار فرستنده-گیرنده بازی می‌کند. در شکل (۱-۲) ساختار یک گیرنده سوپرهتروداین^۱ نشان داده شده است [۱۰].

LNA یک بخش کلیدی در گیرنده - فرستنده‌ی RF است. برای طراحی LNA، برای کاربردهای ولتاژ پایین، مصالحه بین بهره و نویز و توان مصرفی چالشی بسیار مهم است.



شکل (۱-۲): گیرنده سوپرهتروداین

۵-۱ مدل‌سازی با استفاده از شبکه عصبی:

شبکه‌ی عصبی یک مدل ریاضی نوعی شامل تعدادی از توابع کلیدی است و توانایی یادگیری^۲ و عمومیت بخشیدن به نسبت‌های ورودی-خروجی غیرخطی چند بعدی را دارد. شبکه‌ی عصبی می‌تواند به درستی آموزش داده شود. اخیراً تلاش‌های زیادی برای مدل کردن رفتار غیرخطی قطعات فعال و مدارهای فرکانس بالا با استفاده از شبکه‌های عصبی انجام گرفته است. شبکه‌های عصبی توانایی تقریب زدن هر تابع غیرخطی و یادگیری داده‌های آزمایشی را دارند. بنابراین کاندیدای خوبی برای حل مسائل مدل‌سازی مداری است [۱۲-۱۵]. در بخش ۲ به تفصیل به بحث درباره‌ی شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌پردازیم.

^۱ Super-heterodyne

^۲ train