بسم الله الرحمن الرحيم

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

نام و نام خانوادگی

امضاء

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته است که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب لعیا محمدی دانشجوی رشته برق-الکترونیک مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک

طراحی و تحلیل تقویت‌کننده کم نویز فراپهن باند برای باند بالای UWB

لعیا محمدی

استاد راهنما:

دکتر عبدالرضا نبوی

بهمن ۱۳۸۸

تقدیم به پدر و مادر مهربانم که خشنودی ایشان بزرگترین دلگرمی‌ام در آموختن است

تشکر و قدردانی

در درجه اول پروردگار متعال را سپاس می گویم که توفیق اجرای این پروژه را تحت عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد عنایت فرمود.

از استاد راهنمای گرانقدر، جناب آقای دکتر نبوی که با راهنماییهای ارزشمند خود من را در انجام این پایان نامه یاری نمودند و همواره مشوق من بودند تشکر می نمایم.

تشکر خالصانه از خانواده عزیزم که با دعای خیرشان مرا در نیل به اهدافم یاری نمودند.

چکیده

این پایان‌نامه به طراحی یک تقویت‌کننده کم نویز فراپهن‌باند می‌پردازد که در آن از تکینک حذف نویز پهن‌باند با حداقل تعداد عناصر پسیو استفاده شده است. تحلیل دقیق نویز مدار نشان می‌دهد که نویز القایی گیت در باند UWB از اهمیت بیشتری نسبت به نویز حرارتی برخوردار است که مقایسه نتایج شبیه‌سازی و تحلیل تئوری این موضوع را به خوبی نشان می‌دهد. افزایش عملکرد خطی مدار با استفاده از تکنیک جمع آثار مشتقات برای حذف اعوجاج مرتبه سوم به طور همزمان با تکنیک حذف نویز از جمله دستآوردهای این پایان نامه است. در بخش اول مدار پیشنهادی برای پوشش کل پهنای باند UWB (۳ تا ۱۰ گیگاهرتز) با مصرف توان کمتر از مدارهایی با بهره مشابه طراحی می‌شود. با اضافه کردن یک فیلتر تطبیق ورودی برای باند بالای UWB (۶ تا۱۰ گیگاهرتز) علاوه بر ایجاد تطبیق امپدانس ورودی برای انتقال ماکزیمم توان، مقدار نویز مدار نیز بهینه می‌شود. ساختار پیشنهادی توانسته است با استفاده از یک ترانزیستور گیت مشترک به عنوان طبقه اول که نسبت به ساختارهای دیگر خطی‌تر است، و حذف همزمان نویز و بهبود IIP3 در طبقه دوم، امکان بکارگیری دو تکنیک حذف نویز و جمع آثار مشتقات را به شکل پهن باند فراهم کند.

کلید واژه ها: تکنیک حذف نویز پهن‌باند، جمع آثار مشتقات، IIP3 ، تقویت‌کننده کم نویز فراپهن باند، تکنیک افزایش سلفی

فهرست مطالب

۱- فصل اول مروری بر سیستم های فرا پهن باند ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- تاریخچه تکنولوژی فراپهن باند ۲

۱-۳- تعریف سیستم فراپهن باند ۵

۱-۴- ویژگی های سیستم‌های فرا پهن باند ۶

۱-۵- مشخصات خطی گیرنده ۷

۱-۶- اهداف پایان نامه ۹

۱-۷- ساختار پایان نامه ۹

۲- فصل۲ روش های بهبود نویز و عملکرد خطی درتقویت کننده های کم نویز فراپهن باند ۱۱

۲-۱- مقدمه ۱۲

۲-۲- اصول حذف نویز ۱۲

۲-۳- افزایش عملکرد خطی تقویت کننده کم نویز ۱۳

۲-۳-۱- مدل غیر خطی گیرنده ۱۴

۲-۳-۲- اثرات اعوجاج در سیستم های فراپهن باند ۱۵

۲-۴- برخی از تکنیکهای خطی سازی پیشنهاد شده برای LNA ۱۷

۲-۴-۱- تکنیک خطی سازی جمع آثار مشتقات برای بهبود IIP3 .....۱۸

۲-۴-۲- تکنیک خطی سازی با افزایش یک ترانزیستور اتصال دیودی برای بهبود IIP3.....۲۲

۲-۴-۳- تکنیک جمع آثار مشتقات بهبود یافته برای حذف همزمان اعوجاج مرتبه دوم و سوم ۲۳

۲-۵- جمع بندی.....۲۷

۳- فصل سوم مروری بر تقویت کننده های کم نویز طراحی شده ۲۸

۳-۱- مقدمه ۲۹

۳-۲- تقسیم بندی مدارهای LNA فراپهن باند براساس مدار تطبیق ورودی ۲۹

۳-۳- مدار تطبیق ورودی LNA فراپهن باند با استفاده از فیلترهای میانگذر ۲۹

۳-۳-۱- تقویت کننده کم نویز فراپهن باند با ساختار سورس مشترک با سلف تبهگنی ۳۰

۳-۳-۲- تقویت کننده کم نویز فرا پهن باند گیت مشترک با فیلتر ورودی ۳۱

۳-۴- مدار تطبیق ورودی LNA فراپهن باند با استفاده از یک ترانزیستور گیت مشترک ۳۲

۳-۴-۱- پایانه $\frac{1}{g_m}$ (تطبیق گیت-مشترک) ۳۲

۳-۴-۲- تقویت کننده کم نویز فراپهن باند دو طبقه با تطبیق گیت مشترک ۳۴

۳-۴-۳- تقویت کننده کم نویز فراپهن باند دو طبقه با تطبیق گیت مشترک و یک ساختار حذف نویز ۳۵

۳-۴-۴- تقویت کننده کم نویز بالن با تطبیق گیت مشترک ۳۶

۳-۴-۵- تقویت کننده کم نویز گیت مشترک با روشهایی برای افزایش پهنای باند ۳۷

۳-۴-۶- تقویت کننده کم نویز گیت مشترک با بار دیفرانسیلی در تکنولوژی ۰/۱۳μm ۳۸

۳-۴-۷- تقویت کننده کم نویز گیت مشترک با حذف هم زمان نویز و اعوجاج خروجی ۳۹

۳-۴-۸- تقویت کننده کم نویز گیت مشترک کم مصرف با تکنیک خطی سازی ۴۱

۳-۵- جمع بندی ۴۴

۴- فصل چهارم طراحی تقویت کننده کم نویز فراپهن باند ۴۵

۴-۱- مقدمه ۴۶

۴-۲- طراحی تقویت کننده کم نویز پیشنهادی برای کل پهنای باند UWB (۳-۱۰ GHz) ۴۶

۴-۲-۱- تحلیل نویز ۴۷

۴-۳- نتایج شبیه سازی عدد نویز و مقایسه با نتایج تحلیلی ۵۶
۴-۳-۱- بهبود IIP3 ..... ۵۸
۴-۳-۲- تحلیل بهره : ۶۰
۴-۳-۳- طراحی کم نویز با در نظر گرفتن ملاحظات توان ۶۲
۴-۴- نتایج شبیه سازی ۶۳
۴-۵- بررسی شبکه تطبیق ورودی: ۶۴
۴-۶- نتایج شبیه سازی مدار پیشنهادی با فیلتر تطبیق ورودی ۶۸
۴-۷- آنالیز مونتو کارلو ۷۱
۴-۸- شبکه تطبیق خروجی : ۷۱
۴-۹- جمع بندی ۷۳
۵- فصل پنجم جانمایی ۷۴
۵-۱- مقدمه ۷۵
۵-۲- طراحی جانمایی مدار ۷۹
۵-۳- مراحل پس از جانمایی ۸۱
۵-۳-۱- بررسی قوانین طراحی ۸۱
۵-۳-۲- شماتیک در برابر جانمایی ۸۱
۵-۳-۳- شبیه سازی پس از جانمایی ۸۲
۶- فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۳
۶-۱- نتیجه گیری ۸۴
۶-۲- پیشنهادات ۸۶

مراجع ۸۸

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ تاریخچه پیشرفت تکنولوژی فراپهن باند [6] ۳

شکل ۱-۲ : تقسیم باند UWB در پیشنهاد OFDM [۱۱] ۴

شکل ۱-۳ تقسیم باند UWB در پیشنهاد DS-UWB [10] ۵

شکل ۱-۴ ماسک توان ارسالی اختصاص داده شده برای سیستم های فراپهن باند[12] ۶

شکل ۲-۱ تکنیک حذف نویز[24] ۱۳

شکل ۲-۲ طیف خروجی سیستم غیرخطی با درجه دو و سه، سیستم مدل شده در(۲-۴) ۱۴

شکل ۲-۳ مشخصه توان ورودی-خروجی سیستم غیرخطی که در آن فشردگی و یا انبساط بهره رخ می دهد.....۱۶

شکل ۲-۴ نقطه تقاطع مرتبه سه در سیستم های غیرخطی ۱۷

شکل ۲-۵ a) شماتیک تکنیک خطی سازی به روش جمع آثار مشتقات برای حذف اعوجاج مرتبه سه. b) تغییرات g_m'' بر حسب ولتاژ گیت-سورس ۱۹

شکل ۲-۶ تکنیک جمع آثار مشتقات تغییر یافته برای حذف اثر تداخلی اعوجاج مرتبه دو[35] ۲۱

شکل ۲-۷) الف) اعوجاج مرتبه دو و سه در روش جمع آثار معمول ب) اعوجاج مرتبه دو و سه در روش جمع آثار تغییر یافته[35] ۲۱

شکل ۲-۸ نتایج تئوری استفاده از تکنیک جمع آثار تغییر یافته در بهبود IIP_3 [35] ۲۲

شکل ۲-۹ a) مفهوم ایده خطی سازی. b) مدار معادل ایده خطی سازی ۲۲

شکل ۲-۱۰ محور تقارن ذاتی موجود در اعوجاج مرتبه دو ترانزیستور MOSFET [۱۷].....۲۴

شکل ۲-۱۱ اعوجاج های مرتبه دو و سه در تکنیک جمع آثار مشتقات بهبود یافته (a) اعوجاج مرتبه سه (b) اعوجاج مرتبه دو ۲۵

شکل ۲-۱۲ ترارسانای سورس مشترک معرفی شده برای تکنیک جمع آثار بهبود یافته با استفاده از ترانزیستور PMOS کمکی [۱۷] ۲۵

شکل ۲-۱۳ ترارسانای گیت مشترک [۱۷]. ۲۶

شکل ۳-۱ ساختار ساده شده LNA استفاده شده در[40] ۳۰

شکل ۳-۲ ساختار تقویت کننده کم نویز پیشنهاد شده در[41] ۳۱

شکل ۳-۳ توپولوژی گیت مشترک ۳۳

شکل ۳-۴ مدار تقویت کننده کم نویز پیشنهاد شده در[42] ۳۴

شکل ۳-۵ مدار تقویت کننده کم نویز با ساختار حذف نویز پیشنهاد شده در[43] ۳۵

شکل ۳-۶ LNA بالن با ساختار CG-CS که نویز CG میتواند حذف شود[44] ۳۶

شکل ۳-۷ ساختار CG LNA با افزایش سلف سری و یک طبقه جبران کننده پیشنهاد شده در[45] ۳۷

شکل ۳-۸) a) تقویت کننده با افزایش سلفی سری و موازی. b) با افزایش یک هسته T شکل نا متقارن پیشنهاد شده در[45] ۳۸

شکل ۳-۹ ساختار حذف نویز پیشنهاد شده در با بار دیفرانسیلی[46] ۳۹

شکل ۳-۱۰ مدار کامل تقویت کننده کم نویز پیشنهاد شده در[37] ۴۰

شکل ۳-۱۱ تغیرات IIP3 بر حسب ولتاژ بایاس ترانزیستورM3 [37] ۴۰

شکل ۳-۱۲ وابستگی IIP3 به فاصله دو تک فرکانس استفاده شده[37] ۴۱

شکل ۳-۱۳ UWB CG-LNA یک طبقه پیشنهاد شده در[39] ۴۲

شکل ۳-۱۴ UWB CG-LNA کسکد پیشنهاد شده در[39] ۴۲

شکل ۴-۱ ساختار تقویت کننده پیشنهادی ۴۷

شکل ۴-۲ مدار معادل برای محاسبه امپدانس Z ۴۹

شکل ۴-۳ مدار معادل برای محاسبه نویز حرارتی M1 ..... ۵۰

شکل ۴-۴ مدار معادل برای محاسبه نویز حرارتی M4 ..... ۵۱

شکل ۴-۵ مدار معادل برای محاسبه نویز حرارتی M3 ..... ۵۲

شکل ۴-۶ a)مدار معادل برای محاسبه نویز القایی گیت M3. b) مدار معادل برای محاسبه امپدانس Z3 ..... ۵۳

شکل ۴-۷ مدار معادل برای محاسبه نویز القایی گیت M3 ..... ۵۳

شکل ۴-۸ مدار معادل برای محاسبه نویز القایی گیت M3 ..... ۵۴

شکل ۴-۹ مدار معادل برای محاسبه نویز القایی گیت M1 ..... ۵۵

شکل ۴-۱۰ مقایسه عدد نویز بدست آمده از شبیه سازی و تحلیل نویز مدار ۵۶

شکل ۴-۱۱ منحنی NF به ازای gm3, gm4 متفاوت هنگامی که gm1=18mA/V و R1=450Ω و $g_m r_o$=23.4 و γ/α=2.5 ..... ۵۷

شکل ۴-۱۲ gm و مشتقات اول و دوم آن نسبت به ولتاژ گیت-سورس ۵۹

شکل ۴-۱۳ تغییرات "g_m با تغییر ولتاژ گیت-سورس ۶۰

شکل ۴-۱۴ مدار معادل ورودی تقویت کننده کم نویز گیت مشترک ۶۱

شکل ۴-۱۵ تاثیر Ld بر بهره تقویت کننده کم نویز ۶۲

شکل ۴-۱۶ a) S_{11},S_{22} شبیه سازی شده برای LNA پیشنهادی. b) بهره تقویت کننده. c) مشخصه IIP3 برای LNA پیشنهادی. d) NF شبیه سازی شده با تکنیک حذف نویز ۶۴

شکل ۴-۱۷ a) منبع با مقاوت سری.b) منبع با مقاومت موازی ۶۵

شکل ۴-۱۸ فیلتر نرمالیزه شده پایینگذر ۶۶

شکل ۴-۱۹ فیلتر میانگذر با پهنای باند GHz(۱۰-۶) ۶۷

شکل ۴-۲۰ a) پاسخ فرکانسی فیلتر ورودی. b) بهره فیلتر ورودی ۶۸

شکل ۴-۲۱ شماتیک مدار LNA با فیلتر ورودی ۶۹

شکل ۴-۲۲ بهره تقویت کننده کم نویز با وجود فیلتر تطبیق ورودی ۶۹

شکل ۴-۲۳ a) پارامتر S_{11} . b) عدد نویز خروجی بعد از اضافه کردن فیلتر تطبیق ورودی ۷۰

شکل ۴-۲۴ نمودار تغییرات بهره ۷۱

شکل ۵-۱) a) مدار کامل تمامی المانها. b) هسته اصلی تقویت کننده کم نویز برای جانمایی ۷۶

شکل ۵-۲ بهره تقویت کننده کم نویز در تکنولوژی ۰/۱۸ m μ ۷۶

شکل ۵-۳ عدد نویز تقویت کننده کم نویز در تکنولوژی ۰/۱۸ m μ ۷۶

شکل ۵-۴ جانمایی هسته اصلی تقویت کننده کم نویز پیشنهادی ۸۰

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱ مشخصات بلوک های مختلف گیرنده MB-OFDM [۱۷] ۸

جدول ۴-۱ ضرایب فیلتر باتروورث[52] ۶۵

جدول ۴-۲ مقادیر المانهای فیلتر میانگذر ۶۷

جدول ۴-۳ مقادیر المان های مدار در تکنولوژی ۰/۱۳ mμ ۶۸

جدول ۵-۱ مقادیر المانهای هسته تقویت کننده کم نویز ۷۷

جدول ۵-۲ مقادیر المانهای فیلتر ورودی تقویتکننده کم نویز ۷۷

جدول ۵-۳ بهره در corner های مختلف در دمای ۲۷ درجه ۷۸

جدول ۵-۴ بهره در corner های مختلف در دمای ۱۰۰ درجه ۷۸

جدول ۵-۵ تغییرات بهره به ازای ۱۰ درصد تغییر در V_{dd} ۷۸

جدول ۵-۶ نتایج شبیه سازی در تکنولوژی TSMC18rf ۸۲

جدول ۶-۱ جدول مقایسه عملکرد تقویت کننده های پهن باند. (علامت ستاره نتایج شبیه سازی را نشان میدهد.) ۸۶

فصل اول

مروری بر سیستم های فرا پهن باند

۱-۱- مقدمه

در طول دهه‌های اخیرگسترش استانداردهای مخابراتی و پیشرفت سریع ارتباطات باعث ایجاد تقاضا برای قطعات بهتر و ارزانتر و همچنین تکنولوژیهای پیشرفته تر شده است [1] . در عین حال تعدد استانداردها منجر به ایجاد سیستمهایی با طیفهای شلوغ‌تر از لحاظ فرکانسی شده است. تکنولوژی فراپهن‌باند[1] به شیوه کاملا متفاوتی از سایر تکنولوژیها از پالسهای باریک و پردازش سیگنال در حوزه زمان برای انتقال اطلاعات استفاده می‌کند. بدین صورت سیستمهای UWB قادرند در بازه زمانی مشخص اطلاعات بیشتری را نسبت به سیستمهای قدیمی تر منتقل کنند. زیرا حجم انتقال اطلاعات در سیستمهای مخابراتی به صورت مستقیم متناسب با پهنای باند تخصیص یافته و لگاریتم SNR [2] می باشد [2] .

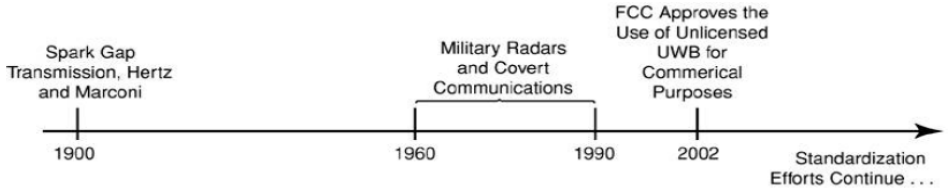
در دهه های ۸۰ و ۹۰ قوانین میدان‌های الکترومغناطیس متغیر با زمان، بر روی سیستمهای بی سیم و بخصوص سیستمهای با برد کوتاه در محیطهای با تداخل چند مسیره اعمال شدند. بررسیهای انجام شده نشان داد که تعداد زیادی از این سیستمها می توانند در یک محیط به صورت همزمان کار کنند و حتی مصونیت این سیستمها در مقابل تداخلات چند مسیره[3] بسیار بیشتر از سیستمهای با پهنای باند باریک است. بنابراین یک کاربرد بالقوه این سیستمها ارتباط بین استفاده کننده های متعدد در فضاهایی با اختلالات چند مسیره زیاد می باشد. اما مساله اصلی سیستمهای فراپهن‌باند استفاده همزمان از آنها با سیستمهای قدیمی‌تر مخابراتی است [3] .

۱-۲- تاریخچه تکنولوژی فراپهن باند

تکنولوژی فراپهن باند (UWB) در دهه اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. شروع استفاده از دانش UWB مربوط به انتهای قرن نوزدهم می باشد که رادیو ساخته شده توسط مارکنی از پهنای باند وسیعی برای انتقال اطلاعات بهره می برده است. سپس مفهوم UWB مجددا در دهه ۱۹۶۰ برای ساخت رادارهای ایمن در برابر تداخل و با مصرف توان پایین مورد توجه قرار گرفت [5][4] . در نهایت اختراع ثبت شده

[1] Ultra-WideBand
[2] Signal to Noise Ratio
[3] Multi path fading

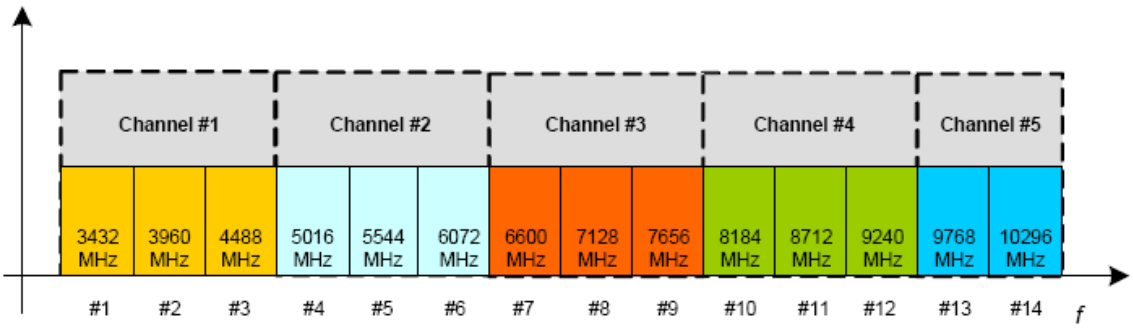
توسط جرالد روس در سال ۱۹۷۳ مخابرات UWB را پایه ریزی نمود [5] . در فوریه سال۲۰۰۲، FCC اولین طراحی و استاندارد مربوط به باندها و توان مجاز برای کاربران UWB را صادر کرد. بدین ترتیب باند فرکانسی ۳/۱ گیگاهرتز تا ۱۰/۶ گیگاهرتز به UWB اختصاص یافت. در این تاریخ FCC مجوزی صادر کرد که حدود و میزان تشعشع عمدی یا سهوی دستگاههای مخابراتی در باندهای مختلف را مشخص نمود. این تشعشع مجاز در باندهای مورد استفاده مبنایی برای طراحی دستگاههای UWB شد. با گسترش تحقیقات در این زمینه، IEEE کمیته مخصوصی برای استانداردسازی این سیستم‌ها تحت عنوان 802.15.3.x تشکیل داد [6] . شکل۱-۱ تاریخچه این تکنولوژی را به اختصار نشان می دهد.



شکل ۱-۱ تاریخچه پیشرفت تکنولوژی فراپهن باند [6]

پیشنهاد OFDM : توسط گروه Multiband OFDM که بعد ها به اتحاد WiMedia تبدیل شد، ارائه شد [9]. این پیشنهاد در واقع تعمیم استاندارد OFDM برای استفاده در سیستم های فراپهن باند است. نرخ داده در آن از ۵۳/۳ Mb/s تا ۴۸۰ Mb/s متغیر است. سیگنال ارسالی توسط یک DAC با سرعت بالا تولید می شود و نسبت به فرستنده های بر مبنای پالس بازده طیفی[1] بالاتری دارد. مدولاسیون OFDM به طور ذاتی در برابر چند مسیره شدن کانال[2]، و تغییرات بهره، فاز، و تاخیر گروه در فرستنده گیرنده ها مقاوم است [10]. این پیشنهاد باند UWB را به ۵ کانال و ۱۴ زیرگروه ۵۲۸ مگاهرتزی همانطور که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است، تقسیم می کند. کانال ها به زیر گروه های ۲ یا ۳ کاناله تقسیم و پرش فرکانسی[3] در این زیر گروه ها صورت می پذیرد.

[1] Spectral efficiency
[2] Channel multipath
[3] Frequency hopping



شکل ۱-۲ : تقسیم باند UWB در پیشنهاد OFDM [۱۱]

از آنجایی که فرستنده OFDM بین سه زیر گروه در هر کانال پرش فرکانسی می کند سطح توانی سه برابر ماکزیمم حد مجاز FCC تشعشع می کند، یعنی در هر لحظه از زمان فرستنده از یک سوم پهنای باند و سه برابر چگالی توان مجاز استفاده می کند. در نتیجه میانگین تشعشع در هر کانال شرایط ماسک فراپهن باند را برآورده می سازد. یکی از اشکالات این روش پیچیدگی آن است به طوری که نرخ پرش فرکانسی کمتر از ۱۰ ns و با فاصله فرکانسی ۱۰۵۶ MHz مورد نیاز است. در نتیجه به یک PLL و چندین اسیلاتور و یک مالتی پلکسر برای انتخاب اسیلاتور نیاز خواهد بود.

پیشنهاد DS-UWB : پیشنهاد دیگری که به گروه 802.15.3a ارسال شد، ساختار DS-UWB [۱] از جانب مجمع UWB [۲] بود [11] . این ساختار بر مبنای پالس است که از مدولاسیون BPSK [۳] استفاده می کند. سیگنال در دو باند ۳/۱-۵/۱۵ GHz و ۵/۸۲۵-۱۰/۶ GHz همانطور که در شکل ۱-۳ نشان داده شده است ارسال می شود. نرخ داده در این پیشنهاد از ۲۸ Mb/s شروع و تا ۱۳۲۰ Mb/s می رسد. مزیت مهم این ساختار سادگی و مصرف توان کمتر آن در مقایسه با ساختار OFDM است.

[1] Direct Sequence UWB
[2] UWB Forum
[3] Bi-Phase Shift Keying