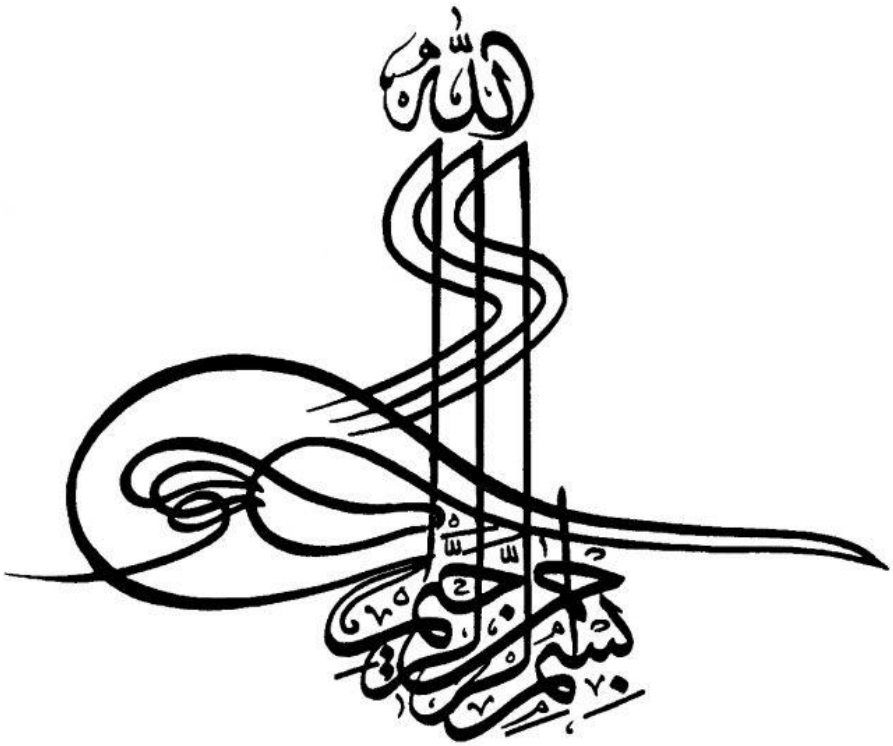
الله
بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای حسن خانی رساله ۲۴ واحدی خود را **با عنوان بهبودکارایی سیستم های مخابراتی طیف فرا گسترده مبتنی بر ارسال پالس مبنا** در تاریخ ۱۳۸۹/۶/۲۷ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری مهندسی برق و کامپیوتر - مخابرات پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر پاییز عزمی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمد حسن قاسمیان یزدی	استاد	
استاد ناظر	دکتر کیوان نوایی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر محمود احمدیان عطاری	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر جواد صالحی	استاد	
نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر محمد حسن قاسمیان یزدی	استاد	

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه/رساله مورد تایید است.

امضای استاد راهنما

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 هیأت 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 می‌شود 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 نامه‌های مصوب انجام شود.

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 باشد.

نام و نام خانوادگی: حسن خانی

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 رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی برق است که در سال ۱۳۸۹ در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر پائیز عزمی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) 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 را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت 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 شدهٔ نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب حسن خانی دانشجوی رشته مهندسی برق مقطع دکتری تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: حسن خانی

تاریخ و امضا: ۸۹/۶/۳۰

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

رساله دوره دکتری مهندسی مخابرات

بهبود کارایی سیستم‌های مخابراتی طیف فراگستردهٔ مبتنی بر ارسال پالس مبنا

حسن خانی

استاد راهنما:
دکتر پائیز عزمی

تابستان ۱۳۸۹

خدای را بسی سپاس که از روی کرم، پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایهٔ درخت پر بار وجودشان بیاسایم، از ریشهٔ آنها شاخ و برگ گیرم و از سایهٔ وجودشان در راه فراگیری دین و دانش بهره گیرم.

والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم چرا که این دو وجود مقدس پس از پروردگار، مایهٔ هستی‌ام بوده‌اند، دستم را گرفتند و در این وادی پر فراز و نشیب زندگی، چگونه راه رفتن را به من آموختند.

خواهران و برادران مهربانم که همواره از پشتیبانی و تشویق آنان بهره‌مند بوده‌ام.

آموزگارانی که برایم زندگی و انسان بودن را معنا کردند.

رزمندگان اسلام که دلاورانه با دشمن جنگیدند تا ما ایستاده بمانیم.

حال این برگ سبزی است تحفهٔ درویش تقدیم به آستان آنان....

سپاسگزاری و قدردانی

بر خود لازم می‌دانم که از زحمات بی‌دریغ، تلاش‌های بی‌وقفه و راهنمایی‌های ارزشمند استاد ارجمندم جناب آقای دکتر پائیز عزمی در راستای انجام این رساله در طول پنج سال گذشته صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

این رساله با حمایت و پشتیبانی
مرکز تحقیقات مخابرات ایران انجام شده‌است.

چکیـــــــــده

سیستم طیف فراگستردهٔ مبتنی بر ارسال پالس مبنا (UWB-TR) با چالش‌هایی از قبیل نرخ ارسال پایین، کارایی انرژی اندک و حضور نویز به صورت حاصلضرب روبرو است. در این رساله برای رفع مشکلات بالا سیستم TR وزن‌دار با عنوان Weighted Transmitted Reference (WTR) پیشنهاد می‌گردد که داده‌ها را به صورت بلوکی ارسال می‌کند. سیستم WTR با ارسال تنها یک پالس مبنا به ازای تعداد زیادی پالس داده در هر بلوک سربار ناشی از پالس مبنا را نیز کاهش داده و بدین وسیله به نرخ و کارایی به مراتب بالاتری دست می‌یابد. در این سیستم با اختصاص نسبت بیشتری از توان بلوک به پالس مبنا چالش اصلی سیستم TR که حضور نویز به صورت حاصلضرب است، به شدت کاهش یافته و ۳dB بهبود در کارایی انرژی حاصل می‌گردد. علاوه بر این، سیستم WTR با قرار دادن زمان محافظ میان پالس مبنا و اولین و آخرین پالس داده، تداخل‌های میان پالسی (IPI)، میان سمبلی (ISI) و میان بلوکی (IBI) را کاهش می‌دهد. در این رساله، مقدار بهینهٔ ضریب وزن مربوط به پالس‌های داده که نسبت توان اختصاص یافته به پالس مبنا را کنترل می‌کند محاسبه می‌شود. همچنین کارایی سیستم WTR با کارایی سیستم‌های TR متداول (CTR)، TR تفاضلی (DTR) و گیرندهٔ RAKE کامل با معیار ترکیب نسبت بیشینه (MRC) در کانال محوشدگی چندمسیره و در حضور نویز، IPI، ISI، IBI و تداخل میان مسیری (IPaI) مقایسه شده و فرم بستهٔ احتمال خطای بیت آنها استخراج می‌شود. به علاوه، حساسیت سیستم‌های مذکور نسبت به تغییرات بازهٔ انتگرال‌گیری بررسی شده و نشان داده می‌شود که سیستم WTR از این نظر نیز نسبت به سیستم‌های CTR و DTR بسیار خوب عمل می‌کند. در این رساله، یک روش دسترسی چندگانه نیز برای سیستم WTR ارائه می‌شود و کارایی آن در دو حالت همزمان و ناهمزمان بررسی می‌گردد. در نهایت به منظور افزایش کارایی سیستم WTR، چند ساختار جدید برای گیرندهٔ آن ارائه می‌گردد. همزمان‌سازی آسان، مقاومت بیشتر در مقابل خطای همزمان‌سازی، کارایی انرژی بسیار خوب، پشتیبانی از نرخ ارسال زیاد، عدم وابستگی مقادیر بهینهٔ ضریب وزن و بازهٔ انتگرال‌گیری به میزان SNR و همچنین حساسیت اندک نسبت به تغییرات دو پارامتر فوق حول مقدار بهینه‌شان از مهم‌ترین مزیت‌های سیستم WTR به شمار می‌رود.

واژگان کلیدی: ارسال پالس مبنای وزن‌دار، تداخل میان بلوکی، تداخل میان پالسی، تداخل میان سمبلی، دسترسی چندگانه، طیف فراگسترده، وزن‌دهی بهینه.

فهرست مطالب

فهرست علائم و نشانه‌ها ..... **د**

فهرست جدول‌ها ..... **و**

فهرست شکل‌ها ..... **ز**

فهرست کلمات اختصاری ..... **ی**

فصل ۱ **مقدمه** **۱**

۱-۱- بیان مسأله ۹

۱-۲- نوآوری‌ها و ساختار رساله ۱۴

فصل ۲ **پیشینهٔ تحقیق** **۲۰**

۲-۱- مقدمه ۲۰

۲-۲- سیستم UWB-TR تفاضلی (UWB-DTR) ۲۲

۲-۲-۱- ساختار سیستم ۲۲

۲-۳- کارهای انجام شده برای افزایش کیفیت پالس مبنا ۲۴

۲-۴- کارهای انجام شده برای افزایش نرخ ارسال ۳۰

فصل ۳ **پیشنهاد سیستم UWB-TR وزن‌دار (UWB-WTR)** **۳۴**

۳-۱- مقدمه ۳۴

۳-۲- مدل کانال خانگی UWB ۳۶

۳-۳- مدل سیستم DTR در کانال محوشدگی چند مسیره ۳۸

۳-۳-۱- مدل معادل در فقدان نویز ۴۱

۳-۳-۲- مدل معادل در حضور نویز ۴۳

۳-۴- مدل سیستم WTR ۴۶

۳-۵- مدل سیستم WTR چندکاربره در کانال چندمسیره ۵۰

۳-۵-۱- مدل معادل در فقدان نویز ۵۴

۳-۵-۲- مدل معادل در حضور نویز ۵۴

۳-۶- حساسیت نسبت به بازهٔ انتگرال‌گیری و ضریب وزنی ۶۰
۳-۷- بحث و نتیجه‌گیری ۶۶
۳-۷-۱- حالت تک‌کاربره ۶۷
۳-۷-۲- حالت چندکاربره ۶۸
۳-۸- محاسبهٔ مقدار بهینهٔ ضریب وزنی β در فقدان IBI و MAI ۷۲
۳-۸-۱- مدل معادل سیستم WTR تک‌کاربره در کانال محوشدگی چند مسیرهٔ فاقد نویز ۷۲
۳-۸-۲- مدل معادل سیستم WTR تک‌کاربره در کانال محوشدگی چند مسیرهٔ شامل نویز ۷۳
۳-۹- خلاصهٔ فصل ۸۰

فصل ۴ پیشنهاد گیرنده‌های بهبود یافته برای سیستم WTR و نتایج اولیه ۸۲

۴-۱- ساختار گیرندهٔ پیشنهادی اول برای افزایش کیفیت پالس مبنا و مقاوم در برابر کانال‌هایی با گسترش تأخیر زیاد ۸۲
۴-۱-۱- مدل معادل در فقدان نویز ۸۶
۴-۱-۲- مدل معادل در حضور نویز ۸۷
۴-۲- ساختار گیرندهٔ پیشنهادی دوم برای کاهش ISI ناشی از سمبل‌های پیشین ۹۰
۴-۳- ساختار گیرندهٔ پیشنهادی سوم برای افزایش کیفیت پالس مبنا ۹۳
۴-۴- خلاصهٔ فصل ۹۶

فصل ۵ نتایج، بحث و پیشنهادات ۹۸

۵-۱- نتایج ۹۸
۵-۲- کارهای آینده ۹۹

فهرست مراجع ۱۰۲

پیوست الف: محاسبهٔ $s[k]$ در سیستم DTR ۱۱۱

پیوست ب: محاسبهٔ واریانس‌های $v_1[k]$ و $v_2[k]$ در سیستم DTR ۱۱۲

پیوست ج: محاسبهٔ واریانس $v_3[k]$ در سیستم DTR ۱۱۴

پیوست د: محاسبهٔ همبستگی متقابل $v_1[k]$ و $v_2[k]$ در سیستم DTR ۱۱۷

پیوست ه: محاسبهٔ واریانس $ISI[k]$ در سیستم DTR ۱۱۹

پیوست و: محاسبهٔ واریانس‌های $v_1[k]$ و $v_2[k]$ در سیستم MWTR ۱۲۱

پیوست ز: محاسبهٔ واریانس $v_3[k]$ در سیستم MWTR ۱۲۳

پیوست ح: محاسبهٔ همبستگی متقابل $v_1[k]$ و $v_2[k]$ در سیستم MWTR ۱۲۶

پیوست ط: محاسبهٔ واریانس $I[k]$ در سیستم MWTR ۱۲۸

واژه‌نامهٔ انگلیسی به فارسی ۱۳۲

واژه‌نامهٔ فارسی به انگلیسی ۱۳۶

مقالات و اختراعات حاصل از این رساله ۱۴۰

فهرست علائم و نشانه‌ها

ماتریس‌ها با حروف لاتین بزرگ برجسته و بردارها با حروف لاتین کوچک برجسته نمایش داده می‌شوند.

بالانویس ^{T} نمایشگر عملگر ترانهاده می‌باشد.

$*$: علامت عملیات کانولوشن خطی،

$[\boldsymbol{X}]_{i,j}$: بیانگر المان واقع بر سطر iاُم و ستون jاُم ماتریس $\boldsymbol{X}$،

$E_X\{.\}$: نمایانگر میانگین آماری آرگومان آن نسبت به متغیر تصادفی X،

$E_{X|Y}\{.\}$: نشان دهنده میانگین آماری آرگومان آن نسبت به متغیر تصادفی X به شرط دانستن متغیر تصادفی Y،

σ_X^2: بیانگر واریانس متغیر تصادفی X،

$R_X(t,\tau)$: نمایشگر تابع خودهمبستگی فرآیند تصادفی $X(t)$ می‌باشد؛ به عبارت دیگر $R_X(t,\tau)=E\{X(t)X^*(\tau)\}$.

$\lceil x \rceil$ و $\lfloor x \rfloor$: عملگرهایی هستند که x را به ترتیب به سمت بالا و پایین گرد می‌کنند.

$[x]$: نشانگر قسمت صحیح عدد x،

$\Pr(A)$: احتمال رخ دادن پیشامد تصادفی A،

$\delta[n]$: تابع دلتای کرونکر[1] (تابع ضربهٔ واحد گسسته)،

$\delta(t)$: تابع دلتای دیراک[2] (تابع ضربهٔ واحد پیوسته)،

$U[n]$: تابع پلهٔ واحد گسسته،

$sign(.)$: تابع علامت،

$\min_l(.)$: تابعی است که مقدار کمینهٔ آرگومان آن را روی l به دست می‌آورد.

$\in$: نمادهای عضویت،

$\propto$: نماد توزیع احتمال،

α: ضریب وزن پالس مبنا،

β: ضریب وزن پالس‌های داده،

β_{opt}: مقدار بهینهٔ ضریب وزن پالس‌های داده،

T_{mds}: زمان گسترش تأخیر کانال،

T_B: طول زمانی بلوک،

T_s: فاصلهٔ زمانی بین پالس‌های داده در هر بلوک از سیستم WTR، فاصلهٔ زمانی بین پالس‌های

---

[1] Kronecker delta function
[2] Dirac delta function

متوالی در سیستم DTR و طول قاب در سیستم CTR،

T_d^l: فاصلهٔ زمانی بین پالس مبنا و اولین پالس داده برای کاربر lاُم در سیستم WTR،

T_p^l: فاصلهٔ زمانی بین پالس مبنا و آخرین پالس دادهٔ بلوک قبلی برای کاربر lاُم در سیستم WTR،

T_i: طول بازهٔ انتگرال‌گیری،

T_w: پهنای زمانی پالس ارسالی،

τ_k: تأخیر ناهمزمانی کاربر kاُم،

W: پهنای باند فیلتر ورودی گیرنده،

γ: ضریب محوشدگی ناشی از سایه‌افکنی،

λ: ضریبی است که در سیستم WTR برای یکه کردن انرژی به ازای هر بیت به کار می‌رود و برابر است با $\sqrt{\frac{N_s}{N_s+1}}$.

$C(t)$: پاسخ ضربهٔ کانال UWB،

$w_{tr}(t)$: پالس ارسالی،

$w_{rec}(t)$: پالس دریافتی،

$n(t)$: نویز گوسی سفید جمع شونده،

$v(t)$: نویز گوسی سفید جمع شوندهٔ فیلتر شده،

N_s: تعداد بیت در هر بلوک در سیستم WTR،

N_u: تعداد کاربران فعال،

E_b: انرژی به ازای یک بیت،

E_p: انرژی پالس،

b_i: سمبل BPSK iاُم در سیستم DTR،

d_i: سمبل BPSK تفاضلی iاُم در سیستم DTR،

$b_{j,i}^l$: سمبل BPSK iاُم در بلوک jاُمِ کاربر lاُم در سیستم WTR،

$\hat{b}_i$: سمبل BPSK آشکارسازی شدهٔ iاُم در سیستم DTR،

$\hat{b}_{j,i}^l$: سمبل BPSK آشکارسازی شدهٔ iاُم در بلوک jاُمِ کاربر lاُم در سیستم WTR،

N_0: چگالی طیف توان یکطرفهٔ نویز و

R_b: نرخ بیت را نشان می‌دهد.

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱. نحوهٔ دمدولاسیون در گیرنده SCR بر اساس مقادیر C_I و C_{II} [۶۶]..... ۳۳

جدول ۳-۱. پارامترهای شبیه‌سازی..... ۶۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱. طیف سیستم UWB در مقایسه با یک سیستم باند پهن و یک سیستم باند باریک. ۲

شکل ۱-۲. موقعیت پالس‌های مبنا و داده در سیگنال سیستم TR [۴۵]. ۴

شکل ۱-۳. بلوک دیاگرام فرستندهٔ سیستم TR [۴۵]. ۴

شکل ۱-۴. گیرنده خودهمبستگی در سیستم TR [۱۲، ۱۴]. ۵

شکل ۱-۵. یک قاب TR نوعی [۴۵]. ۶

شکل ۱-۶. قاب TR در کانال چندمسیره بدون ISI [۴۵]. ۷

شکل ۲-۱. (الف) بلوک دیاگرام فرستنده DTR، (ب) بلوک دیاگرام گیرنده DTR [۴۶]. ۲۳

شکل ۲-۲. کارایی BER بر حسب طول بازه انتگرال‌گیری در کانال IEEE CM1(LOS) و IEEE CM2(NLOS) [۷۶]. ۲۵

شکل ۲-۳. گیرنده سیستم DHTR وزن‌دار [۱۱۲]. ۲۶

شکل ۲-۴. گیرنده سیستم TR وزن‌دار که در آن واریانس نویزها برابر است و $g_i=x_i$ [۱۱۳]. ۲۷

شکل ۲-۵. توابع وزن برای مقادیر مختلف SNR متوسط و Γ [۱۰۸]. ۲۸

شکل ۲-۶. گیرنده سیستم 4-PIAM TR-UWB [۷۶]. ۳۱

شکل ۲-۷. بلوک دیاگرام فرستنده a) MPM و b) DMPM [۶۶]. ۳۲

شکل ۳-۱. نمایهٔ تأخیر توان در CM1 تا CM4 که از میانگین‌گیری روی ۱۰۰ تحقق از کانال‌های یادشده به دست آمده است. ۳۸

شکل ۳-۲. ساختار فرستنده در روش DTR. ۳۹

شکل ۳-۳. ساختار گیرنده در روش DTR. ۳۹

شکل ۳-۴. نمونه‌ای از سیگنال ارسالی در روش DTR که از مدولاسیون BPSK تفاضلی بهره می‌جوید. ۳۹

شکل ۳-۵. نمایشی از نحوهٔ تاثیرگذاری پالس‌های تداخل‌کنندهٔ قبلی و بعدی روی نتیجهٔ انتگرال‌گیری. ۴۳

شکل ۳-۶. ساختار فرستندهٔ کاربر lاُم در سیستم WTR. ۴۸

شکل ۳-۷. یک تحقق از سیگنال ارسالی کاربر lاُم در سیستم پیشنهادی بهره جوینده از مدولاسیون BPSK که برای یک پنجرهٔ زمانی بزرگ‌تر از طول زمانی بلوک T_B ترسیم شده‌است. ۴۹
شکل ۳-۸. ساختار گیرندهٔ کاربر lاُم در سیستم MWTR. ۵۱
شکل ۳-۹. یک بلوک نوعی دریافتی در سیستم پیشنهادی بهره جوینده از مدولاسیون BPSK. ۵۱
شکل ۳-۱۰. نمایشی از بازهٔ انتگرال‌گیری مورد استفاده برای آشکارسازی سمبل اول در روش WTR هنگامی که خطای همزمان‌سازی وجود ندارد. ۵۸
شکل ۳-۱۱. نمایشی از بازهٔ انتگرال‌گیری مورد استفاده برای آشکارسازی در روش DTR هنگامی که خطای همزمان‌سازی وجود ندارد. ۵۹
شکل ۳-۱۲. اثر بازهٔ انتگرال‌گیری T_i روی کارایی سیستم WTR در E_b/N_0=۱۲dB که روی ۱۰۰ تحقق از کانال‌های CM1 تا CM4 محوشونده میانگین‌گیری شده‌است برای مقادیر بهینهٔ β که به صورت تحلیلی از (۳-۷۹) به دست آمده‌اند. ۶۱
شکل ۳-۱۳. اثر بازهٔ انتگرال‌گیری T_i روی کارایی سیستم WTR در E_b/N_0=۱۶dB که روی ۱۰۰ تحقق از کانال‌های CM1 تا CM4 محوشونده میانگین‌گیری شده‌است برای مقادیر بهینهٔ β که به صورت تحلیلی از (۳-۷۹) به دست آمده‌اند. ۶۲
شکل ۳-۱۴. اثر ضریب وزنی β روی کارایی سیستم WTR در E_b/N_0=۱۲dB که روی ۱۰۰ تحقق از کانال‌های CM1 تا CM4 محوشونده میانگین‌گیری شده‌است برای مقادیر بهینهٔ T_i که از شکل ۳-۱۲ به دست آمده‌اند. ۶۳
شکل ۳-۱۵. اثر ضریب وزنی β روی کارایی سیستم WTR در E_b/N_0=۱۶dB که روی ۱۰۰ تحقق از کانال‌های CM1 تا CM4 محوشونده میانگین‌گیری شده‌است برای مقادیر بهینهٔ T_i که از شکل ۳-۱۳ به دست آمده‌اند. ۶۳
شکل ۳-۱۶. اثر بازهٔ انتگرال‌گیری T_i روی کارایی سیستم‌های f-RAKE، CTR، DTR و WTR که در E_b/N_0=۱۶dB روی ۱۰۰ تحقق کانال CM1 محوشونده میانگین‌گیری شده‌است. ۶۵
شکل ۳-۱۷. کارایی BER و BEP سیستم‌های f-RAKE، CTR، DTR، و WTR که روی ۱۰۰ تحقق کانال

CM1 محوشونده برای مقادیر بهینهٔ β و T_i به دست آمده از شکل‌های قبلی میانگین‌گیری شده‌است..... ۶۸
شکل ۳-۱۸. کارایی BER و BEP سیستم MWTR پیشنهادی برای ۳ و ۲=N_u کاربر ناهمزمان که روی ۱۰۰ تحقق کانال CM1 میانگین‌گیری شده‌است..... ۶۹
شکل ۳-۱۹. کارایی BER و BEP سیستم MWTR پیشنهادی برای ۳ و ۲=N_u کاربر همزمان که روی ۱۰۰ تحقق کانال CM1 میانگین‌گیری شده‌است..... ۷۱
شکل ۳-۲۰. کارایی سیستم‌های DTR و WTR در دو حالت وجود و عدم وجود محوشدگی (در حالت عدم وجود محوشدگی برای هر سیستم دو منحنی تحلیلی رسم شده است که یکی با فرض توزیع گوسی و دیگری با فرض توزیع یکنواخت برای ISI ترسیم شده است.)..... ۷۸
شکل ۳-۲۱. مقایسهٔ مقدار دقیق و تقریبی β_{opt} برای γ=۱، T_i=۱۰ns و W=۴GHz..... ۷۹
شکل ۴-۱. ساختار گیرندهٔ پیشنهادی برای افزایش کیفیت پالس مبنا و مقاوم در برابر کانال‌هایی با گسترش تأخیر زیاد..... ۸۳
شکل ۴-۲. کارایی گیرندهٔ پیشنهادی اول برای افزایش کیفیت پالس مبنا و مقاوم در برابر کانال‌هایی با گسترش تأخیر زیاد..... ۸۹
شکل ۴-۳. نمودار گیرندهٔ پیشنهادی دوم برای کاهش ISI سمبل‌های پیشین به صورت متوالی..... ۹۱
شکل ۴-۴. کارایی گیرندهٔ پیشنهادی دوم برای کاهش ISI با پارامترهای T_i=۱۰ ns و β=۰/۸ در دو حالت وجود و عدم وجود محوشدگی (N نشانگر تعداد بیت‌های قبلی است که ISI ناشی از آنها روی بیت فعلی حذف می‌شود)..... ۹۲
شکل ۴-۵. نمودار گیرندهٔ پیشنهادی سوم برای بهبود کیفیت پالس مبنا با استفاده از سمبل‌های آشکارسازی شدهٔ پیشین..... ۹۳
شکل ۴-۶. کارایی گیرندهٔ پیشنهادی سوم برای افزایش کیفیت پالس مبنا با استفاده از اولین دادهٔ بلوک با پارامترهای T_i=۱۰ ns و β=۰/۸..... ۹۴
شکل ۴-۷. نمودار گیرندهٔ پیشنهادی چهارم برای بهبود کیفیت پالس مبنا و حذف ISI ناشی از سمبل‌های آشکارسازی شدهٔ پیشین به صورت متوالی..... ۹۵

فهرست کلمات اختصاری

اختصار	اصل عبارت
AcR	Autocorrelation Receiver
ALRT	Average Likelihood Ratio Test
ATR	Average Transmitted-Reference
AWGN	Additive White Gaussian Noise
BISI	Backward Inter Symbol Interference
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BEP	Bit Error Probability
BER	Bit Error Rate
CSR	Code-Shifted Reference
CML	Conditional Maximum Likelihood
CTR	Conventional Transmitted-Reference
DF	Decision Feedback
DHTR	Delay Hopped Transmitted Reference
DCSR	Differential Code-Shifted Reference
DMPM	Differential Multi-Pulse Modulation
DTR	Differential Transmitted-Reference
DS	Direct Sequence
FCC	Federal Communications Commission
FIR	Finite Impulse Response
FISI	Forward Inter Symbol Interference
FSR	Frequency-Shifted Reference
f-RAKE	Full RAKE Receiver
GLRT	Generalized Likelihood Ratio Test
IBI	Inter Block Interference
IFI	Inter Frame Interference
i.i.d	Independent and Identically-Distributed
IPaI	Inter Path Interference
IPI	Inter Pulse Interference
ISI	Inter Symbol Interference
IISI	Intra and Inter Symbol Interference

ML	Maximum Likelihood
MMSE	Linear Minimum Mean Squared Error
MRC	Maximum Ratio Combining
MPMD	Multi Pulse Multi Delay
MDS	Multipath Delay Spread
MAI	Multiple Access Interference
MPM	Multi-Pulse Modulation
MWTR	Multiuser Weighted Transmitted-Reference
PDP	Power Delay Profile
PSD	Power Spectral Density
PIAM	Pulse Interval Amplitude Modulation
RF	Radio Frequency
RTR	Recursive Transmitted-Reference
SNIR	Signal to Noise plus Interference Ratio
SNR	Signal to Noise Ratio
SIMO	Single-Input Multiple-Output
TH	Time Hopping
TiR	Time Reversal
TR	Transmitted-Reference
UWB	Ultra Wide Band
WTR	Weighted Transmitted-Reference