

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران مرکزی
دانشکده فنی و مهندسی، گروه برق
پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)
گرایش: الکترونیک

عنوان:

شبیه سازی یک سیستم مخابراتی طیف گسترده به منظور مقایسه ی دنباله های گسترش
دهنده طیف با یکدیگر

استاد راهنما:

دکتر آرش دانا

استاد مشاور:

دکتر احمد خادم زاده

پژوهشگر:

حسن کهن

پاییز ۱۳۹۰



ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Central Tehran Branch

Faculty of Engineering- Department of Electric

"M.Sc" Thesis

On Electronic

Subject:

**Simulating a Spread Spectrum Communication System In order to
Compare the Spreader Sequences With Each Other's**

Supervisor:

Dr. Arash Dana

Co-Supervisor:

Dr. Ahmad Khademzadeh

By:

Hassan Cohan

Autumn 2011

سپاسگزاری:

از زحمات استاد عزیز و سرور گرامی جناب آقای دکتر آرش دانا که در سال های تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد، صمیمانه ترین و دلسوزانه ترین زحمات را نثارم نمودند، تشکر و قدردانی می نمایم.

زحمات استاد مشاور جناب آقای دکتر خادم زاده و مدیرگروه محترم جناب آقای دکتر فرخی بر من پوشیده نبوده و صمیمانه ترین سپاس را تقدیم ایشان می نمایم.

و در آخر از زحمات...

مادر صبور و مهربانم، پناهگاه لحظات تاریکی و ناامیدی؛

پدر عزیز و گرامی ام، تکیه گاه لحظات سخت؛

همسر سخت کوش و فداکارم

خاتم دکتر وحیده نظری؛

با دلی پر امید و زبانی قاصر، تشکر و سپاسگزاری می نمایم.

تقدیم به:

خون های ریخته شده در راه

حق و حقیقت

آزادی و آزادگی

برابری و برادری

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ی	فهرست جداول.....
ک	فهرست نمودارها.....
ل	فهرست اشکال.....
۱	چکیده فارسی.....
فصل اول: کلیات طرح	
۲	۱-۱ بیان مساله.....
۲	۲-۱ هدفهای تحقیق.....
۳	۴-۱ اهمیت موضوع تحقیق و انگیزش انتخاب آن.....
۴	۴-۱ سوالات و فرضیه های تحقیق..... - سوالات تحقیق - فرضیه های تحقیق
۴	۵-۱ مدل تحقیق.....
۵	۶-۱ تعاریف اصلاحات و واژه گان کلیدی.....
۵	۷-۱ روش تحقیق.....
فصل دوم: سیستمهای طیف گسترده	
۶	مقدمه.....
۸	۱-۲ تاریخچه طیف گسترده.....
۹	۲-۲ مفاهیم و مشخصات سیستمهای طیف گسترده.....
۱۱	۳-۲ بهره پردازش.....
۱۳	۴-۲ انواع سیستمهای طیف گسترده.....
۱۴	۱-۴-۲ سیستم طیف گسترده دنباله مستقیم یا شبه نویز (PN) / (DS).....
۲۴	۱-۱-۴-۲ سیستم طیف گسترده BPSK – DS.....
۳۰	۲-۱-۴-۲ ویژگی های سیستم طیف گسترده DS.....

۳۲	.....سیستم طیف گسترده پرش فرکانسی FH	۲-۴-۲
۳۹	.....انواع سیستم های طیف گسترده پرش فرکانسی	۱-۲-۴-۲
۴۲	.....سیستم طیف گسترده پرش زمانی (TH)	۳-۴-۲
۴۳	.....سیستم طیف گسترده جاروب فرکانسی (Chirp)	۴-۴-۲
۴۳	.....سیستم طیف گسترده ترکیبی (Hybrid)	۵-۴-۲
۴۵	.....مزایای سیستمهای طیف گسترده	۵-۲
۴۹	.....معایب سیستم های طیف گسترده	۶-۲
۵۱	.....کاربرد سیستمهای طیف گسترده	۷-۲
فصل سوم: دنباله‌های گسترش دهنده ی طیف		
۵۲	.....مقدمه	
۵۴	.....دنباله شبه تصادفی	۱-۳
۵۶	.....تولید کدهای گسترش دهنده	۲-۳
۶۲	.....تابع همبستگی دنباله های گسترش دهنده	۳-۳
۶۶	.....کدهای گسترش دهنده ی رایج	۴-۳
۶۷	.....کدهای باطول حداکثر (ماکزیمال) یا شبه نویز	۱-۴-۳
۶۸	.....خواص دنباله های با طول حداکثر	۱-۱-۴-۳
۷۲	.....تابع همبستگی و چگالی طیف توان دنباله های با طول حداکثر	۲-۱-۴-۳
۷۵	.....کدهای گلد	۲-۴-۳
۷۹	.....مجموعه کدهای ماکزیمال مرجح	۳-۴-۳
۸۱	.....کدهای شبه گولد	۴-۴-۳
۸۳	.....کدهای کازامی	۵-۴-۳
۸۷	.....کدهای بار کر	۶-۴-۳
۹۰	.....کدهای ویلارد	۷-۴-۳
۹۱	.....کدهای والش	۸-۴-۳
۹۳	.....کدهای متعامد با طول متغیر	۹-۴-۳

۹۵	بررسی دنباله ها از نظر بهینگی، پیچیدگی خطی و خاصیت تعادلی.....	۵-۳
۹۸	کدهای غیرخطی.....	۶-۳
۹۹	سایر کاربردهای دنباله های گسترش دهنده.....	۷-۳
فصل چهارم: شبیه سازی		
۱۰۰	مقدمه.....	
۱۰۲	فرستنده.....	۱-۴
۱۰۴	کانال انتقال.....	۲-۴
۱۰۷	گیرنده.....	۳-۴
۱۰۸	نمایشگر نتایج.....	۴-۴
۱۰۹	دنباله‌ی متعامد گسترنده‌ی طیف، در محیط تک‌کاربره با کانال تک مسیره.....	۵-۴
۱۱۲	دنباله‌ی متعامد گسترنده‌ی طیف، در محیط چند کاربره با کانال تک مسیره.....	۶-۴
۱۱۵	دنباله‌ی متعامد گسترنده‌ی طیف، در محیط تک‌کاربره با کانال چندمسیره.....	۷-۴
۱۱۸	دنباله‌ی PN غیرمتعامد گسترنده‌ی طیف، در محیط تک‌کاربره با کانال چندمسیره..	۸-۴
۱۲۱	دنباله‌ی PN غیرمتعامد گسترنده‌ی طیف، در محیط چندکاربره با کانال چندمسیره..	۹-۴
۱۲۴	دنباله‌ی کازامی گسترنده‌ی طیف، در محیط تک‌کاربره با کانال چندمسیره.....	۱۰-۴
۱۲۷	دنباله‌ی کازامی گسترنده‌ی طیف، در محیط چند کاربره با کانال چندمسیره.....	۱۱-۴
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات		
۱۲۹	مقدمه.....	
۱۳۰	نتیجه گیری.....	۱-۵
۱۳۵	پیشنهادات.....	۲-۵
۱۳۷	فهرست منابع و ماخذ.....	
۱۳۹	چکیده انگلیسی.....	

فهرست جدول ها

صفحه

عنوان

۱۷	.....	جدول ۱-۲
۸۰	.....	جدول ۱-۳
۸۷	.....	جدول ۲-۳
۹۰	.....	جدول ۳-۳
۹۷	.....	جدول ۴-۳
۱۱۱	.....	جدول ۱-۴
۱۱۴	.....	جدول ۲-۴
۱۱۷	.....	جدول ۳-۴
۱۲۰	.....	جدول ۴-۴
۱۲۳	.....	جدول ۵-۴
۱۲۶	.....	جدول ۶-۴
۱۲۸	.....	جدول ۷-۴
۱۳۰	.....	جدول ۱-۵

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۱۳۱	۱-۵ نمودار.....
۱۳۳	۲-۵ نمودار.....
۱۳۴	۳-۵ نمودار.....
۱۳۶	۴-۵ نمودار.....

فهرست شكلها

صفحه	عنوان
۸	شکل ۱-۲
۹	شکل ۲-۲
۱۰	شکل ۳-۲
۱۰	شکل ۴-۲
۱۴	شکل ۵-۲
۱۵	شکل ۶-۲
۱۶	شکل ۷-۲
۱۷	شکل ۸-۲
۱۹	شکل ۹-۲
۲۰	شکل ۱۰-۲
۲۰	شکل ۱۱-۲
۲۱	شکل ۱۲-۲
۲۳	شکل ۱۳-۲
۲۴	شکل ۱۴-۲
۲۶	شکل ۱۵-۲
۲۶	شکل ۱۶-۲
۲۷	شکل ۱۷-۲
۳۰	شکل ۱۸-۲
۳۱	شکل ۱۹-۲
۳۲	شکل ۲۰-۲
۳۳	شکل ۲۱-۲
۳۴	شکل ۲۲-۲
۳۴	شکل ۲۳-۲

٣٦	.....	شکل ٢٤-٢
٣٦	.....	شکل ٢٥-٢
٣٨	.....	شکل ٢٦-٢
٣٨	.....	شکل ٢٧-٢
٣٩	.....	شکل ٢٨-٢
٤٠	.....	شکل ٢٩-٢
٤٢	.....	شکل ٣٠-٢
٤٤	.....	شکل ٣١-٢
٥٥	.....	شکل ١-٣
٥٧	.....	شکل ٢-٣
٥٧	.....	شکل ٣-٣
٦٢	.....	شکل ٤-٣
٧٠	.....	شکل ٥-٣
٧٢	.....	شکل ٦-٣
٧٣	.....	شکل ٧-٣
٧٨	.....	شکل ٨-٣
٨٨	.....	شکل ٩-٣
٨٨	.....	شکل ١٠-٣
٩٣	.....	شکل ١١-٣
١٠٢	.....	شکل ١-٤
١٠٤	.....	شکل ٢-٤
١٠٤	.....	شکل ٣-٤
١٠٦	.....	شکل ٤-٤
١٠٦	.....	شکل ٥-٤
١٠٧	.....	شکل ٦-٤
١٠٨	.....	شکل ٧-٤
١٠٩	.....	شکل ٨-٤

۱۱۲	.....	شکل ۹-۴
۱۱۵	.....	شکل ۱۰-۴
۱۱۸	.....	شکل ۱۱-۴
۱۲۱	.....	شکل ۱۲-۴
۱۲۴	.....	شکل ۱۳-۴
۱۲۷	.....	شکل ۱۴-۴

چکیده:

گسترش روزافزون ارتباطات بی سیم در حوزه شبکه های کامپیوتری، مخابرات سیار، ارتباطات ماهواره ای، رادارها و بسیاری موارد دیگر مرهون موفقیت‌های چشمگیر فناوری های جدید در راستای تضمین صحت و امنیت اطلاعات مبادله شده در شبکه ها و نیز هزینه مناسب آنها می باشد. تضمین امنیت و صحت اطلاعات تا حد زیادی به پیچیدگی دنباله ها و نیز میزان تاثیر گذاری نویزهای مختلف از قبیل نویز چند مسیری، نویز چند کاربری، جمینگ و ... بر روی کد مورد استفاده در مدولاسیون یا گسترش طیف بستگی دارد. در ضمن یک دنباله مناسب با افزایش تعداد کاربران شبکه روی یک کانال، هزینه های تخصیص منابع (کانال و فرکانس) را برای سرویس دهندگان کاهش می دهد. نظر به این حساسیت در شبکه ها در این پایان نامه، با شبیه سازی یک سیستم مخابراتی طیف گسترده به بررسی کدهای متعامد، غیر متعامد و کازمی پرداخته شده است. با در نظر گرفتن شبکه ای که تحت تاثیر نویز AWGN قرار داشته و دارای حالات مختلف تک کاربره، چندکاربره، تک مسیره و چندمسیره می باشد عملکرد این کدها مورد بررسی قرار می گیرد. در نهایت با مشخص شدن نتایج حاصل از پایان نامه ، کد مناسب برای هر محیط کاری معرفی می گردد.

فصل اول

کلیات طرح

۱-۱- بیان مساله

دنباله گسترش دهنده ی طیف مناسب برای محیط های انتقال متفاوت از نظر تعداد کاربران(تک کاربره و چند کاربره) و نوع کانال انتقال(تک مسیره و یا چند مسیره) در سیستمهای مخابراتی طیف گسترده چیست؟

۲-۱- هدف های تحقیق

هدف کلی: مشخص نمودن تاثیر دنباله های متفاوت گسترش دهنده ی طیف بر میزان خطای سیگنال دریافت شده در گیرنده، در یک سیستم مخابراتی طیف گسترده می باشد.

هدف فرعی: مشخص نمودن میزان تاثیر دنباله های گسترش دهنده ی متعامد، غیرمتعامد و کازمی در محیطهای انتقال تک کاربره، چند کاربره، تک مسیره و چند مسیره بر میزان خطای سیگنال دریافت شده در گیرنده، در یک سیستم مخابراتی طیف گسترده می باشد.

۳-۱- اهمیت موضوع تحقیق و انگیزش انتخاب آن

زندگی امروز جوامع، بدون حضور سیستمهای ارتباطی و اختراعات مبتنی بر آن امری غیرممکن به نظر می رسد. استفاده از این، فناوری موجب افزایش کیفیت زندگی ها شده و نتایج مثبت حاصل از آن باعث جلب سرمایه گذاری های فراوان به منظور توسعه این سیستمها شده است. توسعه روزافزون و همه جانبه سیستمهای ارتباطی بی سیم از قبیل مخابرات سیار، مخابرات ماهواره ای، شبکه های کامپیوتری وایمکس، مخابرات نظامی و رادارها و ... مرهون وجود سیستمهای مخابراتی کارآمد و موفق بوده است. هدف اصلی سیستمهای مخابراتی، ارسال و دریافت هرچه صحیح تر، سریع تر و امن تر سیگنال داده با فرض حضور نویز و اختلال و نیز مقرون به صرفه کردن ارتباطات با کاهش استفاده از منابع (از قبیل توان، پهنای بانداختصاصی، فرکانس و ...) می- باشد و اهمیت آن با نیاز روزافزون جوامع به سیستمهای ارتباطی نمایان تر می شود. سیستمهای طیف گسترده در دنیای انتقال داده نسبتا جدید می باشند و این اهداف را به خوبی پوشش داده و دارای برخی ویژگی های منحصر به فرد می باشند. در ضمن این خواص و ویژگی های سیستمهای طیف گسترده تا حد زیادی، به طور مستقیم به دنباله گسترش دهنده آن وابسته می باشد. لذا موارد فوق انگیزه کافی برای تحقیق در مورد چنین سیستمهایی را ایجاد نمود.

۴-۱- سوالات و فرضیه های تحقیق

۱-۴-۱- سوالات تحقیق

سوالات تحقیق این پایان نامه عبارتند از:

- الف- عملکرد دنباله های متعامد گسترندهی طیف، در محیط تک کاربره و یا چند کاربره با کانال انتقال تک مسیره و یا چند مسیره چگونه است؟
- ب- عملکرد دنباله های غیرمتعامد گسترندهی طیف، در محیط تک کاربره و یا چند کاربره با کانال انتقال تک مسیره و یا چند مسیره چگونه است؟

ج- عملکرد دنباله کازامی گسترده‌ی طیف ، در محیط انتقال چند کاربره و چند مسیره چگونه است؟

۱-۴-۲- فرضیه های تحقیق

الف- بین عملکرد سیستمهای مخابراتی طیف گسترده که از دنباله های گسترده‌ی خاص در محیط های انتقال متفاوت با حضور نویز AWGN استفاده می کنند، تفاوت معناداری وجود دارد.

ب- بین عملکرد سیستمهای مخابراتی طیف گسترده که از دنباله های متعامد، غیرمتعامد و کازامی در محیط های تک کاربره و چندکاربره با حضور نویز AWGN استفاده می کنند، تفاوت معناداری وجود دارد.

ج- بین عملکرد سیستمهای مخابراتی طیف گسترده که از دنباله های متعامد، غیرمتعامد و کازامی در محیط های تک مسیره و چندمسیره با حضور نویز AWGN استفاده می کنند، تفاوت معناداری وجود دارد.

۱-۵- مدل تحقیق

مدل تحقیق این پایان نامه نظری و شبیه سازی است.

۱-۶- تعاریف اصطلاحات و واژگان کلیدی

کد گسترش دهنده:

یک دنباله باینری شبه تصادفی { ۱ ، -۱ } با نرخ بسیار بالا و طیف فرکانسی وسیع می باشد.

:AWGN

نویز گوسی سفید جمع شونده

:AJ (Anti-Jam)

يك تكنولوژي كه براي پايداري در برابر پارازيت يا تداخل طراحي شده است.

:BPSK (Binary Phase Shift Keying)

يك نوع مدولاسيون ديگيتال DSB با حامل حذف شده است.

:CDMA (Code Division Multiple Access)

يك نوع مدولاسيون ديگيتال و راهي براي افزايش ظرفيت كانال مي باشد.

:Chip

زمانی که طول می کشد تا يك بیت یا علامت يك كد PN فرستاده شود.

:Code

به يك رشته بیت ديگيتالي با مشخصه هاي نوبزگونه گفته مي شود.

:PN (Pseudo Noise)

يك سيگنال ديگيتالي با خاصيت هاي نوبزگونه است.

:RF (Radio Frequency)

به طور كلي يك فرکانس بين حدود ۵۰ كيلو هرتز تا حدود ۳ گيگا هرتز است.

:SS (Spread Spectrum)

يك مدولاسيون باند پهن كه مشخصه هاي نوبزگونه را به يك سيگنال منتقل مي كند.

۷-۱- روش تحقيق

روش تحقيق اين پايان نامه كتابخانه ای می باشد.

فصل دوم

سیستمهای طیف گسترده

مقدمه

از زمانی که دستگاه بیسیم اختراع گردید و انتقال اطلاعات با استفاده از فضا صورت گرفت، ایده پنهان‌سازی و یا جلوگیری از دسترسی های غیرمجاز به اطلاعات تبادل شده از مهمترین موضوعاتی بود که سال‌ها مورد تحقیق و پژوهش قرار داشته و بنا به گفته‌ای تاریخچه آن به سال‌های ۱۹۲۰ باز می‌گردد. طراحان سیستمهای مخابراتی در گذشته و حال همواره به دنبال دستیابی به تکنیک های مدولاسیون و دمدولاسیونی هستند که نیازهای مخابراتی و ملاحظات مورد نظر آن‌ها را به بهترین صورت مرتفع سازند. اکثر این تکنیک‌ها سعی دارند تا در استفاده از پارامترهای مهم مخابرات یعنی قدرت و پهنای باند، بهینه‌سازی ایجاد نمایند. هدف اصلی این تکنیک‌ها ارسال هرچه صحیح‌تر، سریع‌تر و امن‌تر سیگنال داده، با فرض حضور نویز گوسی سفید جمع شونده^۱ و مقرون به صرفه کردن سیستمهای مخابراتی با کاهش استفاده از منابع (از قبیل توان، پهنای باند، فرکانس و ...) می‌باشد. با چنین دیدگاهی، مقایسه‌ی سیستمها و تکنیک‌های مدولاسیون با معیارهای میزان استفاده از پهنای باند و E_b/N_0 (نسبت انرژی به ازای هر بیت بر چگالی طیف توان یک طرفه نویز سفید گوسی) مورد نیاز برای داشتن یک احتمال خطای بیت مشخص، صورت می‌گیرد.

^۱ AWGN

با این وجود گاهی نیاز به تکنیک های مدولاسیونی که نیازهایی غیر از موارد مذکور را برآورده کنند به چشم می خورد. به عنوان مثال اگر چه بسیاری از کانال های مخابراتی در عمل به صورت کانال های AWGN ایستادن مدل می شوند، اما کانال های دیگری نیز وجود دارند که از این مدل پیروی نمی کنند. یک سیستم مخابراتی که تحت تداخل عمدی (اختلال) و یا تداخل چند مسیری (که در آن سیگنال توسط دریافت های تاخیر دار خودش مورد تداخل قرار می گیرد) قرار دارد، مثال هایی از این نوع کانال ها می باشند. در مدل اختلال، جمرها عموماً یا AWGN نیستند یا اگر باشند با توجه به ارسال پالسی، ایستادن نخواهند بود. در مدل چند مسیری نیز تداخل به صورت نویز ضرب شونده می باشد و در بسیاری از موارد ایستادن نمی باشد.

جالب است بدانیم با توجه به روند فعلی تکامل مخابرات، اهمیت مخابره در چنین کانال هایی نه تنها از کانال های AWGN ایستادن کمتر نمی باشد، بلکه در بسیاری از موارد چنین مخابره ای ضروری بوده و تنها راه حل ارسال به نظر می رسد. لذا امروزه استفاده از تکنیک های مدولاسیون با خواصی نظیر مقاومت در برابر اختلال، عملکرد در طیف انرژی پایین، دسترسی چندگانه بدون کنترل خارجی، ایجاد کانال های سری بدون امکان شنود خارجی و ... به سرعت رو به گسترش است. یک تکنیک مدولاسیون و دمدولاسیون مناسب که می تواند در این گونه موارد مفید باشد تکنیک **طیف گسترده**¹ می باشد. نظریه استفاده از طیف گسترده در یک محیط اختلال قوی، در خلال جنگ جهانی دوم مطرح شده است. اما پیاده سازی های عملی آن در سال های اخیر امکان پذیر گردید.

¹ Spread Spectrum