

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Electronică și Telecomunicații

Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice

Admis la susținere

șef departament TSE:

Sava Lilia conf.univ., dr.

_____ 2021

**Analiza imunității la zgomot a sistemelor de
comunicații cu acces multiplu și divizarea în cod
în baza studiului proprietăților specifice
derivatelor funcțiilor Walsh (secvențe de Bruijn
și coduri Kasami)**

Teza de master

Masterand: _____ Munteanu Marcel, SCE-201M

Coordonator: _____ (Șestacova T. Conf.univ.,dr)

Consultant: _____ (Sorochin Gh. Conf.univ.,dr)

Chișinău 2021

REZUMAT

Autorul: Munteanu Marcel, gr. SCE-201M

Titlul tezei de master: “Analiza imunității la zgomot a sistemelor de comunicații cu acces multiplu și divizarea în cod în baza studiului proprietăților specifice derivatelor funcțiilor Walsh (secvențe de Bruijn și coduri Kasami)”.

Structura lucrării: constă din pagini de titlu, aviz, rezumat, introducere, 3 capitoli, concluzii, bibliografie.

Cuvinte cheie: semnal asemănător zgomotului, răspândirea spectrului, secvențe pseudo-aleatorii, derivatelor funcțiilor Walsh, funcția de autocorelare, funcția de corelație reciprocă.

Problematica studiului: Analiza influenței asupra imunității la zgomot a sistemelor de transmisie a datelor în funcție de tipul și proprietățile codurilor de extensie.

Scopul lucrării: Analiza imunitatea la zgomot a unui sistem de comunicații multicanal cu multiplexare prin diviziune de cod pe baza studiului proprietăților derivatelor funcțiilor Walsh în funcție de funcția generatoare (secvențe de Bruijn și coduri Kasami), care au emisiile maxime ale lobului principal, nivelurile minime ale lobilor laterali și emisiile minime.

Obiectivele:

1. Studiarea proprietăților de autocorelare ale funcțiilor de generare - secvențe de Bruijn
2. Studiarea proprietăților de autocorelare ale funcțiilor de generare - Coduri Kasami
3. Studiarea proprietăților de autocorelare a derivatelor funcțiilor Walsh
4. Studiarea proprietăților de corelație reciprocă ale derivatelor funcțiilor Walsh;
5. Efectuarea modelării în mediul MatLab a derivaților considerați ai funcției Walsh pentru a determina codul care are lobii laterali minimi;
6. Efectuarea modelării în mediul MatLab a derivaților considerați ai funcției Walsh pentru a determina emisiile maxime;
7. Determinarea efectului științific.

Metode aplicate: SPA-urile studiate ale derivatelor funcțiilor Walsh au fost investigate analitic și simulate în mediul Matlab folosind biblioteca de blocuri Simulink și în mod programatic.

Rezultatele obținute: Se arată că proprietățile de corelație ale derivatelor funcțiilor Walsh depind de tipul funcției generatoare.

Se observă că trecerea de la un semnal de informații cu bandă îngustă la un semnal de bandă largă, asemănător zgomotului, mărește semnificativ imunitatea la zgomot a sistemului, protejează împotriva accesului neautorizat și îmbunătățește compatibilitatea electromagnetică a sistemului.

Rezultatele simulării au arătat că caracteristicile de corelație ale SPA studiate coincid cu cele specificate. Se arată că lucrarea de masterat finalizată are un efect economic. Se fac recomandări cu privire la utilizarea ale SPA studiate în sistemele de transmisie a datelor.

SUMMARY

Author: Munteanu Marcel, gr. SCE-201M

Title :“ Analysis of noise immunity of communication system with code division multiple access based on study of Walsh functions derivatives properties (de Bruijn sequences and Kasami codes).

Thesis structure: consists of title pages, Review, Summary, Introduction, Conclusions, Bibliography, Annexes

Key words: noise-like signal, spectrum spreading, pseudo-random sequence, derivatives of the Walsh function, autocorrelation function, cross-correlation function.

Research problem: Analysis of the influence on noise immunity of data transmission systems according to the type and properties of extension codes.

Thesis purpose: Noise immunity analysis of a code division multiplexing multichannel communications system based on the study of the properties of the derivatives of the Walsh functions according to the generating function (de Bruijn sequences and Kasami codes), which have the maximum emissions of the main lobe, the minimum levels of the lateral lobes and minimum emissions.

Objectives:

1. Studying of the autocorrelation properties of generation functions - de Bruijn sequences;
2. Studying of the autocorrelation properties of the generation functions - Kasami codes;
3. Studying of the autocorrelation properties of Walsh function derivatives
4. Studying of the reciprocal correlation properties of Walsh function derivatives;
5. Modeling in the MatLab environment of the considered Walsh functions derivatives to determine the code that has the minimum lateral lobes;
6. Modeling in the MatLab environment of the considered Walsh functions derivative to determine the maximum emissions;
7. Determining of the scientific effect.

Applied methods: The studied PRSs of the derivatives of the Walsh functions were investigated analytically and simulated in the Matlab environment using the Simulink block library and programmatically.

The obtained results: It is shown that the correlation properties of the derivatives of the Walsh functions depend on the type of the generating function.

It is noted that the transition from a narrowband information signal to a wideband, noise-like signal significantly increases the system's noise immunity, protection against unauthorized access, and improves the electromagnetic compatibility of the system.

The simulation results showed that the correlation characteristics of the studied PRSs correspond to the specified values. It is shown that the completed master's work has an economic effect. Recommendations are made for the use of the investigated PRSs in data transmission systems.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1 ANALIZA METODELOR DE SEPARARE A CANALELOR	9
1.1 Condiții pentru separabilitatea liniară a semnalelor	11
1.2 Diviziune semnalelor după formă	13
1.3 Diviziune de frecvență ale canalelor	15
1.4 Diviziune de temporară ale canalelor	18
2 ANALIZA IMUNITĂȚII LA ZGOMOT A SISTEMELOR DE COMUNICARE CU ACCESUL MULTIPLU CU DIVIZARE IN COD IN BAZA STUDIULUI PROPRIETĂȚILOR FUNCȚIILOR WALSH DERIVATE (SECVENȚE DE BRUIJN ȘI CODURI KASAMI)	24
2.1 Analiza secvențelor ortogonale și cvasi-ortogonale	24
2.2 Analiza funcției Walsh	25
2.3 Analiza secvențelor de Bruijn	28
2.4 Analiza caracteristicilor de corelație a secvențelor de Bruijn	32
2.5 Analiza proprietăților de corelație ale codurilor Kasami	37
2.6 Analiza proprietăților de corelație ale funcțiilor Walsh derivate	43
3 INVESTIGAREA DERIVATELOR FUNCȚIILOR WALSH ÎN MATLAB	65
3.1 Modelarea generatoarelor SPA de derivate ale funcției Walsh în Matlab	65
3.2 Modelarea generatoarelor PSP de derivate ale funcției Walsh în programul Matlab	69
3.3 Evaluarea imunității la interferențe a funcțiilor Walsh derivate	72
3.4 Identificarea efectului științific	74
CONCLUZII	76
BIBLIOGRAFIE	78
ANEXA	

						UTM 525.1 SCE 201M 03 ME										
Mo	Coal	Nr.	Semn	Dat	Analiza imunității la zgomot a sistemelor de comunicare cu accesul multiplu cu divizare in cod in baza studiului proprietăților funcțiilor walsh derivate (secvențe de bruijn și coduri kasami)						Litera	Coala	Coli			
Elaborat	Munteanu M													7	79	
Conducator	Șestacova T.													UTM FET SCE-201M		
Aprobat	Sava L.															

INTRODUCERE

În prezent, tot mai mult se folosesc metodele de transmitere și primire a informațiilor folosind semnale de bandă largă (SBL). Utilizarea SBL în sistemele de comunicații mobile, cum ar fi IS-95 CDMA, vă permite să combateți eficient interferențele intra-canal și inter-canal, efectul Doppler, și să maximizați utilizarea intervalului de frecvență alocat pentru transmiterea informațiilor vocale între utilizatori. În sistemele de comunicații prin satelit, cum ar fi GlobalStar, răspândirea semnalului transmis duce la creșterea imunității la interferențe deliberate și permite utilizarea dispozitivelor portabile de mică putere pentru a efectua comunicații radio în toate părțile lumii. Semnalele de bandă largă de la sistemele de navigație prin satelit, cum ar fi GPS sau ГЛОНАСС, permit creșterea preciziei evaluării pseudo-gamelor către sateliți într-un mediu complex de blocare și, în consecință, îmbunătățirea preciziei determinării coordonatelor obiectelor.

Utilizarea pe scară largă a SBL în sistemele moderne de comunicații și navigație arată perspectivele utilizării SBL în viitor. Impulsul dezvoltării sistemelor de transmisie și, în special, a metodelor de transmisie în bandă largă, a provocat creșterea numărului total de sisteme electronice radio (SER) care ocupă un anumit interval de frecvență, deteriorarea mediului electromagnetic și cerințelor mai dure pentru echipamentele radioelectronice (ERE) sistem de transmitere a informațiilor (STI).

Relevanța lucrării de masterat este determinată de faptul că este menit să rezolve problema creșterii eficienței energetice a sistemelor de transmitere a informațiilor discrete pe canale radio în bandă largă cu un mediu complex de interferență în prezența unei interferențe intenționate și neintenționate cu parametri necunoscuți. Astfel de canale radio sunt în principal tipice pentru sistemele de comunicații mobile prin satelit și celulare, pentru sistemele radio militare și cu dublă utilizare. Astfel de sisteme, printre alte aplicații, sunt de o importanță excepțională pentru regiunile geografice mari cu o densitate scăzută a populației și un număr mare de așezări mici cu care este necesar să se asigure comunicarea, precum și pentru orașele mari cu o densitate mare a populației și, în consecință, o densitate mare de STI la o zonă limitată.

BIBLIOGRAFIE

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 348с. УДК 321.39: 621.391.82.
2. Мазурков М.И. Системы широкополосной радиосвязи. – О.: Наука и техника, 2009. – 344с. ISBN: 978-966-8335-95-2.
3. Solomon W. Golomb and Guang Gong. Signal Design for Good Correlation, Cambridge, Cambridge University Press, 2005, 458 p. ISBN: 978-0-51154-690-7.
4. Феер К. Беспроводная цифровая связь, методы модуляции и расширения спектра. Перевод с англ. / Под ред. В.И.Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. ISBN: 5-256-01444-7.
5. Гантмахер В.Е., Быстров Н.Е., Чеботарев Д.В. Шумоподобные сигналы. Анализ, синтез и обработка —Спб.: Наука и техника, 2005. —400 с. ISBN: 5-94387-158-6.
6. Ипатов В. П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения: Пер. с англ. М.: Техносфера. 2007. 488 с. ISBN: 978-5-94836-128-4.
7. Бессарабова А.А., Венедиктов М.Д., Ледовских В.И. Разделение каналов по форме в широкополосных системах передачи информации: Учеб.пособие. – 2-е изд., испр. и доп. [А.А. БЕССАРАБОВА, М.Д. ВЕНЕДИКТОВ, В.И. ЛЕДОВСКИХ. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2006. 102 с. УДК 621.396.49.
8. Галкин В.А. Мобильные системы радиосвязи. Часть 1. Радиоканал: Уч. Пособие. – М.: МИЭТ, 2003. -300 с. ISBN: 5-7256-0333-4.
9. Никитин Г.И. Применение функций Уолша в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов. - С – Петербург.: СПбГУАП, 2003. – 86 с. УДК 62.391.2.
10. Беспалов М.С., Складенко. Функции Уолша и их приложения. – Владимир; Изд-во ВлГУ, 2012. – 35 с. ISBN: 978-5-9984-0310-1.
11. Popović V. M. Optimum sets of interference-free sequences with zero autocorrelation zones // IEEE Transact. on Information Theory. 2018. Vol. 64, N 4. P. 2876—2882. DOI:[10.1109 / TIT.2017.2780229](https://doi.org/10.1109/TIT.2017.2780229).
12. Дербунович Л. В. Генераторы детерминированных тестов на сдвиговых регистрах с нелинейной обратной связью / Л. В. Дербунович, Д. А. Татаренко, А. В. Клименко // Вестник НТУ "ХПИ", — 2005. — №7 — сс. 58-63. УДК 004. 054.
13. Л. Г. Хачатрян, Методы построения последовательностей де Брейна, Дискрет. матем., 1991, том 3, выпуск 4, с. 62–78. УДК 519.

14. Abbas M. Alhakim. A simple combinatorial algorithm for de Bruijn sequences // The American Mathematical Monthly. – 2010. – V. 117. – № 8. – p. 728–732. DOI: 10.4169/000298910X515794.
15. Владимиров С.С., Когновицкий О.С. Малое множество последовательностей Касами и их декодирование на основе двойственного базиса // Труды учебных заведений связи. 2018. Т. 4 № 1 с. 22–31. УДК 621. 396.
16. Рахматуллин А.Ф., Сперанский В.С. Сравнительный анализ кодовых последовательностей для СШП сигналов //Т – Comm – Телекоммуникации и транспорт.2012. № 9. ISSN: 2072 - 8735.
17. Т.Шестакова, Г.Сорокин Особенности корреляционных свойств шумоподобных сигналов, The 6thInternational Conference on Telecommunications, Electronics and Informatics. – Chisinau: Tehnica – UTM, 2018, pp. 194-199. ISBN: 978 -9975 – 45 – 540 – 4.
18. POPA, Cristina. Tehnici de modelare și simulare: Aplicații MATLAB / Cristina Popa, Bogdan Doicin. - Ploiești: Editura Universitatii PetrolGaze din Ploiești, 2018. - 161 p; fig., tab. - Bibliogr.: p. 161. ISBN: 978-973-719-729-0.
19. GANGAN, Silvia. Analiza eficiențelor economice și științifice în tezele de licență și de master. - Chisinau: Tehnica – UTM, 2019.