

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: einfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: einfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН

22.02.2023. године

О Б А В Е Ш Т Е Њ Е
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. Александре Ђорић под насловом „Побољшање перформанси појачавача и мешача примопредајника за широкопојасну и двоканалну примену у микроталасним комуникационим системима“ и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације доступни су на увид јавности у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу, и могу се погледати до **24.03.2023. године**.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Електронског факултета у Нишу у напред наведеном року.

Председник Наставно-научног већа
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Декан

Проф. др Драган Манчић

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Ђорић (Бранислав) Александра	ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ Примљено 22.02.2023. Број 07/03-010/23
Датум и место рођења	26.02.1986. године у Приштини	
Основне студије		
Универзитет	Универзитет у Нишу	
Факултет	Електронски факултет у Нишу	
Студијски програм	Телекомуникације	
Звање	дипломирани инжењер електротехнике за телекомуникације	
Година уписа	2004	
Година завршетка	2010	
Просечна оцена	8.58	

Мајстер студије, магистарске студије

Универзитет	/
Факултет	/
Студијски програм	/
Звање	/
Година уписа	/
Година завршетка	/
Просечна оцена	/
Научна област	/
Наслов завршног рада	/

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет у Нишу
Студијски програм	Електротехника и рачунарство
Година уписа	2010
Остварен број ЕСПБ бодова	416
Просечна оцена	10

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Побољшање перформанси појачавача и мешача примопредајника за широкопојасну и двоканалну примену у микроталасним комуникационим системима	
Име и презиме ментора, звање	Наташа Малеш Илић, редовни професор	
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број: 8/20-01-001/18-030	Датум: 22.02.2018.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	268
Број поглавља	9
Број слика (шема, графикона)	193
Број табела	6
Број прилога	1

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Aleksandra Đorić, Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Marko Živanović, “<i>Linearisation of RF PA by Even-Order Nonlinear Baseband Signal Processed in Digital Domain</i>”, International Journal of Electronics, Published online: 27 Jun 2019, Volume 106, Issue 12, pp. 1904-1918, Online ISSN: 1362-3060, Taylor & Francis, https://doi.org/10.1080/00207217.2019.1636145.</p> <p>У раду је извршена експериментална валидација дигиталне линеаризационе методе, која користи модификоване сигнале у основном опсегу који модулишу други хармоник основног сигнала, на реализовани асиметрични модел Doherty појачавача. Сигнали из основног опсега се подешавају по амплитуди и фази и воде на IQ модулаторе. Модулисани сигнали се воде на дрејн и гејт главног појачавача у Doherty колу преко идеалних ПО филтара. Разматрана су три начина довођења формираних линеаризационих сигнала: сигнали се доводе само на улаз главног појачавача, сигнали се доводе само на излаз главног појачавача и сигнали се истовремено доводе на улаз и излаз главног појачавача у Doherty колу. За потребе експерименталне имплементације дигиталне линеаризационе методе на реализовани двостепени асиметрични Doherty појачавач коришћене су NI USRP платформе софтверског радија (Software Defined Radio Platforms).</p>	M23
2	<p>Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandra Đorić, Djurdj Budimir: “<i>Doherty Amplifier Linearization by Digital Injection Methods</i>”, Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics, University of Niš, December 2022, Vo. 35, No. 4, pp. 587-601, DOI: 10.2298/FUEE2204587A, ISSN: 0353-3670 (Print), 2217-5997 (Online).</p> <p>У раду су приказани експериментални резултати линеаризације асиметричног Doherty појачавача реализованог у микрострип технологији добијени применом две дигиталне линеаризационе методе, као и резултати симулације симетричног Doherty појачавача пројектованог за рад у 5G опсегу испод 6 GHz, користећи LTE сигнал ширине спектра 20 MHz. Методе линеаризације користе адекватно обрађене дигиталне сигнале у основном опсегу који модулишу други хармоник основног носиоца. Код прве методе, формирану сигнале за линеаризацију се убацују на улаз и излаз главног транзистора у Doherty појачавачу, док се у другој методи ови сигнали доводе на излаз транзистора главног и помоћног појачавача у Doherty колу. За генерисање корисних 64QAM сигнала и мерења АСРР параметра за различите нивое улазне снаге корисног сигнала коришћене су NI USRP платформе програмиране у софтверу LabView. Поред тога, ове платформе формирају сигнале за линеаризацију и врше њихову адекватну обраду по амплитуди и фази.</p>	M24
3	<p>Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, Bratislav Milovanović, “<i>Linearization of Microwave Power Amplifier for Broadband Applications</i>”, XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2013, Ohrid, Macedonia, 26-29 June, 2013, pp. 65-68, ISBN: 978-9989-786-90-7.</p> <p>Савремени бежични комуникациони системи као што су CDMA-2000, WCDMA, OFDM итд, развијају се у правцу повећања ширине фреквенцијског опсега за пренос великог броја носилаца, великом брзином. У бежичним комуникационим системима, максимални ниво сигнала у односу на средњи ниво снаге (PAR) је веома висок, па је потребно да појачавачи снаге у базним станицама испуњавају услов што веће линеарности, како би се сигнали са великим PAR појачавали са малом дисторзијом. У овом раду пројектован је широкопојасни једностепени микроталасни појачавач и примењена је линеаризациона техника са циљем да се нелинеарности појачавача трећег реда смање. За потребе пројектовања широкопојасног микроталасног појачавача снаге коришћен је Advanced Design System - ADS софтверски пакет. Дат је детаљан опис свих неопходних фаза пројектовања појачавача. Улазно и излазно коло за прилагођење транзистора је базирано на филтарским структурама са елементима са концентрисаним параметрима. Примењена је аналогна линеаризациона техника која користи друге хармонике основних сигнала који се доводе на улаз и излаз транзистора претходно пројектованог појачавача. Овде се сигнали за линеаризацију воде на улаз и излаз појачавача преко филтара пропусника опсега са спрегнутим линијама (coupled line филтар). Ефекат линеаризације је разматран за случај два простопериодична сигнала за различите фреквенцијске размаке између сигнала у односу на централну фреквенцију и за различите улазне снаге, као и за WCDMA дигитално модулисани сигнал.</p>	M33
4	<p>Aleksandar Atanasković, Kurt Blau, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandra Đorić, “<i>Two-way Doherty Amplifier–Asymmetry Analysis and Linearization</i>”, XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2013, Ohrid, Macedonia, 26-29 June, 2013, Vol. 2, pp. 53-56, ISBN: 978-9989-786-90-7.</p> <p>Овај рад представља верификацију аналогне линеаризационе технике која користи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда основног корисног сигнала, на фреквенцијама око другог хармоника, кроз примену на асиметрични двостепени Doherty појачавач. Практично је реализован двостепени Doherty појачавач и извршено је поређење мерених и симулираних резултата. Линеаризациони сигнали су екстраховани на излазу транзистора помоћног појачавача, подешавани су по амплитуди и фази у РФ опсегу и доведени на улаз и излаз транзистора главног појачавача. Разматрани су интермодулациони производи трећег реда у функцији излазне снаге основног сигнала за случај симетричне конфигурације када су главни и помоћни појачавачи побуђивани сигналима истих снага (нема ослабљивача испред главне ћелије) и за случај асиметричног Doherty-а када су главни и помоћни појачавачи побуђивани сигналима различитих снага (постоји ослабљивач испред главног појачавача). У поступку симулације асиметричног двостепеног Doherty појачавача извршено је тестирање за два простопериодична сигнала за различите вредности слабљења. Затим је извршена експериментална верификација резултата линеаризације код асиметричног Doherty појачавача за конкретан случај слабљења ослабљивача.</p>	M33

5	<p>Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, Bratislav Milovanović, “<i>Linearization of Broadband Doherty Amplifier</i>”, 11th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services, TELSIS 2013, Niš, Serbia, 16-19 October, 2013, pp. 509-512, ISBN: 978-1-4799-0900-1.</p> <p>Овај рад представља анализу утицаја аналогне технике линеаризације, која користи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда на фреквенцијама блиским другим хармоницима за потискивање производа интермодулације трећег и петог реда. Утицај ове линеаризационе методе је разматран за случај широкопојасног двостепеног Doherty појачавача. Најпре је извршено пројектовање широкопојасног Doherty појачавача са колом за линеаризацију и у раду је дат детаљан увид у цео поступак пројектовања. Улазна и излазна кола за прилагођење главног и помоћног појачавача су реализована са елементима са концентрисаним параметрима. У примењеној линеаризационој методи, линеаризациони сигнали се екстрахују на излазу из помоћног појачавача, подешавају се по амплитуди и фази и кроз две независна гране убацују на улаз и излаз транзистора главног појачавача преко филтара пропусника опсега. Ефекат линеаризације је разматран за случај два простопериодична сигнала за различите фреквенцијске размаке између сигнала и за различите нивое улазних снага, као и за WCDMA сигнал.</p>	M33
6	<p>Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Kurt Blau, Aleksandra Đorić, “<i>A Novel Linearization Technique Based on Modified Baseband Signals that Modulate Carrier Second Harmonic</i>”, 11th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services, TELSIS 2013, Niš, Serbia, 16-19 October, 2013, pp. 192-195, ISBN: 978-1-4799-0900-1.</p> <p>У овом раду је развијен дигитални линеаризациони приступ који за линеаризационе сигнале користи модификоване сигнале из основног опсега који су формиран и процесирани у дигиталном домену. Извршена је линеаризација претходно пројектованог једноступеног појачавача са колима за прилагођење са концентрисаним параметрима. Адекватно формиран сигнал за линеаризацију из основног опсега подешавају се по амплитуди и фази и као такви модулишу други хармоник основног носиоца. Након тога се убацују на улаз и излаз транзистора појачавача. Ефекат линеаризације је разматран за QAM и WCDMA сигнале за различите нивое улазних снага.</p>	M33
7	<p>Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, “<i>Analysis of Linearization Circuit Impact on Broadband Doherty Amplifier Performances</i>”, 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2014, Vrnjačka Banja, Serbia, 2-5 June, 2014, pp. MTI2.4.1-6, ISBN 978-86-80509-70-9.</p> <p>У овом раду је на претходно пројектован Doherty појачавач са комбинованим улазним и излазним колима за прилагођење (елементи са концентрисаним параметрима и идеалне трансмисионе линије), примењена аналогна линеаризациона техника која користи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда и проучаван је утицај различитих типова филтара пропусника опсега фреквенција преко којих се доводе екстраховани линеаризациони сигнали на главни појачавач. Разматрани су double- и single-terminated идеални филтри пропусници опсега, микрострип hairpin филтар пропусник опсега и комбинација single-terminate stop-band филтра са hairpin филтром. Извршена је линеаризација Doherty појачавача за WCDMA сигнал за различите нивое улазне снаге за случај када се у колу за линеаризацију налази hairpin филтар који се показао најбољим решењем.</p>	M33
8	<p>Aleksandra Đorić, Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Bratislav Milovanović, Kurt Blau, “<i>Broadband Microstrip Doherty Amplifier Design and Linearization</i>”, XLVIV International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2014, Niš, Serbia, 25-27 June, 2014, Vol. 2, pp. 131-134, ISBN: 978-86-6125-108-5.</p> <p>У овом раду пројектован је широкопојасни Doherty појачавач чија улазна и излазна кола за прилагођење представљају комбинацију микрострип линија и реалних SMD компоненти. Примењена је аналогна линеаризациона техника која користи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда и ефекат линеаризације је разматран за случај два простопериодична сигнала за различите фреквенцијске размаке између сигнала и за различите улазне снаге, као и за WCDMA сигнал.</p>	M33
9	<p>Aleksandar Atanasković, Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, “<i>Influence of the Second Harmonic Impedance at the Transistor Drive on the Efficiency of RF Power Amplifier</i>”, 2st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2015, Silver Lake, Serbia, 8-11 June, 2015, pp. MTI 2.5.1-5, ISBN: 978-86-80509-71-6.</p> <p>У овом раду разматран је утицај импедансе другог хармоника основног сигнала, посматрано на дрејну транзистора појачавача, на карактеристике појачавача. Пројектован је једноступени појачавач са концентрисаним параметрима за нове вредности импеданси транзистора и вредности напајања у односу на једноступене појачаваче пројектоване у претходним радовима. Примењена је аналогна линеаризациона техника која користи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда, али тако што се линеаризациони сигнали доводе само на излаз транзистора појачавача. Уместо стандардне филтарске топологије у колу за линеаризацију пројектовано је широкопојасно коло за прилагођење на другом хармонику са елементима са концентрисаним параметрима. Ово коло трансформише импедансу кола за линеаризацију на адекватну импедансу другог хармоника посматрану на дрејну транзистора са циљем постизања што веће вредности ефикасности дрејна (DE) и одговарајуће вредности импедансе за линеаризационе сигнале. Ефекат линеаризације је разматран за случај два простопериодична сигнала за различите фреквенцијске размаке између сигнала симетрично у односу на централну фреквенцију и за различите улазне снаге.</p>	M33

	Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandra Đorić , Marko Živanović, “Power Amplifier Linearization by Modified Baseband Signal Injection”, 12th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services, TELSIS 2015, Niš, Serbia, 14-17 October, 2015, pp. 102-105, ISBN: 978-1-4673-7514-6 (IEEE).	
10	У овом раду извршена је линеаризација једноstepеног појачавача са колима за прилагођење са концентрисаним параметрима методом која користи модификоване сигнале из основног опсега који су формиран као нелинеарни сигнали другог реда основних корисних сигнала. Ови сигнали за линеаризацију се процесирају у дигиталном домену, тако што се подешавају по амплитуди и поларитету, затим се убацују у коло појачавача преко гране за једносмерно напајање. Ефекат линеаризације је разматран за QAM и WCDMA сигнале за различите нивое улазних снага.	M33
11	Aleksandra Đorić , Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, “Linearization and Efficiency Enhancement of the RF Power Amplifier by the Even-Order Nonlinear Signal Injection”, 12th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services, TELSIS 2015, Niš, Serbia, 14-17 October, 2015, pp. 106-109, ISBN: 978-1-4673-7514-6 (IEEE). У овом раду улазна и излазна кола за прилагођење појачавача су пројектована искључиво са идеалним трансмисионим линијама (нису комбинована), док су кола за прилагођење другог хармоника пројектована такође са идеалним трансмисионим линијама и кондензатором на почетку кола. Упоредили су вредности ефикасности и појачања појачавача за четири различите варијанте: појачавач без кола за линеаризацију, појачавач са колом за линеаризацију које садржи hairpin филтар, појачавач са колом за линеаризацију које садржи кола за прилагођење на фреквенцији другог хармоника само на дрејну транзистора и појачавач са колом за линеаризацију које садржи кола за прилагођење на фреквенцији другог хармоника и на дрејну и на гејту транзистора. Примењена је аналогна линеаризациона техника која користи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда. Сигнали за линеаризацију се доводе на гејт и дрејн транзистора појачавача преко кола за прилагођење импедансе другог хармоника. Ефекат линеаризације је разматран за случај два простопериодична сигнала за различите фреквенцијске разлике између сигнала и за различите улазне снаге, као и за WCDMA сигнал.	M33
12	Aleksandra Đorić , Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, “Linearization of Microstrip RF Power Amplifier Loaded with the Broadband Matching Circuits for the Efficiency Maintenance”, 23rd Telecommunications Forum, TELFOR 2015, Belgrade, Serbia, 24-26 November, 2015, pp. 118-121, ISBN: 978-1-5090-0054-8. У овом раду су једноstepени појачавач као и кола за прилагођење за други хармоник у колу за линеаризацију пројектовани искључиво у микрострип технологији. Примењена је аналогна линеаризациона техника која доводи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда на фреквенцијама око другог хармоника основног сигнала на улаз и излаз транзистора појачавача. Ефекат линеаризације је разматран за OFDM сигнал и два простопериодична сигнала за различите фреквенцијске разлике између сигнала и за различите улазне снаге.	M33
13	Aleksandra Đorić , Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, Bratislav Milovanović, “Mixer Linearization by Modified Baseband Signals”, International Scientific Conference on Ict and E-Business Related Research, Sinteza 2016, Belgrade, Serbia, 22 April, 2016, pp. 299-303, ISBN: 978-86-7912-628-3. У овом раду извршена је линеаризација Gilbert-овог мешача помоћу два линеаризациона приступа која користе модификоване сигнале из основног опсега који су формиран и процесирани у дигиталном домену након демодулације. Код првог приступа сигнали за линеаризацију се подешавају по амплитуди и поларитету и убацују у коло мешача, док се код другог приступа сигнали из основног опсега подешавају по амплитуди и фази и као такви модулишу други хармоник основног носиоца и затим воде на коло мешача. Резултати су добијени у поступку симулације за QAM сигнал. Анализирани су ефекти линеаризације за два нивоа снаге улазног сигнала. Сигнали за линеаризацију су убацивани на дрејн транзистора диференцијалног пара РФ степена. Разматран је и утицај кашњења сигнала за линеаризацију на резултате.	M33
14	Aleksandra Đorić , Tijana Dimitrijević, Marija Milijić, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, “Analysis of Antenna Impact on RF Power Amplifier Performances”, 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2016, Zlatibor, Serbia, 13-16 June, 2016, pp. MTI 1.5.1-5, ISBN: 978-86-7466-618-0. У овом раду анализирани су перформансе једноstepеног појачавача пројектованог у микрострип технологији када се уместо завршног оптерећења од 50 Ω појачавач оптерети реалном антенном. Разматрана су два случаја, утицај ускопојасне циркуларне patch антене и утицај широкопојасног пентагоналног дипола. Разматрани су и ефекти линеаризације за каскадну везу појачавача и антене за оба случаја. Резултати су остварени за два простопериодична сигнала са различитим фреквенцијским размацама између сигнала и за различите улазне снаге.	M33
15	Aleksandar Atanasković, Aleksandra Đorić , Nataša Maleš-Ilić, “Mixer Linearization in Direct Conversion Receiver”, 51st International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2016, Ohrid, Macedonia, 28-30 June, 2016, pp. 73-76, ISBN: 13 978-9989-786-78-5. У овом раду извршена је линеаризација Gilbert-овог мешача у пријемнику са директном конверзијом. Примењена је линеаризациона метода која користи сигнале који се формирају и процесирају у дигиталном домену, подешавају по одговарајућој амплитуди и поларитету и убацују у коло мешача преко дрејна транзистора диференцијалног пара РФ степена. Резултати су добијени у поступку симулације за QAM сигнал. Анализирани су ефекти линеаризације за два нивоа снаге улазног сигнала, при чему је узето да је фреквенција локалног осцилатора мешача иста као и фреквенција носиоца улазног сигнала. Разматрај је и утицај дисбаланса I/Q сигнала на линеаризационе резултате.	M33

16	<p>Aleksandra Đorić, Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, “<i>Linearization of Broadband Doherty Amplifier by Baseband Signal that Modulates Second Harmonic</i>”, 17th IEEE International Conference on Smart Technologies, IEEE EUROCON 2017, Ohrid, Macedonia, 6-8 July, 2017, pp. 206-211, Electronic ISBN: 978-1-5090-3843-5.</p> <p>У овом раду извршена је линеаризација широкопојасног микрострип двостепеног Doherty појачавача применом дигиталне линеаризационе технике која користи модификоване сигнале из основног опсега. Потребни сигнали за линеаризацију који се формирају као производ нелинеарности другог реда нелинеарног система, адекватно се обрађују по амплитуди и фази у дигиталном домену. Други хармоник основног корисног РФ носиоца се у две независне гране модулише адекватно подешеним сигнаlima за линеаризацију из основног опсега, а затим се убацује на улаз и излаз транзистора главног појачавача у Doherty конфигурацији. Ефекат линеаризације је разматран за QAM и WCDMA сигнале за различите нивое улазних снага. Такође, добијени резултати су поређени са резултатима постигнутим када се над истим Doherty појачавачем примењује аналогна линеаризациона метода која користи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда.</p>	M33
17	<p>Aleksandra Đorić, Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, “<i>RF Power Amplifier Linearization by Even-order Nonlinear Baseband Signals</i>”, 52nd International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2017, Niš, Serbia, 28-30 June, 2017, pp. 216-220, ISSN: 2603-3259 (Online).</p> <p>У овом раду извршена је линеаризација једноступеног појачавача у конфигурацији са елементима са концентрисаним параметрима помоћу дигиталне линеаризационе методе код које се сигнали за линеаризацију формирају као производ нелинеарности другог и четвртог реда нелинеарног система. Адекватно формиран сигнал за линеаризацију из основног опсега подешавају се по амплитуди и фази и као такви модулишу други хармоник основног носиоца који се убацују на улаз и излаз транзистора појачавача. Ефекат линеаризације је разматран за QAM сигнал за различите нивое улазних снага.</p>	M33
18	<p>Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandra Đorić, “<i>Controlled Coefficient Adaptation in Linearization of PA by Modified Baseband Signal</i>”, 13th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services, TELSIKS 2017, Niš, Serbia, 18-20 October, 2017, pp. 355-358, ISBN: 978-1-5386-1798-4 (IEEE).</p> <p>У овом раду развијен је поступак за аутоматизовано одређивање и подешавање коефицијента линеаризације када се примењује дигитални линеаризациони приступ развијен за широкопојасни микрострип Doherty појачавач. Четири коефицијента линеаризације (амплитуде и фазе сигнала за линеаризацију који се убацују на улаз и излаз транзистора појачавача) се добијају у процесу адаптације који користи алгоритам најмање средње квадратне грешке. Сигнал грешке је формиран од узорака интермодулационих продуката трећег и петог реда, који се налазе ван опсега корисног сигнала и припадају суседним каналима. Коефицијенти линеаризације се подешавају помоћу секант методе са циљем да се постигне минимална снага сигнала грешке. Коефицијенти линеаризације су подешавани за различите нивое улазне снаге и фреквенцијски размак између спектралних компоненти QAM сигнала. Поред тога, добијени резултати су поређени са резултатима постигнутим када се коефицијенти линеаризације одређују Random оптимизацијом у ADS софтверу. Резултати линеаризације помоћу дигиталног приступа са адаптацијом коефицијента су такође валидирани за WCDMA и OFDM дигитално модулисане сигнале.</p>	M33
19	<p>Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandra Đorić, Predrag Eferica, “<i>Linearization of Harmonic Automotive Radar</i>”, 5th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2018, Palic lake, Serbia, 11-14 June, 2018, pp. MT11.2, ISBN 978-86-7466-752-1.</p> <p>У раду је представљен нови концепт за аутомобилски радар за детекцију и класификацију мета. Радар се заснива на идеји хармонијског радара где мете носе нелинеарне тагове који генеришу нелинеарне продукте емитованих сигнала, као што су други хармоници и интермодулациони продукти трећег реда. Фреквенције сигнала одбијених од одређене мете до радарског пријемника одређују се помоћу опсега радне фреквенције предајне антене мете. Према томе, рањиве мете, као што су пешаци, деца и слично, могу се идентификовати рефлексијом интермодулационих продуката трећег реда, док ће аутомобили рефлектовати друге хармонике два носиоца радарског предајника модулисана LFM сигналом. Будући да појачавач снаге у радарском предајнику појачава два носиоца, он производи интермодулационе продукте због своје нелинеарне карактеристике преноса. Због тога је потребно смањити интермодулационо изобличење трећег реда и задржати продукте петог реда на одговарајућем нивоу снаге испод трећег реда, јер ови продукти могу ометати рефлектоване продукте са рањивих мета. За линеаризацију је коришћена техника која користи друге хармонике основних сигнала. Ефекат линеаризације је разматран за два протопериодична сигнала.</p>	M33
20	<p>Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, Predrag Eferica, “<i>Linearization of Harmonic Radar for Detection and Classification of Traffic Participants</i>”, 53th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2018, Sozopol, Bulgaria, 27-30 June, 2018, pp. 227-230, ISSN: 2603-3259.</p> <p>У раду је представљен нови концепт за детекцију и класификацију мета помоћу аутомобилског радара који емитује два LFM модулисана носиоца. Мете носе нелинеарни таг који генерише нелинеарне производе сигнала емитованих са радара- друге хармонике и интермодулационе продукте трећег реда који се детектују хармонијским радарским пријемницима. Аутомобили се идентификују помоћу рефлексије других хармоника сигнала емитованих са радарског предајника, док се рањиве мете, као што су пешаци, деца и слично, откривају помоћу рефлексије интермодулационих продуката трећег реда. С обзиром да појачавач снаге у радарском предајнику, због своје нелинеарне карактеристике преноса, генерише интермодулационе продукте, извршена је његова линеаризација помоћу технике која користи друге хармонике емитованих сигнала.</p>	M33

21	<p>Aleksandar Atanasković, Aleksandra Đorić, Bartomeu Alorda, Nataša Maleš-Ilić, “<i>Dual Band Power Amplifier Linearization</i>”, 14th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS 2019), Niš, Serbia, 23-25 October, 2019, pp. 37-40, ISBN: 978-1-7281-0877-3.</p> <p>У раду је пројектован dual-band појачавач који истовремено ради у два различита фреквенцијска опсега и извршена је његова линеаризација применом аналогне линеаризационе методе која користи друге хармонике корисних сигнала. Рад даје детаљан опис свих неопходних корака процеса пројектовања dual-band појачавача и представља резултате линеаризације за два простопериодична сигнала у два радна фреквенцијска опсега и то за различите фреквенцијске размаке између сигнала, као и за различите излазне снаге.</p>	M33
22	<p>Aleksandra Đorić, Aleksandar Atanasković, Bartomeu Alorda, Nataša Maleš-Ilić, “<i>Linearization of Doherty Amplifier by Injection of Digitally Processed Baseband Signals at the Output of the Main and Auxiliary Cell</i>”, 14th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS 2019), Niš, Serbia, 23-25 October, 2019, pp. 339-342, ISBN: 978-1-7281-0877-3 (IEEE).</p> <p>У раду је извршена линеаризација широкопојасног двостепеног Doherty појачавача модификованим линеаризационом приступом који користи нелинеарне сигнале другог реда у основном опсегу. Потребни сигнали за линеаризацију адекватно подешени по амплитуди и фази у дигиталном домену модулишу друге хармонике основног сигнала, који се затим убацују на излазе транзистора главног и помоћног појачавача у Doherty топологији. Ефекат линеаризације је разматран за двотонске и OFDM сигнале у основном опсегу. Представљени резултати дају поређење два дигитална линеаризациона приступа: стандардни приступ - када се сигнали за линеаризацију доводе истовремено на дрејн и гејт транзистора у главној ћелији Doherty појачавача и модификовани приступ – када се сигнали за линеаризацију воде истовремено на дрејн транзистора главног и помоћног појачавача у Doherty колу.</p>	M33
23	<p>Aleksandar Atanasković, Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, “<i>Analysis of Dual Band PA Nonlinear Performances by Application of Digital Linearisation Model</i>”, 55th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2020, Niš, Serbia, September 10-12, 2020, pp. 199-202, ISBN: 978-1-7281-7143-2 (IEEE).</p> <p>У раду је извршена примена дигиталне линеаризационе методе, која користи модификоване сигнале у основном опсегу који модулишу други хармоник основног сигнала, на претходно пројектовани dual-band појачавач који ради на две фреквенције. Ефекат линеаризације је разматран у оба опсега за случај QAM извора сигнала у ADS-у за различите фреквенцијске размаке између сигнала, као и за различите нивое излазне снаге.</p>	M33
24	<p>Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš Ilić, Aleksandra Đorić, Djuradj Budimir, “<i>Doherty Amplifier Linearization in Experiments by Digital Injection Methods</i>”, 15th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS 2021), Niš, Serbia, 20-22 October, 2021, pp. 82-85, ISBN: 978-1-6654-2912-2 (IEEE).</p> <p>У овом раду извршена је експериментална верификација две линеаризационе методе које су примењене на широкопојасни двостепени микрострип Doherty појачавач. За потребе мерења коришћене су три NI USRP платформе које су програмиране у софтверу LabVIEW. Помоћу њих се генеришу корисни 16QAM и 64QAM сигнали, као и сигнали за линеаризацију који се подешавају по амплитуди и фази и модулишу 2. хармоник основног носиоца. Након што су подешени по амплитуди и фази у дигиталном домену, сигнали за линеаризацију модулишу друге хармонике основног носиоца. У првој методи, адекватно обрађени сигнали се убацују на улаз и излаз транзистора главног Doherty појачавача, док се код друге методе убацују на излазе транзистора главног и помоћног Doherty појачавача.</p>	M33
25	<p>Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš Ilić, Aleksandra Đorić, Djuradj Budimir, “<i>Experimental Verification of the Impact of the 2nd Order Injected Signals on Doherty Amplifiers Nonlinear Distortion</i>”, 29th Telecommunications Forum (TELFOR 2021), Belgrade, Serbia, 23-24 November 2021, pp. 90-93, ISBN: 978-1-6654-2584-1 (IEEE).</p> <p>У овом раду је извршено експериментално тестирање асиметричног Doherty појачавача, који је реализован у микрострип технологији, помоћу линеаризационе технике која користи сигнале 2. реда у основном опсегу. За потребе мерења коришћене су три NI USRP платформе које су програмиране у софтверу LabVIEW. Помоћу њих се генеришу корисни 64QAM сигнали и сигнали за линеаризацију који се подешавају по амплитуди и фази и модулишу 2. хармоник основног носиоца. USRP платформе су синхронизоване да врше мерења за два сценарија: сигнали за линеаризацију се убацују на улаз транзистора унутар главног Doherty појачавача или се убацују на његов излаз.</p>	M33
26	<p>Nataša Maleš-Ilić, Aleksandra Đorić, Aleksandar Atanasković, “<i>Linearization of Broadband Two-way Microstrip Doherty Amplifier</i>”, Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics, March 2016, Vol. 29, No. 1, pp. 127-138, DOI: 10.2298/FUEE1601127M, ISSN: 0353-3670.</p> <p>У овом раду пројектован је Doherty појачавач чија се улазна и излазна кола за прилагођење главног и помоћног појачавача састоје искључиво из микрострип линија (нису комбинована кола са елементима са концентрисаним параметрима). Такође, извршена је линеаризација пројектованог појачавача помоћу аналогне линеаризационе технике која за линеаризационе сигнале користи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда основних сигнала на фреквенцијама блиским другим хармоницима. Сигнали за линеаризацију се са излаза помоћног појачавача воде на улаз и излаз транзистора главног појачавача преко hairpin филтара. У циљу евалуације линеаризационе методе разматран је најпре случај два простопериодична сигнала, а затим је примењен и тест за OFDM сигнал.</p>	M51

27	<p>Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, “<i>RF PA Linearization by Signals Modified in Baseband Digital Domen</i>”, Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics, June 2017, Vol. 30, No. 2, pp. 209-221, DOI: 10.2298/FUEE1702209D, ISSN: 0353-3670 (Print), 2217-5997 (Online).</p> <p>У овом раду извршена је линеаризација једноступеног појачавача са колима за прилагођење са концентрисаним параметрима методом која истовремено комбинује два линеаризациона приступа код којих се сигнали за линеаризацију формирају адекватном модификацијом основних корисних сигнала и даље обрађују у дигиталном домену. Код првог приступа се сигнали за линеаризацију одређеног облика подешавају по амплитуди и поларитету и убацују у коло појачавача преко LC резонантног кола, док се код другог приступа адекватно формирану сигналу за линеаризацију из основног опсега подешавају по амплитуди и фази и као такви модулишу други хармоник основног носиоца. Након тога се убацују на улаз и излаз транзистора појачавача. Ефекат линеаризације је разматран за QAM сигнал за различите улазне снаге, као и за WCDMA сигнал у зависности од излазне снаге. Такође, вршено је и поређење добијених резултата са резултатима који се добијају само применом првог линеаризационог приступа који користи модификоване сигнале у основном опсегу.</p>	M51
28	<p>Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Kurt Blau, Aleksandra Đorić, Bratislav Milovanović, “<i>RF PA Linearization Using Modified Baseband Signal that Modulates Carrier Second Harmonic</i>”, Microwave Review - publication of Society for Microwave Technique, Technologies and Systems, Serbia and Montenegro IEEE MTT-S Chapter, December 2013, Vol. 19, No. 2, pp. 119-124, ISSN: 14505835, UDK: 621.3.049.77.</p> <p>У овом раду извршена је линеаризација једноступеног појачавача са колима за прилагођење са концентрисаним параметрима методом која користи модификоване сигнале из основног опсега који су формирану и процесирани у дигиталном домену. Сигнали из основног опсега се подешавају по амплитуди и фази и као такви модулишу други хармоник основног сигнала и затим воде на коло појачавача. Разматрана су два случаја: када се линеаризациони сигнали доводе само на улаз транзистора појачавача и кад се доводе истовремено на улаз и излаз транзистора појачавача. Ефекат линеаризације за случај када се сигнали за линеаризацију доводе само на улаз појачавача разматран је за QAM сигнал, док је за случај када се линеаризациони сигнали доводе истовремено на улаз и излаз појачавача, извршен тест за QAM и WCDMA сигнале за различите нивое улазних снага.</p>	M52
29	<p>Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, Bratislav Milovanović, “<i>Linearization of Broadband Microwave Amplifier</i>”, Serbian Journal of Electrical Engineering, February 2014, Vol. 11, No. 1, pp. 111-120, DOI: 10.2298/SJEE131130010D, Online Version: ISSN 2217-7183, UDK: 621.396:004.72.057.4.</p> <p>У овом раду су приказани резултати анализе утицаја аналогне линеаризационе технике која користи друге хармонике корисних сигнала за смањење интермодулационих продуката трећег реда у случају једноступеног широкопојасног појачавача снаге. Разматране су три различите конфигурације једноступеног појачавача. Код прве конфигурације улазна и излазна кола за прилагођење су реализована са елементима са концентрисаним параметрима; у другом случају кола за прилагођење су представљена као комбинација елемената са концентрисаним и расподељеним параметрима (идеалне трансмисионе линије) и у трећем случају она су реализована као комбиновано микрострип коло. Прво је пројектован појачавач са колима за прилагођење са елементима са концентрисаним параметрима. Затим су примењене одговарајуће трансформације на елементе појачавача како би се са елементима са концентрисаним параметрима прешло, најпре на елементе са расподељеним параметрима, и на крају на елементе који се могу реализовати у микрострип техници. Приказано је поређење резултата S-параметара, као и резултата ефекта линеаризације за све три конфигурације кола за прилагођење за случај два простопериодична сигнала, за различите фреквенцијске размаке између сигнала симетрично у односу на централну фреквенцију, као и за различите улазне снаге.</p>	M52
30	<p>Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, Bratislav Milovanović, “<i>Linearizacija Širokopojasnog Mikrotalasnog Pojačavača Snaге</i>”, Zbornik LVII konferencije ETRAN, Zlatibor, Srbija, 03-06 Jun, 2013, pp. MT3.1.1-4, ISBN: 978-86-80509-68-6.</p> <p>У овом раду су приказани резултати анализе утицаја аналогне линеаризационе технике која користи друге хармонике корисних сигнала на смањење интермодулационих продуката трећег реда у случају једноступеног широкопојасног појачавача снаге. Једноступени појачавач је пројектован у две различите конфигурације. Најпре су у првој конфигурацији улазна и излазна кола за прилагођење реализована са елементима са концентрисаним параметрима. Затим су над појединим елементима појачавача примењене одговарајуће трансформације како би се са елементима са концентрисаним параметрима прешло на елементе са расподељеним параметрима. Сходно томе, у другој конфигурацији су се добила улазна и излазна кола за прилагођење која су комбинација елемената са концентрисаним и расподељеним параметрима (идеалне трансмисионе линије). Дат је детаљан опис поступка пројектовања улазних и излазних кола за прилагођење за обе конфигурације. Примењена је линеаризациона техника код које се други хармоници корисних сигнала подешавају по амплитуди и фази и кроз две независне линеаризационе гране убацују на улаз и излаз транзистора појачавача преко идеалног филтра пропусника опсега. Ефекат линеаризације је разматран за случај два простопериодична сигнала за различите фреквенцијске размаке између сигнала, као за различите улазне снаге. Вршено је поређење резултата S-параметара, као и резултата линеаризације за случај обе конфигурације кола за прилагођење.</p>	M63
31	<p>Aleksandra Đorić, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandar Atanasković, Marko Živanović, “<i>Mixer Linearization</i>”, YUINFO 2016, Kopaonik, 28 Februar-02 March, 2016, pp. 120-124, ISBN: 978-86-85525-17-9.</p> <p>У овом раду је извршена линеаризација мешача у пријемнику методом која користи модификоване сигнале из основног опсега. Ови сигнали за линеаризацију се формирају у основном опсегу процесирањем I и Q сигнала у пријемнику након демодулације. Ови сигнали се подешавају по амплитуди и поларитету у дигиталном домену и убацују се у коло Gilbert-овог мешача којим се фреквенција носиоца улазног сигнала конвертује на доле. Резултати су добијени у поступку симулације за QAM сигнал. Анализирани су ефекти</p>	M63

	<p>линеаризације за два нивоа снаге улазног сигнала. У раду су разматрана три начина убацивања модификованих и подешених сигнала за линеаризацију у основном опсегу: први случај се односи на убацивање сигнала за линеаризацију у колу на дрејн транзистора диференцијалног пара у степену за мешање сигнала; у другом случају се сигнали за линеаризацију убацују на дрејн транзистора диференцијалног пара РФ степена и у трећем случају разматра се могућност линеаризације када се сигнали за линеаризацију убацују на сорс транзистора РФ степена. Анализиран је и утицај кашњења сигнала за линеаризацију на резултате.</p>	
32	<p>Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Aleksandra Đorić, Bratislav Milovanović, “Realizacija Asimetričnog Doherty Pojačavača sa Kolom za Linearizaciju”, nova metoda, Elektronski fakultet Niš, 2013, odluka NNV Elekt. fakulteta u Nišu broj 07/05-005/14-001.</p> <p>Овим техничким решењем је по први пут експериментално верификован посупак линеаризације асиметричног двостепеног Doherty појачавача, применом методе којом се други хармоници и нелинеарни сигнали четвртога реда истовремено убацују на улаз и излаз carrier појачавача. Сигнали за линеаризацију су издвајани са излаза помоћног појачавача у Doherty конфигурацији, подешавани по амплитуди и фази и вођени на улаз и излаз транзистора главног појачавача у циљу смањења интермодулационих продуката трећег реда. Испитивање утицаја предложене аналогне линеаризационе технике је извршено, како за простопериодичне сигнале, тако и за 64QAM и WCDMA облике дигитално модулисаних сигнала који су неки од стандарда за савремене безжичне комуникационе системе. Симулацијама је извршена анализа ефекта линеаризације на асиметрични Doherty појачавач за различите вредности слабљења ослабљивача на улазу главног појачавача. Потом су ти резултати поређени са симетричним Doherty појачавачем чиме је установљено да су резултати добијени линеаризацијом бољи код асиметричне конфигурације, поготову за веће нивое снаге. Затим је извршена експериментална верификација резултата линеаризације код асиметричног Doherty појачавача. Показано је да је линеаризацијом постигнуто значајно потискивање интермодулационих продуката трећег реда чак и за шири опсег снага.</p>	M85

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА НЕ

У извештају Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретању поступка за оцену и одбрану докторске дисертације на Електронском факултету у Нишу, у решењу број 07/03-021/22-001, од 15.11.2022. године, утврђено је да кандидат дипл. инж. Александра Ђорић, **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Кандидат дипл. инж. Александра Ђорић доставила је Факултету доказ да је првопотписани аутор рада у часопису са SCI листе и да је првопотписани аутор рада објављеног у часопису који издаје Универзитет у Нишу или факултет Универзитета у Нишу. На основу наведеног, Комисија предлаже покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. Александре Ђорић изложена је на 268 страница текста формата А4, садржи 193 слике и 6 табела. Дисертација је прецизно језички формулисана и организована у 9 делова (поглавља) која чине логичку целину. Дисертација садржи и кратак резиме написан на српском и енглеском језику, спискове табела и слика, као и спискове коришћених скраћеница. Кратка биографија и листа публикација аутора дате су на крају дисертације, заједно са прилогом. У уводном поглављу су описани предмет и циљеви истраживања докторске дисертације и дат је детаљан увид у њену организацију.

Друго поглавље садржи опште карактеристике примопредајника, тј. његових главних нелинеарних елемената: појачавача снаге и мешача. У овом поглављу је дат преглед неколико најкоришћенијих архитектура примопредајника и класа појачавача у савременим безжичним комуникационим системима, а када су у питању мешачи, објашњени су основни принципи рада активних једноструко и двоструко баланских мешача.

У трећем поглављу је извршен преглед постојећих метода за повећање ефикасности, као и преглед метода за линеаризацију појачавачких структура. Када су у питању методе за повећање ефикасности акценат је стављен на Doherty структуру где је детаљно објашњен концепт рада класичног (симетричног) и асиметричног Doherty појачавача. Када су у питању линеаризационе методе, фокус је стављен на аналогну предисторзију (PD) и дигиталну предисторзију (DPD). На крају поглавља дата је детаљна теоријска анализа линеаризационих поступака (аналогног и дигиталног) који су развијени и унапређени у лабораторијама Електронског факултета у Нишу, како би се обезбедила адекватна линеаризација пројектованих једностепених, двостепених и двоканалних појачавачких конфигурација, као и мешача, што је и представљено кроз наредна поглавља.

У четвртном поглављу представљен је детаљан процес пројектовања једностепених широкопојасних појачавача снаге различитих конфигурација (са елементима са концентрисаним параметрима, са идеалним трансмисионим линијама и у микрострип техници) помоћу поступка заснованог на филтарским структурама. Такође, ово поглавље даје резултате примене аналогног и дигиталног линеаризационог поступка на пројектоване појачаваче кроз поступак симулације. За потребе пројектовања свих поменутих појачавачких структура, као и процесе симулације и примене линеаризационих поступака код појачавача и мешача, коришћен је софтвер Advanced Design System – ADS. Тестирање утицаја аналогног линеаризационог поступка на пројектоване појачаваче извршено је за простопериодичне сигнале (двотонски тест), као и за различите облике дигитално модулисаних сигнала (QAM, OFDM, WCDMA). Анализа утицаја дигиталног линеаризационог поступка на одређене пројектоване појачавачке структуре остварена је такође за поменуте облике дигитално модулисаних сигнала.

У петом поглављу представљен је детаљан процес пројектовања двостепених широкопојасних Doherty појачавача различитих

конфигурација помоћу поступка заснованог на филтарским структурама. Такође, ово поглавље представља резултате примене аналогног и дигиталног линеаризационог поступка на пројектованим конфигурацијама кроз симулацију за простопериодичне сигнале (двотонски тест), као и за различите облике дигитално модулисаних сигнала (QAM, OFDM, WCDMA). У случају дигиталног поступка који користи НИ2 сигнале (нелинеарни сигнали 2. реда), приказује и резултате извршене експерименталне валидације на фабрикованом асиметричном *Doherty* појачавачу за 64QAM сигнал помоћу платформи за софтверски радио (NI USRP) које су програмиране у софтверу *LabView*.

У шестом поглављу представљен је детаљан процес пројектовања двоканалног појачавача који ради у два фреквенцијска опсега (*dual-band PA*) који укључује *dual-band* прилагођење импедансе и примену *dual-band* теорије филтара. Такође, ово поглавље даје и резултате симулација примене, над овом врстом појачавача, аналогног линеаризационог поступка кроз двотонски тест, као и дигиталног линеаризационог поступка за QAM сигнале.

Поглавље седам садржи резултате примене развијених дигиталних линеаризационих приступа на *Gilbert*-ов мешач у пријемнику кроз процес симулације за QAM сигнале. Такође, испитује утицај кашњења НИ сигнала за линеаризацију на саме резултате примене линеаризационих приступа и испитује утицај I/Q дисбаланса на линеаризацију код мешача за директну конверзију.

У осмом поглављу су дати најважнији закључци и истакнути главни доприноси дисертације, док је списак коришћене литературе дат у деветом поглављу.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

У дисертацији су пројектовани широкопојасни једностепени, двостепени и двоканални појачавачи снаге са циљем да се обезбеди висока ефикасност. Да би се обезбедила задовољавајућа линеарност примопредајног дела једног савременог бежичног комуникационог система, било је потребно применити одређене методе за линеаризацију пројектованих појачавачких топологија. С обзиром да су нелинеарни елементи примопредајника, који највише утичу на стварање нелинеарних изобличења, појачавач снаге на предаји и мешач на пријему, извршена је њихова линеаризација применом одређених линеаризационих поступака.

Део истраживања односи се на надоградњу линеаризационог поступка који користи нелинеарне сигнале другог и четвртог реда (НИ2 и НИ4 сигнали) основног сигнала, који су на фреквенцијама блиским његовом другом хармонику, за смањење интермодулационих продуката трећег (НИ3) и петог (НИ5) реда. НИ2 и НИ4 сигнали се генеришу и у додатном колу за линеаризацију подешавају по амплитуди и фази у аналогном домену. Утицај аналогног линеаризационог поступка разматран је применом на више различитих пројектованих једностепених, двостепених и двоканалних појачавачких структура у предајнику, за двотонски тест, као и за различите типове дигитално модулисаних сигнала (QAM, WCDMA, OFDM).

Други део истраживања односи се на теоријски развој и примену тзв. дигиталног линеаризационог поступка код кога се сигнали за линеаризацију формирају адекватном модификацијом основних корисних сигнала и даље обрађују у дигиталном домену. Ова техника обухвата четири линеаризациона приступа. Ефекти дигиталних линеаризационих приступа су разматрани њиховом појединачном применом, као и њиховом комбинацијом, на више различитих пројектованих једностепених, двостепених и двоканалних појачавачких структура у предајнику, за различите типове дигитално модулисаних сигнала, као и на *Gilbert*-ов мешач у пријемнику за QAM сигнал.

Такође, остварена је и експериментална верификација једног од предложених дигиталних линеаризационих приступа, који користи НИ2 сигнале, на реализованом двостепеном асиметричном *Doherty* појачавачу, где су потребни сигнали за линеаризацију генерисани помоћу платформи за софтверски радио.

Закључује се да је кандидат успешно остварио све постављене циљеве из пријаве докторске дисертације.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Најзначајнији доприноси докторске дисертације су:

- Модификација аналогног линеаризационог поступка, који користи нелинеарне сигнале 2. и 4. реда (НИ2 и НИ4 сигнале), за потребе потискивања нелинеарних изобличења 3. и 5. реда (НИ3 и НИ5 производа) код широкопојасних и двоканалних појачавача снаге;
- Развој дигиталног линеаризационог поступка који користи нелинеарне сигнале који се адекватно формирају и обрађују у дигиталном домену и који садржи четири приступа;
- Пројектовање једностепених и двостепених појачавачких структура различитих конфигурација за рад у ширем опсегу фреквенција са циљем да се обезбеде висока ефикасност и појачање;
- Пројектовање двоканалног појачавача који ради у два фреквенцијска опсега истовремено;
- Примена и анализа аналогног и дигиталног линеаризационог поступка у ADS софтверу, уз одговарајуће модификације, на већи број пројектованих различитих једностепених, двостепених и двоканалних појачавача;
- Пројектовање кола за прилагођење на фреквенцијама 2. хармоника основног сигнала, која замењују употребу филтара пропусника опсега у НИ колу за линеаризацију, са циљем остваривања задовољавајуће ефикасности појачавача;
- Експериментална валидација развијеног дигиталног линеаризационог поступка који користи НИ2 сигнале његовом применом на реализовани асиметрични двостепени *Doherty* појачавач;
- Примена развијених дигиталних линеаризационих приступа на мешаче на страни пријемника.

Резултати докторске дисертације приказани су у научним радовима публикованим у међународном часопису са ИМПАСТ фактором, у водећим часописима националног значаја, као и у зборницима међународних и домаћих конференција.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)






Комисија је утврдила да је кандидат дипл. инж. Александра Ђорић показала значајну самосталност, како током бављења научно-истраживачким радом из области побољшања перформанси (ефикасност и линеарност) појачавача снаге предајника и мешача пријемника код савремених микроталасних комуникационих система, тако и током израде докторске дисертације. При томе је кандидат имао и пуну подршку од стране истраживача Лабораторије за микроталасну технику и бежичне комуникације при Катедри за телекомуникације на Електронском факултету у Нишу, те публиковани радови кандидата и резултати из дисертације представљају резултат њиховог заједничког рада.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу увида у поднету докторску дисертацију може се закључити да докторска дисертација кандидата дипл. инж. Александре Ђорић садржи оригиналне научне доприносе из области пројектовања и линеаризације широкопојасних једностепених, двостепених и двоканалних појачавача снаге на страни предајника, као и линеаризације мешача на страни пријемника. Резултати истраживања су публиковани у релевантним научним часописима, и представљају добру основу за будућа истраживања у овој научној области.

Имајући у виду остварене резултате и значај обрађене проблематике, Комисија закључује да је докторска дисертација кандидата дипл. инж. Александре Ђорић под насловом "Побољшање перформанси појачавача и мешача примопредајника за широкопојасну и двоканалну примену у микроталасним комуникационим системима" научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да прихвати дисертацију и одобри њену јавну одбрану.

КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовању Комисије	8/20-01-008/22-025		
Датум именовања Комисије	26.12.2022. године		
Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	Др Наташа Малеш Илић, редовни професор Телекомуникације (Ужа (Научна област))	председник, ментор Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
2.	Др Оливера Пронић Ранчић, редовни професор Телекомуникације (Ужа (Научна област))	члан Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
3.	Др Зоран Станковић, ванредни професор Телекомуникације (Ужа (Научна област))	члан Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
4.	Др Златица Маринковић, ванредни професор Телекомуникације (Ужа (Научна област))	члан Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
5.	Др Ђурађ Будимир, редовни професор Бежичне комуникације (Ужа (Научна област))	члан School of Computer Science and Engineering, University of Westminster, London (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

22.02.2023 године, у Нишу.