

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

в област на висше образование – 5. Технически науки
професионално направление – 5.3. Комуникационна и
компютърна техника;

докторска програма – Комуникационни мрежи и системи

Автор на дисертационния труд: **ас. инж. Мирослав Бориславов Томов**

Тема: **Мощни радиочестотни усилватели
с повишени енергийни показатели**

Рецензията е изготвена от: **доц. д-р инж. Кирил Радев Койчев**, ТУ -
Габрово, кат. „Комуникационна техника и технологии“, Факултет
„Електротехника и електроника“.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Изследваната тема е актуална. Идеята да бъдат изследвани процесите в мощните радиочестотни усилватели при оптимални и критични режими на работа от гледна точка на тяхната енергийна ефективност предполага създаване на систематизирани инженерни методики за приложно качествено проектиране на високоефективни усилватели в оптимален режим.

Последователността на проектиране на радиочестотни усилватели, предназначени да работят в горепосочените високоефективни режими има известни различия и специфики, но задължително необходимите изходни величини, от които започва този процес се свеждат до предварително зададени специфични конструктивни параметри. За да може да бъде използвано свойството на активния елемент да работи като управляем източник на ток, режимните параметри на схемата се подбират така, че приборът да работи в режим различен от „класическите“ класове като А, В, АВ, и С; а именно – приборът да работи в ключов режим - клас Е и клас F.

За да се справи с поставената задача дисертанта е разработил теоретична концепция за формиране на обективни сравнителни критерии за

оценка ефективността на мощните радиочестотните усилватели с повишени енергийни показатели.

2. Обзор на цитираната литература

Представена е литературна справка на използваната литература от 186 литературни източници, като в преобладаващата им част са на английски език – 154.

Представените в тях резултати са обобщени и разгледани критично и на базата на техния анализ са поставени целите и задачите в дисертацията.

Конкретно представеният списък на публикации по дисертационния труд съдържа 6 заглавия, в които 2 самостоятелни публикации на дисертанта и 4 в съавторство.

По този начин дисертанта е оформил своя труд в обем от 144 стр., разположен в 4 глави, включващ също общи изводи към всяка глава, заключение, виждане на автора за научно-приложни приноси и бъдещи насоки за работа. Научното съдържание включва още 77 фигури, 14 таблици и 251 математически изрази.

3. Обща характеристика и методика на изследване в дисертационния труд

Методиката на изследването има следната последователност – анализ на състоянието на проблема, експериментални изследвания, обработка на данните от изследванията, разработване на математични модели, верификация на моделите и техните параметри, симулационно изследване на модели. Считаю, че избраната методика на изследване съответства на поставената цел и задачи на дисертационния труд.

В първа глава дисертантът е разгледал и анализирал съвременното състояние на проблемите свързани с ефективността на мощните радиочестотни усилватели. Според режима на работа на активния елемент, мощните радиочестотни усилватели са разделени на две големи групи: като зависим източник на ток или като електронен ключ, превключващ с честотата на носещия сигнал. Въз основа на представените в тази глава изводи са формулирани целите и задачите пред дисертационния труд разработени в четири отделни глави.

Във втора глава са изведени математически изрази на формираните обективни сравнителни критерии обосновани на базови съотношения на съответните характерни величини и параметри на усилвателите. Оценката на математическия модел е на базата на сравнителните критерии за оценка

на ефективността на мощните радиочестотни усилватели с повишени енергийни показатели предложена от докторанта.

За математическото анализиране и моделиране на процесите в мощните високоефективни радиочестотни усилватели са използвани както известни, така и получени от докторанта зависимости отчитащи специфичните особености на разглеждания тип конфигурации. На базата на тези зависимости анализа е извършен с програмните продукти MatLab и Keysight Genesys чрез симулационно изследване и оптимизиране на параметрите на високоефективен усилвател клас F357 и F ∞ .

В трета глава е направен обобщен математически модел за анализ на режимите на мощен радиочестотен усилвател. Предложени са от дисертанта подходи за подобряване качеството на апроксимациите реализирани от физическото моделиране на активния елемент. Представено е изследване на типичен физически модел на мощен полеви транзистор IRFP450A. Опитите са проведени върху реализирана дискретна схема на мощен радиочестотен усилвател. Създадени са изчислителен модул (в среда на Matlab) и графо-изчислителен модул в среда на Agilent Advanced Design System (ADS) с помощта на Agilent Genesys. Предложен е симулационен модел на мощен радиочестотен усилвател клас F.

Избрана е схемна топология, която може да реализира и двата вида режими на работа на усилвателния елемент – като източник на ток и като електронен ключ. Въз основа на получените симулационни резултати са изчислени и графично представени някои обективни критерии за сравняване на радиочестотни усилватели съгласно математическия модел описан във втора глава.

В глава четвърта е синтезирана методология и алгоритъм за провеждане на експериментално изследване на радиочестотен усилвател на мощност.

Реализиран е експериментален макет на радиочестотен усилвател за режим клас F и опитна постановка за измерване на избрани електрически величини.

Експериментално измерените честотно зависими електрически величини са сравнени с получените данни от симулационното изследване описано в трета глава.

Получените данни са анализирани задълбочено и са оформени изводи и препоръки като потенциални възможности за подобряване на енергийните

показатели при бъдещо проектиране на мощни радиочестотни усилвателни стъпала.

Всички глави са логически обосновани и завършват с изводи. В своето единство предлагат оригинални данни и концепции, които да се използват за изследвания за по нататъшното технологично развитие на мощните високоефективни радиочестотни усилватели.

От моя гледна точка важна особеност на проведения анализ от докторанта е възможността за надграждане и развитие на получените резултати. В този аспект системата от информация в дисертационния труд е открита и стимулира нови изследвания.

4. Приноси на дисертационния труд

Приемам формулираните от докторанта приноси. Те се свеждат до:

А/ Аналитични приноси. Дефиниран е набор от критерии за числено сравнение на радиочестотни усилватели по енергийна ефективност на усилването и качество на преобразуване на сигнала. Математическият модел е многоцелеви и включва в себе си аналитично описание на вълновите форми и спектъра на напреженията и токовете в активния елемент, спектрален баланс на мощностите, комплексни коефициенти на предаване и отражение и коефициенти на полезно действие. Това се отнася когато активният елемент работи като източник на ток управляван по напрежение – режим клас А; и в режим клас Е и клас F – когато активният елемент е поставен в условия на работа като електронен ключ по начин, специфичен за всеки от двата класа.

Б/ Научно-приложни приноси. Предложена е схема на опитната постановка в симулационната среда. По този начин е предложен алгоритъм и методология за провеждане на симулационно изследване на радиочестотен усилвател на мощност. Извършено е автоматизирано изчисление на всички величини описани в математическия модел. Голяма част от данните от симулационното изследване е показано в подходящ графичен вид под формата на функционални зависимости в подходящо подбрани координатни системи. Дисертантът достига до извода, че оптимален компромис между отделните качествени показатели в зависимост от поставената задача е единствен начин за подобряване числените стойности на критериите за енергийна ефективност на усилването и качество на изходния сигнал.

В/ Приложни приноси. Реализирана е опитна постановка подходяща за провеждане на измервания на ключови параметри и снемане на типични

характеристики на радиочестотни усилватели, която може да послужи при обучение на студенти и докторанти в професионално направление „Комуникационна и компютърна техника“, както и по докторска програма „Комуникационни мрежи и системи“.

Аналитичното изложение на материала, критичното отношение към собствените резултати и стремежът те да бъдат сравнени с такива на други автори, множеството числени и натурални експерименти са свидетелство за оригиналността на дисертационния труд и неговите научно-приложни приноси. Доказателство в това отношение са и публикуваните резултати по дисертацията, които имат своето значимо присъствие сред материалите в тази важна и актуална област, каквато е комуникационната техника.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Както беше отбелязано по-горе дисертантът има шест публикации свързани с неговата разработка - 3 в съавторство и 3 самостоятелни. Пет от тях са изнесени на Международна научна конференция – „УНИТЕХ“-Габрово, в периода 2015 - 2021 г. и една на Научна конференция на РУ "А. Кънчев" през 2016 г.

6. Авторство на получените резултати

Според дадения материал и направените по него публикации считам, че приносите в настоящия труд са лично дело на дисертанта под ръководството на неговите ръководители - доц. д-р Илия Веселинов Неделчев и проф. д-р инж. Станимир Михайлов Садинов.

7. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Като рецензент на дисертационния труд при предварителната защита съм направил девет забележки и препоръки по дисертационния труд. При прочита на настоящия материал, с удоволствие отбелязвам, че всички забележки са надлежно отстранени или коригирани. Дисертационният труд е старателно оформен с прегледни чертежи. Дисертацията би спечелила още повече, ако има на места по-детайлно коментирание на разработените модели с оглед на по-нататъшното развитие на работата в практически аспект.

8. Автореферат

Съдържанието на автореферата съответства на съдържанието на дисертационния труд. Означенията на фигурите и формулите в автореферата съвпадат с тези от дисертацията. Оценката ми за автореферата е, че той отговаря на общо приетите изисквания и отразява вярно

съдържанието и приносите на дисертационния труд. Той правилно отразява и основните положения на целите, които са поставени в началото на разработката на дисертационния труд. Авторефератът дава ясна представа за същността на проблема, целта и задачите на дисертацията, както и за пътя по който те се решават. Кратко и ясно са изложени резултатите от анализа, моделирането и експериментите, изводите и приносите. Оформен е в 40 печатни страници и има същата структура на дисертацията като завършва с кратко резюме на английски език.

9. Заключение

Оценявам положително направените изследвания и постигнатите и описани в дисертационния труд резултати. Считам, че дисертантът и разработения от него труд изпълняват изискванията за придобиване на ОНС “Доктор” на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за неговото прилагане и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ-Габрово. Всичко това ми дава основание да предложа на Уважаемото научно жури да присъди на маг. инж. Мирослав Бориславов Томов образователната и научна степен “**Доктор**” в област на висше образование: 5. Технически науки; професионално направление: 5.3. Комуникационна и компютърна техника; докторска програма „Комуникационни мрежи и системи“.

16 май, 2022 г.

Рецензент: /П/

/доц. д-р инж. К. Койчев/

Габрово