



## РЕЦЕНЗИЯ

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

**Автор на дисертационния труд:** маг. инж. Георги Николов Панов

**Тема на дисертационния труд:** „Анализ и усъвършенстване на системи, включващи схеми със смесени аналогови и цифрови сигнали“

**Рецензент:** доц. д-р инж. Иван Стефанов Узунов

Дисертационният труд на инж. Георги Панов е посветен на изследване и проектиране на аналогово-цифрови преобразуватели с последователна апроксимация (SAR ADC) и някои съществуващи блокове. Написан е на английски език и е в обем 102 страници, разпределени както следва: съдържание в началото 2 стр.; списък на съкращенията – 1 стр.; въведение – 4 стр.; четири глави – 85 стр.; обобщение, списък на литературата, благодарности и списък на публикации по дисертацията – 9 стр. Текстът е илюстриран с 94 фигури и 4 таблици.

**1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем.** Темата на дисертацията е зададена доста общо и авторът я конкретизира, като още във въведението обявява, че ще бъдат разглеждани проблеми от проектирането и реализацията на аналогово-цифровите преобразуватели (АЦП) и свързаните с тях допълнителни схемни блокове. След кратък сравнителен преглед на различните видове АЦП и посочване на техните области на приложение, са поставени и основните задачи в дисертацията: изследване на нови по-бързи схеми на АЦП с последователна апроксимация и асинхронна работа. Това ограничение е уместно и дава възможност на автора да се съсредоточи върху решаването на конкретни задачи от този клас системи.

Актуалността на избраната тематика не буди съмнение. Почти всички първични сигнали идват от физическите системи в аналогов вид, а най-често тяхната обработка и предаване се извършва в цифров вид. АЦП са системите, които позволяват аналогият сигнал да се преобразува в цифров. Независимо, че тези системи съществуват отдавна, и в момента се работи интензивно за тяхното развитие и оптимизация. Причините за това са все по-разширяващите се приложения, както и многостраничните изисквания, често взаимно противоречащи си, което води до възникване и на съответни проблеми. От една страна са нарастващите изисквания за точност, т.е. представяне на сигнала с по-голям брой битове. От друга страна идва необходимостта от по-голямо бързодействие, свързана с

обработката и предаването на все по-високочестотни сигнали. Интегралното изпълнение на АЦП и използването на съвременните нанометрови технологии също поставя проблеми за решаване. Всичко това прави тази област една от най-бързо развиващите се от микроелектронната схемотехника. Показателен е фактът, че във всеки брой на водещите списания, свързани с интегралните схеми, обикновено има по няколко статии, свързани с аналогово-цифровото преобразуване. Докторантът също дава данни, потвърждаващи това, в увода на дисертацията си.

**2. Степен на познаване на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.** Цитираната литература включва общо 73 заглавия основно на английски език. От тях 8 са университетски учебници, свързани с темата на дисертацията, 4 са Интернет сайтове и останалите са научни статии и патенти. Литературният обзор в първа глава е разделен на две части. В първата се правят класификация на АЦП, посочва се към кой клас принадлежат тези, които ще бъдат обект на дисертацията и се описват принципа на работа, техните предимства и недостатъци. Във втората част се разглеждат усилвателите, които се поставят пред АЦП, когато се работи с ниски нива на аналоговия сигнал. Освен това, във всяка от следващите глави при описание на предложените в дисертацията схемни решения, се дават и най-близките до тях, описани в литературата, което позволява да се съпостави съществуващото ниво с новите решения, предлагани в дисертацията. Прави впечатление, че от огромния обем литература по аналогово-цифрови преобразуватели авторът е подbral само най-необходимите заглавия, пряко свързани с разглежданите проблеми, без да се впуска в раздуване на обема на цитираната литература. Според мен това говори за много добро познаване на тематиката, както и за много добра теоретична и практическа подготовка на автора.

**3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд.** Целите, които авторът си поставя за решаване в дисертацията, могат да бъдат обобщени като подобреие на АЦП с последователна апроксимация. Това постига като предлага и изследва две нови схеми на този тип АЦП с асинхронно действие и една нова схема на клас АВ предусилвател, поставен на входа един от преобразувателите с цел разширение на динамичния му обхват. Използва се стандартната методика, прилагана за този клас задачи: анализ на съществуващите решения с посочване на техните силни и слаби страни; описание на новото решение, придружено с необходимия теоретичен анализ, доказващ по-добрите параметри; проектиране на прототип и проверка на прототипа. Тази методика се е доказала многократно и не е необходимо да се търсят и прилагат други подходи, т.е. считам, че тя съответства на поставените цели. Всички изброени етапи присъстват в

дисертацията на инж. Панов. Прототипите са проектирани за 180 nm технология на TSMC и са изследвани чрез компютърна симулация – нещо обичайно при доказване работоспособността на нови схеми в микроелектрониката.

**4. Характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите в дисертационния труд.** Както беше казано по-горе, приносите в дисертацията са основно в предлагане на нови схеми на АЦП, с които се увеличава тяхната бързина, както и в подобрена схема за усилване на сигнала, подаван на входа на усилвателите. Подобрените параметри са доказани както с теоретичен анализ, така и с компютърни симулации, потвърждаващи анализа. Схемите и резултатите от тяхната симулация са публикувани в едно от водещите списания в областта на аналоговите интегрални схеми, т.е. минали са през независима и обективна оценка. По тези причини не може да има съмнение в резултатите, докладвани в дисертацията, както и в претенциите на автора за тяхната научна новост.

**5. Научни и/или научно-приложни приноси на дисертационния труд.** Докторантът формулира 6 приноса в дисертацията си, които могат да бъдат обединени в две направления: Анализ на съществуващи системи с оглед възможностите за подобреие на някои основни техни параметри и предлагане нови схеми, които постигат това. Предложени са две нови схеми на АЦП, една на напълно диференциално клас AB изходно стъпало на операционен усилвател и една на схема за обратна връзка по синфазен сигнал. Всички приноси имат научно-приложен характер. Считам, че така формулираните приноси правилно отразяват постиженията на автора при работата му по дисертацията.

**6. Оценка за степента на лично участие на дисертанта в приносите.** Съдейки от дисертационния труд може да се заключи, че той е дело преди всичко на неговия автор. Основание за това заключение ми дава отличната обосновка на новостите и научно-техническите решения, които се предлагат, както личните ми контакти и дискусии с автора. В увода той пише, че ползва идеи предложени му от единия от неговите ръководители (доц. Ангел Попов), но тяхното изследване и по-нататъшно развитие очевидно е извършено от докторанта.

**7. Проценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани.** Докторантът има 7 публикации, свързани с дисертационния му труд. От тях две са в международно списание – “Analog Integrated Circuits and Signal Processing”; две в българското списание “E+E”; три на международната конференция “Електроника ЕТ” в Созопол. Двете статии в “E+E” са самостоятелни и са

две части на една статия. Останалите статии са в съавторство с научните му ръководители. Искам да подчертая публикациите в “Analog Integrated Circuits and Signal Processing” – това е едно от водещите списания в света по аналогови интегрални схеми и схеми за смесени сигнали и има импакт фактор 0.925 за 2019 год. Направените публикации са достатъчни и включват почти изцяло изследванията свързани с дисертацията.

Едната от статиите в “Analog Integrated Circuits and Signal Processing” е цитирана в работа, докладвана на научната конференция “New Generation Circuits and Systems” през 2017 г..

**8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Наличие на постигнат прям икономически ефект и пр.** Изследванията в дисертацията, както теоретичните, така и компютърните симулации, недвусмислено доказват, че с предложените нови схеми могат да се проектират АЦП с последователна апроксимация, както и системи, използвавщи този клас АЦП, с подобрени показатели, основно по-добро бързодействие. С други думи резултатите от дисертационния труд са пряко насочени към инженерната практика, по-специално проектиране на по-добри интегрални схеми. Разбира се, реализацията на конкретни проекти, използвавщи тези резултати и при които да се говори за прям икономически ефект, зависи от много допълнителни фактори – подходящи задачи, средства, време, и др., които не винаги зависят от докторанта.

**9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.** Авторефератът съответства на изискванията и отразява достатъчно пълно основните моменти от дисертацията и към него нямам забележки.

**10. Мнения, препоръки и бележки.** Моята лична оценка за извършената работа по дисертацията, както и на самия дисертационен труд е много висока. Постигнати са резултати от много високо, бих казал световно ниво, които могат да бъдат използвани от водещите фирми и институции, разработващи и проектиращи интегрални схеми. Те са плод преди всичко на личните качества и усилия на инж. Панов, без разбира се да омаловажавам помощта на неговите научни ръководители.

Искам да отбележа още един факт, характеризиращ допълнително дисертанта и неговата работа. Изследванията в дисертацията са от две различни области на аналоговата схемотехника. АЦП спадат към схемите със смесена работа (mixed mode circuits), докато усилвателите и честотните корекции в тях спадат към линейните схеми. Двете области се различават по методите за изследване, но и в двете области докторантът се е справил

много добре. Направен е анализ на състоянието на съответната област, посочени са проблеми за решаване и са предложени нови решения. Това говори, че пред нас е специалист със широк спектър от знания, способен да се справи с разнообразни проблеми, свързани с изследване и проектиране на интегрални схеми.

Забележката ми към дисертационния труд е по отношение на изложението – на места е доста лаконично, което затруднява четенето. Тук може да се добавят и забелязаните печатни грешки, но те присъстват във всеки печатан материал.

Мисля, че си струва авторът да направи дисертационния си труд като монография. Разбира се, след известна преработка. Освен разширение на обявленията, според мен трябва да се разшири и обзорът на повече материал за всички типове АЦП и ЦАП, да се покажат предимства и недостатъци, постигнати резултати и т.н. Тези обяснения в дисертационния труд са ненужни и спечелила, ако бъдат включени.

**11. Заключение.** Предвид всичко гореиздадено съмнение, че на маг. инж. Георги Николов Панов търси образователната и научна степен „доктор”.

26.02.2021 г.  
Гр. София

Рецензент:

(доц. д-р инж. Иван Узунов)

Барто  
с оригиналата

ТУ - СОФИЯ
ФЕТ
ДАРНО С ОРИГИНАЛА