

## РЕЦЕНЗИЯ

На дисертационен труд на тема  
“Изследване на възможностите за усъвършенстване на електронните  
измервателни преобразуватели за резистивни сензори“  
Научна специалност „Електронизация“

На редовния докторант инж. Станимир Красимиров Станков  
Технически Университет - Варна  
с научен ръководител: доц. д-р инж. Христо Иванов Гигов

Член на научното жури съгласно заповед 307/16.07.2015г. и определен за  
рецензент със заповед 318/21.07.2015 на Ректора на ТУ\_Варна  
проф. д-р инж. Рачо Маринов Иванов

**1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в  
научно и научно-приложно отношение. Степен и машабност на  
актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в  
дисертацията.**

Измерването на физични величини е свързано с изисквания към първичните измервателни преобразуватели за линейност на измервания диапазон, точност и бързодействие. Съществува огромно разнообразие на измервателни преобразуватели на неелектрични величини. За измерване на сили и моменти най-често се използват тензосъпротивителни измервателни преобразуватели. За измерване на температури масово се използват терморезистори.

Актуалността на измервателните преобразуватели от резистивни сензори е безспорна и може да се види от публикациите и цитираната литература, а също и от изследванията и публикациите на множество други автори. Тематиката има и голямо практическо приложение.

**2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли  
творчески литературния материал.**

От представения дисертационен труд може да се съди за подготовката на докторанта. Той отлично се справя с теорията на първичните преобразуватели за измерване с резистивни сензори и многообразието на различни схемни решения за измерване на изходния сигнал от резистивни сензори. Той е направил задълбочен анализ и преглед на съществуващите функционални преобразуватели, както и на основните техники на измерване на резистивни сензори. Разгледал е и е анализирал проблемите свързани с

тях, което му позволява да разработи и усъвършенства резистивни измервателни преобразуватели с повишени параметри.

### **3. Избраната методика за изследване може ли да даде отговор на поставената цел и задачи на дисертационния труд.**

Категорично смятам, че подхода избран от докторанта е правилен, отговаря напълно на поставените цели и задачи в този труд и позволява на докторанта да постигне поставената по-горе цел. Той е направил един обширен анализ и изследване с цел разработка на подобрени схемни решения на такива преобразуватели и е разработил на практика такива схеми. Резултатите от този дисертационен труд го доказват.

### **4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приностите на дисертационния труд.**

Дисертационния труд съдържа общо 205стр. и две приложения. В края на увода автора е формулирал целта на този труд – Анализ на електронните измервателни преобразуватели за резистивни сензори и изследване възможностите за тяхното усъвършенстване и развитие. Така формулираната цел определя и съдържанието на този дисертационен труд.

#### **Първа глава**

Съвременно състояние на електронните измервателни преобразуватели за резистивни сензори. На базата на направеното литературно проучване са представени изводи - 8 на брой. Формулирани са задачите които се решават в този дисертационен труд - 7 на брой. Завършва с постигнати резултати в първа глава.

Започва с кратко представяне на съвременното състояние по литературните източници. Направена е класификация на измервателните преобразуватели за резистивни сензори(фиг.1.2). Последователно са разгледани преобразуватели за резистивни сензори с амплитудна модулация с много подробен анализ и коментиране на различните проблеми и компенсирането им. Следва разглеждане на преобразуватели на резистивни сензори с честотно-времева модулация. В изводите автора е изложил направения анализ с проблемите и сравнение на различни схемни решения. Това е много полезно за ползвателите на този труд.

#### **Втора глава**

Усъвършенстване на електронни измервателни преобразуватели с напреженов изход за работа с резистивни сензори. Завършва с постигнати резултати във втора глава – 12 на брой.

Разгледани са преобразувателите с амплитудна модулация за работа с резистивни сензори по отношение на усъвършенстване и представяне на схемни предложения с подобрени възможности. Направен е метрологичен анализ за влиянието на остатъчното напрежение и входните токове на ОУ за

схемите на преобразуватели с амплитудна модулация. Предложена е методика за аналитично проектиране на преобразуватели на изменение на съпротивлението в напрежение и линеаризиране на функционалната зависимост на сензора. Представени са автоматизирани методи за анализ и проектиране на измервателни преобразуватели с линеализиране на функционалната зависимост.

### **Трета глава**

Усъвършенстване на електронните измервателни преобразуватели с честотен изход за работа с резистивни сензори. Завършва с постигнати резултати във трета глава – 14 на брой.

Направена е обобщена структурна схема и схемни решения на преобразуватели с разгъващо преобразуване за работа с резистивни сензори. Представени са преобразуватели с възможност за задаване на разсейваната мощност върху резисторния сензор, особено важно при температурни измервания с повищена точност. Представен е метод за линеаризиране на функционалната зависимост на терморезистивни сензори при преобразуватели с честотен изход. Има направени симулационни изследвания. Изследвани са динамичните грешки от ОУ на интегратора и компаратора. Представени са схемни решения за компенсиране на тези грешки.

### **Четвърта глава**

Усъвършенстване на електронните измервателни преобразуватели с честотен изход за работа с резистивни мостове. Завършва с постигнати резултати във четвърта глава – 16 на брой.

Представени са намаляване на систематичната грешка чрез изменението на знака на захранването на моста и компенсиране на дрейфа и офсета на усилената входна величина. Представени са усъвършенствани схемни решения на преобразуватели с разгъващо преобразуване за работа с резистивни мостове и полумостове. Разгледани са въпросите с компенсация на съединителните проводници и елиминиране на динамичната грешка.

Всичките глави са много подробни и изчерпателни, като докторанта се е постарал да разгледа всички възможни варианти на схемите и това е довело до дисертационен труд със значителен обем.

## **5. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд.**

Приносите са разделени на научни, научно-приложни и приложни. Формулирането им е направено с много обяснения. Смятам че докторанта има достатъчно приноси, но те не са формулирани в най-подходяща форма.

### **Научни приноси**

-Предложена е обобщена структурна схема на преобразуватели с честотна модулация и са изведени обобщените уравнения на този клас преобразуватели.

-Развит е метод за корекция на статичните и динамичните грешки на резистивните преобразуватели чрез въвеждане на прави и обратни връзки ( метод с параметрична корекция).

#### **Научно-приложни приноси**

-Предложена е обобщена класификация на електронните измервателни преобразуватели за резистивни сензори и е направен задълбочен сравнителен анализ. Това позволява проследяване на развитието на този тип преобразуватели.

-Предложена е методика за аналитично проектиране и алгоритъм за изчисление и на тази база са разработени редица схемотехнически решения с подобрени характеристики.

-Предложен е метод за линеаризиране на функционалната зависимост на сензора при преобразувателите с честотна модулация и са представени решения на преобразуватели с разгъващо преобразуване и линеаризиране на характеристиките на сензора.

-Развит е метод с двутактно разделно преобразуване за намаляване на систематичната грешка при преобразуватели с честотна модулация.

#### **Приложни приноси**

-Предложени и разработени са серия оригинални схемни решения на преобразуватели на изменението на съпротивлението в напрежение с елиминиране на влиянието на съпротивлението на свързвашите проводници и линеризиране на изходния сигнал.

-Предложени и разработени са серия оригинални схемни решения на преобразуватели с разгъващо се преобразуване с подобрени характеристики.

-Предложени са преобразуватели за резистивни мостови и полумостови с повишени метрологични показатели и предаване на информацията.

Така формулирани приносите отразяват направеното от докторанта и получените резултати имат конкретно практическо приложение. По мое мнение формулирането на приносите би могло да се направи по-кратко с цел да се подчертава направеното без допълнителни обяснения. Като имам предвид характера на този труд и неговата практическа насоченост за мен приносите са научно-приложни и приложни.

#### **6. В каква степен дисертационния труд и приностите са лично дело на дисертанта.**

От запознаване с дисертационния труд и публикациите към него убедено смяtam че представения материал е лично дело на докторанта. От 12 публикации 2 са самостоятелни и 4 патента като 1 е самостоятелен. Това е убедително доказателство за негово участие. Освен това от целия дисертационен труд личи компетентността и информираността на докторанта.

## **7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.**

Публикации са: 5 доклада на научни конференции, 7 статии в списания и годишници (2 самостоятелни) и 4 заявки за патенти (1 самостоятелен). За докторска дисертация това са много публикации. От прегледа на публикациите може да се види че съществените резултати от този дисертационен труд са публикувани. Разработваната тематика е актуална и научната общност е запозната с получените резултати. Много добро впечатление ми прави наличието на 4ри патента. Оригиналността на разработените схемни решения и последователността на автора да ги оформи и подаде като заявки е похвална.

Категорично смяtam публикациите за повече от достатъчни за този дисертационен труд.

## **8. Резултатите от дисертационния труд имат ли внедряване.**

Това определено се вижда от целия дисертационен труд и от приложените служебни бележки. От фирма ТЕХНОСЕНС ООД е декларирано че има заявка за патент и преобразувателя е внедрен в два серийно произвеждани измервателни уреди. В писмо от Analog Devices се декларира за успешна съвместна работа по 5 съвместни проекта. Това са убедителни доказателства за важността и внедряването в практиката на резултати от този дисертационен труд.

## **9. Мотивирани препоръки.**

Освен препоръките при вътрешното разглеждане към по-кратко формулиране на приносите, други съществени препоръки нямам.

## **10. Автореферата**

Отговаря като цяло на изискванията и отразява правилно съдържанието на дисертационния труд. Може да се използва от научната общност за запознаване с разработените и изложени основни въпроси и заключения направени в този дисертационен труд.

## **11. Критични бележки**

От запознаването ми с този труд мисля че е добре структуриран и критични бележки по същество към дисертационния труд нямам.

- Няма как чрез изходното напрежение да се измерва Rx от схемата на фиг.2.1 (в), което е видно от формула 2.2(стр.57).

## **12. Други въпроси.**

Нямам други въпроси към докторанта.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В заключение след запознаване с дисертационния труд на тема  
“Изследване на възможностите за усъвършенстване на електронните

**измервателни преобразуватели за резистивни сензори“, научна специалност „Електронизация“ на редовния докторант инж. Станимир Красимиров Станков от Технически Университет - Варна**, направените публикации по него ( общо 12 публикации от които 2 самостоятелни и 4 заявки за патент от които 1 самостоятелна) и представените допълнителни материали за внедряване на резултатите определено считам че има всички необходими качества за получаване на образователно-квалификационна степен „доктор“ и категорично поддържам избора му за „доктор“.

**9.10.2015г.**

**С уважение:**

**/проф.Р.Иванов/**