

<b>Кандидат: гл. ас. д-р инж. Продан Иванов Проданов</b>
Конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“ (обявен в „Държавен вестник“ Бр. 68 от 31.07.2020г.)
Област на висше образование – 5. Технически науки,
Професионално направление – 5.2. Електротехника, Електроника и Автоматика,
Специалност – „Индустириална електроника“ (Надеждност на електронни системи, Конструиране и технология на електронна апаратура, Конструиране на комуникационна апаратура)

**Резюмета на трудовете (по тематични области, като за една тематична област се изготвя едно резюме) след защита на докторска дисертация**

<p><b>Тематична област 1: Анализ на надеждността на електронни елементи</b></p> <p>Анализът по надеждност на електронни елементи се развива в две основни направления: прилагане на методика за прогнозиране на интензивността на отказите на електронните елементи и анализ на влиянието на електрическите и топлинните режими на елементите върху тяхната надеждност. При избора на методика е необходимо да бъде анализирана нейната приложимост към дадена категория електронни елементи, както и възможността за нейното адаптиране и допълване с адекватни модели за изчисления на интензивността на отказите, когато липсва дадена група елементи в съответната методика.</p> <p>В [B4.3., B4.5., B4.10, Г8.5, Г8.11] са представени изследвания и направен анализ на приложимостта на различни методики за изчисления на интензивността на отказите на електронни елементи. Направен е преглед на основните методики, като се предлага нова класификация на методиките, с добавен към нея е добавен трети клон, към който да се причислят методиките в смесени модели – комбинация от адитивни и мултипликативни. Анализирани са три методики (MIL-HDBK217F, FIDES и RDF2000), като са направени следните изводи: методиката, която в най-голяма степен обхваща всички фактори и може да бъде адаптирана и допълвана е MIL-HDBK-217F. При метод FIDES е възможно да се елиминират корекционните пи-фактори, които не влияят съществено в модела, но не може да се задават нови пи-фактори, тъй като не може да се изведе модел за базовата интензивност на отказите по съответния пи-фактор. Направен анализ на приложимостта на методики MIL-HDBK217F и FIDES за определяне на надеждността на силови полупроводникови елементи - тиристоры. Получените резултати показват, че двете методики се различават както методологично, така и по отношение на предлаганите модели. При метод MIL-HDBK-217F се отчитат загуби, напрежение и ток, докато при метод FIDES, тока на тиристорите не се отчита, а само другите горе споменати електрически параметри, което води по по-висока отчитана надеждност при този метод.</p> <p>В [B4.7., B4.10., Г8.22, Г8.23] са представени изследвания, относно влиянието на електрическите и топлинните параметри на силови полупроводникови елементи – MOSFET, SiC MOSFET и IGBT транзистори, както и мощни диоди и тиристоры. Приносът от направените изследвания е възможността да бъдат определени граничните стойности на топлинните режими на един цял клас силови полупроводникови елементи – мощни транзистори, диоди и тиристоры. С този подход са определени максималните стойности на температурата на охлаждащата среда (охлаждаща течност или въздух), максималните загуби и максималното топлинно съпротивление на охлаждащата система при зададено ниво на надеждност.</p> <p>В [Г7.4.] е предложена методика за анализ на показателите на надеждност на силови</p>
---

MOSFET транзистори на база модел отчитащ топлинното съпротивление на охлаждащата система. Посредством имплементирането на този модел в методиката на MIL-HDBK-217F могат да бъдат определени: максималните загуби в транзисторите както и максималната температура на охлаждащата вода при определено ниво на надеждност, зададено от проектант или потребител на електронната апаратура. Направените анализи показват, силното влияние на загубите на мощност върху надеждността на мощните транзистори. Подобряване на показателите на надеждност се получава с ограничаване на загубите в транзистора, като се избере по-ниска работна честота, работа с драйверни схеми, осигуряващи добри комутационни характеристики на транзисторите.

Възможността за разширяване и адаптиране на дадена методика за анализ на интензивността на отказите е показана в [B4.8.]. При анализ на методики MIL-HDBK-217F и FIDES е установено, че не предлагат модели за суперкондензатори, както и липсата на възможност за отчитане влиянието на основните им електрически и топлинни параметри. За анализа на показателите на надеждност е предложен и имплементиран метод за анализ на база модели, отчитащи процесите на стареене в суперкондензаторите. Предложен е също така модел за получаване на областта на надеждна работа на суперкондензаторите, който е приложим за намиране на допустимите стойности на температурата, работното напрежение и еквивалентното серийно съпротивление, при зададено ниво на надеждност.

№	Библиографско описание
B.4.3	<b>P. Prodanov</b> , Dankov D., “ <i>Reliability Analysis of Electronic Circuit of Compact Fluorescent Lamp using methods MIL-HDBK-217F and FIDES</i> ”, IEEE XXVIII International Scientific Conference ELECTRONICS ET 2019, IEEE Conference Record #48037, 12-14 Sept., Sozopol, Bulgaria, pp. 1 – 4, Category number CFP19H39-ART; Code 153216, ISBN: 978-172812574-9, DOI: 10.1109/ET.2019.8878592 ( <b>Scopus</b> )
B.4.5	<b>Prodanov P.</b> , D. Dankov, N. Madzharov, “ <i>Research of Reliability of Power Thyristors Using Methods MIL-HDBK-217F and FIDES</i> ”, Proceedings of XXI-th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA) 2020, Bourgas, 3 - 6 June, 2020, pp. 379 – 382, IEEE Catalog Number CFP2028Z-USB, ISBN 978-1-7281-4345-3 ( <b>Scopus</b> )
B.4.7	<b>Prodanov P.</b> , “ <i>Research of Reliability of Power Semiconductors in Dependence of Thermal Modes</i> ”, Proceedings of XXI-th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA) 2020, Bourgas, 3-6 June, 2020, pp. 387 – 390, IEEE Catalog Number CFP2028Z-USB, ISBN 978-1-7281-4345-3 ( <b>Scopus</b> )
B.4.8	<b>Prodanov P.</b> , D. Dankov, “ <i>Applying an aging models for reliability estimation of supercapacitors</i> ”, Proceedings of 11th National conference with international participation "ELECTRONICA 2020", 23 - 24 July 2020, Sofia (приета за печат) ( <b>Scopus</b> )
B.4.10	<b>P. Prodanov</b> , Dankov D., “ <i>Reliability estimation of transistor switches in push-pull DC/DC hard switching converter</i> ”, IEEE XXIX International Scientific Conference ELECTRONICS ET 2020, IEEE Conference Record #48037, 16-18 Sept., Sozopol, Bulgaria. (Приета за печат) ( <b>Scopus</b> )
Г.7.4	<b>Prodanov P.</b> , “ <i>Reliability estimation of MOSFET transistors in dependency of thermal resistance of cooling system</i> ”, Proceedings of 11th National conference with international participation "ELECTRONICA 2020", 23 - 24 July 2020, Sofia (приета за печат) ( <b>Scopus</b> )
Г.8.5	<b>П. Проданов</b> , „ <i>Анализ на приложимостта на методики за изчисления по надеждност към храняващи източници за индукционни технологии</i> ”, Известия на Технически университет-Габрово, Габрово 2012, брой 43, стр. 90 - 95, ISSN 1310-6686.
Г.8.11	<b>Проданов, П. И.</b> , М. Симеонов. „ <i>Тенденции в развитието на методики за изчисляване на интензивността на отказите на електронни елементи</i> “, Международна научна конференция „UNITECH 2013“, 22 – 23 Ноември, 2013, Габрово, стр. I-224 – стр. I-228, ISSN 1313-230X.
Г.8.22	<b>Prodanov P.</b> , D. Dankov, “ <i>Reliability assessment of power thyristors used in power</i>

	<i>supplies for induction heating technologies</i> ”, Journal of the Technical University of Gabrovo, vol. 59, 2019, Gabrovo, pp. 101-104, ISSN 1310-6686
Г.8.23	<b>П. Проданов</b> , “ <i>Логико-вероятностен подход при анализ на надеждността на MOSFET транзистори</i> ”, Международна научна конференция „UNITECH 2020“, 20 - 21 Ноември 2020г., Габрово, стр. I-xxx - стр. I-xxx, ISSN 1313-230X.(под печат)

## **Тематична област 2: Анализ и моделиране на надеждността на електронни системи**

Моделирането на надеждността на електронните системи се използва за: създаване на вероятностни модели на електронните системи и оценка на тяхната готовност; определяне на функционалните връзки по надеждност, вероятностните състояния и времето за превантивна профилактика; дефиниране на елементите и блоковете водещи до отказ на дадена електронна система; анализ на влиянието на експлоатационните условия. В този раздел могат да се обобщят следните четири вида анализи:

*Вероятностния анализ*, предложен и развит в [В.4.2., В.4.9. и Г.8.3.] се използва за анализ на готовността на дадена електронна система и оценка на ефективността на вложените защитни схеми в дадена електронна система. В [В.4.2. и Г.8.3.] се предлагат и анализират вероятностни модели, дефиниращи основните състояния на даден захранващ източник за индукционни технологии. Предложения модел предоставя оценка на общата надеждност на захранващи източници за индукционно нагряване и при въвеждането на повече защиты или дублиране на въведени електронни защиты в системата на захранващ източник. В [В.4.9.] се предлагат синтезирани и изследвани четири вероятностни модела на системи за съхранение на енергия, изградени на базата на суперкондензатори. Получените резултати от изследваните модели показват ефективност на системите за дублиране и резервиране, като с едно резервиране се осъществява висока надеждност, за сметка на повече елементи и влагане на повече суперкондензатори в системата за съхранение на енергия;

*Вероятностен анализ и време за превантивна профилактика* – в [В.4.11. и В.4.6.] се представя изследване по надеждност, свързано с комбинирането на три метода за моделиране на надеждността – „Анализ на Марков“, „Дърво на отказите“ и “Теорията за превантивна профилактика“. Обект на изследване е високочестотен преобразувател на енергия използван за индукционни технологии. Предложени са шест вероятностни модела, които включват въвеждането на защитни схеми в електронните устройства, въвеждане на превантивна профилактика, както и на системи с резервиране. Определянето на времето за профилактика става на база тези вероятности и методика за определяне на времето за профилактика и интервалната надеждност до края на периода. С комбинирането на тези три метода се получава: структурен модел на дърво на отказите, който дава минималните отказови сечения и елементите и блоковете, които водят до отказ на преобразувателя; актуалните вероятностни състояния при прилагането на превантивна профилактика; времето за извършване на тази профилактика и към кои блокове и елементи да се насочат действията по профилактика;

*Анализ на влиянието на експлоатационните условия върху надеждността на електронни системи* – в [В.4.4. и Г.8.1.] се анализира влиянието на комбинация от факторите на околната среда, влияещи върху показатели на надеждност на захранващите източници за индукционни технологии. Предложен е тримерен модел, който чрез въвеждане в програмен продукт Maple, позволява графично определяне на надеждността на обекта спрямо два от експлоатационните параметри – температура и влажност на въздуха, както и вибрационни въздействия и механични сътресения. При конкретизиране на експлоатационните условия, тази методика е приложима за всяка една електронна система, работеща в даден производствен участък. Могат да се получат: количествените показатели по надеждност на електронната апаратура; граничните стойности на факторите на околна среда при зададено ниво на надеждност; диапазонът на изменение на факторите на околна среда, при които надеждността остава над зададената;

*Анализ на надеждността на различни класове електронни системи* – в [В.4.1., Г.8.6.,

Г.8.15. и Г.8.16.] разглеждат се множество електронни системи, обособени като различен клас устройства. Анализират се техните показатели по надеждност, както и елементите водещи до отказ на системата. На база на направените изследвания и анализи са предложени мерки по повишаване на надеждността на изследваните системи. Предложени са мерки за увеличаване на надеждността и определянето на гаранционния срок на системата. Установено е непосредственото влияние на температурата в корпуса върху тяхната надеждност.

В [Г.8.9.] се прави анализ на инверторен електрожен, който може да се разглежда като една сложна електронна система. След анализ и изчисление на количествените показатели по надеждност се установи, че надеждността зависи в най-голяма степен от надеждността на използваните мощни транзистори. Поради затруднената ремонтнопрогодност, свързана с подбора на транзистори с еднакви параметри, се предлага схемно решение с използването на мощни IGBT транзистори.

<b>№</b>	<b>Библиографско описание</b>
B.4.1	<b>Prodanov P., D. Dankov, M.Simeonov</b> , „ <i>Analysis of Reliability on the Electronic Circuit for LED Lamp</i> “, Proc. XXV International Scientific Conference Electronics - ET2016, September 12 - 14, 2016, Sozopol, Bulgaria, pp. 266 – 269, ISBN 978-1-5090-2881-8. ( <b>Scopus</b> )
B.4.2	<b>Публикация B4.2. Prodanov P., D. Dankov</b> , “ <i>Reliability Of Power Supplies For Induction Heating Through An Analysis Of The States In Operating Modes</i> ”, 19 <sup>th</sup> International Symposium POWER ELECTRONICS Ee2017, October 19 – 21, 2017, Novi Sad, Serbia, paper T1.2-4_06019, pp. 1 – 6, Category number CFP17J55-USB; Code 133786, ISBN: 978-153863501-8, DOI: 10.1109/PEE.2017.8171671 ( <b>Scopus</b> )
B.4.4	<b>Публикация B4.4. Prodanov P., D. Dankov</b> , “ <i>Investigating The Effect of Environmental Parameters On The Reliability Of Power Supplies For Induction Heating Technologies</i> ”, 20th International Symposium POWER ELECTRONICS Ee2019, October 23-26, 2019, Novi Sad, Serbia, paper T1.2-4_02526, pp. 1 – 6, Category number CFP19J55-ART; Code 155755, ISBN: 978-172815067-3, DOI: 10.1109/PEE.2019.8923317 ( <b>Scopus</b> )
B.4.6	<b>Prodanov P., D. Dankov</b> , “ <i>Study of Time for Preventive Maintenance of the Electronic Equipment</i> ”, Proceedings of XXI-th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA) 2020, Bourgas, 3-6 June, 2020, pp. 383 – 386, IEEE Catalog Number CFP2028Z-USB, ISBN 978-1-7281-4345-3 ( <b>Scopus</b> )
B.4.9	<b>Prodanov P., D. Dankov</b> , “Using Markov’s Chains for Reliability Modeling of Energy Storage Devices”, Proceedings of 11th National conference with international participation "ELECTRONICA 2020", 23 - 24 July 2020, Sofia (приета за печат) ( <b>Scopus</b> )
B.4.11	<b>P. Prodanov</b> , “Analysis of Probability States and Preventive Maintenance Assessment of HF Power Converter for Induction Heating Technologies”, IEEE XXIX International Scientific Conference ELECTRONICS ET 2020, IEEE Conference Record #48037, 16-18 Sept., Sozopol, Bulgaria. (Приета за печат) ( <b>Scopus</b> )
Г.8.1	Симеонов, М. В., <b>П. Проданов</b> , “Изследване влиянието на експлоатационните условия и влиянието им при определяне на надеждността на захранващ източник за индукционна технология”, Международна научна конференция „UNITECH 2010“, 19 – 20 Ноември, 2010, Габрово, стр. I-236 – стр. I-239, ISSN 1313-230X.
Г.8.3	Симеонов, М. В., <b>П. Проданов</b> . “Определяне на вероятностните състояния по марков на захранващ източник за индукционни технологии със защитни електронни системи”. Международна научна конференция „UNITECH 2011“, 18 – 19 Ноември, 2011, Габрово, стр. I-225 – стр. I-229, ISSN 1313-230X.
Г.8.6	<b>Prodanov P., D. Dankov, M. Simeonov</b> , „ <i>Analysis of reliability on the electronic ballast for compact fluorescent lamp</i> ”, Proceedings of XVII-th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies SIELA 2012, Sofia 28-30 May 2012, vol. 1, pp. 254 - 261. ISSN 1314-6297.
Г.8.9	<b>Проданов, П. И., Д. Данков, М. Симеонов</b> . „Анализ на надеждността на инверторен електрожен”, Международна научна конференция „UNITECH 2012“, 16

	– 17 Ноември, 2012, Габрово, стр. I-238 – стр. I.243, ISSN 1313-230X.
Г.8.14	<b>Проданов, П. И.,</b> Д. Данков, М. Симеонов. „Анализ на надеждността на индукционен котлон“, Международна научна конференция „UNITECH 2014“, 21 – 22 Ноември, 2014, Габрово, стр. I-220 – стр. I-225, ISSN 1313-230X.
Г.8.15	<b>Проданов, П. И.,</b> Д. Данков, М. Симеонов, „Анализ на надеждността на драйверни схеми за определен клас позиционни задвижвания“, Международна научна конференция „UNITECH 2015“, 20 – 21 Ноември 2015, Габрово, стр. I-313 – I-318, ISSN 1313-230X.

### **Тематична област 3: Моделиране и изследване на схеми и процеси в преобразуватели на електрическа енергия**

Публикациите в тематична област „Моделиране и изследване на схеми и процеси в преобразуватели на електрическа енергия“ са свързани с моделиране на системата „индуктор-детайл“ в процесите на индукционно нагряване на цилиндрични стоманени детайли, както и на плоски детайли в магнитна верига; моделиране и симулиране на силови схеми на преобразуватели на електрическа енергия; изграждането на работещи опитни образци и реконструиране на съществуващи технически решения.

Предложен е анализ на електромагнитните процеси на системата „индуктор – детайл“ за нагряване на стоманени цилиндрични детайли с диференцирани домейни на магнитно поле в него. По предложена методика са изчислени електромагнитните параметри на индуктор с диференцирани домейни на магнитно поле в него. Анализът е допълнен с моделиране на процесите с COMSOL Multiphysics 4.3.A. За анализ на системата „индуктор-детайл“ при нагряване в магнитна верига се използва метода на заместващата схема по магнитен поток. Приложен е модел за анализ съчетаващ „метода на припасване“ и хармоничен анализ. Представен е анализ и проектиране на квази-резонансен инвертор захранващ индуктор с магнитен концентратор и са направени експериментални изследвания при различни товари [Г.7.1. и Г.7.2.].

Направен е анализ на силовите схеми на преобразувателите на електрическа енергия посредством моделиране и симулация в пакета OrCAD P-Spice. Предложени са симулационни модели на следните видове преобразуватели: двутранзисторен прав преобразувател в инверторен електрожен; драйвер за LED лампа; система за капацитивно предаване на енергия; импулсен захранващ блок на база специализирана схема Viper100A [Г.8.7., Г.8.16., Г.8.19. и Г.8.21.]. Направения анализ показва, че симулационните резултати са с необходимата за практиката точност, като грешката не надвишава 10%. Предложени са схемотехнични мерки за подобряване на работата на моделираните схеми. Извършени за модификации в заложените библиотечни елементи, които позволяват моделирането на други подобни устройства и системи.

Разработени са схеми за управление на SiC MOSFET транзистори на база специализиран драйвер тип ACPL-339J и резонансен драйвер, както и маломощни схеми за индукционно нагряване на стоманени детайли. Изследвана е работата на драйверите с няколко транзистора с приблизително еднакви параметри, но от различен тип, подходящи за използване в мостов клас DE квазирезонансен инвертор за индукционно нагряване. При направеното сравнение на представените драйвери за управление на мощен SiC MOSFET транзистор се установи, че в честотния диапазон до 150kHz по подходящ за използване е фирмения драйвер с ACPL 339J. Разработени са опитни образци на индукционен котлон и маломощен индукционен пирограф, като резултатите показват добра работоспособност и възможност за внедряване в практиката [Г.7.3, Г8.18, Г8.20].

Извършено е реконструиране на отделни функционални възли от система за управление на паралелен инвертор на ток за обемно нагряване на детайли, като са проектирани печатни платки за системата за управление. Реконструираните платки се използват за управление на пусковите процеси и цялостен контрол на автоматиката на паралелния инвертор на ток, както и за управление на трифазен изправител тип „Ларионов“.

<p>Платките са тествани и внедрени в реален технологичен процес за индукционно нагриване на стоманени детайли[Г.8.2.].</p> <p>В [Г.8.17.] се прави технологична оценка на индукционен водонагревател HARVER CN30L съгласно изискванията за безопасност, за маркировка CE и маркировка за енергопотребление. От направените изследвания и измервания се установи следното: За този водонагревател не е възможно да се изисква по-висока класификация от клас А+ по Директива 2010/30/ЕС на европейската комисия относно етикирането и маркирането на енергопотребление на битовите уреди в сравнение с класическите обемни бойлери. За оценка на безопасност от токов удар се прилага българският стандарт БДС EN 60335-1. „Безопасност на битови и подобни електрически уреди“. В съответствие с този стандарт, за водонагревателя HARVER CN30L е посочен клас II.</p>	
<b>№</b>	<b>Библиографско описание</b>
Г.7.1	Simeonov M., H. Ibrishimov, <b>P. Prodanov</b> , „ <i>Modeling and analysis of an inductor – piece system with differentiated domains of the electromagnetic field in the inductor</i> ” PCIM Europe 2013, PCIM Europe Conference Proceedings 2013, Pages 1720-1725, ISBN: 978-380073505-1, ISSN: 21913358 ( <b>Scopus</b> )
Г.7.2	Dankov D., <b>P. Prodanov</b> , “ <i>Analysis and Design of Quasi-Resonant ZVS Inverter for Induction Heating in a Magnetic Circuit</i> ”, IEEE XXVI International Scientific Conference ELECTRONICS ET 2017, IEEE Conference Record #41615, 13-15 Sept., Sozopol, Bulgaria, pp. 220 – 226, ISBN 978-1-5386-1752-6 ( <b>Scopus</b> )
Г.7.3	Dankov D., <b>P. Prodanov</b> , “ <i>Comparative study of power SiC MOSFET control drivers</i> ”, IEEE XXVIII International Scientific Conference ELECTRONICS ET 2019, IEEE Conference Record #48037, 12-14 Sept., Sozopol, Bulgaria, pp. 1 – 4, Category number CFP19H39-ART, Code 153216, ISBN: 978-172812574-9, DOI: 10.1109/ET.2019.8878323 ( <b>Scopus</b> )
Г.8.2	Симеонов, М. В., Д. Данков, <b>П. Проданов</b> , Хр. Ибришимов. „ <i>Реконструкция и модернизация на система за управление на паралелен инвертор за обемно индукционно нагриване</i> ”. Международна научна конференция „UNITECH 2010“, 19 – 20 Ноември, 2010, Габрово, стр. I-226 – стр. I-231, ISSN 1313-230X.
Г.8.7	Данков Д., <b>П. Проданов</b> , М. Симеонов, „ <i>Изследване и симулация на инверторен електрожен</i> ”, Сборник доклади ЕЛЕКТРОНИКА 2012, София 14-15 Юни 2012, стр. 144 - 149. ISSN 1313-3985.
Г.8.16	Данков, Д., <b>П. Проданов</b> , „ <i>Изследване на драйвер за LED лампа</i> “, Международна научна конференция „UNITECH 2015“, 20 – 21 Ноември 2015, Габрово, стр. I-333 – стр. I-338, ISSN 1313-230X.
Г.8.17	Симеонов М., Д. Данков, <b>П. Проданов</b> , „ <i>Технологично оценяване на индукционен водонагревател HARVER CN30L с изискванията за безопасност, за маркировка CE и маркировка за енергопотребление</i> “, Международна научна конференция “UNITECH 16”, 18 – 19 Ноември 2016г., Габрово, стр. I-189 – стр. I-193, ISSN 1313-230X.
Г.8.18	<b>Проданов П.</b> , Д. Данков, М. Симеонов, „ <i>Изследване и реализиране на инвертор за индукционен пирограф</i> “, Международна научна конференция “UNITECH 16”, 18 – 19 Ноември 2016г., Габрово, стр. I-251 – стр. I-254, ISSN 1313-230X.
Г.8.19	Д. Данков, <b>Проданов П.</b> , М.Симеонов, „ <i>Моделиране на система за капацитивно предаване на енергия</i> “, Международна научна конференция “UNITECH 16”, 18 – 19 Ноември 2016г., Габрово, стр. I-244 – стр. I-250, ISSN 1313-230X.
Г.8.20	Данков Д., <b>П. Проданов</b> , М. Вълчев. „ <i>Управление на едноключов ZVS квазирезонансен инвертор с ARDUINO</i> “, Международна научна конференция „UNITECH 2017“, 17 - 18 Ноември 2017г., Габрово, стр. I-309 - стр. I-314, ISSN 1313-230X.
Г.8.21	Данков Д., <b>П. Проданов</b> , “ <i>PSPICE моделиране на импулсни захранвания с интегрална схема VIPER100A</i> ”, Международна научна конференция „UNITECH 2018“, 16 - 17 Ноември 2018г., Габрово, стр. I-233 – стр. I-238, ISSN 1313-230X.

#### Тематична област 4: Моделиране, конструиране и изследване на позиционни задвижвания

Публикациите в тематична област „Моделиране, конструиране и изследване на позиционни задвижвания“ са свързани с моделиране, проектиране, реализиране и изследване на системите за електрозадвижване със стъпкови двигатели и серводвигатели. Изследванията в тази област са свързани с моделиране на механичните характеристики на стъпкови двигатели и възможностите за усъвършенстване на техните драйверни схеми. Анализа на сервозадвижващите системи е свързан с моделирането, разработване и изследване на цифрови ПИД регулатори, подобряващи динамичните свойства на системата.

Представен е математически апарат, на база на който е разработен файл с макроси, които дават възможност за изследване и симулиране характеристиките на стъпкови двигатели. Този математически апарат е приложим в два аспекта: получаване на характеристики на стъпковия двигател при липса на каталожни данни; получаване на семейство механични характеристики при задаване на различни напрежения и токово ограничение на използвания драйвер. Направено е изследване, в което са сравнени теоретичната и експериментална механична характеристика, като установената грешка е  $(3 \div 5) \%$  за различните измервания. Реализирана е драйверна схема за управление на стъпкови двигатели с повишени функционални възможности и активно регулиране на тока на стъпковия двигател според постъпващите управляващи импулси за движение. Това повишава надеждността на изделието и повишава коефициента на полезно действие на машината [Г.8.4. и Г8.12.].

Реализиран и изследван е сервоконтролер за управление на постояннотоков серводвигател, който е възможно да се използва в машини с цифрово-програмно управление, както и в различни видове позиционни електрозадвижване. Съставена е блокова схема на модифицирани модели на цифров ПИД-регулатор и постояннотоков маломощен двигател, за извършване на симулации в софтуерен продукт MATLAB. Получени са експериментални резултати, които съответстват с получените резултати от симулационния модел. Извършени са значителен брой модификации в схемотехническо отношение, които осигуриха по-добри функционални възможности на сервоконтролера. В резултат от направените промени в: управляващата програма; схемотехниката на сервоконтролера; конструирането на платката на сервоконтролера, е проектиран опитен образец, който показва стабилност на параметрите при работа в реална машина с ЦПУ[Г8.8., Г8.10., Г8.13.].

№	Библиографско описание
Г.8.4	<b>Проданов, П. И.</b> М. Симеонов. „Система за управление на стъпкови двигатели в машини с цифрово-програмно управление“. Международна научна конференция „UNITECH 2011“, 18 – 19 Ноември, 2011, Габрово, стр. I-230 – стр. I-234, ISSN 1313-230X.
Г.8.8	<b>Проданов, П. И.,</b> Симеонов. „Изследване на система за управление на серводвигател“, Международна научна конференция „UNITECH 2012“, 16 – 17 Ноември, 2012, Габрово, стр. I-244 – стр. I.248, ISSN 1313-230X.
Г.8.10	<b>П. Проданов,</b> „Изследване на сервоконтролер за управление на постояннотоков серводвигател“, Известия на Технически университет-Габрово, Габрово 2013, брой 46, стр. 94-98, ISSN 1310-6686.
Г.8.12	<b>Проданов, П. И.,</b> М. Симеонов. „Математически апарат за получаване на механичните характеристики на стъпкови електродвигатели“, Международна научна конференция „UNITECH 2013“, 22 – 23 Ноември, 2013, Габрово, стр. I-248 – стр. I-252, ISSN 1313-230X.
Г.8.13	<b>Проданов, П. И.,</b> М. Симеонов. „Симулиране, конструиране и изследване на експериментален модел на сервоконтролер за управление на постояннотокови серводвигатели“, Международна научна конференция „UNITECH 2014“, 21 – 22 Ноември, 2014, Габрово, стр. I-214 – стр. I-219, ISSN 1313-230X.