

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академична длъжност ”професор” по професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Електрически машини“, № на процедурата: **ЕФ 83-АД3-56**

обявен в: ДВ бр. 25 от 26.03.2021 г.

с кандидат: доц. д-р инж. Пламен Миланов Ризов

Рецензент: проф. д-р инж. Валентин Генов Колев

1. Общи положения и биографични данни

Кандидатът в обявения конкурс е роден на 23.12.1960 г., завършва висшето си образование във ВМЕИ (ТУ-София), спец. Електрически машини и апарати в ЕФ през 1990 г. През 1991 г. е зачислен на редовна аспирантура в кат. „Електрически машини”. През 1999 г. получава научната степен „доктор“ по спец. Електрически машини, шифър 02.04.04. Започва професионалната си кариера в катедра „Електрически машини“ на ЕФ като асистент (1993). Професионалното му израстване преминаване през длъжностите ст. асистент (1996) и гл. асистент (1998). На 27.05.2002 ВАК при Министерски съвет на РБългария дава научното звание „ДОЦЕНТ“ на гл. ас. д-р инж. Пламен Миланов Ризов (Протокол №6/18.03.2002г.). От 2015 до сега заема длъжността зам. Декан по УД на Електротехнически факултет, ТУ-София. Процедурата за заемане на АД „професор“ е стартирана с решение на КС на катедра „Електрически машини“, Протокол № 37/08.02.2021 г., потвърдено с решение на ФС на „Електротехнически факултет“, Протокол № 11/09.02.2021 г. и Протокол № 3/24.02.2021 г. на АС на ТУ-София.

2. Общо описание на представените материали

Кандидатът е представил за рецензиране общо 48 научни труда, 2 книги, от които 1 монография и 1 университетски учебник (в съавторство), както и списък на 86 научноизследователски договора и разработки. В международно списание с IF и SJR е отпечатана 1 от работите, в международни конференции с SJR са представени 2 научни труда, 3 са самостоятелни, а в 13 от колективните публикации кандидатът е на 1 място. Приемат се за рецензиране 48 научни труда, от които 14 са реферирани в научна база данни Scopus, а 34 в нереперирани издания с научно рецензиране, които са извън монографията и се отчитат при крайната оценка. Допълнително са представени 7 броя референции и служебни бележки (в пет от тях са включени 38 внедрявания в различни български и чуждестранни фирми).

3. Обща характеристика на научноизследователската и научноприложната дейност на кандидата

В настоящия конкурс кандидатът представя 1 монография: „Съвременни изолационни системи за високоволтови електрически машини“, ISBN 978-619-239-245-1 и университетски учебник: „Компютърно моделиране на полета и процеси“, ISBN: 978-619-167-158-8.

Монографията е разработена в 6 глави на базата на проучени 50 труда и личния опит на автора в проектирането на електрически машини. В труда е направено задълбочено проучване и анализ на свойствата на използваните в световната практика изолационни системи. Анализирани са структурата, свойствата, параметрите, резултати от изпитания и особеностите в технологията на производство на два основни вида термореактивни изолационни системи известни под наименованието “RR (resin rich)” и “VPI (vacuum pressure impregnation)”. Направено е проучване и анализ на материалите използвани при изработване на изолационни системи за високоволтови машини по RR и VPI технологии. Достигнато е до извода, че материали с еднакви или много близки качества се произвеждат под различни фирмени наименования, поради което са анализирани свойствата на материали, които имат най-голямо разпространение в РБългария.

Показани са резултати от физическо моделиране на система клас F за високоволтови електрически машини за напрежения от 3,3 до 13,8 kV. На базата на направените анализи и физическо моделиране са разработени няколко варианта на изолационни системи. Те са внедрени при производството на нови високоволтови електрически машини или при подмяната на статорните намотки на синхронни генератори и асинхронни двигатели, които са били експлоатирани в продължение на повече от 40 години. Чрез прилагане на съвременни методи е изследвано и анализирано разпределението на електромагнитното и температурното полета в 6 kV двускоростни асинхронни двигатели, при които изолацията на статорната намотка е подменена с нова, разработена и произведена по VPI технология.

Учебникът е съставен съгласно лекционния материал на курса „Компютърно моделиране на процеси и полета“, като включва и част от лекционния материал преподаван в курса по “Числени методи и моделиране на вериги и полета II“. Вниманието е насочено към прилагане на метода на крайни елементи за изследване на електрически машини. Показани са математическите алгоритми, с който числено се моделира магнитното поле в асинхронни двигатели. Алгоритмите са приложими за моделиране на електромагнитното поле и в синхронни машини. Учебникът отразява разглеждането на тематиката в нашата и чуждестранната литература, както и някои изследвания на авторите

Представените в конкурса трудове и разработки могат да бъдат специфицирани в 3 научни области както следва:

Изследване и анализ на асинхронни, синхронни, постояннотокови електрически машини и трансформатори, посредством методи за компютърно моделиране на електромагнитни и температурни полета – тази област от дейността на кандидата обхваща 37 труда [1, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, S1, S2, S3]. - Същността на разработките в тази област е създаване на методи и подходи за изследване и анализ на редица параметри и характеристики на електрически машини и трансформатори. Методите и подходите се състоят от два етапа. В първия етап се използва числено моделиране на електромагнитни и температурни полета, за която цел са разработени съответни 2D или 3D компютърни модели. Във втория етап се прилагат собствени математични алгоритми и съответни софтуерни приложения за обработка на числените резултати в средата на програмния език Fortran, Matlab/Simulink и Excel.

Изследване и анализ на процеси в електрически системи, които съдържат електрически машини и трансформатори – в тази област кандидатът е представил 7 труда [2, 3, 7, 19, 20, 25, 26]. Трудовете са посветени на изследвания и анализи на преходни и несиметрични режими в електрически системи, в които основни елементи са асинхронни двигатели с голяма мощност, синхронни турбогенератори и трансформатори. Изследванията са проведени посредством:

- ✓ собствени компютърни модели, разработени в средата на Matlab/Simulink, чрез които са изследвани процесите при превключване на захранването на групи от мощни помпени агрегати, задвижвани с асинхронни двигатели за средно напрежение и процесите свързани с появяването на несиметрия в линейните и фазни напрежения на шините, захранващи съоръженията осигуряващи безопасната работа на цялата силова установка на неработещ турбогенератор в стратегически обекти от ЕЕС;
- ✓ разработени в лабораторни условия експериментални модели за физическо моделиране на процесите в измервателни напреженови трансформатори при късо съединение в първичните им намотки.

Съвременни изолационни системи за високоволтови електрически машини – в тази област кандидата е представил монографичен труд [M1], който е посветен на разработване, изследване

и внедряване на структури на изолационни системи за високоволтови електрически машини. Направено е проучване и анализ на използваните в РБългария и света терморезистивни изолационни системи с клас на топлоустойчивост F и технологиите за тяхното производство. Проучени са и са анализирани характеристиките на достъпни в РБългария изолационни материали, осигуряващи постигането на параметри на изолационните системи от този тип. Чрез компютърно моделиране на силовото въздействие на електромагнитното поле върху статорната намотка е определена деформацията на челните съединения в аксиална и радиална посока. Получените резултати позволяват да се даде качествена оценка за способността на изолацията им да издържи механичното въздействие без да се получат пукнатини в нея. Приложен е метод за анализиране на топлинното натоварване на отделните части на изолацията на статорната намотка, използващ 3D компютърно моделиране на температурното поле.

4. Оценка на педагогическата подготовка и дейност на кандидата

Преподавателската си дейност доц. Ризов започва през 1991г. когато е зачислен на редовна аспирантура в кат. „Електрически машини“. Към настоящия момент е водещ лектор в ОКС „Бакалавър“ на дисциплините „Електрически машини 1“, „Електрически машини 2“, „Компютърно моделиране на полета и процеси“ на български език и „Електрически машини с електронно управление“ на български и английски език. В ОКС „Магистър“ е водещ лектор на дисциплините „Обобщена теория на електрическите машини“, „Синтез на електромашинни системи с електронно управление“ и „Числени методи и моделиране на вериги и полета II“ на български и английски език. Кандидатът е съавтор на 1 учебник: „Компютърно моделиране на полета и процеси“, ISBN: 978-619-167-158-8.“, предназначен за дисциплините „Компютърно моделиране на полета и процеси“ и „Числени методи и моделиране на вериги и полета II“. Педагогическата подготовка на кандидата е на много високо ниво. Той е признат специалист и експерт в областта на електрическите машини и компютърното моделиране на полета и процеси. Кандидатът е участвал в разработването на учебните планове, както и на учебните програми на горепосочените дисциплини. Доц. Ризов е съръководител на двама успешно защитили докторанти, които в момента са преподаватели в Електротехнически факултет на ТУ-София. Единият е гл. асистент в катедра „Обща електротехника“, а втория – асистент в катедра „Електрически машини“.

Изграждане на лабораторна база – кандидатът е участвал в създаване и развитие на лабораторията по Компютърно конструиране и моделиране на електрически машини.

Заемани административни длъжности в ТУ-София – заместник Декан по УД на ЕФ.

5. Основни научни и научно-приложни приноси

5.1. МОНОГРАФИЯ

5.1.1. „Съвременни изолационни системи за високоволтови електрически машини“
ISBN 978-619-160-934-5

Научни приноси

- ✓ Разработени са 3D компютърни модели на асинхронен двигател, използващи метода на крайните елементи, чрез който са проведени изследвания на:
 - електромагнитното поле и силовото му въздействие върху намотките на двигателя;
 - температурното поле и топлинното натоварване на изолацията на статорната намотка на двигателя;

Научно-приложни приноси:

- ✓ Разработена, изследвана и предложена е оригинална структура на изолационни системи за високоволтови електрически машини, които напълно отговарят на съвременните тенденции по отношение на увеличаване на диелектричната якост,

намаляване на дебелината на изолацията, повишаване на топлоустойчивостта и влагоустойчивостта на изолацията на статорните намотки;

- ✓ Доказано е, че при използване на изолационна система произведена по технологията VPI (vacuum pressure impregnation), се постига до 30% увеличаване на мощността на синхронните хидрогенератори спрямо изолационна система произведена по технологията RR (resin rich), при запазване на средната стойност на прегряването на статорната намотка над температурата на околния въздух;
- ✓ Направен е техническа анализ на съвременните изолационни системи за електрически машини за високо напрежение, който показва, че в техническо отношение с по-добри показатели е изолационната система изработена по “технология VPI (vacuum pressure impregnation)”;
- ✓ Разработен е алгоритъм, който позволява в етапа на проектиране и конструиране на електрическите машини да бъде определена деформацията на челните части на статорната намотка, вследствие на силовото въздействие на електромагнитното поле. Анализът на резултатите позволява да се направи качествена оценка за способността на изолацията да издържи механичното въздействие без да влоши изолационните си свойства;
- ✓ Предложен е подход за определяне на топлинното натоварване на отделните зони в изолацията на статорната намотка, който позволява при проектирането на нови или подмяна на съществуващи изолационни системи да се предприемат необходимите мерки за обезпечаване на висока надеждност на системата и на електрическата машина като цяло.

Приложни приноси:

- ✓ Разработени са варианти по отношение на структурата на изолационните системи, които са внедрени, както при производството на нови хидрогенератори и асинхронни двигатели, така и при промяна на статорните намотки на съществуващи електрически машини.
- ✓ Повишена е надеждността на електрическите машини работещи в околна среда с голяма влажност и висока температура.

5.1.2. Заключение относно монографичния труд

Представената монография отговаря на изискванията по обем, съдържание и качество за монографичен труд като считам, че тя е лично дело на кандидата. Включените в нея проучвания, изследвания и анализи със съвременни методи бих отнесъл към доказване с нови средства на съществени страни на вече съществуващи научни области.

5.2. Трудове извън монографията.

В справката за научните приноси на трудовете представени в конкурса са посочени научни, научно-приложни и приложни. Формулираните там претенции на автора приемам без забележки като бих искал да посоча по-съществените от тях:

Научни приноси

- Подобен е методът на Pohl за изчисляване на магнитната проводимост на въздушната междина в назъбена конструкция. Това подобрене позволява редица сложни случаи да бъдат драстично опростени за практическо приложение;
- Създаден е метод за определяне на пулсационните загуби в стоманата на ротора на синхронна машина с отчитане на различното насищане на отделните зони в магнитната верига и реални пулсации на индукцията при въртенето му;
- Разработен е метод за определяне на времевите функции на фазните потокосцепления с отчитане на реалното насищане на отделните участъци на магнитната верига на синхронни турбогенератори, синхронни двигатели с постоянни магнити.

- Създаден е метод за изследване на влиянието на конструкцията на намотка ниско напрежение върху хармонични състав на намотка високо напрежение в трансформатори при съвместната им работа с инвертори, генериращи напрежение с различен хармоничен състав.
- Създаден е метод за изследване на преходите процеси, при превключване на захранването на асинхронни двигатели, чрез който се определя оптималната продължителност на безтоковия интервал, която ще гарантира устойчива работа на помпените агрегати;
- Разработен е нов подход за определяне на загубите в стоманата на статорните зъби в синхронни двигатели с отчитане на реалното насищане на стоманата по височина на зъба;
- Създаден е нов метод за изследване на небалансирани сили с електромагнитен характер, действащи върху роторите на вертикални синхронни хидрогенератори;
- Създаден е нов метод за сравнителен анализ на безчеткови реактивни двигатели, базиран на компютърно моделиране на електромагнитното поле чрез метода на крайни елементи. Критерии за сравнения са статичния електромагнитен момент, собствената индуктивност на статорна фаза и характеристиките на използвания инвертор;
- Разработен е подход за изчисляване на индуктивността на канално разсейване и индуктивното съпротивление на канално разсейване на статорна намотка на синхронни хидрогенератори.
- Доказана е хипотезата, че поради особеностите в работа на възбудителния синхронен генератор с въртящ се изправител, се получава голяма пулсация на магнитната индукция в полюсите на индуктора и зъбите на котвата, дължащи се на периодично повтарящото се размагнитващо действие на тока в котвата.

Научно-приложни приноси

- Разработени са алгоритми за определяне на хармоничния състав на магнитната индукция във въздушната междина и електродвижещите напрежения, базирани на съвременни методи за компютърно моделиране на електромагнитното поле в синхронни турбогенератори, синхронни и асинхронни хидрогенератори, синхронни двигатели с постоянни магнити;
- Разработен е комплексен подход за моделиране и симулация на задвижващи системи със синхронен двигател с постоянни магнити, електронен преобразувател и управляваща подсистема;
- Създаден е нов подход за определяне на потока на разсейване в междуполюсното пространство, използващ метода за числено моделиране на магнитното поле в синхронен хидрогенератор в режим на номинално натоварване при индуктивен характер на товара;
- Разработени са компютърни модели, базирани на метода на крайните елементи за определяне на електромагнитната сила при неравномерна въздушна междина и нейното влияние върху механичните натоварвания на основните възли от конструкцията на синхронни генератори;
- Разработена е методика за избор на типа на ротора при проектиране както на единични образци, така и на серия синхронни хидрогенератори със средна мощност;
- Разработен е алгоритъм за анализ на ефективността на синхронни машини с постоянни магнити с различни статорни намотки. Направен е изводът, че при конструкция с шестфазна намотка се постига най-добро съчетание между постигането на добри енергийни характеристики и стойност на допълнителното оборудване;
- Създаден е подход за определяне на потока на разсейване между постоянните магнити в зависимост от оформянето на укрепващия мост в синхронни машини с постоянни магнити;
- Разработен е математичен алгоритъм и съответна програмна реализация за автоматизирано изчисляване на активното и индуктивно съпротивление на разсейване на дълбоки роторни канали с различна форма;
- Разработен е асисиметричен квазистационарен модел за изследване на магнитното поле в зоната на челните части на синхронен хидрогенератор. Определени са измененията на

токовете плътности на бандажните пръстени по две напречни оси. Изчислени са топлинните загуби и е определено тяхното влияние върху изолацията на бандажните пръстени;

- Разработен е нов подход за оптимизиране интервала на превключване на полупроводниковите ключове при управление на постояннотоков безчетков двигател с постоянни магнити в ротора. Получени са зависимостите на потока на разсейване и потоците по надлъжната и напречната ос на двигателя от ъгъла на завъртане на ротора в рамките на комутационния интервал;
- Създаден е подход за максимално намаляване на 5 и 7 хармоници, посредством определяне на необходимото дефазирание на токовете в двете независими зиг-заг намотки за ниско напрежение при трансформатори използвани във фотоволтаични централи.

Приложни приноси

- Разработените алгоритми и подходи, използващи методите за компютърно моделиране, са приложими в етапа на проектиране за определяне на редица характеристики и параметри на електрически машини;
- Разработения подход за изследване на вибрации в лагерните възли е внедрен при проектиране на конструкции хидрогенератори, произвеждани в “Елпром ЗЕМ“ АД;
- Резултатите от изследванията на качествата на явнополюсни и неявнополюсни синхронни хидрогенератори са внедрен при проектиране и производство на нови конструкции хидрогенератори, произвеждани в “Елпром ЗЕМ“ АД и ИХБ „Електрик“ АД;
- Разработени са съответни математични алгоритми и софтуерни приложения в средата на програмния език Fortran и Excel за изчисляване на пулсационните загуби в ротора на синхронна машина;
- Резултатите от анализа на процесите при аварийното изключване на голям турбогенератор в една от големите електроцентрали в РБългария са способствали за съкращаване на престоя в неработещо състояние, в резултат на което са избегнати големи финансови загуби.

Цитирания: Кандидатът е посочил (и доказал) 33 цитирания, като 27 са в научни издания реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация; 6 в нереферирани издания с научно рецензиране; 9 са в чужбина, от които 3 в International Journal Energy Conversion and Management с IF = от 4.38/2014 до 8.208/2020 и SJR = от 1.789/2014 до 2.743/2020; 1 в International Journal of Scientific and Technology Research с IF = 4.29/2020 и SJR = 0.12/2020.

Внедрявания

Приложени са 7 броя референции и служебни бележки, като в пет от тях са включени 38 внедрявания в различни български и чуждестранни фирми – РБългария, Канада, Армения и Уганда. Те удостоверяват, че всички научно-приложни разработки, под ръководството и с участието на доц. Ризов, са реализирани на високо научно и професионално ниво и са изцяло в областта на електрическите машини и системите за тяхното управление.

Научноизследователската и приложна дейност на кандидата е изключително разнообразна по тематика, значима и внедрена е в практиката и определя кандидата като много добър професионалист в теоретичен и приложен аспект, с възможности за решаване на сложни технически проблеми, самостоятелно и в екип.

Като пример могат да се посочат следните факти: разработени са 9 възбудителни синхронни генератора с въртящ токоизправител; проектирани са и са внедрени нови статори на хидрогенераторите в ПАВЕЦ “Орфей”, ВЕЦ “Студен кладенец” и ВЕЦ “Студен кладенец”, при което е постигнато увеличаване на тяхната мощност с до 30 %; разработена и е внедрена нова технология за изграждане на изолационна система, повишаваща енергийната ефективност на електрически машини ниско и високо напрежение с бенефициент “ЕЛПРОМ-ЗЕМ” АД по

Програма за повишаване на енергийна ефективност; на ниво експерт-консултант е участвал в програмата за модернизация на 5 и 6 блок на АЕЦ “Козлодуй”.

Познавам в детайли личния почерк на работа на кандидата. Достатъчният на брой публикации са стойностни като съдържание, обикновено афиширани след физическа реализация на обекта на изследване, гарантират *авторското присъствие* във всяка една от тях. Самата логическа последователност на развитието на идеите през годините доказва тази теза.

6. Значимост на приносите за науката и практиката

Считам, че представените научни трудове и научно-изследователски разработки показват, че са значими както за теорията и научното познание, така и за инженерната практика. Това е постигнато благодарение на високия професионализъм, теоретична подготовка и умение за практическа реализация от кандидата в конкурса. Той е известен и признат учен и изследовател у нас и в чужбина (видно от цитиранията в международни списания и форуми).

Науко-метричните данни на кандидата са показани в долната Таблица:

Група показатели	Минимален брой точки	Брой точки на кандидата	Брой точки по основни показатели от група	
А	50	50	Диплома за ОНС „доктор“ № 25997/29.03.1999г. Издадена от: Висша атестационна комисия Професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика Специалност: Електрически машини	
В	100	100	В3	100
			В4	
Г	250	448	Г7	171.2
			Г8	276.8
Д	100	282	Д12	270
			Д14	12
Е	220	398	Е17≥40	40
			Е18	140
			Е19	40
			Е20	100
			Е22	58
Ж	120	643	Висше училище: Технически университет-София	
			З	20
Общо	860	1951		

Считам, че представените материали по конкурса превишават в значителна степен минималните национални изисквания (общо 1951 т. при необходимими 860) за заемане на академичната длъжност професор и са на високо научно-техническо и професионално ниво.

7. Критични бележки и препоръки

- Да насочи усилията си към публикуване на резултатите от изследванията в индексирани бази данни като SCOPUS и WEB OF SCIENCE;
- Да разшири прилагането на методите за компютърно моделиране на полета и процеси при изследване на преходни процеси, свързани със реалните потребности на проектирането и експлоатацията на електрически машини;

- Да насочи бъдещите си изследвания към разработване на комбинирани модели за съвместно изследване на различни видове полета и тяхното взаимодействие по между им в електрически машини;
- Полезно ще бъде всички изследвания с методите за компютърно моделиране да бъдат систематизирани и публикувани под формата на монография или университетски учебник.

8. Лични впечатления и становище на рецензента

Познавам кандидата от момента на назначаването му като асистент в катедра „Електрически машини“ Той е изявен специалист в областта на електрическите машини. Почти всички негови участия в разработки и научни изследвания са с реална практическа насоченост и решават значими за практиката въпроси. Като имам предвид това смело заявявам, че впечатленията ми от кандидата са отлични.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като имам предвид по-горе направените анализи си позволявам да дам висока оценка на постигнатите резултати в работата на кандидата. Считам, че претенциите за научните, научно-приложните и приложните приноси са основателни и са достатъчни както по обем така и по съдържание като минималните изисквания по много от научно-метричните показатели са превишени. Въз основа на запознаването ми с представените научни трудове, тяхната значимост, съдържащите се в тях научни, научноприложни и приложни приноси, намирам, че те отговарят напълно на изискванията на Правилника за условията и реда за заемане на академичните длъжности в ТУ-София. Това ми дава основание с пълна убеденост да предложа, доц. д-р инж. Пламен Миланов Ризов да заеме академичната длъжност „професор” в професионалното направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Електрически машини“.

Дата: 2.7.2021 г.

РЕЦЕНЗЕНТ: (п)

Проф. д-р инж. Валентин Колев

REVIEW REPORT

on the conferment of the academic title of Professor in the professional field 5.2. in “Electrical Engineering, Electronics and Automation”, scientific specialty |Electrical Machines”, under Procedure Code: № **FEE 83-AE3-56**

Promulgated in the: SG issue No. 25 / 26.03.2021

Concerning the candidate: Assoc. Prof., Eng. PhD Plamen Milanov Rizov

Reviewer: Prof. Eng. PhD. Valentin Genov Kolev

1. General and biographical data

The candidate for the announced competition was born on 23.12.1960. He graduated from VMEI (TU-Sofia), majoring in Electrical Machines and Apparatus at the Faculty of Electrical Engineering (FEE) in 1990. In 1991 he was enrolled as a full-time PhD graduate at the Department of Electrical Machines. In 1999 he was awarded the scientific degree "Doctor" in Electrical Machines under code 02.04.04. He began his professional career in the Department of Electrical Machines at the Faculty of Electrical Engineering as an assistant (1993). Professionally he progressed through the positions of senior assistant (1996) and head assistant (1998). On 27.05.2002 the Higher Attestation Commission (HAS) at the Council of Ministers of the Republic of Bulgaria conferred the scientific title ASSOCIATE PROFESSOR to head assistant Eng. Ph.D. Plamen Milanov Rizov, (Minutes №6 / 18.03.2002). Since 2015 he has held the position of Deputy Dean in charge of educational activities of the Faculty of Electrical Engineering at the Technical University of Sofia. The procedure for conferring the academic title of "Professor" was launched by decision of the Department of Electrical Machines, Minutes № 37 / 08.02.2021, approved by a decision of the Council of the Faculty of Electrical Engineering, Minutes № 11 / 09.02.2021 and Minutes № 3 / 24.02.2021 of the Council of Academicians of TU-Sofia.

2. General overview of presented papers

The candidate submitted for review a total of 48 scientific works, 2 books, of which 1 monograph and 1 university textbook (in co-authorship), as well as a list of 86 studies and researches. One of the works has been published in an international IF and SJR journal, two scientific papers were presented before SJR international conferences, 3 were as sole authorship, and in 13 of the collective publications the candidate was listed first. 48 scientific papers were admitted for review, of which 14 were referenced in the Scopus scientific database, and 34 in non-referenced publications of scientific review, which are other than the monograph but are accounted for in the overall contribution. Additionally, 7 references and official notes were presented (five of them include 38 contributions to various Bulgarian and foreign companies).

3. General assessment of the research and applied research contributions of the candidate

In this competition the candidate presents 1 monograph: **Modern Insulation Systems for High Voltage Electrical Machines**, ISBN 978-619-239-245-1 and one university textbook: **Computer Modelling of Fields and Processes**, ISBN: 978-619-167-158 -8.

The **monograph** contains 6 chapters based on 50 studies and personal experience of the author on the design of electrical machines. The paper makes an in-depth study and analysis of the properties of the insulation systems used in world practice. The structure, properties, parameters, test results and features in the technology of production of two main types of thermosetting insulation systems known as Resin Rich (RR) and Vacuum Pressure Impregnation (VPI) were analysed. A study and analysis of the materials used in the manufacture of insulation systems for high voltage machines by RR and VPI technologies was done. It was concluded that materials with the same or very similar properties are being produced under different trademarks, which is why the properties of the materials that are most common

in the Republic of Bulgaria were analysed. The results of physical modelling of class F system for high voltage electric machines for voltages from 3.3 to 13.8 kV were shown. Based on the analyses and physical modelling, several variants of insulation systems were developed. These have been commissioned for the production of new high-voltage electrical machines or for the replacement of the stator windings for synchronous generators and induction motors, which have been in operation for more than 40 years. By applying modern methods, the distribution of the electromagnetic and temperature fields in 6 kV two-speed induction motors was studied and analysed, where the insulation of the stator winding was replaced with a new one, produced using VPI technology.

The **textbook** was compiled according to the lecture course material on Computer Modelling of Processes and Fields and includes part of the lecture material taught in the course on Numerical Methods and Modelling Circuits and Fields - II. Focus is placed on the application of the finite element method for the study of electrical machines. The mathematical algorithms, used for numerical modelling of the magnetic field in induction motors, are shown. The algorithms are useful for modelling the electromagnetic field in synchronous machines. The textbook reflects the consideration of the topic in home and foreign literature, as well as some research of the authors.

The papers and studies presented can be grouped in 3 scientific fields as follows:

Research and analysis of asynchronous, synchronous, DC electrical machines and transformers, using methods for computer modelling of electromagnetic and temperature fields – the scope of the applicant's studies covers 37 works [1, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, S1, S2, S3]. - The essence of the explorations in this field is the creation of methods and approaches for research and analysis of a number of parameters and characteristics of electrical machines and transformers. The methods and approaches consist of two stages. The first stage uses numerical modelling of electromagnetic and temperature fields, for which appropriate 2D or 3D computer models were developed. At the second stage, proprietary mathematical algorithms and corresponding software applications were applied for processing numerical results by using Fortran, Matlab / Simulink and Excel programming language.

Research and analysis of processes in electrical systems accommodating electrical machines and transformers. [2] [3], [7], [19], [20], [25], [26].

Novel insulation systems for high voltage electrical machines. [M1]

On the educational side, these contributions are also employed for the tuition of students in the disciplines related to electrical machines, making use of some educational techniques and scientific and technical achievements discussed in the articles.

Research and analysis of processes in electrical systems which service electrical machines and transformers - in this area the candidate presented 7 papers [2, 3, 7, 19, 20, 25, 26]. These works concern research and analysis of transient and asymmetric modes in electrical systems, where the main elements are high-power induction motors, synchronous turbo-generators and transformers. These studies were conducted by:

□ own computer models, developed in a Matlab / Simulink environment, used to study the processes when switching over the power supply of groups of powerful pump aggregates, driven by medium voltage induction motors and the processes related to the occurrence of asymmetry in the linear and phase voltages of the busses were studied, supplying the facilities ensuring the safe operation of the entire power plant of a non-operating turbo generator on strategic sites within the Energy Efficient System (EES);

□ experimental models developed under laboratory conditions for physical modelling of the processes for measuring voltage transformers at short circuit in their primary windings.

Contemporary insulation systems for high-voltage electric machines - in this field the candidate has presented one monograph [M1], which concerns the development, research and implementation of structures of insulation systems for high-voltage electric machines. A study and analysis were carried out of the thermosetting insulation systems with heat resistance of class F, as used in the Republic of Bulgaria and worldwide, and the technologies for their production. The characteristics of insulation materials, available in the Republic of Bulgaria, meeting the insulation requirements of the type, were studied and analysed. The deformation in the front-end connections in the axial and radial directions was determined by computer modelling of the force of the electromagnetic field on the stator winding. The results obtained provide a qualitative assessment of the ability of that insulation to withstand the mechanical impact without cracking. 3D computer modelling of the temperature field was used to analyse the thermal load of the individual parts of the stator winding insulation.

4. Assessment of the teaching skills and abilities of the candidate

Assoc. Prof. Rizov began his tutorial practice in 1991 when he was enrolled as a full-time postgraduate at the *Department of Electrical Machines*. At present he is head lecturer in the Bachelor degree courses in *Electrical Machines - 1*, *Electrical Machines - 2*, *Computer Modelling of Fields and Processes* in Bulgarian language and *Electrical Machines with Electronic Control* in both Bulgarian and English. He is a leading lecturer in the Master degree courses in *Generalized Theory of Electrical Machines*, *Synthesis of Electrical Machine Systems with Electronic Control* and in *Numerical Methods and Modelling of Circuits and Fields - II* in Bulgarian and English. The candidate is co-author of 1 textbook: *Computer Modelling of Fields and Processes*, ISBN: 978-619-167-158-8., designed for the courses in *Computer Modelling of Fields and Processes* and in *Numerical Methods and Modelling of Circuits and Fields - II*. The pedagogical expertise of the candidate is at a very high level. He is an acknowledged specialist and expert in the field of electrical machines and computer modelling of fields and processes. The candidate has participated in the development of programmes and curricula for the above courses. Assoc. Prof. Rizov is co-supervisor of two successfully defended doctoral students, who are currently lecturers at the Faculty of Electrical Engineering at the Technical University of Sofia. One is head assistant in the *Department of General Electrical Engineering*, and the second is assistant in the *Department of Electrical Machines*.

Setting up a laboratory - the candidate has participated in the creation and elaboration of the laboratory of Computer Design and Modelling of Electrical Machines.

Administrative positions held at the Technical University of Sofia - Deputy Dean in charge of educational activities at the Faculty of Electrical Engineering.

5. Main scientific and applied scientific contributions

5.1. MONOGRAPH

5.1.1. **Modern insulation systems for high voltage electrical machines** ISBN 978-619-160-934-5

Scientific contributions

- ✓ 3D computer models of an induction motor were developed, using the finite element method to study:
 - the electromagnetic field and its force on the motor windings;
 - the temperature field and the thermal load of the insulation of the stator winding of the motor;

Scientific and applied contributions:

- ✓ An original structure of insulation systems was developed, researched and proposed for high voltage electrical machines, which fully meet modern trends in terms of increasing dielectric strength, reduction of insulation thickness, increase in heat and moisture resistance of stator

- windings;
- ✓ It was proven that using an insulation system manufactured by VPI technology (vacuum pressure impregnation), helps achieve an increase of up to 30% of the power of synchronous hydro generators compared to an insulation system manufactured by RR (resin rich) technology, whilst maintaining the average overheating value of the stator winding above the ambient air temperature;
 - ✓ A technical analysis of the modern insulation systems for high voltage electric machines was made, which indicated that in technical terms the insulation system made by VPI (vacuum pressure impregnation) technology has better indicators;
 - ✓ An algorithm was developed that allows during design and construction of electrical machines to determine the deformations in the front ends of the stator winding, caused by the electromagnetic field force. The analysis of the results allows for a qualitative assessment of the potentiality of the insulation to withstand the mechanical impact without deteriorating its insulating properties;
 - ✓ An approach was proposed for specifying the thermal load of the different zones in the insulation of the stator winding, which allows for the design of new or replacement of existing insulation systems to be undertaken the necessary measures to ensure high reliability of the system and of the electrical machine as a whole.

Applied contributions:

- ✓ Scenarios were elaborated regarding the structure of the insulation systems, which were implemented both in the production of new hydro generators and induction motors, and in the replacement of stator windings of existing electrical machines.
- ✓ The reliability of electrical machines operating in an environment with high humidity and high temperature was improved.

5.1.2. Conclusions on the monograph

The presented monograph meets the requirements in terms of volume, content and quality for a monographic work and I believe that it is a personal work of the candidate. The research, studies and analyses included within, using contemporary methods, I would refer to as the use of new means in proving significant aspects of already existing scientific fields.

5.2. Works other than the monograph.

The verification of the presented works indicates the scientific, scientifically applicable and applied contributions of the candidate. I accept all statements of the author formulated there with no remarks and I would like to point out the more significant ones:

Scientific contributions

- The Pohl method for calculating the magnetic conductivity of the air gap in a toothed structure was improved. This improvement allows a number of complex cases to be drastically simplified for practical application;
- A method was developed for determining the pulsation losses in the rotor steel of a synchronous machine by taking into account the different saturation of the various zones in the magnetic circuit and the actual pulsations of induction during its rotation;
- A method was developed for determining the time functions of the phase flux linkages taking into account the actual saturation of the different sections of the magnetic circuit of synchronous turbo generators, synchronous motors with permanent magnets.
- A method has been developed for studying the influence of the design of a low voltage winding on the harmonic composition of a high voltage winding in transformers in their joint performance with inverters generating voltage of different harmonic composition.

- A method for studying the transitions of processes when switching over the power supply of induction motors was established to determine the optimal duration of the non-current interval, which will ensure stable operation of the pump aggregates;
- A new approach was developed for determining the losses in the steel of the stator teeth in synchronous motors taking into account the actual saturation of the steel along the height of the tooth;
- A new method for studying unbalanced forces of electromagnetic nature acting on the rotors of vertical synchronous hydro generators was created;
- A new method for comparative analysis of brushless reactive motors was developed, based on computer modelling of the electromagnetic field using the finite element method. The criteria used for comparisons were those for the static electromagnetic moment, the intrinsic inductance of the stator phase and the characteristics of the inverter;
- An approach was developed for calculating the inductance of slot leakage and the inductive resistance of slot leakage of a stator winding of synchronous hydro generators.
- The hypothesis has been proved that due to the peculiarities of the excitation synchronous generator with a rotating rectifier, there is a large pulsation of the magnetic induction in the poles of the inductor and the armature teeth due to the periodically repeated demagnetizing action of the armature current.

Scientific and applied contributions

- Algorithms were prepared for determining the harmonic composition of the magnetic induction in the air gap and electromotive voltages, based on modern methods for computer modelling of the electromagnetic field in synchronous turbo generators, synchronous and asynchronous hydro generators, synchronous motors with permanent magnets;
- A complex approach for modelling and simulation of drive systems with a synchronous motor with permanent magnets, electronic converter and control subsystem was developed;
- A new approach was developed for determining the flux leakage in the interpolar space, using the method of numerical modelling of the magnetic field in a synchronous hydro generator in the mode of rated load at inductive nature of the load;
- Computer models based on the finite element method for determining the electromagnetic force in an uneven air gap and its influence on the mechanical loads of the main units of the design of synchronous generators was developed;
- A methodology for selecting the type of rotor in the design of both single samples and series of synchronous hydro generators of medium power was developed;
- An algorithm for the analysis of the efficiency of synchronous motors with permanent magnets with different stator windings has been developed. It was concluded that a six-phase winding design is the best solution to achieve a combination between good power characteristics and supplementary equipment cost;
- An approach has been created for determining the leakage flux between the permanent magnets depending on the design of the reinforcing bridge in synchronous motors with permanent magnets;
- A mathematical algorithm and a corresponding software implementation for automated calculation of the active and inductive resistance to leakage in the deep rotor slots of different shapes was developed;
- An asymmetric quasi-stationary model for studying the magnetic field in the area of the front-end parts of a synchronous hydro generator was developed. The alterations in the current densities of the bandage rings along two transverse axes were determined. Heat losses were calculated and their influence on the insulation of the bandage rings was determined;

- A new approach was adopted to optimize the switch over interval of the semiconductor switches when controlling a DC brushless motor with permanent magnets in the rotor. The dependencies of the flux leakages and the fluxes along the longitudinal and transverse axis of the motor on the angle of rotation of the rotor within the commutating interval were obtained;
- An approach was created for maximum reduction of 5 and 7 harmonics, by determining the necessary dephasing of the currents in the two independent zigzag windings for low voltage in transformers used in photovoltaic power plants.

Applied contributions

- The developed algorithms and approaches using computer modelling methods are applicable at the stage of design in order to determine a number of characteristics and parameters of electrical machines;
- The approach developed for research of vibrations in the bearing units was implemented in the design of hydro generator structures, manufactured by Elprom ZEM AD;
- The results of the research of the qualities of salient and non-salient pole synchronous hydro generators were implemented in the design and production of new constructions of hydro generators, manufactured by Elprom ZEM AD and IHB Electric AD;
- Relevant mathematical algorithms and software applications were prepared by using Fortran and Excel software for calculating the pulsation losses in the rotor of a synchronous machine;
- The results of the analysis of the processes during the emergency shutdown of a large turbo generator in one of the large power plants in the Republic of Bulgaria have contributed to the reduction of the downtime, as a result of which large financial losses were avoided.

Citations: The candidate has indicated (and proved) 33 citations, 27 of which are referenced in scientific journals and indexed in world-famous databases of scientific information; 6 are in non-referenced editions with scientific review; 9 are abroad, of which 3 in the International Journal Energy Conversion and Management with IF = from 4.38 / 2014 to 8.208 / 2020 and SJR = from 1.789 / 2014 to 2.743 / 2020; 1 in the International Journal of Scientific and Technology Research with IF = 4.29 / 2020 and SJR = from 0.12 / 2020.

Implementations

7 references and official notes were attached, and five of them included 38 implementations in various Bulgarian and foreign companies - Bulgaria, Canada, Armenia and Uganda. They certify that all scientific and applied developments, under the guidance and with the participation of Assoc. Prof. Rizov, were been implemented at a high scientific and professional level and are entirely in the field of electrical machines and their control systems.

The research and applied activity of the candidate is extremely diverse in terms of topics, significant and implemented in practice and renders the candidate as a very good professional in theoretical and practical aspects, with opportunities to solve complex technical problems, individually and as a team member.

The following facts can be mentioned as an example: 9 excitation synchronous generators with a rotating rectifier have been developed; new stators of the hydro generators were designed and commissioned at Orpheus Hydro Power Plant, Studen Kladenets HPP, whereby their power capacity increased by up to 30%; a new technology for construction of an insulation system was developed and implemented, increasing the energy efficiency of low and high voltage electric machines with the beneficiary ELPROM-ZEM AD under the Energy Efficiency Improvement Program; at the level of expert consultant he participated in the program for modernization of Blocks 5 and 6 of Kozloduy NPP.

I am acquainted in detail with the own manner of work of the candidate. The sufficient number of publications are valuable as content, usually posted after the physical realization of the object of study,

guarantee the *author's presence* in each one of them. The very logical sequence of the progression of ideas over the years proves this thesis.

6. Significance of contributions to science and practice

I regard that the presented scientific papers and research works demonstrate how important they are for both theory and scientific knowledge, as well as for engineering practice. This has been accomplished because of the high professionalism, theoretical training and skill for practical implementation demonstrated by the candidate in the competition. He is a well-known and acknowledged scientist and researcher at home and abroad (as can be seen from the citations in international journals and forums).

The Table below contains the scientific and metric data of the candidate:

Indicators	Minimal score points	Score allotted to the candidate	Points allotted per main indicators by group	
A	50	50	Diploma for ESR "Doctor", No. 25997/29.03.1999, issued by the Higher Attestation Commission Professional field: 5.2 Electrical engineering, electronics and automation Speciality: Electrical Machines	
C	100	100	C3	100
			C4	
D	250	448	D7	171.2
			D8	276.8
E	100	282	E12	270
			E14	12
F	220	398	F17\geq40	40
			F18	140
			F19	40
			F20	100
			F22	58
F23	20			
G	120	643	Higher school of learning: Technical University of Sofia	
H	20	30		
Total	860	1951		

I consider that the materials submitted in the competition significantly exceed the minimum national requirements (a total of 1951 points of the required 860) to hold the academic position of professor and are at a high scientific, technical and professional level.

7. Critical remarks and recommendations

- Efforts should be focused on publishing research results in indexed databases such as SCOPUS and WEB OF SCIENCE;
- There is a need to expand the application of methods for computer modelling of fields and processes in the study of transients related to the real needs of the design and operation of electrical machines;

- Future studies can be directed towards the development of combined models for joint research of different types of fields and their interaction between them in electrical machines;
- It would be beneficial for all studies using computer modelling methods to be systematized and published in the form of a monograph or university textbook.

8. Personal impressions and opinion of the reviewer

I have known the candidate since his appointment as an assistant in the Department of Electrical Machines. He is a prominent specialist in the field of electrical machines. Almost all of his participations in research and development have an actual practical orientation and solve important practical issues. With this in mind, I boldly declare that my impressions of the candidate are excellent.

CONCLUSION

Given the above analysis, I permit myself to give a high assessment of the results achieved in the work of the candidate. I believe that the claims for scientific, scientific-applied and applied contributions are justified and are sufficient both in volume and content as the minimum requirements for many of the scientific-metric indicators are exceeded. Based on my acquaintance with the presented scientific papers, their significance, the scientific and applied contributions they contain, I find that they entirely meet the requirements of the Regulations on the terms and conditions for holding academic positions at TU-Sofia. This gives me reason to believe with full conviction to propose Assoc. Prof. PhD Eng. Plamen Milanov Rizov to take the academic position of "professor" in the professional field 5.2. in Electrical Engineering, Electronics and Automation, scientific specialty Electrical Machines.

Date: 2.7.2021 г.

REVIEWER:

Prof. Eng. PhD Valentin Kolev