

Авторска справка за приносите на трудовете

На гл. ас. д-р Владимир Димитров по конкурс за АД „доцент“

Въведение:

За участие в конкурса са предоставени общо 27 научни труда. Те обхващат теми свързани с приложения на силови електронни преобразуватели и спецификите на тяхното управление при две основни приложения.

Първото приложение е при задвижвания на електрически транспортни средства. В трудовете са изградени както модели на задвижваното транспортно средство с цел поставяне на електрически изисквания към захранващи го преобразувател, така и приложени топологии на силови преобразуватели използвани в реализирането на системата. Съставени са модели на преобразуватели използвайки както усреднени модели за оптимизиране на енергийните потоци, така и детайлни превключвани модели за изследване на натоварването върху използваната елементна база.

Второто основно разглеждано приложение е свързано със зареждане на енергийни източници използвани в хибридни транспортни средства. Разгледани са и варианти с безжично и директно зареждане на енергийния източник. Разгледани са спецификите на процеса по зареждане при използването на източника в хибридна система включваща и втори допълнителен източник.

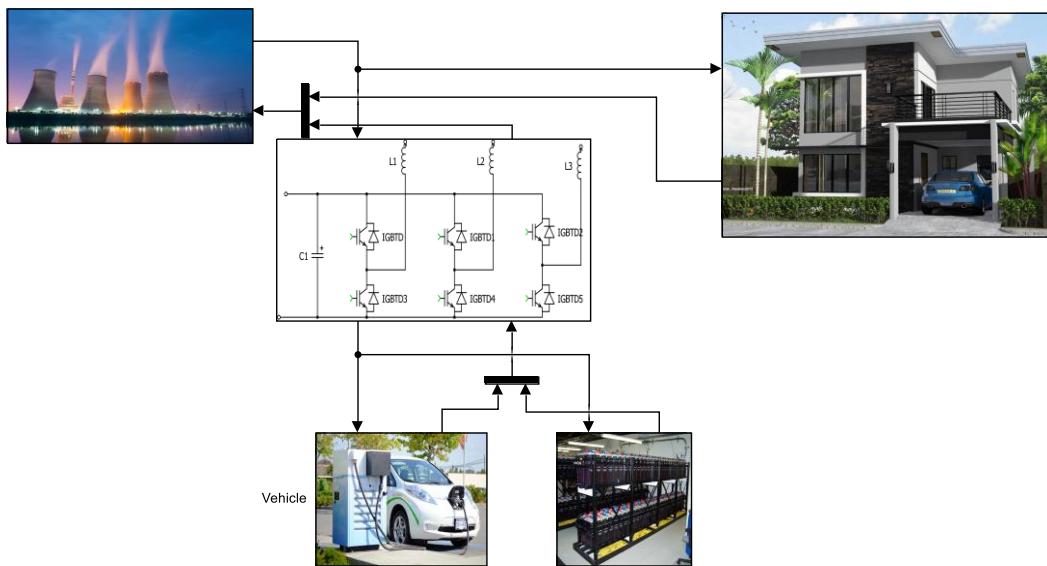
Трудове:

31

(IF 2.412) Hinov, N.; Dimitrov, V.; Vacheva, G. Model for Vehicle to Home System with Additional Energy Storage for Households. Electronics 2021, 10, 1085. <https://doi.org/10.3390/electronics10091085>.

Приноси:

В статията е разгледано моделирането на система за хибридно захранване от електрическата мрежа и постояннотокова шина образувана от стационарен енергиен източник и батерии на електрическо транспорно средство. На база изградени модели на всеки от блоковете на системата, показана на Фигура 1 са разгледани енергийните потоци при различен товарен график на консумация на енергия от домакинството и желан профил на консумация от електрическата мрежа. Разработеният модел позволява симулация на системата в рамките на няколко дни, което позволява разглеждането на различни сценарии по отношение на балансиране на системата за различно състояние на заряд на батерията на електромобила



Фигура 1 Разработена система

Трудове:

B4.2

D. Arnaudov, V. Dimitrov and P. Punov, "Analytical Model for Supercapacitor Sizing as Part of a Hybrid Power Supply," 2019 IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), Riga, Latvia, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/RTUCON48111.2019.8982362.

B4.3

D. Arnaudov, P. Punov and V. Dimitrov, "Supercapacitor Sizing for Power Defined Loads," 2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, 2019, pp. 1-3, doi: 10.1109/ET.2019.8878532.

B4.4

V. DIMITROV, P. PUNOV and D. ARNAUDOV, "Fuelcell power supply system – modelling and optimization," 2019 16th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA), Varna, Bulgaria, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELMA.2019.8771519.

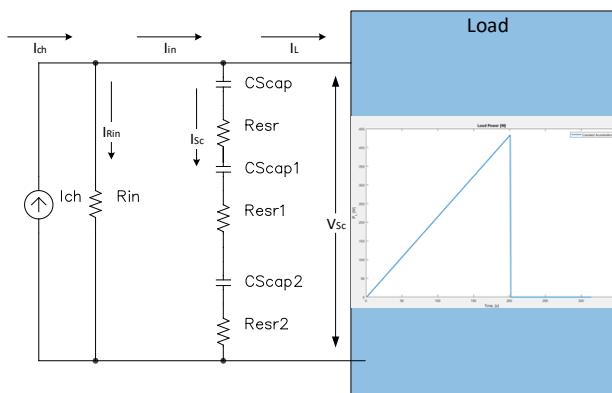
Цитирания: 2

G8.2

Vladimir Dimitrov, Georgi Zashev, Krasimir Kishkin, Dimitar Arnaudov, Krasimir Kishkin INVESTIGATION OF PROGRAMMABLE CONVERTERS IN HYBRID POWER SUPPLY SYSTEM, Proceedings of the international scientific conference UNITECH 2019, Gabrovo, vol.1, pp156 - 159, 15-16 November, 2018

Приноси:

В тази група трудове последователно е съставен е модел на хибриден източник на енергия, където един от източниците е суперкондензатор. Другият източник е моделиран като източник на константен ток, което е стандартно за източници с голяма специфична енергия. Самият модел е показан на Фигура 2.



Фигура 2 Постановка на разглеждания модел

На база съставения модел са изведени математически изрази, описващи електромагнитните процеси при работата на двета източника, когато са свързани към обща постояннотокова шина. Товарът, който е свързан към тази шина е базиран на описание чрез

консумираната мощност във времето, което позволява използването на получените зависимости в широк кръг приложения вариращи от електрически транспортни средства до стационарни системи за непрекъсваемо захранване. Получените аналитични изрази, позволяващи оразмеряване на енергийните източници в такива системи са експериментално верифицирани.

Трудове:

B4.6

V. Dimitrov, G. Vacheva and N. Hinov, "Experimental Verification of a General Light Vehicle Model," 2019 23rd International Conference Electronics, Palanga, Lithuania, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELECTRONICS.2019.8765689.

Приноси:

В статията е разгледано съставянето на модел транспортно средство. Вход на системата е зададен от потребителя скоростен профил във времето, около който е съставена затворена система за управление. На база заданието за желана скорост на автомобила се задава желани обороти на двигателеля, който е моделиран чрез неговата графична зависимост между обороти и момент при идеализирано управление. Този подход позволява използването на модела при широк кръг транспортни средства включващи както електрически двигатели, двигатели с вътрешно горене, така и при комбинация между тях. Като основни съпротивителни сили са отчетени сили на търкаляне, сила на въздушно съпротивление и наклона на пътя. Разработения модел е валидиран посредством реално снети данни. Получаваните данни от модела за при поставянето на електрически двигател са използвани в следващите статии за оразмеряване на енергийни източници и силово преобразуватели.

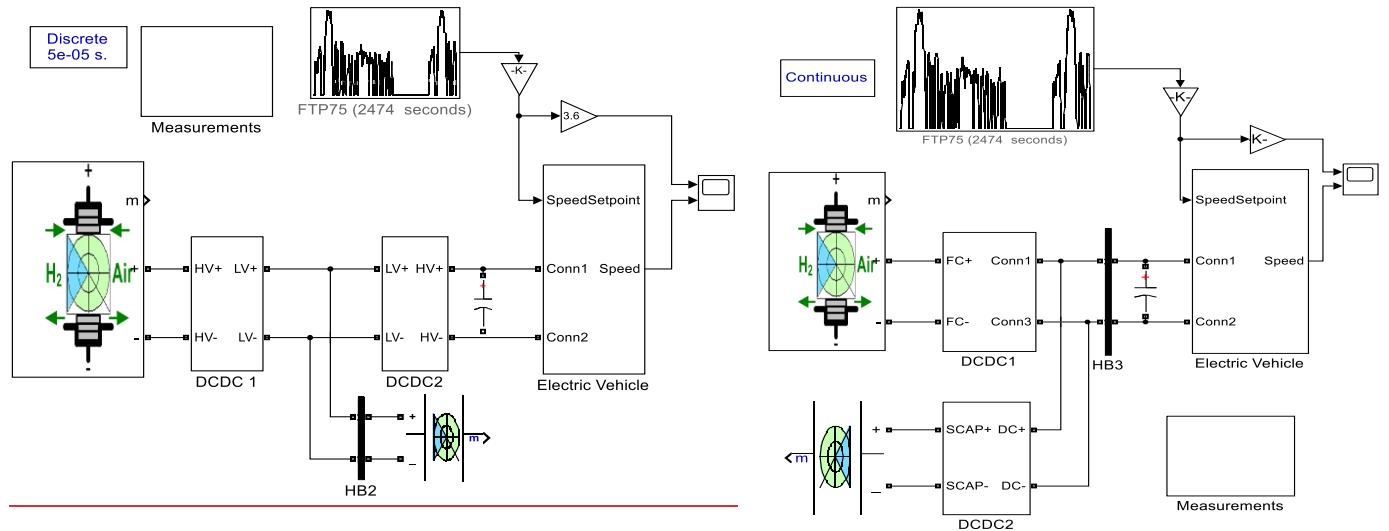
Трудове:

B4.10

N. Hinov, V. Dimitrov and G. Vacheva, "Mathematical Modelling and Control of Hybrid Sources for Application in Electric Vehicles," 2020 24th International Conference Electronics, Palanga, Lithuania, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/IEEECONF49502.2020.9141609.

Приноси:

В статията са разгледани възможните топологии за съставяне на хибриден източник на енергия, който е основен блок на задвижващата система на всяко електрическо превозно средство.



Фигура 3 Разгледани топологии на силови преобразуватели

На база приложението на модела от В4.6 са изследвани изискванията по отношение на постояннотоковата шина при стандартен скоростен профил. На тази база са изследвани различни съществуващи комбинации на силови топологии – каскодна и паралелна. Съставени са модели както на силовите преобразуватели, така и системи за управление позволяващи оптимизиране на консумираната енергия от всеки енергиен източник по зададен от потребителя параметър.

Трудове:

B4.8

V. Dimitrov, N. Hinov and G. Vacheva, "Switch Function Modelling of Bidirectional DC-DC Converter," 2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET50336.2020.9238183.

B4.9

G. Vacheva, N. Hinov and **V. Dimitrov**, "Modelling of DC/DC multi quadrant converter for hybrid electric vehicles applications," AIP Conference Proceedings, 2019, 2172, 110011

B4.7

G. Vacheva, N. Hinov and **V. Dimitrov**, "Modelling of DC/DC Bidirectional Converter for Electric Vehicles Application," 2019 42nd International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Wroclaw, Poland, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISSE.2019.8810253.

Приноси:

В статиите са разгледани методите за моделиране на двупосочни силови електронни преобразуватели с приложения в електрически транспортни средства. Съставени са модели на

такива преобразуватели работещи между постояннотокова шина (вход на преобразувателя реализиращ електрическото задвижване) и енергийен източник, позволяващ двупосочко предаване на енергия (разгледан е случая със суперкондензатор). Съставени са модели на преобразувателите използвайки превключващи функции (допълнени с моделиране на основните видове загуби в полупроводници и пасивни компоненти) и такива използвани, детайлно описание на нелинейните уравнения на полупроводниковите прибори. Посредством симулации на Simulink е изследвано влиянието на съставена система за управление върху електромагнитните процеси при работата на схемата.

Трудове:

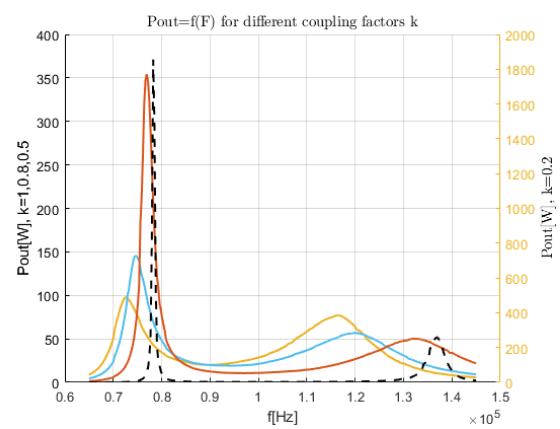
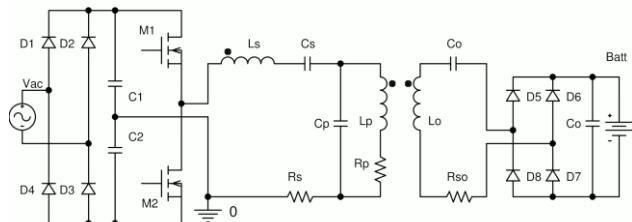
- B4.5 D. S. Hvarchilkov, V. V. Dimitrov and D. D. Arnaudov, "Resonant Converter for Inductive Charging of Light Electric Vehicles," 2018 IEEE XXVII International Scientific Conference Electronics - ET, Sozopol, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET.2018.8549650.

Цитирания: 4

- G7.15 V. Dimitrov, N. Nehovski and N. Hinov, "Resonant Converters for Low Power Wireless Energy Transfer," 2020 XI National Conference with International Participation (ELECTRONICA), Sofia, Bulgaria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELECTRONICA50406.2020.9305130.

Приноси:

В статиите са разгледани методи, алгоритми и реализации за зареждане безжично предаване на енергия при товар акумулаторна батерия (Lilon или VRLA). Представени са експериментални данни за резонансни преобразуватели използвани за безжично прехраняване на енергия. Разгледаните преобразуватели намират широко приложение и при зареждане на енергийен източник в транспортни средства (B4.5), така и зареждане на мобилни устройства на малки разстояния (G7.15).



Фигура 4 Разработен преобразувател за безжично зареждане

Трудове:

- | | |
|------|--|
| B4.1 | D. Arnaudov, K. Kishkin and V. Dimitrov , "An Algorithm and Circuits for Active Balancing Systems," 2020 21st International Symposium on Electrical Apparatus & Technologies (SIELA), Bourgas, Bulgaria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIELA49118.2020.9167066. |
| G8.1 | Krasimir Kishkin, Dimitar Arnaudov, Vladimir Dimitrov , Lachezar Nikolov, MUTUAL INFLUENCES IN THE OPERATION OF CONVERTERS IN AN ELECTRICAL ENERGY STORAGE SYSTEM, Proceedings of the international scientific conference UNITECH 2019, Gabrovo, vol.1, pp151 - 157, 15-16 November, 2018 |

Приноси:

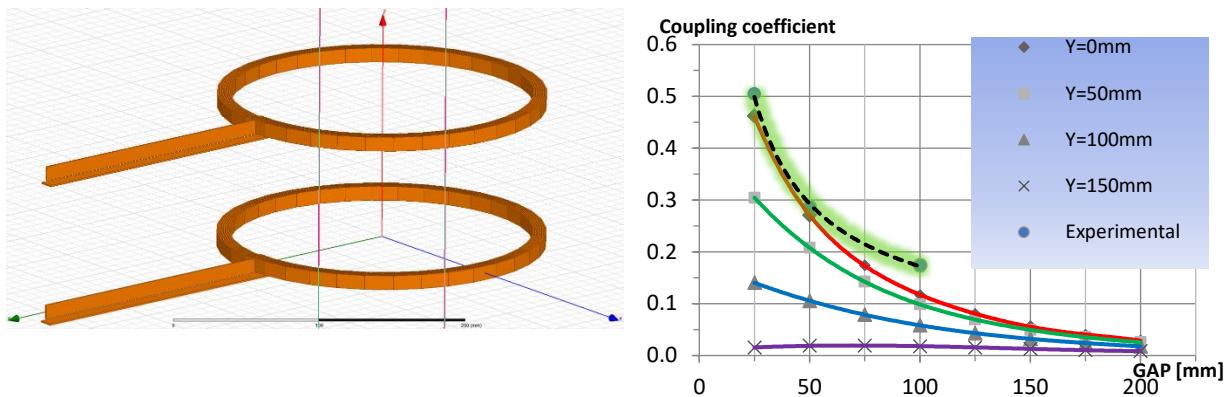
В статиите са разгледани методи, алгоритми за активно изравняване на енергийни източници посредством. Представени са различни аналитични, симулационни и експериментални изследвания на едно ключов транзисторен резонансен преобразувател и неговото приложение за балансиране на последователно свързани суперкондензатори или Li-ion клетки.

Трудове:

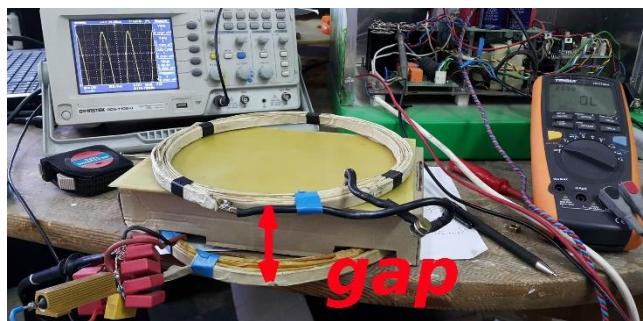
- | | |
|------|--|
| G7.7 | D. Hvarchilkov, V. Dimitrov and P. Goranov, "Experimental results on the use of flux concentrators in an IPT system," 2018 20th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA), Bourgas, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIELA.2018.8447098. |
| G7.3 | D. Hvarchilkov, V. Dimitrov and P. Goranov, "Simulation of air transformers with different sizes and geometry," 2017 15th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA), Sofia, 2017, pp. 58-63, doi: 10.1109/ELMA.2017.7955401. |

Приноси:

В статиите са разгледани методите за изграждане на магнитни концентратори, използвани при реализирането на безжично предаване на енергия.



Фигура 5 Работени симулационни модели за безжично предаване



Фигура 6 Експериментални изследвания на системата

Представени са аналитични изрази и експериментални изследвания за различни възможни геометрии при конструирането на индуктори за безжично предаване на енергия. Посредством симулация на Ansys Maxwell и Pspice са изследвани и експериментално верифицирани коефициенти на магнитна връзка за различни геометрии и разстояния на предаване. Получените резултати могат да послужат за оценка на ефективността при предаване на енергия, използвайки различни геометрии на предаващата и приемаща бобина.

Трудове:

G7.12

N. L. Hinov, V. V. Dimitrov and T. H. Hranov, "Digitization of control systems for power electronic converters," 2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET50336.2020.9238255.

G7.13

N. Hinov, T. Hranov and V. Dimitrov, "Tolerance Analysis of Resonant Converters with Parallel Loaded Capacitor," 2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ET50336.2020.9238188.

Приноси:

В статиите са разгледани методите за цифрово управление на резонансни преобразуватели. Представени са възможните реализации на цифрово управление на LLC резонансен преобразувател, като е демонстрирано експериментално тяхното влияние върху неговото поведение както в преходен, така и в установен режим.

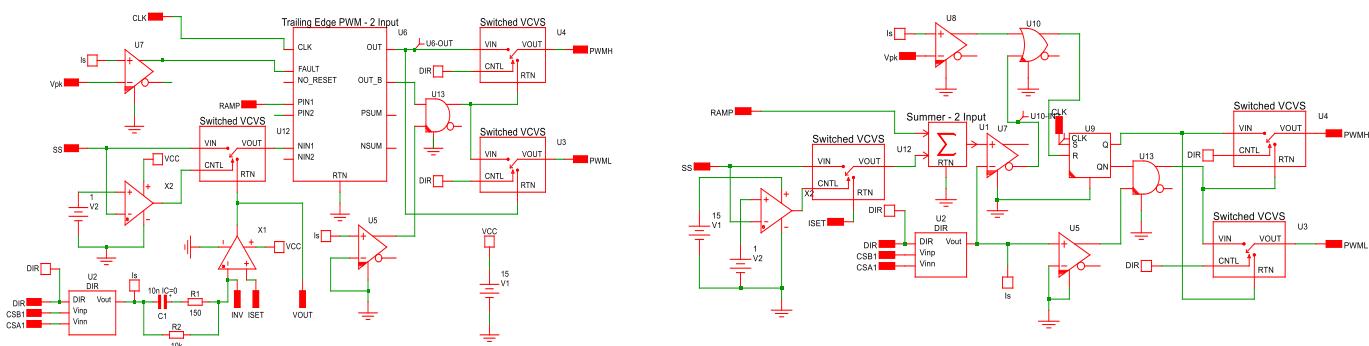
Трудове:

G7.14

V. Dimitrov and N. L. Hinov, "Comparison of Control Methods for Bidirectional DC/DC Converters," 2020 XI National Conference with International Participation (ELECTRONICA), Sofia, Bulgaria, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ELECTRONICA50406.2020.9305123.

Приноси:

В статиите са обобщени съществуващите методи за реализация на системи за управление на многофазни двупосочни преобразуватели на постоянно в постоянно напрежение. Разгледани са както стандартни методи базирани на регулатор, така и такива базиращи се на хистерезисно управление, константно време на включване и др. Съставени са симулационни модели на система за управление за всеки от разгледаните методи в SIMPLIS и са извършени изследвания сравняващи техните предимства и недостатъци при управлението на многофазни (паралелно работещи) преобразуватели.



Фигура 7 Разработени системи за управление на двупосочни преобразуватели

Трудове:

G7.10	G. VACHEVA, V. DIMITROV and N. HINOV, "Modelling and Control of Bidirectional Buck-Boost Converter for Electric Vehicles Applications," 2019 16th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA), Varna, Bulgaria, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELMA.2019.8771496. Цитирания: 2
G7.11	G. Vacheva, N. Hinov and V. Dimitrov , "Generalized model for control of energy flows in electric and hybrid vehicles," AIP Conference Proceedings, 2019, 2172, 110010
G7.2	G. Vacheva, N. Hinov and V. Dimitrov , "Research of Acceleration and Braking Modes of Electric Vehicles in MATLAB/Simulink," 2019 42nd International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Wroclaw, Poland, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISSE.2019.8810283.

Приноси:

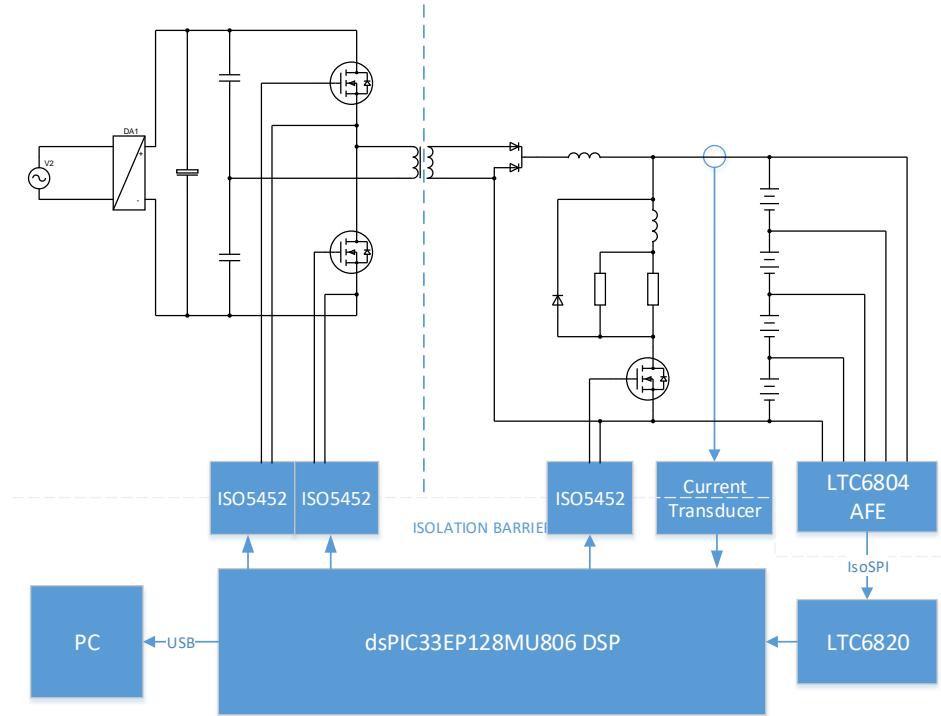
В статиите са разгледани методите за моделиране и управление на двупосочни преобразуватели при приложение в електрически транспортни средства. На база диференциалните уравнения, описващи процесите в схемата е съставен модел в Simulink, с помощта на който са изследвани поведените на преобразувателя в преходен и установен режим.

Трудове:

G7.8	V. V. Dimitrov , P. T. Goranov and D. S. Hvarchilkov, "Methods and power converters for charging/formation of VRLA batteries," 2017 XXVI International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET.2017.8124340. Цитирания: 1
------	--

Приноси:

В статията са разгледани методи и схеми за зареждане и формоване на оловни акумулатори. Разгледани са различни методи за управление на преобразувателя, както и са представени експериментални данни за реализирани такива системи, които могат да следят процеса по зареждане на преобразувателя. Съставен е преобразувател на който дистанционно може да се задава продължителност на заряден/разрядния ток, както и продължителност на процеса.



Фигура 8 Разработен преобразувател за зареждане/формоване на акумулаторни батерии

Трудове:

G7.4

V. Dimitrov and D. Hvarchilkov, "System Level Modelling and Simulation of an Electric Bicycle," 2018 IX National Conference with International Participation (ELECTRONICA), Sofia, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELECTRONICA.2018.8439691.

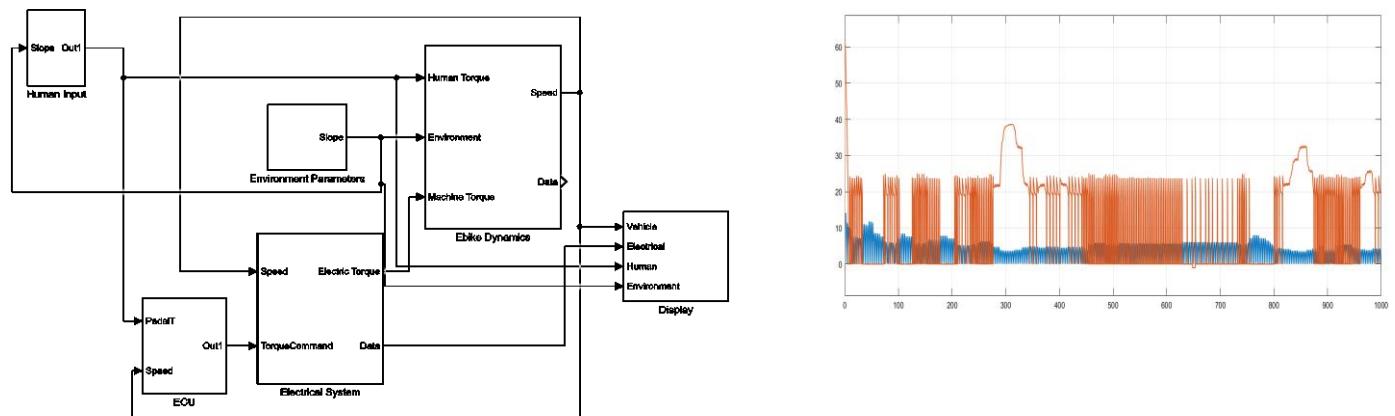
G7.5

V. Dimitrov, "Overview of the Ways to Design an Electric Bicycle," 2018 IX National Conference with International Participation (ELECTRONICA), Sofia, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELECTRONICA.2018.8439456.

Цитирания: 2

Приноси:

В статиите е съставена класификация на методите за изграждане на електрически велосипеди, разделяйки възможните решения на база механически, електрически или системи абстракции. Съставен е модел на електрически велосипед, който да отчита основните задвижващи и съпротивителни сили и е верифициран с помощта на реални данни за наклона при придвижване за зададен маршрут.



Фигура 9 Разработен модел на малко електрическо транспортно средство

Трудове:

G7.9

V. Dimitrov, P. Goranov and D. Hvarchilkov, "An analytical approach to model the switching losses of a power MOSFET," 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC), Varna, 2016, pp. 928-933, doi: 10.1109/EPEPEMC.2016.7752118.

Цитирания: 2

Приноси:

В статията е съставен усложнен модел за изследване на процесите на превключване при силови силициеви MOS транзистори. Моделът отчита капацитивни и индуктивни паразитните компоненти в силовата и управляващата верига на транзистора. На база съставения модел са записани уравнения описващи електромагнитните процеси. На тяхна база са изведени уравнения и графики даващи зависимост между консумираната енергия на превключване в зависимост от различни параметри на управляващата или силова верига. Получените резултати са сравнени с експериментални изследвания, както и други докладвани методи за изчисляване на загубите от приключване.

Приносите в представените за участие в конкурса статии се класифицират както следва:

Научни

- Създаден и верифициран е модел на управление на енергийните потоци на постояннотокова шина, захранвана от хибридни източници на енергия (горивна клетка, суперкондензатор или акумулаторна батерия) и електрически превозни средства, чрез който се определя натоварването на силовите електронни преобразуватели и необходимият капацитет на елементите за съхранение на енергия за осигуряване на определен цикъл на движение. Моделът е приложим и при други приложения, използващи хибридни източници на енергия и даден товарен профил, като микро и нано мрежи.

Научно-приложни

- Разработване и верифициране на универсален модел на транспортно средство за определяне на консумираната енергия като функция на времето при зададен профил на скоростта на движение. Моделът включва описанието на двигателя на автомобила с неговата зависимост от въртящ момент и обороти, което е приложимо и за други видове задвижване (хибридно или изцяло електрическо) и механичната част с отчитане на основните съпротивителни сили, действащи при движение на транспортното средство, включително трансмисията с нейните основни параметри (брой предавки, предавателни числа и скорост на превключване). Чрез модела са определени и оптимизирани основните величини в системата при зададен скоростен профил за **реален** лекотоварен автомобил и за малко транспортно средство.
- Създаване на детайлен модел на силова електронна система на електрическо превозно средство, чрез който е направена оценка на предимствата и недостатъците на различни топологии за нейното изграждане. Моделирани са базови силови топологии при използване на хибриден източник на енергия (горивна клетка и суперкондензатор), като са описани електронните преобразуватели (с превключващи функции или усреднен модел), източниците и елементите за съхранение на енергия, при зададен профил на мощността, консумирана от транспортното средство (определената чрез неговия механичен модел). На тази основа са определени загубите в основните силови компоненти и е извършен синтез на управление на две нива: система за управление на всеки отделен преобразувател и обща система за управление, с което се постига оптимизиране на работните режими на всеки енергиен източник и електронен преобразувател.
- Разработка на хибриден модел на електрически велосипед, чрез който се определят изискванията/задание за проектиране и оптималното оразмеряване на енергийния източник при зададен наклон на пътя и подпомагане/скорост на въртене от колоездача.
- Разработка на цялостна система за хибридно захранване на домакинство, включваща съвместен достъп до постояннотокова (буферирана с елемент за съхранение на енергия и електромобил) и променливотокова мрежа. Моделът има за цел да определи оптимално управление на енергийните потоци при зададено потребление на домакинството и желан профил на консумирана енергия от променливо токовата мрежа, избран в зависимост от натоварването на електроенергийната система. Използването на подходящи техники при моделирането позволява да се получават симулационни резултати за продължителен период от време (няколко дни), като по този начин се постига оптимизиране на режимите

на зареждане/разреждане на батерията на електромобила и необходимата големина на допълнителния енергиен източник за постигане на желан профил на консумирана от променливотоковата мрежа енергия.

5. Разработка на обобщен модел за изследване на различни съществуващи методи за управление на еднопосочни dc/dc преобразуватели и възможностите за тяхното адаптиране за управление на двупосочни преобразуватели. Разгледани са различни сценарии, позволяващи тяхното сравнение на база постигане на зададена динамика и точност в установен режим. Сравнени са методи за синтез на управление, базирани на стандартно линейно управление и предавателна функция и такива използващи директно определяне на продължителността на импулса (оптимално по време управление).

Приложни

1. Създаване и верифициране на методика за проектиране на резонансен преобразувател с приложение за безжично предаване на енергия, за зареждане на малко транспортно средство. Използване на създадената схема за снемане на експериментални данни за основни параметри при процеса на безжично предаване. Получените данни са използвани за верификация на аналитично получени зависимости, както и такива от използване на специализиран софтуер за симулация на електромагнитно поле. Разгледано е сравнение между експериментални данни, симулации и аналитични изрази за индуктивност и коефициент на магнитна връзка за различни геометрии на приемна и предавателна бобина. Получените данни позволяват избор на геометрия при проектиране на система за безжично предаване на енергия.
2. Разработка и прототипиране на силов електронен преобразувател и система за управление на стенд за изследване на формоване и зареждане на оловни акумулатори, със съответния софтуер за задаване на желан токов профил за зареждане във времето и автоматично снемане на данни от устройството. Създаденият преобразувател позволява както формоване на последователно свързани 4 батерии, така и система за пасивно изравняване на заряда след зареждане.
3. На база съставения модел и детайлно литературно проучване е предложена класификация на съществуващите методи за изграждане на електрически велосипед дефинирайки три категории – механична, електрична и системна. За всяка от тях са представени основните съществуващи варианти с техните предимства и недостатъци.

Resume of the papers

submitted as a partial fulfillment for the academic position Associate professor

Author: Vladimir Dimitrov

Introduction:

A total of 27 scientific papers were submitted for participation in the competition. They cover topics related to applications of power electronic converters and the specifics of their control in two main applications.

The first application is in the propulsion of electric vehicles. The works include models of a general vehicle designed in such a way to observe the electrical requirements for the converter supplying it. Covered topics also include investigation of power topologies used in the implementation of the system for pure electric and hybrid electric vehicles. Models of converters have been designed using both averaged models for optimization of energy flows and detailed switchable models for studying the voltage and current stress on semiconductor elements.

The second application in the papers concerns the charging of energy sources used in hybrid vehicles. Variants with wireless and direct charging of the energy source are also considered. The specifics of the charging process when using the source in a hybrid system including a second additional source are considered. The integration of such vehicles in a smart Home system, where they are part of a large dc bus is also investigated.

Papers:

31

(IF 2.412) Hinov, N.; Dimitrov, V.; Vacheva, G. Model for Vehicle to Home System with Additional Energy Storage for Households. *Electronics* 2021, 10, 1085. <https://doi.org/10.3390/electronics10091085>.

Abstract:

The article examines the modeling of a system for hybrid power supply from the mains and DC bus formed by a stationary energy source and electric vehicle batteries. Based on the constructed models for each of the blocks of the system, shown in Figure 1, the energy flows are examined. Based on a predetermined load schedule of household energy consumption and desired profile of electricity consumption the various currents in the system are obtained from the model. As the model allows simulation of the system within a few days the consideration of different scenarios in terms of balancing the system for different battery charge status of the electric vehicle are possible.

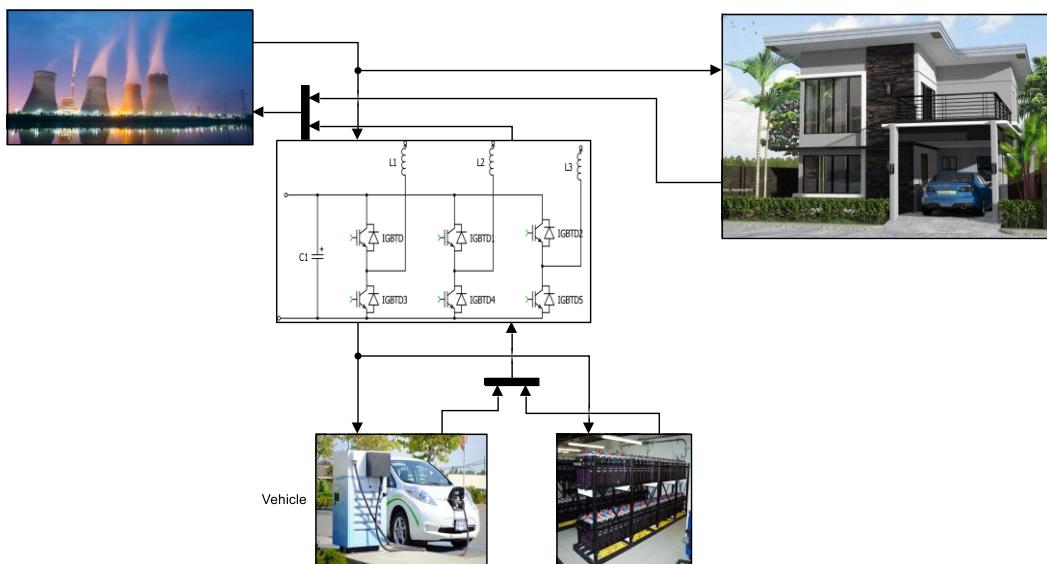


Figure 1 Developed system

Papers:

B4.2

D. Arnaudov, **V. Dimitrov** and P. Punov, "Analytical Model for Supercapacitor Sizing as Part of a Hybrid Power Supply," 2019 IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), Riga, Latvia, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/RTUCON48111.2019.8982362.

B4.3

D. Arnaudov, P. Punov and **V. Dimitrov**, "Supercapacitor Sizing for Power Defined Loads," 2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, 2019, pp. 1-3, doi: 10.1109/ET.2019.8878532.

B4.4

V. DIMITROV, P. PUNOV and D. ARNAUDOV, "Fuelcell power supply system – modelling and optimization," 2019 16th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA), Varna, Bulgaria, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELMA.2019.8771519.

Citations: 2

G8.2

Vladimir Dimitrov, Georgi Zashev, Krasimir Kishkin, Dimitar Arnaudov, Krasimir Kishkin INVESTIGATION OF PROGRAMMABLE CONVERTERS IN HYBRID POWER SUPPLY SYSTEM, Proceedings of the international scientific conference UNITECH 2019, Gabrovo, vol.1, pp156 - 159, 15-16 November, 2018

Abstract:

In this group of papers, a model of a hybrid energy source is proposed. In the system under study where one of the sources is a supercapacitor and the other source is modeled as a constant current source. This model is based on the idea that many high specific energy sources are optimal in this configuration. The system studied is shown in Figure 2.

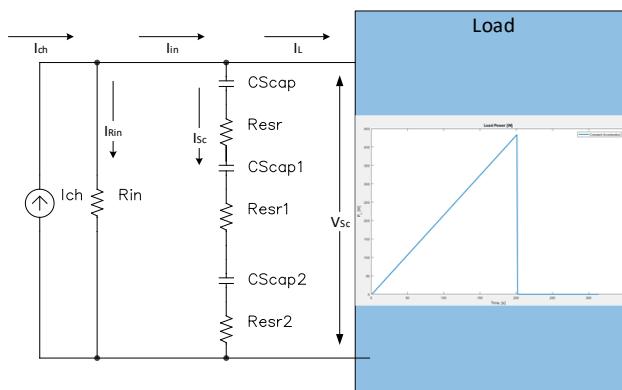


Figure 2 Developed model

On the basis of the compiled model, mathematical expressions are derived, describing the electromagnetic processes during the operation of the two sources. They are assumed to be connected to a common DC bus. The load that is connected to this bus is based on a description of the power

consumed over time, which allows its application in a wide range of scenarios. Typical applications include electric vehicles and stationary uninterruptible power supply systems, although others are possible. The obtained analytical expressions allow for choosing the size of the energy sources in such systems. The results are also experimentally verified with excellent results.

Papers:

B4.6

V. Dimitrov, G. Vacheva and N. Hinov, "Experimental Verification of a General Light Vehicle Model," 2019 23rd International Conference Electronics, Palanga, Lithuania, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELECTRONICS.2019.8765689.

Abstract:

The article discusses the development of a vehicle model. The system input is a user-defined speed profile. Based on this input the model is a closed control system. Based on the setpoint for the desired speed of the car, the desired engine speed is set, which is modeled by its graphical relationship between speed and torque in idealized control. This approach allows the model to be used in a wide range of vehicles, including electric motors, internal combustion engines and a combination of both (hybrid vehicles). The damping forces in the system are taken into consideration - rolling forces, air drag and road slope. The developed model is validated by means of experimental data for a similar vehicle. The data obtained from the model are used in papers that follow in order to size the power converters in an electric vehicle.

Papers:

B4.10

N. Hinov, V. Dimitrov and G. Vacheva, "Mathematical Modelling and Control of Hybrid Sources for Application in Electric Vehicles," 2020 24th International Conference Electronics, Palanga, Lithuania, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/IEEECONF49502.2020.9141609.

Abstract:

The article discusses the available topologies for assembling a hybrid energy source, which is the main unit of the propulsion in any electric vehicle.

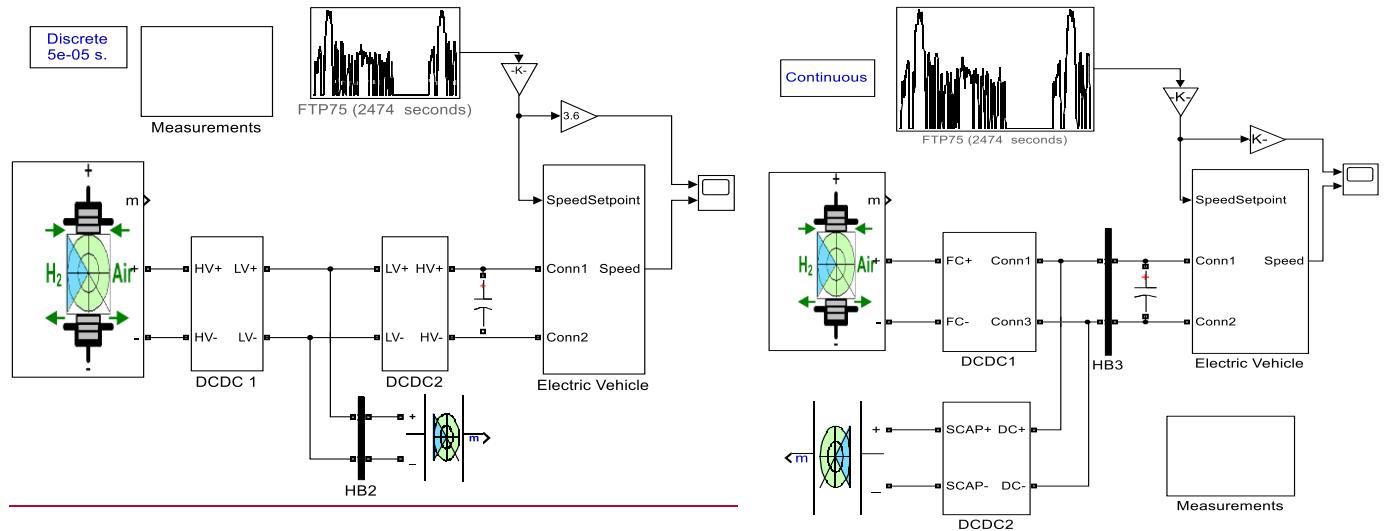


Figure 3 Considered power topologies for hybrid electric vehicle

Based on the application of the model from B4.6, the power requirements regarding the DC bus at various speed profile are considered. On this basis, various existing combinations of power topologies - cascade and parallel - have been studied. Models of both power converters and control systems are made, allowing optimization of the consumed energy from each energy source according to a parameter set by the user.

Papers:

B4.8

V. Dimitrov, N. Hinov and G. Vacheva, "Switch Function Modelling of Bidirectional DC-DC Converter," 2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET50336.2020.9238183.

B4.9

G. Vacheva, N. Hinov and **V. Dimitrov**, "Modelling of DC/DC multi quadrant converter for hybrid electric vehicles applications," AIP Conference Proceedings, 2019, 2172, 110011

B4.7

G. Vacheva, N. Hinov and **V. Dimitrov**, "Modelling of DC/DC Bidirectional Converter for Electric Vehicles Application," 2019 42nd International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Wroclaw, Poland, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISSE2019.8810253.

Abstract:

The articles discuss the methods for modeling bidirectional power electronic converters with applications in electric vehicles. Models of such converters, operating between a direct current bus (input of the converter realizing the electric drive) and an energy source allowing bidirectional energy transfer (the case with a supercapacitor is considered) are made. Models of the converters are made by using switching functions (supplemented with modeling of the main types of losses in semiconductors and passive components) and also using a detailed description of the nonlinear equations of the semiconductor devices. Simulink simulations were used to study the influence of a composite control system on the electromagnetic processes in the operation of the circuit.

Papers:

- B4.5 D. S. Hvarchilkov, V. V. Dimitrov and D. D. Arnaudov, "Resonant Converter for Inductive Charging of Light Electric Vehicles," 2018 IEEE XXVII International Scientific Conference Electronics - ET, Sozopol, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET.2018.8549650.

Citations: 4

- G7.15 V. Dimitrov, N. Nehovski and N. Hinov, "Resonant Converters for Low Power Wireless Energy Transfer," 2020 XI National Conference with International Participation (ELECTRONICA), Sofia, Bulgaria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELECTRONICA50406.2020.9305130.

Abstract:

The articles discuss methods, algorithms and implementations for charging wireless power transmission with a rechargeable battery (Lilon or VRLA). Experimental data on resonant transducers used for wireless energy transfer are presented. The considered converters are widely used in charging energy sources in vehicles (B4.5) and charging mobile devices over short distances (G7.15).

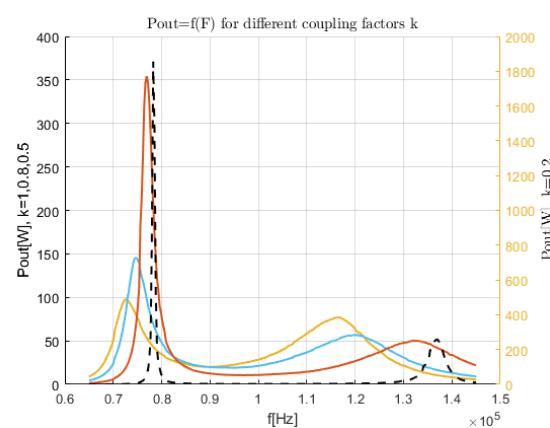
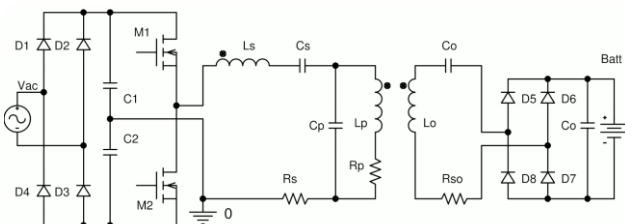


Figure 4 Designed converter for wireless power system

Papers:

- | | |
|------|--|
| B4.1 | D. Arnaudov, K. Kishkin and V. Dimitrov , "An Algorithm and Circuits for Active Balancing Systems," 2020 21st International Symposium on Electrical Apparatus & Technologies (SIELA), Bourgas, Bulgaria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIELA49118.2020.9167066. |
| G8.1 | Krasimir Kishkin, Dimitar Arnaudov, Vladimir Dimitrov , Lachezar Nikolov, MUTUAL INFLUENCES IN THE OPERATION OF CONVERTERS IN AN ELECTRICAL ENERGY STORAGE SYSTEM, Proceedings of the international scientific conference UNITECH 2019, Gabrovo, vol.1, pp151 - 157, 15-16 November, 2018 |

Abstract:

The articles discuss methods, algorithms for active equalization of energy sources by means of power converter. Various analytical, simulation and experimental studies of a key transistor resonant transducer converter and its application for balancing series-connected supercapacitors or Lilon cells are presented.

Papers:

- | | |
|------|--|
| G7.7 | D. Hvarchilkov, V. Dimitrov and P. Goranov, "Experimental results on the use of flux concentrators in an IPT system," 2018 20th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA), Bourgas, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIELA.2018.8447098. |
| G7.3 | D. Hvarchilkov, V. Dimitrov and P. Goranov, "Simulation of air transformers with different sizes and geometry," 2017 15th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA), Sofia, 2017, pp. 58-63, doi: 10.1109/ELMA.2017.7955401. |

Abstract:

The articles discuss the methods for building magnetic concentrators used in the implementation of wireless power transmission.

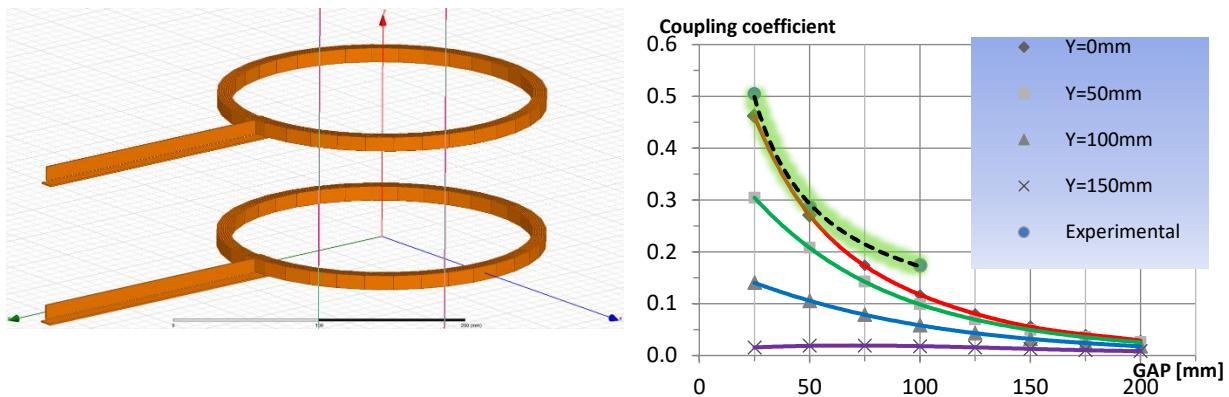


Figure 5 Results from the developed wireless power transfer system



Figure 6 Experimental setup for the system

Analytical expressions and experimental studies for various possible geometries in the construction of inductors for wireless power transmission are presented. Using simulation by Ansys Maxwell and Pspice, magnetic coupling coefficients for different geometries and transmission distances were investigated and experimentally verified. The obtained results can be used to evaluate the efficiency of energy transmission using different geometries of the transmitting and receiving coil.

Papers:

G7.12

N. L. Hinov, V. V. Dimitrov and T. H. Hranov, "Digitization of control systems for power electronic converters," 2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET50336.2020.9238255.

G7.13

N. Hinov, T. Hranov and V. Dimitrov, "Tolerance Analysis of Resonant Converters with Parallel Loaded Capacitor," 2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ET50336.2020.9238188.

Abstract:

The methods of digital control of resonant converters are considered in the articles. The possible realizations of digital control of an LLC resonant converter are presented, and their influence on its behavior in both transient and steady-state is demonstrated experimentally.

Papers:

G7.14

V. Dimitrov and N. L. Hinov, "Comparison of Control Methods for Bidirectional DC/DC Converters,"
2020 XI National Conference with International Participation (ELECTRONICA), Sofia, Bulgaria, 2020,
pp. 1-5, doi: 10.1109/ELECTRONICA50406.2020.9305123.

Abstract:

The article reviews the existing methods for implementation of control systems for multiphase DC to DC converters. Both standard methods based on a regulator and those based on hysteresis control, constant switching time, etc. are considered. Simulation models of the control system for each of the considered methods in SIMPLIS have been compiled and studies comparing their advantages and disadvantages in the control of multiphase (parallel) converters have been performed.

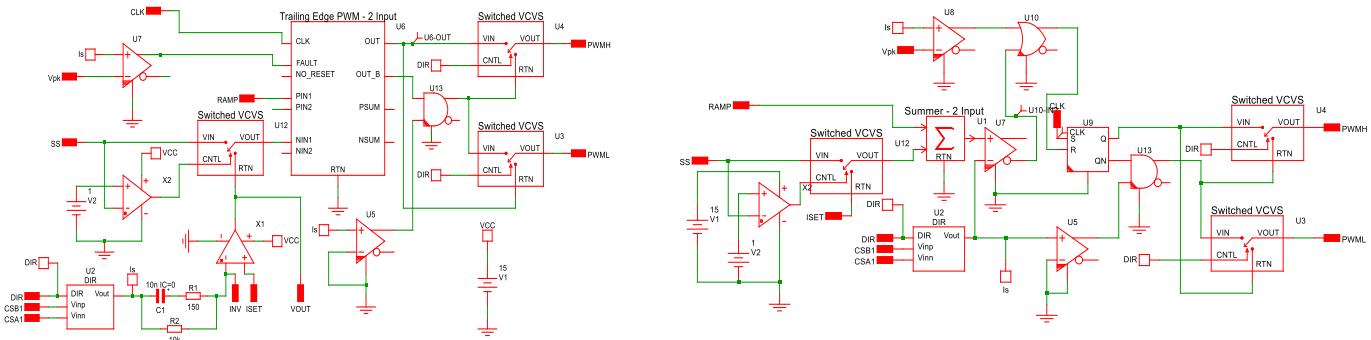


Figure 7 Developed control systems for bidirectional multiphase dc/dc converters

Papers:

G7.10	G. VACHEVA, V. DIMITROV and N. HINOV, "Modelling and Control of Bidirectional Buck-Boost Converter for Electric Vehicles Applications," 2019 16th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA), Varna, Bulgaria, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELMA.2019.8771496. Citations: 2
G7.11	G. Vacheva, N. Hinov and V. Dimitrov , "Generalized model for control of energy flows in electric and hybrid vehicles," AIP Conference Proceedings, 2019, 2172, 110010
G7.2	G. Vacheva, N. Hinov and V. Dimitrov , "Research of Acceleration and Braking Modes of Electric Vehicles in MATLAB/Simulink," 2019 42nd International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Wroclaw, Poland, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISSE.2019.8810283.

Abstracts:

The articles discuss the methods for modeling and control of bidirectional converters for use in electric vehicles. Based on the differential equations describing the system dynamics, a model in Simulink is compiled, with the help of which the behavior of the converter in transient and steady-state mode are studied.

Papers:

G7.8	V. V. Dimitrov , P. T. Goranov and D. S. Hvarchilkov, "Methods and power converters for charging/formation of VRLA batteries," 2017 XXVI International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET.2017.8124340. Citations: 1
------	--

Abstract:

The article discusses methods and topologies for charging and forming lead batteries. Various methods for conversion are considered, as well as experimental data for implemented such systems. The designed converter can monitor the process of charging/discharging or formation of VRLA batteries

connected in series. The developed PC software allows for the current to be set remotely, as well as the duration of the process.

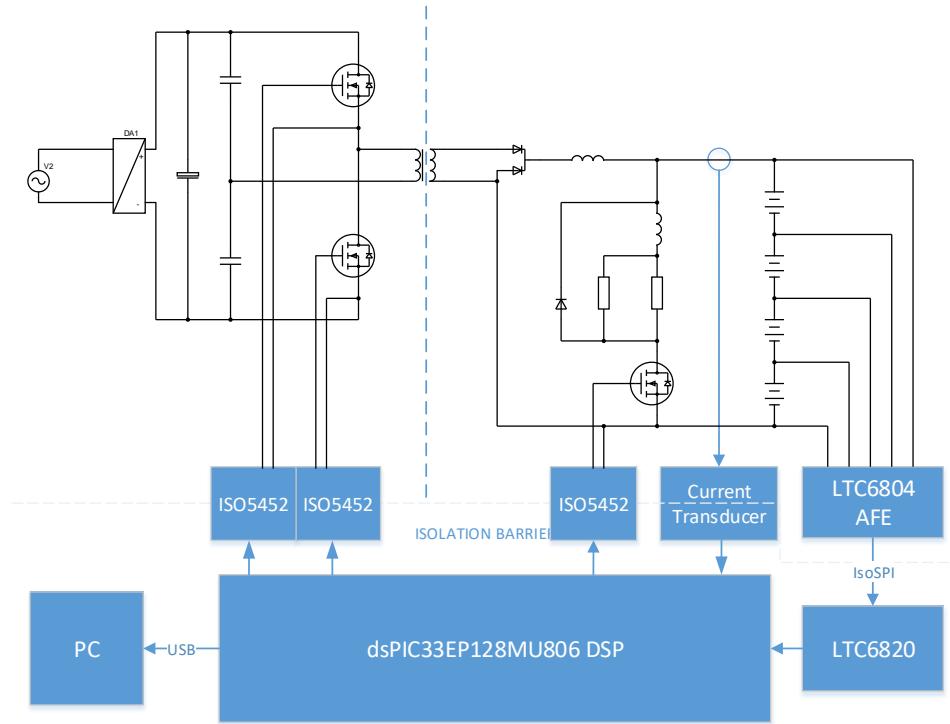


Figure 8 Designed power converter and control system for charging/discharging and formation of VRLA batteries

Papers:

G7.4

V. Dimitrov and D. Hvarchilkov, "System Level Modelling and Simulation of an Electric Bicycle," 2018 IX National Conference with International Participation (ELECTRONICA), Sofia, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELECTRONICA.2018.8439691.

G7.5

V. Dimitrov, "Overview of the Ways to Design an Electric Bicycle," 2018 IX National Conference with International Participation (ELECTRONICA), Sofia, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELECTRONICA.2018.8439456.

Citations: 2

Abstracts:

The articles present a classification of methods for building electric bicycles, dividing the possible solutions on the basis of mechanical, electrical or abstraction systems. A model of an electric bicycle has been designed, which considers the main driving and resistance forces and has been verified with the help of real data on the inclination when moving for a given route.

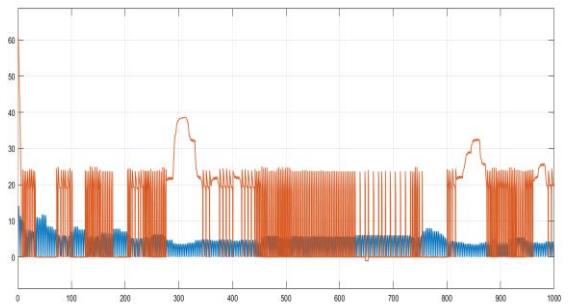
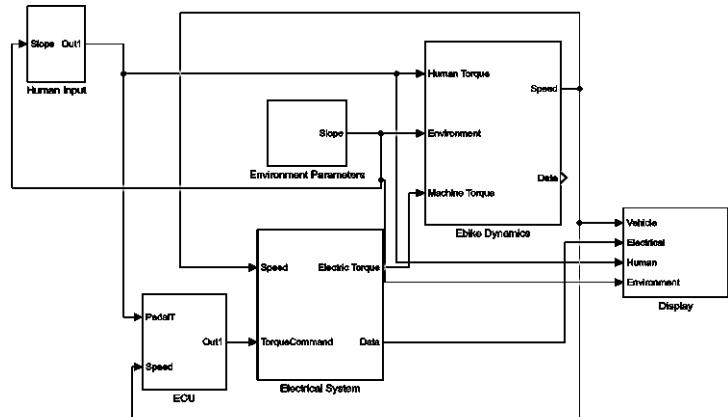


Figure 9 Developed model for electric bicycle

Papers:

G7.9

V. Dimitrov, P. Goranov and D. Hvarchilkov, "An analytical approach to model the switching losses of a power MOSFET," 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC), Varna, 2016, pp. 928-933, doi: 10.1109/EPEPEMC.2016.7752118.

Citations: 2

Abstracts:

The article presents a complex model for studying the switching processes in power silicon MOS transistors. The model considers capacitive and inductive parasitic components in the power and control circuit of the transistor. Based on the compiled model, equations describing the electromagnetic processes are written. Based on them, equations and graphs are derived giving the dependence between the consumed switching energy depending on different parameters of the control or power circuit. The results obtained were compared with experimental studies as well as other reported methods for calculating termination losses.

Contributions to the articles submitted for participation in the competition are classified as follows:

Scientific contributions

1. A model for controlling the energy flows of a DC bus powered by hybrid energy sources (fuel cell, supercapacitor or battery) and electric vehicles has been created and verified, which determines the load of the power electronic converters and the required capacity of the elements. To store energy to ensure a certain cycle of movement. The model is also applicable to other applications using hybrid energy sources and a given load profile, such as micro and nano networks.

Scientific with applied component contributions

2. Development and verification of a universal model of a vehicle for determining the consumed energy as a function of time at a given speed profile. The model includes a description of the car's engine with its dependence on torque and speed, which is also applicable to other types of drive (hybrid or all-electric) and the mechanical part, considering the main drag forces acting on the vehicle, including the transmission with its basic parameters (number of gears, gear ratios and shifting speed). The model defines and optimizes the main values in the system at a given speed profile for a real van and for a small vehicle.
3. Creation of a detailed model of a power electronic system of an electric vehicle, through which an assessment of the advantages and disadvantages of different topologies for its construction has been made. Basic power topologies using a hybrid energy source (fuel cell and supercapacitor) are modeled, describing the electronic converters (with switching functions or averaged model), the sources and elements for energy storage, at a given profile of the power consumed by the transport means (determined by its mechanical model). On this basis, the losses in the main power components are determined and a synthesis of two-level control is performed: a control system for each individual converter and a common control system, which optimizes the operating modes of each energy source and electronic converter.
4. Development of a hybrid model of an electric bicycle, which determines the requirements / design assignment and the optimal sizing of the energy source at a given road slope and support / speed of rotation by the cyclist.
5. Development of a complete system for hybrid household power supply, including joint access to direct current (buffered with energy storage element and electric car) and alternating current network. The model aims to determine the optimal management of energy flows at a given household consumption and the desired profile of energy consumed by the AC mains, selected depending on the load of the power system. The use of appropriate modeling techniques allows to obtain simulation results for a long period of time (several days), thus optimizing the charging / discharging modes of the electric vehicle battery and the required size of the additional energy source to achieve the desired profile of the energy consumed by the alternating current network.
6. Development of a generalized model for research of various existing methods for control of unidirectional dc / dc converters and the possibilities for their adaptation for control of bidirectional converters. Different scenarios are considered, allowing their comparison based on achieving a given dynamics and accuracy in a set mode. Control synthesis methods based on standard linear control and transfer function and those using direct determination of pulse duration (optimal during control) are compared.

Applied contributions

1. Creation and verification of a methodology for design of a resonant converter with application for wireless energy transmission, for charging a small vehicle. Using the created topology for capturing experimental data for basic parameters in the process of wireless transmission. The obtained data were used for verification of analytically obtained dependencies, as well as those from the use of specialized software for electromagnetic field simulation. A comparison between experimental data, simulations and analytical expressions for inductance and magnetic coupling coefficient for different geometries of receiving and transmitting coil is considered. The obtained data allow the choice of geometry when designing a wireless power transmission system.
2. Development and prototyping of a power electronic converter and a control system for a stand for research of forming and charging of lead accumulators, with the respective software for setting the desired current profile for charging in time and automatic data acquisition from the device. The created converter allows both the formation of 4 batteries connected in series and a system for passive charge equalization after charging.
3. Based on the compiled model and detailed literature study, a classification of the existing methods for building an electric bicycle is proposed, defining three categories - mechanical, electrical and system. For each of them are presented the main existing options with their advantages and disadvantages.