



ISSN 1311-0829

**ГОДИШНИК НА ТЕХНИЧЕСКИ  
УНИВЕРСИТЕТ-СОФИЯ  
Том 62, книга 3, 2012**



**PROCEEDINGS OF TECHNICAL  
UNIVERSITY OF SOFIA  
Volume 62, Issue 3, 2012**

## РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

### главен редактор

проф. дтн Емил НИКОЛОВ

### зам. главен редактор

проф. дтн Елена ШОЙКОВА

### членове

проф. дтн Георги ПОПОВ

проф. дтн Иван КОРОБКО

проф. дфн Иван УЗУНОВ

проф. дтн Иван ЯЧЕВ

проф. дтн Кети ПЕЕВА

проф. дтн Ганчо БОЖИЛОВ

проф. д-р Бончо БОНЕВ

проф. д-р Евелина ПЕНЧЕВА

проф. д-р Иво МАЛАКОВ

проф. д-р Младен ВЕЛЕВ

проф. д-р Огнян НАКОВ

### секретар-организатор

инж. Мария ДУХЛЕВА

## EDITORIAL BOARD

### Editor -in -Chief

Prof. D.Sc. Emil NIKOLOV

### Editor -in -Vice -Chief

Prof. D.Sc. Elena SHOYKOVA

### Editors

Prof. D.Sc. Georgi POPOV

Prof. D.Sc. Ivan KOROBKO

Prof. D.Sc. Ivan UZUNOV

Prof. D.Sc. Ivan YACHEV

Prof. D.Sc. Keti PEEVA

Prof. D.Sc. Gantcho BOJILOV

Prof. Ph.D. Boncho BONEV

Prof. Ph.D. Evelina PENCHEVA

Prof. Ph.D. Ivo MALAKOV

Prof. Ph.D. Mladen VELEV

Prof. Ph.D. Ognyan NAKOV

### Organizing Secretary

Eng. Maria DUHLEVA

**Технически университет-София**  
София 1000, бул. "Кл. Охридски" 8  
България <http://tu-sofia.bg>

**Technical University of Sofia**  
Sofia, 1000, boul. Kliment Ohridski 8  
Bulgaria <http://tu-sofia.bg>



© Технически Университет-София  
© Technical University of Sofia  
All rights reserved

**ISSN 1311-0829**

# СЪДЪРЖАНИЕ том 62 кн. 3

МАТЕМАТИКА, АВТОМАТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНИКА, ТРАНСПОРТ, ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА

1. Богдан Гилев . . . . .	9
<i>Моделиране на ветрогенератор и прогнозиращо управление с невронна мрежа</i>	
2. Петя Милушева, Георги Милушев . . . . .	19
<i>Статистически контрол при интегрирано осигуряване на качеството в шивашката промишленост</i>	
3. Пламен Цветков, Георги Милушев, Николай Гуров. . . . .	29
<i>Метрологично осигуряване на контрола на качеството на електрическата енергия</i>	
4. Красимира Проданова . . . . .	39
<i>Симулация на индивидуалната поддържаща лекарствена доза на базата на компартиментен модел на организма</i>	
5. Красимира Проданова . . . . .	49
<i>Оптимизация на поддържащата терапия на базата на компартиментен подход за моделиране на организма</i>	
6. Райна Ценева, Петър Динев. . . . .	59
<i>Специфично прорязване на скрепителните отвори в болтови шинни съединения</i>	
7. Райна Ценева, Янко Славчев, Микел Октавио. . . . .	67
<i>Моделиране на електрическо поле в болтови шинни съединения с прорязани отвори</i>	
8. Емил Николов. . . . .	75
<i>Управление с алгебрично Lie-диференциране и анихилатори - I част</i>	
9. Емил Николов. . . . .	85
<i>Управление с алгебрично Lie-диференциране и анихилатори - II част</i>	
10. Тодор Йонков . . . . .	95
<i>Каскадни структури за управление в системите за сградна автоматизация</i>	
11. Тодор Йонков . . . . .	105
<i>Енергоикономично управление на вентилационна сградна система</i>	
12. Евтим Йончев. . . . .	115
<i>Метод за оценяване на магнитното състояние на асинхронни електродвигатели</i>	
13. Иван Кралов, Красимир Неделчев, Игнат Игнатов. . . . .	123
<i>Експериментално изследване на шума, генериран при движение на колоос по релсов път</i>	
14. Кирил Стойков . . . . .	133
<i>Електромагнитно оразмеряване на токоограничаващи реактори със стоманен магнитопровод и въздушни междини за работа с трансформатори за напрежение 400kV</i>	
15. Кирил Стойков . . . . .	141
<i>Токоограничаващи реактори за електропещни трансформатори</i>	

16. Симона Филипова-Петракиева . . . . .	149
<i>Оптимизация на метода на Хакими за определяне абсолютен център на неориентиран граф</i>	
17. Калин Филипов . . . . .	159
<i>Загуба на ядрени знания - очаквани затруднения и възможни подходи за тяхното преодоляване</i>	
18. Силвия Бойчева . . . . .	167
<i>Термични характеристики на летяща пепел от изгарянето на лигнитни въглища в топлоелектрическа централа</i>	
19. Димитър Попов, Милко Йовчев, Петьо Гаджанов . . . . .	175
<i>Аминни технологии за улавяне на CO<sub>2</sub> във въглеродочистващите инсталации на термичните електроцентрали - технология на фирма „Cansolv Technologies Inc.“ (CTI) - Канада</i>	
20. Костадин Миланов, Минчо Минчев и Михаела Славкова . . . . .	183
<i>Изследване на DC/DC преобразовател с мостов инвертор със средна точка с помощта на Pspice</i>	
21. Боян Димитров . . . . .	189
<i>Изследване ефективността на режимите при извличане на сметищен газ от депо „СУХОДОЛ“</i>	
22. Ивайло Ганев . . . . .	193
<i>Верификация на моделите, използвани за прогнозиране на средния годишен добив на сметищен газ от депо „СУХОДОЛ“</i>	
23. Емил Рац, Цветелина Петрова . . . . .	199
<i>Изследване на хибриден двигател на Stirling</i>	
24. Санислав Енев . . . . .	209
<i>Моделно предсказващо управление на лабораторен топлинен обект</i>	

# CONTENTS Volume 62 Issue 3

MATHEMATICS, AUTOMATICS, ELECTROTECHNICS, TRANSPORTATION, ELECTRO-ENERGETICS

1. Bogdan Gilev . . . . .	9
<i>Model of a Wind Turbine and Neural Predictive Control</i>	
2. Petja Milusheva, George Milushev . . . . .	19
<i>Statistical Control at the Integrated Quality Assurance of the Sewing Industry</i>	
3. Plamen Tzvetkov, George Milushev, Nikolay Gourov . . . . .	29
<i>Metrology Assurance of the Electrical Power Quality Control</i>	
4. Krassimira Prodanova . . . . .	39
<i>Simulation of the Individual Maintenance Drug Dose Basis on Compartment Model of the Body</i>	
5. Krassimira Prodanova . . . . .	49
<i>Optimization of the Maintenance Therapy Basis on Compartment Approach of Modelling the Body</i>	
6. Raina Tzeneva, Peter Dineff . . . . .	59
<i>Specific Slotting of Fastening Holes in Bolted Busbar Assemblies</i>	
7. Raina Tzeneva, Yanko Slavchev, Mikel Octavio . . . . .	67
<i>Modeling of Electric Field in Bolted Busbar Assemblies with Slotted Holes</i>	
8. Emil Nikolov . . . . .	75
<i>Control with Algebraic Lie-Differentiation and Annihilators - part I</i>	
9. Emil Nikolov . . . . .	85
<i>Control with Algebraic Lie-Differentiation and Annihilators - part II</i>	
10. Todor Ionkov . . . . .	95
<i>Cascading Management Structures in Building Automation Systems</i>	
11. Todor Ionkov . . . . .	105
<i>Energy-Saving Control of Ventilation Building System</i>	
12. Evtim Yonchev . . . . .	115
<i>Estimating Magnetic State Method of Induction Motor</i>	
13. Ivan Kralov, Krasimir Nedelchev, Ignat Ignatov . . . . .	123
<i>Experimental Study of the Noise Generated by Wheel-Rail Interaction</i>	
14. Kiril Stoykov . . . . .	133
<i>Electromagnetic Design of the Current-Limiting Reactors with Steel Ferromagnetic Core and Nonmagnetic Interspaces Working with 400 kV Transformers</i>	
15. Kiril Stoykov . . . . .	141
<i>Current - Limiting Reactors for Furnace Transformers</i>	
16. Simona Filipova-Petrakieva . . . . .	149
<i>Optimization of the Hakimi Method for Determining the Absolute Center of the Un-directed Graph</i>	
17. Kalin Filipov . . . . .	159
<i>Nuclear Knowledge Loss - Anticipated Difficulties and Possible Approaches to Over-come Them</i>	

18. Sylvia Boycheva. ....	167
<i>Thermal Characteristics of Fly Ash from the Incineration of Lignite Coals in a Thermal Power Plant</i>	
19. Dimitar Popov, Milko Iovchev, Petyo Gadjanov. ....	175
<i>Amines Based Technologies for CO<sub>2</sub> Capture from Thermal Power Plants Flue Gases - Technology of „Cansolv Technology Inc.“ - Canada</i>	
20. Kostadin Milanov, Mintcho Minchev and Michaela Slavkova. ....	183
<i>Investigation of DC/DC Full Bridge Converter with Center-Tapped Transformer via Pspice</i>	
21. Boian Dimitrov. ....	189
<i>Research on the Effectiveness of the Regime of Extracting Landfill Gas Landfill "SUHODOL"</i>	
22. Ivaylo Ganev. ....	193
<i>Validation of a Model Predicting the Mean, Annual Landfill Gas Generation in Lanfill "SUHODOL"</i>	
23. Emil Ratz, Tzvetelina Petrova. ....	199
<i>Investigation of a Hibrid Stirling Engine</i>	
24. Stanislav Enev. ....	209
<i>Model Predictive Control of a Laboratory Heat-Exchange Process Experiment</i>	

# Author's Index Volume 62 Issue 3

<i>Nº</i>	<i>author</i>	<i>author</i>	<i>page</i>
1	Bogdan	Gilev	9
2	Boian	Dimitrov	189
3	Dimitar	Popov	175
4	Emil	Nikolov	75, 85
5	Emil	Ratz	199
6	Evtim	Yonchev	115
7	George	Milushev	19, 29
8	Ignat	Ignatov	123
9	Ivan	Kralov	123
10	Ivaylo	Ganev	193
11	Kalin	Filipov	159
12	Kiril	Stoykov	133, 141
13	Kostadin	Milanov	183
14	Krasimir	Nedelchev	123
15	Krassimira	Prodanova	39, 49
16	Michaela	Slavkova	183
17	Mikel	Octavio	67
18	Milko	Iovchev	175
19	Mintcho	Minchev	183
20	Nikolay	Gourov	29
21	Peter	Dineff	59
22	Petja	Miluscheva	19
23	Petyo	Gadjanov	175
24	Plamen	Tzvetkov	29
25	Raina	Tzeneva	59, 67
26	Simona	F.-Petrakieva	149
27	Stanislav	Enev	209
28	Sylvia	Boycheva	167
29	Todor	Ionkov	95, 105
30	Tzvetelina	Petrova	199
31	Yanko	Slavchev	67

# Volume 62 Issue 3

**pages**  
**218**

**articles**  
**24**

**authors**  
**31**



## ИЗСЛЕДВАНЕ НА DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ С МОСТОВ ИНВЕРТОР СЪС СРЕДНА ТОЧКА С ПОМОЩТА НА PSPICE

**Костадин Миланов, Минчо Минчев и Михаела Славкова**

**Резюме:** В доклада е изследвано влиянието на обратен диод, включен във вторичната страна на трансформатора в DC/DC преобразовател с мостов инвертор. За целта е симулирана работата на DC/DC преобразователя с помощта на програмния продукт PSpice. Създадени са две схеми за изследване и е направена съпоставка на получените симулационни резултати.

**Ключови думи:** DC/DC преобразовател, мостов инвертор, обратен диод, PSpice.

## INVESTIGATION OF DC/DC FULL BRIDGE CONVERTER WITH CENTER-TAPPED TRANSFORMER VIA PSPICE

**Kostadin Milanov, Mintcho Minchev and Michaela Slavkova**

**Abstract:** The influence of opposite diode, connected in the secondary part of transformer in full bridge DC/DC converter, is investigated in paper. For that purpose the simulation of an operation of full bridge DC/DC converter with center-tapped transformer is made by means of PSpice. Two electrical diagrams and also the comparison of simulation results are carried out.

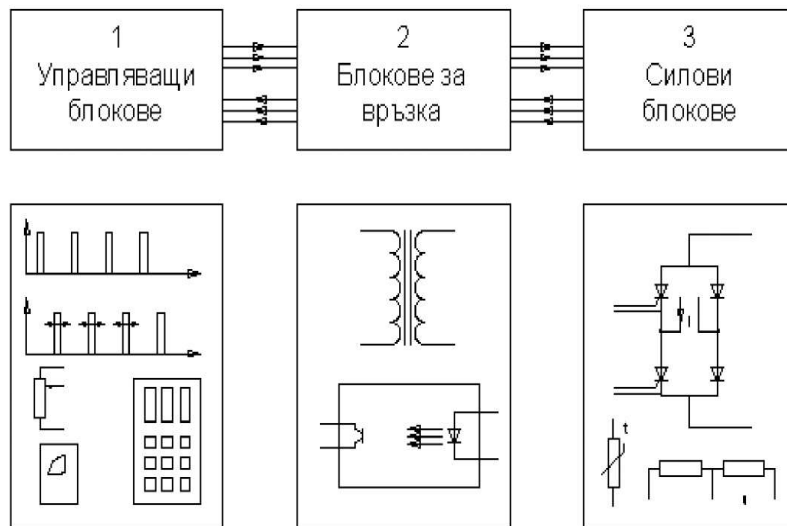
**Keywords:** DC/DC converter, full bridge, opposite diode, PSpice.

### 1. Въведение

В последните години непрекъснато се разширяват областите на приложение на DC/DC преобразователите. Структурната им схема се състои най-малко от две схеми, едната от които изпълнява ролята на инвертор, а другата на токоизправител. В случаите, когато е необходимо галваническо разделяне на двете базови схеми се включва трансформатор. Характерно е, че те работят при висока честота от порядъка на десетки килохерци (фиг.1) [1].

Цел на представяната статия е да се симулира работата на DC/DC преобразовател с мостов инвертор със средна точка и добавен "обратен диод" на вторичната страна на трансформатора преди дросела. Идеята е да се изследва ефекта, който оказва обратния диод върху протичащите в схемата процеси.

Чрез програмния продукт PSpice са създадени два модела без и с добавен "обратен диод", направена е оценка на работата на схемата преимущества и недостатъци.



Фиг.1. Принципна им блокова схема на DC/DC преобразователите [1]

## 2. Изследване на DC/DC преобразовател с помощта PSpice

Изследваният DC/DC преобразовател е двутактен, с галванично разделяне. Двутактните преобразователи се използват в случаите, когато е необходимо да се получи голяма изходна мощност.

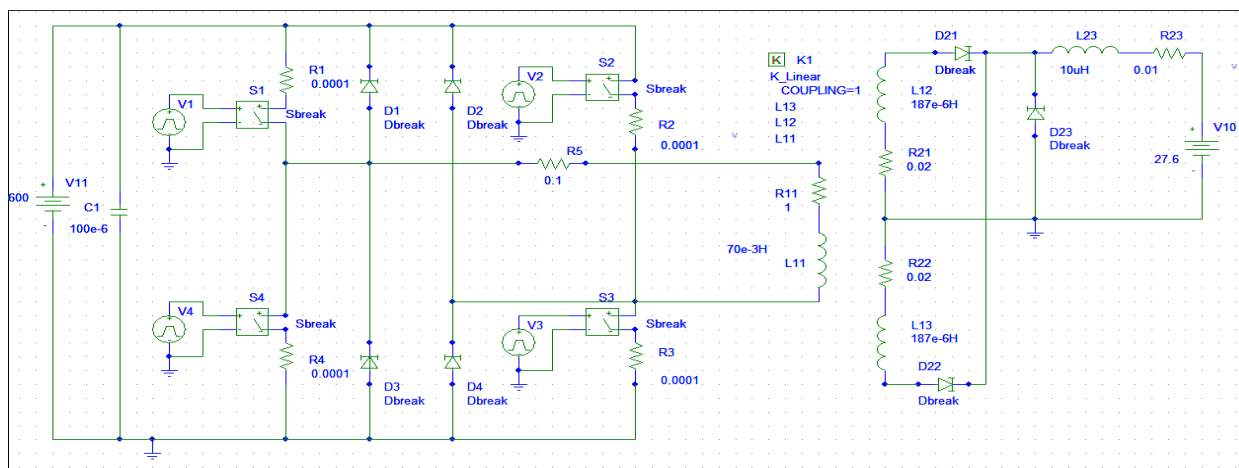
При всички схемни решения трансформаторът работи в режим на пълно пренамагнитване. Токоизправителната част се изпълнява с полумостова или с мостова схема. В случая изследваният DC/DC преобразовател е с мостова схема като вторичната намотка на трансформатора е със средна точка. Характерно за схемата е, че обратното напрежение върху диодите е два пъти по-високо от изходящото (фиг.2).

Ако схемата е реализирана без «обратен диод» на вторичната страна на трансформатора преди дросела (D23) в полупериода, когато транзисторите не провеждат, токът във вторичната страна се поддържа от енергията в дросела. Той протича и през двата диода – D22 и D23, както и през двете части на намотката.

При свързан «обратен» диод в полупериода, когато транзисторите не провеждат, токът поддържан от дросела протича само през обратния диод. Не протича през изправителните диоди и вторичните намотки на трансформатора.

Ефектът от свързването на «обратния» диод се свежда до:

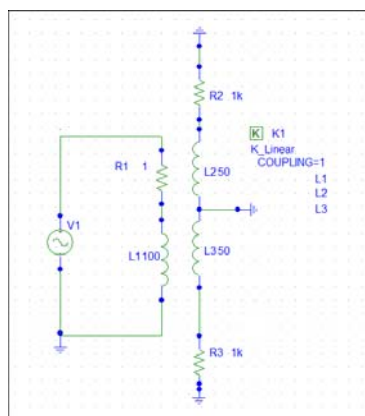
- общ по-малък пад в този полупериод, респективно и по-висок КПД;
- по-малко натоварване на изправителните диоди и на вторичните намотки на трансформатора.



Фиг.2. Електрическа схема с обратен диод за симулиране на процесите в изследвания DC/DC преобразовател с мостов инвертор и средна точка на вторичната страна на трансформатора.

Във връзка с поставената задача схемната реализация на трансформатора със средна точка на вторичната страна на трансформатора с помощта на PSpice се извършва в следната последователност:

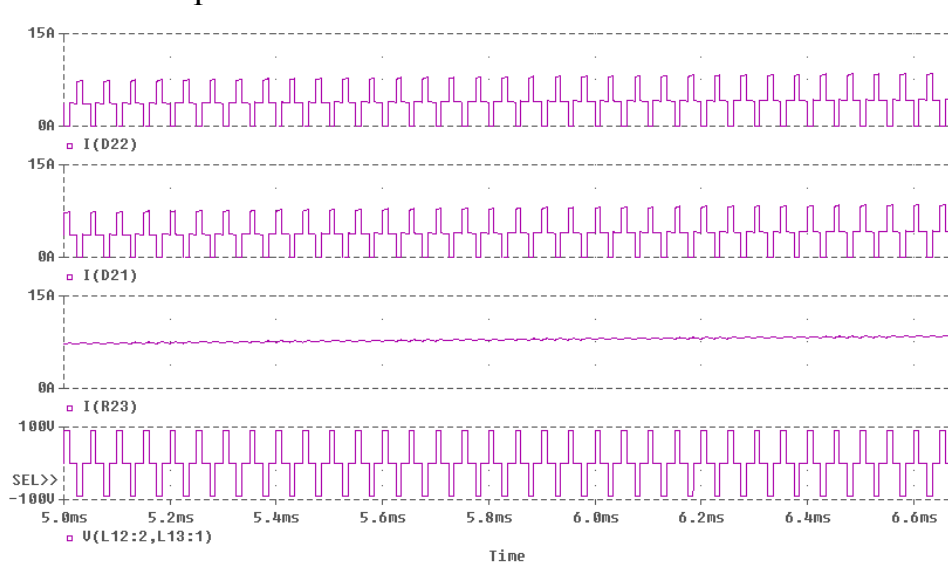
1. В схемния редактор Schematics се чертае електрическа верига с едно активно съпротивление  $R1$  и едно индуктивно съпротивление  $L1$  като те се захранват от източник на синусоидално захранващо напрежение тип VSIN.
2. След това се чертаят по още две индуктивни съпротивления –  $L2$  и  $L3$ , както и две активни  $R2$  и  $R3$ , свързани последователно, но отделени и несвързани с  $R1$  и  $L1$  от първия контур.
3. Свързват се двете съпротивления  $L2$  и  $R3$  съответно с всяка една от индуктивностите и да се заземят от двете противоположни страни с елемент GND\_EARTH.
4. Заземява се центъра на схемата, намиращ се между двете индуктивни съпротивления  $L2$  и  $L3$  от втория контур.
5. За да се създаде трансформатора е необходимо да се използва елемента “K\_Linear”, който е желателно да се позиционира между първия и втория контур, (фиг.3).



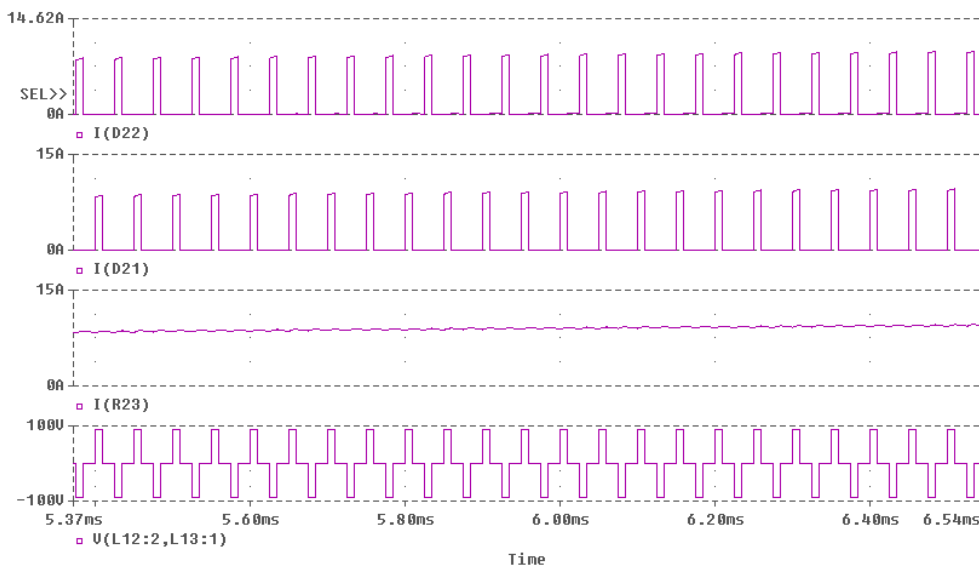
Фиг.3. Схемна реализация на трансформатор със средна точка на вторичната страна на трансформатора.

По този начин е съставена и схемата на DC/DC преобразователя, (фиг.2) с мостов инвертор със средна точка на вторичната страна на трансформатора, с и без обратен диод, в средата на PSpice [2, 3, 4].

Задачата е да се симулира работата на преобразователя като се представят графики на токовете и напреженията в ключовите елементи от схемата.

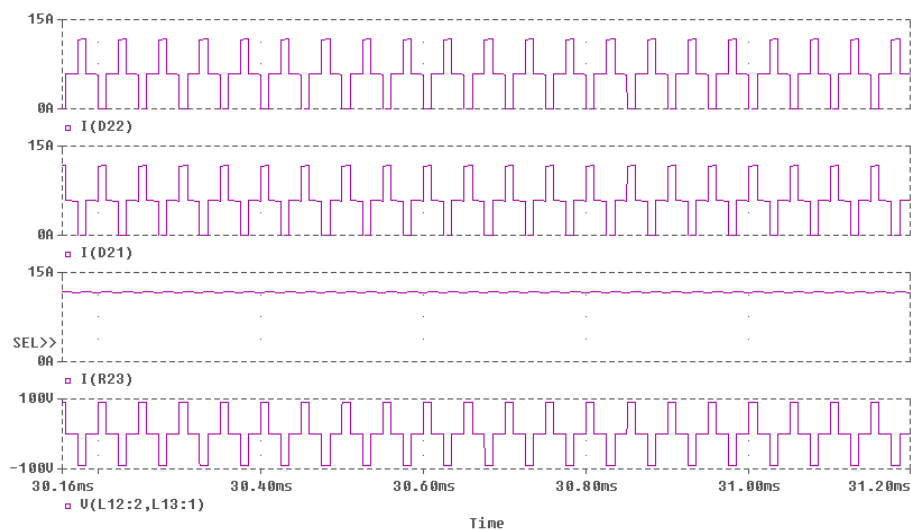


Фиг.4. Резултати от симулациите без “обратен диод” с помощта на Pspice за време ~ 6 ms

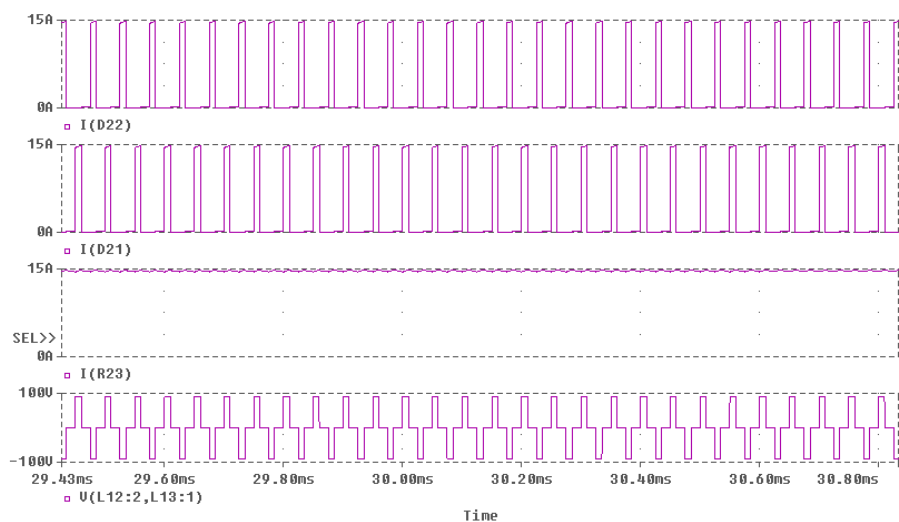


Фиг.5. Резултати от симулациите с “обратен диод” с помощта на Pspice за време ~ 6 ms

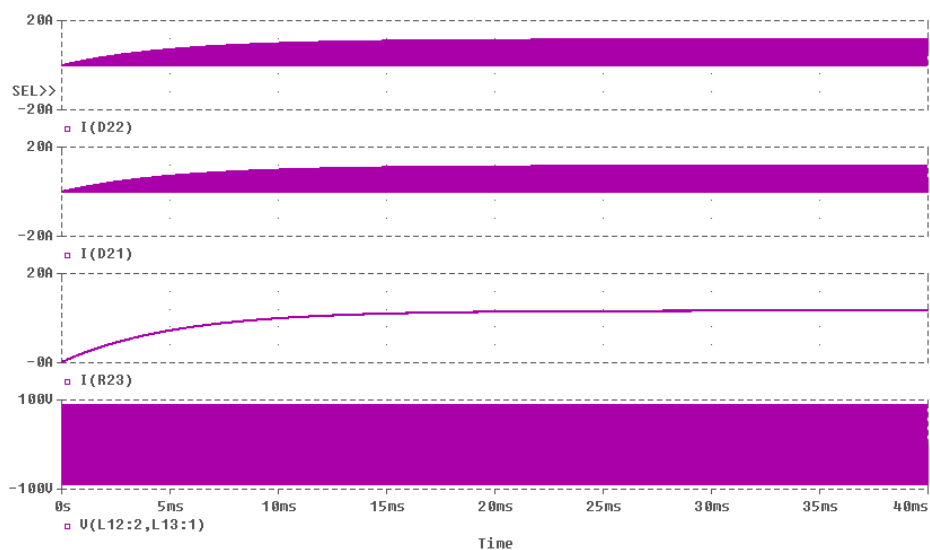
От получените изходни диаграми може да се обобщи, че при включване на обратен диод токът, който протича през изправителните диоди и през вторичните намотки е или равен на изходящия или е „0”. Ако „обратен диод” не е включен, през посочените елементи винаги тече ток, който е или равен на изходящия или е 50% от него.



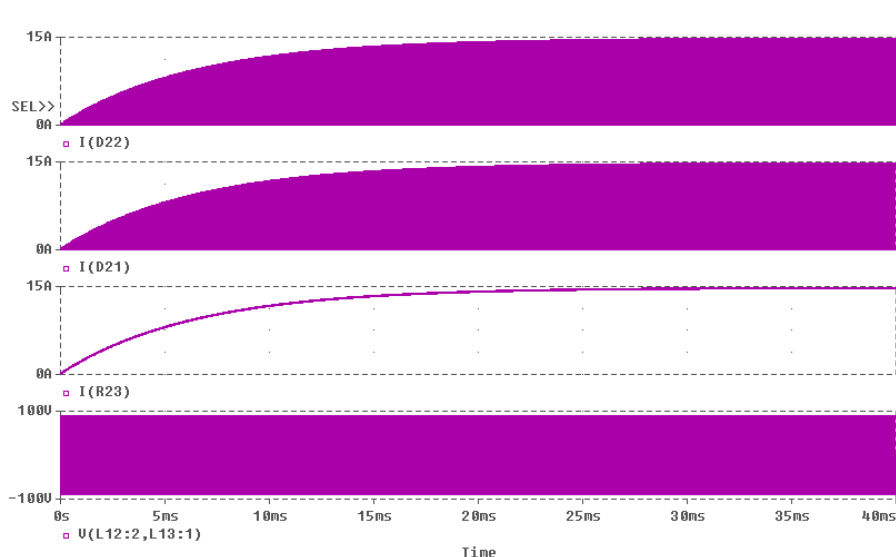
Фиг.6. Резултати от симулациите без “обратен диод” с помощта на Pspice за време ~ 30 ms



Фиг.7. Резултати от симулациите с “обратен диод” с помощта на Pspice за време ~ 30 ms



Фиг.8. Резултати от симулациите без “обратен диод” с помощта на Pspice за време ~ 40 ns



Фиг.9. Резултати от симулациите с “обратен диод” с помощта на Pspice за време ~ 40 ns

### 3. Заключение

Направените симулации потвърждават изказаните теоретични изменения в работата на DC/DC преобразователя, при включване на обратен диод във вторичната страна на трансформатора преди дросела. Включването му в схемата води до по-ниско натоварване както на изправителните диоди, така и на вторичните намотки на трансформатора. Изчислителната мощност на трансформатора се понижава. Ефектът от това по-ниско натоварване на посочените елементи е подчертан при преобразователи, които работят с широк диапазон на изменение на изходящите параметри.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Минчев М., Ъй. Шопов, Е. Рац. (2006), *Преобразователна техника*, Авангард Прима, София 2006, ISBN-10: 954-323-233.
- [2] Document number: *PSP02445*, PSpice ver. 9.1, 9.0; Capture, Cadence Design Systems, Inc , 2005.  
<http://www.orcad.com/documents/community.faqs/pspice/020445.aspx>.
- [3] Брандиски К., В. Младенов. (1998), *Ръководство за решаване на задачи по Теоретична електротехника с Pspice*, Сиела, София 1998, ISBN 954-649-116-0.
- [4] Славкова М., К. Миланов. (2011), *Изследване на DC/DC преобразовател с полумостов инвертор със средна точка с помощта на Pspice*, Сборник доклади на III-та научна конференция Дни на науката в ТУ-София, 30.09-03.10, 2011, с. 163-168 Созопол, България.

**Автори:** Костадин Миланов, маг. инж. асистент в катедра “Електрически апарати”, E-mail address: [k.milanow@abv.bg](mailto:k.milanow@abv.bg); Минчо Минчев, проф. дтн. в катедра “Електрически апарати”, E-mail address: [mintchev@tu-sofia.bg](mailto:mintchev@tu-sofia.bg); Михаела Славкова, маг. инж. главен асистент в катедра “Електрически апарати”, E-mail address: [michaela\\_ds@tu-sofia.bg](mailto:michaela_ds@tu-sofia.bg)

Постъпила на 14.11.2012

Рецензент проф. дтн Михаил Анчев