

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

Михаела Славкова, Констадин Миланов

Резюме: В статията е представен DC/DC преобразувател с полумостов инвертор. Изследванията са направени с помощта на програмния продукт PSpice. Описан е метода на съставяне заместващата схема необходима за симулация на работата на преобразуватели със средна точка. Заложените параметри на преобразувателя са взети от реален модел. Направен е анализ на получените симулационни резултати.

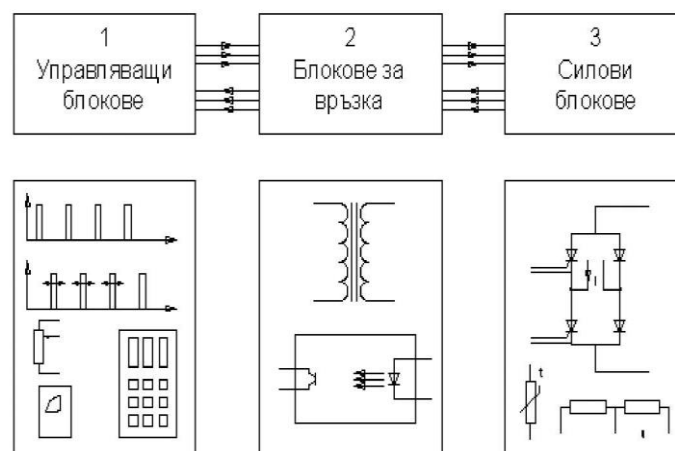
PSPICE INVESTIGATION OF HALF BRIDGE DC/DC CONVERTER WITH CENTER-TAPPED TRANSFORMER

Michaela Slavkova, Kostadin Milanov

Abstract: The current paper presents simulations of a half bridge DC/DC converter with center-tapped transformer. The investigation is made by means of PSpice. The investigated diagram of a center-tapped transformer is fully described and the basic converter parameters are taken from a real device. The simulation analysis are made.

1. Въведение

Съвременните статични преобразуватели се изграждат на блоков принцип. От гледна точка на тяхната функционална класификация, те се изграждат от три основни блока: управляващият блок, блокове за връзка и силови блокове. (фиг.1)



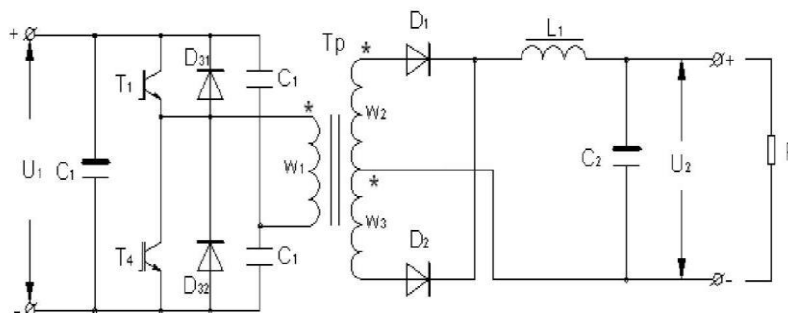
Фиг.1. Блокова схема на DC/DC преобразовател.

Силвата структурната схема на всеки преобразувател на постоянно в постоянно напрежение DC/DC преобразувател, се състои най-малко от две базови схеми, едната от които изпълнява ролята на инвертор, а другата на токоизправител.[1]

В зависимост от начина на предаване на енергията между входа и изхода на преобразувателя - по електромагнитен път (с трансформатор) или чрез галванична връзка те биват:

- Преобразуватели с галванично разделяне:
 - ✓ еднотактни ("прав – forward" с един или два полупроводникови ключа и "обратен - flyback");
 - ✓ двутактни (мостова, полумостова и схема със средна точка).
- Преобразуватели без галванично разделяне:
 - ✓ понижаващ ("Buck");
 - ✓ повишаващ ("Boost");
 - ✓ понижаващ-повишаващ ("Buck-Boost") (фиг.1)

Двутактните преобразуватели с галванично разделяне се използват в случаите, когато е необходимо да се получи голяма изходна мощност. (фиг.2) Трансформаторът работи в режим на пълно пренамагнитване. Токоизправителната част се изпълнява с полумостова схема, със средна точка на вторичната страна на трансформатора. За разлика от схемата с мостов инвертор тази с полумостов е с двойно по-малко отдавана мощност. Причината е, че при двутактния полумостов преобразувател два от комутиращите транзистори са заменени с кондензатори, които образуват средна точка спрямо захранващия източник – това са кондензаторите C_1 и C_2 . Всеки от тях е зареден до половината от входното напрежение. В резултат на това към първичната намотка на трансформатора се подава не цялото, а само половината от захранващото напрежение. При схемите със средна точка е важно да се отбележи, че обратното напрежение върху диодите е два пъти по-високо от изходящото. Като тази стойност реално е 2,5 пъти изходящото поради използваните реални, "неидеални трансформатори" Използват се "бързи" диоди. За по-добро изглаждане и филтриране на тока е предвиден филтър (L_1 , C_2). Дроселът L_1 осигурява и режим на непрекъснат ток. [1]



Фиг.2. DC/DC преобразувател с полумостов инвертор.

Целта на представяната статия е да се симулира работата на DC/DC преобразувател с полумостов инвертор със средна точка като се онагледят получените от симулацията резултати за токовете и напреженията в ключовите

елементи от схемата. Това се прави с цел подпомагане на процеса на проектиране и по специално избор на подходящите за схемата елементи.

Задачата е да се създаде модел на програмния продукт Pspice и да се реализира схемно трансформатор със средна точка на вторичната страна на преобразувателя, което е един от по-сложните проблеми за решение.

2. Същинска част

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:

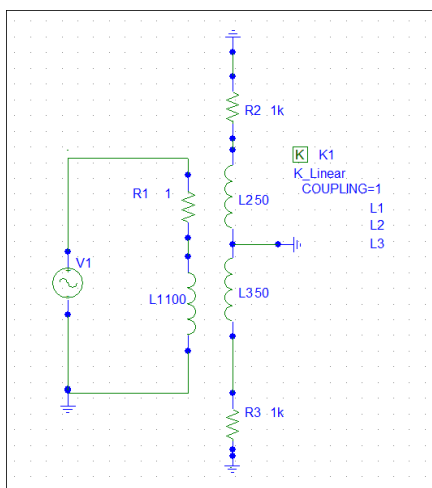
1. В схемния редактор Schematics се чертае електрическа верига с едно активно съпротивление R_1 и едно индуктивно съпротивление L_1 като те се захранват от източник на синусоидално захранващо напрежение тип VSIN.

2. След това се чертаят по още две индуктивни съпротивления – L_2 и L_3 , както и две активни R_2 и R_3 , свързани последователно, но отделени и несвързани с R_1 и L_1 от първия контур.

3. Свързват се двете съпротивления R_2 и R_3 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 L_1 и L_2 от втория контур.

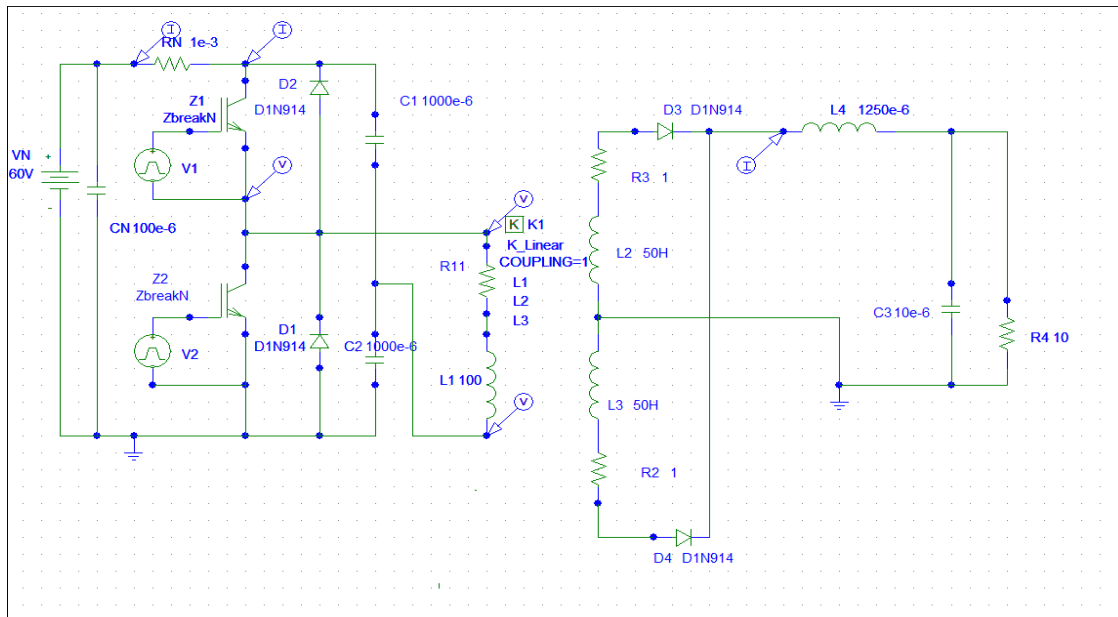
5. За да се създаде трансформатора е необходимо да се използва елемента “K_linear”, който е желателно да се позиционира между първия и втория контур. [2] (фиг.3)



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

На тази база е съставена схема на DC/DC преобразувател с полумостов инвертор със средна точка на вторичната страна на трансформатора в средата на Pspice. [3] Задачата е да се симулира работата на преобразувателя като се представят графики на токовете и напреженията в ключовите елементи от

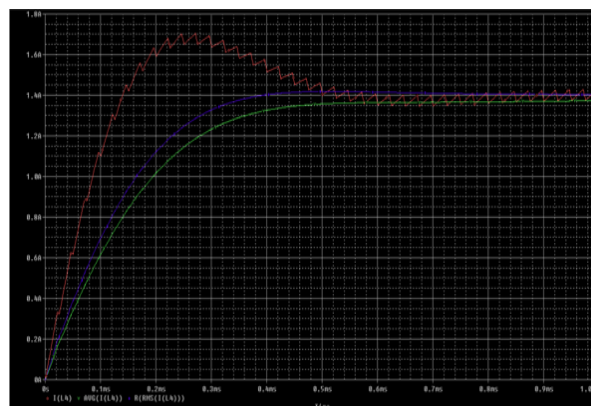
схемата. Получените ефективни стойности за токове и напрежения са кратни на реалните, ако тя е изпълнена с 600 V захранващо напрежение. (фиг.4)



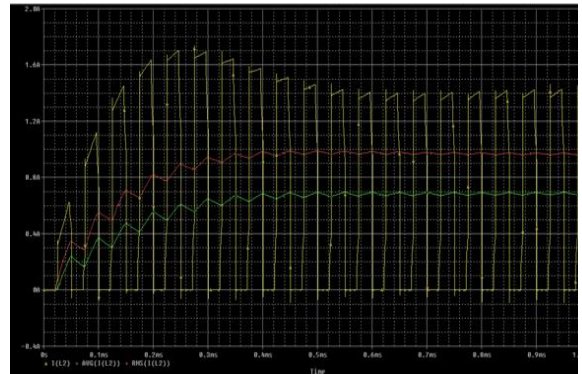
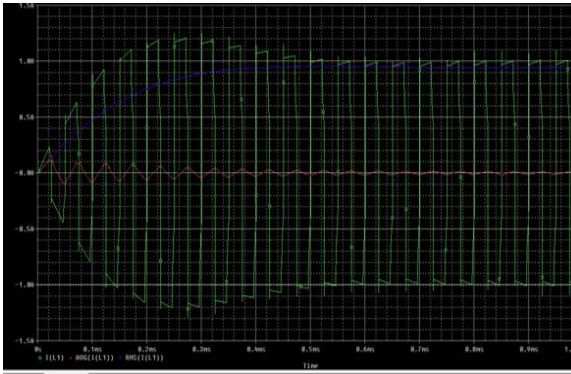
Фиг.4. Схемна реализация на трансформатор със средна точка на вторичната страна на трансформатора.

Транзисторите се включват последователно. Максималното напрежение е равно на входното като то се прилага върху изключения транзистор при включване на другия. Максималният коефициент на запълване за всеки от транзисторите в схемата е взет 0.45, имайки предвид времената на превключване на транзисторите и т.н. мъртво време (в схемата $5\mu s$), което трябва да бъде осигурено между момента на изключване на единия и момента на включване другия. То е нужно, за да се избегне едновременното провеждане на двата транзистора, което би дало захранващия източник накъсо. [1]

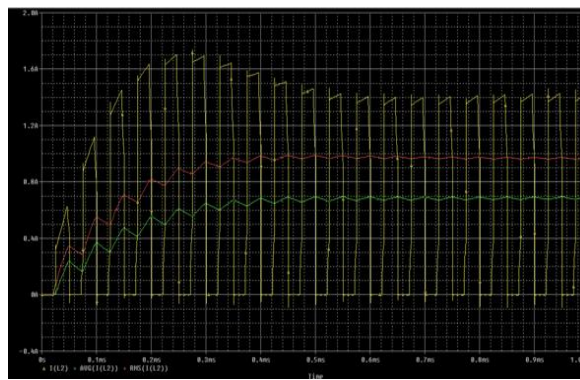
Графиките на токовете и напреженията, получени чрез симулациите са дадени на фиг. 5, фиг. 5, фиг. 7, фиг.8 и фиг.9



Фиг.5. Токът през дросела $I(L_4)$, като текуща средна стойност (AVG), и текуща ефективна стойност (RMS) във времето.



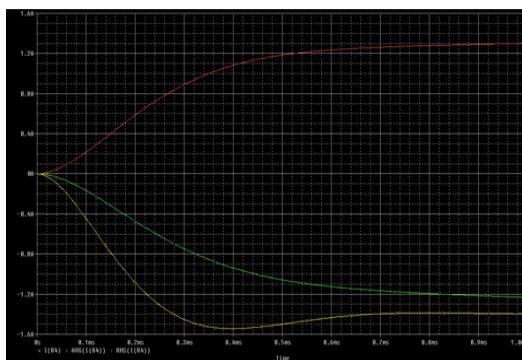
Фиг.6. Токовете в първичната $I(L_1)$ и вторичната $I(L_2)$ намотка на трансформатора, като текуща средна (AVG) и текуща ефективна (RMS) стойност във времето.



Фиг.7. Токовете през диоди D_1 и D_4 , като текуща средна (AVG) и текуща ефективна (RMS) стойност във времето.



Фиг.8. Токовете през транзистора Z_1 (ZbreakN), $I_C(Z_1)$; $I_E(Z_1)$; $I_G(Z_1)$ във функция от времето.



Фиг.9. Токът през товара, активното съпротивление R_4 според заданието, като текуща средна (AVG) и текуща ефективна (RMS) стойност във времето.

3. Заключение

Направените изследвания с помощта Pspice улесняват процеса на проектиране при избор на подходящи за схемата елементи. Получените чрез симулация стойности за токовете и напреженията повтарят тези на реален модел на DC/DC полумостов преобразувател със средна точка на вторичната страна на преобразувателя. Моделът на трансформатора със средна точка е подходящ и описва поведението на елемент с линейна магнитна характеристика. Чрез реализираната схема се доказва и едно от основните и предимства, което се състои в по-доброто използване на трансформатора, намагнитващ се двупосочно. Не е необходимо да се използва размагнитваща намотка. Работата в режим на непрекъснат ток на изходната индуктивност L_4 води до намалени пулсации на изходното напрежение и необходимост от по-малък изходен кондензатор C_3 . Чрез реализираната схема лесно може да се провери дали получената при проектирането стойност на индуктивността е в реални граници. Могат да бъдат и отчетени недостатъците на схемата, свързани с това, че кондензаторите C_1 и C_2 са с голям капацитет, което увеличава габаритите на преобразувателя. Чрез симулации може да се оцени факта, че колкото по-голям е техния капацитет, толкова по-малки са пулсациите на изходното напрежение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Минчев М.,Й. Шопов, Е. Рац, Преобразувателна 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, Ръководство за решаване на задачи по Тюретична електротехника с Pspice, Сиела, София 1998, ISBN 954-649-116-0.

Автори:

маг. инж. Михаела Славкова – главен асистент в катедра “Електрически апарати”, email: michaela_ds@yahoo.com

маг. инж. Костадин Миланов - асистент в катедра “Електрически апарати”, email: k.milanow@abv.bg