

ЕЛЕКТРОННИ СХЕМИ С КЛЮЧОВИ ЕЛЕМЕНТИ – ОСОБЕНОСТИ И РЕЖИМИ НА РАБОТА

Петър Иванов
Lz1pgi@gmail.com

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
1574 София, ул. "Гео Милев" 158
БЪЛГАРИЯ*

***Резюме:** В настоящия доклад е направено обобщение на съвременните електронни схеми със силови ключови елементи и са анализирани някои особености при управлението и работата им.*

***Ключови думи:** преобразуватели на постоянно напрежение, стабилизатори, хаотични процеси.*

Въведение

За захранване на компютри, мобилни телефони и други портативни устройства са необходими различни постоянни напрежения. Те се осигуряват от захранващи блокове, главна част от които са импулсни електронни схеми със силови ключови елементи. Чрез тях се преобразува постоянно напрежение в друго по големина постоянно напрежение. В литературата те понякога се наричат трансформатори на постоянно напрежение, но са по-известни като преобразуватели на постоянно напрежение -DC/DC converters [1,2]. По-голямата част от тях осигуряват стабилно напрежение, но има и DC/DC преобразуватели с нестабилно изходно напрежение [3].

Основни елементи в споменатите схеми са ключове, съвременните реализации на които е чрез транзистори – MOS (NMOS или PMOS транзистори с индуциран канал), IGBT транзистори и др [5]. С развитието на технологиите за изработването на мощни транзистори, е възможна направата на ключови захранващи източници, работещи с напрежение, получено от директното изправяне на мрежовото напрежение.

Ключът в схемите се отваря и затваря от система за управление [3,4], която чрез промяна на съотношението между времената на отворения и затворения ключ, осигурява стабилност на изходното напрежение.

Освен транзисторните ключове, други компоненти на разглежданите схеми са консервативни елементи (кондензатори и индуктивности), полупроводникови диоди, активни съпротивления.

Целта на настоящия доклад, е въз основа на направено литературно проучване, да се направят изводи относно особеностите и съществуващите проблеми в работните режими на съвременните преобразувателни схеми с ключови елементи.

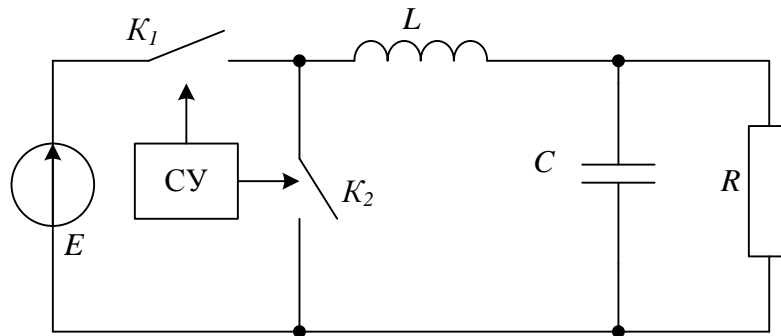
2. Класификации и схемни реализации

Съществува голямо разнообразие на схемни реализации на импулсните преобразуватели:

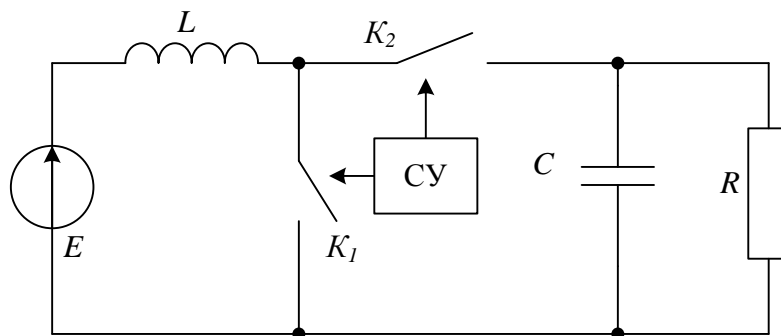
- според принципа им на действие: линейни, превключваеми, капацитивни преобразуватели на постоянно напрежение;

- в зависимост от отношението на входното към изходното напрежение: понижаващ (“Бък”, Buck converter), фиг.1, повишаващ (“Буст”, Boost converter), фиг.2 и понижаващ-повишаващ - инвертиращ (“Бък-Буст” Buck Boost converter), фиг.3, Чък преобразувател (Cuk converter);

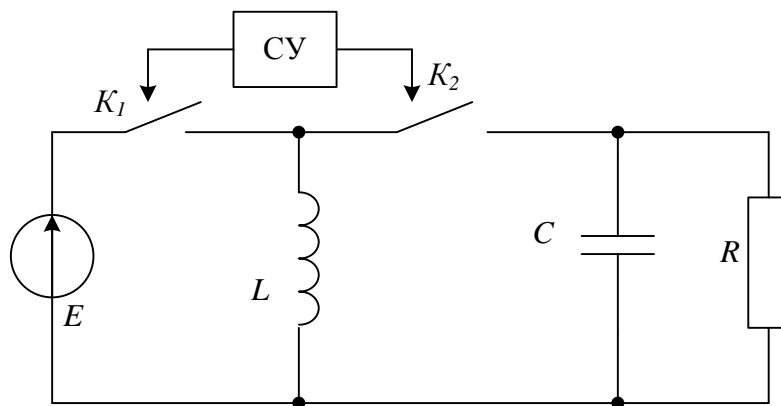
- според начина на управление – с широчинно импулсна модулация (ШИМ - PWM), с импулсно честотна модулация (ИЧМ - PFM), управление чрез хистерезис (Hysteretic control), управление с програмиран ток, управление в режим на хлъзгане и др.



Фиг.1 Понижаващ преобразувател на постоянно напрежение



Фиг.2 Повишаващ преобразувател на постоянно напрежение



Фиг.3 Понижаващ - повишаващ преобразувател на постоянно напрежение

От направеното литературното проучване следва, че най-перспективни са превключваемите преобразуватели. Те имат по-висок коефициент на полезно действие

(кпд) в сравнение с останалите и предимството, че напрежението на изхода им може да бъде по-ниско, по-високо или противоположно на входното напрежение.

Относно методите на управление има много изследвания, но не може със сигурност да се твърди кой от тях е най-добър. Налага се изводът, че от начина на управление зависи в голяма степен кпд-то на преобразувателя. В определени приложения подходящо е управлението чрез ШИМ, тъй като осигурява постоянна честота на превключване и контрол на пулсациите на изходното напрежение. В други случаи се предпочита нелинейният метод на управление в режим на хлъзгане.

3. Особенности на работните режими на схемите с ключови елементи

Поради специфичното си превключващо действие, схемите с ключови елементи са променящи се във времето системи. Те са нелинейни динамични системи с нестабилни параметри.

Важен момент в работата на схемите с ключови елементи, е че при преминаване от едно стационарно или принудително състояние в друго, възникват преходни процеси. Те се обуславят от настъпили промени в структурата на веригата (включване или изключване на енергийни източници, промяна на характеристиките на електродвижещите сигнали, изменение на топологията на веригата и т.н.). Тъй като обикновено схемите с ключови елементи съдържат двата типа реактивни елементи (бобини и кондензатори), преходните процеси са от втори ред [7].

Във всяка една от фазите на работа на схемата (в зависимост от положението на ключовете), се развива точно определен преходен процес. В зависимост от параметрите на елементите R , L и C на преобразувателя, свободният режим на преходния процес може да се развие като апериодичен, критично – апериодичен или псевдопериодичен режим [7].

Характерна особеност за схемите на ключовите преобразуватели е, че в тях може да се наблюдават няколко режима: периодични, квазипериодични и хаотични. Докато за първите два е характерна сходимост на траекториите към класическите атрактори с цяла размерност (цикъл и товар), то при хаотичния режим се наблюдават странни атрактори и експоненциална разходимост на траекториите [8].

Между споменатите режими съществуват различия и от гледна точка на устойчивост: периодичният и квазипериодичният са устойчиви, докато при хаотичния системата е неустойчива. При малко изменение на началните условия хаотичното колебание е неустойчиво в някакъв затворен обем на фазовото пространство [8].

Като цяло, хаотичните процеси влошават работата на преобразувателите и увеличават пулсациите на изходното напрежение (появява се т.нар. електрически шум). Но в последните години съществуват разработки [9,10], в които се постигат положителни резултати от тях: подобряване на елекромагнитната съвместимост [9] и времевите характеристики [10], или повишаване управляемостта на системата [10].

Изводи

След обобщаване на резултатите от литературното проучване, могат да се направят следните основни изводи.

Схемите с ключови елементи, реализирани чрез съвременни силови транзистори, имат широко приложение при изграждане на захранващи блокове, осигуряващи различни по големина и стабилност постоянни напрежения.

По-перспективни сред тях са превключваемите преобразуватели, които осигуряват по-висок кпд. Следствие специфичното си превключващо действие, в тях могат да се наблюдават и хаотични процеси, които да имат негативно, или положително действие, в зависимост от характера си.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Игнатов М., Ат. Маноилов, В. Лясков. Токозахранващи устройства, Техника, С., 2003. 258 стр.
- [2] Худяков, Вл. Силовая Электроника, №4”2005,№1”2006, www.finestreet.ru
- [3] Юдов, Д., Вълчев В. Токозахранващи устройства, ”Ситроник” ООД, Варна, 2005, ISBN 978-954-9370-57-7.
- [4] Куцаров Ст. DC/DC Преобразуватели. Сп. Инженеринг ревю, бр.1, 2/2006.
- [5] Guldemir, H. Sliding mode control of Dc-Dc boost converter. Journal of Applied Sciences 5, 2005, pp. 588-592.
- [6] Fossas, E., A. Pas. Second order sliding mode control of a buck converter. Proceedings, The 41st IEEE Conference on Decision and Control, vol. 1, Dec. 2002, pp. 346–347.
- [7] Чернева Г. Теоретична електротехника – 2 част. Учебник. С. Болидинс, 2011г.
- [8] Чернева Г. Идентификация и управление на хаотични процеси с приложение в електронните комуникации. Автореферат за присъждане на НС «Доктор на науките». ВТУ «Т. Каблешков», 2016г
- [9] Стжелецкий Р., Коротеев И.Е., Жуйков В.Я. Хаотические процессы в системах силовой электроники. – Киев: Аверс, 2001.
- [10] Deane J. Chaos in current-mode controlled boost dc/dc converter. IEEE Trans. Circuit Syst. I, vol.39, pp680-683.2002.

ELECTRONIC SCHEMES WITH KEY ELEMENTS - FEATURES AND WORKING ARRANGEMENTS

Petar Ivanov

Lz1pgi@gmail.com

*Todor Kableshkov University of Transport,
Sofia, 158 Geo Milev Str.
BULGARIA*

Key words: *DC voltage converters, stabilizers, chaotic processes.*

Abstract: *This report summarizes modern electronic circuits with power key elements and analyzes certain features in their management and operation.*