



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34964 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G05F 3/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ОДНОКАСКАДНИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ БАЛАСТ

1

2

(21) u200804670

(22) 11.04.2008

(24) 26.08.2008

(46) 26.08.2008, Бюл.№ 16, 2008 р.

(72) ЛУПЕНКО АНАТОЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, UA

(57) Однокаскадний електронний баласт, що містить перший та другий транзистори, затвори яких відповідно зв'язані з виходами блока керування, перший та другий діоди, фільтр, послідовно ввімкнений з випрямлячем, мінус якого підключений до анода третього діода та через перший дросель - до витоку першого транзистора, анода четвертого діода, першого виводу першого конденсатора,

який другим виводом під'єднано до катодів другого і третього діодів, а витік другого транзистора під'єднано до анода другого діода, катода четвертого діода та через послідовне з'єднання другого конденсатора та другого дроселя підключено до першої точки паралельного з'єднання третього конденсатора і розрядної лампи, який відрізняється тим, що стік першого транзистора під'єднано до витоку другого транзистора, стік другого транзистора зв'язано з плюсом випрямляча та катодом першого діода, який своїм анодом зв'язаний з катодом другого діода та другою точкою паралельного з'єднання третього конденсатора і розрядної лампи.

Корисна модель відноситься до електротехнічної та світлотехнічної галузей.

Відомий пристрій [див. Т.І. Рибаріч, J.J. Ribařich. "A New Procedure for High-Frequency Electronic Ballast Design". //IEEE IAS Annual Meeting'98, 1998рр. 2038-2043], який призначений для перетворення енергії змінного струму промислової частоти в енергію високочастотного змінного струму для живлення і керування потужністю розрядних джерел світла. Він містить два високочастотні перетворювальні каскади (активний коректор коефіцієнта потужності та високочастотний інвертор), мостовий випрямляч, згладжу вальний фільтр та блок керування.

Даному пристрою притаманні такі недоліки: перетворення енергії здійснюється двома послідовно ввімкненими каскадами, а саме, активним коректором коефіцієнта потужності та інвертором. Наявність окремого каскада активного коректора коефіцієнта потужності зменшує надійність його роботи, обумовлює підвищену складність, вартість та масогабаритні показники пристрою. Крім того процес перетворення енергії двома каскадами зменшує коефіцієнт корисної дії пристрою в порівнянні з однокаскадними пристроями.

Найбільш близьким до пропонованого є однокаскадний електронний баласт, [див. Деклараційний патент України на корисну модель №17388, Бюл. №9, 2006р.], що містить перший та другий транзистори, затвори яких відповідно зв'язані з

виходами блока керування, перший та другий діоди, фільтр, послідовно ввімкнений з випрямлячем, мінус якого підключений до анода третього діода та через перший дросель - до витоку першого транзистора, анода четвертого діода, першого виводу першого конденсатора, який другим виводом під'єднано до катодів другого і третього діодів, а витік другого транзистора під'єднано до анода другого діода, катода четвертого діода та через послідовне з'єднання другого конденсатора та другого дроселя підключено до першої точки паралельного з'єднання третього конденсатора і розрядної лампи.

Проте прототип має недолік, пов'язаний із зростанням напруги на накопичувальному конденсаторі (тобто, зростанням напруги живлення баласта) при погасанні розрядної лампи або чи при її від'єднанні від баласта. Це обумовлено із властивостями підвищувально-понижувального перетворювача напруги, який використовується в ролі коректора коефіцієнта потужності. При цьому порушується баланс між середньою потужністю, яка відбирається від мережі, і середньою потужністю, споживаною комплектом баласт - розрядна лампа, відновлення якого призводить до зростання напруги на накопичувальному конденсаторі аж до виходу баласта із ладу. Для забезпечення робоздатності такого баласта він потребує або додаткового пристрою обмеження напруги на накопичувальному конденсаторі, або системи стабі-

UA (13)

34964 (11)

UA (19)

лізації вказаної напруги. А це ускладнює технічну реалізацію баласта і зменшує надійність його роботи.

В основу корисної моделі поставлено задачу спрощення технічної реалізації та підвищення надійності роботи однокаскадного електронного баласта, що містить перший та другий транзистори, затвори яких відповідно зв'язані з виходами блока керування, перший та другий діоди, фільтр, послідовно ввімкнений з випрямлячем, мінус якого підключений до анода третього діода та через перший дросель - до витока першого транзистора, анода четвертого діода, першого вивода першого конденсатора, який другим виводом під'єднано до катодів другого і третього діодів, а витік другого транзистора під'єднано до анода другого діода, катода четвертого діода та через послідовне з'єднання другого конденсатора та другого дроселя підключено до першої точки паралельного з'єднання третього конденсатора і розрядної лампи, причому стік першого транзистора під'єднано до витока другого транзистора, стік другого транзистора зв'язано з плюсом випрямляча та катодом першого діода, який своїм анодом зв'язаний з катодом другого діода та другою точкою паралельного з'єднання третього конденсатора і розрядної лампи.

На Фіг.1 наведено електричну схему однокаскадного електронного баласта.

На Фіг.2 наведено часові діаграми його роботи, а саме:

- осцилограми керуючих напруг між затворами і витоками першого та другого транзисторів 8 і 9, які формуються блоком керування 15 (відповідно  $U_{зв1}$  і  $U_{зв2}$ );

- осцилограми напруги  $u$  в точці з'єднання другого конденсатора 11 та другого дроселя 13, її першої гармоніки  $u_1$  та першої гармоніки струму  $i_{L2}$  другого дроселя 13.

- осцилограма струму  $i_{L1}$  першого дроселя 3.

На Фіг.3 наведено часові діаграми напруги  $u_B(t)$  на виході випрямляча 2, напруги  $U_0$  на першому конденсаторі 10 та струму  $i_c(t)$ , споживаного від мережі.

Однокаскадний електронний баласт складається з фільтра 1, випрямляча 2, першого дроселя 3, першого, другого, третього та четвертого діодів 4, 5, 6, 7, першого та другого транзисторів 8 та 9, першого, другого і третього конденсаторів 10, 11 і 12, другого дроселя 13, розрядної лампи 14 та блока керування 15. Затвори першого і другого транзисторів 8 і 9 відповідно зв'язані з виходами блока керування 15. Фільтр 1 послідовно ввімкнений з випрямлячем 2, мінус якого підключений до анода третього діода 6 та через перший дросель 3 - до витоку першого транзистора 8, анода четвертого діода 7, першого виводу першого конденсатора 10, який другим виводом під'єднано до катодів другого і третього діодів 5 і 6, а витік другого транзистора 9 під'єднано до анода другого діода 5, катода четвертого діода 7 та через послідовне з'єднання другого конденсатора 11 та другого дроселя 13 підключено до першої точки паралельного з'єднання третього конденсатора 12 і розрядної лампи 14, а стік першого транзистора 8 під'єднано

до витоку другого транзистора 9, стік другого транзистора 9 зв'язано з плюсом випрямляча 2 та катодом першого діода 4, який своїм анодом зв'язаний з катодом другого діода 5 та другою точкою паралельного з'єднання третього конденсатора 12 і розрядної лампи 14.

Однокаскадний електронний баласт містить три функціональні вузли, об'єднані в один каскад: 1) напівмостовий інвертор, утворений першим і другим транзисторами 8 і 9, першим, другим і четвертим діодами 4, 5 і 7; 2) резонансний контур, утворений роздільним другим конденсатором 11, другим дроселем 13 та третім конденсатором 12, навантаженим розрядною лампою 14; 3) високочастотний понижувальний перетворювач напруги, утворений другим транзистором 9, першим дроселем 3, третім діодом 6 та першим конденсатором 10. Роботою апарата керує блок керування 15, а живлення апарата здійснюється від мережі промислової частоти через фільтр 1 і випрямляч 2. Живлення інвертора здійснюється від напруги на накопичувальному першому конденсаторі 10.

Принцип роботи однокаскадного електронного баласту полягає в формуванні напівмостовим інвертором високочастотних прямокутних імпульсів напруги, які подаються на резонансний контур, навантажений розрядною лампою, який виділяє першу гармоніку цих імпульсів. Для формування струму, споживаного від мережі, який задовольняє параметри якості споживаної електроенергії, використовується понижувальний перетворювач напруги, що працює в режимі переривчастого струму дроселя.

Однокаскадний електронний баласт працює наступним чином.

Напівмостовий інвертор через роздільний другий конденсатор 11 під дією керуючих імпульсів  $U_{зв1}$  і  $U_{зв2}$  (Фіг.2) блока керування 15 подає прямокутні високочастотні імпульси  $u$  напруги типу меандр на резонансний контур, який виділяє першу гармоніку цих імпульсів, забезпечуючи живлення розрядної лампи 14 високочастотним струмом, наближеним за формою до синусоїдного. Амплітуда прямокутних імпульсів складає половину напруги на накопичувальному першому конденсаторі 10. Для забезпечення малих комутаційних втрат в транзисторах робоча частота повторення імпульсів  $u$  є дещо вищою за резонансну частоту резонансного контуру, що забезпечує комутацію транзисторів при нульовій напрузі на них.

Впродовж кожного періоду  $T$  комутації однокаскадний електронний баласт має сім топологічних станів, які змінюють один одного на часових інтервалах  $(t_0 \div t_1) \div (t_6 \div t_7)$ , що вказані на Фіг.2.

Перший стан відповідає інтервалу  $(t_0 \div t_1)$ , впродовж якого перший і другий транзистори 8 і 9 перебувають в закритому стані. Струм першого дроселя 3 дорівнює нулю або ж зменшується, досягаючи нуля, на цьому інтервалі (в залежності від миттєвого значення напруги мережі і параметрів дроселя). Струм другого дроселя 13 є від'ємним і зменшується за майже синусоїдним законом, протікаючи через другий конденсатор 11, другий діод 5 та паралельне з'єднання третього конденсатора 12 і розрядної лампи 14.

Другий стан відповідає часовому інтервалу  $(t_1 \div t_2)$ . В момент  $t_1$  відкривається другий транзистор 9 і від випрямляча 2 починає протікати струм через другий транзистор 9, другий діод 5, перший конденсатор 10 і перший дросель 3. Швидкість майже лінійного наростання струму  $i_{L1}$  першого дроселя 3 визначається його індуктивністю та різницею між миттєвою напругою випрямляча 2 і напругою першого конденсатора 10. В першому дроселі 3 нагромаджується енергія. Струм  $i_{L2}$  другого дроселя 13 протікає по тому ж колу що і в першому стані, зменшується, досягає нуля і, змінивши свій напрям, починає зростати. Другий стан завершується в момент  $t_2$ , коли струм  $i_{L2}$  другого дроселя 13 зрівнюється із струмом  $i_{L1}$  першого дроселя 3. При цьому другий діод 5 закривається.

Третій стан відповідає часовому інтервалу  $(t_2 \div t_3)$ . Впродовж цього стану струм другого дроселя 13 переважає струм першого дроселя 3, тому перший діод 4 є відкритим. Струм першого дроселя 3 протікає від випрямляча 2 через перший діод 4, перший конденсатор 10 і перший дросель 3. Струм другого дроселя 13 протікає через паралельне з'єднання третього конденсатора 12 і розрядної лампи 14, відкритий перший діод 4, другий транзистор 9, другий конденсатор 11. На цьому інтервалі струм  $i_{L2}$  другого дроселя зростає, досягає амплітудного значення і починає зменшуватись. В момент часу  $t_3$  цей струм зрівнюється із майже лінійно зростаючим струмом  $i_{L1}$  першого дроселя 3. На цьому третій стан завершується.

Топологічний стан на часовому інтервалі  $(t_3 \div t_4)$  такий самий, як другий стан на інтервалі  $(t_1 \div t_2)$ .

Четвертий стан відповідає часовому інтервалу  $(t_4 \div t_5)$ . На цьому інтервалі перший і другий транзистори 8 і 9 є закритими. Струм першого дроселя 3 починає зменшуватись за майже лінійним законом, протікаючи через відкритий третій діод 6, перший конденсатор 10 і віддаючи накопичену енергію в перший конденсатор 10. Струм другого дроселя 13 протікає через паралельне з'єднання третього конденсатора 12 і розрядної лампи 14, перший конденсатор 10, четвертий діод 7 і другий конденсатор 11.

П'ятий стан відповідає часовому інтервалу  $(t_5 \div t_6)$ . В момент  $t_5$  відкривається перший транзистор 8. Струми першого і другого дроселів 3 і 13 протікають по колах як і в четвертому стані. В момент  $t_6$  струм другого дроселя 13 досягає нуля, завершуючи п'ятий стан.

Шостий стан відповідає часовому інтервалу  $(t_6 \div t_7)$ . Струм другого дроселя 13, змінивши свій напрям, протікає через другий конденсатор 11,

перший транзистор 8, перший конденсатор 10, паралельне з'єднання третього конденсатора 12 і розрядної лампи 14. Струм першого дроселя 3 протікає так само як в четвертому і п'ятому станах і в момент  $t_7$  досягає нуля, завершуючи шостий стан.

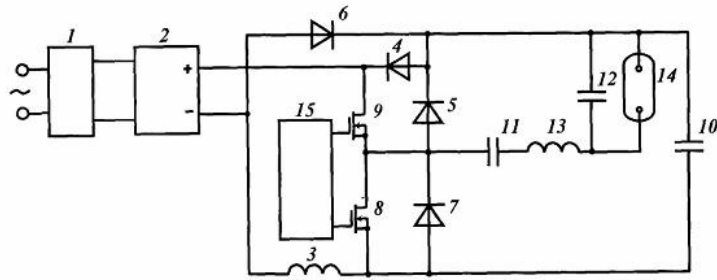
Сьомий стан відповідає часовому інтервалу  $(t_7 \div t_8)$ . Струм першого дроселя 3 дорівнює нулю. Струм другого дроселя 13 протікає так само як в шостому стані.

Описана робота однокаскадного електронного баласта має місце при умові, що миттєве значення напруги  $u_b(t)$  випрямляча є більшим за напругу  $U_0$  накопичувального першого конденсатора 10 ( $u_b(t) > U_0$ ). Якщо ж  $u_b(t) < U_0$ , то третій діод 6 буде закритим, і тоді енергія, накопичена в першому конденсаторі 10, буде передаватись в розрядну лампу 14 через напівмостовий інвертор.

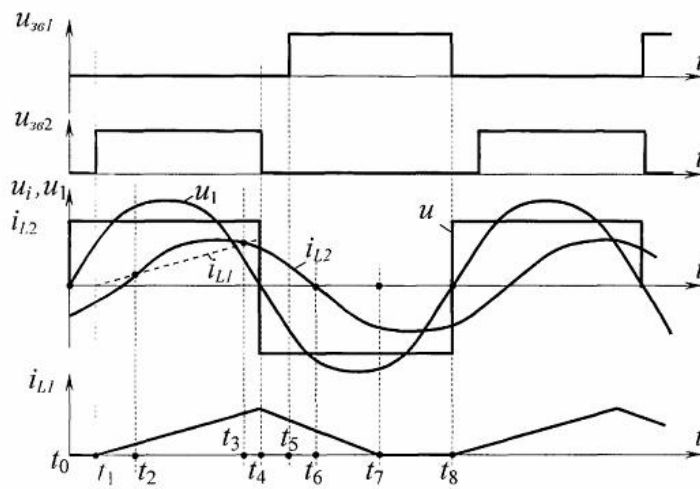
Таким чином, при  $u_b(t) > U_0$  в першому дроселі 3 відбувається дозоване накопичення енергії на часових інтервалах  $(t_1 \div t_2)$ ,  $(t_2 \div t_3)$  і  $(t_3 \div t_4)$ , загальна тривалість яких дорівнює тривалості імпульса керування  $u_{зв2}$ , який прикладається між затвором і витоком другого транзистора 9. На часовому інтервалі  $(t_4 \div t_7)$  відбувається передача цієї енергії в перший конденсатор 10 через зворотний третій діод 6. Значення дози енергії залежить від різниці між миттєвою напругою  $u_b(t)$  випрямляча 2 і напругою  $U_0$  першого конденсатора 10. В зв'язку з тим, що частота комутації є значно вищою за частоту промислової мережі, можна вважати, що впродовж періоду високочастотної комутації напруга мережі є практично незмінною. Тому струм мережі при  $u_b(t) > U_0$ , усереднений фільтром 1, повторює форму напруги мережі та дорівнює нулю при  $u_b(t) < U_0$ . Чим менша напруга  $U_0$  живлення інвертора, тим ближчою до синусоїди буде форма струму мережі (див. Фіг.3).

При від'єднанні розрядної лампи 14, її виході з ладу чи при її погасанні напруга на накопичувальному першому конденсаторі 10 не може перевищити амплітудне значення напруги мережі, тобто є обмеженою, в силу властивостей понижувального перетворювача постійної напруги, тому відпадає необхідність в додатковому пристрої обмеження напруги або ж її стабілізації.

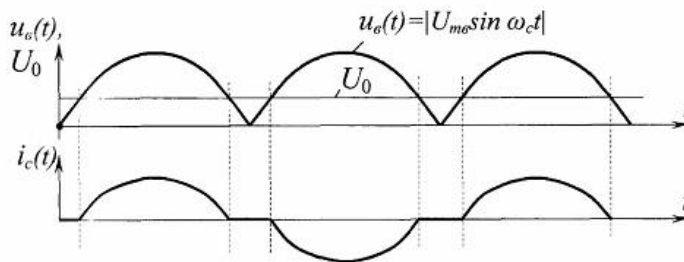
Таким чином, в пропонованому однокаскадному електронному баласті завдяки використанню понижувального перетворювача постійної напруги як коректора форми споживаного струму мережі досягнуто спрощення технічної реалізації електронного баласту та підвищення надійності його роботи.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3