

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **227999**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **412711**

(51) Int.Cl.
H02M 3/07 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **15.06.2015**

(54) **Przekształtnik rezonansowy DC-DC o przełączanych kondensatorach**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
19.12.2016 BUP 26/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.02.2018 WUP 02/18

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ROBERT STALA, Kraków, PL
STANISŁAW PIRÓG, Kraków, PL
ADAM KAWA, Częstochowa, PL
ZBIGNIEW WARADZYN, Kraków, PL
ANDRZEJ MONDZIK, Skarżysko Kościelne, PL
ADAM PENCZEK, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Małgorzata Geissler

PL 227999 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przekształtnik rezonansowy DC-DC przełączanych kondensatorach przeznaczony do przekształcania energii ze źródła o napięciu i prądzie stałym na energię o napięciu i prądzie stałym. Jest projektowany dla szerokiego zakresu obciążeń.

Z opisu EP0257810A2 znany jest układ DC-DC w topologii powielacza napięcia złożony z kondensatorów i łączników. W układzie można wyróżnić stopnie, przy czym każdy stopień układu wykorzystuje cztery łączniki i jeden kondensator. Kondensatory ładowane są ze źródła przez załączenie odpowiednich łączników i mogą następnie zostać dołączone do wyjścia układu.

Znany jest też, ze zgłoszenia patentowego PL410866, układ rezonansowego przetwornika DC-DC składający się z szeregu komórek zawierających kondensatory oraz łączniki sterowalne w gałęzi kondensatora oraz łącznik sterowalny na połączeniu pomiędzy komórkami. Ponadto układ zawiera na wejściu element indukcyjny i łącznik, a na wyjściu kondensator i łącznik. Łączniki umożliwiają równoległe lub szeregowo łączenie komórek.

Ogólnie znane są rozwiązania układów o przełączanych kondensatorach, gdzie przy ładowaniu kondensatorów połączonych szeregowo przez łączniki półprzewodnikowe w sposób szeregowy prąd płynie przez większą ilość łączników półprzewodnikowych niż liczba przełączanych kondensatorów.

Przekształtnik rezonansowy DC-DC o przełączanych kondensatorach, według wynalazku, składa się z gałęzi, z których każda zawiera szeregowo połączony górny łącznik, kondensator przełączany i dolny łącznik. Górne łączniki są przyłączone do dodatniego bieguna zasilania, a dolne łączniki do ujemnego bieguna zasilania. Przekształtnik pomiędzy dodatnim biegunem zasilania a węzłem między kondensatorem przełączanym i dolnym łącznikiem w pierwszej gałęzi ma włączony łącznik wejściowy. Pomiędzy węzłem między górnym łącznikiem i kondensatorem przełączanym w ostatniej gałęzi, a dodatnim biegunem zasilania ma włączony łącznik wyjściowy. Za łącznikiem wyjściowym, pomiędzy nim a ujemnym biegunem zasilania włączony jest kondensator wyjściowy. Istotą rozwiązania jest to, że ma połączenie bezpośrednie galwaniczne węzła pomiędzy górnym łącznikiem i kondensatorem przełączanym w jednej gałęzi z węzłem pomiędzy kondensatorem i dolnym łącznikiem kolejnej gałęzi.

Korzystne jest gdy równoległe do kondensatorów przełączanych dołączone są diody skierowane katodą do węzła między kondensatorem przełączanym i łącznikiem górnym.

Korzystnym jest gdy szeregowo z łącznikiem wejściowym, włączony jest dławik wejściowy drugi.

Przekształtnik, według wynalazku, umożliwia przekształcanie energii przez ładowanie i rozładowanie kondensatorów w obwodzie konfigurowanym przez sterowalne łączniki półprzewodnikowe. W fazie ładowania kondensatorów przełączanych prąd płynie tylko przez łączniki znajdujące się w ich gałęziach, natomiast w fazie rozładowania prąd płynie tylko przez dwa łączniki półprzewodnikowe, przez łącznik na wejściu i łącznik na wyjściu przekształtnika, niezależnie od ilości gałęzi.

W przekształtniku mogą być stosowane łączniki półprzewodnikowe jednokierunkowe takie, jak tyrystor, odpowiedni element tranzystorowy lub tranzystorowo diodowy. Dzięki temu przekształtnik, zwłaszcza przy dużej liczbie gałęzi, wymaga zastosowania wyraźnie mniejszej ilości elementów półprzewodnikowych.

Przekształtnik rezonansowy DC-DC o przełączanych kondensatorach pokazano w przykładowym rozwiązaniu na rysunku będącym schematem układu. Na fig. 1 pokazano schemat przekształtnika, na fig. 2 zaznaczono linią przerywaną obwód przepływu prądu w czasie ładowania kondensatorów w gałęziach, a na fig. 3 obwód ładowania kondensatora wyjściowego.

Przykład 1

Przekształtnik rezonansowy DC-DC o przełączanych kondensatorach, składa się z gałęzi, z których każda zawiera szeregowo połączony górny łącznik 2, kondensator przełączany 1 i dolny łącznik 3. Górne łączniki 2 są przyłączone poprzez dławik wejściowy pierwszy 8 do dodatniego bieguna zasilania, a dolne łączniki 3 do ujemnego bieguna zasilania. Przekształtnik pomiędzy dodatnim biegunem zasilania a węzłem między kondensatorem przełączanym 1 i dolnym łącznikiem 3 w pierwszej gałęzi ma włączony szeregowo dławik wejściowy drugi 9 i łącznik wejściowy 4. Pomiędzy węzłem między górnym łącznikiem 2 i kondensatorem przełączanym 1 w ostatniej gałęzi, a dodatnim biegunem zasilania ma włączony łącznik wyjściowy 5. Za łącznikiem wyjściowym, pomiędzy nim a ujemnym biegunem zasilania włączony jest kondensator wyjściowy 6. Przekształtnik ma połączenie bezpośrednie galwaniczne węzła pomiędzy górnym łącznikiem 2 i kondensatorem przełączanym 1 w jednej gałęzi z węzłem pomiędzy kondensatorem przełączanym 1 i dolnym łącznikiem 3 kolejnej gałęzi.

Przykład 2

W przykładzie tym dodatkowo do kondensatorów przełączanych 1 dołączone są równolegle diody 7 skierowane katodą do węzła między tym kondensatorem i łącznikiem górnym 2.

W przedstawionym przekształtniku kondensatory przełączane 1 w gałęziach są ładowane ze źródła dołączonego do wejścia układu U_s przez dławik 8 po załączeniu półprzewodnikowych łączników sterowalnych górnych 2 i łączników dolnych 3. W podstawowej wersji sterowania w danej chwili czasu załączone są łączniki górne 2 i dolne 3 wyłącznie w pojedynczej gałęzi, czyli kondensatory przełączane 1 ładowane są nie równocześnie. Możliwe są jednak inne metody sterowania proponowanym układem. Po naładowaniu kondensatorów przełączanych 1, z opóźnieniem wymaganym dla zastosowanych elementów półprzewodnikowych, załączany jest półprzewodnikowy łącznik wejściowy 4 i łącznik wyjściowy 5. Powoduje to oscylacyjne rozładowanie połączonych wówczas szeregowo kondensatorów przełączanych 1 w obwodzie, w którym razem z kondensatorami przełączanymi 1 połączone szeregowo są: źródło napięcia wejściowego U_s , łącznik wejściowy 4, łącznik wyjściowy 5 i kondensator wyjściowy 6 oraz dławik wejściowy pierwszy 8 i dławik wejściowy drugi 9 zmniejszający amplitudę prądu podczas rozładowania kondensatorów. Jest to istotne z punktu widzenia filtracji prądu źródła zasilającego przekształtnik. Napięcie wyjściowe U_d na kondensatorze wyjściowym 6 może w takim n-komórkowym układzie osiągać wartość: $U_d = U_s (1+n)$.

W opisanym, przykładowym przekształtniku o mocy ok. 500 W dla $n=4$ gałęzie, przy napięciu wejściowym 100V uzyskuje się na wyjściu przekształtnika 500 V. W układzie zastosowano

- wszystkie łączniki to tyrystory z szybkim wyłączaniem i przewodzeniem jednokierunkowym,
- kondensatory przełączane o pojemności kilku mikrofaradów, foliowe, polipropylenowe,
- kondensator wyjściowy o pojemności kilkuset mikrofaradów elektrolityczny lub uzyskany przez połączenie równoległe elementów elektrolitycznych lub foliowych,
- dławiki o indukcyjności kilkuset mikrohenrów,
- diody szybkie VS-ETL1506FP-M3.

Wykaz oznaczeń

- U_s – napięcie wejściowe
- U_d – napięcie wyjściowe
- + – dodatni biegun zasilania
- – ujemny biegun zasilania
- 1 – kondensator przełączany
- 2 – łącznik górny
- 3 – łącznik dolny
- 4 – łącznik wejściowy
- 5 – łącznik wyjściowy
- 6 – kondensator wyjściowy
- 7 – dioda
- 8 – dławik wejściowy pierwszy
- 9 – dławik wejściowy drugi

Zastrzeżenia patentowe

1. Przekształtnik rezonansowy DC-DC o przełączanych kondensatorach składający się z gałęzi, z których każda zawiera szeregowo połączony górny łącznik, kondensator przełączany i dolny łącznik, przy czym górne łączniki są przyłączone do dodatniego bieguna zasilania, a dolne łączniki do ujemnego bieguna zasilania, oraz mający pomiędzy dodatnim biegunem zasilania a węzłem między kondensatorem przełączanym i dolnym łącznikiem w pierwszej gałęzi, włączony łącznik wejściowy, natomiast pomiędzy węzłem między górnym łącznikiem i kondensatorem przełączanym, w ostatniej gałęzi, a dodatnim biegunem zasilania mający włączony łącznik wyjściowy, za którym pomiędzy nim a ujemnym biegunem zasilania włączony jest kondensator wyjściowy, **znamienny tym**, że ma połączenie bezpośrednie galwaniczne węzła między górnym łącznikiem (2) i kondensatorem przełączanym (1) jednej gałęzi z węzłem między kondensatorem przełączanym (1) i dolnym łącznikiem (3) kolejnej gałęzi.

2. Przekształtnik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że równolegle do kondensatorów przełączanych (1) dołączone są diody (7) skierowane katodą do węzła między kondensatorem przełączanym (1) i łącznikiem górnym (2).
3. Przekształtnik, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szeregowo z łącznikiem wejściowym (4) włączony jest dławik wejściowy drugi (9).

Rysunki

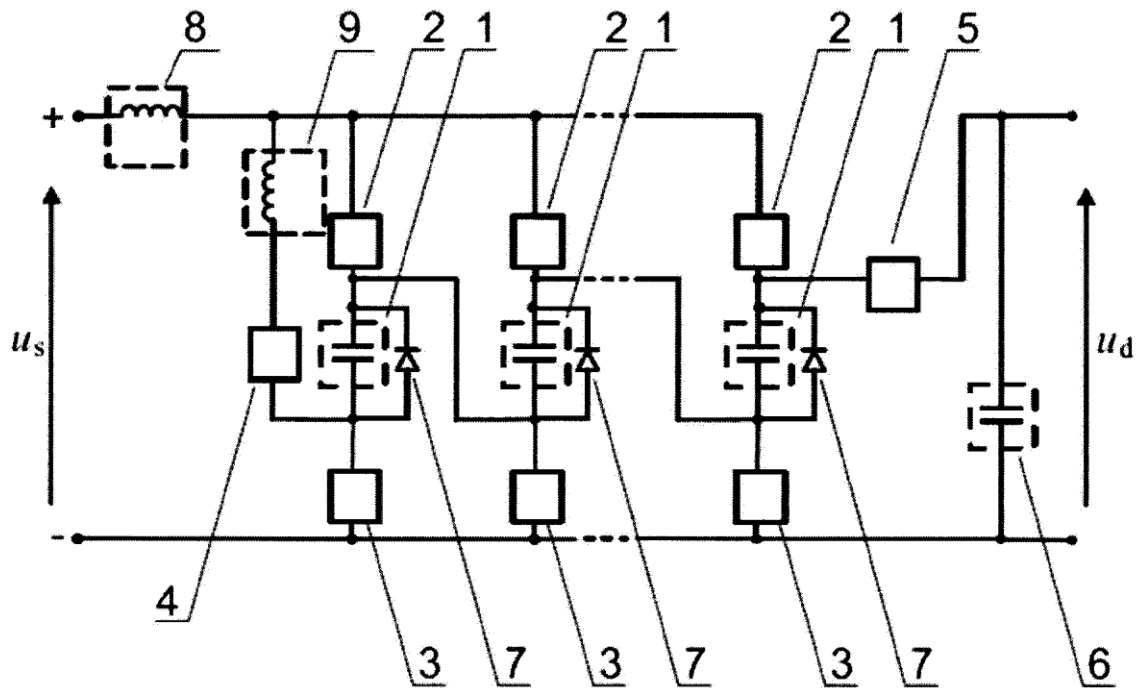


Fig. 1

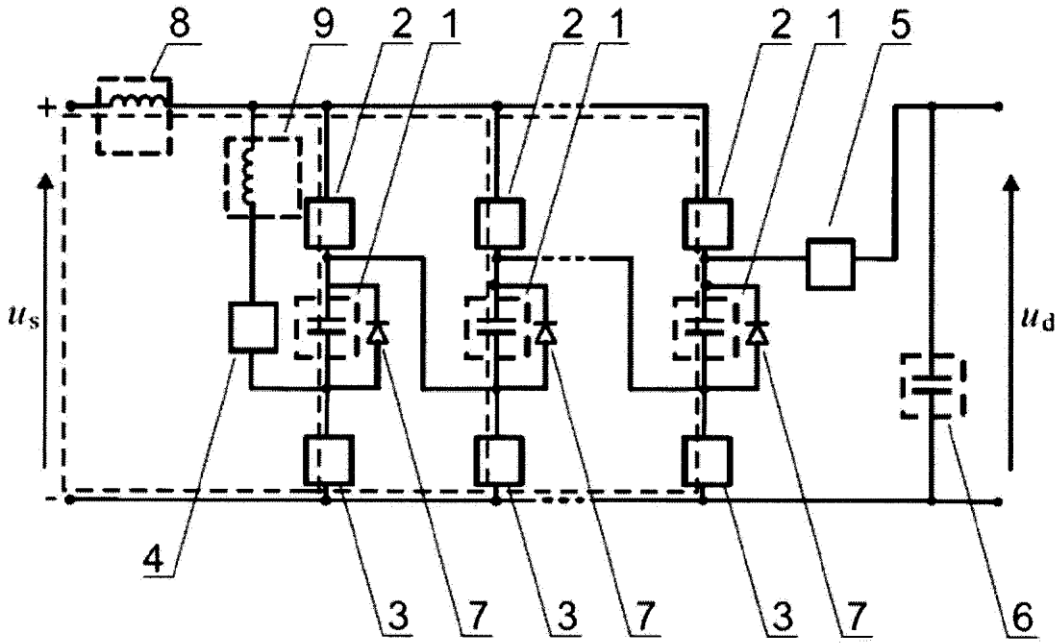


Fig. 2

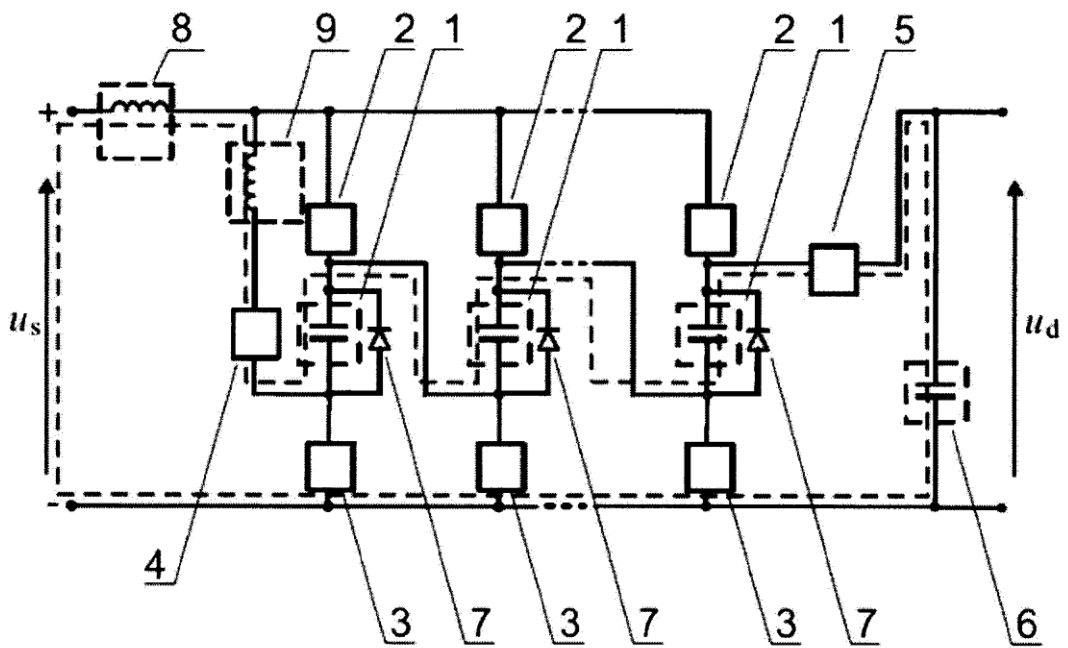


Fig. 3

