

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **228000**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **412712**

(51) Int.Cl.

**H02M 3/07 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **15.06.2015**

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

(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 228000 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przekształtnik rezonansowy DC-DC o przełączanych kondensatorach przeznaczony do przekształcania energii ze źródła o napięciu i prądzie stałym na energię o napięciu i prądzie stałym 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 mogą następnie zostać dołączone do wyjścia układu.

Znany jest też, ze zgłoszenia patentowego PL410866, układ rezonansowego przekształtnika DC-DC składający się z szeregu komórek zawierających kondensatory oraz łączniki sterowalne w gałęzi kondensatora oraz łącznik sterowalny w 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.

Znane są rozwiązania układu o przełączanych kondensatorach, gdzie przy rozładowaniu przełączanych kondensatorów prąd płynie przez większą ilość łączników półprzewodnikowych niż liczba przełączanych kondensatorów, a także rozwiązania, gdzie kondensatory w komórkach nie mogą być ładowane równocześnie z kondensatorami w innych komórkach układu.

Przekształtnik rezonansowy DC-DC o przełączanych kondensatorach o podwyższonej sprawności, według wynalazku, składa się z połączonych komórek zawierających przełączane kondensatory oraz łączniki umożliwiające łączenie komórek szeregowo lub równoległe ze źródłem. Istotą jest układ, w którym każdą komórkę stanowią, włączone pomiędzy dodatni i ujemny biegun zasilania, dwie gałęzie, z których gałąź lewa zawiera połączone szeregowo łącznik pierwszy górny, kondensator przełączany pierwszy i łącznik pierwszy dolny, a gałąź prawa łącznik drugi górny, kondensator przełączany drugi i łącznik drugi dolny. Gałęzie łączą się w węźle wspólnym utworzonym między łącznikiem pierwszym górnym i górną okładką kondensatora przełączanego pierwszego, a dolną okładką kondensatora przełączanego drugiego i łącznikiem drugim dolnym. Wejście każdej komórki stanowi węzeł lewej gałęzi między dolną okładką kondensatora przełączanego pierwszego i łącznikiem pierwszym dolnym. Wyjście jest wyprowadzone z węzła prawej gałęzi między łącznikiem drugim górnym i górną okładką kondensatora przełączanego drugiego. Wyjścia i wejścia komórek połączone są przez łączniki rozładowania. Łączniki w komórkach są łącznikami ładowania. Ponadto zasilanie od strony dodatniej doprowadzone jest przez dławik zasilania. Na wejściu pierwszej komórki szeregowo włączony jest dławik wejściowy i łącznik wejściowy, a na wyjściu ostatniej komórki, przed kondensatorem wyjściowym, włączony jest łącznik wyjściowy.

Korzystnie jest jeśli w każdej komórce kondensator przełączany pierwszy i kondensator przełączany drugi zbocznikowane są, odpowiednio, diodą pierwszą i diodą drugą. Diody te skierowane są katodami do górnych okładek swoich kondensatorów

Przekształtnik posiada układ elementów półprzewodnikowych oraz pasywnych, który umożliwia przekształcanie energii przez ładowanie i rozładowanie kondensatorów w obwodzie konfigurowanym przez łączniki półprzewodnikowe. Złożony jest z wielu komórek, gdzie w fazie ładowania kondensatorów prąd płynie przez dwa łączniki górny i dolny i przełączany kondensator danej komórki, a w fazie rozładowania prąd płynie przez szeregowo połączone kondensatory w danej komórce, która wraz z innymi komórkami tworzy obwód szeregowo połączony ze źródłem i obwodem wyjściowym.

W przekształtniku, który jest przedmiotem patentu, komórki mogą realizować ładowanie kondensatorów równocześnie z innymi komórkami, co zapewnia dużą częstotliwość pracy układu, a w cyklu rozładowania kondensatorów wykorzystuje się pary połączonych szeregowo kondensatorów, co zmniejsza liczbę niezbędnych elementów półprzewodnikowych w układzie oraz zmniejsza straty przewodzenia.

Przekształtnik rezonansowy DC-DC pokazano w przykładowym rozwiązaniu na rysunku. Na fig. 1 pokazano układ przekształtnika składającego się z dwóch połączonych komórek. Na fig. 2 zaznaczono linią przerywaną obwód przepływu prądu w czasie ładowania kondensatorów dolnych, na fig. 3 w czasie ładowania kondensatorów górnych, oraz kondensatora wyjściowego.

W przykładowym przekształtniku każdą komórkę stanowią, włączone pomiędzy dodatni i ujemny biegun zasilania, dwie gałęzie. Gałąź lewa zawiera połączone szeregowo łącznik pierwszy górny S1, kondensator przełączany pierwszy C1 i łącznik pierwszy dolny S3, a gałąź prawa łącznik drugi górny S2, kondensator przełączany drugi C2 i łącznik drugi dolny S4. Gałęzie łączą się w węźle wspólnym.

W utworzonym między łącznikiem pierwszym górnym S1 i górną okładką kondensatora przełączanego pierwszego C1, a dolną okładką kondensatora przełączanego drugiego C2 i łącznikiem drugim dolnym S4. Wejście każdej komórki stanowi węzeł lewej gałęzi WL między dolną okładką kondensatora przełączanego pierwszego C1 i łącznikiem pierwszym dolnym S3. Wyjście jest wyprowadzone z węzła prawej gałęzi WP między łącznikiem drugim górnym S2 i górną okładką kondensatora przełączanego drugiego C2. Wyjścia i wejścia komórek połączone są przez łączniki rozładowania S5. Ponadto zasilanie od strony dodatniej doprowadzone jest przez dławik zasilania L. Na wejściu pierwszej komórki szeregowo włączony jest dławik wejściowy Lwe i łącznik wejściowy S5, a na wyjściu drugiej komórki, przed kondensatorem wyjściowym Cwy, włączony jest łącznik wyjściowy Swy. Kondensator przełączany pierwszy C1 zbocznikowany jest diodą pierwszą D1, a kondensator przełączany drugi C2 diodą drugą D2. Diody te skierowane są katodami do górnych okładek bocznikowanych kondensatorów.

W proponowanym układzie kondensatory umieszczone w komórkach przekształtnika są ładowane ze źródła dołączonego do wejścia układu  $U_s$  przez dławik zasilania L po załączeniu par łączników pierwszego górnego S1 i pierwszego dolnego S3 oraz łącznika drugiego górnego S2 i drugiego dolnego S4. W danej komórce kondensatory ładuje się kolejno, natomiast komórki mogą realizować ładowanie kondensatorów jednocześnie lub kolejno. Przy rozładowywaniu kondensatora przełączanego pierwszego C1 i kondensatora przełączanego drugiego C2 łączniki pierwszy górny S1, drugi górny S2, pierwszy dolny S3, drugi dolny S4 są wyłączone, a załączone są łącznik wejściowy Swe, łącznik wyjściowy Swy i łącznik rozładowania S5, co powoduje oscylacyjne rozładowanie połączonych szeregowo kondensatorów przełączanych C1, C2 w obwodzie, w którym razem z tymi kondensatorami połączone szeregowo są: źródło napięcia wejściowego  $U_s$ , dławik zasilania L, dławik wejściowy Lwe, łącznik rozładowania S5, łącznik wejściowy Swe, łącznik wyjściowy Swy i kondensator wyjściowy Cwy. Diody bocznikujące kondensatory, uniemożliwiają przeładowanie przełączanych kondensatorów na niewłaściwą polaryzację napięcia.

Napięcie wyjściowe  $U_d$  w n-komórkowym przekształtniku może osiągać wartość:  $U_d = U_s (1 + 2n)$ . W opisanych, przykładach o mocy ok. 500 W dla dwóch komórek, przy napięciu wejściowym 100 V uzyskuje się na wyjściu przekształtnika 500 V.

W przykładach 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,
- dławik o indukcyjności kilkuset mikrohenrów,
- diody szybkie VS-ETL1506FP-M3.

#### Wykaz oznaczeń

- $U_s$  – napięcie wejściowe,
- $U_d$  – napięcie wyjściowe,
- + – dodatni biegun,
- – ujemny biegun zasilania,
- C1 – kondensator przełączany pierwszy,
- C2 – kondensator przełączany drugi,
- S1 – łącznik pierwszy górny (ładowania),
- S2 – łącznik drugi górny (ładowania),
- S3 – łącznik pierwszy dolny (ładowania),
- S4 – łącznik drugi dolny (ładowania),
- S5 – łącznik rozładowania,
- D1 – dioda pierwsza,
- D2 – dioda druga,
- L – dławik zasilania,
- Lwe – dławik wejściowy,
- Swe – łącznik wejściowy,
- Swy – łącznik wyjściowy,
- Cwy – kondensator wyjściowy.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Przekształtnik rezonansowy DC-DC o przełączanych kondensatorach podwyższonej sprawności, składający się z połączonych komórek zawierających przełączane kondensatory oraz łączniki umożliwiające łączenie komórek szeregowo lub równoległe ze źródłem i mający łącznik wejściowy oraz kondensator wyjściowy, **znamienny tym**, że każdą komórkę stanowią, włączone pomiędzy dodatni i ujemny biegun zasilania, dwie gałęzie, z których gałąź lewa zawiera połączone szeregowo łącznik pierwszy górny (S1), kondensator przełączany pierwszy (C1) i łącznik pierwszy dolny (S3), a gałąź prawa zawiera łącznik drugi górny (S2), kondensator przełączany drugi (C2) i łącznik drugi dolny (S4), natomiast gałęzie łączą się w węzle wspólnym (W) utworzonym między łącznikiem pierwszym górnym (S1) i górną okładką kondensatora przełączanego pierwszego (C1), a dolną okładką kondensatora przełączanego drugiego (C2) i łącznikiem drugim dolnym (S4), przy czym wejście każdej komórki stanowi węzeł lewej gałęzi (WL) między dolną okładką kondensatora przełączanego pierwszego (C1) łącznikiem pierwszym dolnym (S3), a wyjście jest wyprowadzone z węzła prawej gałęzi (WP) między łącznikiem drugim górnym (S2) i górną okładką kondensatora przełączanego drugiego (C2), zaś wyjścia i wejścia komórek połączone są przez łączniki rozładowania (S5) i ponadto zasilanie od strony dodatniej doprowadzone jest przez dławik zasilania (L), oraz na wejściu pierwszej komórki szeregowo włączony jest dławik wejściowy (Lwe) i łącznik wejściowy (Swe), a na wyjściu ostatniej komórki, przed kondensatorem wyjściowym (Cwy), włączony jest łącznik wyjściowy (Swy).
2. Przekształtnik rezonansowy DC-DC, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w każdej komórce kondensator przełączany pierwszy (C1) zbocznikowany jest diodą pierwszą (D1), a kondensator przełączany drugi (C2) diodą drugą (D2), przy czym diody te skierowane są katodami do górnych okładek kondensatorów.

Rysunki

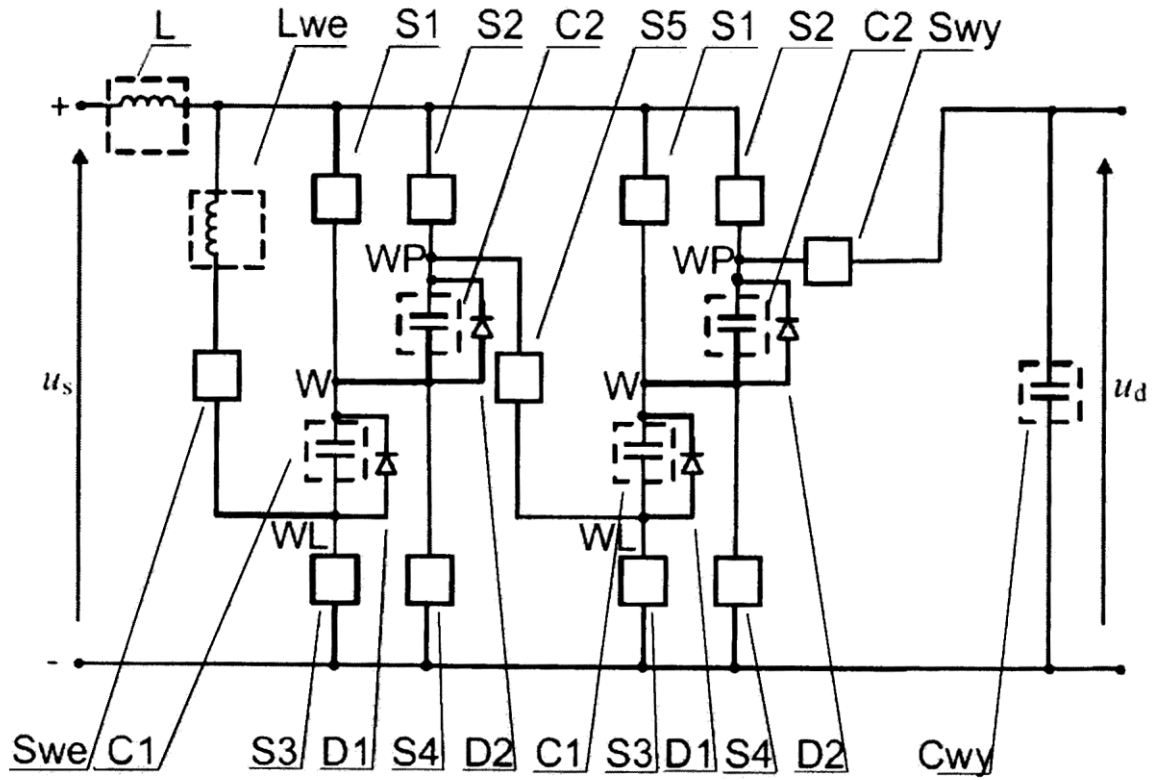


Fig. 1

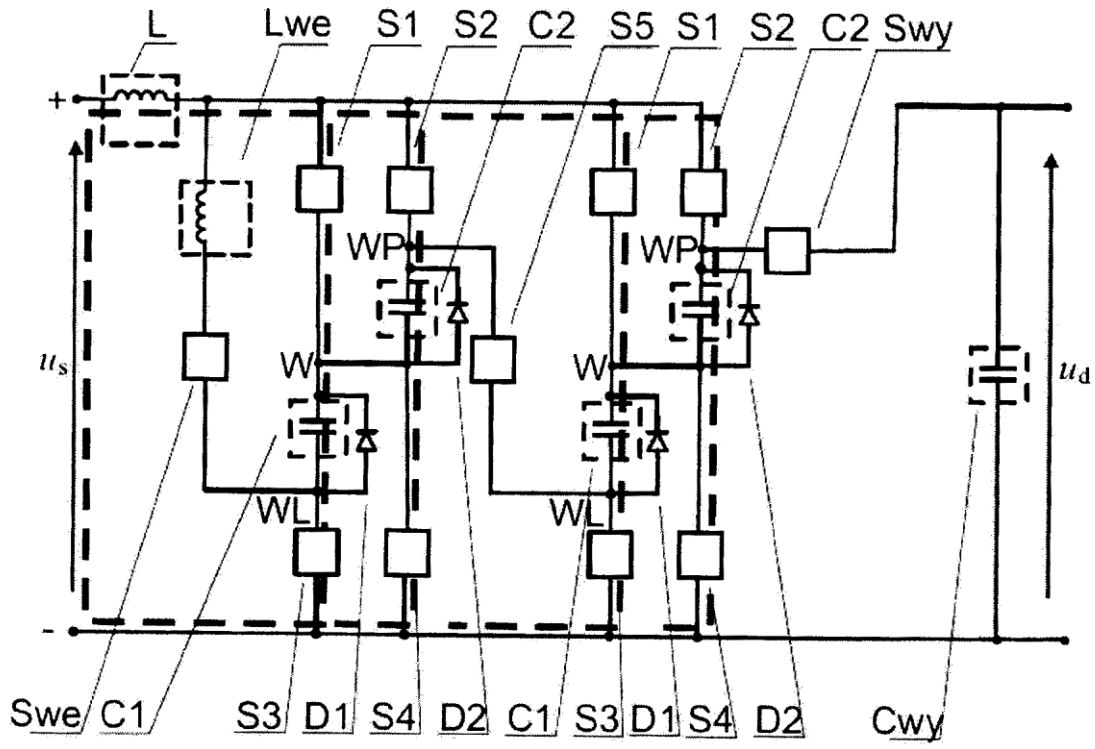


Fig. 2

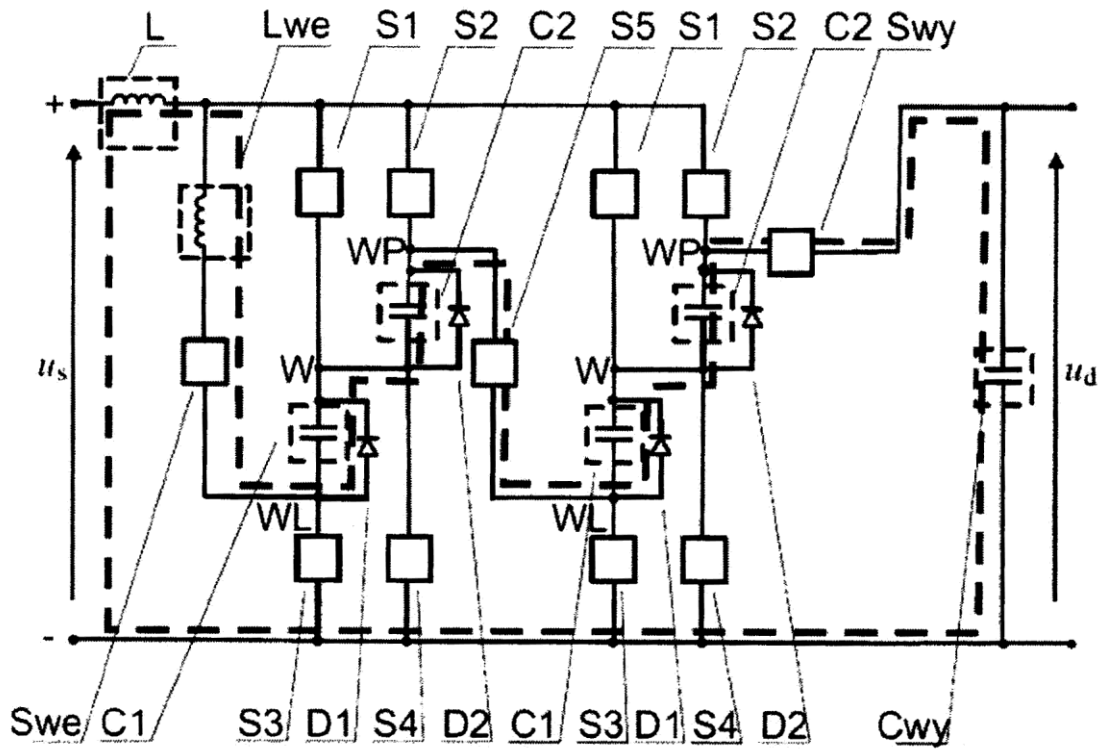


Fig. 3

