

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **227896**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **414989**

(51) Int.Cl.
H02M 3/335 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **27.11.2015**

(54) **Układ trójfazowej przetwornicy rezonansowej z ograniczonym prądem zwarcia**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
05.06.2017 BUP 12/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.01.2018 WUP 01/18

(73) Uprawniony z patentu:
**KOMPA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Biała Podlaska, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
KAMIL KOMPA, Biała Podlaska, PL

PL 227896 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ trójfazowej przetwornicy rezonansowej generującej prąd o ograniczonej wartości w przypadku zwarcia na wyjściu. Prąd zwarcia jest ograniczony przez topologię obwodu mocy, bez konieczności reakcji układu sterującego.

Obecnie, przetwornice rezonansowe są stosowane w różnorodnych układach zasilania prądu stałego. Osiągają wysoką sprawność przetwarzania energii dzięki korzystnym warunkom pracy elementów półprzewodnikowych, mianowicie przełączaniu tranzystorów mocy w warunkach ZV5 (Zero Voltage Switching) oraz ZCS (Zero Current Switching). Ograniczenie prądu wyjściowego przetwornicy w przypadku zwarcia lub małej rezystancji obciążenia jest pożądane w wielu aplikacjach takich jak np. ładowanie baterii, ładowanie kondensatorów lub po prostu zasilanie układów, w których mogą występować zwarcia.

W dotychczasowych rozwiązaniach przetwornic rezonansowych, znane są układy ograniczające prąd zwarcia na wyjściu. Znaną topologią ograniczającą prąd zwarcia jest układ półmostkowy z diodami ograniczającymi napięcie na rozdzielonym kondensatorze rezonansowym (**rysunek 1**). Diody **D1** i **D2** ograniczają maksymalne napięcie na rozdzielonym kondensatorze rezonansowym **Cr**, co skutkuje równocześnie ograniczeniem maksymalnego prądu płynącego w obwodzie. Rozwiązanie takie nie nadaje się jednak do zastosowań dużej mocy ze względu na dużą wartość składowej zmiennej prądu w kondensatorze **Cwe** na wejściu oraz **Cwy** na wyjściu.

W dotychczasowych rozwiązaniach znany jest również układ przetwornicy rezonansowej trójfazowej, który znacznie obniża wartość prądu zmiennego w kondensatorach **Cwe** i **Cwy**, przez co może być stosowany przy dużych mocach (**rysunek 2**). Układ ten nie ogranicza jednak prądu w przypadku zwarcia na wyjściu (przy pracy z pełną mocą, z częstotliwością bliską rezonansowej). Sterowanie prądem wyjściowym jest możliwe poprzez użycie regulacji fazowej lub częstotliwościowej. Jednak reagowanie na nagłe zwarcia wymaga skomplikowanego układu sterowania o odpowiednim czasie reakcji. Ponadto, zarówno sterowanie częstotliwościowe jak i fazowe prowadzi do zwiększonych strat mocy.

Układ według wynalazku (**rysunek 3**) charakteryzuje się połączeniem koncepcji opisanych wyżej rozwiązań w taki sposób, aby zachować właściwości przetwornicy rezonansowej trójfazowej (możliwość stosowania przy dużej mocy dzięki ograniczonej wartości składowej zmiennej prądu w kondensatorach na wejściu i na wyjściu **Cwe** i **Cwy**), jak również uzyskać ograniczony prąd zwarcia dzięki ograniczeniu napięcia na kondensatorach rezonansowych **Cr** dzięki zastosowaniu diod **D1..D6**.

Układ według wynalazku (**rysunek 3**) powstaje poprzez umieszczenie kondensatorów rezonansowych **Cr** przetwornicy trójfazowej pomiędzy uzwojeniem pierwotnym transformatorów a punktem wspólnym łączącym te uzwojenia w gwiazdę oraz zastosowanie diod **D1..D6** ograniczających poziom napięcia na kondensatorach rezonansowych.

W układzie według wynalazku, prąd zwarcia jest ograniczony przez samą topologię obwodu mocy, bez konieczności stosowania regulacji fazowej lub częstotliwościowej i odpowiednio szybkiej reakcji układu sterującego na nagłe zwarcia dla zapewnienia ochrony układu przed zniszczeniem.

Ponadto, w czasie pracy przy zwarcia, gdy przetwornica utrzymuje ograniczony prąd na wyjściu, układ według wynalazku zachowuje niższą częstotliwość pracy i mniejsze straty mocy względem regulacji częstotliwościowej w typowej konstrukcji przetwornicy rezonansowej trójfazowej (przy takim samym prądzie wyjściowym i takiej samej indukcyjności dławików rezonansowych).

Układ według wynalazku zachowuje również mniejsze straty niż przy stosowaniu regulacji fazowej w celu utrzymania ograniczonej wartości prądu zwarcia na wyjściu w typowej przetwornicy rezonansowej trójfazowej. Dzieje się tak, ponieważ układ według wynalazku zachowuje warunki ZVS przełączania tranzystorów mocy w czasie pracy przy zwarcia na wyjściu (nie są zachowane jedynie warunki ZCS). Umożliwia to stosowanie kondensatorów odciążających umieszczonych równolegle do tranzystorów mocy, co istotnie redukuje straty, a nie jest możliwe przy regulacji fazowej w typowym układzie przetwornicy rezonansowej trójfazowej. Również, układ według wynalazku zachowuje symetryczną pracę wszystkich faz podczas pracy ze zwarcia na wyjściu, co nie jest możliwe przy regulacji fazowej w typowej przetwornicy rezonansowej trójfazowej.

Układ według wynalazku może być zbudowany z powielaczem napięcia zamiast prostownika wyjściowego (**rysunek 4**).

Układ według wynalazku może być stosowany z uzwojeniami wtórnymi transformatora połączonymi zarówno w gwiazdę jak i w trójkąt (możliwe jest połączenie uzwojeń transformatora typu Y-Y lub Y-Delta).

W układzie według wynalazku mogą być stosowane dodatkowe dławiki odciążające zapewniające przepływ prądu i warunki przełączania ZVS tranzystorów mocy w przypadku pracy przy braku obciążenia.

W układzie według wynalazku może być stosowane sterowanie częstotliwościowe, fazowe lub polegające na włączaniu i wyłączaniu układu (tzw. Pulse Density Modulation) w celu umożliwienia regulacji poziomu mocy wyjściowej. Nie jest to jednak konieczne dla zachowania ograniczonego prądu w sytuacji zwarcia tak jak w przypadku znanych do tej pory rozwiązań przetwornic rezonansowych trójfazowych. Dla ochrony przetwornicy przed zniszczeniem w sytuacji zwarcia na wyjściu nie jest również konieczna szybka reakcja układu sterującego.

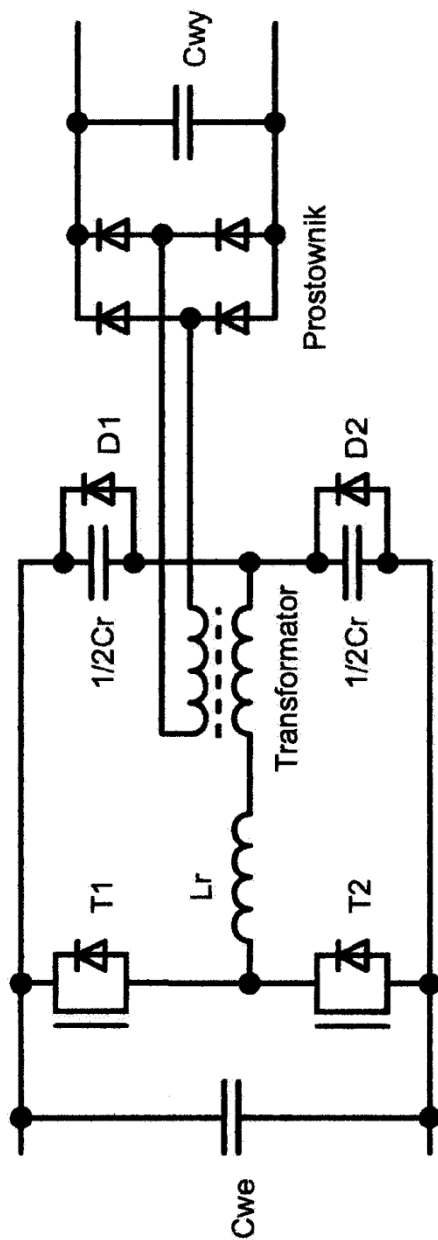
W układzie według wynalazku może być stosowany regulowany zasilacz napięcia stałego zasilającego wejście przetwornicy rezonansowej. W takiej konfiguracji, oprócz regulacji mocy obciążenia za pośrednictwem napięcia zasilającego przetwornicę rezonansową, możliwa jest także regulacja prądu płynącego w czasie zwarcia za pośrednictwem regulacji napięcia zasilającego przetwornicę rezonansową (bez konieczności stosowania regulacji fazowej lub częstotliwościowej w samym układzie rezonansowym). Dzięki temu, przetwornica rezonansowa według wynalazku może stale pracować z częstotliwością bliską rezonansu a prąd zwarciový może być regulowany poprzez napięcie zasilające, co nie jest możliwe w znanych rozwiązaniach przetwornic rezonansowych trójfazowych.

Przy określonym napięciu zasilania układu według wynalazku, wartość ograniczenia prądu płynącego w czasie zwarcia na wyjściu można dobrać poprzez odpowiedni dobór wartości indukcyjności i pojemności rezonansowych.

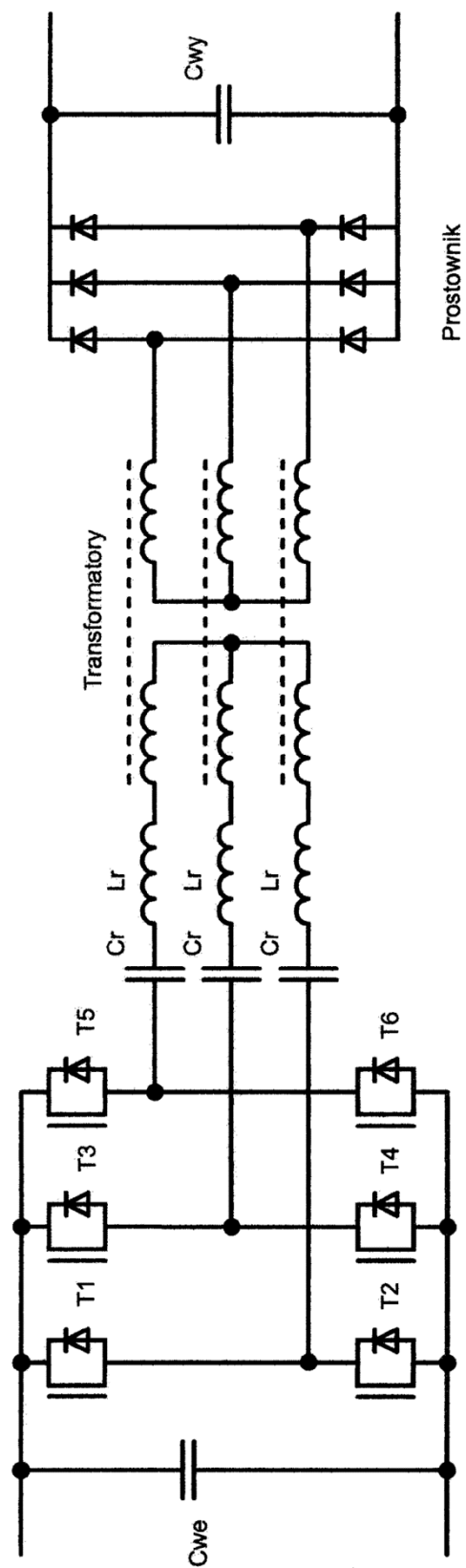
Zastrzeżenia patentowe

1. Układ trójfazowej przetwornicy rezonansowej z ograniczonym prądem zwarcia według wynalazku, **znamienny tym**, że kondensatory rezonansowe znajdują się pomiędzy uzwojeniami pierwotnymi transformatorów i punktem wspólnym łączącym te uzwojenia w gwiazdę, a następnie na kondensatorach rezonansowych jest ograniczone poprzez diody łączące każdy kondensator niezależnie z dodatnim i ujemnym biegunem napięcia stałego zasilającego układ.
2. Układ wg zastrzeżenia 1, w którym zamiast prostownika na wyjściu stosowany jest powielacz napięcia.
3. Układ z zastrzeżenia 1 z dodatkowym filtrem za prostownikiem lub powielaczem napięcia.
4. Układ z zastrzeżenia 1 z dodatkowym sterowaniem mocą wyjściową przez stosowanie regulacji częstotliwościowej fazowej lub przez cykliczne włączanie i wyłączanie układu.
5. Układ z zastrzeżenia 1 wyposażony w regulowany układ napięcia zasilającego DC.
6. Układ z zastrzeżenia 1 z uzwojeniami wtórnymi transformatora połączonymi w gwiazdę lub w trójkąt.
7. Układ z zastrzeżenia 1 z dodatkowymi kondensatorami odciążającymi równoległymi do tranzystorów mocy.
8. Układ z zastrzeżenia 1 wyposażony w dodatkowe dławiki odciążające, zapewniające przepływ prądu i warunki przełączania tranzystorów ZVS (Zero Voltage Switching) przy braku obciążenia.

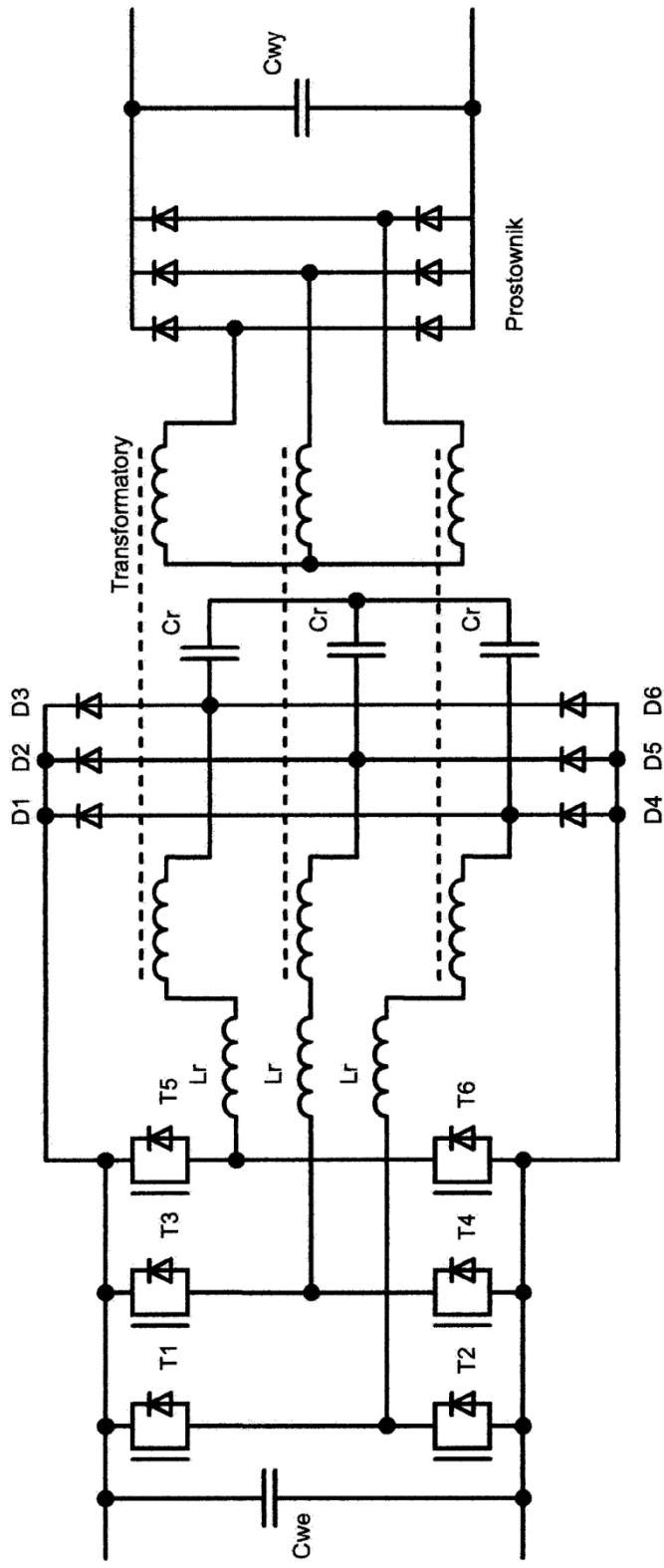
Rysunki



Rysunek 1



Rysunek 2



Rysunek 3

