



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Int. Cl.<sup>3</sup> H02M 5/16

Zgłoszono: 83 02 16 (P. 240637)

Pierwszeństwo \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 83 12 19

Opis patentowy opublikowano: 1986 05 30



**Twórcy wynalazku:** Jerzy Siwiński, Stanisław Sroka

**Uprawniony z patentu tymczasowego:** Biuro Projektów i Kompletacji Dostaw Maszyn  
i Urządzeń Hutniczych „HUTMASZPROJEKT-HAPEKO”,  
Katowice (Polska)

### **Bezpośredni przemiennik częstotliwości**

Przedmiotem wynalazku jest bezpośredni przemiennik częstotliwości zawierający trójfazowy, trójzwojeniowy transformator z uzwojeniami pierwotnymi zasilanymi z sieci trójfazowej.

Znane są przemienniki dudnieniowe, trójpulsowe, w których są trzy jednakowe fazowe zespoły przekształtnikowe, złożone każdy z połączonych w układzie mostkowym sześciu tyrystorów. Do wyłączania prądu, tyrystorów zespołu przekształtnikowego, służą dwa generatory impulsów komutacyjnych, przyłączone poprzez mostki tyrystorowe, bądź diodowy i tyrystorowy, do tyrystorów zespołu. Są różne sposoby sterowania układu. Jeden z nich polega na kontroli kierunku przepływu prądu obciążenia i w oparciu o tę informację wypracowania sygnału sterującego przyłączeniem generatora komutacyjnego do wyłączanego tyrystora. Inny sposób sterowania polega na podawaniu napięcia polaryzującego ujemnie wszystkie tyrystory grupy anodowej i katodowej zespołu przekształtnikowego, wśród nich polaryzowany jest ujemnie i wyłączany tyrystor przewodzący aktualnie prąd. W przemiennikach tych, w obwodach głównych przemiennika, są włączane dławiki ograniczające prąd przeładowania kondensatorów w generatorach komutacyjnych i przedłużające czas ujemnej polaryzacji wyłączanych tyrystorów. Stosowane są tutaj dwa sposoby rozwiązania układu. W jednym z nich, dławiki są włączone w obwód między źródłem zasilającym i zespoły przekształtnikowe, w drugim między zespoły przekształtnikowe i odbiorniki.

Rozwiązane w omawiany sposób przemienniki charakteryzują się wysokim stopniem komplikacji, zarówno obwodów głównych jak i układów sterowania. Ponadto zachodzi potrzeba stosowania ciężkich dławików, ciężkich zwłaszcza wówczas, gdy są włączane w obwód prądu przekształtnikowego.

Znane są również uproszczone układy przemienników z zespołem przekształtnikowym połączonym w układ otwartego trójkąta. Przemienniki te charakteryzują się tym, że dwa fazowe napięcia przekształcone są wypracowywane oddzielnie, napięcie otwartego trójkąta jest sumą tych napięć, dlatego kształt przebiegu napięcia otwartego trójkąta różni się od kształtu przebiegów napięć składowych. Ponadto układ, omawianego przemiennika charakteryzuje się wysokim stopniem komplikacji, zarówno części siłowej jak i części sterującej.

Bezpośredni przemiennik częstotliwości według wynalazku zawierający trójfazowy, trójzwojeniowy transformator z uzwojeniami pierwotnymi zasilanymi z sieci trójfazowej ma początki pierwszego kompletu uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego połączone między sobą i z jednym zaciskiem łącznika zwierającego obciążenie i z jednym zaciskiem obciążenia. Końce uzwojenia drugiego kompletu uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego połączone są między sobą i z drugim zaciskiem wejściowym łącznika zawierającego obciążenie. Koniec uzwojenia pierwszej fazy w pierwszym komplecie uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego połączony jest z pierwszym zestawem dwu tyrystorów zespołu przekształtnikowego, w którym jeden tyrystor jest połączony anodą a drugi katodą do tego uzwojenia oraz ma początek uzwojenia drugiej fazy w drugim komplecie uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego połączony z drugim zestawem dwu tyrystorów zespołu przekształtnikowego, w którym jeden tyrystor jest połączony anodą do uzwojenia a drugi katodą do tego samego uzwojenia. Tyrystory zestawu pierwszego i drugiego połączone z uzwojeniami anodami mają połączenie między sobą, katody i tyrystory połączone z uzwojeniami katodami mają połączenie między sobą, anody. Koniec uzwojenia drugiej fazy w pierwszym komplecie uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego połączony jest z trzecim zestawem dwu tyrystorów zespołu przekształtnikowego. Początek uzwojenia trzeciej fazy w drugim komplecie uzwojeń wtórnych jest połączony z czwartym zestawem dwu tyrystorów zespołu przekształtnikowego. Tyrystory zestawu trzeciego i czwartego połączone są z uzwojeniami oraz między sobą, analogicznie jak tyrystory zespołów pierwszego i drugiego. Koniec uzwojenia trzeciej fazy w pierwszym komplecie uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego połączony jest z piątym zestawem dwu tyrystorów zespołu przekształtnikowego. Początek uzwojenia pierwszej fazy w drugim komplecie uzwojeń wtórnych jest połączony z szóstym zestawem dwu tyrystorów zespołu przekształtnikowego, przy czym tyrystory zespołów piątego i szóstego są połączone z uzwojeniami oraz między sobą, analogicznie jak tyrystory zespołów pierwszego i drugiego. Połączone są także razem anody tyrystorów, zestawów: pierwszego i drugiego, trzeciego i czwartego oraz piątego i szóstego między sobą i z pierwszym zaciskiem dławika komutacyjnego i z anodami tyrystorów pierwszego przełącznika z kondensatorem. Połączone z sobą katody tego łącznika zwarte są z anodami diodowymi mostków komutacyjnych pierwszego i drugiego. Połączone są razem katody tyrystorów zestawów między sobą i z drugim zaciskiem dławika komutacyjnego i z dwoma katodami tyrystorów drugiego przełącznika z kondensatorem, a anody tego łącznika połączone są z kolei z katodami diodowymi mostków komutacyjnych pierwszego i drugiego. Zaciski fazowe tych mostków diodowych połączone są odpowiednio z początkami uzwojeń pierwszego kompletu uzwojeń wtórnych i z końcami drugiego kompletu uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego. Odczep środkowy uzwojenia dławika komutacyjnego połączony jest z trzecim zaciskiem wejściowym łącznika zwierającego obciążenie i z trzecim zaciskiem obciążenia.

Zaletą bezpośredniego przemiennika częstotliwości według wynalazku jest uproszczona w stosunku do znanych przemienników konstrukcja, co zostało uzyskane dzięki mniejszej liczbie zaworów w obwodzie głównym, a to zwiększa pewność działania przemiennika.

Przykład wykonania przemiennika pokazany jest na rysunku, który przedstawia schemat ideowy przemiennika.

Przekształcanie napięcia o jednej częstotliwości na napięcie o innej wymaganej częstotliwości polega w przemienniku według wynalazku na cyklicznych zmianach fazy napięcia zasilającego odbiornik. W przemienniku trójpulsowym napięcie zasilające odbiornik zmienia fazę w każdym takcie pracy przemiennika o  $2/3$  i w ten sposób ma jeden cykl taktowania, faza napięcia zasilającego odbiornik zmienia się trzy razy. Napięcie z uzwojeń wtórnych do odbiornika jest przenoszone wówczas, gdy podaje się impulsy bramkowe do tyrystorów zestawu pierwszego **12** i drugiego **13**, wówczas do zacisków wyjściowych **A**, **B** przemiennika jest doprowadzone napięcie uzwojenia fazy **R** pierwszego kompletu uzwojeń wtórnych **9** transformatora przekształtnikowego **1**. Do zacisków wyjściowych **B**, **C** przemiennika jest doprowadzone napięcie uzwojenia fazy **S** drugiego kompletu uzwojeń wtórnych **10** transformatora przekształtnikowego **1**, zaś do zacisków **A**, **C** jest doprowadzone napięcie otwartego trójkąta, będące wypadkową napięć uzwojeń fazy **R** w komplecie pierwszym **9** i drugiej **S** w komplecie drugim **10** transformatora przekształtnikowego **1**. Jeżeli

napięcie panujące wówczas na zaciskach **A**, **B**, **C** przyjąć za stan początkowy, to w następnym takcie, w którym impulsy bramkowe są doprowadzane do tyrystorów zestawu trzeciego **14** i czwartego **15**, napięcie doprowadzone do zacisków **A**, **B**, **C** są opóźnione o  $2/3 T$ . Dalsze opóźnienie napięć doprowadzonych do zacisków **A**, **B**, **C** następuje w kolejnym, trzecim takcie, w którym doprowadzane są impulsy bramkowe do tyrystorów zestawów piątego **16** i szóstego **17**.

Zmianę poziomu napięcia wyjściowego przemiennika uzyskuje się przez zmianę stosunku czasu trwania stanu przyłączenia, do czasu trwania taktu, gdzie stanowi przyłączenia odpowiada stan, w którym odbiornik jest zasilany napięciem pochodzącym z uzwojeń wtórnych transformatora **1**. W stanie odłączenia odpowiadającym stanowi układu, w czasie pracy przemiennika, w którym odbiornik nie jest zasilany napięciem, włączony jest tyrystorowy łącznik zwierający **11**. Przy włączonym łączniku zwierającym **11** podtrzymywana jest, w stanie beznapięciowym, ciągłość prądu odbiornika. Przerwywanie prądu w tyrystorach zespołu przekształtnikowego **4** następuje w rezultacie zablokowania ciągu impulsów bramkowych doprowadzonych do poprzednio przewodzących tyrystorów oraz przez spolaryzowanie tych tyrystorów napięciem kondensatorów **C1** i **C2**. Po podaniu impulsów bramkowych do dwu tyrystorów w każdym z obu przełączników **5** i **6** następuje rezonansowe przeładowanie kondensatorów komutacyjnych. Obwód rezonansowy stanowią kondensatory łącznika i indukcyjność rozproszenia poprzednio przewodzących prąd uzwojeń wtórnych kompletu pierwszego **9** i drugiego **10**. W czasie trwania przeładowania kondensatorów indukcyjność obciążenia zwiera łącznik zwierający **17**. Kondensatory po przeładowaniu są gotowe do wyłączenia tyrystorów w następnym takcie pracy, kiedy to podawane są impulsy do pozostałych tyrystorów przełączników **5** i **6**.

#### Z a s t r z e ż e n i e   p a t e n t o w e

Bezpośredni przemiennik częstotliwości zawierający trójfazowy, trójuzwojeniowy transformator z uzwojeniami pierwotnymi zasilanymi z sieci trójfazowej, **znamienny tym**, że ma początki (**p**) pierwszego kompletu (**9**) uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego (**1**) połączone między sobą i z jednym zaciskiem łącznika (**11**) zwierającego obciążenia (**19**) i z jednym zaciskiem obciążenia (**19**) oraz ma końce (**k**) uzwojeń drugiego kompletu (**10**) uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego (**1**) połączone między sobą i z drugim zaciskiem wejściowym łącznika (**11**) zwierającego obciążenie (**19**) i drugim zaciskiem tego obciążenia oraz ma koniec (**k**) uzwojenia pierwszej fazy (**R**) w pierwszym komplecie (**9**) uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego (**1**) połączony z pierwszym zestawem dwu tyrystorów (**12**) zespołu przekształtnikowego (**4**), w którym jeden tyrystor jest połączony anodą a drugi katodą do tego samego uzwojenia oraz ma początek (**p**) uzwojenia drugiej fazy (**S**) w drugim komplecie (**10**) uzwojeń wtórnych transformatora przekształtnikowego (**1**), połączony z drugim zestawem dwu tyrystorów (**13**) zespołu przekształtnikowego (**4**), w którym jeden tyrystor jest połączony anodą, a drugi katodą do tego samego uzwojenia oraz tyrystory zestawu pierwszego (**12**) i drugiego (**13**) połączone z uzwojeniami anodami mają połączone między sobą katody i tyrystory połączone z uzwojeniami katodami mają połączone między sobą anody oraz ma koniec (**k**) uzwojenia drugiej fazy (**S**) w pierwszym komplecie uzwojeń wtórnych (**9**) transformatora przekształtnikowego (**1**) połączony z trzecim zestawem dwu tyrystorów (**14**) zespołu przekształtnikowego oraz ma początek (**p**) uzwojenia trzeciej fazy (**T**) w drugim komplecie uzwojeń wtórnych (**10**) połączonych z czwartym zestawem dwu tyrystorów (**15**) zespołu przekształtnikowego (**4**) oraz ma tyrystory zestawu trzeciego (**14**) i czwartego (**15**) połączone z uzwojeniami oraz między sobą, analogicznie jak tyrystory zespołów pierwszego (**12**) i drugiego (**13**) oraz ma koniec (**k**) uzwojenia trzeciej fazy (**T**) w pierwszym komplecie uzwojeń wtórnych (**9**) transformatora przekształtnikowego (**1**) połączony z piątym zestawem dwu tyrystorów (**16**) zespołu przekształtnikowego (**4**) oraz początek (**p**) uzwojenia pierwszej fazy (**R**) w drugim komplecie uzwojeń wtórnych (**10**) ma połączony z szóstym zestawem dwu tyrystorów (**16**) zespołu przekształtnikowego (**4**), przy czym tyrystory zespołów piątego (**16**) i szóstego (**17**) są połączone z uzwojeniami oraz między sobą analogicznie jak tyrystory zespołów pierwszego (**12**) i drugiego (**13**) oraz połączone razem anody tyrystorów zestawów (**12** i **13**, **14** i **15**, **16** i **17**) ma połączone między

sobą i z pierwszym zaciskiem dławika komutacyjnego (18) i z anodami tyrystorów pierwszego przełącznika (5) z kondensatorem ( $C_1$ ), połączone z sobą katody tego łącznika zwarte są z anodami diodowych mostków komutacyjnych pierwszego (7) i drugiego (8) oraz połączone razem katody tyrystorów zestawów (12 i 13, 14 i 15, 16 i 17) ma połączone między sobą, z drugimi zaciskami dławika komutacyjnego (18) i z dwoma katodami tyrystorów drugiego łącznika (6) z kondensatorem ( $C_2$ ), anody tego przełącznika połączone są z kolei z katodami diodowych mostków komutacyjnych pierwszego (7) i drugiego (8) oraz ma zaciski fazowe tych mostków diodowych połączone odpowiednio z końcami (k) uzwojeń pierwszego kompletu uzwojeń wtórnych (9) i z początkami (p) drugiego kompletu uzwojeń wtórnych (10) transformatora przekształtnikowego (1), a odczep środkowy uzwojenia dławika komutacyjnego (18) z trzecim zaciskiem wejściowym łącznika (11) zwierającego obciążenie (19) i z trzecim zaciskiem obciążenia (19).

