

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

146 090

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 85 10 15 /P. 255778/

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 87 05 04

Opis patentowy opublikowano: 89 09 30

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Państwa Rzeczpospolitej Ludowej

Int. Cl.⁴ H02M 3/24

Twórcy wynalazku: Juliusz Wróblewski, Zygmunt Kuran

Uprawniony z patentu: Instytut Energetyki, Warszawa /Polska/

UKŁAD DO PRZEKSZTAŁCANIA MOCY PRĄDU STAŁEGO

Przedmiotem wynalazku jest układ do przekształcania mocy prądu stałego na prąd przemienny i ewentualnie ponownie na prąd stały o innych parametrach, to jest o zmienionym natężeniu i zmienionym napięciu. Istotna jest przy tym możliwość galwanicznego rozdzielania obwodów zasilania i odbioru. W układzie według wynalazku niezbędne do przekształcania mocy cykliczne przełączanie następuje bezprądowo, przez co unika się strat komutacyjnych. Ponadto, wartości napięcia lub prądu po przekształceniu dają się regulować bez dodatkowych strat mocy, co pozwala przykładowo na budowę wysokosprawnych stabilizowanych urządzeń zasilających.

Do przekształcania mocy prądu stałego są powszechnie stosowane układy, w których zachodzi cykliczne przełączanie kierunku prądu w pierwotnych uzwojeniach transformatora za pomocą bezetykowych urządzeń przełączających, na przykład tranzystorowych. Przekształconą co do parametrów moc odbiera się z uzwojeń wtórnych transformatora. Wadą tych układów jest stała wartość stosunków napięcia i prądu po stronie wtórnej transformatora do napięcia i prądu zasilania, przez co nie jest możliwa regulacja napięcia lub prądu w odbiorniku bez dodatkowych strat mocy.

Do przekształcania mocy prądu stałego są również stosowane układy impulsowe, w których energia prądu stałego jest cyklicznie gromadzona w dławiku, a następnie przy zmienionych parametrach przekazywana do zespołu odbiorczego. W tak wykonanych przekształtnikach wartość napięć lub prądów wtórnych może być regulowana bez dodatkowych strat mocy drogą zmiany stosunku czasu ładowania indukcyjności do czasu jej rozładowywania. Wadą takich przekształtników jest jednak konieczność przerywania prądu roboczego w pierwotnym obwodzie dławika, czemu towarzyszy gwałtowne narastanie napięcia. W tych warunkach powstają znacz-

ne straty komutacyjne, nawet w przypadku zastosowania specjalnych impulsowych tranzystorów i impulsowych diod. Bez takich elementów przekształtniki impulsowe pracujące z dużą częstotliwością przekształcania, korzystną z punktu widzenia gabarytów i masy, w ogóle nie mogą być budowane.

Celem wynalazku jest układ do przekształcania mocy prądu stałego, w którym komutacja odbywa się w stanach bezprądowych, a równocześnie możliwa jest regulacja parametrów przekształconej mocy bez dodatkowych strat. Pozwala to na poprawę cech konstrukcyjnych i użytkowych przekształtników, głównie dzięki zwiększeniu ich sprawności. W konsekwencji, możliwe staje się zmniejszenie masy i gabarytów oraz obniżenie temperatury pracy elementów, a przez to zwiększenie ich trwałości i niezawodności.

Układ według wynalazku charakteryzuje się tym, że szeregowo z zespołem odbiorczym jest włączony zespół rezonansowo-diodowy, składający się z dławika szeregowo połączanego z kondensatorem oraz z diody połączonej anodą z punktem połączenia dławika z kondensatorem, a katodą z dodatnim biegunem zasilania i z diody połączonej katodą z punktem połączenia dławika z kondensatorem, a anodą z ujemnym biegunem zasilania.

Zaletą układu według wynalazku jest nie tylko możliwość dokonywania przełączeń w chwilach bezprądowych, lecz również rozpoczynania kolejnych półokresów przekształcania z opóźnieniem. W efekcie, eliminuje się niemal całkowicie straty komutacyjne oraz umożliwia regulację napięcia lub natężenia prądu bez dodatkowych strat.

W przekształtnikach zbudowanych na podstawie układu według wynalazku mogą być stosowane zwykłe tranzystory i diody, nie przydatne w znanych przekształtnikach impulsowych, natomiast zastosowanie impulsowych tranzystorów i diod pozwala na uzyskanie nieosiągalnych innymi metodami częstotliwości i sprawności.

Układ według wynalazku jest bliżej wyjaśniony na załączonym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przykładowy schemat przekształtnika mocy prądu stałego, fig. 2 - zespół odbiorczy z fig. 1, wykonany w znany sposób w postaci mostka prostowniczego 4, fig. 3 - odmianę zespołu odbiorczego z fig. 2, różniącą się tym, iż w miejsce mostka prostowniczego zastosowano dwupołówkowy prostownik zasilany przez transformator. Natomiast na fig. 4 przedstawiono wykres przebiegu prądów, a na fig. 5 - wykres przebiegu napięć w elementach układu z fig. 1. Na fig. 4 i 5 oznaczono przez: I - prąd w zespole odbiorczym, I_u - składową magnesującą prądu transformatora z fig. 3, U_z - napięcie źródła zasilania, U_c - napięcie kondensatora, U_l - napięcie dławika i przez U_{odb} - spadek napięcia na zespole odbiorczym z fig. 2 lub 3.

Jak uwidoczniło na rysunku, układ do przekształcania mocy prądu stałego składa się z przełącznika złożonego z tranzystorów 1 i 2, służącego do zmiany kierunku prądu w przyłączonym do niego zespole odbiorczym A i połączonym szeregowo z zespołem rezonansowo-diodowym B, złożonym z dławika 9, kondensatora 10 i diod 7 i 8. Układ zasilany jest z nie pokazanego na rysunku źródła prądu stałego o napięciu U_z . Przekształcona moc za pośrednictwem zespołu odbiorczego A przekazywana jest do odbiornika 3.

Funkcjonowanie układu według wynalazku wynika z jego budowy i ma przebieg następujący. Cykl przekształcania mocy rozpoczyna się przy zerowych wartościach prądu I w dławiku 9 i napięcia U_c na kondensatorze 10 przez wysterowanie do pełnego nasycenia tranzystora 1. W zespole odbiorczym pojawia się prąd I , który do chwili t_h ma przebieg sinusoidalny /fig. 4/. Równocześnie, napięcie U_c kondensatora 10 zmienia się także harmonicznie /cosinusoidalnie/ od zera do wartości równej napięciu zasilania $U_c = U_z$. Dalszy wzrost napięcia U_c jest niemożliwy na skutek przepływu prądu dławika 9 przez diodę 7. Dzięki temu napięcie U_l dławika 9 uzyskuje wartość stałą, równą napięciu U_{odb} zespołu odbiorczego A, przez co dalszy spadek prądu I zachodzi liniowo. Przyczyną tego jest stała wartość napięcia U_{odb} , wynikająca z dużej wartości pojemności kondensatora 6. W chwili t_r kończy się takt roboczy, gdyż prąd zespołu odbiorczego uzyskuje wartość równą zeru /w przypadku zespołu odbiorczego z fig. 2/ lub wartość I_u prądu magnesującego transformatora 5 /w przypadku zespołu odbiorczego z fig. 3/. W efekcie, następuje obniżenie do zera napięcia U_{odb} zespołu odbiorczego A. Tranzystor 1 pozostawia się nadal w stanie nasycenia w celu umożliwienia przepływu prądu magnesującego I_u transformatora 5. Po upływie czasu t_o , zależnego od zapotrzebowania na moc, blokuje się tranzystor 1 i wysterowu-

je tranzystor 2, co powoduje przerzut prądu magnesującego z tranzystora 1 do tranzystora 2, a następnie zmianę kierunku prądu i rozpoczęcie nowego taktu roboczego, kończącego się stanem bezprądowym dławika 9 i beznapięciowym kondensatora 10, czyli stanem wyjściowym. Nowy cykl przekształcania rozpoczyna się po czasie t_0 , również wybranym z przesłanek regulacyjnych.

Z powyższego opisu wynika, że przekształtniki mocy prądu stałego, budowane według układu będącego przedmiotem wynalazku, zachowują główną zaletę przekształtników impulsowych, a mianowicie możliwości regulacyjne bez dodatkowych strat mocy. Mają one jednak nad mini tę wyższość, że nie występują w nich praktycznie straty komutacyjne. W efekcie, przy zastosowaniu podzespołów półprzewodnikowych o określonych zdolnościach komutacyjnych, mogą być uzyskane znacznie wyższe częstotliwości robocze i sprawności niż w znanych przekształtnikach impulsowych, co decyduje korzystnie o gabarytach, masie, koszcie i właściwościach użytkowych przekształtników mocy prądu stałego. W szczególności, wysoka sprawność zmniejsza nagrzewanie się elementów półprzewodnikowych i ich otoczenia, co ma istotny wpływ na trwałość i niezawodność przekształtników.

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

Układ do przekształcania mocy prądu stałego drogą cyklicznego przełączania prądu w zespole odbiorczym za pomocą jednego ze znanych układów przełączających, na przykład tranzystorowego, z n a m i e n n y t y m, że szeregowo z zespołem odbiorczym A włączony jest zapół rezonansowo-diodowy /B/ składający się z dławika /9/ szeregowo połączonego z kondensatorem /10/ oraz z diody /7/, połączonej anodą z punktem połączenia dławika /9/ z kondensatorem /10/, a katodą z dodatnim biegunem zasilania /+/ i z diody /8/, połączonej katodą z punktem połączenia dławika /9/ z kondensatorem /10/, a anodą z ujemnym biegunem zasilania /-/.

