

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

111 634

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 09.03.78 (P. 205 191)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 12.02.79

Opis patentowy opublikowano: 30.11.1981

Int. Cl.³. H02M 3/135

CZYTELNICIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Bogdan Łapiński

Uprawniony z patentu tymczasowego: Fabryka Transformatorów i Aparatury Trakcyjnej
„Elta”, im. Bojowników PPR, Łódź (Polska)

Sposób i układ uzyskiwania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w przekształtniku z komutacją wewnętrzną

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ uzyskiwania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w przekształtniku z komutacją wewnętrzną przeznaczony zwłaszcza do stosowania w pojazdach trakcyjnych.

Stan techniki. W dotychczas znanych układach przekształtników impulsowych, w których kondensator komutacyjny jest rozładowywany przez obciążenie, napięcie wyjściowe przekształtnika jest przy stosowanych częstotliwościach impulsowania zbyt duże dla zastosowań trakcyjnych.

Dla uzyskania potrzebnego małego napięcia wyjściowego w tych układach konieczne jest obniżanie częstotliwości impulsowania kilkakrotne i wielostopniowe, co z kolei prowadzi do zwiększania składowej zmiennej prądu w sieci zasilającej. Dla zapobieżenia wzrostowi tego prądu i jego skutkom, konieczne jest instalowanie na wejściu przekształtnika kosztownych urządzeń filtracyjnych. Charakterystyka zewnętrzna takiego układu jest silnie zależna od obciążenia, szczególnie w zakresie małych obciążeń.

Układ nie może pracować przy biegu jałowym, jak również przy obciążeniu małym prądem, mniejszym od prądu minimalnego, który z kolei jest zależny od wysterowania przekształtnika. W zakresie dużych wysterowań takich, że przekształtnik przewodzi w ciągu całego okresu impulsowania, zmniejszenie prądu obciążenia wywołuje konieczność zmniejszenia wysterowania.

Znane są również sposoby zmniejszania napięcia wyjściowego przekształtnika impulsowego, w których rozładowanie kondensatora komutacyjnego następuje jednocześnie przez obciążenie i przez specjalny obwód składający się z szeregowo połączonej diody z dławikiem, włączonych przeciwnolegle do tyrystora głównego. Takie układy cechuje również zależna na ogół od obciążenia charakterystyka zewnętrzna oraz niezadawalające w zastosowaniach trakcyjnych minimalne napięcie wyjściowe.

Pewne polepszenie tych cech w stosunku do układu poprzedniego osiągane jest jednak kosztem zwiększenia pojemności kondensatora komutacyjnego, dławika przeładowania i tyrystora pomocniczego. Znany jest także sposób zmniejszenia napięcia wyjściowego przekształtnika impulsowego, podany w patencie austriackim nr 245117, w którym rozładowanie kondensatora komutacyjnego następuje najpierw przez obciążenie, a po upływie czasu równego czasowi wyłączania, jednocześnie przez obciążenie i przez obwód szeregowy, składający się z tyrystora i dławika, włączony przeciwnolegle do tyrystora głównego. Takie układy cechuje również zależna od obciążenia charakterystyka zewnętrzna i za wysokie dla celów trakcji elektrycznej minimalne napięcie wyjściowe. Ponadto w układach takich wymagane są tyrystory o dużych dopuszczalnych początkowych stromościach narastania prądu.

Znane są ponadto układy przekształtników impulsowych jak z patentu francuskiego nr 2300453, w których minimalne napięcie wyjściowe można osiągnąć bez włączenia tyrystora głównego, a tylko przez włączenie tyrystora wyłączającego, wtedy gdy napięcie na kondensatorze komutacyjnym przeładowywanym przez dławik, tyrystor komutacyjny i diodę przeładowczą, osiągnie dostatecznie niską wartość. W układach takich można co prawda osiągnąć wystarczająco małe, a nawet jeszcze mniejsze jak dla potrzeb trakcji minimalne napięcie wyjściowe, ale kosztem zastąpienia gałęzi diod wyłączających, gałęzią tyrystorów wyłączających i przewymiarowania napięciowego gałęzi tyrystorowych, a szczególnie ponad dwukrotnego przewymiarowania gałęzi tyrystorów wyłączających. Charakterystyka zewnętrzna takiego układu jest tak samo zależna od prądu i posiada takie same niedogodności jak w pierwszym z przytoczonych uprzednio układów.

Istota wynalazku. Celem wynalazku jest taki sposób i układ do uzyskiwania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w przekształtniku z komutacją zewnętrzną, który nie będzie posiadał wad występujących w dotychczasowych rozwiązaniach.

Sposób uzyskiwania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w przekształtniku z komutacją wewnętrzną według wynalazku polega na tym, że na bramkę tyrystora rozładowczego, umożliwiającego przeładowanie oscylacyjne kondensatora komutacyjnego w przedziale wyłączania tyrystora głównego, podaje się impuls włączający w momencie uzależnionym od prądu obciążenia i/lub od napięcia zasilania, albo w momencie uzależnionym od prądu obciążenia i/lub napięcia na kondensatorze komutacyjnym. W sposobie tym pomierzony prąd obciążenia dzieli się przez pomierzone napięcie zasilania, względnie przez pomierzone napięcie na kondensatorze komutacyjnym, a otrzymany iloraz porównuje się z zadaną funkcją czasową. W momencie zrównania się tego ilorazu z tą funkcją czasową wysyła się impuls włączający tyrystor rozładowczy, umożliwiający przyspieszone przeładowanie oscylacyjne kondensatora komutacyjnego w przedziale wyłączania tyrystora głównego.

W układzie do stosowania tego sposobu człon pomiarowy napięcia kondensatora filtru wejściowego jest połączony z członem kształtującym napięcie względne, który jest połączony z pierwszym wejściem członu dzielącego, a człon pomiarowy prądu obciążenia jest połączony z członem kształtującym względny prąd obciążenia. Człon kształtujący względny prąd obciążenia jest połączony z drugim wejściem członu dzielącego którego wyjście jest połączone z pierwszym wejściem generatora impulsów tyrystora rozładowczego. Do drugiego wejścia generatora impulsów jest dołączone wyjście generatora funkcji, którego wyjście jest przyłączone do wyjścia członu czasowego o czasie opóźnienia, równym połowie okresu oscylacyjnego przeładowania kondensatora komutacyjnego, natomiast wejście tego członu czasowego jest połączone z drugim wyjściem innego generatora impulsów, tyrystora pomocniczego.

W innym rozwiązaniu układu do uzyskiwania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w przekształtnikach zawierających tyrystor wyłączający, występuje także człon pomiarowy napięcia, człon kształtujący napięcie względne, człon pomiarowy prądu obciążenia, człon kształtujący prąd względny, człon dzielący, generator funkcji i generator impulsów, który jest generatorem impulsów bramkowych tyrystora wyłączającego i pierwsze wyjście tego generatora impulsów jest przyłączone do bramki tyrystora wyłączającego. Drugie wyjście generatora impulsów bramkowych tyrystora wyłączającego jest przyłączone do generatora funkcji.

Sposób uzyskiwania małego napięcia wyjściowego w przekształtniku z komutacją wewnętrzną według wynalazku nie wymaga zmiany częstotliwości na początku rozruchu pojazdu, lub wymaga niewielkiej zmiany częstotliwości. Uzyskane minimalne napięcie wyjściowe jest wystarczająco małe, dla zastosowania w napędach trakcji elektrycznej. Poza tym przekształtnik pozwala osiągnąć zewnętrzną charakterystykę niezależną od obciążenia w całym przedziale zmian obciążenia iysterowania, co jest szczególnie ważne także przy falownikach. To małe napięcie wyjściowe i niezależną od obciążenia charakterystykę zewnętrzną uzyskuje się bez konieczności przewymiarowania pojemności i indukcyjności komutacyjnej, bez konieczności zwiększania ilości i przewymiarowania gałęzi tyrystorowych oraz bez konieczności stosowania tyrystorów o podwyższanych parametrach dynamicznych.

Objaśnienie figur rysunku. Wynalazek jest bliżej objaśniany na podstawie przykładowego rozwiązania pokazanego na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu przekształtnika impulsowego z diodą wyłączającą, a fig. 2 – schemat układu przekształtnika impulsowego z tyrystorem wyłączającym.

Przykład wykonania wynalazku. W układzie do uzyskiwania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w tyrystorowym przekształtniku impulsowym z komutacją wewnętrzną jest między innymi przewidziany człon pomiarowy napięcia 1, człon kształtujący napięcie względne 2, człon pomiarowy prądu obciążenia 3, człon kształtujący prąd względny, 4, człon dzielący 5, człon czasowy 6 i generator funkcji 7.

Człon pomiarowy napięcia 1 kondensatora filtru wejściowego jest połączony z członem kształtującym napięcie względne 2, który jest połączony z pierwszym wejściem członu dzielącego 5, a człon pomiarowy prądu obciążenia 3 jest połączony z członem 4 kształtującym względny prąd obciążenia. Człon 4 kształtujący względny prąd obciążenia jest połączony z drugim wejściem członu dzielącego 5, którego wyjście jest połączone z pierwszym wejściem generatora impulsów 8 tyrystora rozładowczego.

Oprócz tego do układu według wynalazku wchodzi generator impulsów 9 tyrystora pomocniczego, kondensator 11 filtru wejściowego, kondensator komutacyjny 12, dławik komutacyjny 13 i tyrystor pomocniczy 14. Do drugiego wejścia generatora impulsów 8 jest dołączone wyjście generatora funkcji 7, którego wyjście jest przyłączone do wyjścia członu czasowego 6 o czasie opóźnienia, równym połowie okresu oscylacyjnego przeładowania kondensatora komutacyjnego 12, natomiast wejście tego członu czasowego 6 jest połączone z drugim wyjściem innego generatora impulsów 9 tyrystora pomocniczego 14.

Z silnikiem 10 są połączone w znany sposób dioda wyłączająca 15 tyrystor rozładowczy 16, dławik rozładowczy 17, tyrystor główny 18, dioda zerowa 19 i dławik 20 wygładzający prąd silnika 10, (fig. 1).

W innym przykładzie rozwiązania zamiast diody wyłączającej 15 w przekształtniku impulsowym występuje tyrystor wyłączający 21 i dioda pomocnicza 22, przy czym generator impulsów 9 jest generatorem impulsów bramkowych tyrystora wyłączającego 21. Pierwsze wyjście tego generatora impulsów 9 jest przyłączone do bramki tyrystora wyłączającego 21, a drugie wyjście generatora impulsów bramkowych 9 tyrystora wyłączającego 21 jest przyłączone do wejścia generatora funkcji 7 (fig. 2).

Takie rozwiązanie jest zastosowane także w przekształtniku wielofazowym ze wspólnym kondensatorem komutacyjnym bez obwodu pomocniczego przeładowania oscylacyjnego tego kondensatora.

Sposób uzyskiwania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w przekształtniku z komutacją wewnętrzną polega na tym, że tyrystor rozładowczy 16, umożliwiający przeładowanie oscylacyjne kondensatora komutacyjnego w przedziale wyłączenia tyrystora głównego 18, włącza się w momencie uzależnionym od prądu obciążenia i/lub od napięcia zasilania, albo w momencie uzależnionym od prądu obciążenia i/lub napięcia na kondensatorze komutacyjnym 12.

W sposobie tym mierzy się prąd obciążenia i napięcia zasilania, względnie napięcie na kondensatorze komutacyjnym oraz dzieli się ten pomierzony prąd przez to pomierzone napięcie, a otrzymany iloraz porównuje się z zadaną funkcją czasową. W momencie zrównania się tego ilorazu z tą funkcją czasową podaje się impuls włączający na bramkę tyrystora rozładowczego 16, umożliwiającego przyspieszone przeładowanie oscylacyjne kondensatora komutacyjnego 12 w przedziale wyłączenia tyrystora głównego 18.

Moment włączenia tyrystora rozładowczego 16 jest uzależniony od prądu obciążenia i od napięcia zasilania tak, że dla danego zakresu zmian obciążenia i zmian napięcia zasilania, suma czasu częściowego przeładowania kondensatora komutacyjnego przez obciążenie i połowy czasu dalszego przeładowania przez obciążenie i jednocześnie przez obwód tyrystora rozładowczego z dławikiem jest stała i równa czasowi ochronnemu, dysponowanemu na wyłączenie.

Istnieje wówczas następujące uzależnienie między ilorazem względnego prądu przez względne napięcie, a czasem pierwszego częściowego przeładowania kondensatora komutacyjnego przez obciążenie, odniesionym do czasu minimalnego ochronnego

$$\frac{m}{k_{us}} = \frac{I}{\frac{2}{\pi \cdot k_0} \cdot \frac{t_{pwa}}{t_{o \min}} + \frac{2}{\pi \cdot k_0} \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} (1 - \frac{t_{pwa}}{t_{o \min}})}$$

$$\text{gdzie } k_{us} = \frac{U_s}{U_{s \min}}; \quad m = \frac{I_0}{I_r}; \quad k_0 = \frac{I_{omx}}{I_r}$$

przy czym U_s jest napięciem sieci zasilającej, $U_{s \min}$ minimalnym dopuszczalnym napięciem sieci zasilającej, I_0 – prądem obciążenia, I_{omx} – maksymalnym prądem obciążenia, I_r – prądem rozruchu silnika, t_{pwa} – czasem pierwszego częściowego przeładowania kondensatora komutacyjnego przez obciążenie, $t_{o \min}$ – minimalnym czasem ochronnym tyrystora głównego. Zależność ta, jako funkcja czasowa wielkości

$$k_{us}^m \text{ to jest } k_{us}^m = f(t) \text{ dla } t_{pwa} = t,$$

gdzie t jest czasem liczonym od początku przedziału wyłączenia, jest generowana w generatorze funkcji 7, albo dla ułatwienia realizacji jest generowana aproksymacja tej funkcji.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób uzyskiwania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w przekształtniku z komutacją wewnętrzną, zawierającym tyrystor rozładowczy, umożliwiający przyspieszone przeładowanie oscylacyjne kondensatora komutacyjnego w przedziale wyłączania tyrystora głównego, zwłaszcza dla pojazdów trakcyjnych, z n a m i e n n y t y m, że na bramkę tyrystora rozładowczego (16), umożliwiającego przeładowanie oscylacyjne kondensatora komutacyjnego w przedziale wyłączania tyrystora głównego (18), podaje się impuls włączający w momencie uzależnionym od prądu obciążenia i/lub od napięcia zasilania, albo w momencie uzależnionym od prądu obciążenia i/lub napięcia na kondensatorze komutacyjnym (12).

2. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że pomierzony prąd obciążenia dzieli się przez pomierzone napięcia zasilania, względnie przez pomierzone napięcie na kondensatorze komutacyjnym, a otrzymany iloraz porównuje się z zadaną funkcją czasową i w momencie zrównania się tego ilorazu z tą funkcją czasową wysyła się impuls włączający tyrystor rozładowczy (16) umożliwiający przyspieszone przeładowanie oscylacyjne kondensatora komutacyjnego (12) w przedziale wyłączania tyrystora głównego (18).

3. Układ do uzyskiwania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w przekształtniku z komutacją wewnętrzną, zawierający człon pomiarowy napięcia, człon kształtujący napięcie względne, człon pomiarowy prądu obciążenia, człon kształtujący prąd względny, człon dzielący, człon czasowy, generator funkcji i generatory impulsów, z n a m i e n n y t y m, że człon pomiarowy napięcia (1) kondensatora filtru wejściowego jest połączony z członem kształtującym napięcie względne (2), który jest połączony z pierwszym wejściem członu dzielącego (5) a człon pomiarowy prądu obciążenia (3) jest połączony z członem (4) kształtującym względny prąd obciążenia, natomiast człon (4) kształtujący względny prąd obciążenia jest połączony z drugim wejściem członu dzielącego (5) którego wyjście jest połączone z pierwszym wejściem generatora impulsów (8) tyrystora rozładowczego, przy czym do drugiego wejścia generatora impulsów (8) jest dołączone wyjście generatora funkcji (7), którego wejście jest przyłączone do wyjścia członu czasowego (6) o czasie opóźnienia, równym połowie okresu oscylacyjnego przeładowania kondensatora komutacyjnego (12), natomiast wejście tego członu czasowego (6) jest połączone z drugim wyjściem innego generatora impulsów (9) tyrystora pomocniczego (4).

4. Układ do uzyskania małego napięcia wyjściowego i sztywnej charakterystyki zewnętrznej w przekształtniku z komutacją wewnętrzną, posiadającym tyrystor wyłączający, przy czym układ ten zawiera człon pomiarowy napięcia, człon kształtujący napięcie względne, człon pomiarowy prądu obciążenia, człon kształtujący prąd względny, człon dzielący, generator funkcji i generator impulsów, który jest generatorem impulsów bramkowych tyrystora wyłączającego i pierwsze wyjście tego generatora impulsów jest przyłączone do bramki tyrystora wyłączającego oraz generator impulsów tyrystora rozładowczego, z n a m i e n n y t y m, że człon pomiarowy napięcia (1) kondensatora filtru wejściowego jest połączony z członem kształtującym napięcie względne (2), który jest połączony z pierwszym wejściem członu dzielącego (5), a człon pomiarowy prądu obciążenia (3) jest połączony z członem (4) kształtującym względny prąd obciążenia, natomiast człon (4) kształtujący względny prąd obciążenia jest połączony z drugim wejściem członu dzielącego (5) którego wyjście jest połączone z pierwszym wejściem generatora impulsów (8) tyrystora rozładowczego, przy czym do drugiego wejścia generatora impulsów (8) jest dołączone wyjście generatora funkcji (7), którego wejście jest przyłączone do drugiego wyjścia generatora impulsów bramkowych (9) tyrystora wyłączającego (21).