



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

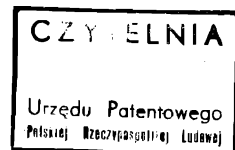
Zgłoszono: 29.07.78 (208719)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 14.07.80

Opis patentowy opublikowano: 30.11.1983

Int. Cl.³ H02P 7/28
H02H 9/02
H02P 3/08



Twórcy wynalazku: Krzysztof Urbański, Henryk Tomasik, Jan Jóźwik, Zbigniew Lech

Uprawniony z patentu: Zakłady Zmechanizowanego Sprzętu Domowego „Predom-Eda”,
Poniatowa (Polska)

**Układ ograniczenia prądu oraz zatrzymywania silnika komutatorowego,
sterowanego elektronicznym regulatorem prędkości obrotowej**

Przedmiotem wynalazku jest układ ograniczenia prądu oraz zatrzymywania silnika komutatorowego, sterowanego elektronicznym regulatorem prędkości obrotowej, szczególnie do napędów przeznaczonych do urządzeń zautomatyzowanego sprzętu domowego, w których występuje duża ilość rozruchów silnika napędu w normalnej eksploatacji.

Znane są układy ograniczenia prądu silnika komutatorowego współpracujące z elektronicznym regulatorem prędkości obrotowej, zawierającym między innymi blokami element progowy i blok opóźnienia napięcia na wejściu elementu progowego. W układach tych informacja o natężeniu prądu płynącego przez silnik oddziałuje na blok opóźnienia napięcia na wejściu elementu progowego, zmieniając jego punkt pracy tak, aby zmniejszyć kąt przewodzenia tyrystorów w regulatorze, a tym samym ograniczyć natężenie prądu płynącego przez silnik.

Elektroniczne regulatory prędkości obrotowej realizują w sposób płynny lub skokowy zmianę prędkości obrotowej silnika poprzez zmianę wartości elementów w bloku opóźnienia napięcia na wejściu elementu progowego. W takim przypadku oddziaływanie układu ograniczenia prądu na blok opóźnienia napięcia wprowadza tę niedogodność, że utrudnia uzyskanie żądanych poziomów natężenia prądu ograniczanego dla różnych prędkości obrotowych bądź też narzuca konieczność stosowania dodatkowych układów separujących oba oddziaływania. Znane są również układy ograniczenia prądu silnika, których działanie oparte jest na analizie wartości siły elektromotorycznej indukowanej w tworniku. Niedogodnością tego typu układów jest fakt, że wartość siły elektromotorycznej jest funkcją prędkości wirowania silnika a nie prądu płynącego przez silnik. Przez to w stanach przejściowych układ ograniczenia prądu może działać nieprawidłowo. Ponadto układ ten nie zabezpiecza elementów silnoprądowych regulatora — diod i tyrystorów — przed uszkodzeniem w momencie uszkodzenia silnika.

Elektroniczne regulatory prędkości obrotowej umożliwiają uzyskanie korzystnej właściwości napędu, jaką jest zatrzymywanie i rozruch silnika przez sterowanie w obwodzie słaboprądowym regulatora. W znanych rozwiązaniach zatrzymywanie silnika jest realizowane przez odłączanie bloku opóźnienia napięcia od elementu progowego. Jako element odłączający wykorzystywany jest często tranzystor, który w czasie pracy silnika znajduje się w stanie przewodzenia. W momencie

zatrzymywania silnika tranzystor wyłączający przechodzi w stan zatkania. Takie rozwiązanie układu zatrzymywania silnika wprowadza niedogodność objawiającą się wrażliwością układu na zakłócenia, które mogą wprowadzić tyrystory w regulatorze w stan niekontrolowanego przewodzenia.

Celem wynalazku jest opracowanie układu, który pozwoli na wyeliminowanie niedogodności, jakie posiadają znane układy ograniczenia prądu i zatrzymywania silnika komutatorowego.

Cel został osiągnięty przez opracowanie układu ograniczenia prądu i zatrzymywania silnika, zawierającego element przekazujący informację o natężeniu prądu twornika, zespół kluczący oraz blok sterowania zespołu kluczącego i blok realizujący zatrzymywanie silnika. Układ współpracuje z pełnookresowym mostkiem prostowniczym z tyrystorami, elementem progowym, blokiem opóźnienia napięcia na wejściu elementu progowego i blokiem narastania kąta przewodzenia tyrystorów. Zespół kluczący jest połączony z blokiem realizującym zatrzymywanie silnika oraz z elementem progowym, korzystnie przez blok narastania kąta przewodzenia tyrystorów.

Zespół kluczący zawiera tranzystor typu npn, tranzystor typu pnp oraz oporowy dzielnik napięcia, którego jeden koniec jest połączony z kolektorem tranzystora typu npn, środek z bazą tranzystora typu pnp zaś drugi koniec z dodatnim biegunem napięcia zasilającego układ sterowania regulatora. Do dodatniego bieguna napięcia przyłączony jest także emiter tranzystora typu pnp, którego kolektor jest połączony z dzielnikiem napięcia ustalającym punkt pracy elementu progowego. Emiter tranzystora typu npn jest połączony z ujemnym biegunem mostka zasilającego regulator. Baza tranzystora typu npn jest połączona z blokiem sterowania zespołu kluczącego. Blok realizujący zatrzymywanie silnika zawiera przełącznik, który jest z jednej strony połączony z bazą tranzystora typu pnp, zaś z drugiej strony poprzez opornik ze wspólnym punktem układu sterowania regulatora połączonym z katodami tyrystorów. Równolegle do zacisków przełącznika jest przyłączony szeregowo dwójnik oporowo-pojemnościowy.

Układ ograniczenia prądu i zatrzymywania silnika według wynalazku zapewnia poprawne ograniczanie prądu silnika dla różnych poziomów prędkości obrotowej zarówno w ustalonym stanie zablokowania silnika jak i w przejściowych stanach przeciążeń. Realizacja zatrzymywania silnika przez sterowanie bazy tranzystora bocznikującego opornik dzielnika napięcia ustalającego punkt pracy elementu progowego zapewnia poprawną pracę układu. Sterowanie zatrzymywaniem następuje w obwodzie słaboprądowym regulatora, a ewentualne zakłócenia przy przełączaniu nie spowodują niekontrolowanego włączenia tyrystorów, a co najwyżej zatrzymanie silnika.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, gdzie pokazano schemat ideowy układu.

Układ według wynalazku współpracuje z blokiem 1 pełnookresowego mostka prostowniczego z tyrystorami Ty_1 , Ty_2 , z elementem progowym 2, blokiem 3 opóźnienia napięcia na wejściu elementu progowego 2 oraz blok 4 narastania kąta przewodzenia tyrystorów Ty_1 , Ty_2 . Układ zawiera element 5 przekazujący informację o natężeniu prądu twornika Tw , blok 6 sterowania zespołu kluczącego 7, zespół kluczący 7 oraz blok 8 realizujący zatrzymywanie silnika. Blok 1 pełnookresowego mostka posiada ponadto diody D_1 , D_2 , D_3 , D_4 do zasilania twornika Tw i uzwojenia wzbudzenia Uw silnika, oporniki R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 oraz diodę Zenera Dz . Element progowy 2 jest zbudowany z przeciwstawnych tranzystorów T_3 i T_4 oraz dzielnika napięcia R_{12} , R_{13} ustalającego punkt pracy elementu progowego 2. Blok 3 opóźnienia napięcia posiada połączone szeregowo opornik R i kondensator C . Blok 4 składa się z diody Do , opornika Ro i kondensatora Co . Element 5 stanowi dławik L włączony szeregowo z twornikiem Tw . Blok 6 składa się z diody sprzęgającej D_5 , dzielnika napięcia zawierającego oporniki R_6 i R_7 i kondensatora wygładzającego C_1 . Zespół kluczący 7 zbudowany jest z tranzystorów T_1 i T_2 i dzielnika napięcia R_7 , R_9 . Baza tranzystora T_1 jest połączona ze środkiem dzielnika R_6 , R_7 w bloku 6, emiter tranzystora T_1 jest przyłączony do ujemnego bieguna 9 mostka zasilającego regulator, zaś kolektor — z opornikiem R_9 . Ze środkiem dzielnika R_8 , R_9 jest zasilana baza tranzystora T_2 , a opornik R_8 i emiter tranzystora T_2 są połączone z dodatnim biegunem 10 napięcia zasilającego układ sterowania regulatora. Kolektor tranzystora R_2 jest przyłączony do dzielnika napięcia R_{12} , R_{13} poprzez blok 4. Z zespołem kluczącym 7 współpracuje blok 8 zatrzymywania silnika zawierający opornik R_{10} przyłączony do wspólnego punktu 11 układu sterowania połączonego z katodami tyrystorów Ty_1 , Ty_2 oraz przełącznik P połączony z opornikiem R_{10} i bazą tranzystora T_2 . Ponadto równolegle do zacisków przełącznika jest przyłączony dwójnik szeregowy zawierający kondensator C_2 i opornik R_{11} .

Działanie układu jest następujące. Prąd twornika T_w przepływając przez dławik L powoduje powstanie na nim spadku napięcia będącego funkcją natężenia prądu. Charakter prądu twornika T_w jest impulsowy i napięcia na dławiku L — także. Zostaje ono wygładzone i uśrednione przez elementy bloku 6: diodę D_5 , oporniki R_6 , R_7 i kondensator C_1 tak, że napięcie na oporniku R_7 sterujące bazę tranzystora T_1 jest proporcjonalne do średniej wartości natężenia prądu twornika T_w . Jeśli napięcie to przekroczy poziom działania tranzystora T_1 , zaczyna on przewodzić i przez oporniki R_8 , R_9 zaczyna płynąć prąd. Spadek napięcia na oporniku R_8 powoduje wejście tranzystora T_2 w stan przewodzenia, w którym oporność obszaru kolektor — emiter tego tranzystora maleje. Oporność ta jest włączona równolegle do oporności R_{12} , zatem wypadkowa oporność połączenia maleje. Powoduje to zmianę punktu pracy elementu progowego 2 i zmniejszenie kąta przewodzenia tyrystorów T_{y1} , T_{y2} . Jeśli wartość prądu w obwodzie twornika T_w znacznie wzrośnie, na przykład w wyniku zablokowania silnika, to tranzystory T_1 , T_2 wejdą w stan nasycenia i opornik R_{12} zostanie praktycznie zwarty. Kąt przewodzenia tyrystorów T_{y1} , T_{y2} zmaleje prawie do zera. Spowoduje to wyjście tranzystorów T_1 , T_2 ze stanu nasycenia.

Ostatecznie prąd w obwodzie twornika T_w ustali się na poziomie znacznie mniejszym niż w chwili początkowej i niewiele przekraczającym prąd znamionowy. W przypadku oddziaływania tranzystora T_2 na opornik R_{12} przez blok 4 narastania kąta przewodzenia po wejściu tranzystora T_2 w stan przewodzenia nastąpi rozładowanie kondensatora C_0 przez obszar kolektor — emiter tego tranzystora. Po zaniku stanu nadmiernego obciążenia silnika, powodującego zadziałanie układu ograniczenia prądu nastąpi ponowne ładowanie kondensatora C_0 i płynny rozruch silnika w wyniku płynnego narastania kąta przewodzenia tyrystorów T_{y1} , T_{y2} .

Podobnie działa regulator przy realizowaniu zatrzymywania silnika poprzez blok 8. Po zwarcu przełącznika P tranzystor T_2 zostanie wysterowany napięciem z dzielnika napięcia utworzonego z oporników R_8 , R_{10} i wejdzie w stan nasycenia. Spowoduje to zwarcie opornika R_{12} , zmniejszenie kąta przewodzenia tyrystorów T_{y1} , T_{y2} i zatrzymanie silnika. Jeśli w układzie znajduje się blok 4 narastania kąta przewodzenia, to jego kondensator C_0 rozładowuje się przez tranzystor T_2 . Po zwolnieniu przełącznika P nastąpi ponowny płynny rozruch silnika. Podobne działanie realizuje blok 8, jeśli zawiera dwójnik R_{11} , C_2 . Po zwarcu przełącznika P kondensator C_2 rozładowuje się, przez co po zwolnieniu przełącznika P jest podtrzymane przewodzenie tranzystora T_2 . Następnie w miarę ładowania kondensatora C_2 następuje płynne przejście tranzystora T_2 od stanu przewodzenia do stanu blokowania, przez co narasta płynnie prąd twornika T_w i następuje płynny rozruch silnika.

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

1. Układ ograniczenia prądu i zatrzymywania silnika komutatorowego zawierający element przekazujący informację o natężeniu prądu twornika, zespół kluczujący, blok sterowania zespołu kluczującego oraz blok realizujący zatrzymywanie silnika, współpracujący z pełnookresowym mostkiem prostowniczym z tyrystorami, elementem progowym, blokiem opóźnienia napięcia na wejściu elementu progowego i blokiem narastania kąta przewodzenia tyrystorów, **znamienny tym**, że zespół kluczujący (7) jest połączony z blokiem (8) realizującym zatrzymywanie silnika oraz z elementem progowym (2), korzystnie przez blok (4) narastania kąta przewodzenia tyrystorów (T_{y1} , T_{y2}).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zespół kluczujący (7) zawiera tranzystor (T_1) typu npn, tranzystor (T_2) typu npn oraz oporowy dzielnik napięcia (R_8 , R_9), którego jeden koniec jest połączony z kolektora tranzystora (T_1) typu npn, środek z bazą tranzystora (T_2) typu pnp zaś drugi koniec z dodatnim biegunem (10) napięcia zasilającego układ sterowania regulatora, gdzie przyłączony jest także emiter tranzystora (T_2) typu pnp, którego kolektor jest połączony z dzielnikiem napięcia (R_{12} , R_{13}) ustalającym punkt pracy elementu progowego (2), natomiast emiter tranzystora (T_1) typu npn jest połączony z ujemnym biegunem (9) mostka zasilającego regulator zaś baza tranzystora (T_1) typu npn jest połączona z blokiem (6) sterowania zespołu kluczującego (7).

3. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że blok (8) realizujący zatrzymywanie silnika zawiera przełącznik (P), który jest z jednej strony połączony z bazą tranzystora (T_2) typu pnp, zaś z drugiej strony poprzez opornik (R_{10}) ze wspólnym punktem (11) układu sterowania regulatora połączonym z katodami tyrystorów (T_{y1} , T_{y2}), przy czym równolegle do zacisków przełącznika (P) jest przyłączony szeregowy dwójnik oporowo-pojemnościowy (R_{11} , C_2).

