



Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 10.03.78 (P. 205231)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 29.01.79

Opis patentowy opublikowano: 30.09.1981

Int. Cl.² H02P 5/06

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Państw. Rzeczpospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu tymczasowego: MEZ BRNO, narodni podnik,
Brno (Czechosłowacja)

Układ ograniczenia nadprądowego napędów półprzewodnikowych

Przedmiotem wynalazku jest układ ograniczenia nadprądowego napędów półprzewodnikowych z elektrycznymi, silnikami prądu stałego o stałym strumieniu magnetycznym, zawierający sterowany przekształtnik tyrystorowy ze sterownikiem, regulatorem i miernikiem prędkości obrotowej. Elektryczne napędy prądu stałego najczęściej stosuje się jako silniki prądu stałego ze stałym strumieniem magnetycznym, z twornikiem zasilanym z przekształtnika tyrystorowego, sterowanego sterownikiem półprzewodnikowym. Z wałem regulowanego silnika prądu stałego jest połączony trwale miernik prędkości obrotowej, przykładowo prądnicą tachometryczną, której sygnał wyjściowy porównuje się z sygnałem sterującym na wejściu regulatora prędkości. Regulator prędkości może mieć charakterystykę proporcjonalną, proporcjonalno-całkującą lub proporcjonalno-całkująco-różniczkującą.

Z uwagi na właściwości komutacyjne silników prądu stałego i możliwości doboru tyrystorów przekształtnika wymaga się wprowadzenia ograniczenia prądu rozruchowego twornika oraz prądu przy przeciążeniach momentem. Przekroczenie tych wartości mogłoby prowadzić do uszkodzenia napędu lub silnika.

Do ograniczenia prądu twornikowego stosuje się w znanych układach czujnik prądowy, służący do pomiaru skutecznej wartości chwilowej prądu, włączony do pętli prądowego sprzężenia zwrotnego. Ten czujnik prądowy zazwyczaj stanowi bądź, włączony po stronie prądu przemiennego przekształtnika, przekładnik prądowy, bądź transduktor pomiarowy, włączony w obwód prądu stałego na wyjściu przekształtnika.

Znane są również czujniki oparte na innych zasadach fizycznych, przykładowo optoelektroniczne lub oparte na efekcie Hall'a.

Czujnik prądowy musi spełniać zazwyczaj surowe wymagania odnośnie dokładności przetwarzania wielkości prądu na napięcie, liniowości tej funkcji, wielkości własnej stałej czasowej i galwanicznej separacji obwodów mocy i regulacyjnego. W napędach z regulacją prędkości pętla prądowego sprzężenia zwrotnego albo ma postać kaskady, jako pętla podporządkowana nadrzędnej pętli prędkościowego sprzężenia zwrotnego, albo jest włączona równolegle z pętlą tego prędkościowego sprzężenia zwrotnego.

Wadą znanych układów ograniczenia nadprądowego jest to, że opierają się one na stosowaniu drogiej i skomplikowanych czujników i wymagają indywidualnej nastawy regulatora prądowego odpowiednio do parametrów regulowanego obwodu. Ta operacja zwana optymalizacją pętli regulacji prądowej, oznaczająca w zasadzie nastawę współczynnika wzmocnienia i wybór stałej czasowej jest pracochłonna i czasochłonna.

Celem wynalazku jest opracowanie układu ograniczenia nadprądowego napędu półprzewodnikowego, który wymaga jedynie uproszczonych działań przy uruchomieniu skutecznego ograniczenia prądowego.

Istota wynalazku polega na tym, że wyjście miernika prędkości obrotowej jest połączone z jednej strony z wejściem sprzężenia zwrotnego regulatora prędkości obrotowej, a z drugiej strony z przekształtnikiem funkcji, którego pierwsze wyjście dla sygnału ograniczającego prąd twornikowy o biegunowości podstawowej i drugie wyjście dla sygnału ograniczającego prąd twornikowy o biegunowości przeciwnej, jest przyłączone do ogranicznika sygnału wyjściowego regulatora prędkości połączonego z wejściem sterownika tyristorów.

Korzystnie przekształtnik funkcji zawiera pierwszy wzmacniacz operacyjny, którego wyjście stanowi pierwsze wyjście przekształtnika i drugi wzmacniacz operacyjny, którego wyjście stanowi drugie wyjście przekształtnika. Do wejścia pierwszego wzmacniacza operacyjnego jest przyłączone źródło ujemnego napięcia odniesienia i pierwsza impedancja sprzężenia zwrotnego, a poprzez pierwszą impedancję wejściową – wyjście miernika prędkości obrotowej. Do wejścia drugiego wzmacniacza operacyjnego jest przyłączone źródło dodatniego napięcia odniesienia i druga impedancja sprzężenia zwrotnego, a poprzez drugą impedancję wejściową – wyjście miernika prędkości obrotowej.

Korzystnie miernik prędkości obrotowej stanowi prądnicza tachometryczna prądu stałego.

Przekształtnik funkcji jest wykonany w postaci programowalnej pamięci, przy czym ogranicznik stanowi logiczny obwód ograniczenia wielkości sygnału. W tym przypadku, miernik prędkości obrotowej stanowi korzystnie przetwornik impulsowy.

Rozwiązanie według wynalazku opiera się na wykorzystaniu zależności między prądem twornika I i różnicą pomiędzy średnią wartością napięcia U_d prostowników i indukowanym napięciem U_i twornika silnika.

Średnia wartość napięcia U_d prostownika tyrystorowego pracującego przy przewodzeniu ciągłym stanowi jednoznacznie funkcję kąta sterowania stanowiącego kąt opóźnienia zapłonu tyrystorów według zależności

$$U_d = U_{d0} \cdot \cos \alpha$$

w której U_{d0} oznacza maksymalne napięcie średnie prostownika przy kącie wysterowania $\alpha=0$. Dla indukowanego napięcia twornika U_i przy stałym strumieniu magnetycznym odwołuje zależność

$$U_i = C_e \cdot \omega,$$

w której C_e oznacza stałą napięciową silnika, a ω jego prędkość kątową. Prąd twornika silnika jest określony zależnością

$$I = \frac{U_{d0} \cdot \cos \alpha - C_e \cdot \omega}{R} = \frac{U_d - U_i}{R}$$

w której R oznacza rezystancję zastępczą obwodu twornikowego prądu stałego.

Jeśli teraz określona wartość największego dopuszczalnego prądu występuje bądź jako wartość stała, bądź jako wielkość zależna od prędkości obrotowej, to można jednoznacznie ograniczyć wielkość kąta sterującego w zależności od indukowanego napięcia twornika tak, że założona wartość prądu nie zostanie przekroczona.

Korzystnie jest stosować jako czujnik indukowanego napięcia, bezpośrednio miernik prędkości obrotowej, który równocześnie służy do regulacji prędkości obrotowej. Do przetwarzania sygnału wyjściowego miernika prędkości na sygnał do ograniczania napięcia wyjściowego regulatora prędkości obrotowej i tym samym również do ograniczenia wielkości kąta sterującego, służy przetwornik funkcji, stanowiący obwód nieliniowy, którego statyczne charakterystyki przenoszenia wynikają z przytoczonej zależności prądu twornikowego I .

Opisany układ można korzystnie zrealizować również w postaci cyfrowej, w układach regulacji impulsowej. W tym przypadku odpowiedni algorytm ograniczenia kąta wysterowania tyrystorów w zależności od prędkości obrotowej wprowadza się do programu numerycznego członu korelacyjnego. Można tu również stosować szybkie przetworniki cyfrowo-analogowe, które przy wykorzystaniu ograniczenia za pomocą czujników prądu były dotychczas nie wykorzystane.

Układ według wynalazku w przykładzie wykonania uwidoczniono na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu, fig. 2 – podstawowy schemat przekształtnika funkcji, fig. 3 – statyczne charakterystyki przenoszenia przekształtnika funkcji, fig. 4 – linearyzowane charakterystyki przekształtnika funkcji.

Napęd z silnikiem prądu stałego 1 składa się z pełnosterowalnego przekształtnika tyrystorowego 2 i sterownika 3. Generator impulsów sterujących sterownika 3 jest sterowany regulatorem prędkości 4. Do wejścia sterującego 5 regulatora prędkości obrotowej 4 doprowadza się sygnał elektryczny, odpowiadający żądanej prędkości obrotowej, a poprzez pętle sprzężenia zwrotnego na wejście 6 podaje się sygnał miernika prędkości

obrotowej 7, proporcjonalny do prędkości obrotowej wału silnika 1. Miernikiem prędkości obrotowej jest korzystnie prądnica tachometryczna prądu stałego sprzężona trwale z wałem silnika 1.

Równolegle do regulatora prędkości obrotowej 4 do wyjścia miernika prędkości obrotowej 7 jest przyłączony przekształtnik funkcji 8. W obwodzie tym sygnał U_7 z miernika prędkości obrotowej 7, którego poziom jest proporcjonalny do rzeczywistej prędkości obrotowej, a więc do rzeczywistej siły elektromotorycznej silnika 1 przekształca się na sygnał napięciowy U_{12} lub U_{22} , doprowadzany do ogranicznika 9 sygnału wyjściowego regulatora prędkości 4, przyłączonego do jednego z wejść sterownika 3 tyrystorów.

Z uwagi na charakterystykę przenoszenia przekształtnika funkcji 8 korzystna jest linearyzacja charakterystyki statycznej tego przekształtnika, w całym zakresie, lub tylko w zakresie wymaganej dokładności ograniczania.

Przekształtnik funkcji 8 stanowi nieliniowy obwód, złożony z dwóch części, przy czym każda z tych części pracuje dla jednego z kierunków przepływu prądu twornikowego silnika 1. Pierwsza część składa się ze wzmacniacza operacyjnego 10 z pierwszą impedancją sprzężenia zwrotnego 11. Na wejście 13 pierwszego wzmacniacza operacyjnego 10 jest przyłączone źródło 14 wzorcowego napięcia ujemnego i poprzez pierwszą impedancję wejściową 15 – wyjście miernika prędkości obrotowej 7, dostarczające sygnału U_7 .

Wyjście pierwszego wzmacniacza operacyjnego 10 stanowi wyjście 12 przekształtnika funkcji 8 dla sygnału ograniczającego U_{12} . Druga część tego przekształtnika 8 zawiera drugi wzmacniacz operacyjny 20 zaopatrzony w drugą impedancję sprzężenia zwrotnego 21. Do wejścia 23 drugiego wzmacniacza operacyjnego 20 jest przyłączone źródło 24 dodatniego napięcia odniesienia i poprzez drugą impedancję wejściową 25 – wyjście miernika prędkości obrotowej 7, dostarczającego sygnału U_7 .

Wyjście drugiego wzmacniacza operacyjnego 20 tworzy drugie wyjście 22 przekształtnika funkcji 8, dla sygnału ograniczającego prąd twornika o polaryzacji przeciwnej do poprzedniej. Napięcia odniesienia pozwalają na uzyskanie przesunięć wzajemnych napięć ograniczających U_{12} i U_{22} dla obu kierunków przepływu prądu twornika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ ograniczenia nadprądowego napędów półprzewodnikowych, z elektrycznymi silnikami prądu stałego o stałym strumieniu magnetycznym, zawierający sterowany przekształtnik tyrystorowy ze sterownikiem, regulatorem i miernikiem prędkości obrotowej, z n a m i e n n y t y m, że wyjście miernika prędkości obrotowej (7) jest połączone z wejściem sprzężenia zwrotnego (6) regulatora prędkości obrotowej (4) i jednocześnie z przekształtnikiem funkcji (8), którego pierwsze wyjście (12) dla sygnału ograniczającego prąd twornikowy o biegunowości podstawowej i drugie wyjście (22) dla sygnału ograniczającego prąd twornikowy o biegunowości przeciwnej jest przyłączone do ogranicznika (9) sygnału wyjściowego regulatora prędkości (4), połączonego z wejściem sterownika tyrystorów (3).

2. Układ według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że przekształtnik funkcji (8) ma pierwszy wzmacniacz operacyjny (10), którego wyjście stanowi pierwsze wyjście (12) przekształtnika (8) i drugi wzmacniacz operacyjny (20), którego wyjście stanowi drugie wyjście (22) przekształtnika (8) pierwszego wzmacniacza operacyjnego (10) jest przyłączone źródło (14) ujemnego napięcia odniesienia i pierwsza impedancja sprzężenia zwrotnego (11), a poprzez pierwszą impedancję wejściową (15) – wyjście miernika prędkości obrotowej (7), zaś do wejścia (23) drugiego wzmacniacza operacyjnego (20) – źródło (24) dodatniego napięcia odniesienia i druga impedancja sprzężenia zwrotnego (21), a poprzez drugą impedancję wejściową (25) – wyjście miernika prędkości obrotowej (7).

3. Układ według zastrz. 1, albo 2, z n a m i e n n y t y m, że miernik prędkości obrotowej (7) stanowi prądnica tachometryczna prądu stałego.

4. Układ według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że przekształtnik funkcji (8) jest wykonany w postaci programowalnej pamięci, przy czym ogranicznik (9) stanowi logiczny obwód ograniczenia wielkości sygnału.

5. Układ według zastrz. 1, albo 4, z n a m i e n n y t y m, że miernik prędkości obrotowej (7) stanowi przetwornik impulsowy.

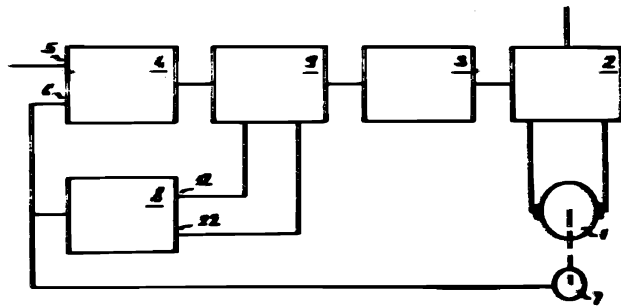


Fig. 1

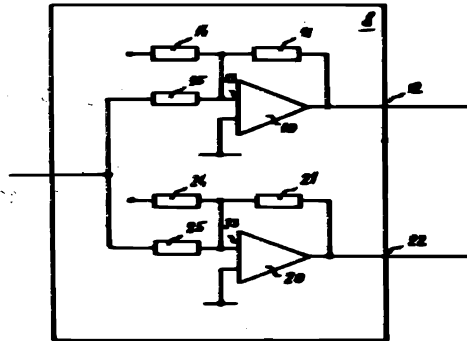


Fig. 2

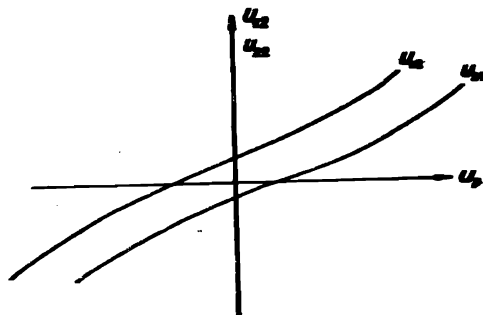


Fig. 3

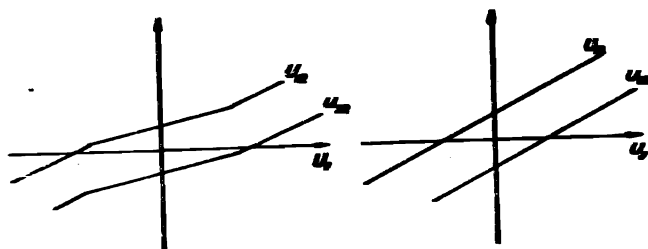


Fig. 4