



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 30.09.78 (P. 209986)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 19.05.80

Opis patentowy opublikowano: 15.10.1982 r.

Int. Cl.³ B60L 15/08

CZYTELNIĄ

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Krzysztof Basiński, Jan Kacprzak, Adam Sałek, Ryszard Sperka

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska. Warszawa (Polska)

Cyfrowy układ automatycznego sterowania silników trakcyjnych

1

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest cyfrowy układ automatycznego sterowania silników trakcyjnych stosowany zwłaszcza do współbieżnego napędu co najmniej dwóch silników trakcyjnych.

Stan techniki. Znane są układy sterowania silnikami trakcyjnymi, które zasilane są z sieci prądu stałego przez tyrystorowe przerywacze prądu stałego. Zasada działania oparta jest na wytworzeniu impulsów zapłonowych i gaszących przerywacza w układach analogowych. Rozwiązanie takie sprostado wytworzenia cyklicznych liniowo narastających przebiegów napięciowych, porównywnych z sygnałem napięcia stałego. Chwila odpowiadająca początkowi narastania i chwila porównania obu sygnałów określają odcinek czasu przewodzenia tyrystorowego przerywacza prądu stałego, a także średnią wartość napięcia na zaciskach silnika.

Dokładność określenia chwili porównania sygnału liniowego narastającego z sygnałem napięcia stałego określa dokładność regulacji napięcia na zaciskach silnika.

Sygnały sprzężeń zwrotnych odpowiadające wielkości prądu rozruchowego, prądu obciążenia, oraz prędkości obrotowej i przyspieszeniu kątowemu silnika wprowadzane są na wejście obwodów generujących liniowo narastające napięcie lub na wejście układu porównującego.

2

W znanych rozwiązaniach porównanie obu sygnałów przeprowadzane było w układach analogowych zaopatrzonych dodatkowo w układy mające na celu zmniejszenie lub wyeliminowanie niestabilności i zakłóceń takich jak korekcja dryftu zera, obniżenie wpływu temperatury i eliminacja przypadkowych zakłóceń.

W układach takich wytwarzany jest sygnał napięcia odniesienia w postaci źródła napięcia regulowanego, proporcjonalnego do zadawanej prędkości obrotowej silnika, który to sygnał jest podawany na wejście układu całkowitego. Na drugie wejście układu całkowitego podawany jest sygnał napięciowy proporcjonalny do aktualnej prędkości obrotowej silnika, wytwarzany w przetworniku prędkości obrotowej. Na wyjściu takiego układu otrzymywany jest sygnał napięciowy proporcjonalny do całki z różnicy tych dwóch napięć. Następnie sygnał ten jest porównywany w komparatorze z cyklicznym napięciem liniowo narastającym, wytwarzanym w generatorze przebiegów piłokształtnych. Porównanie obu tych sygnałów powoduje wytworzenie impulsów zapłonowych podawanych na bramki tyrystorów przerywacza prądu stałego.

Istota wynalazku. Zgodnie z wynalazkiem układ zawiera blok przetwarzania prędkości obrotowej, którego wejścia pomiarowe są połączone z wyjściami przetworników prędkości obrotowej, zaś

wejścia sterujące są połączone z pierwszym wyjściem bloku sterowania cyfrowego.

Wyjścia bloku przetwarzania prędkości obrotowej są połączone z pierwszym i drugim blokiem zapłonowym przerywaczy prądu stałego.

Układ zawiera również blok przetwarzania prądów, którego wejścia pomiarowe są połączone poprzez komparatory porównujące wartość prądu obciążenia zadaną wartością prądu silników trakcyjnych, z przetwornikami prądu silników trakcyjnych w napięcie.

Wejście sterujące bloku przetwarzania prądów jest połączone z drugim wyjściem bloku sterowania cyfrowego, zaś wyjścia są połączone z trzecim i czwartym blokiem zapłonowych przerywaczy prądu stałego.

Blok przetwarzania prędkości obrotowej wyposażony jest w liczniki impulsów, których wejścia są poprzez bloki formujące impulsy połączone z przetwornikami prędkości obrotowej w napięcie, zaś wyjścia są połączone poprzez trzeci komparator z trzema wyjściami adresowymi analizatora logicznego, którego pozostałe wejścia są połączone z pierwszym wyjściem bloku sterowania cyfrowego, natomiast wyjścia analizatora logicznego, stanowią wyjście bloku przetwarzania prędkości obrotowej.

Blok przetwarzania prądów zawiera elementy kombinacyjne typu LUB, których pierwsze wejścia są połączone z drugim wyjściem bloku sterowania cyfrowego, zaś drugie wejścia są połączone z wyjściami pierwszego i drugiego komparatora z których są podawane impulsy gaszące w chwilach przekroczenia wartości dopuszczalnej prądu obciążenia silników trakcyjnych, natomiast wyjścia elementów kombinacyjnych typu LUB, stanowią wyjście bloku przetwarzania prądów.

Układ według wynalazku eliminuje poślizg osi napędowych pojazdu trakcyjnego, posiadającego co najmniej dwa zespoły napędowe, przez zastosowanie cyfrowego pomiaru prędkości obrotowej, jej porównanie oraz analizę stanu porównania. Układ zapewnia również współbieżność obrotów silnika z zadaną dokładnością oraz przez zastosowanie bloku przetwarzania prądów zabezpiecza przed przekroczeniem zadanego prądu obciążenia przez podanie na bramki tyrystorów niezależnych impulsów gaszących.

Objaśnienie rysunku. Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat blokowy cyfrowego układu automatycznego sterowania dwóch grup silników trakcyjnych.

Przykład wykonania. Przetwornik 3 i 4 prędkości obrotowych n1 i n2 silników trakcyjnych 1 i 2 w których wytwarzane są sygnały u1 i u2 o częstotliwościach proporcjonalnych do prędkości obrotowych, doprowadzone są do bloku BPPO przetwarzania prędkości obrotowej na wejście dwóch bloków formujących 5 i 6 przetwarzania prędkości obrotowej. Na wyjściach bloków 5 i 6 pojawiają się napięcia u3 i u4 w postaci ciągu impulsów odpowiadających wartościom logicznym, które to impulsy doprowadzane są do wejść liczników

7 i 8 impulsów. Liczby zliczonych impulsów przez liczniki 7 i 8 w dwójkowym przedziale czasu, proporcjonalne do liczby obrotów silników 1 i 2 są sygnalizowane zerowymi wartościami logicznymi odpowiednich wyjść liczników 7 i 8 połączonych z wejściami komparatora 11.

Na jednym z trzech wyjść komparatora pojawia się sygnał u5 lub u6 lub u7 o wartości logicznej jeden, który sygnalizuje następujące wyniki porównania liczb obrotów n1 i n2 silników 1 i 2 i tak sygnał u5 podawany jest wówczas gdy obroty n1 są większe od obrotów n2, zaś sygnał u6 podawany jest wówczas gdy obroty n1 są równe obrotom n2, natomiast sygnał u7 podawany jest wtedy gdy obroty n1 są mniejsze od obrotów n2.

Sygnały wyjściowe komparatora 11 sterują trzema wejściami adresowymi analizatora 12 logicznego. Pozostałe dwa wejścia analizatora 12 połączone są z dwoma wyjściami licznika 24 dziesiętnego bloku BSC sterowania cyfrowego, na których pojawiają się cyklicznie impulsy napięciowe u15 i u16 odpowiadające wartościom logicznym, przesunięte w fazie o 180°, adresowane do jednego z dwóch lub jednocześnie do obu wyjść analizatora 12 logicznego, połączonych z wejściami bloków 9, 10 zapłonowych tyrystorów 21 i 22.

Częstotliwość powtarzania tych impulsów fP na obu wejściach analizatora 12 równa jest 200 Hz i przyjęta jest dla typowych warunków pracy tyrystorowych zespołów sterowania silnikami trykcyjnymi, przy czym częstotliwość ta jest nastawiana w przedziale od 100—400 Hz.

Impulsy odpowiadające wartościom logicznym sygnałów u8 i u9 na wyjściach analizatora 12 wyznaczają chwile czasowe zapłonu tyrystorów 21 i 22. Liczby tych impulsów w określonym przedziale czasu zależne od wyniku porównania prędkości n1, n2 silników 1, 2 określają częstość zapłonu tyrystorów 21 i 22.

Chwile czasowe gaszenia tyrystorów 21 i 22 wyznaczone są chwilami zapłonu tyrystorów gaszących 28, 29 sterowanych z dwóch wyjść bloku BPP przetwarzania prądów obciążenia lub rozruchu silników 1 i 2, których wartości chwilowe są odwzorowywane proporcjonalnie wartościami analogowych sygnałów napięciowych u10, u11 na wyjściach przetworników 13 i 14 prądu w napięcie.

Sygnały u10, u11 doprowadzone są na wejście komparatorów 15 i 16 analogowo-cyfrowych. Stałe progi komparacji tych komparatorów odwzorowują dopuszczalne wartości prądów rozruchu silników 1 i 2 trakcyjnych.

W chwili przekroczenia wartości dopuszczalnych prądów obciążania lub rozruchu silników 1 i 2, na wyjściach komparatorów 15 i 16 pojawiają się sygnały u12, u13 o wartości logicznej „1” sterujące wejściami dwóch elementów 17 i 18 kombinacyjnych LUB. Na drugie wejście tych elementów doprowadzone są cyklicznie napięciowe impulsy u17, u20, kluczujące z dwóch pozostałych wyjść bloku BSC sterowania cyfrowego. Sygnały te są przesunięte względem siebie o kąt 180°, natomiast względem odpowiednich sygnałów u15 i u16 wejściowych analizatora 12 są przesunięte o kat.

który jest zaprogramowany cyfrowo w granicach od 0° do 360°.

Częstotliwości impulsów u17, u20 są równe i wynoszą 200 Hz. Sygnały u12 lub u17 i u13 lub u20 na wejściach elementów 17 i 18 kombinacyjnych są sygnalizowane impulsami u21, u22 napięciowymi na wyjściach tych elementów kombinacyjnych, które pobudzają bloki 19 i 20 zapłonowych przerywaczy prądu stałego.

Na wyjściach bloków 19 i 20 wytwarzane są w czasie pobudzania impulsy zapłonowe tyrystorów 28 i 29 wyznaczające momenty gaszenia tyrystorów 21, 22. Momenty zapłonu tyrystorów 28 i 29 wyznaczające momenty gaszenia tyrystorów 21, 22 są wyznaczone w chwilach przekroczenia dopuszczalnych wartości prądu obciążenia lub rozruchu i jednocześnie są zsynchronizowane z okresem powtarzania zapłonu tyrystorów 21, 22.

Synchronizację czasową zapewnia blok BSC sterowania cyfrowego zawierający generator 23, częstotliwości wzorcowej, którego wyjście połączone jest z wejściem licznika 24 dziesiętnego oraz jednym z dwóch wejść elementu 26 kombinacyjnego typu I. Drugie wejście elementu 26 połączone jest z wyjściem Q przerzutnika 25 typu JK, którego wejście zegarowe połączone jest z trzecim wyjściem sterującym licznika 24 impulsów, natomiast wejście ustawiające połączone jest z wyjściem sterującym licznika 27 dwójkowo — dziesiętnego sterowanego z wyjścia elementu 26. Trzecie wyjście sterujące licznika 24 oraz wyjście licznika 27 połączone są z odpowiednimi wejściami elementów 17, 18 kombinacyjnych typu LUB, bloku BPP przetwarzania prądów.

Impulsy napięciowe o częstotliwości wzorcowej ($f_0 = 200 \text{ Hz} \times 360$) stanowiące sygnał wyjściowy u14 z generatora 23 są zliczane przez licznik 24. Na dwóch wyjściach roboczych licznika 24 sygnalizowana jest wartość logiczna „1” co 0 i 180 impulsów w postaci napięć u15 i u16. Natomiast na trzecim wyjściu licznika jest sygnalizowana wartość logiczna „1” co n-ty impuls w wybranym zakresie od 0 do 360 impulsów, co odpowiada przesunięciu fazowemu sygnału u17 od 0° do 360° względem sygnału u15.

Z chwilą pojawienia się sygnału u17 na wejściu przerzutnika 25 zmienia się jego stan logiczny z wartości „0” na wartość logiczną „1”, co odpowiada wygenerowaniu sygnału u18 w postaci impulsu o wartości logicznej „1” otwierającego element 26 kombinacyjny typu I.

Z chwilą otwarcia elementu 26 impulsy wyjściowe generatora 23 są zliczane przez licznik 27 o ustalonej pojemności równej 180 bitów. W momentach przepełnienia licznika 27 na jego wyjściu pojawiają się impulsy napięciowe o wartości logicznej „1” tworząc sygnał u20 zerujący przerzutnik 25 typu JK, co automatycznie odpowiada zablokowaniu elementu 26 i jednocześnie sygnał u20 steruje elementem 18 bloku BPP przetwarzania prądów.

Sygnał u20 jest zatem przesunięty w fazie względem sygnału u17 o 180°, a względem sygnału u15

o $180^\circ + \alpha$. Cyfrowe nastawianie przesunięcia fazowego α w zakresie od 0° do 360° umożliwia regulację kąta zapłonu tyrystorów gaszących 28, 29 w granicach od 0° do 360°, a zatem regulację czasu zapłonu tyrystorów 21, 22 w granicach od 0° do 360° z uwzględnieniem przekroczeń wartości dopuszczalnej prądów obciążenia lub rozruchu jak również poślizgu silników 1 i 2 trakcyjnych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Cyfrowy układ automatycznego sterowania silników trakcyjnych, zwłaszcza co najmniej dwóch grup silników trakcyjnych, wyposażony w przetworniki prędkości obrotowej w napięcie, przetworniki prądu w napięcie, bloki zapłonowe tyrystorowych przerywaczy prądu stałego, blok sterowania cyfrowego, komparatory, znamienny tym, że zawiera blok (BPPO) przetwarzania prędkości obrotowej, którego wejścia pomiarowe są połączone z wyjściami przetworników (3, 4) prędkości obrotowej, zaś wejścia sterujące są połączone z pierwszym wejściem bloku (BSC) sterowania cyfrowego, natomiast wyjścia bloku (BPPO) przetwarzania prędkości obrotowej są połączone z pierwszym i drugim blokiem (9, 10) zapłonowych przerywaczy prądu stałego, oraz posiada blok (BPP) przetwarzania prądów, którego wejścia pomiarowe są połączone poprzez pierwszy i drugi komparator (15, 16) porównujący wartość prądu obciążenia zadaną wartością prądu silników (1, 2) trakcyjnych z przetwornikami (13, 14) prądu silników (1, 2) trakcyjnych w napięcie, zaś wejście sterujące bloku (BPP) przetwarzania prądów jest połączone z drugim wyjściem bloku (BSC) sterowania cyfrowego, natomiast wyjścia bloku (BPP) przetwarzania prądów są połączone z trzecim i czwartym blokiem (19, 20) zapłonowych przerywaczy prądu stałego.

2. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że blok (BPPO) przetwarzania prędkości obrotowej, wyposażony jest w liczniki (7, 8) impulsów, których wejścia są poprzez bloki (5, 6) formujące impulsy połączone z przetwornikami (3, 4) prędkości obrotowej, zaś wyjścia są połączone poprzez trzeci komparator (11) z trzema wejściami adresowymi analizatora (12) logicznego, którego pozostałe wejścia są połączone z pierwszym wyjściem bloku (BSC) sterowania cyfrowego, natomiast wyjścia analizatora (12) logicznego stanowią wyjście bloku (BPPO) przetwarzania prędkości obrotowej.

3. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że blok (BPP) przetwarzania prądów zawiera elementy (17, 18) kombinacyjne typu LUB, których pierwsze wejścia są połączone z drugim wyjściem bloku (BSC) sterowania cyfrowego, zaś drugie wejścia są połączone z wyjściami pierwszego i drugiego komparatora (15, 16) z których są podawane impulsy gaszące w chwilach przekroczenia wartości dopuszczalnej prądu obciążenia silników (1, 2) trakcyjnych, natomiast wyjścia elementów (17, 18) typu LUB, stanowią wyjście bloku (BPP) przetwarzania prądów.

