



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57484

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 04.XII.1962 (P 100 220)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.VI.1969

Kl. 21 c, 59/10

MKP H 02 p 5/14

UKD

Twórca wynalazku: inż. Gerd Fleischer

Właściciel patentu: VEB Dentaltechnik Potsdam, Poczdam (Niemiecka
Republika Demokratyczna)

Układ połączeń do regulacji prędkości obrotowej szeregowych silników komutatorowych, zwłaszcza uniwersalnych silników do wiertarek dentystycznych

1

Przedmiotem wynalazku jest układ połączeń, przeznaczony do regulacji prędkości obrotowej szeregowych silników komutatorowych, zwłaszcza uniwersalnych silników do wiertarek dentystycznych, które są zasilane ze źródła napięcia przemiennego.

Znana jest już regulacja prędkości obrotowej szeregowych silników komutatorowych, które w dalszej treści niniejszego opisu będą nazywane w skróceniu silnikami szeregowymi — bądź przez zmianę napięcia roboczego za pomocą transformatora regulacyjnego, ewentualnie za pomocą oporników szeregowych, bądź też przez rozgałęzienie prądu w obwodzie twornika lub w obwodzie wzbudzenia za pomocą równoległego włączenia oporności czynnych do uzwojenia twornika lub uzwojenia wzbudzenia silnika szeregowego.

Podczas gdy w pierwszym przypadku oddawany przez szeregowy silnik moment obrotowy znacznie maleje przy zmniejszaniu się prędkości obrotowej, a to wskutek zmniejszania się natężenia prądu roboczego wraz ze zmniejszeniem się napięcia roboczego, to w drugim przypadku przy wszystkich prędkościach obrotowych oddawane są przez silnik wymagane momenty obrotowe, gdyż wskutek równoległego układu, natężenie prądu roboczego wzrasta w miarę zmniejszania się prędkości obrotowej silnika szeregowego.

Znane są również układy połączeń, które składają się z oporników szeregowych i równoległych. A zatem we wszystkich przypadkach, w których

2

również przy małej prędkości obrotowej wymagany jest użyteczny moment obrotowy przy zadanej prędkości obrotowej, znane dotychczas układy są wykonywane według zasady równoległego lub szeregowo-równoległego układu połączeń.

Wspomniane układy mają jednakże takie istotne wady, że przez oporniki czynne przepływa znaczna część prądu roboczego, a zatem muszą one mieć tak duże wymiary, że ograniczone są możliwości umieszczania tych oporników na przykład w urządzeniach rzędu wielkości wiertarek dentystycznych. Odpowiednio do wartości oporności czynnej, przebiegają zmiany skokami za pomocą łącznika, również prędkość obrotowa silnika szeregowego jest zmieniana skokami.

Poza tym, wskutek znacznie wzrastającego nieraz natężenia prądu roboczego, podczas regulacji prędkości obrotowej dochodzi do zwiększonego obciążenia prądowego uzwojenia silnika, nie włączonego do układu równoległe połączonych oporników, co równoznaczne jest ze wzrostem temperatury tego uzwojenia.

Wraz z wymienionym (już wyżej) dużym obciążeniem włączanych oporników sterowniczych, przy tego rodzaju układzie połączeń silnik szeregowy może być włączany tylko na krótkie okresy czasu, jeżeli nie zastosuje się dodatkowych środków technicznych, takich jak zwiększenie wymiarów silnika szeregowego i jego oporności czynnych albo też intensywniejsze chłodzenie.

W innym również znanym układzie regulacji prędkości obrotowej usiłowano usunąć wyżej wymienione wady w ten sposób, że równolegle oporniki zastąpiono uzwojeniem mocy wzmacniacza magnetycznego.

Dzięki temu, zgodnie z działaniem wzmacniacza magnetycznego, płynący równolegle przez uzwojenie mocy prąd może być w sposób ciągły zmieniany za pomocą małego przyrządu sterowniczego, który może być umieszczony w dowolnym dogodnym miejscu, a za tym stosując układ równoległy do uzwojenia twornika, prędkość obrotowa silnika szeregowego może być nastawiana w sposób ciągły w granicach od minimalnej prędkości obrotowej, wynoszącej około 200 obr./min., do maksymalnej prędkości obrotowej biegu jałowego, albo przy stosowaniu układu równoległego do uzwojenia wzbudzenia prędkość obrotowa może być nastawiana powyżej maksymalnej prędkości obrotowej biegu jałowego.

Także w tym układzie występuje duże natężenie prądów roboczych, które już przy biegu jałowym silnika szeregowego muszą przepływać przez uzwojenie mocy oraz tak jak poprzednio, przez nie włączone uzwojenie silnika do układu równoległe połączonych oporników. W tym przypadku istnieją również niepożądane ograniczenia przy konstrukcyjnym rozwiązaniu sterowanego silnika szeregowego, gdyż zapotrzebowanie miejsca dla tego rodzaju układu jest stosunkowo duże, a znaczne obciążenie prądowe wymaga bądź intensywnego chłodzenia silnika szeregowego, bądź większych wymiarów tego silnika, bądź też krótkich okresów jego włączania, zarówno przy biegu jałowym jak i pod obciążeniem.

Stwarza to duże niedogodności dla właściwej regulacji silników szeregowych w wykonaniu całkowicie zamkniętym i przydatnych do pracy ciągłej, tak jak to się zdarza na przykład w dentystycznej pracy laboratoryjnej, gdyż tak jak i poprzednio wymaga niepożądanego zwiększania wymiarów, a co za tym idzie, wyższej ceny silników szeregowych o regulowanej prędkości obrotowej lub też ograniczenia ich zastosowania.

Przy tego rodzaju regulacji również pozostaje nadal wada polegająca na niemożliwości zmniejszenia prędkości obrotowej w sposób ciągły aż do zera przy całkowitym pozbawieniu prądu silnika, który zarówno ze względów konstrukcyjnych jak i ze względów techniki obsługi podlega licznym niepożądanym ograniczeniom. Odłączanie silnika od sieci przy tym układzie regulacji tak jak i poprzednio musi odbywać się poprzez osobny łącznik. Nastawianie w sposób ciągły prędkości obrotowej od wartości mniejszej od maksymalnej prędkości obrotowej biegu jałowego, aż do wartości większej od maksymalnej prędkości obrotowej biegu jałowego, nie jest możliwe, gdyż zawsze trzeba wówczas przełączać uzwojenie mocy wzmacniacza magnetycznego z połączenia równoległego do uzwojenia twornika na połączenie równoległe do uzwojenia wzbudzenia.

Wreszcie znany jest jeszcze jeden układ połączeń, przeznaczony do regulacji prędkości obrotowej silników szeregowych, stosowany przede wszystkim do silników, które napędzają maszyny kra-

wieckie. Silniki te jednak muszą wprawdzie odznaczać się dużą łatwością regulacji prędkości obrotowej, natomiast nie muszą mieć specjalnie dużych rezerw obciążenia przy nastawionej prędkości obrotowej.

W tego rodzaju układzie połączeń silnik szeregowy jest zasilany poprzez sterowany prostownik bezpośrednio z sieci prądu przemiennego, przy czym za pomocą również bezpośrednio do sieci prądu przemiennego przyłączonego potencjometru otrzymuje się sterownicze napięcie jako wartość zadana i jest ono w taki sposób doprowadzone do obwodu sterowniczego prostownika, że zostaje ono przyłączone w przeciwnym kierunku do kierunku napięcia powstającego w tworniku silnika szeregowego, a więc pozostająca różnica napięć działa jako napięcie sterownicze.

W tego rodzaju układzie możliwe jest nastawianie w sposób ciągły prędkości obrotowej w szerokim zakresie, bez nadmiernego przy tym obciążenia prądowego twornika lub uzwojenia wzbudzenia. Główną wadą tego układu, w którym znana zasada regulowania napięcia twornika bocznikowych silników prądu stałego, przeniesiona na silnik szeregowy, polega na tym, że wykorzystywana do porównywania z napięciem zadanym wartość napięcia twornika, przy obciążeniu znacznie się zmienia przez czynny spadek napięcia na uzwojeniu twornika, powodowany zwiększaniem się natężenia prądu silnika szeregowego przez co napięcie twornika nie jest proporcjonalne do prędkości obrotowej.

Przy bezpośrednim włączeniu uzwojenia twornika do obwodu regulacji całe napięcie twornika wchodzi do regulacji jako wartość rzeczywista. W istocie to napięcie twornika składa się z proporcjonalnej do prędkości obrotowej siły przeciw-elektromotorycznej indukowanej w uzwojeniu twornika przez obracanie się tego twornika w polu magnetycznym, wytworzonym przez prąd wzbudzenia, oraz z czynnego spadku napięcia, który istnieje w uzwojeniu twornika i jest proporcjonalny do prądu twornika.

W wyniku tego wypadkowe napięcie twornika wykorzystywane jako wartość rzeczywista proporcjonalna do prędkości obrotowej jest stale zniekształcana, i to tym bardziej proporcjonalnie do prędkości obrotowej im większy jest udział siły przeciw-elektromotorycznej w stosunku do czynnego spadku napięcia.

W tym znanym układzie, w okresie gdy sterowany prostownik nie przewodzi, zostaje przerwany przepływ prądu przez twornik, a ponieważ w silnikach szeregowych ten sam prąd przepływa również przez uzwojenie wzbudzenia, więc jednocześnie zostaje przerwany również prąd wzbudzenia, tj. przerwane zostaje wzbudzenie silnika. Wynika stąd, że w tym znanym układzie, w okresie gdy sterowany prostownik nie przewodzi, tj. przy przerwaniu przepływu prądu przez twornik, nie jest indukowana siła przeciw-elektromotoryczna, a tym samym nie może być wytworzone napięcie proporcjonalne do prędkości obrotowej.

Dopiero gdy znów płynie prąd przez twornik, a tym samym również przepływa prąd wzbudzenia, siła przeciw-elektromotoryczna jest znów in-

dukowana, ale wówczas jednocześnie zaczyna działać czynny spadek napięcia, który powoduje, że napięcie nie jest proporcjonalne do prędkości obrotowej. Specjalnie niekorzystnym staje się ten stosunek przy małej prędkości obrotowej, przy której siła przeciwelektromotoryczna jest bardzo mała.

Nie ma tu możliwości oddziaływania na stopień regulacji prędkości obrotowej, a tym samym na stabilizację tej prędkości przy obciążeniu. Przede wszystkim przy bardzo małej prędkości obrotowej nie można uzyskać niezbędnych przy tym dużych momentów obrotowych, gdyż potrzebne w tym celu zwiększenie natężenia prądu silnika jednocześnie powoduje, że napięcie twornika nie jest proporcjonalne do prędkości obrotowej i przez to znów pogarsza regulację.

A więc w tym znanym układzie jest wprowadzić możliwą regulację prędkości obrotowej, ale nie ma możliwości wystarczającej regulacji prędkości obrotowej przy różnym obciążeniu, w szerokim zakresie tej prędkości, jak to jest na przykład potrzebne w dentystycznych wiertarkach i innym sprzęcie laboratoryjnym.

Odcinanie części zakresu prędkości obrotowej za pomocą przełączania, w celu rozszerzenia pozostałego zakresu prędkości obrotowej, nie jest w tym znanym układzie również przewidziane. Tego rodzaju rozwiązanie byłoby jednakże korzystne dla dentysty, gdyż w pozostałym zakresie prędkości obrotowej może on jeszcze bardziej dokładnie nastawiać potrzebną mu prędkość obrotową. Dotyczy to zwłaszcza małej prędkości obrotowej.

Dla użytkowania sprzętu dentystycznego jest poza tym niekorzystne istniejące w znanym układzie galwaniczne połączenie elementów układu regulacji z siecią, z czego wynikają zwiększone wymagania odnośnie izolowania ochronnego przed porażeniem.

Celem wynalazku jest stworzenie nieskomplikowanego układu połączeń, który umożliwiałby z dużą dokładnością zarówno regulację prędkości obrotowej w sposób ciągły, jak i uzależnione od obciążenia regulowanie prędkości obrotowej szeregowych silników komutatorowych w szerokim zakresie odpowiadającym wszystkim wymaganiom wiertarek dentystycznych i innego sprzętu laboratoryjnego.

Zadaniem wynalazku jest w szczególności stworzenie nieskomplikowanego układu połączeń, przeznaczonego dla silnika szeregowego, zasilanego poprzez sterowany prostownik ze źródła prądu przemiennego, który to układ przy użyciu napięcia twornika silnika szeregowego jako wartości rzeczywistej umożliwiałby uzyskanie wystarczającej proporcjonalności wartości tego napięcia do prędkości obrotowej w szerokim zakresie tej prędkości również przy bardzo małych prędkościach obrotowych — a ponadto umożliwiałby uzyskanie wysokiego stopnia stabilizacji prędkości obrotowej pomimo dużego obciążenia. Oprócz tego układ musi zapewnić możliwość oddziaływania na ten stopień stabilizacji oraz możliwość częściowego zwiększenia zakresu prędkości obrotowej w celu łatwiejszego nastawiania wymaganej jej wartości.

Zadanie to zostało w ten sposób rozwiązane, że silnik szeregowy, który ma uzwojenie wzbudzenia

i uzwojenie twornika włączone w obwód prądu obciążeniowego sterowanego prostownika, który jest zasilany ze źródła napięcia przemiennego i którego uzwojenie twornika jest tak włączone do sterowniczego obwodu sterowanego prostownika, że wartość rzeczywista napięcia twornika steruje tym obwodem.

Układ według wynalazku jest zaopatrzony w jeden lub kilka niesterowanych prostowników, które za pomocą łącznika mogą być według życzenia wyłączone lub załączane równolegle do uzwojenia wzbudzenia, w kierunku przepływu przeciwnym do kierunku przepływu prądu wyznaczanego przez sterowany prostownik, i które uzyskiwane ze źródła napięcia przemiennego dodatkowe napięcie wyprostowane doprowadzają do uzwojenia wzbudzenia silnika szeregowego.

Zgodnie z wynalazkiem niesterowany prostownik włączony do uzwojenia wzbudzenia równolegle, a przeciwnie do kierunku przepływu prądu wyznaczonego przez sterowany prostownik, wskutek swojej zależności od biegunowości stanowi dla prądu roboczego silnika szeregowego tak dużą oporność, że praktycznie nie następuje żadne rozgałęzienie prądu. Podczas półokresu, przy którym sterowany prostownik jest otwarty, włączony równolegle prostownik nie działa.

Jego zadaniem jest raczej zwiększanie natężenia prądu wzbudzenia silnika szeregowego w sensie wzmocnienia strumienia wzbudzenia, bez zwiększenia jednakże natężenia prądu twornika. Odbywa się to dzięki temu, że niesterowany prostownik, w okresach kiedy sterowany prostownik nie przewodzi dopuszcza wyrównanie istniejącego na uzwojeniu wzbudzenia indukcyjnego napięcia o przeciwnej biegunowości poprzez swą niskoomową oporność, a zatem podczas okresu gdy sterowany prostownik nie przewodzi może przepływać dodatkowy prąd wzbudzenia w kierunku niezbędnym dla utrzymania strumienia wzbudzenia.

Tego rodzaju działanie równolegle załączonego prostownika ma zasadnicze znaczenie dla jakości stabilizacji prędkości obrotowej poprzez regulowanie napięcia twornika przy bezpośrednim włączeniu uzwojenia tego twornika do sterowniczego obwodu prądowego prostownika, który steruje prądem silnika szeregowego. W układzie połączeń według wynalazku wraz z przerwaniem prądu twornika zostaje wyzwalany dodatkowy prąd uzwojenia, który płynie poprzez równolegle włączony do uzwojenia wzbudzenia prostownik, i wskutek tego zachowane zostaje wzbudzenie silnika tak, że również przy pozbawionym prądu uzwojeniu twornika może być indukowana proporcjonalna do prędkości obrotowej siła przeciwelektromotoryczna.

Ponieważ przy pozbawionym prądu uzwojeniu twornika nie występuje czynny spadek napięcia, więc powstaje wskutek tego podwyższenie udziału siły przeciwelektromotorycznej w stosunku do czynnego spadku napięcia na wypadkowym napięciu twornika, które jako wartość rzeczywista stosowane jest do stabilizacji prędkości obrotowej. Jakość stabilizacji prędkości obrotowej w takim układzie wzrasta zdecydowanie.

Przed wszystkim w zakresie małych prędkości obrotowych przy obciążeniu silnika szeregowego

znacznie wzrasta udział czynnego spadku napięcia w tworniku tak, że wówczas specjalnie duże znaczenie ma podwyższenie siły przeciwelektromotorycznej w okresie gdy sterowany prostownik nie przewodzi.

Opisane wyżej działanie wzrostu siły elektromotorycznej zostaje jeszcze spotęgowane, jeżeli do zachowania stałego wzbudzenia silnika w okresie gdy sterowany prostownik nie przewodzi będzie wykorzystany nie tylko prąd wyrównawczy, wywołany we wzbudzeniu przez napięcie indukcyjne, ale również prąd, który jest doprowadzany z osobnego źródła prądu przemiennego i którego natężenie może być określone przez wybrane źródło napięcia.

Ten prąd może być przy tym w taki sposób doprowadzony, że również podczas okresu nieprzewodzenia sterowanego prostownika przepływa przez uzwojenie wzbudzenia silnika. Ponieważ nie trafia on do twornika, więc przyczynia się on zatem do podwyższenia udziału siły przeciwelektromotorycznej w tworniku w stosunku do czynnego spadku napięcia.

W przeciwieństwie do znanych układów regulacji, za pomocą układu według wynalazku można znacznie obciążyć silnik przy dobrej stabilizacji regulowanej w szerokim zakresie prędkości obrotowej silników szeregowych, również przy bardzo małej prędkości obrotowej, wynoszącej paręset obrotów na minutę. Ta okoliczność ma duże znaczenie przy regulacji prędkości obrotowej dentystrycznych wiertarek i sprzętu laboratoryjnego.

Poza tym stopień stabilizacji prędkości obrotowej w całym ich zakresie jest większy niż w znanych układach tego rodzaju.

Dzięki temu, że przy włączaniu prostownika równolegle do uzwojenia wzbudzenia następuje jednocześnie odcinanie górnego zakresu prędkości obrotowych, zwiększa się pozostały zakres prędkości obrotowych, wskutek czego ułatwione zostaje dokładne nastawienie wymaganej ich wartości.

Za pomocą dowolnego podłączania całego układu prostowniczego do wzbudzenia silnika szeregowego lub też tylko prostownika od strony napięcia przemiennego, przy zastosowaniu dodatkowego napięcia stałego albo zmieniania tego napięcia, można w nieskomplikowany sposób wpływać na stopień stabilizacji prędkości obrotowej, a także na odcinanie części zakresu tej prędkości i zwiększanie pozostałego jej zakresu.

Układ według wynalazku zostanie poniżej szczegółowo opisany na przykładzie jego wykonania, pokazanym schematycznie na rysunku.

Uzwojenie 1 twornika silnika komutatorowego i uzwojenie wzbudzenia 2 są przyłączone do źródła 4 prądu przemiennego poprzez tyratron 3 tak, że twornik silnika połączony jest z katodą tyratronu 3. Jednocześnie ze źródłem 4 prądu przemiennego połączone jest pierwotne uzwojenie 5 transformatora, którego uzwojenie wtórne 6 dostarcza napięcia żarzenia dla tyratronu 3.

Obwód siatki tyratronu 3 składa się z uzwojenia 1 twornika, układu mostkowego, połączonego z uzwojeniem wtórnym 7 transformatora poprzez prostownik 8 i kondensator 9, składającego się z oporności czynnych 10, 11 i z potencjometru 12,

działającego jako przyrząd regulujący prędkość obrotową silnika i dostarczającego napięcie sterujące zmieniające się od ujemnych do dodatnich wartości, konieczne dla nastawienia wartości żądanej, regulatora fazy włączonego poprzez uzwojenie wtórne 13 z odczepem środkowym, który jest utworzony z oporności czynnej 14 i kondensatora 15 i dostarcza stałe, przesunięte w fazie o około 90° w stosunku do napięcia anodowego, przemiennie napięcie siatki, oraz z oporności czynnej 16 służącej do ograniczania prądu siatki.

Niesterowany prostownik, stanowiący germanowy prostownik płytkowy 17 poprzez jednobiegowy łącznik 18 jest włączony równolegle do uzwojenia wzbudzenia 2 w kierunku przeciwnym do wyznaczonego przez tyratron kierunku przepływu prądu. Jeżeli łącznik 18 zostaje zamknięty, to wskutek indukcyjnego charakteru uzwojenia wzbudzenia 2 w połączeniu z prostownikiem 17, następuje przedłużenie czasu trwania przepływu prądu w uzwojeniu 2 ponad czas trwania, wyznaczony przez zapłon tyratronu 3, wskutek czego zmniejszona zostaje pulsacja prądu wzbudzenia i wzmocniony zostaje strumień wzbudzenia.

Związane jest z tym wprowadzić z jednej strony zmniejszenie maksymalnej prędkości obrotowej biegu jałowego silnika, ale z drugiej strony przy obciążeniu następuje polepszenie stosunku wartości siły przeciwelektromotorycznej do czynnego spadku napięcia na uzwojeniu 1 twornika co powoduje, że prędkość obrotowa silnika jest proporcjonalna do napięcia twornika i daje dobrą stabilizację prędkości obrotów w całym ich zakresie.

Przy zamkniętym łączniku 18 można zatem w sposób ciągły regulować prędkość obrotową w zawężonym zakresie w porównaniu z zakresem w układzie połączeń przy otwartym łączniku 18, wynoszącym powyżej 75% maksymalnej prędkości obrotowej biegu jałowego silnika, przy czym jednocześnie przy każdej prędkości obrotowej, na podstawie poprawionej wartości rzeczywistej napięcia twornika regulowanie tego napięcia całkowicie zapewnia wymaganą niezależną od obciążenia stabilizację prędkości obrotowej.

Zmieniona wskutek momentu obciążeniowego prędkość obrotowa powoduje w znany sposób zmianę siły przeciwelektromotorycznej twornika. Za pomocą rozwiązania według wynalazku powstaje wystarczające proporcjonalne do prędkości obrotowej odchylenie wartości rzeczywistej napięcia twornika, które odbiega od nastawionej na potencjometrze 12 wartości zadanej. Powstała różnica napięć jest w taki sposób włączona na siatkę tyratronu 3, że powoduje ona przestawienie okresu czasu w którym tyratron nie przewodzi, podczas którego to okresu czasu następuje wyrównanie odchylenia prędkości obrotowej za pomocą zwiększenia napięcia roboczego.

Potencjometr 12 może być w taki sposób sprzęgnięty z łącznikiem 18, że wylacza on ten łącznik w swym górnym i dolnym położeniu krańcowym.

Można również zamiast niesterowanego prostownika włączonego równolegle do wzbudzenia, doprowadzać dodatkowe napięcie wzbudzenia pobierane z dodatkowego źródła napięcia. Za pomocą do-

wolnego odłączania od wzbudzenia całego układu prostowniczego, albo tylko prostownika włączonego po stronie napięcia przemiennego, albo też za pomocą przestawiania sterownego prostownika, można ograniczać maksymalną wartość prędkości obrotowej i wpływać na stopień jej stabilizacji.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ połączeń do regulacji prędkości obrotowej szeregowych silników komutatorowych, zwłaszcza uniwersalnych silników do wiertarek dentystycznych, które są zasilane ze źródła napięcia przemiennego, a uzwojenie wzbudzenia i uzwojenie twornika mają włączone w obwód prądu obciążeniowego sterowanego prostownika, przy czym uzwojenie twornika włączone jest do sterowniczego obwodu tego prostowni-

ka, **znamienny tym**, że zawiera jeden niesterowany prostownik (17) (lub kilka takich prostowników), który za pomocą łącznika (18) wyłącza się lub załącza się równolegle do uzwojenia wzbudzenia szeregowego silnika komutatorowego, w kierunku przepływu przeciwnym do kierunku przepływu prądu wyznaczonego przez sterowany prostownik (3), przy czym niesterowany prostownik (17) uzyskiwane ze źródła napięcia przemiennego, dodatkowe napięcie wyprostowane przesyła do uzwojenia wzbudzenia (2) silnika.

2. Układ połączeń według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w celu wyłączania łącznika (18) jest on najkorzystniej sprzęgnięty z potencjometrem (12) za pomocą którego reguluje się prędkość obrotową silnika.

