



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 29.03.80 (P. 223117)

Pierwszeństwo: 31.03.79 Republika
Federalna Niemiec

Zgłoszenie ogłoszono: 30.01.81

Opis patentowy opublikowano: 15.11.1984

CZYTELNIKA

Urzędu Patentowego
Polish Patent Office (Ludowa)

Int. Cl.³ H02P 7/74
B66C 13/48
B66D 1/26

Twórca wynalazku _____

Uprawniony z patentu: Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, Frankfurt
nad Menem (Republika Federalna Niemiec)

Sposób regulacji współbieżności napędów platformy podnośnika

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób regulacji współbieżności napędów platformy podnośnika.

Znane rozwiązanie tego typu przedstawione jest w wydaniu specjalnym czasopisma „Schiff und Hafen”, zeszyt 11/1976, strony 1099—1105. W publikacji tej opisano wyposażenie elektryczne napędu pomostu podnoszącego do załadunku barek.

Na figurze 1 rysunku przedstawiono zasadę działania takiego znanego urządzenia napędowego. Pomost podnośnika jest podnoszony i opuszczany za pomocą wielokrążków poprzez średnio osiem dźwigów napędzanych silnikami prądu stałego. Każda jednostka napędowa A/B może pracować również samodzielnie, na przykład wtedy, gdy ma być założona nowa lina, lub w przypadku awarii. W pracy normalnej biorą udział zawsze dwa dźwigi A i B jako pary dźwigowe WP1—WP4. Bloki elektroniczne są przełączane w ten sposób, że na przykład dźwig A ma regulowaną prędkość obrotową, podczas gdy dźwig B śledzi dźwig A w zakresie momentu obrotowego.

Istnieje jednak również możliwość takiego przełączenia za pomocą nie przedstawionego układu logicznego, że dźwig B ma regulowaną prędkość obrotową, a dźwig A śledzi dźwig B w zakresie momentu obrotowego. Każdy oddzielny dźwig A i B jest wyposażony w przekształtnik tyrystorowy z układem sterującym, regulator prądu twornika z ograniczeniem prądowym i regulator prędkości obrotowej. Przełączenie z dźwigu A na dźwig B

2

odbywa się za pomocą elektronicznego sterowanego przełącznika układem logicznym. Oprócz tego istnieje możliwość załączania za pomocą układu logicznego dźwigu A, gdy jest on prowadzący, z układem regulacyjnym dźwigu B w celu prowadzenia regulacji, podczas gdy dźwig B śledzi dźwig A. To samo dotyczy również i dźwigu B. Pary dźwigów WP1—WP4 mają regulowaną prędkość podnoszenia na drodze z przyrostowej regulacji prądu twornika. Na fig. 1 nie przedstawiono regulacji prądu wzbudzenia zależnego od napięcia twornika, można się jednak z nią zapoznać z rys. 7 publikacji wymienionej w stanie techniki. Dla czterech par dźwigów WP1—WP4 nadaje się wspólną wartość zadanej prędkości obrotowej. Przewidziane są przy tym następujące rodzaje pracy: połączona—automatyczna, połączona—ręczna, praca pojedyncza, przesuw dokładny.

Rodzaj pracy „praca pojedyncza” stosuje się do korekcji położenia pomostu, a praca „przesuw dokładny” pozwala na automatyczną regulację prędkości obrotowej poprzez czujniki wysokościowe przekazujące wysokości poszczególnych pokładów okrętowych, tak że pomost bardzo dokładnie ustawi się na poziomie danego pokładu.

Przy pracy połączonej wszystkie cztery pary dźwigów WP1—WP4 muszą pracować z jednakową prędkością obrotową. Oprócz tego pary WP2—WP4 są tak regulowane śledząco w zakresie prędkości obrotowej w stosunku do prowadzącej

pary dźwigów WP1, że uzyskane z czynnika prędkości obrotowej prowadzącej pary dźwigów WP1 wartość rzeczywistej prędkości obrotowej zadawaną jest parom dźwigowym WP2 — WP4 po porównaniu z ich własnymi prędkościami rzeczywistymi przez układ elektroniczny regulacji współbieżności jako wartość korekcji. Przy tym przy pracy w obszarze stałego obciążenia przy stałym napięciu dokonuje się zmiany zadanej wartości prędkości obrotowej i prądu twornika odpowiednio do uchybu prędkości, tak że uchyb prędkości służy dla regulacji prędkości i prądu twornika jako korekcja wartości zadanej.

To znane rozwiązanie ma kilka istotnych wad. Przy nierównym obciążeniu pomostu może się zdarzyć, że silniki napędowe napędu śledzącego, np. WP3, będą bardziej obciążone, podczas gdy para prowadząca WP1 będzie obciążona najmniej. Według podanego rozwiązania napędu, dźwigowy napęd prowadzący WP1 będzie regulował dźwigowy napęd śledzący WP3 tak, że będzie on przeciążony.

Stwierdzono również przy tworzeniu sygnału korekcyjnego, że przy zmianie kierunku obrotów, na podstawie fałszywej biegunowości sygnału korekcyjnego występuje różnica drogi jako stały uchyb, nie dający się wyeliminować. W niedogodnych warunkach przez sumowanie wielu uchybów pojedynczych uchyb łączny może być tak duży, że napędy rozbiegają się i nie pozwalają zsynchronizować.

Jak wynika z fig. 2 rysunku cyfrowe sygnały prędkości obrotowej tworzą w układzie regulacji współbieżności różnice drogi A — B, wtedy gdy analogowy sygnał prędkości obrotowej n przy zmianie kierunku obrotów ulega zmianie biegunowości w układzie regulacji współbieżności. Ponieważ cyfrowy sygnał prędkości obrotowej, który z powodu żądanej dużej dokładności ma uzasadnienie wyboru jest niezależny od biegunowości i tym samym nie jest przełączony, różnica drogi występuje jako źródło błędów.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu regulacji współbieżności napędów podnośnika, w którym na prowadzący napęd dźwigowy oddziałuje się zwrotnie dla przyporządkowania każdemu obciążeniu napędu śledzącego prawidłowej prędkości obrotowej.

Sposób regulacji współbieżności napędów platformy podnośnika, wyposażonej w przynajmniej dwa napędy lub pary napędów uruchamiane oddzielnie lub łącznie, przy czym w pracy łączonej do każdego napędu podnośnika, jako zadany prąd twornika, doprowadza się wielkość uchybu uzyskanego przez porównanie wartości zadanej i rzeczywistej w trybie regulacji prądu twornika, a do napędu prowadzącego wytwarzającego sygnał rzeczywistej wartości prędkości obrotowej doregulowuje się wszystkie dalsze napędy podnośnika jako napędy śledzące w ten sposób, że tworzy się z sygnału wartości rzeczywistej prędkości obrotowej napędu prowadzącego i sygnałów wartości rzeczywistych prędkości obrotowych napędów śledzących sygnały korekcyjne, które doprowadza się do układów współbieżności każdego z napędów śledzących, według wynalazku charakteryzuje się tym, że dla

pracy podnoszenia i opuszczania zmienia się biegunowość sygnału korekcji, przed utworzeniem różnicy w układzie współbieżności, w zespole przełączników analogowych i przełączników zwrotnych i dopasowujących. Ponadto, sygnałem korekcji o prawidłowej biegunowości reguluje się graniczną wielkość prędkości obrotowej poprzez zadajnik wartości granicznej każdego ze śledzących napędów podnośnika.

Przy podnoszeniu obciążenia wybiera się z sygnałów korekcyjnych wszystkich śledzących napędów podnośnika sygnał korekcyjny o największej wartości w układzie wyboru i doprowadza się do prowadzącego napędu dla obniżenia prędkości obrotowej i prądu twornikowego.

Do sygnałów korekcji wprowadza się sygnał pierwotnego obciążenia wybrany jako największa wartość ze wszystkich wartości obciążenia zapisanych w pamięci obciążenia w układzie wyboru obciążenia i doprowadza się do napędu prowadzącego po upływie odpowiedniego czasu pomiaru określonego przez układ wyboru czasu.

Największą wartość obciążenia doprowadza się do napędu prowadzącego po upływie najdłuższego z czasów pomiarowych, wybranego z sygnałów wartości czasu w zespole zegarowym układu wyboru obciążenia.

Ze wszystkich sygnałów obciążenia zapisanych w pamięci obciążenia wybiera się w układzie wyboru obciążenia największą wartość i za pomocą przewodu wyrównawczego po upływie czasu pomiaru określonego w układzie wyboru czasu doprowadza się do wszystkich napędów podnośnika, jako pierwotną wartość prowadzącą, do której dodaje się sygnały korekcyjne.

Korzystnie jako napęd prowadzący wykorzystuje się napęd podnośnika o największym obciążeniu, ewentualnie napęd podnośnika o najwyższej wartości sygnału korekcyjnego w kierunku podwyższania prędkości obrotowej.

Sygnał korekcyjny z układów współbieżności doprowadza się do zadajnika wartości granicznej, jak również do zadajników granicznej wartości prądu twornikowego i oddziałuje się na zmianę obciążenia $P_N = \text{const}$.

Przy stałym prądzie twornikowym powoduje się zmianę obciążenia $P_N = \text{const}$ przez zmianę napięcia twornika za pomocą sygnału korekcji.

Przedmiot wynalazku wyjaśniono bliżej w przykładzie wykonania na fig. 3, który przedstawia układ elektryczny napędu podnośnika, przy czym zachowano w niezbędnym zakresie podstawową konfigurację znanego układu połączeń.

Cztery pary napędów podnośnika WP1 ÷ WP4 pracują w operacji wspólnego podnoszenia. Poprzez element LUB 8 i kanał a (praca połączona — automatyczna) podaje się zadaną wartość prędkości obrotowej wspólnie dla napędów WP1 ÷ WP4 z zadajnika granicznej wartości prędkości obrotowej 20/30/40/50 do każdego z napędów i do węzła sumującego 19/29/39/49 regulatora prędkości obrotowej 19/29/39/49.

Z cyfrowych mierników prędkości obrotowej DT1 ÷ DT4 poprzez przetworniki cyfrowo-analogowe DA1 ÷ DA4 doprowadza się analogową wartość syg-

nału pomiarowego jako sygnał rzeczywistej prędkości obrotowej do węzłów sumacyjnych 19/29/39/49. Sygnał uchybu z regulatora prędkości obrotowej 19/29/39/49 poprzez zadajnik prądu twornika 17/27/37/47, jest podawany dalej do węzła sumacyjnego 13/23/33/43 regulatora prądu twornika. Z przekształtnika prądu S1÷S4, poprzez układ kierunkowy 11/21/31/41 i człon dopasowujący 12/22/32/42, rzeczywistą wartość prądu twornika doprowadza się do węzła sumacyjnego 13/23/33/43. Z wyjścia regulatora prądu twornika podaje się wydzieloną wartość uchybu do sterownika 14/24/34/44, który poprzez zmianę kąta zapłonu nastawczych członów głównych tyrystorów Th1÷Th4 powiększa lub zmniejsza prąd twornika silników dźwigowych WP1÷WP4, zgodnie z uchybem regulacji.

Dla ukształtowania sygnału korekcyjnego do każdej pary napędów śledzących WP2÷WP4 jest przyłączony jeden układ współbieżności GL2÷GL4, który porównuje cyfrowy sygnał prędkości obrotowej f1 napędu prowadzącego WP1 uzyskany z cyfrowego miernika prędkości obrotowej DT1 z własnym, cyfrowym sygnałem prędkości obrotowej f2÷f4 z cyfrowych mierników prędkości obrotowej DT2÷DT4 i tworzy wyjściowy sygnał analogowy za pomocą utworzenia sygnału różnicowego i przetwornika cyfrowo-analogowego.

Aby przy zmianie kierunku obrotów sygnał korekcyjny mógł być połączony z prawidłową biegunowością, w układzie zastosowano przełączniki analogowe 125÷128, 135÷138 i 145÷148 oraz przełączniki zwrotne i dopasowujące 121÷124, 131÷134 i 141÷144 przyłączone przed układami współbieżności, do których doprowadza się chwilowe wartości prędkości obrotowej n2÷n4. Doprowadzenie cyfrowych sygnałów prędkości obrotowej do określających uchyby prędkości układów współbieżności GL2—GL4 następuje tym samym zależnie od chwilowej biegunowości kierunków obrotów. Tym samym zapewnia się, że biegunowość sygnału korekcyjnego zawsze odpowiada prawidłowo aktualnemu kierunkowi obrotów. Sygnał korekcyjny jest następnie doprowadzany do zadajnika granicznej wartości prędkości obrotowej 30/40/50 każdego ze śledzących napędów WP2÷WP4 dla korekcji prędkości obrotowej i prądu twornika.

Jeśli z powodu niedogodnego obciążenia pomostu dźwigowego powstanie taki rozkład ciężaru, że na przykład główny ciężar przypadnie na napędy śledzące WP3 i WP4, które muszą tym samym wytworzyć wyższe momenty obrotowe, podczas gdy napęd prowadzący WP1 i napęd śledzący WP2 będą nieznacznie obciążone, to powstanie sytuacja, w której częstotliwość prowadząca sygnału prędkości obrotowej f1 kształtuje wysokie wartości sygnału korekcyjnego w sensie wyższych prędkości obrotowych dla napędów śledzących WP3 i WP4, co może spowodować przestawienie prędkości i prądu twornika na jeszcze większe wartości. Napędy śledzące WP3 i WP4 byłyby wtedy silnie przeciążone. Wobec tego sygnały korekcyjne porównuje się ze sobą w układzie wyboru 1 i sygnał korekcyjny o najwyższej wartości w kierunku większych prędkości obrotowych doprowadza się do układu odwracającego 2 i następnie do przełącznika 3, do zadajnika

wartości granicznych 20 prowadzącego napędu WP1 w ten sposób, że napęd prowadzący przestawia się w kierunku prędkości obrotowej. Przerzutnik pomiarowy 4 zwalnia przełącznik 3 tylko przy operacji podnoszenia.

Dalsza możliwość ochrony napędów przed przeciążeniem w przypadku obciążenia pochyłego powstaje wtedy, gdy w ogóle nie przewiduje się napędu prowadzącego, lecz automatycznie jako napęd prowadzący pracuje ten z napędów WP1÷WP4, który jest najbardziej obciążony.

Ponieważ przy opuszczaniu — odpowiednio do obciążenia — pracuje się z wyższą niż znamionowa prędkością obrotową, należy wtedy pomiaru obciążenia dokonywać z udziałem pamięci obciążenia 15/25/35/45. Miara obciążenia jest każdorazowo prąd twornikowy napędu. Rzeczywistą wartość prądu twornika doprowadza się więc nie tylko do węzłów sumacyjnych regulatorów prądu twornika 13/23/33/43, lecz równocześnie do przyłączonych pamięci obciążenia 15/25/35/45, które po upływie zadanego czasu określonego w zespole zegara 16/26/36/46 zapisują wartość obciążenia.

Wszystkie wartości obciążenia doprowadza się do układu wyboru obciążenia 6, który przesyła najwyższą wartość obciążenia do członu funkcyjnego 7 ($m = f(J_A)$). Wszystkie sygnały czasowe wprowadzane do układu wyboru czasu 5 o charakterze elementu logicznego I w ten sposób, że człon czasowy o najdłuższym czasie biegu powoduje wysłanie sygnału wyjściowego z układu wyboru czasu 5, który zadaje zadajnikowi wartości granicznej 20 prowadzącego napędu WP1 największą wartość wiodącą, którą musi przyjąć napęd prowadzący. Dla odpowiedniego wpływania na napędy śledzące wprowadza się stąd różnicowe sygnały korekcyjne.

Sygnał odpowiadający największej wartości obciążenia doprowadza się przez przewód wyrównujący 51 do wszystkich zadajników wartości granicznych 20/30/40/50 tak, że natychmiast następuje zgrubna regulacja wszystkich napędów, z kolei przeprowadza się regulację dokładną za pomocą sygnałów korekcyjnych.

To korzystne rozwiązanie dla pomiaru i wykorzystania obciążenia dla pierwotnej, zgrubnej regulacji służy również przy operacji podnoszenia, jednak należy wyposażyć każdy napęd w oddzielne pamięci obciążenia dla podnoszenia i opuszczania.

Pomiar obciążenia można również przeprowadzić tak, że nie przewiduje się napędu prowadzącego, lecz automatycznie napęd o najwyższym obciążeniu służy jako prowadzący.

Ukształtowane przez układy współbieżności GL2÷GL4 sygnały korekcyjne dalej wykorzystuje się do przesuwania krzywej ograniczenia $P = \text{const.}$, w ten sposób, że oprócz zadajnika granicznej wartości prędkości obrotowej 20/30/40/50 wprowadza się dla regulacji prądu twornikowego zadajnik granicznej wartości prądu twornika 17/27/37/47.

Sposób według wynalazku pozwala na utrzymanie sygnałów korekcyjnych poniżej dopuszczalnych wartości zakłóceń. Bez tego niezbędne byłyby bardzo duże wzmocnienia, co powodowałoby szczególnie niekorzystną niestabilność układu regu-

lacyjnego, w przypadku pracy z wyższą niż znamienowa prędkość obrotowa. W przypadku zastosowania sposobu według wynalazku krzywa stałej mocy stanowi wówczas stałą krzywą graniczną, stanowiącą odpowiednik określonych wartości zmiennej krzywej zależnej od wykonania każdego silnika napędowego.

Sposób według wynalazku umożliwia to, że zmiana mocy przy stałym napięciu dokonywana jest przez zmianę natężenia prądu twornika w kierunku mniejszych lub większych wartości bez przeciążenia silnika napędowego w sposób niedopuszczalny. Można jednak również utrzymywać stałą wartość prądu twornika, a zmianę wielkości mocy uzyskiwać poprzez zmianę napięcia twornika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób regulacji współbieżności napędów platformy podnośnika, wyposażonej w przynajmniej dwa napędy lub pary napędów uruchamiane oddzielnie lub łącznie, przy czym w płaszczyźnie do każdego napędu podnośnika jako zadany prąd twornika doprowadza się wielkość uchybu uzyskanego przez porównanie wartości zadanej i rzeczywistej w trybie regulacji prądu twornika, przy czym do napędu prowadzącego wytwarzającego sygnał rzeczywistej wartości prędkości obrotowej dostrzegane są wszystkie dalsze napędy podnośnika jako napędy śledzące w ten sposób, że tworzy się z sygnału wartości rzeczywistej prędkości obrotowej napędu prowadzącego i sygnałów wartości rzeczywistych prędkości obrotowych napędów śledzących sygnały korekcyjne, które doprowadza się do układów współbieżności każdego z napędów śledzących, znamienno tym, że dla pracy podnoszenia i opuszczania zmienia się biegunowość sygnału korekcji, przed utworzeniem różnicy w układzie współbieżności (GL2, GL3, GL4), w zespole przełączników analogowych (125÷126, 135÷136, 145÷146) i przełączników zwrotnych i dopasowujących (121÷124, 131÷134, 141÷144), a ponadto sygnałem korekcji o prawidłowej biegunowości reguluje się graniczną wielkość prędkości obrotowej poprzez zadajnik wartości granicznej (30, 40, 50) każdego ze śledzących napędów podnośnika (WP2, WP3, WP4).

2. Sposób według zastrz. 1, znamienno tym, że przy podnoszeniu wybiera się z sygnałów korekcyjnych wszystkich śledzących napędów podnoś-

nika (WP2, WP3, WP4) sygnał korekcyjny o największej wartości w układzie wyboru (1) i doprowadza się do prowadzącego napędu (WP1) dla obniżenia prędkości obrotowej i prądu twornikowego.

3. Sposób według zastrz. 1, znamienno tym, że do sygnałów korekcji wprowadza się sygnał pierwotnego obciążenia, wybrany jako największa wartość ze wszystkich wartości obciążenia zapisanych w pamięci obciążenia (15, 25, 35, 45) w układzie wyboru obciążenia (6) i doprowadza się do napędu prowadzącego (WP1) po upływie odpowiedniego czasu pomiaru określonego przez układ wyboru czasu (3).

4. Sposób według zastrz. 3, znamienno tym, że największą wartość obciążenia doprowadza się do napędu prowadzącego (WP1) po upływie najdłuższego z czasów pomiarowych, wybranego z sygnałów wartości czasu w zespole zegarowym (16, 26, 36, 46) układu wyboru obciążenia (6).

5. Sposób według zastrz. 3, znamienno tym, że ze wszystkich sygnałów obciążenia zapisanych w pamięci obciążenia (15, 25, 35, 45) wybiera się w układzie wyboru obciążenia (6) największą wartość i za pomocą przewodu wyrównawczego (51) po upływie czasu pomiaru określonego w układzie wyboru czasu (5) doprowadza się do wszystkich napędów podnośnika (WP2, WP3, WP4) jako pierwotną wartość prowadzącą, do której dodaje się sygnały korekcyjne.

6. Sposób według zastrz. 1, znamienno tym, że jako napęd prowadzący wykorzystuje się napęd podnośnika o największym obciążeniu.

7. Sposób według zastrz. 2, znamienno tym, że jako napęd prowadzący wykorzystuje się napęd podnośnika z najwyższą wartością sygnału korekcyjnego w kierunku podwyższania prędkości obrotowej.

8. Sposób według zastrz. 1, znamienno tym, że sygnał korekcyjny z układów współbieżności (GL2—GL4) doprowadza się do zadajnika wartości granicznej (20, 30, 40, 50), jak również do zadajników granicznej wartości prądu twornikowego (17, 27, 37, 47) i oddziałuje się na zmianę obciążenia $P_N = \text{const.}$

9. Sposób według zastrz. 1, znamienno tym, że przy stałym prądzie twornikowym powoduje się zmianę obciążenia $P_N = \text{const.}$ przez zmianę napięcia twornika za pomocą sygnału korekcji.

