

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

O P I S P A T E N T O W Y

PATENTU TYMCZASOWEGO

78.747

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 21.11.1972 (P. 159009)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 30.09.1973

Opis patentowy opublikowano: 30.06.1975

Kl. 21d², 26

MKP H02p 7/78

Twórca wynalazku: Kazimierz Kuźniak

Uprawniony z patentu tymczasowego: Biuro Projektowo-Konstrukcyjne Przemysłu Materiałów
Budowlanych „Zremb”, Wrocław (Polska)

Sposób sterowania silnikami liniowymi oraz układ do stosowania tego sposobu

Przedmiotem wynalazku jest sposób sterowania silnikami liniowymi zasilanymi jedno-lub wielofazowym prądem przemiennym, na skutek czego powstałe zmienne elektromagnetyczne pole wędrujące oddziałując na płaszczyznę części wtórnej wykonanej z przewodzącego materiału, wywołuje siłę osiową wykorzystaną do uzyskania ruchu, zwłaszcza ruchu prostoliniowego.

Mechanizmy napędów z zastosowaniem silników liniowych do wywołania ruchu postępowego są stosowane głównie w przypadku przemieszczania elementów, lub zbioru elementów jako układu napędzanego, przy czym siła pociągowa jest przekazywana bezkontaktowo. Silniki liniowe znajdują więc szerokie zastosowanie na przykład w napędach przesuwanych drzwi hal fabrycznych, hangarów i magazynów, w napędach jazdy wózka suwnicy itp., przede wszystkim zaś w wewnętrzzakładowych układach transportowych i pojazdach szynowych.

Sterowanie napędu silnikami liniowymi winno rozwiązywać problem wykorzystania i regulowania ich nominalnej siły ciągu koniecznej do pokonania wpraw bezwładności przemieszczanego elementu, jako linora, z jego stabilnego położenia w wymagany ruch zapewniający uzyskanie określonej wartości przyspieszenia, a następnie ruch jednostajny, względnie niejednostajny jeśli ku temu zachodzi konieczność podyktowana określoną charakterystyką prędkości narzuconą wymogami eksploatacyjnymi.

Znane sposoby sterowania napędu silnikami liniowymi są oparte na doborze takiej ich wielkości, która zapewni uzyskanie niezbędnej siły potrzebnej do pokonania występujących oporów ruchu i uzyskania założonej prędkości z określonym przyspieszeniem, przy czym regulację prędkości układu napędzającego osiąga się wyłącznie na drodze zmiany napięcia lub częstotliwości prądu zasilającego silniki liniowe za pomocą członów regulacyjnych lub nastawczych. Najczęściej człony te są wyposażone w tyrystorowe urządzenia przetwarzania mocy lub w wzmacniacze magnetyczne względnie elektromaszynowe. W układach prostszych znajdują również zastosowanie rezystory, a także transformatory.

Wymienione wyżej znane człony regulacyjne napędu silnikami liniowymi mają wiele niedogodności i wad zarówno od strony ekonomicznej wynikającej z kosztów zastosowania skomplikowanych i przez to drogich części, podzespołów i urządzeń, jak również ze względu na problemy natury technicznej i eksploatacyjnej.

Człony regulacyjne oparte na układach tyrystorowych umożliwiają dobrą regulację prędkości lecz są skomplikowane i stąd bardzo drogie, niewspółmiernie do ceny silników liniowych. Ze względu na złożoność tych układów, eksploatacja i konserwacja napędu wymaga wyższych kwalifikacji obsługi.

Wzmacniacze magnetyczne podobnie jak i elektromaszynowe zastosowane w układzie członu regulacyjnego mają tę niedogodność, że nie odznaczają się pożądanymi własnościami dynamicznymi. Ponadto koszt ich nabycia kształtuje się również niekorzystnie.

Z kolei układy rezystorowe są najmniej kosztowne lecz mało ekonomiczne z uwagi na straty mocy wywołanej wyzwalaniem się dużej energii cieplnej. Oprócz tej niedogodności, ze względu na poważne wymiary tych układów, występują problemy natury montażowej i lokalizacyjnej.

Człony regulacyjne wykorzystujące w swych układach nastawcze transformatory są sprawniejsze od układów rezystorowych i układów ze wzmacniaczami magnetycznymi. Ujemną ich jednak stroną jest stosunkowo wysoka cena, duży ciężar i gabaryt.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie niedogodności występujących w znanych sposobach sterowania silnikami liniowymi, przyczyna która wynika wprost z przyjętego założenia, że zmianę prędkości uzyskuje się wyłącznie na drodze regulowania napięcia względnie częstotliwości prądu.

Cel ten został osiągnięty dzięki temu, że do silników liniowych, w ilości niezbędnej do nadania wymaganego przyspieszenia przemieszczanemu przedmiotowi, doprowadza się napięcie o stałej amplitudzie i nieregulowanej częstotliwości. Z chwilą osiągnięcia zadanej prędkości, za pomocą sygnału wyłączenia — sterowanego otwartym bądź zamkniętym układem regulacji — wyłącza się taką ilość silników liniowych, aby ilość pozostająca dalej pod niezmiennym napięciem rozwijała łączną siłę ciągu równą sumarycznej sile oporów występujących podczas przemieszczania przedmiotu z jednostajną prędkością do momentu zadziałania wyłącznika na przykład wyłącznika drogowego.

Korzyścią techniczną wynikającą z zastosowania wynalazku jest uzyskanie wysokiej niezawodności i trwałości układu napędowego dzięki wyeliminowaniu dotychczas stosowanych skomplikowanych i przy tym kosztownych członów regulacyjnych. Stąd korzystnie kształtuje się zużycie energii elektrycznej na jednostkę mocy, przy jednoczesnym uproszczeniu określonych czynności obsługowych i konserwacyjnych. Ponadto, ze względu na zastosowanie większej ilości silników liniowych, przemieszczany przedmiot ma ruch rzeczywiście prostoliniowy wzdłuż linii transportowej, dzięki czemu nie jest wymagane zastosowanie dodatkowych elementów prowadzących.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ sterowania i napędu silnikami liniowymi w otwartym i zamkniętym układzie regulacji, fig. 2 — wykreślne przedstawienie charakterystyki napędu jako zależność $V = f(t)$, a fig. 3 — zależność $F = f(V)$.

Przedmiot P jest przemieszczany wzdłuż odcinka linii transportowej wyposażonej w silniki liniowe SL włączane do sieci U lub wyłączane za pomocą wyłącznika W i poprzez wyłącznik drogowy WD. Podczas pracy napędu, silniki liniowe SL_1 i SL_2 są stale podłączone do sieci U, natomiast silniki liniowe SL_3 i SL_4 są wyłączane sygnałem wyłączenia sterującym stycznik S po uzyskaniu przez przemieszczany przedmiot P zadanej prędkości V_1 .

W zależności od określonych wymagań ruchowych napędu silnikami liniowymi SL, znajduje zastosowanie otwarty bądź zamknięty układ regulacji sterujący sygnałem wyłączenia. W otwartym układzie regulacji, obwiedzionym na schemacie linią kreskową O, sygnał wyłączenia uzyskuje się z przekaźnika czasowego PC sterującego stycznik S. W zamkniętym układzie regulacji, obwiedzionym linią kreskową Z, stycznik S jest sterowany członem porównującym CP wytwarzającym sygnał na podstawie porównania wartości sygnału zwrotnego jakim jest chwilowa prędkość V przedmiotu P z wartością sygnału zadającego odpowiadającego zadanej prędkości V_1 .

Silniki liniowe SL_1 , SL_2 , SL_3 i SL_4 w dalszej części opisu występują w zrozumieniu ilości n silników liniowych niezbędnych do nadania wymaganego przyspieszenia przemieszczanemu przedmiotowi P, natomiast silniki liniowe SL_1 i SL_2 odpowiadają ilości n-k, których łączna siła ciągu jest równa sumarycznej sile oporów występujących podczas przemieszczania przedmiotu P z jednostajną prędkością V_1 .

Uwidoczniona na fig. 2 zależność $V = f(t)$ przedstawia charakterystykę sterowania i napędu uwzględniającą zmianę prędkości V w czasie t na skutek wyłączenia ilości k z ilości n silników liniowych napędzających przedmiot P. W czasie t_0 , to znaczy w momencie rozruchu, następuje włączenie silników liniowych w ilości n. W przedziale czasu t_0 do t_1 pracuje określona ilość n silników liniowych pozwalająca na osiągnięcie zadanej prędkości V_1 , która jest w dalszym ciągu utrzymywana również po wyłączeniu ustalonej ilości k silników. Wobec tego, w przedziale czasu t_1 do t_2 pracuje n-k silników liniowych, gdzie: n — liczba naturalna, przy czym $n > 1$, k — liczba naturalna spełniająca warunek: $1 \leq k < n$ przy założeniu, że wszystkie silniki liniowe występujące w ilości n mają jednakowe parametry ruchowe.

W czasie równym t_2 następuje zadziałanie wyłącznika drogowego WD powodującego wyłączenie pracujących do tej pory silników liniowych w ilości $n-k$ jednostek, co pociąga za sobą spadek prędkości V do zera na odcinku t_2 do t_3 .

Na fig 3 jest uwidoczniła zależność $F = f(V)$ jako charakterystyka napędu, gdzie: F – siła ciągu napędu, f – symbol funkcji, V – prędkość przemieszczanego przedmiotu P.

Krzywa a i krzywa b przedstawiają powyższą zależność, przy czym krzywa a odnosi się do łącznej siły ciągu ilości n silników liniowych SL, natomiast krzywa b odnosi się do łącznej siły ciągu lecz z udziałem $n-k$ silników liniowych SL zgodnie z wyżej podanym warunkiem. Krzywe a i b przecinają się w punkcie V4 odpowiadającym prędkości synchronicznej, przy której siła F ciągu silników liniowych SL jest równa zero. Krzywa c przedstawia kształtowanie się sił oporów pokonywanych przez przemieszczany przedmiot P w zależności od jego prędkości. Działanie układu w oparciu o charakterystykę uwidocznioną na fig. 3 jest następujące.

Uruchomienie napędu za pomocą silników liniowych SL w celu nadania określonego przyspieszenia przedmiotowi P wymaga włączenia ilości n silników liniowych SL. Przedmiot P jest więc przemieszczany wzdłuż linii transportowej ze wzrastającą prędkością, co odpowiada odcinkowi zawartemu między punktem A i punktem B usytuowanymi na krzywej a. Po osiągnięciu prędkości V1 zostaje wyłączona ilość k silników liniowych SL, co jest równoznaczne z przejściem na charakterystykę według krzywej b do punktu C. Jeśli natomiast wyłączenie k silników liniowych SL nastąpi po czasie odpowiadającym prędkości V2, co odpowiada punktowi D na krzywej a przedmiot P również przy niezmienionej prędkości osiąga punkt E na krzywej b, po czym prędkość jego spada do wartości V1 związanej z punktem C na krzywej b.

W przypadku nie wyłączenia silników liniowych SL w ilości k , przedmiot P osiąga jednostajną prędkość V_3 . Wyłączenie ilości k silników liniowych SL przy tej prędkości wywoła zmniejszenie prędkości również do prędkości V1, po krzywych ograniczonych punktami G, H, C. Jak wynika z charakterystyki $F = f(V)$, przez zmianę częstości przełączeń z krzywej a na krzywą b, można uzyskać dowolną prędkość przedmiotu 1 wynikającą wyrażenia matematycznego $V_1 \leq V_2 \leq V_3$.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób sterowania silnikami liniowymi polegający na regulacji prędkości przemieszczania przedmiotu napędzanego przez zmianę siły ciągu silnika lub silników liniowych w zależności od różnicy algebraicznej między prędkością żadaną a prędkością osiąganą, znamienny tym, że zmianę siły ciągu osiąga się przez zmianę liczby włączonych silników liniowych przyłączonych do sieci o określonym nominalnym napięciu i częstotliwości w zależności od różnicy algebraicznej między prędkością żadaną a prędkością osiągniętą.

2. Układ do sterowania silnikami liniowymi według sposobu zastrz. 1, znamienny tym, że wyłącznik (W) doprowadzający napięcie (U) do silników liniowych (SL) w ilości (n) jest połączony szeregowo z wyłącznikiem drogowym (WD), przy czym stycznik (S) włączony w obwód zasilania silników liniowych (SL) w ilości (k) i sterowany sygnałem wyłączenia jest połączony z przekaźnikiem czasowym (PC) w otwartym układzie regulacji lub z członem porównującym (CP) w zamkniętym układzie regulacji.

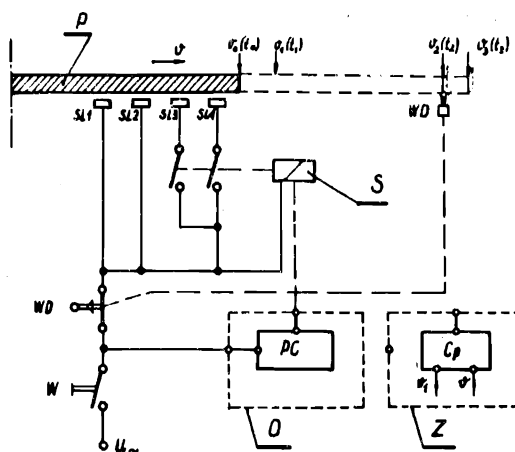


Fig 1

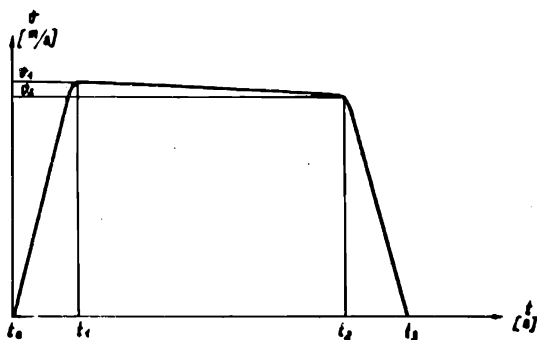


Fig 2

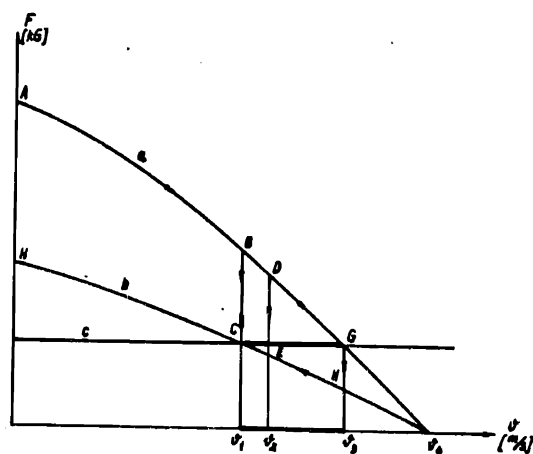


Fig 3