



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 27.VI.1964 (P 105 017)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 20.X.1966

Kl. 21 c, 59/01

MKP H 02 p 5/16

UKD



Współtwórcy wynalazku: prof. dr inż. Ludger Szklarski, dr inż. Bogdan Fijałkowski, dr inż. Profir Degeratu

Właściciel patentu: Akademia Górniczo-Hutnicza (Katedra Elektrotechniki Górniczej), Kraków (Polska)

Układ proporcjonalnej regulacji obrotów silnika prądu stałego, zasilanego przez sterowane przekształtniki

1

Przedmiotem wynalazku jest układ proporcjonalnej regulacji obrotów silnika prądu stałego, zasilanego przez sterowane przekształtniki rtęciowe lub półprzewodnikowe, mający zastosowanie do napędów maszyn górniczych i hutniczych. Układ ten pozwala na bezinercyjną proporcjonalną regulację obrotów silnika w bardzo szerokim zakresie, na hamowanie ze zwrotem energii do sieci zasilającej oraz na szybką zmianę kierunku obrotów.

W wielu napędach elektrycznych jest wymagana płynna regulacja obrotów w szerokich granicach. W przypadku silnika prądu stałego, zasilanego przez sterowane przekształtniki, regulację obrotów od zera do znamionowych uzyskuje się przez zmianę napięcia zasilającego przy stałym strumieniu wzbudzenia, a powyżej obrotów znamionowych — przez zmianę strumienia wzbudzenia przy stałym napięciu zasilania.

W znanych układach regulacji obrotów silnika prądu stałego, zasilanego przez sterowane przekształtniki, nie uzyskuje się proporcjonalnej zależności prędkości silnika, co jest ich poważną wadą.

Układ według wynalazku pozwala na uzyskanie płynnej regulacji obrotów w szerokich granicach przez co usuwa wady znanych układów regulacji obrotów i dzięki temu zapewnia największy możliwy zakres proporcjonalnej regulacji obrotów silnika prądu stałego, zasilanego przez sterowane przekształtniki rtęciowe lub półprzewodnikowe przez zmianę tylko jednego sygnału sterującego,

2

zwanego sygnałem prędkości zadanej i to zarówno przy zmianie napięcia zasilającego jak i strumienia.

Układ według wynalazku jest przedstawiony w przykładowym rozwiązaniu na rysunku.

Układ zawiera obwód główny, składający się z silnika **M** obcowzbudnego prądu stałego, zasilanego przez dwie grupy przekształtników **1'a** i **1''a** pojedynczo-anodowych, połączonych przeciwnolegale oraz w jedną grupę przekształtników **1e** zasilających uzwojenie wzbudzenia silnika **M**. Z kolei transformator **2a** w układzie 2×3 -fazowym z wyrównywaczem fazowym zasila grupę przekształtników **1'a** i **1''a**, transformator **2e**, zaś w układzie 3-fazowym zygzakowym zasila grupę przekształtników **1e** oraz dwa dławiki **3** ograniczające prąd wyrównawczy w obwodzie grupy przekształtników **1'a** i **1''a**. Obwód sterowany zawiera trzy tranzystorowe elementy sterujące **4**, tranzystorowy dzielnik **5** napięcia sterującego, dwa tranzystorowe elementy **6** i **7** mnożące, element modułu **8** oraz element logiczny **9** zwany „większy niż”. Poza tym układ zawiera selsynowy element **10** zadający prędkość, potencjometr **11** i prądniczkę tachometryczną **12**, przekładnik prądowy **13** Halla lub bocznik oraz element **14** korekcyjny strumienia.

Przystępując do regulacji wzbudza się najpierw silnik **M**. Strumień wzbudzenia powinien być stały i równy wartości maksymalnej ($\Phi = \text{const.}$).

Potencjometr 11 dostarcza sygnału stałego strumienia wysterowując grupę przekształtników 1e przy pomocy sterującego tranzystorowego elementu 4e. W celu zapewnienia niezmienności strumienia porównuje się sygnał zadający strumień $U \times \Phi$ z sygnałem rzeczywistym strumienia $U \Phi$. Sygnał rzeczywisty strumienia $U \Phi$ otrzymuje się z przekładnika prądowego Halla lub bocznika 13 poprzez element korekcyjny 14 strumienia.

Element 14 jest generatorem funkcji. Sygnałem wejściowym tego generatora jest napięcie proporcjonalne do prądu wzbudzenia U_{Ie} , natomiast sygnałem wyjściowym jest napięcie proporcjonalne do strumienia wzbudzenia $U \Phi$. Element 14 odzwierciedla nieliniowy przebieg krzywej magnesowania. Otrzymany z elementu 14 sygnał strumienia rzeczywistego $U \Phi$ zostaje podany na wejście elementu sterującego 4e poprzez element logiczny 9 „większy niż”.

Regulacja obrotów silnika w zakresie od zera do znamionowych odbywa się przez zmianę kąta wychylenia wirnika bezstykowego elementu 10 zadającego prędkość. Na wyjściu elementu 10 uzyskuje się sygnał zadający prędkość $U \times \Omega$, wprost proporcjonalny do kąta θ . Sygnał zadający prędkość $U \times \Omega$ i sygnał strumienia rzeczywistego zostają podane na wejście mnożącego elementu 6, natomiast sygnał prędkości rzeczywistej $U \Omega$ i sygnał strumienia rzeczywistego $U \Phi$ zostają podane na wejście mnożącego elementu 7. Iloczyn tych sygnałów są porównywane na wejściu tranzystorowego dzielnika 5 napięcia sterującego i wysterowują odpowiednią grupę przekształtników 1'a lub 1''a przy pomocy elementów sterujących 4'a lub 4''a w zależności od zadanego kierunku obrotów. Dzięki temu reguluje się napięcie zasilające uzwojenie twornika U_a , a zatem i prędkość obrotową Ω silnika.

Elementy sterujące 4a mają arkkosinusoidalną charakterystykę kąta opóźnienia zapłonu α_a w funkcji napięć sterujących U'_c i U''_c , skutkiem czego napięcie zasilające uzwojenia twornika U_a jest wprost proporcjonalne do napięcia sterującego U_c . Pozwala to na proporcjonalną regulację obrotów silnika.

Podczas rozruchu do obrotów znamionowych moduł sygnału wyjściowego elementu 6, otrzymany na wyjściu elementu modułu 8, jest mniejszy od sygnału strumienia rzeczywistego, natomiast przy obrotach znamionowych jest on równy sygnałowi

strumienia rzeczywistego. Dlatego też moduł iloczynu nie zmienia wzbudzenia.

Przy powiększaniu obrotów powyżej znamionowych element 10 zadający prędkość zwiększa sygnał $U \times \Omega$, moduł zaś sygnału wyjściowego elementu 6 stara się w elemencie 8 przewyższać sygnał $U \Phi$ i działa na wejście elementu sterującego 4e, jako ujemne sprzężenie zwrotne osłabiające strumień wzbudzenia silnika. Jednocześnie maleje sygnał $U \Phi$ na wejście elementu logicznego 9 „większy niż” i na wejściach elementów mnożących 6 i 7. Zmniejszenie sygnału $U \Phi$ na wejściu elementu mnożącego 6 jest kompensowane przez zwiększenie się sygnału $U \times \Omega$, a na wejściu elementu 7 — przez zwiększenie się sygnału $U \Omega$. Skutkiem tego podczas regulacji obrotów napięcie zasilania jest stałe ($P = \text{const.}$), a sygnały wyjściowe elementów mnożących 6 i 7 są niezmiennie. W ten sposób napięcie zasilające uzwojenie twornika U_a pozostaje niezmiennie, a dalsza regulacja obrotów odbywa się tylko przez zmianę strumienia wzbudzenia. Zmianę kierunku obrotów silnika uzyskuje się przez zmianę polaryzacji sygnału zadającego prędkość $U \times \Omega$.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ proporcjonalnej regulacji obrotów silnika prądu stałego, zasilanego przez sterowane przekształtniki rtęciowe lub półprzewodnikowe, **znamienny tym**, że jest wyposażony w dwa elementy mnożące (6 i 7) dla przejścia silnika (M) od pracy przy stałym momencie ($M = \text{const.}$) do pracy przy stałej mocy ($P = \text{const.}$), co przy stałym momencie następuje za pomocą tranzystorowego dzielnika napięcia sterującego (5), przy stałej zaś mocy za pomocą elementu modułu (8), elementu korekcyjnego strumienia (14) oraz elementu logicznego (9) „większy niż” dzięki czemu uzyskuje się proporcjonalną zmianę obrotów w całym możliwym zakresie regulacji.
2. Układ według zastrz. 1 **znamienny tym**, że elementy sterujące (4a i 4e) mają arkkosinusoidalną charakterystykę kąta opóźnienia zapłonu (α_a) w funkcji napięć sterujących (U'_c i U''_c), skutkiem czego napięcie zasilające twornika (U_a) silnika (M) jest wprost proporcjonalne do napięcia sterującego (U_c).

