

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

54215

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 19.VII.1966 (P 115 713)

Pierwszeństwo

Opublikowano: 18.XII.1967

Kl. 21 c, 59/65

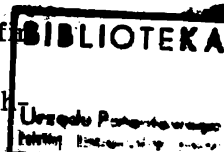
MKP H 02 p

5/16

UKD

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

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



Cybernetyczny sposób automatycznej regulacji i sterowania silnika prądu stałego

1

Przedmiotem wynalazku jest cybernetyczny sposób automatycznej regulacji i sterowania silnika prądu stałego, mogący znaleźć zastosowanie we wszystkich napędach z silnikiem obcowzbudnym prądu stałego, na przykład w napędach górniczych i hutniczych, gdzie jest wymagany bardzo szeroki zakres regulacji prędkości za pomocą jednego tylko sygnału sterującego.

Powszechnie stosowanym rodzajem napędu elektrycznego jest napęd z silnikiem obcowzbudnym prądu stałego, którego uzwojenie twornika może być zasilane z dowolnego stopnia mocy. Takim stopniem mocy może być przetwornica wirująca — układ Leonarda, wzmacniacze elektromaszynowe — amplidyna lub rototrol, statyczne przekształtniki rtęciowe lub półprzewodnikowe — mutatorowe lub tyrystorowe, wzmacniacze magnetyczne — transduktory, wzmacniacze elektroniczne — tyratronowe, tyrystorowe lub tranzystorowe itp. Natomiast uzwojenie wzbudzenia silnika może być zasilane przez takie same źródła jak uzwojenie twornika, lecz o odpowiednio mniejszej mocy.

Najczęściej stosuje się regulację prędkości przez zmianę napięcia twornika przy stałym wzbudzeniu. W celu jak najlepszego wykorzystania silnika w przypadku, gdy jest wymagany duży zakres regulacji prędkości, zamiast dalszego powiększania napięcia twornika stosuje się dla prędkości większych od znamionowej, osłabianie

2

strumienia silnika. W przypadku napędów zgniatczy spotyka się niekiedy regulację strumienia, uzyskaną przy pomocy osobnego sygnału sterującego, co szczególnie w pełni zautomatyzowanych układach jest dość skomplikowane.

Wady dotychczasowych sposobów regulacji usuwa cybernetyczny sposób automatycznej regulacji i sterowania prędkości silnika prądu stałego według wynalazku, w którym zastosowano urządzenie cybernetyczne samozmieniające strukturę układu automatycznej regulacji i sterowania niezależnie od wyżej wymienionych źródeł zasilania uzwojeń silnika.

Schemat układu regulacji i sterowania sposobem według wynalazku przedstawiono w przykładowym rozwiązaniu na rysunku.

Sposób według wynalazku polega na zastosowaniu tylko jednego sygnału sterującego Ω^* przy równoczesnym zastosowaniu dwóch elementów modułu 5 i 6 i dwóch odpowiednio połączonych elementów logicznych, „większy niż” 7 i 8, umożliwiających przejście od pracy przy stałym momencie obrotowym ($M = \text{const.}$) do pracy przy stałej mocy ($P = \text{const.}$) i odwrotnie. Ponadto sposób pozwala na uzyskanie płynnego sterowania i automatycznej regulacji prędkości w całym możliwym zakresie regulacji, hamowania ze zwrotem energii do sieci oraz przez zmianę polaryzacji sygnału sterującego prędkości Ω^* na pracę nawrotną silnika.

W ten sposób przekształca się sygnał sterujący prędkości na sygnał sterujący siły elektromotorycznej silnika, czyli iloczyn $\Omega^* \cdot \Phi$ przez pomnożenie za pomocą elementu mnożącego 3 sygnału sterującego prędkości Ω^* i sygnału regulowanego strumienia Φ . Siła elektromotoryczna zatem jest sygnałem sterującym zarówno dla regulacji napięcia twornika U_a jak i strumienia Φ .

Analogicznie przekształca się sygnał regulowanej prędkości Ω na sygnał regulowanej siły elektromotorycznej, czyli iloczyn $\Omega \cdot \Phi$ przez pomnożenie za pomocą elementu mnożącego 4, sygnału regulowanej prędkości Ω i sygnału regulowanego strumienia Φ . Sygnał regulowanego strumienia Φ jest uzyskiwany przez pomiar prądu wzbudzenia I_e przy pomocy bocznika lub przekładnika prądowego Halla 9 i przekształcenie go za pomocą generatora funkcji 10 naśladowującego krzywą magnesowania silnika na strumień Φ tak, jak to pokazano na rysunku, względnie za pomocą czujników elektromechanicznego lub Halla umieszczonych w polu silnika, natomiast sygnał regulowanej prędkości za pomocą prędkości tachometrycznej lub konwertera cyfra-analog.

Sygnał regulowanej siły elektromotorycznej, czyli iloczyn $\Omega \cdot \Phi$ może być uzyskany również za pomocą specjalnych elementów mnożących umieszczonych bezpośrednio w polu silnika, jak na przykład czujników: elektromechanicznego lub opartego na zastosowaniu zjawiska Halla, za pomocą wzmacniacza sumacyjnego przez obliczenie go według II prawa Kirchoffa dla obwodu twornika oraz przez bezpośredni jego pomiar mostkiem pomiarowym, wykorzystującym obwód twornika silnika.

Sterowanie prędkości silnika dla wartości znamionowej odbywa się przez zmianę napięcia twornika U_a przy stałym strumieniu ($\Phi = \text{const.}$) natomiast powyżej znamionowych — przez zmianę strumienia wzbudzenia Φ przy stałej wartości napięcia twornika ($U_a = \text{const.}$).

Automatyczna regulacja prędkości Ω silnika odbywa się przez porównanie sygnałów siły elektromotorycznej z iloczynów sterującego $\Omega^* \cdot \Phi$ i regulowanego $\Omega \cdot \Phi$. Powstały w wyniku sygnał błędu oddziałuje na regulator napięcia twornika 2a i za pośrednictwem stopnia mocy 1a reguluje napięcie twornika U_a , oraz na regulator wzbudzenia 2e i za pośrednictwem stopnia mocy wzbudzenia 1e reguluje strumień silnika. W ten sposób uzyskuje się jednocześnie regulację siły elektromotorycznej silnika zarówno przez zmianę napięcia twornika U_a jak i strumienia Φ .

Sygnał sterujący prędkości Ω^* uzyskuje się na wyjściu generatora funkcji trapezoidalnej lub parabolicznej 11, za pomocą indukcyjnego zadajnika 12.

Zastrzeżenia patentowe

1. Cybernetyczny sposób automatycznej regulacji i sterowania silnika prądu stałego, **znamienny tym**, że przekształca się sygnał ste-

rujący prędkości (Ω^*) na sygnał sterujący siły elektromotorycznej ($\Omega^* \cdot \Phi$) przez pomnożenie za pomocą elementu mnożącego (3) sygnału sterującego prędkości i sygnału regulowanego strumienia, przy czym jednocześnie z przekształceniem sygnału sterującego prędkości na sygnał siły elektromotorycznej silnika przekształca się sygnał regulowany prędkości (Ω) na sygnał regulowany siły elektromotorycznej ($\Omega \cdot \Phi$) przez pomnożenie za pomocą elementu mnożącego (4) sygnału prędkości regulowanej i sygnału regulowanego strumienia, przez obliczenie go za pomocą elektronicznego wzmacniacza sumacyjnego lub przez bezpośredni jego pomiar za pomocą mostka pomiarowego w obwodzie twornika silnika.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że za pomocą tylko jednego sygnału sterującego (Ω^*), przy zastosowaniu dwóch elementów modułu (5 i 6) i dwóch odpowiednio połączonych elementów logicznych (7 i 8) „większy niż” dokonuje się przejście od pracy przy stałym momencie obrotowym do pracy przy stałej mocy i odwrotnie, pozwalając zarazem na uzyskanie płynnego sterowania i automatycznej regulacji prędkości w całym możliwym zakresie regulacji hamowania ze zwrotem energii do sieci oraz przez zmianę polaryzacji sygnału sterującego prędkości (Ω^*), na pracę nawrotną silnika.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że sterowanie siły elektromotorycznej do wartości odpowiadającej prędkości znamionowej dokonuje się automatycznie przez zmianę napięcia (U_a) twornika silnika przy niezmiennych wartości znamionowej strumienia wzbudzenia (Φ), sterowanie zaś siły elektromotorycznej silnika powyżej wartości odpowiadającej prędkości znamionowej dokonuje się przez zmianę strumienia wzbudzenia silnika przy niezmiennych wartości znamionowej napięcia twornika.

4. Sposób według zastrz. 1 — 3, **znamienny tym**, że automatyczną regulację siły elektromotorycznej silnika realizuje się przez porównanie sygnału sterującego i sygnału regulowanej siły elektromotorycznej, co daje sygnał błędu, który oddziałuje na regulator napięcia twornika i za pośrednictwem stopnia mocy (1a) reguluje napięcie (U_a) twornika oraz na regulator strumienia silnika i za pośrednictwem stopnia mocy wzbudzenia reguluje strumień (Φ) silnika, dając wspólnie regulację siły elektromotorycznej.

5. Sposób według zastrz. 1 — 4, **znamienny tym**, że sygnał strumienia regulowanego jest uzyskiwany przez pomiar prądu wzbudzenia i przekształcenie go za pomocą generatora funkcji naśladowującego krzywą magnesowania silnika na strumień względnie za pomocą czujników umieszczonych w polu silnika, sygnał zaś prędkości regulowanej uzyskuje się za pomocą prędkości tachometrycznej lub konwertera cyfra — analog.

