

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **212953**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **383890**

(51) Int.Cl.
H02P 21/14 (2006.01)
H02P 27/04 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **27.11.2007**

(54) **Sposób i układ do wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą trójfazowej maszyny indukcyjnej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
08.06.2009 BUP 12/09

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.12.2012 WUP 12/12

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ALEKSANDER DZIADECKI, Kraków, PL
JANUSZ GRZEGORSKI, Kraków, PL
JÓZEF SKOTNICZNY, Kraków, PL
JACEK ZARUDZKI, Szczyglice, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Elżbieta Postolek

PL 212953 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą trójfazowej maszyny indukcyjnej, znajdujący zastosowanie w układach automatycznej regulacji i sterowania przekształtnikowych układów napędowych, zwłaszcza zawierających przemiennik częstotliwości z falownikiem prądu.

Znany z patentu nr PL 161 300 sposób wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą maszyny indukcyjnej polega na utworzeniu za pomocą pierwszego węzła sumującego sygnału różnicy mierzonego napięcia fazowego i sygnału proporcjonalnego do spadku napięcia na rezystancji stojana maszyny a uformowanego uprzednio za pomocą układu kompensacji spadku napięcia na podstawie mierzonego prądu fazowego, przy czym uzyskiwany sygnał różnicy, stanowi sygnał siły elektromotorycznej danej fazy, od którego w pierwszym węźle sumującym odejmuje się dodatkowy sygnał uformowany uprzednio na podstawie mierzonego prądu fazowego za pomocą członu różniczkującego z inercją którego stała czasowa jest równa stałej czasowej narastania strumienia magnetycznego maszyny. Następnie sygnał, otrzymany na wyjściu pierwszego węzła sumującego po uformowaniu w drugim członie różniczkującym z inercją sumuje się z sygnałem mierzonego prądu fazowego w drugim węźle sumującym, przy czym stała czasowa pierwszego członu różniczkującego z inercją jest dużo większa od stałej czasowej drugiego członu różniczkującego z inercją. Sygnał, uzyskany na wyjściu drugiego węzła sumującego poddaje się kolejnemu formowaniu w członie inercyjnym, którego stała czasowa jest korzystnie równa stałej czasowej narastania strumienia magnetycznego maszyny indukcyjnej. Uzyskany w ten sposób sygnał z fazą trójfazowej maszyny indukcyjnej stanowi sygnał proporcjonalny do strumienia magnetycznego skojarzonego z daną fazą maszyny indukcyjnej.

Powyższy sposób, w innej wersji, charakteryzuje się tym, że na podstawie mierzonego prądu fazowego kształtuje się dodatkowy sygnał za pomocą drugiego członu różniczkującego z inercją, który odejmuje się w drugim węźle sumującym od sumy sygnałów: sygnału mierzonego prądu fazowego oraz uprzednio ukształtowanego za pomocą pierwszego członu różniczkującego z inercją sygnału siły elektromotorycznej. Otrzymany na wyjściu drugiego węzła sumującego sygnał poddaje się kolejnemu formowaniu za pomocą członu inercyjnego uzyskując sygnał, który stanowi sygnał proporcjonalny do strumienia magnetycznego skojarzonego z daną fazą maszyny indukcyjnej, przy czym stała czasowa pierwszego członu różniczkującego z inercją jest dużo większa od stałej czasowej drugiego członu różniczkującego z inercją a stała czasowa członu inercyjnego jest korzystnie równa stałej czasowej drugiego członu różniczkującego z inercją, która jest korzystnie równa stałej czasowej narastania strumienia magnetycznego maszyny indukcyjnej. Po uzyskaniu sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z daną fazą maszyny indukcyjnej i równoczesnym wyznaczeniu sygnałów strumienia skojarzonego z pozostałymi jej fazami określa się wypadkowy strumień magnetyczny maszyny, który jest wykorzystywany w układach regulacji i sterowania przemiennika częstotliwości z falownikiem prądu, zasilającego tę maszynę.

Znany z patentu nr PL 161 300 układ zawiera węzeł sumujący, którego wejście dodatnie połączone jest z blokiem pomiaru napięcia fazowego, a wejście ujemne poprzez układ kompensacji spadku napięcia na rezystancji lub rezystancji i reaktancji rozproszenia stojana połączone jest z blokiem pomiaru prądu fazowego. Wyjście węzła połączone jest poprzez człon różniczkujący z inercją z dodatnim wejściem drugiego węzła sumującego, którego drugie wejście dodatnie połączone jest z blokiem pomiaru prądu fazowego. Blok pomiaru prądu fazowego połączony jest również poprzez drugi człon różniczkujący z inercją z drugim wejściem ujemnym znanego węzła sumującego. Wyjście zaś drugiego węzła sumującego połączone jest z członem inercyjnym, którego wyjście stanowi wyjście układu.

W innej wersji, układ według powyższego patentu, blok pomiaru prądu fazowego, który połączony jest bezpośrednio z dodatnim wejściem drugiego węzła sumującego połączony jest również poprzez drugi człon różniczkujący z inercją z drugim wejściem ujemnym tego węzła.

Sposób, według wynalazku, polegający na wypracowywaniu sygnału proporcjonalnego do siły elektromotorycznej danej fazy maszyny na podstawie mierzonych uprzednio sygnałów napięcia i prądu zasilającego tę fazę maszyny, a następnie formowaniu tego sygnału za pomocą członu inercyjnego dla otrzymania sygnału proporcjonalnego do strumienia magnetycznego skojarzonego z daną fazą maszyny **charakteryzuje się tym**, że sygnał proporcjonalny do siły elektromotorycznej danej fazy maszyny, wyznaczany za pomocą bloku wyznaczania SEM w znany sposób dla każdej fazy maszyny

oddzielnie, sumuje się za pomocą węzła sumującego z sygnałem korygującym wypracowanym na podstawie sygnału prądu danej fazy maszyny za pomocą bloku korygującego, zaś uzyskany sygnał przetwarza się w znany sposób za pomocą członu inercyjnego. Sygnał korygujący kształtuje się tak, że za pomocą bloku pomiarowo-porównującego wyznacza się moduł sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z daną fazą maszyny, a otrzymywanego na wyjściu członu inercyjnego oraz moduły sygnałów strumieni magnetycznych skojarzonych z pozostałymi fazami maszyny. Następnie uzyskaną wielkość modułu sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z daną fazą maszyny porównuje się z modułami sygnałów proporcjonalnych do strumieni magnetycznych skojarzonych z pozostałymi fazami maszyny, po czym za pomocą uzyskanego sygnału kluczuje się przy pomocy łącznika sygnał prądu danej fazy maszyny, a na podstawie otrzymanego sygnału formuje się za pomocą członu korekcyjnego sygnał korygujący dla węzła sumującego. Kluczowanie pomiarowego sygnału prądu danej fazy realizuje się tak, że gdy wartość modułu sygnału strumienia magnetycznego danej fazy jest mniejsza od wartości modułu któregośkolwiek z sygnałów strumienia magnetycznego pozostałych faz maszyny, wówczas wartość sygnału korygującego równa jest zero.

Układ, według wynalazku, zawierający blok wyznaczania sygnału siły elektromotorycznej danej fazy maszyny indukcyjnej, którego wejścia połączone są z przetwornikami napięcia i prądu fazowego maszyny, a wyjście poprzez węzeł sumujący połączone jest z członem inercyjnym, którego wyjście stanowi wyjście układu charakteryzuje się tym, że wyjście członu inercyjnego połączone jest również z jednym wejściem bloku korygującego, do którego kolejnych wejść podłączone są sygnały proporcjonalne do sygnałów strumienia magnetycznego skojarzonego z pozostałymi fazami trójfazowej maszyny indukcyjnej oraz sygnał mierzonego prądu danej fazy maszyny indukcyjnej. Blok korygujący zawiera na wejściu blok pomiarowo-porównujący, którego wyjście połączone jest z wejściem sterującym łącznika. Jeden zacisk łącznika podłączony jest do przetwornika pomiarowego prądu danej fazy maszyny indukcyjnej, a drugi zacisk tego łącznika podłączony jest do wejścia członu korekcyjnego, którego wyjście stanowi wyjście bloku korygującego i jest połączone z drugim wejściem znanego węzła sumującego.

Sposób i układ, według wynalazku, umożliwiają odtworzenie sygnału proporcjonalnego do wartości strumienia magnetycznego maszyny indukcyjnej skojarzonego z jej fazą na podstawie pośredniego pomiaru napięć i prądów maszyny, zwłaszcza w zakresie ich bardzo niskich częstotliwości.

Rozwiązanie, według wynalazku, przedstawione jest w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat blokowy układu.

Sposób, według wynalazku, polega na tym, że na za pomocą bloku wyznaczania sygnału SEM 1 wypracowuje się w znany sposób sygnał e_1 proporcjonalny do siły elektromotorycznej danej fazy maszyny jako sygnał różnicy mierzonego napięcia fazowego U_{f1} i sygnału proporcjonalnego do spadku napięcia na rezystancji albo rezystancji i reaktancji rozproszenia stojana maszyny indukcyjnej a uformowanego uprzednio na podstawie mierzonego prądu fazowego I_{f1} . Uzyskany sygnał e_1 , wyznaczany dla każdej fazy maszyny oddzielnie, sumuje się za pomocą węzła sumującego 2 z sygnałem korygującym k_1 wypracowanym na podstawie sygnału prądu I_{f1} danej fazy maszyny za pomocą bloku korygującego A. Sygnał uzyskany na wyjściu węzła sumującego 2 przetwarza się w znany sposób za pomocą członu inercyjnego 3. Sygnał korygujący k_1 kształtuje się tak, że za pomocą bloku pomiarowo-porównującego 4 wyznacza się moduł sygnału strumienia magnetycznego ψ_{f1} skojarzonego z daną fazą maszyny, a otrzymywanego na wyjściu członu inercyjnego 3 oraz moduły sygnałów strumieni magnetycznych (ψ_{f2} , ψ_{f3}) skojarzonych z pozostałymi fazami maszyny. Następnie uzyskaną wielkość modułu sygnału strumienia magnetycznego ψ_{f1} skojarzonego z daną fazą maszyny porównuje się z modułami sygnałów proporcjonalnych do strumieni magnetycznych ψ_{f2} , ψ_{f3} skojarzonych z pozostałymi fazami maszyny, po czym za pomocą uzyskanego sygnału kluczuje się przy pomocy łącznika 5 sygnał prądu I_{f1} danej fazy maszyny, a następnie na podstawie otrzymanego sygnału formuje się za pomocą członu korekcyjnego 6 sygnał korygujący k_1 dla węzła sumującego 2. Natomiast kluczowanie pomiarowego sygnału prądu I_{f1} danej fazy realizuje się tak, że gdy wartość modułu sygnału strumienia magnetycznego ψ_{f1} danej fazy jest mniejsza od wartości modułu któregośkolwiek z sygnałów strumienia magnetycznego ψ_{f2} , ψ_{f3} pozostałych faz maszyny, wówczas wartość sygnału korygującego k_1 równa jest zero.

Układ, według wynalazku, zawiera blok 1 wyznaczania sygnału siły elektromotorycznej SEM danej fazy maszyny indukcyjnej, którego wejścia połączone są z przetwornikami napięcia i prądu fazowego maszyny nie uwidocznione na rysunku. Wyjście bloku 1 wyznaczania sygnału siły elektromotorycznej poprzez węzeł sumujący 2 połączone jest z członem inercyjnym 3, którego wyjście stanowi

wyjscie układu. Wyjscie członu inercyjnego 3 połączone jest również z jednym wejściem bloku korygującego A, do którego kolejnych wejść podłączone są sygnały proporcjonalne do sygnałów strumienia magnetycznego ψ_2 , ψ_3 skojarzonego z pozostałymi fazami trójfazowej maszyny indukcyjnej oraz sygnał prądu I_{f1} danej fazy maszyny indukcyjnej. Blok korygujący A zawiera na wejściu blok pomiarowo-porównujący 4, którego wyjscie połączone jest z wejściem sterującym łącznika 5, a jeden zacisk łącznika (5) podłączony jest do przetwornika pomiarowego prądu danej fazy maszyny indukcyjnej, natomiast drugi zacisk tego łącznika 5 podłączony jest do wejścia członu korekcyjnego 6, którego wyjscie stanowi wyjscie bloku korygującego A i jest połączone z drugim wejściem znanego węzła sumującego 2.

Działanie układu, według wynalazku, polega na tym, że w bloku 1 wyznaczania sygnału siły elektromotorycznej realizowane jest odejmowanie od sygnału napięcia fazowego U_{f1} maszyny indukcyjnej sygnału proporcjonalnego do iloczynu chwilowej wartości prądu fazowego I_{f1} i wartości zastępczej rezystancji fazowej stojana tej maszyny. Do otrzymanego sygnału siły elektromotorycznej e_1 danej fazy maszyny dodawany jest w węźle sumującym 2 sygnał korygujący k_1 , który wypracowywany jest w bloku korygującym A na podstawie sygnału prądu fazowego I_{f1} maszyny, przy czym następuje to tylko wtedy, gdy sygnał tego prądu I_{f1} jest przyłączony za pomocą łącznika 5 do wejścia członu korekcyjnego 6. Sterowanie pracą łącznika 5 jest realizowane za pomocą sygnału otrzymywanego z bloku pomiarowo-porównującego 4 i łącznik 5 jest zamykany tylko wtedy, gdy wartość modułu sygnału strumienia magnetycznego ψ_{f1} danej fazy jest większy od wartości modułu któregośkolwiek z sygnałów strumienia magnetycznego ψ_{f2} , ψ_{f3} pozostałych faz maszyny wyznaczanych w bloku pomiarowo-porównującym 4.

Wykaz oznaczeń na rysunku

- 1 - blok wyznaczania sygnału siły elektromotorycznej SEM danej fazy maszyny indukcyjnej
- 2 - węzeł sumujący
- 3 - człon inercyjny
- 4 - blok pomiarowo-porównujący
- 5 - łącznik
- 6 - człon korekcyjny
- A - blok korygujący
- I_{f1} - sygnał prądu fazowego
- U_{f1} - sygnał napięcia fazowego
- ψ_{f1} , ψ_{f2} , ψ_{f3} - sygnały strumieni magnetycznych poszczególnych faz maszyny indukcyjnej
- k_1 - sygnał korygujący

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą trójfazowej maszyny indukcyjnej polegający na wypracowywaniu sygnału proporcjonalnego do siły elektromotorycznej danej fazy maszyny na podstawie mierzonych uprzednio sygnałów napięcia i prądu zasilającego tę fazę maszyny, a następnie formowaniu tego sygnału za pomocą członu inercyjnego dla otrzymania sygnału proporcjonalnego do strumienia magnetycznego skojarzonego z daną fazą maszyny **znamienny tym**, że sygnał (e_1) proporcjonalny do siły elektromotorycznej danej fazy maszyny, wyznaczany za pomocą bloku (1) wyznaczania siły elektromotorycznej w znany sposób dla każdej fazy maszyny oddzielnie, sumuje się za pomocą węzła sumującego (2) z sygnałem korygującym (k_1) wypracowanym na podstawie sygnału prądu (I_{f1}) danej fazy maszyny za pomocą bloku korygującego (A), zaś uzyskany sygnał przetwarza się w znany sposób za pomocą członu inercyjnego (3), przy czym sygnał korygujący (k_1) kształtuje się tak, że za pomocą bloku pomiarowo-porównującego (4) wyznacza się moduł sygnału strumienia magnetycznego (ψ_{f1}) skojarzonego z daną fazą maszyny, a otrzymywanego na wyjściu członu inercyjnego (3) oraz moduły sygnałów strumieni magnetycznych (ψ_{f2}), (ψ_{f3}) skojarzonych z pozostałymi fazami maszyny, następnie wielkość modułu sygnału strumienia magnetycznego (ψ_{f1}) skojarzonego z daną fazą maszyny porównuje się z modułami sygnałów strumieni magnetycznych (ψ_{f2} , ψ_{f3}) skojarzonych z pozostałymi fazami maszyny, po czym za pomocą uzyskanego sygnału kluczuje się przy pomocy łącznika (5) sygnał prądu (I_{f1}) danej fazy maszyny, a na podstawie otrzymanego sygnału formuje się za pomocą członu korekcyjnego (6) sygnał korygujący (k_1) dla węzła

sumującego (2), zaś kluczowanie pomiarowego sygnału prądu danej fazy (I_{f1}) realizuje się tak, że gdy wartość modułu sygnału strumienia magnetycznego (Ψ_{f1}) danej fazy jest mniejsza od wartości modułu któregośkolwiek z sygnałów strumienia magnetycznego (Ψ_{f2} , Ψ_{f3}) pozostałych faz maszyny, wówczas wartość sygnału korygującego (k_1) równa jest zero.

2. Układ do wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą trójfazowej maszyny indukcyjnej zawierający blok wyznaczania sygnału siły elektromotorycznej danej fazy maszyny indukcyjnej, którego wejścia połączone są z przetwornikami napięcia i prądu fazowego maszyny, a wyjście poprzez węzeł sumujący połączone jest z członem inercyjnym, którego wyjście stanowi wyjście układu, **znamienny tym**, że wyjście członu inercyjnego (3) połączone jest również z jednym wejściem bloku korygującego (A), do którego kolejnych wejść podłączone są sygnały proporcjonalne do sygnałów strumieni magnetycznych (Ψ_2 , Ψ_3) skojarzonych z pozostałymi fazami maszyny indukcyjnej oraz sygnał prądu (I_{f1}) danej fazy maszyny indukcyjnej, przy czym blok korygujący (A) zawiera na wejściu blok pomiarowo-porównujący (4), którego wyjście połączone jest z wejściem sterującym łącznika (5), a jeden zacisk łącznika (5) podłączony jest do przetwornika pomiarowego prądu danej fazy maszyny indukcyjnej, natomiast drugi zacisk tego łącznika (5) podłączony jest do wejścia członu korekcyjnego (6), którego wyjście stanowi wyjście bloku korygującego (A) i jest połączone z drugim wejściem znanego węzła sumującego (2).

Rysunek

