



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

⑰ Numer zgłoszenia: 289144

⑱ IntCl⁵:
H02P 7/42

⑲ Data zgłoszenia: 19.02.1991

⑳ Sposób i układ do wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą maszyny indukcyjnej

㉑ Zgłoszenie ogłoszono:
09.09.1991 BUP 18/91

㉒ O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.06.1993 WUP 06/93

㉓ Uprawniony z patentu:
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica, Kraków, PL

㉔ Twórcy wynalazku:
Aleksander Dziadecki, Kraków, PL
Janusz Grzegorski, Kraków, PL
Józef Skotniczny, Kraków, PL

① Sposób wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą maszyny indukcyjnej polegający na tworzeniu sygnału różnicy mierzonego napięcia fazowego i sygnału proporcjonalnego do spadku napięcia na rezystancji lub rezystancji i reaktancji rozproszenia 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, **znamienny tym**, że na podstawie mierzonego prądu fazowego (J_f) kształtuje się dodatkowy sygnał (J') za pomocą drugiego członu różniczkującego z inercją (5), który odejmuje się od uzyskiwanego sygnału siły elektromotorycznej w węzle sumującym (S1), a otrzymany na wyjściu węzła sumującego (S1) sygnał po uprzednim ukształtowaniu w pierwszym członie różniczkującym z inercją (4) sumuje się z sygnałem mierzonego prądu fazowego (J_f) w drugim węzle sumującym (S2), zaś uzyskany sygnał po kolejnym uformowaniu w członie inercyjnym (6) stanowi sygnał proporcjonalny do strumienia magnetycznego (Ψ_f) skojarzonego z daną fazą maszyny indukcyjnej, przy czym stała czasowa pierwszego członu różniczkującego z inercją (4) jest dużo większa od stałej czasowej drugiego członu różniczkującego z inercją (5), a stała czasowa członu inercyjnego (6) jest korzystnie równa stałej czasowej drugiego członu różniczkującego z inercją (5), która jest korzystnie równa stałej czasowej narastania strumienia magnetycznego maszyny indukcyjnej.

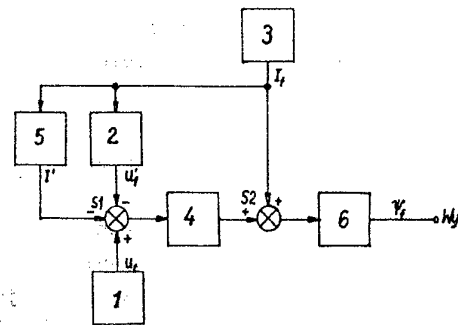


fig. 1

SPOSÓB I UKŁAD DO WYZNACZANIA SYGNAŁU STRUMIENIA MAGNETYCZNEGO
SKOJARZONEGO Z FAZĄ MASZYNY INDUKCYJNEJ

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Sposób wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą maszyny indukcyjnej polegający na tworzeniu sygnału różnicy mierzonego napięcia fazowego i sygnału proporcjonalnego do spadku napięcia na rezystancji lub rezystancji i reaktancji rozproszenia 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, z n a m i e n n y t y m, że na podstawie mierzonego prądu fazowego I_f kształtuje się dodatkowy sygnał I za pomocą drugiego członu różniczkującego z inercją $5/$, który odejmuje się od uzyskiwanego sygnału siły elektromotorycznej w węźle sumującym $SL/$, a otrzymany na wyjściu węzła sumującego $S1/$ sygnał po uprzednim ukształtowaniu w pierwszym członie różniczkującym z inercją $4/$ sumuje się z sygnałem mierzonego prądu fazowego I_f w drugim węźle sumującym $S2/$, zaś uzyskany sygnał po kolejnym uformowaniu w członie inercyjnym $6/$ stanowi sygnał proporcjonalny do strumienia magnetycznego ψ_f skojarzonego z daną fazą maszyny indukcyjnej, przy czym stała czasowa pierwszego członu różniczkującego z inercją $4/$ jest dużo większa od stałej czasowej drugiego członu różniczkującego z inercją $5/$, a stała czasowa członu inercyjnego $6/$ jest korzystnie równa stałej czasowej drugiego członu różniczkującego z inercją $5/$, która jest korzystnie równa stałej czasowej narastania strumienia magnetycznego maszyny indukcyjnej.

2. Sposób wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą maszyny indukcyjnej polegający na tworzeniu sygnału różnicy mierzonego napięcia fazowego i sygnału proporcjonalnego do spadku napięcia na rezystancji lub rezystancji i reaktancji rozproszenia stojana maszyny uformowanego uprzednio za pomocą układu kompensacji spadku napięcia na podstawie mierzonego prądu fazowego, przy czym uzyskany sygnał różnicy stanowi sygnał siły elektromotorycznej danej fazy, z n a m i e n n y t y m, że na podstawie mierzonego prądu fazowego I_f kształtuje się dodatkowy sygnał I za pomocą drugiego członu różniczkującego z inercją $5/$, który odejmuje się w drugim węźle sumującym $S2/$ od sumy sygnałów sygnału mierzonego prądu fazowego I_f oraz uprzednio ukształtowanego za pomocą pierwszego członu różniczkującego z inercją $4/$ sygnału siły elektromotorycznej a otrzymany na wyjściu drugiego węzła sumującego $S2/$ sygnał po kolejnym uformowaniu za pomocą członu inercyjnego $6/$ stanowi sygnał proporcjonalny do strumienia magnetycznego ψ_f skojarzonego z daną fazą maszyny indukcyjnej, przy czym stała czasowa pierwszego członu różniczkującego z inercją $4/$ jest dużo większa od stałej czasowej drugiego członu różniczkującego z inercją $5/$, a stała czasowa członu inercyjnego $6/$ jest korzystnie równa stałej czasowej drugiego członu różniczkującego z inercją $5/$, która jest korzystnie równa stałej czasowej narastania strumienia magnetycznego maszyny indukcyjnej.

3. Układ do wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą maszyny indukcyjnej zawierający 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, z n a m i e n n y t y m, że wyjście węzła sumującego $S1/$ połączone jest poprzez człon różniczkujący z inercją $4/$ z dodatnim wejściem drugiego węzła sumującego $S2/$, którego drugie wejście dodatnie połączone jest z blokiem pomiaru prądu fazowego $3/$, a blok pomiaru prądu fazowego $3/$ jest również połączony poprzez drugi człon różniczkujący z inercją $5/$ z drugim wejściem ujemnym węzła sumującego $S1/$.

zaś wyjście drugiego węzła sumującego /S2/ połączone jest z członem inercyjnym /6/, którego wyjście stanowi wyjście /Wy/ układu.

4. Układ do wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą maszyny indukcyjnej zawierający 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, z n a m i e n n y t y m, że wyjście węzła sumującego /S1/ połączone jest poprzez człon różniczkujący z inercją /4/ z dodatnim wejściem drugiego węzła sumującego /S2/, którego drugie wejście dodatnie połączone jest z blokiem pomiaru prądu fazowego /3/ a z blokiem tym również połączone jest poprzez drugi człon różniczkujący z inercją /5/ wejście ujemne drugiego węzła sumującego /S2/, zaś wyjście drugiego węzła sumującego /S2/, połączone jest z członem inercyjnym /6/, którego wyjście stanowi wyjście /Wy/ układu.

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

Znany z literatury technicznej /"Przegląd Elektrotechniczny" nr 8-9, rok 1983, str. 352/ sposób pomiaru strumienia magnetycznego trójfazowej maszyny indukcyjnej na podstawie jej prądów i napięć polega na tym, że od napięć fazowych silnika odejmuje się spadki napięcia na rezystancjach fazowych stojana, a uformowane uprzednio za pomocą układu kompensacji napięcia na podstawie rzeczywistych prądów fazowych silnika. Otrzymane wielkości będące wielkościami siły elektromotorycznej związanej z poszczególnymi fazami stojana poddaje się całkowaniu, w wyniku czego uzyskuje się wielkości strumieni magnetycznych skojarzonych odpowiednio z poszczególnymi fazami stojana maszyny. Następnie napięcia będące analogami wielkości strumieni magnetycznych poddaje się prostowaniu w pełnookresowym trójfazowym prostowniku, którego sygnał wyjściowy jest proporcjonalny do amplitudy strumienia magnetycznego maszyny. Sygnał ten wykorzystywany jest w układzie regulacji i sterowania układu napędowego zawierającego przemiennik częstotliwości z falownikiem prądu.

Znany z literatury technicznej /"Przegląd Elektrotechniczny" nr 8-9, rok 1983, str. 352/ układ do wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego stojana trójfazowego silnika indukcyjnego na podstawie jego napięć i prądów zawiera blok prostowania i sumowania strumieni skojarzonych z odpowiednimi fazami stojana, na wyjściu którego uzyskuje się sygnał mierzonego strumienia magnetycznego silnika. Wejścia tego bloku połączone są z wyjściami układu całkującego wyposażonego w węzły sumujące. Do dodatknych wejść węzłów sumujących układu całkującego doprowadzone są z bloku pomiaru napięć fazowych, odpowiednio sygnały napięć fazowych stojana silnika, a do ujemnych ich wejść doprowadzone są odpowiednio z bloku pomiaru prądów fazowych poprzez bloki kompensacji spadku napięcia na rezystancjach fazowych sygnały mierzonych prądów fazowych silnika.

Niedogodnością znanego układu jest to, że nawet niewielkie wartości składowej stałej prądu lub napięcia wprowadzone przez bloki pomiaru rzeczywistych napięć i prądów silnika powodują rozzerowanie układu całkującego. Zastosowanie zaś rezystora ograniczającego wzmocnienie dla składowej stałej sygnału wejściowego układu całkującego, a przyłączonego równolegle do kondensatora całkującego w tym układzie, wprowadza niepożądane przesunięcie fazowe całkowanego sygnału w przypadku zastosowania rezystora o zbyt małej wartości rezystancji.

Sposób wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą maszyny indukcyjnej, według wynalazku, polegający na tworzeniu sygnału różnicy mierzonego napięcia fazowego i sygnału proporcjonalnego do spadku napięcia na rezystancji lub rezystancji i reaktancji rozproszenia stojana maszyny a informowanego uprzednio za pomocą układu kompensacji

spadku napięcia na podstawie mierzonego prądu fazowego, przy czym uzyskiwany sygnał różnicy stanowi sygnał siły elektromotorycznej danej fazy charakteryzuje się tym, że na podstawie mierzonego prądu fazowego kształtuje się dodatkowy sygnał za pomocą drugiego członu różniczkującego z inercją, który odejmuje się od uzyskiwanego sygnału siły elektromotorycznej w węźle sumującym. Otrzymany na wyjściu tego węzła sygnał po uprzednim ukształtowaniu w pierwszym członie różniczkującym z inercją sumuje się z sygnałem mierzonego prądu fazowego w drugim węźle sumującym, zaś uzyskany sygnał po kolejnym uformowaniu w członie inercyjnym 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.

W innej wersji sposób według wynalazku, 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.

Układ do wyznaczania sygnału strumienia magnetycznego skojarzonego z fazą maszyny indukcyjnej według wynalazku, zawierający 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 charakteryzuje się tym, że wyjście węzła sumującego 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 węzła sumującego. Wyjście drugiego węzła sumującego połączone jest z członem inercyjnym, którego wyjście stanowi wyjście układu.

W innej wersji układ według wynalazku, charakteryzuje się tym, że wyjście węzła sumującego połączone jest poprzez człon różniczkujący z inercją z dodatnim wejściem drugiego węzła sumującego, którego drugie wejście dodatnie połączone jest z blokiem pomiaru prądu fazowego. Z blokiem tym połączone jest również poprzez drugi człon różniczkujący z inercją wejście ujemne drugiego węzła sumującego. Wyjście drugiego węzła sumującego połączone jest z członem inercyjnym, którego wyjście stanowi wyjście układu.

Zaletą sposobu i układu według wynalazku jest to, że eliminuje z sygnałów mierzonych prądów i napięć składową stałą wprowadzoną do układu regulacji w wyniku rozzerowań bloków pomiaru tych wielkości, która w konsekwencji powoduje rozzerowanie układu całkującego. Układ odznaczając się prostą budową, eliminuje konieczność wykonywania przez obsługę uciążliwego zerowania układów całkujących każdorazowo po zmianie nastawy spadku napięcia na rezystancji stojana, po wymianie bloków pomiarowych napięcia lub prądu, a także okresowego, przeprowadzonego z uwagi na starzenie się elementów oraz zmiany nastaw powstających na skutek drgań i temu podobnych przyczyn. Ponadto wpływa na poprawę stabilności długoterminowej pracy układów napędowych z przemiennikiem częstotliwości.

Przedmiot wynalazku uwidoczniiony jest w przykładowym wykonaniu na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowo-blokowy układu, a fig. 2 - schemat innej wersji układu.

Układ, według wynalazku, zawiera węzeł sumujący S1, którego wejście dodatnie połączone jest z blokiem pomiaru napięcia fazowego 1, a wejście ujemne poprzez układ kompensacji spadku napięcia 2 na rezystancji lub rezystancji i reaktancji rozproszenia stojana połączone jest z blokiem pomiaru prądu fazowego 3. Wyjście węzła S1 połączone jest poprzez człon różniczkujący z inercją 4 z dodatnim wejściem drugiego węzła sumującego S2, którego drugie wejście dodatnie połączone jest z blokiem pomiaru prądu fazowego 3. Blok pomiaru prądu fazowego 3 połączony jest również poprzez drugi człon różniczkujący z inercją 5 z drugim wejściem ujemnym znanego węzła sumującego S1. Wyjście zaś drugiego węzła sumującego S2 połączone jest z członem inercyjnym 6, którego wyjście stanowi wyjście Wy układu.

W innej wersji układu według wynalazku, blok pomiaru prądu fazowego 3 połączony bezpośrednio z dodatnim wejściem drugiego węzła sumującego S2 połączony jest również poprzez drugi człon różniczkujący z inercją 5 z wejściem ujemnym tego węzła S2.

Sposób według wynalazku polega na tym, że mierzy się rzeczywiste napięcie fazowe U_f i prąd fazowy J_f stojana maszyny indukcyjnej niewidoczniejszej na rysunku, za pomocą odpowiednio bloku pomiaru napięcia fazowego 1 i bloku pomiaru prądu fazowego 3. Następnie sygnał prądu fazowego J_f poddaje się formowaniu w układzie kompensacji spadku napięcia 2, otrzymany sygnał U_f proporcjonalny do spadku napięcia na rezystancji lub rezystancji i reaktancji rozproszenia stojana silnika odejmuje się w węźle sumującym S1 od sygnału mierzonego napięcia fazowego U_f uzyskując sygnał będący sygnałem siły elektromotorycznej danej fazy. Od uzyskiwanego w ten sposób sygnału siły elektromotorycznej w węźle sumującym S1 odejmuje się również dodatkowy sygnał J^* uformowany uprzednio na podstawie mierzonego prądu fazowego J_f za pomocą członu różniczkującego z inercją 5, którego stała czasowa jest równa stałej czasowej narastania strumienia magnetycznego maszyny.

Uzyskany na wyjściu węzła sumującego S1 sygnał poddaje się formowaniu w drugim członie różniczkującym z inercją 4, którego stała czasowa jest dużo większa od stałej czasowej pierwszego członu różniczkującego z inercją 5, a po uformowaniu sumuje się go w drugim węźle sumującym S2 z sygnałem mierzonego prądu fazowego J_f . Uzyskany na wyjściu drugiego węzła sumującego S2 sygnał poddaje się kolejnemu formowaniu w członie inercyjnym 6, którego stała czasowa jest równa stałej czasowej narastania strumienia magnetycznego stojana silnika. Uzyskany w ten sposób sygnał stanowi sygnał proporcjonalny do strumienia magnetycznego skojarzonego z daną fazą maszyny indukcyjnej.

W innej wersji sposobu według wynalazku, dodatkowy sygnał J^* uformowany uprzednio na podstawie mierzonego prądu fazowego J_f za pomocą członu różniczkującego z inercją 5 o stałej czasowej równej stałej czasowej narastania strumienia magnetycznego maszyny odejmuje się w drugim węźle sumującym S2 od sumy sygnałów: sygnału mierzonego prądu fazowego J_f oraz uprzednio ukształtowanego za pomocą drugiego członu różniczkującego z inercją 4 sygnału siły elektromotorycznej danej fazy silnika, a uzyskiwanego w znany sposób. Otrzymany na wyjściu węzła sumującego S2 sygnał po kolejnym uformowaniu za pomocą członu inercyjnego 6 stanowi sygnał proporcjonalny do amplitudy strumienia magnetycznego ψ_f skojarzonego z daną fazą maszyny indukcyjnej.

Po uzyskaniu sposobem według wynalazku 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.

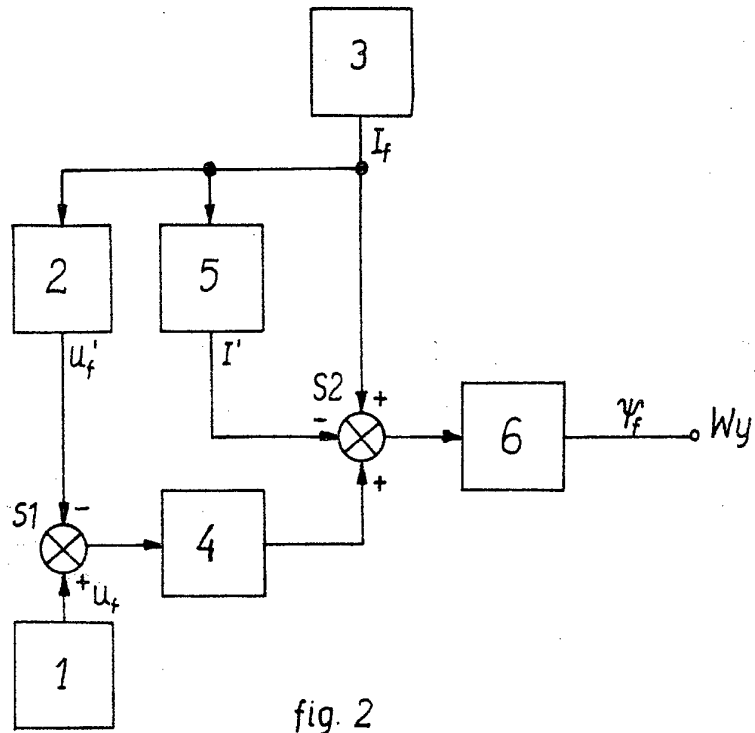


fig. 2

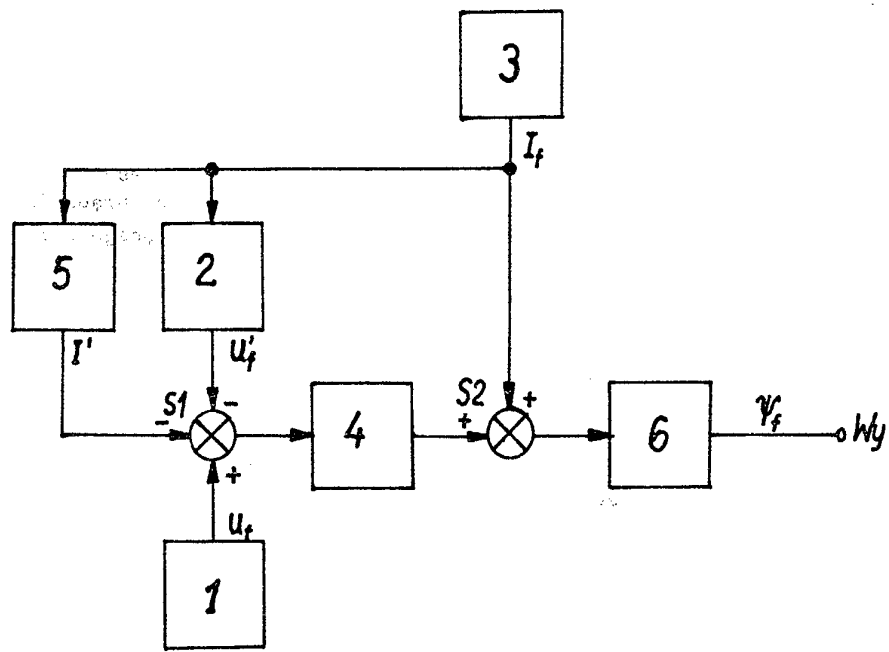


fig. 1