



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 14.07.78 (P. 208404)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 24.03.80

Opis patentowy opublikowano: 20.01.1984

Int. Cl.<sup>3</sup>  
H02H 7/09  
H02P 7/36

CZYTELNIA

Urzedu Patentowego  
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Włodzimierz Koczara, Krzysztof Duszczyk, Zbigniew Szulc, Mikołaj Patejuk, Kazimierz Węgrzyn, Jan Marszałek, Lech Grzesiak, Jerzy Przybylski

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

### Układ do ochrony od przepięć i zwarć asynchronicznej kaskady przekształtnikowej

1

**Dziedzina techniki.** Przedmiotem wynalazku jest układ do ochrony od przepięć i zwarć asynchronicznej kaskady przekształtnikowej stosowany w kaskadowych układach napędowych z silnikami indukcyjnymi pierścieniowymi które sterowane są przekształtnikami tyrystorowymi.

**Stan techniki.** Znana jest z austriackiego opisu patentowego nr 305 440, podsynchroniczna kaskada zaworowa z silnikiem pierścieniowym do którego wirnika włączona jest przetwornica częstotliwości złożona z niesterowanego prostownika i przekształtnika tyrystorowego pracującego jako falownik o komutacji sieciowej, przy czym przekształtnik tyrystorowy posiada równoległą gałąź prądową składającą się z szeregowo połączonego rezystora i sterowanego napięciowo łącznika tyrystorowego. Między punktem połączenia łącznika tyrystorowego z przekształtnikiem tyrystorowym i jednym z zacisków stołoprądowych niesterowanego prostownika umieszczona jest gałąź równoległa złożona z drugiego rezystora i szybkiego wyłącznika.

Przy rozruchu silnika pierścieniowego do łącznika tyrystorowego i przekształtnika załączona jest trzystopniowa jednostka sterująca, przy czym przed załączeniem napięcia z sieci wprowadzony zostaje w stan przewodzenia łącznik tyrystorowy, a po osiągnięciu określonej prędkości rozruchowej zamknięty zostaje szybki wyłącznik i gdy silnik przekroczy dolną granicę prędkości zakresu

2

robotycznego, zwierana zostaje blokada impulsów sterujących przekształtnikiem tyrystorowym.

Ponadto sygnał sterujący szybkim wyłącznikiem pochodzący z trzystopniowej jednostki sterującej, doprowadzany jest równocześnie do przekształtnika tyrystorowego wysterowując jego na maksymalną pracę falowniczą. Układ posiada również możliwość blokady impulsów sterujących przekształtnikiem tyrystorowym po zmniejszeniu prądu aż do zaniku procesów wyrównawczych wywołanych przełączaniem sieci, oraz posiada możliwość kontroli zamykania łącznika tyrystorowego przy ponownym załączeniu kaskady do sieci, przy czym zwolnienie łącznika tyrystorowego do przewodzenia prądu następuje po zwłocznym zamknięciu szybkiego wyłącznika przy przekroczeniu przez silnik pierścieniowy dolnej granicy prędkości roboczego zakresu pracy.

Wadą tego układu jest to, że w przypadku zadziałania układu przy przepięciu następuje zawsze otwarcie szybkiego wyłącznika i związane z tym zakłócenia w sterowaniu silnikiem pierścieniowym.

**Istota wynalazku.** Zgodnie z wynalazkiem układ zawiera element prostowniczy, włączony pomiędzy łącznik tyrystorowy a przekształtnik tyrystorowy, przy czym równoległe do pierwszego rezystora szeregowo połączonego z elementem prostowniczym jest włączony wyłącznik.

Pierwszy wariant układu wyróżnia się tym, że

zawiera trzeci rezystor, włączony pomiędzy łącznik tyrystorowy a przekształtnik tyrystorowy, przy czym równolegle do pierwszego rezystora szeregowo połączonego z trzecim rezystorem jest włączony wyłącznik.

Drugi wariant układu według wynalazku, zawiera element prostowniczy, włączony pomiędzy łącznik tyrystorowy a przekształtnik tyrystorowy, przy czym równolegle do pierwszego rezystora szeregowo połączonego z elementem prostowniczym jest włączony wyłącznik, zaś pomiędzy jednym z zacisków wyłącznika a zaciskiem łączącym pierwszy rezystor z elementem prostowniczym włączony jest trzeci rezystor.

Trzeci wariant układu według wynalazku, zawiera trzeci rezystor połączony szeregowo z elementem prostowniczym, włączony pomiędzy łącznik tyrystorowy a przekształtnik tyrystorowy, przy czym równolegle do pierwszego rezystora szeregowo połączonego z trzecim rezystorem i elementem prostowniczym jest włączony wyłącznik.

**Korzyści techniczne wynalazku.** Układ według wynalazku zapewnia stopniowanie zadziałania wyłącznika i tak zależnie od wysterowania łącznika tyrystorowego prąd zwarcia płynący przez szeregowo połączone rezystory nie przepływa przez wyłącznik dzięki elementowi prostownicczemu włączonemu zaporowo. Wyłącznik zadziała wówczas gdy napięcie na wirniku wzrośnie ponad dopuszczalną wartość, pomimo zamknięcia obwodu wirnika rezystorami.

W pierwszym wariantcie układu prąd zwarcia wynikający z zadziałania łącznika tyrystorowego przepływa się na dwie gałęzie składające się z pierwszego rezystora oraz trzeciego rezystora, połączonego szeregowo z wyłącznikiem, przez co uzyskano możliwość łatwego doboru prądu zwarcia płynącego przez wyłącznik.

Ponadto w przypadku przewrotu przekształtnika tyrystorowego to jest przy przejściu niekontrolowanym z pracy falowniczej do prostowniczej, po zadziałaniu wyłącznika to znaczy rozwarciu jego styków, w obwodzie prądu wyprostowanego umieszczony jest trzeci rezystor, który ogranicza prąd zwarcia przekształtnika tyrystorowego.

W drugim wariantcie układu prąd zwarcia spowodowany zadziałaniem łącznika tyrystorowego przepływa się na gałąź składającą się z pierwszego rezystora i gałąź składającą się z szeregowo połączonych trzeciego rezystora z wyłącznikiem, ogranicza to ilość zadziałań wyłącznika, który tylko działa w takim przypadku gdy prąd zwarcia jest wynikiem wzrostu napięcia zasilającego silnik.

W trzecim wariantcie układu prąd zwarcia wynikający z zadziałania łącznika tyrystorowego przepływa przez rezystory pierwszy i drugi. Otwarcie zaś wyłącznika nastąpi tylko wówczas, jeśli pomimo zwarcia obwodu wirnika rezystorami pierwszym i drugim nastąpi wzrost prądu przekształtnika tyrystorowego do wartości przy której zadziała wyłącznik. Ponadto układ ten skutecznie ogranicza prąd w przypadku przewrotu przekształtnika tyrystorowego.

**Objaśnienie rysunku.** Przedmiot wynalazku jest

uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ ochronny od przecięć i zwarcia asynchronicznej kaskady przekształtnikowej, zaś fig. 2 przedstawia pierwszy wariant układu, a fig. 3 przedstawia drugi wariant układu, zaś fig. 4 przedstawia trzeci wariant układu.

#### Przykład wykonania.

Jak uwidoczniono na fig. 1 rysunku silnik 1 pierścieniowy, którego stojan połączony jest poprzez wyłącznik W1 sieciowy z siecią trójfazową prądu przemiennego ma wirnik połączony z przetwornicą częstotliwości składającą się z niesterowanego prostownika 2 oraz przekształtnika 4 tyrystorowego pracującego jako falownik o komutacji sieciowej, którego wejście połączone jest poprzez transformator 3 i wyłącznik W1 sieciowy z siecią trójfazową prądu przemiennego. Jedne z wyjść przekształtnika 4 poprzez dławik L połączone są z jednym z wyjść prostownika 2 niesterowanego, zaś drugie z wyjść tego przekształtnika są połączone poprzez element D prostowniczy włączony w kierunku przewodzenia połączony szeregowo z rezystorem R1, z drugim z wyjść prostownika 2, przy czym równolegle do przekształtnika 4 i elementu D prostowniczego włączona jest gałąź prądowa składająca się z szeregowo połączonych rezystora R2 i łącznika 5 tyrystorowego, zaś równolegle do rezystora R1 szeregowo połączony z elementem D prostowniczym włączony jest wyłącznik W2.

Układ działa w sposób niżej opisany. Poprzez załączenie wyłącznika W1 szeregowego rozpoczyna się proces rozruchu. W pierwszej fazie rozruchu prąd rozruchowy silnika 1 ograniczony jest połączeniem szeregowym rezystorów R1 i R2. Na skutek działania takiego dzielnika napięcia po stronie przekształtnika 4 wystąpi spadek napięcia taki jak na rezystorze R2, napięcie to maleje ze wzrostem prędkości obrotowej silnika 1 odpowiednio do zmniejszającego się napięcia. Równocześnie włączony zostaje łącznik 5 tyrystorowy, który jest wysterowany do stanu przewodzenia, przy czym kąta wysterowania przekształtnika 4 jest maksymalny to znaczy zapewniający bezpieczną pracę falowniczą. Łącznik 5 posiada układ wyzwalający nie uwidoczniony na rysunku, który powoduje wyzwolenie łącznika 5 tyrystorowego do stanu przewodzenia na skutek wzrostu napięcia ponad określoną wartość lub też wyzwolenie na sygnał zewnętrzny za pomocą przycisku.

Ponadto przez załączenie wyłącznika W1 sieciowego podawane jest napięcie na stojan silnika 1 oraz na transformator 3 zasilający przekształtnik 4.

W miarę rozruchu silnika 1 energia poślizgu jest częściowo przekazywana do rezystorów R1 i R2 oraz do przekształtnika 4, który energię tę zwraca poprzez transformator 3 do sieci zasilającej. Prąd na wyjściu przekształtnika 4 sumuje się z prądem przepływającym przez rezystor R2 dzięki czemu moment napędowy silnika 1 jest stały.

Dławik L wygładza prąd w obwodzie prądu wyprostowanego.

Drugi stopień rozruchu występuje wówczas gdy

włączona jest równoległa gałąź złożona z przekształtnika 4 i elementu D prostowniczego.

Jeśli silnik 1 osiągnie prędkość zadaną to zamknięcie wyłącznika W2 powoduje zwarcie rezystora R1 i elementu D prostowniczego. Gdy silnik 1 przekroczy dolną granicę zadaną prędkości obrotowej, przekształtnik 4 tyrystorowy przewodzi przez przerwanie blokowania impulsów sterujących i wraz z wyłączeniem łącznika 5 tyrystorowego w wyniku komutacji naturalnej zanika prąd w rezystorze R2.

W stanie pracy silnika 1 regulacja prędkości obrotowej dokonywana jest przez zmianę wystęrowania przekształtnika 4. Z chwilą wystąpienia wzrostu napięcia na wirniku silnika 1 występującego w przypadku zwarcia bądź innych zakłóceń w procesach łączeniowych w linii zasilającej silnik 1, występuje załączenie łącznika 5 tyrystorowego i wówczas wyjście prostownika 2 jest zamknięte przez rezystory R1 i R2 oraz diawik L. Powoduje to obniżenie napięcia na wyjściu prostownika 2, a tym samym zabezpieczenie przekształtnika 4 przed nadmiernym wzrostem napięcia. Jeśli nastąpi wzrost prądu w obwodzie przekształtnika 4 ponad określoną wartość, wówczas wyłącznik W2 zostaje otworzony i przekształtnik 4 jest włączony poprzez element D do dzielnika napięcia utworzonego z rezystorów R1 i R2. W wyniku zaporowego włączenia elementu D prąd płynący przez rezystor R2 przepływa przez rezystor R1.

Ponadto rezystor R1 zabezpiecza przekształtnik 4 przed nadmiernym wzrostem prądu przy pracy w stanach zakłóceń.

W uwidocznionym na fig. 2 rysunku, pierwszym wariantcie układu, silnik 1 pierścieniowy, którego stojan połączony jest poprzez wyłącznik W1 sieciowy z siecią trójfazową prądu przemiennego, ma wirnik połączony z przetwornicą częstotliwości składającą się z niesterowanego prostownika 2 oraz przekształtnika 4 tyrystorowego, pracującego jako falownik o komutacji sieciowej, którego wejście jest połączone poprzez transformator 3 i wyłącznik W1 z siecią trójfazową prądu przemiennego. Jedne wyjścia przekształtnika 4 poprzez diawik L wygładzający tętnienia w obwodzie prądu stałego połączone są z jednymi z wyjść prostownika 2 niesterowanego, zaś drugie z wyjść tego przekształtnika są połączone poprzez rezystor R3 połączony szeregowo z rezystorem R1 z drugimi z wyjść prostownika 2, przy czym równoległe do przekształtnika 4 i rezystora R3 włączona jest gałąź prądowa składająca się z szeregowo połączonych rezystora R2 i łącznika 5 tyrystorowego, zaś równoległe do rezystora R1 szeregowo połączonych z rezystorem R3 włączony jest wyłącznik W2.

Pierwszy wariant układu działa w sposób niżej opisany. Proces rozruchu silnika 1 pierścieniowego przebiega podobnie jak przy opisie układu pokazanego na fig. 1 rysunku.

W stanie pracy silnika 1 regulacja prędkości obrotowej dokonywana jest przez zmianę wystęrowania przekształtnika 4. Z chwilą wzrostu napięcia na wirniku silnika 1, załączony zostaje łącznik 5 tyrystorowy i wówczas wyjście prostow-

nika 2 jest zamknięte przez rezystory R1 i R2, oraz przez rezystor R3 i wyłącznik W2. Odpowiedni dobór rezystorów R1 i R3 pozwala na ograniczenie liczby zadziałań łącznika W2. Takie połączenie powoduje obniżenie napięcia na wyjściu prostownika 2, a tym samym zabezpieczenie przekształtnika 4 przed nadmiernym wzrostem napięcia. Jeśli nastąpi wzrost prądu w obwodzie przekształtnika 4 ponad określoną wartość, wówczas wyłącznik W2 zostaje otworzony i przekształtnik 4 jest włączony poprzez rezystor R3 do dzielnika napięcia utworzonego z rezystorów R1 i R2, zmniejszając prąd w obwodzie przekształtnika 4.

W uwidocznionym na fig. 3 rysunku drugim wariantcie układu, silnik 1 pierścieniowy, którego stojan połączony jest poprzez wyłącznik W1 sieciowy z siecią trójfazową prądu przemiennego, ma wirnik połączony z przetwornicą częstotliwości składającą się z niesterowanego prostownika 2 oraz przekształtnika 4 tyrystorowego, pracującego jako falownik o komutacji sieciowej, którego wejście jest połączone poprzez transformator 3 i wyłącznik W1 z siecią trójfazową prądu przemiennego. Jedne wyjścia przekształtnika 4 poprzez diawik L wygładzający tętnienia prądu wyprostowanego połączone są z jednymi z wyjść prostownika 2 niesterowanego, zaś drugie z wyjść tego przekształtnika są połączone poprzez element D prostowniczy połączony szeregowo z rezystorem R1 z drugim z wyjść prostownika 2, przy czym równoległe do przekształtnika 4 i elementu D włączona jest gałąź prądowa składająca się z szeregowo połączonych rezystora R2 i łącznika 5 tyrystorowego, zaś równoległe do rezystora R1 szeregowo połączonych z elementem D jest włączony wyłącznik W2, a pomiędzy jednym z zacisków wyłącznika W2 a zaciskiem łączącym rezystor R1 z elementem D włączony jest rezystor R3.

Drugi wariant układu działa w sposób niżej opisany. Proces rozruchu silnika 1 pierścieniowego przeprowadzany jest podobnie jak przy opisie układu pokazanego na fig. 1 rysunku.

W stanie pracy silnika 1 regulacja prędkości obrotowej dokonywana jest przez zmianę wystęrowania przekształtnika 4. Z chwilą wzrostu napięcia na wirniku silnika 1 załączony zostaje łącznik 5 tyrystorowy i wówczas wyjście prostownika 2 jest zamknięte przez rezystory R1 i R2 oraz przez rezystor R3 i wyłącznik W2. Odpowiedni dobór rezystorów R1 i R3 pozwala na ograniczenie liczby zadziałań łącznika W2. Takie połączenie powoduje obniżenie napięcia na wyjściu prostownika 2 a tym samym zabezpieczenie przekształtnika 4 przed nadmiernym wzrostem napięcia. Jeśli nastąpi wzrost prądu w obwodzie przekształtnika 4 ponad określoną wartość, wówczas wyłącznik W2 zostaje otworzony i przekształtnik 4 jest włączony poprzez element D połączony równoległe z rezystorem R3 do dzielnika napięcia utworzonego z rezystorów R1 i R2.

Na figurze 4 rysunku, uwidoczniony trzeci wariant układu zawiera silnik 1 pierścieniowy, którego stojan połączony jest poprzez wyłącznik W1 sieciowy z siecią trójfazową prądu przemiennego. Wirnik silnika 1 połączony jest z przetwornicą

częstotliwości składającą się z niesterowanego prostownika 2 oraz przekształtnika 4 tyrystorowego pracującego jako falownik o komutacji sieciowej, którego wejście jest połączone poprzez transformator 3 i wyłącznik W1 z siecią trójfazową prądu przemiennego. Jedne wyjścia przekształtnika 4 poprzez dławik L wygładzający tętnienia prądu wyprostowanego połączone są z jednym z wyjść prostownika 2 niesterowanego, zaś drugie z wyjść tego przekształtnika są połączone poprzez element D prostowniczy połączony szeregowo z rezystorem R3 i rezystorem R1 z drugim z wyjść prostownika 2, przy czym równolegle do przekształtnika 4 i elementu D oraz rezystora R3 włączona jest gałąź prądowa składająca się z szeregowo połączonego rezystora R2 i łącznika 5 tyrystorowego, zaś równolegle do rezystora R1 szeregowo połączonego z rezystorem R3 i elementem D jest włączony wyłącznik W2.

Trzeci wariant układu działa w sposób niżej opisany. Proces rozruchu silnika 1 pierścieniowego przeprowadzany jest podobnie jak przy opisie układu pokazanego na fig. 1 rysunku.

W stanie pracy silnika 1 regulacja prędkości obrotowej dokonywana jest przez zmianę występowania przekształtnika 4. Z chwilą wzrostu napięcia na wirniku silnika 1 załączony zostaje łącznik 5 tyrystorowy i wówczas wyjście prostownika 2 jest zamknięte przez rezystory R1 i R2 oraz dławik L. Powoduje to obniżenie napięcia na wyjściu prostownika 2, a tym samym zabezpieczenie przekształtnika 4 przed nadmiernym wzrostem napięcia. Ponadto rezystor R3 ograniczając prąd zwiększa niezawodność układu przy przewrocie przekształtnika 4 tyrystorowego.

Jeśli nastąpi wzrost prądu w obwodzie przekształtnika 4 ponad określoną wartość, wówczas wyłącznik W2 zostaje otworzony i przekształtnik 4 jest włączony poprzez element D i rezystor R3 do dzielnika napięcia utworzonego z rezystorów R1 i R2. W wyniku zaporowego włączenia elementu D prąd płynący przez rezystor R2 przepływa przez rezystor R1 dzięki temu maleje liczba zadziałań wyłącznika W2.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do ochrony od przepięć i zwarć asynchronicznej kaskady przekształtnikowej z silnikiem pierścieniowym do którego wirnika dołączona jest przetwornica częstotliwości złożona z niesterowanego prostownika i przekształtnika tyrystorowego pracującego jako falownik o komutacji sieciowej, który posiada równoległą gałąź prądową składającą się z szeregowo połączonego łącznika tyrystorowego z drugim rezystorem oraz posiada szeregową gałąź złożoną z równolegle połączonych pierwszego rezystora z wyłącznikiem, włączoną pomiędzy łącznik tyrystorowy a jednym z zacisków prostownika niesterowanego, **znamienny tym**, że zawiera element (D) prostowniczy włączony pomiędzy łącznik (5) tyrystorowy a przekształtnik (4) tyrystorowy, przy czym równolegle

do rezystora (R1) szeregowo połączonego z elementem (D) prostowniczym włączony jest wyłącznik (W2).

2. Układ do ochrony od przepięć i zwarć asynchronicznej kaskady przekształtnikowej z silnikiem pierścieniowym do którego wirnika dołączona jest przetwornica częstotliwości złożona z niesterowanego prostownika i przekształtnika tyrystorowego pracującego jako falownik o komutacji sieciowej, który posiada równoległą gałąź prądową składającą się z szeregowo połączonego łącznika tyrystorowego z drugim rezystorem oraz posiada szeregową gałąź złożoną z równolegle połączonych pierwszego rezystora z wyłącznikiem, włączoną pomiędzy łącznik tyrystorowy a jednym z zacisków prostownika niesterowanego, **znamienny tym**, że posiada rezystor (R3), który włączony jest pomiędzy łącznik (5) tyrystorowy a przekształtnik (4) tyrystorowy, przy czym równolegle do rezystora (R1) szeregowo połączonego z rezystorem (R3) jest włączony wyłącznik (W2).

3. Układ do ochrony od przepięć i zwarć asynchronicznej kaskady przekształtnikowej z silnikiem pierścieniowym do którego wirnika dołączona jest przetwornica częstotliwości złożona z niesterowanego prostownika i przekształtnika tyrystorowego pracującego jako falownik o komutacji sieciowej, który posiada równoległą gałąź prądową składającą się z szeregowo połączonego łącznika tyrystorowego z drugim rezystorem oraz posiada szeregową gałąź złożoną z równolegle połączonych pierwszego rezystora z wyłącznikiem, włączoną pomiędzy łącznik tyrystorowy, a jednym z zacisków prostownika niesterowanego, **znamienny tym**, że zawiera element (D) prostowniczy włączony pomiędzy łącznik (5) tyrystorowy a przekształtnik (4) tyrystorowy, przy czym równolegle do rezystora (R1) szeregowo połączonego z elementem (D) prostowniczym jest włączony wyłącznik (W2), zaś pomiędzy jednym z zacisków wyłącznika (W2) a zaciskiem łączącym rezystor (R1) z elementem (D) prostowniczym włączony jest rezystor (R3).

4. Układ do ochrony od przepięć i zwarć asynchronicznej kaskady przekształtnikowej z silnikiem pierścieniowym, do którego wirnika dołączona jest przetwornica częstotliwości złożona z niesterowanego prostownika i przekształtnika tyrystorowego pracującego jako falownik o komutacji sieciowej, który posiada równoległą gałąź prądową składającą się z szeregowo połączonego łącznika tyrystorowego z drugim rezystorem oraz posiada szeregową gałąź złożoną z równolegle połączonych pierwszego rezystora z wyłącznikiem, włączoną pomiędzy łącznik tyrystorowy a jednym z zacisków prostownika niesterowanego, **znamienny tym**, że zawiera rezystor (R3) połączony szeregowo z elementem (D) prostowniczym, które włączone są pomiędzy łącznik (5) tyrystorowy a przekształtnik (4) tyrystorowy, przy czym równolegle do rezystora (R1) szeregowo połączonego z rezystorem (R3) i elementem (D) prostowniczym jest włączony wyłącznik (W2).

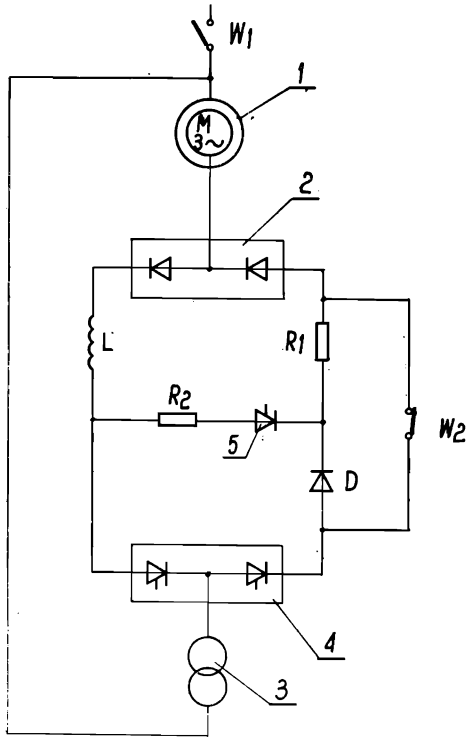


Fig. 1

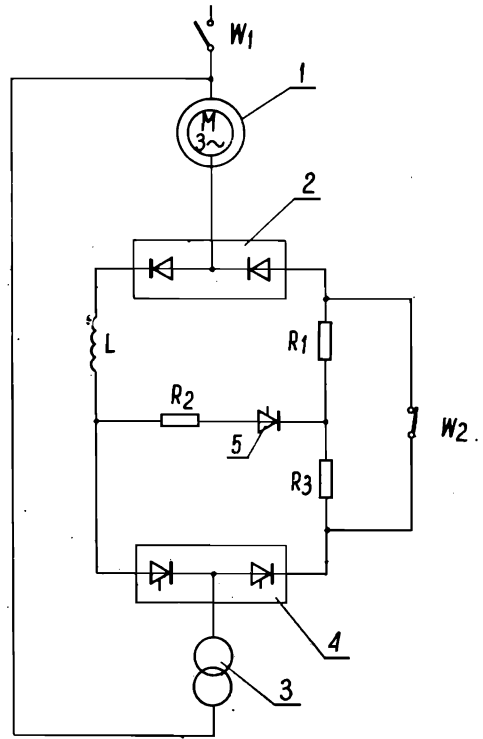


Fig. 2

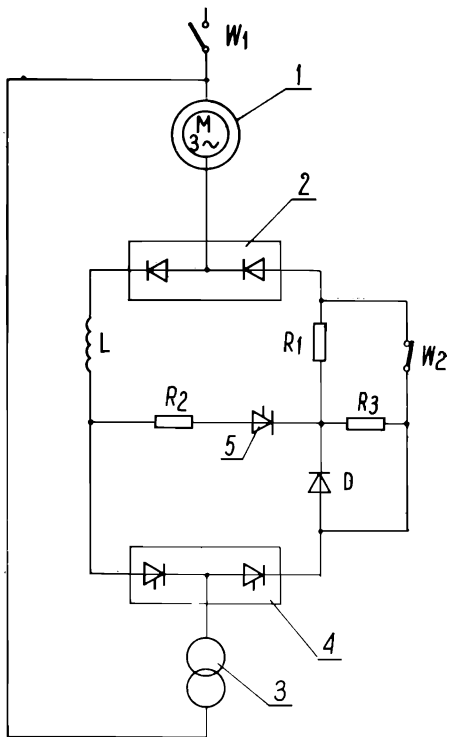


Fig. 3

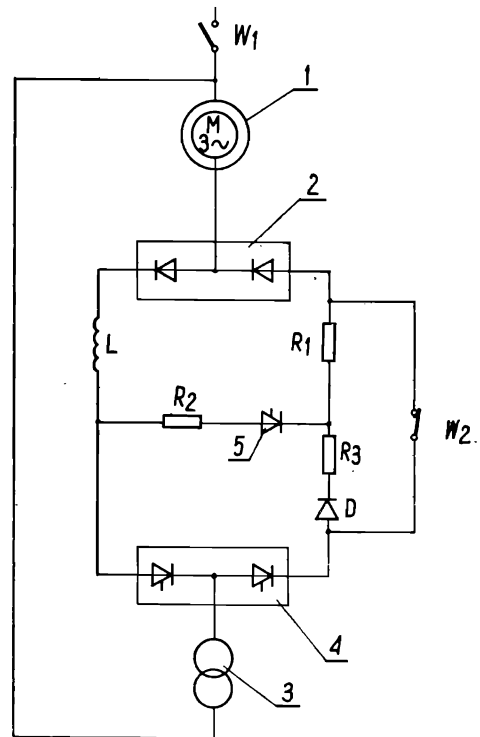


Fig. 4