



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr _____

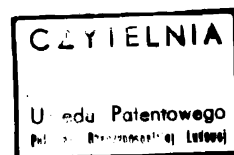
Int. Cl.³ H02H 7/09

Zgłoszono: 10.01.81 (P. 229174)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 27.11.81

Opis patentowy opublikowano: 30.05.1984



Twórcy wynalazku: Sławomir Łomaszewicz, Włodzimierz Ochrymiuk, Serafin Romaniuk

Uprawniony z patentu tymczasowego: Politechnika Białostocka,
Białystok (Polska)

Układ zabezpieczenia silników indukcyjnych przed pracą niepełnofazową

Przedmiotem wynalazku jest układ zabezpieczenia silników indukcyjnych przed pracą niepełnofazową.

Dotychczas znane układy zabezpieczające silniki trójfazowe przed skutkami zaniku prądu w dowolnej fazie, które w charakterze czujników przepływu prądu w przewodach zasilających wykorzystują transformatory prądowo-napięciowe w większości przypadków nie reagują na przerwy w uzwojeniach stojana skojarzonych w trójkąt, względnie dokładność ich działania zależy od stopnia obciążenia silnika. Niedociągnięcia takie można zauważyć szczególnie przy stosowaniu zabezpieczeń wykorzystujących filtry składowych symetrycznych.

Znany ze zgłoszenia patentowego nr P. 226858 układ zabezpieczenia silników elektrycznych prądu przemiennego od pracy niepełnofazowej wyposażony jest w trzy transformatory prądowo-napięciowe. Jedne z uzwojeń wtórnych tych transformatorów, będąc skojarzone w otwarty trójkąt zasilają, poprzez rezystory i prostownik, obwód baza-emiter tranzystora. Drugie uzwojenia wtórne transformatorów, skojarzone w gwiazdę, zasilają również ten sam obwód baza-emiter tranzystora. Napięcie otrzymywane z obu uzwojeń wtórnych przy symetrycznym zasilaniu silnika działając w utworzonym obwodzie wytwarzają między bazą i emitern różnicę potencjałów bliską zeru lub o polaryzacji zaporowej. W przypadku wystąpienia przerwy obwodu fazowego silnika lub przewodu zasilającego napięcie otrzymywane z wtórnych uzwojeń transformatorów skojarzonych w trójkąt zmniejszają wartość napięcia i w wyniku tego tranzystor przechodzi w stan przewodzenia zamykając obwód cewki przekaźnika sterującego pośrednio pracę zabezpieczonego silnika.

Układ według zgłoszenia nr P. 226858 mając dużą przewagę nad dotychczasowymi rozwiązaniami zabezpieczeń nie jest w stanie zasygnalizować obsłudze o niektórych niesprawnościach, które mogą wystąpić w samym zabezpieczeniu.

Układ zabezpieczenia według wynalazku wyposażony jest w trzy transformatory prądowo-napięciowe, których uzwojenia pierwotne są szeregowo połączone z uzwojeniami stojana silnika prądu przemiennego. Jedne z uzwojeń wtórnych tych transformatorów, będąc skojarzone w otwarty trójkąt, są połączone z jednofazowym prostownikiem pełnookresowym, katoda którego łączy się z kolektorem drugiego tranzystora pomocniczego, anoda zaś poprzez rezystory, z bazą

tranzystora głównego. Drugie uzwojenia wtórne transformatorów, skojarzone w gwiazdę, są połączone raz z jednopulsowym prostownikiem trójfazowym, drugi raz z układem rezystorów tworzącym pierwszy sztuczny punkt zerowy, który poprzez kondensator, łączy się z katodą wspomnianego prostownika trójfazowego. Katoda ta poprzez rezystory łączy się z bazą tranzystora głównego, a poprzez rezystor i diodę świecącą łączy się raz z kolektorem pierwszego tranzystora pomocniczego, drugi raz poprzez równoległy układ kondensatora i rezystora, z bazą drugiego tranzystora pomocniczego. Emitery obu tranzystorów pomocniczych łączą się raz z punktem zerowym uzwojeń wtórnych skojarzonych w gwiazdę, drugi raz z biegunem ujemnym napięcia. Biegun dodatni podwajacza napięcia łączy się z bazą pierwszego tranzystora pomocniczego. Wejście podwajacza napięcia łączy się z pierwszym sztucznym punktem zerowym, a poprzez rezystor — z drugim sztucznym punktem zerowym utworzonym przez rezystory włączone do sieci zasilającej silnik. Oba sztuczne punkty zerowe poprzez rezystor łączą się z punktem zerowym sieci. Równolegle do obwodu baza-emiter tranzystora głównego włączony jest kondensator. Zbocznikowane diodą uzwojenie przekątnika elektromagnetycznego łączy się w szereg z obwodem kolektor-emiter tranzystora głównego i z dodatkowym prostownikiem trójfazowym jednopulsowym, z jednej strony oraz rezystorem z drugiej strony, przy czym ten rezystor połączony jest z punktem zerowym sieci i gwiazdy uzwojeń wtórnych transformatorów prądowo-napięciowych, a całość tak skojarzona włączona jest do sieci trójfazowej czteroprzewodowej.

Układ zabezpieczenia według wynalazku charakteryzuje się niezawodnością i skutecznością działania niezależną od sposobu skojarzenia uzwojeń stojana silnika, niewrażliwością na odkształcenia przebiegów prądów płynących w sieci zasilającej zabezpieczony silnik, a także dużą samokontrolą.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku uwidaczniającym układ schematycznie.

Układ zabezpieczenia według wynalazku zawiera trzy transformatory prądowo-napięciowe T_1, T_2, T_3 , prostowniki $D_1 \div D_3$, diody $D_4 \div D_7$ oraz DS , kondensatory $C_1 \div C_5$, tranzystory TR_1, TR_2, TR_3 , rezystory R_1 do R_{12} . Uzwojenia pierwotne transformatorów prądowo-napięciowych T_1, T_2, T_3 są szeregowo połączone z obwodem zasilającym uzwojenia stojana zabezpieczanego silnika. Jedne z uzwojeń wtórnych tych transformatorów, będąc skojarzone w otwarty trójkąt, są połączone z jednofazowym prostownikiem pełnookresowym D_1 , katoda którego łączy się z kolektorem tranzystora TR_2 , anoda zaś, poprzez rezystory R_1, R_5 , z bazą tranzystora TR_3 .

Drugie uzwojenia wtórne transformatorów prądowo-napięciowych T_1, T_2, T_3 , skojarzone w gwiazdę są połączone raz z jednopulsowym prostownikiem trójfazowym D_2 , drugi raz z układem rezystorów R_4 . Punkt zerowy rezystorów R_4 łączy się, poprzez równoległe skojarzone kondensator C_2 i rezystor R_6 , z katodą prostownika D_2 , która poprzez rezystor R_8 , układ diod DS i D_7 raz łączy się z kolektorem tranzystora TR_1 , drugi raz, poprzez równoległy układ rezystora R_9 i kondensatora C_5 , z bazą tranzystora TR_2 . Katoda prostownika D_2 , poprzez rezystory R_2 i R_5 , połączona jest z bazą tranzystora TR_3 , natomiast poprzez rezystory R_2 i R_1 z anodą prostownika D_1 . Punkt zerowy sieci łączy się poprzez rezystor R_7 z punktem zerowym uzwojeń wtórnych transformatorów prądowo-napięciowych T_1, T_2, T_3 , skojarzonych w gwiazdę oraz ze wspólnym punktem utworzonym przez emitery tranzystorów TR_1, TR_2, TR_3 , kondensator C_1 i styk zwirny przekątnika P . Kondensator C_1 , rezystor R_1, R_2, R_5 tworzą wspólny punkt. Punkt zerowy utworzony przez rezystory R_4 raz połączony jest z kondensatorem C_3 , drugi raz ze stykiem ruchomym rezystora R_{11} . Rezystor R_{11} łączy się ponadto z jednej strony z punktem zerowym sieci, z drugiej zaś z punktem zerowym utworzonym przez rezystory R_{10} włączone do sieci zasilającej zabezpieczany silnik M . Kondensator C_3 będąc połączony z jednej strony ze sztucznymi punktami zerowymi i punktem zerowym sieci, łączy się z anodą diody D_5 i katodą diody D_6 . Katoda diody D_5 , rezystor R_{12} , kondensator C_4 oraz baza tranzystora TR_1 tworzą wspólny punkt. Również wspólny punkt tworzą anoda diody D_6 , rezystor R_{12} , kondensator C_4 oraz emitery tranzystorów TR_1 i TR_2 .

Zbocznikowane diodą D_4 uzwojenie przekątnika P łączy się w szereg z obwodem kolektor-emiter tranzystora TR_3 , prostownikiem D_3 i układem rezystorów R_3 .

Parametry transformatorów prądowo-napięciowych T_1, T_2, T_3 są tak dobrane, że przy najmniejszej wartości przewidzianego zakresu prądu płynącego przez uzwojenia pierwotne rdzenie ich

są w stanie nasycenia magnetycznego. Przy symetrycznym układzie prądów pobieranych przez silnik na zaciskach uzwojeń wtórnych transformatorów prądowo-napięciowych T_1 , T_2 , T_3 istnieje napięcie trzeciej harmonicznej. Napięcie to, po wyprostowaniu przez prostownik D_1 zostanie doprowadzone do obwodu baza-emiter tranzystora TR_3 , polaryzując go zaporowo. Warunkiem jednak takiej polaryzacji jest stan przewodzenia tranzystora TR_2 . Przy symetrycznym zasilaniu silnika tranzystor TR_2 jest spolaryzowany w obwodzie baza-emiter na przewodzenie, gdyż doprowadzone jest napięcie z prostownika D_2 , poprzez rezystor R_8 , diodę DS i rezystor R_9 . W celu przyspieszenia przejścia tranzystora TR_2 w stan nasycenia, rezystor R_9 jest zbocznikowany kondensatorem C_5 . Napięcie podawane z prostownika D_2 na obwód baza-emiter tranzystora TR_3 działa przeciwnie do napięcia otrzymywanego z prostownika D_1 , jest jednak od niego mniejsze przy symetrycznym zasilaniu silnika i dlatego w takiej sytuacji tranzystor ten znajduje się w stanie nieprzewodzenia, nie może też wówczas zadziałać przełącznik P .

W przypadku gdy nastąpi przerwa w obwodzie dowolnego przewodu zasilającego silnik, wówczas napięcie na zaciskach prostownika D_1 staje się równe zero i dzięki temu w obwodzie baza-emiter tranzystora TR_3 wystąpi tylko napięcie podawane z prostownika D_2 , które wprowadzi ten tranzystor w stan przewodzenia. W takiej sytuacji zamyka się obwód przełącznika P , który otwierając swój styk rozwierny w obwodzie sterowania pracą zabezpieczanego silnika M spowoduje odłączenie go od sieci zasilającej. Zamknięcie się styku zwiernego P_1 bcznikuje obwód kolektor-emiter tranzystora TR_3 i dzięki temu przełącznik P może działać wówczas niezależnie od pozostałych elementów układu zabezpieczenia. Uniemożliwia to ponowne załączanie silnika na niesprawną sieć.

Jeżeli w obwodzie uzwojeń wtórnych skojarzonych w gwiazdę wystąpi przerwa, wówczas między punktem wspólnym utworzonym przez rezystory R_4 a punktem wspólnym tych uzwojeń pojawi się napięcie. Jest ono przyłożone do obwodu baza-emiter tranzystora TR_1 poprzez podwajacz napięcia utworzony przez kondensatory C_3 , C_4 i diody D_5 , D_6 . Rezystor R_{12} stanowi dodatkowe obciążenie dla podwajacza napięcia. Napięcie przyłożone do obwodu baza-emiter tranzystora TR_1 wprowadza ten tranzystor w stan przewodzenia i w wyniku tego wartość napięcia działającego w obwodzie baza-emiter tranzystora TR_2 staje się na tyle mała, że wywołuje w nim stan nieprzewodzenia, co jest równoznaczne ze zniknięciem polaryzacji zaporowej dla tranzystora TR_3 i zamknięcie obwodu dla przełącznika P . Układ zareagował więc na wewnętrzną niesprawność tak samo jak przy przerwie przewodu zasilającego silnik. Zabezpieczenie jest w stanie zareagować również na przerwę w obwodach przewodów zasilających prostownik D_3 lub po przekroczeniu pewnej nastawialnej wartości asymetrii napięcia zasilającego. W przypadku gdyby nie zadziałał przełącznik P układ będzie sygnalizował stan awaryjny przez świecenie diody DS .

W przypadku przerwy obwodu jednej z faz uzwojeń stojana skojarzonych w trójkąt napięcie otrzymywane z prostownika D_1 nie równa się zero, jednak jest mniejsze niż przy pracy pełnofazowej. Sytuacja taka wywołuje wzrost potencjału bazy w stosunku do emitera tranzystora TR_3 i tym samym przejście jego w stan przewodzenia i dalsze działanie układu zabezpieczenia identyczne jak przy przerwie przewodu linii zasilającej.

Kondensator C_1 łącznie z rezystorami R_1 i R_2 pozwala uzyskiwać opóźnienie zadziałania układu. Eliminuje się przez to zbędne zadziałanie zabezpieczenia wynikające z niejednoczesności zamykania się styków samoczynnego łącznika lub chwilowych asymetrii napięcia zasilającego. Stosunkiem wartości rezystancji R_1 i R_2 nastawia się czułość zabezpieczenia na stopień asymetrii prądów zasilających silnik.

Zastosowanie kondensatora C_2 ma na celu wywołanie zadziałania zabezpieczenia w wyniku podania sygnału prądu przemiennego jako zakłócenia wewnętrznego, które mogłoby powstać w przypadku zwarcia jednej z diód prostownika D_2 . Sygnał taki przechodzi przez podwajacz napięcia i wywołuje działanie układu identyczne jak w sytuacji przy przerwie obwodu jednego z uzwojeń wtórnych transformatorów prądowo-napięciowych T_1 , T_2 , T_3 skojarzonych w gwiazdę. Rezystor R_6 umożliwia rozładowanie kondensatora C_2 .

Układ według wynalazku może znaleźć zastosowanie przy zabezpieczaniu wszelkiego rodzaju odbiorników trójfazowych przed skutkami pracy niepełnofazowej. Szczególną przydatność układ może mieć przy zabezpieczaniu silników, gdyż skuteczniej reaguje on na niepełnofazową ich pracę niezależnie od sposobu skojarzenia uzwojeń stojana.

Zastrzeżenie patentowe

Układ zabezpieczenia silników indukcyjnych przed pracą niepełnofazową zawierający prostowniki, kondensatory, rezystory, diody, dwa sztuczne punkty zerowe utworzone przez rezystory, podwajacz napięcia, przekaźnik elektromagnetyczny, tranzystory, trzy transformatory prądowo-napięciowe, uzwojenia pierwotne których są szeregowo włączone do sieci zasilającej zabezpieczany silnik, zaś ich jedne uzwojenia wtórne są skojarzone w otwarty trójkąt i łączą się z jednofazowym prostownikiem pełnookresowym, natomiast drugie uzwojenia wtórne skojarzone w gwiazdę połączone są z trójfazowym prostownikiem jednopulsowym oraz dodatkowo trójfazowy prostownik jednopulsowy, którego wspólna katoda połączona jest z cewką przekaźnika elektromagnetycznego i dalej z kolektorem tranzystora, którego emiter, poprzez rezystor, połączony jest z zerem sieci zasilającej, przy czym ten rezystor połączony jest z punktem zerowym gwiazdy uzwojeń wtórnych transformatorów prądowo-napięciowych, a równolegle do obwodu kolektor-emiter tego tranzystora włączony jest styk zwierny wspomnianego przekaźnika elektromagnetycznego, natomiast obwód baza-emiter wyżej wymienionego tranzystora połączony jest poprzez rezystor z kondensatorem, do którego doprowadzone jest, poprzez rezystor, napięcie wyprostowane przez prostownik trójfazowy podłączony do uzwojeń wtórnych transformatorów skojarzonych w gwiazdę, a anoda jednofazowego prostownika pełnookresowego, poprzez rezystory jest połączona z bazą wspomnianego tranzystora, **znamienny tym**, że wspólna katoda prostownika (D_1) łączy się z kolektorem tranzystora (TR_2), którego baza, poprzez układ równolegle skojarzonego kondensatora (C_5) z rezystorem (R_9), połączona jest raz z kolektorem tranzystora (TR_1), drugi raz z katodą diody świecącej (DS) i anodą diody (D_7) tworzące wspólny punkt i dalej poprzez wspólny punkt utworzony przez anodę diody (DS) i katodę diody (D_7), a także poprzez rezystor (R_8) ze wspólną katodą prostownika (D_2), natomiast emitory tranzystorów (TR_1 i TR_2) raz łączą się z emiterem tranzystora (TR_3), drugi raz z biegunem ujemnym podwajacza napięcia, zaś baza tranzystora (TR_1) łączy się z biegunem dodatnim wspomnianego podwajacza napięcia, a jego kondensator wejściowy (C_3) jest połączony raz ze sztucznym punktem zerowym utworzonym przez rezystory (R_4) połączone z uzwojeniami wtórnymi transformatorów skojarzonych w gwiazdę, drugi raz, poprzez rezystor (R_{11}) ze sztucznym punktem zerowym utworzonym przez rezystory (R_{10}) połączone z przewodami fazowymi sieci zasilającej silnik (M), trzeci raz, również poprzez rezystor (R_{11}) z przewodem zerowym sieci zasilającej.

