



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 80 11 27 (P. 228112)

Pierwszeństwo: 79 11 30 Niemiecka
Republika
Demokratyczna

Zgłoszenie ogłoszono: 81 09 18

Opis patentowy opublikowano: 1986 02 28



Int. Cl.³ G01R 1/20
G01R 19/08
G01R 15/00

Twórcy wynalazku: Jochen Ermisch, Werner Brendler

Uprawniony z patentu: Institut „Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik”, Berlin-Lichtenberg; VEB Transformatoren — und Röntgenwerk „Hermann Matern”, Drezno (Niemiecka Republika Demokratyczna)

Układ do pomiaru prądu elektrycznego

1

Przedmiotem wynalazku jest układ do pomiaru prądu elektrycznego, zwłaszcza takiego prądu, którego ze względu na natężenie lub potencjał nie można zmierzyć bezpośrednią techniką pomiarową.

Znane są układy do pomiaru prądu elektrycznego, w których są zastosowane przekładniki prądowe do przemiany wielkich prądów w takie, które są możliwe do bezpośrednich pomiarów. Przekładniki prądowe zawierają uzwojenie pierwotne, przez które przepływa mierzony prąd, rdzeń magnetyczny i uzwojenie wtórne, które jest zamknięte obciążeniem wtórnym. Przez uzwojenie wtórne płynie prąd odpowiadający prądowi pierwotnemu, określony przez przekładnię.

Rzeczywisty stosunek między prądem pierwotnym a wtórnym wykazuje jednak odchylenia, które określane są jako błąd przekładni. Ten błąd przekładni jest zależny od obciążenia wtórnego i maleje wraz ze zmniejszaniem się impedancji wtórnej. Ponieważ pomiar prądu warunkuje jednak określony pobór mocy w obwodzie wtórnym, obciążenie wtórne nie może być dowolnie małe. Małe błędy przekładni wymagają dlatego uwzględnienia innych parametrów wpływających na błąd. Przykładowo zostaje zastosowany rdzeń magnetyczny o dużej początkowej przenikalności magnetycznej. Dla zmniejszenia błędu przekładni poza błąd określony własnościami materiałowymi i możliwościami konstrukcji technicznej, znanych jest

2

wiele układów, które zostały wykonane albo z elementów biernych albo z elementów czynnych.

Znany jest z opisu patentowego RFN nr DE-AS nr 1 305 532 przekładnik pomiarowy, w którym straty obciążenia wtórnego są kompensowane w znacznym stopniu. Następuje to za pomocą wzmacniacza o sprzężeniu zwrotnym i indukcyjnego elementu sprzęgającego. Element sprzęgający ustawia tak zwane odwzorowanie magnetyczne przekładnika pomiarowego, przy czym materiały obu rdzeni magnetycznych posiadają tę samą charakterystykę magnetyzacji.

Przez porównanie należnych do wysterowania napięć przekładnika i indukcyjnego elementu sprzęgającego, wzmacniacz daje energię wewnętrznego obciążenia wtórnego przekładnika dodatkowo w przekładniku i kompensuje dzięki temu występujące błędy. Właściwy przekładnik pomiarowy musi być dlatego regulowany dla wprowadzonego obciążenia wtórnego. Potrzebę uwzględnienia większych prądów zwarcia można przy tym zrealizować jedynie przez zwiększony nakład materiałowy.

Znane są również dalsze przekładniki prądowe z elektroniczną kompensacją błędów, w których obwód wtórny jest zasilany przez takie napięcie, że indukcja przekładnika zbliża się do zera. Na prawidłowe działanie przekładnika tego rodzaju praktycznie nie mają wpływu zmiany prądu i obciążenia oraz jest on względnie dokładny przy małym ciężarze własnym. Przedstawione w opisach pa-

tentowych RFN DE-OS 2 632 377 i DE-OS 2 621 302 indukcje wykazują tylko minimalne rozproszenie. Jednak w układach tych jest ograniczona możliwość poprawienia już zastosowanych, pracujących przekładników prądowych.

W układzie według wynalazku dwa transformatory posiadają rdzeń magnetyczny i mają przynajmniej podobne współczynniki przenoszenia. Uzwojenia wtórne obu transformatorów są połączone równolegle i w punktach połączenia uzwojeń wtórnych jest dołączony czynny czwórnik, którego wyjście jest dołączone do drugiego uzwojenia pierwotnego.

W korzystnym wykonaniu wynalazku czynny czwórnik jest wzmacniaczem różnicowym, który jest dołączony wejściem do punktów połączenia obu uzwojeń wtórnych.

Transformatory posiadają korzystnie dwa uzwojenia wtórne i mają podobne współczynniki przenoszenia. Dwa uzwojenia wtórne obu transformatorów są połączone równolegle i pozostałe uzwojenia wtórne są połączone ze sobą jedynymi końcówkami a drugimi końcówkami są dołączone do wejścia czynnego czwórnika, który jest sterowany napięciem wytwarzanym z różnicy napięć w tych uzwojeniach wtórnych. Pierwszy transformator jest wykonany korzystnie jako przekładnik prądowy prętowy z rdzeniem pierścieniowym. W jednym wykonaniu wynalazku oba transformatory posiadają po uzwojeniu wzbudzającym, które jest zasilane z generatora częstotliwościowego.

Korzystnie jest, gdy szeregowo do uzwojenia pierwotnego drugiego transformatora jest dołączony wskaźnik prądu zmiennego i/lub mostek prostowniczy ze wskaźnikiem prądu stałego. Pierwszy transformator jest wykonany jako przekładnik prądu zerowego.

Układ według wynalazku zawiera korzystnie dodatkowy, dołączony do czynnego czwórnika transformator, którego uzwojenie wtórne jest połączone szeregowo z uzwojeniem pierwotnym drugiego transformatora.

Zaletą wynalazku jest opracowanie układu do pomiaru prądu elektrycznego, zwłaszcza występującego przy wysokim potencjale, który przy małym nakładzie materiałowym zapewnia bardzo dużą dokładność pomiarową, również w zakresie nadprądów. Polepszona dokładność pomiarowa jest uzyskana dzięki uniknięciu błędów zależnych od obciążenia wtórnego, jak również dzięki możliwości uniknięcia zastosowania na rdzeń materiału o dużej przenikliwości magnetycznej.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu do pomiaru prądu elektrycznego według wynalazku, fig. 2 — schemat układu do pomiaru prądu elektrycznego z możliwością sterowania wzmacniaczem różnicowym, fig. 3 — schemat zmodyfikowanego układu do pomiaru prądu stałego, fig. 4 — schemat układu do pomiaru prądu elektrycznego z jednym wyjściem, które dostarcza sygnały prądu stałego, fig. 5 — schemat układu do pomiaru prądu elektrycznego, zmodyfikowanego do postaci przekładnika prądu

zerowego i fig. 6 — schemat układu do pomiaru prądu elektrycznego z rozdzielaniem potencjałów między obwód pomiarowy i wzmacniacz różnicowy.

Fig. 1 przedstawia podstawowy układ do pomiaru prądu elektrycznego, który składa się z dwóch transformatorów 1, 2, których uzwojenia wtórne 3, 4 są połączone w jeden obwód prądowy. Przez uzwojenie pierwotne 5 pierwszego transformatora 1 przepływa mierzony prąd, podczas gdy uzwojenie pierwotne 6 drugiego transformatora 2 jest zasilane ze wzmacniacza różnicowego 7. Wejścia wzmacniacza różnicowego 7 są połączone z oboma połączeniami uzwojeń wtórnych 3, 4. Do uzwojenia pierwotnego 6 drugiego transformatora 2 jest dołączony szeregowo wskaźnik 8 prądu zmiennego. Oba transformatory 1, 2 wykazują prawie równe współczynniki przenoszenia tzn. pracują w zakresie wysterowania z równą indukcją magnetyczną.

Wówczas gdy przez uzwojenie pierwotne 5 pierwszego transformatora 1 płynie mierzony prąd, wzmacniacz różnicowy 7 dostarcza do uzwojenia pierwotnego 6 drugiego transformatora 2 prąd, który jest tak duży, że na obu połączeniach uzwojeń wtórnych 3, 4 powstaje napięcie bliskie zeru. W obu transformatorach 1, 2 panuje więc na długości dróg magnetycznych ten sam przepływ. Ze względu na to, że oba transformatory 1, 2 mają jednakowe charakterystyki i prądy w uzwojeniach wtórnych 3, 4 są równe, prąd w uzwojeniu pierwotnym 6 drugiego transformatora 2 musi być co do wartości i fazy proporcjonalny do mierzonego prądu.

Ze względu na to, że zasilanie obciążenia wtórnego dla wskaźnika 8 prądu zmiennego pochodzi ze wzmacniacza różnicowego 7, wartość obciążenia wtórnego nie ma żadnego wpływu na współczynnik układu pomiarowego, dopóki wzmacniacz różnicowy 7 może dostarczać moc pomiarową. W szczególności transformator 1 może być wykonany w postaci przekładnika prądowego prętowego z rdzeniem pierścieniowym, gdyż działa on jako nadajnik sygnału bez istotnego przenoszenia mocy.

W przeciwieństwie do znanego przekładnika prądowego, transformatory 1, 2 mogą być wykonane z wyjątkowo małym nakładem materiałowym, z uwagi na to, że odpadają uzasadnione wymagania techniczno-pomiarowe i pomiaru mocy. Oba transformatory 1, 2 muszą mieć tylko jednakowe charakterystyki. Warunek ten jest spełniony, gdy oba przekładniki stosują ten sam materiał magnetyczny, oba przekładniki wykazują jednakową indukcję w zakresie znamionowym i oba przekładniki są tak samo wyregulowane co do prądu pierwotnego przez liczbę zwojów uzwojenia pierwotnego, liczoną na średnią długość rdzenia.

Fig. 2 przedstawia schemat układu do pomiaru prądu elektrycznego z możliwością sterowania wzmacniaczem różnicowym. Oba transformatory 1, 2 posiadają dodatkowe uzwojenia wtórne 9, 10, które mogą być również określone jako uzwojenia wskaźnikowe. Uzwojenia wskaźnikowe 9, 10 są

połączone jednymi końcówkami ze sobą, a drugie ich końcówki są dołączone do wejść wzmacniacza różnicowego 7.

W tym układzie wzmacniacz różnicowy 7 jest sterowany przez różnicę indukcji, istniejącą między oboma transformatorami. Daje to możliwość, w szczególności gdy w rachubę wchodzi prąd o dużych natężeniach, gdy regulacja przekładni transformatora między uzwojeniem pierwotnym 5 i uzwojeniem wtórnym 3, 4 jest trudna. Również w przypadku prądów o dużym natężeniu można zrealizować układ, który nie jest pokazany na rysunku, w którym uzwojenia wskaźnikowe są dołączone razem do obwodu prądowego i wejścia wzmacniacza różnicowego są dołączone do obu połączeń uzwojeń.

Na fig. 3 jest przedstawiony schemat zmodyfikowanego układu do pomiaru prądu stałego. Oba transformatory 1, 2 są tutaj wykonane z dodatkowym uzwojeniem 11, 12, które jest zasilane z generatora częstotliwościowego 13.

Dzięki temu zostaje wymuszone występowanie w transformatorach 1, 2. Przy braku prądu w uzwojeniu pierwotnym 5 pierwszego transformatora 1 występowania obwodu magnetycznego transformatorów 1, 2 są równe, tj. napięcie między zaciskami wzmacniacza różnicowego 7 równa się zero i żaden prąd nie płynie w uzwojeniu pierwotnym 6 drugiego transformatora 2. Przy dodatkowym występowaniu transformatora 1 przez prąd w uzwojeniu pierwotnym 5, zmienia się napięcie między zaciskami wzmacniacza różnicowego 7 i przez uzwojenie pierwotne 6 drugiego transformatora 2 płynie prąd, którego średnia wartość odpowiada prądowi w uzwojeniu pierwotnym 5 pierwszego transformatora 1.

Fig. 4 przedstawia schemat układu do pomiaru prądu elektrycznego z jednym wyjściem, w którym przy zastosowaniu zautomatyzowanych punktów pomiarowych i/lub dla cyfrowego przetwarzania sygnałów, jest możliwe odtworzenie prądu pierwotnego jako prądu stałego. Poza tym uzwojenie pierwotne 6 drugiego transformatora 2 jest połączone szeregowo przez mostek prostowniczy 14 ze wskaźnikiem 15 prądu stałego. Mostek prostowniczy 14 może być wykonany w układzie Graetza. Tutaj dla wytworzenia jednakowych punktów występowania w transformatorach 1, 2 w uzwojeniu pierwotnym 6 drugiego transformatora 2 musi płynąć prąd, który odpowiada prądowi w uzwojeniu pierwotnym 5 pierwszego transformatora 1 i nie jest określony przez dodatkowe elementy układu w prądowym obwodzie wyjściowym wzmacniacza różnicowego 7, jak również prąd we wskaźniku 15 prądu stałego reprezentuje wartości wyprostowanego prądu zmiennego w uzwojeniu pierwotnym 6 drugiego transformatora 2, niezależnym od charakterystyki zastosowanych diod prostowniczych.

Na fig. 5 jest przedstawiony schemat układu do pomiaru prądu elektrycznego, zmodyfikowanego do postaci przekładnika prądu zerowego. W przypadku połączeń w systemie wieloprzewodowym

może być konieczne wykonanie pierwszego transformatora 1 w postaci transformatora prądu zerowego. Średni przepływ przez magnetyczny tor transformatora 1 będzie wytworzony przez większą ilość prądów przepływających przez uzwojenie pierwotne 16 pierwszego transformatora 1. Podobny jest średni przepływ przez magnetyczny tor drugiego transformatora 2, ustalony przez prąd w uzwojeniu pierwotnym 6, tzn. prąd w uzwojeniu pierwotnym 6 odpowiada prawidłowo oznaczonemu dodaniu prądów w uzwojeniu pierwotnym 16.

Fig. 6 przedstawia schemat układu do pomiaru prądu elektrycznego z rozdzielaniem potencjałów między obwód pomiarowy i wzmacniacz różnicowy, w którym zastosowany jest dodatkowy transformator 17. To jest szczególnie korzystne wtedy, gdy układ pomiarowy według wynalazku ma znaleźć zastosowanie przy większej ilości elementów pomiarowych a wzmacniacze są połączone galwanicznie poprzez pomocnicze źródła energii względnie układ wzmacniający ma potencjał różniący się od potencjału dla mierzonego prądu, jak również od potencjału reprezentowanego prądu. Obwód pomiarowy jest dzięki temu rozdzielony galwanicznie.

Jest również możliwe zastosowanie wynalazku w urządzeniach z umieszczonymi w nich przekładnikami prądowymi. Odnosny przekładnik prądowy stanowi wtedy pierwszy transformator 1. Dzięki temu oprócz skrajnie polepszonej dokładności pomiarowej zostaje znacznie zwiększona liczba przetężeniowa przekładnika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do pomiaru prądu elektrycznego, składający się z dwóch transformatorów, w którym pierwszy transformator posiada uzwojenie pierwotne dla prądu mierzonego a drugi transformator posiada uzwojenie pierwotne dla prądu reprezentującego prąd mierzony, **znamienny tym**, że transformatory (1, 2) mają przynajmniej podobne współczynniki przenoszenia, uzwojenia wtórne (3, 4) obu transformatorów są połączone równolegle i w punktach połączenia uzwojeń wtórnych (3, 4) jest dołączony czynny czwórnik (7), którego wyjście jest dołączone do drugiego uzwojenia pierwotnego (6).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czynny czwórnik (7) jest wzmacniaczem różnicowym, który jest dołączony wejściem do punktów połączenia obu uzwojeń wtórnych (3, 4).

3. Układ według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że transformatory (1, 2) posiadają dwa uzwojenia wtórne (3, 9), (4, 10) i mają podobne współczynniki przenoszenia, dwa uzwojenia wtórne (3, 4) obu transformatorów (1, 2) są połączone równolegle i pozostałe uzwojenia wtórne (9, 10) są połączone ze sobą jednymi końcówkami a drugimi końcówkami są dołączone do wejścia czynnego czwórnika (7), który jest sterowany napięciem wytwarzanym z różnicy napięć w tych uzwojeniach wtórnych.