



POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57 150

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 03.VI.1966 (P 114 911)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.VI.1969

Kl. 21 e, 27/01

21e 35/02

MKP ~~H 01 F~~

G 01 R 35/0

UKD

Współtwórcy wynalazku: dr inż. Sławoj Gwiazdowski, prof. dr Marian Łapiński

Właściciel patentu: Politechnika Warszawska (Katedra Elektrotechniki Teoretycznej „A”), Warszawa (Polska)

Szerokopasmowy symetryczny transformator różnicowy o przekładni równej jedności

1

Celem wynalazku jest szerokopasmowy symetryczny transformator różnicowy o przekładni równej jedności z trzema uzwojeniami, stosowany w pomiarowym układzie różnicowym.

Obecna technika pomiarowa wymaga aparatury pomiarowej o możliwie szerokim paśmie częstotliwości. Znane stosowane transformatory różnicowe wymagają korygowania przekładni pomiarowej przy zmianie częstotliwości pracy na przykład za pomocą odczepów uzwojeń, co uniemożliwia pracę impulsową oraz utrudnia pomiar i zmniejsza jego dokładność. Stałość przekładni pomiarowej transformatora zależy od stosunku szczytkowych parametrów jego uzwojeń, który musi się równać przekładni zwojowej transformatora lub jej odwrotności. Znane są szerokopasmowe transformatory o przekładni różnej od jedności, spełniające warunek symetrii magnetycznej. Jednak przy przekładni transformatora różnej od jedności zjawiska rezonansowe w uzwojeniach zawężają pasmo pracy tym bardziej, im bardziej jego przekładnia różni się od jedności. Dlatego transformatory różnicowe o szczególnie szerokim paśmie pracy, na przykład od kilkuset herców do kilku megaherców, powinny być budowane z przekładnią równą jedności.

Aby określić cel wynalazku, należy przeanalizować przyczyny ograniczające pasmo pracy. W przypadku transformatora różnicowego o przekładni równej jedności impedancja mierzona Z_X , impedancja wzorcowa Z_N przekładnia zwojowa p_{12} oraz para-

2

metry szczytkowe uzwojeń muszą spełniać następujące zależności:

$$Z_X = Z_N \quad (a)$$

$$n_1 = n_2 \quad (b)$$

$$R_1 = R_2 \quad (c)$$

$$C_1 = C_2 \quad (d)$$

$$M_{13} = M_{23} \quad (e)$$

$$L_1 = L_2 \quad (f)$$

gdzie n_1 — liczba zwojów uzwojenia obwodu pomiarowego, n_2 — liczba zwojów uzwojenia obwodu wzorcowego, R_1 — oporność uzwojenia obwodu pomiarowego, R_2 — oporność uzwojenia obwodu wzorcowego, C_1 — pojemność uzwojenia obwodu pomiarowego, C_2 — pojemność uzwojenia obwodu wzorcowego, M_{13} — indukcyjność wzajemna związana ze strumieniem magnetycznym w powietrzu między uzwojeniem obwodu pomiarowego i uzwojeniem obwodu wskaźnika równowagi (generatora), M_{23} — indukcyjność wzajemna związana ze strumieniem magnetycznym w powietrzu między uzwojeniem obwodu wzorcowego i uzwojeniem obwodu wskaźnika równowagi (generatora), L_1 — indukcyjność własna uzwojenia obwodu pomiarowego związana ze strumieniem magnetycznym przebiegającym w obrębie własnego uzwojenia w powietrzu, L_2 — indukcyjność własna uzwojenia obwodu wzorcowego związana ze strumieniem magnetycznym przebiegającym w obrębie własnego uzwojenia w powietrzu.

Spełnienie warunków (a), (b), (c), (d), (e) i (f) za-

pewnia stan równowagi układu różnicowego w szerokim pasmie częstotliwości. Jak widać w zależności (a), (b), (c), (d), (e) i (f), wymagana jest całkowita symetria elektryczna i magnetyczna uzwojeń obwodu pomiarowego i obwodu wzorcowego względem uzwojenia obwodu wskaźnika równowagi oraz rdzenia. Symetrii takiej nie można uzyskać w przypadku warstwowej budowy uzwojenia. W dotychczasowej praktyce dąży się do skompensowania lub zminimalizowania wpływu parametrów szczytkowych przez zastosowanie uzwojeń krążkowych, krążkowo-warstwowych, krążkowych przeplatanych, krążkowo-warstwowych przeplatanych lub przez dwudrutowe (bifilarne) nawinięcie uzwojenia obwodu pomiarowego i wzorcowego.

Nawinięcie dwudrutowe powoduje bardzo silne sprzężenie pojemnościowe między uzwojeniami obwodu pomiarowego i wzorcowego. Sprzężenie to zmniejsza czułość układu w zakresie dużych częstotliwości. Poza tym drobne niedokładności nawinięcia powodują znaczną niesymetrię sprzężenia pojemnościowego, która powoduje zmiany przekładni transformatora różnicowego w zakresie dużych częstotliwości. W przypadku uzwojeń przeplatanych skompensowanie wpływu pojemności i indukcyjności uzwojeń zależy od dokładności wykonania.

Wszelka niesymetria budowy jak na przykład zmiana grubości lub długości krążka, niejednorodność materiału rdzenia ferromagnetycznego, powoduje niesymetrię indukcyjności L_1 , L_2 , M_{13} i M_{23} , co z kolei powoduje niestaość przekładni transformatora różnicowego w funkcji częstotliwości. Zastosowanie uzwojeń przeplatanych ma na celu zmniejszenie indukcyjności rozproszonych w stosunku do indukcyjności głównych transformatora, ale nie eliminuje wpływu indukcyjności szczytkowych na stałość przekładni transformatora w zakresie wielkich częstotliwości. Zastosowanie rdzeni kubkowych zmniejsza wartość indukcyjności szczytkowych.

Celem wynalazku jest usunięcie niesymetrii magnetycznej uzwojeń spowodowanej niedokładnością wykonania lub niejednorodnością rdzenia ferromagnetycznego przez wprowadzenie doświadczalnej korekcy indukcyjności szczytkowych własnych i wzajemnych tak, aby były spełnione zależności określone wzorami (e) i (f). Uzwojenia obwodu pomiarowego i obwodu wzorcowego powinny być wykonane każde oddzielnie, ale możliwie jak najbardziej symetrycznie.

Powinny mieć tę samą liczbę zwojów, tę samą liczbę warstw, tę samą liczbę zwojów w każdej warstwie, taką samą długość każdej warstwy, taką samą grubość przekładek izolacyjnych między warstwami i takie same wymiary. Ponadto uzwojenia powinny być tak samo zaakranowane i poszczególne warstwy tego samego uzwojenia nie mogą być poziomo przesunięte względem innych warstw. Idealnie dokładne zachowanie tych wszystkich warunków nie jest technicznie możliwe.

W czasie nawijania powstają drobne różnice powodujące niesymetrię indukcyjności L_1 i L_2 . Oprócz tego niedokładność symetrii ustawienia krążków uzwojeń obwodu pomiarowego i obwodu wzorcowego w czasie nawijania względem uzwojenia obwodu

wskaźnika równowagi (generatora) powoduje niesymetrię indukcyjności wzajemnych M_{13} i M_{23} . Na niesymetrię indukcyjności uzwojeń ma wpływ również niejednorodność materiału rdzenia, z którą należy się liczyć w przypadku stosowania rdzeni ferrytowych lub proszkowych.

Według wynalazku doświadczalną kompensację wpływu indukcyjności wzajemnych M_{13} i M_{23} na stałość przekładni w funkcji częstotliwości uzyskuje się przez zbliżenie lub oddalenie uzwojenia obwodu pomiarowego lub uzwojenia obwodu wzorcowego od denka rdzenia kubkowego lub jarzma rdzenia płaszczykowego. Analogicznie przez przesuwanie uzwojeń można skompensować wpływ niejednorodności rdzenia ferromagnetycznego. A zatem w celu umożliwienia doświadczalnej kompensacji wpływu indukcyjności szczytkowych na stałość przekładni transformatora w funkcji częstotliwości każde uzwojenie jest wykonane na osobnym karkasie i uzwojenia te można przesuwać wzdłuż osi uzwojeń i rdzenia.

Budowa transformatora według wynalazku jest pokazana na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój pionowy, a fig. 2 półprzekrój poziomy transformatora z uzwojeniami krążkowymi warstwowymi. Na środkową kolumnę rdzenia płaszczykowego lub kubkowego transformatora 4 jest nałożony karkas 7 z uzwojeniem warstwowym 3 obwodu wskaźnika równowagi (generatora). Między karkasem 7 a rdzeniem 4 jest luz umożliwiający przesuwanie uzwojenia 3 obwodu wskaźnika równowagi (generatora) wzdłuż osi symetrii kolumny rdzenia.

Uzwojenia obwodu pomiarowego 1 i obwodu wzorcowego 2 są wykonane identycznie jako krążkowe i nawinięte na dwóch identycznych osobnych karkasach 5 i 6, nałożonych na uzwojenie 3 obwodu wskaźnika równowagi, przy czym długość uzwojeń 1 i 2 jest w przybliżeniu równa połowie długości uzwojenia 3. Karkasy 5 i 6 są nałożone z dwóch stron na uzwojenie 3 obwodu wskaźnika równowagi. Między karkasami 5 i 6 a uzwojeniem 3 występuje luz umożliwiający przesuwanie uzwojeń 1 i 2 wzdłuż osi symetrii transformatora w celu skompensowania niedokładności technologicznych wykonania uzwojeń.

Wprowadzenie uzwojeń symetrycznych krążkowo-warstwowych, jak również rdzenie typu płaszczykowego i kubkowego są znane i stosowane od dawna w budowie transformatorów różnicowych o przekładni równej jedności, to jednak wykonanie tych uzwojeń jako przesuwalnych wzdłuż osi pozwala skompensować niedokładności zachowania symetrii przy wykonywaniu uzwojeń, jak również pozwala skompensować wpływ niejednorodności materiału rdzenia na stałość przekładni transformatora różnicowego w funkcji częstotliwości.

Dzięki temu uzyskuje się nowe własności użytkowe układu różnicowego o przekładni równej jedności, a mianowicie: rozszerza się pasmo pracy układu różnicowego, upraszcza się pomiar i skraca czas pomiaru, gdyż skompensowany transformator różnicowy nie wymaga korekcy przekładni, zwiększa się dokładność pomiaru, uzyskuje się możliwość zastosowania układu różnicowego przy pomiarach impulsowych w zakresie wielkich częstotliwości.

Zastrzeżenie patentowe

Szerokopasmowy symetryczny transformator różnicowy o przekładni równej jedności z trzema uzwojeniami **znamienny tym**, że posiada uzwojenia krążkowo-warstwowe nawinięte na osobnych karkasach tak, że identyczne uzwojenia obwodu pomiarowego (1) i obwodu wzorcowego (2) wraz z karkasami (5) i (6) są nałożone przesuwnie na uzwojenie (3) obwodu wskaźnika równowagi (generatora),

a uzwojenie (3) obwodu wskaźnika równowagi (generatora) wraz z karkasem (7) jest nałożone przesuwnie na rdzeń (4), na przykład poosiowo o odcinki pozwalające na doświadczalne skompensowanie wpływu niedokładności budowy uzwojeń powstających w czasie produkcji i niejednorodności materiału rdzenia na stałość przekładni pomiarowej transformatora różnicowego w funkcji częstotliwości.

