

A
RZECZPOSPOLITA
LUDOWAURZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57151

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 03.VI.1966 (P 114 913)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 31.III.1969

Kl. 21 e, 27/01

21e 35/02

MKP HOTT

G01K 35/02

UKD

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

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

Szerokopasmowy transformator różnicowy o przekładni różnej
od jedności z ferromagnetycznym rdzeniem toroidalnym

1

Przedmiotem wynalazku jest szerokopasmowy transformator różnicowy o przekładni różnej od jedności z ferromagnetycznym rdzeniem toroidalnym, trójzwojeniowy, stosowany w pomiarowym układzie różnicowym.

Znane, stosowane transformatory różnicowe nie mają skompensowanego wpływu parametrów szczytkowych uzwojeń na stałość przekładni pomiarowej w funkcji częstotliwości. Transformatory takie przy zmianie częstotliwości pracy wymagają korygowania przekładni pomiarowej, na przykład za pomocą odczepów uzwojeń lub zmiany ich rezystancji i pojemności. Uniemożliwia to pracę impulsową transformatora różnicowego, utrudnia i wydłuża pomiar oraz zmniejsza jego dokładność.

Aby transformator różnicowy mógł pracować w szerokim paśmie częstotliwości, między wielkościami szczytkowymi jego uzwojeń muszą być spełnione zależności matematyczne, a mianowicie stosunek analogicznych, wypadkowych wielkości szczytkowych uzwojenia obwodu pomiarowego i wzorcowego musi być równy przekładni zwojowej transformatora lub jej odwrotności. Najtrudniej jest spełnić ten warunek dla wypadkowych indukcyjności rozproszenia uzwojeń, gdyż indukcyjność wzajemna rozproszenia dodaje się do jednej indukcyjności własnej rozproszenia mnożona przez przekładnię zwojową, a do drugiej dzielona przez tę przekładnię. Powoduje to niesymetrię magnetyczną transformatora. Zesymetryzowanie magnetyczne

2

jest możliwe wówczas, gdy strumień magnetyczny wzajemny rozproszenia jest mniejszy od każdego ze strumieni magnetycznych własnych rozproszeń poszczególnych uzwojeń.

5 Symetrię magnetyczną transformatora różnicowego osiąga się przez celową niesymetrię geometryczną uzwojeń. Na przykład w transformatorze z rdzeniem płaszczykowym każde z trzech uzwojeń transformatora jest nawinięte na osobnym karkasie o ściankach płaskich i poprzecznym przekroju prostokątnym, przy czym przekroje karkasów kolejnych uzwojeń są coraz większe co umożliwia nałożenie uzwojeń jedno na drugie. Uzwojenia te nałożone na środkową kolumnę rdzenia płaszczykowego nachodzą na siebie jedynie częścią swojej długości, dzięki czemu strumień wzajemny rozproszenia jest mniejszy od strumieni własnych. Ponieważ w przypadku tym nie dają się obliczyć dokładnie parametry szczytkowe, karkasy te wraz z uzwojeniami są przesuwalne poosiowo w celu doświadczalnego zesymetryzowania magnetycznego transformatora.

Jednak transformator różnicowy z rdzeniem płaszczykowym posiada dwie zasadnicze wady. W obwodzie magnetycznym rdzenia występuje zawsze pewna szczelina powietrzna, nawet przy składaniu blach na przemian przecięciem (przy kształtach typu M). Szczelina ta obniża wypadkową przenikalność magnetyczną rdzenia, co powoduje zmniejszenie czułości układu różnicowego. Poza tym w

przypadku rdzenia płaszczykowego uzwojenia są umieszczone na środkowej kolumnie i przechodzą przez okna rdzenia. Uzwojenia wewnątrz okien zbliżone są do jarzm rdzenia, wskutek czego część strumienia magnetycznego przebiegającego w powietrzu w obrębie uzwojeń, po wyjściu z uzwojenia przebiega przez jarzmo i boczne kolumny. Jest to efekt zbliżenia uzwojeń do jarzma.

Powoduje on zwiększenie indukcyjności szczątkowych i wynosi niesymetrycznie oporność strat w rdzeniu do obwodów uzwojeń głównych. Ponieważ w celu skompensowania wpływu indukcyjności szczątkowych uzwojenia są ustawione niesymetrycznie względem środka, przeto każdy z końców uzwojenia znajduje się w innych warunkach pola magnetycznego. Przy zbliżaniu uzwojenia do jarzma rośnie indukcyjność szczątkowa. Z tego powodu jest trudno dokładnie skompensować wpływ indukcyjności szczątkowych, gdyż w stanie skompensowania układ różnicowy jest bardzo czuły na minimalne przesunięcie uzwojeń.

Kompensacja doświadczalna wymaga przesuwania uzwojeń przy pomocy mechanizmu śrubowego. Silne wstrząsy lub uderzenia wyprowadzają transformator z rdzeniem płaszczykowym ze stanu dokładnej kompensacji wpływu indukcyjności szczątkowych. Nie pomaga tutaj zalewanie transformatora zalewami lub żywicami utwardzalnymi, gdyż zalewy lub żywice krzepnąc kurczą się i zmieniają indukcyjność rozproszenia uzwojeń.

Stosowane dotychczas transformatory z rdzeniem toroidalnym mają silniejszy strumień magnetyczny niż transformatory z rdzeniem płaszczykowym, gdyż nie występuje w nich szczelina magnetyczna, dzięki czemu uzyskuje się większą czułość układu pomiarowego. Transformatory te mają uzwojenia nawijane wzdłuż całej długości obwodu rdzenia, co uniemożliwia skompensowanie wpływu indukcyjności rozproszenia na stałość przekładni pomiarowej. Poszerzenie pasma częstotliwości pracy uzyskuje się w nich przez zminimalizowanie indukcji rozproszonych. Nie pozwala to jednak na całkowite usunięcie ich wpływu.

Celem wynalazku jest budowa transformatora różnicowego z rdzeniem toroidalnym ze skompensowanym wpływem indukcyjności szczątkowych związanych ze strumieniem magnetycznym w powietrzu na stałość przekładni pomiarowej w funkcji częstotliwości.

Istota wynalazku polega na niesymetrycznym rozmieszczeniu uzwojeń transformatora różnicowego wzdłuż obwodu ferromagnetycznego rdzenia toroidalnego, tak że uzwojenia nawinięte warstwowo nachodzą na siebie tylko częściami długości swoich łuków, oraz na zastosowaniu uzwojeń nawiniętych na osobnych łukowych karkasach, przesuwalnych wzdłuż obwodu rdzenia w celu doświadczalnej regulacji indukcyjności szczątkowych.

W tym przypadku przesuwanie uzwojeń względem siebie przy doświadczalnym kompensowaniu wpływu indukcyjności szczątkowych na stałość przekładni w funkcji częstotliwości nie powoduje efektów zbliżania do jarzma jak przy rdzeniu płaszczykowym, gdyż uzwojenia w każdym położeniu

znajdują się w jednakowym położeniu względem rdzenia toroidalnego. Dzięki temu stan kompensacji jest mniej czuły na drobne przesunięcia uzwojeń. Uzwojenia nie są nawinięte na całym obwodzie rdzenia toroidalnego lecz tylko na jego części.

Osie symetrii poszczególnych uzwojeń są prostopadłe do głównej osi symetrii toroidu i przecinające się z nią. Karkasy mają kształt wycinków toroidu. Poszczególne uzwojenia mają osie symetrii skrócone o kąt będący funkcją wymiarów geometrycznych, zapewniający warunki kompensacji wpływu indukcyjności szczątkowych na stałość przekładni pomiarowej transformatora w funkcji częstotliwości.

Transformator według wynalazku, jest pokazany na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia półprzekrój pionowy, a fig. 2 przekrój poziomy transformatora.

Na fig. 1 uzwojenie główne 1 jest nawinięte warstwowo na karkasie 5 w kształcie wycinka toroidu o przekroju prostokątnym. Wewnątrz karkasu 5, znajduje się drugie uzwojenie główne 2 nawinięte na karkasie 6 o kształcie analogicznym jak karkas 5 lecz o mniejszych rozmiarach poprzecznych, ale tej samej lub zbliżonej długości katowej. Wewnątrz karkasu 6 znajduje się uzwojenie 3 obwodu wskaźnika równowagi (lub generatora) nawinięte na warstwie izolacyjnej 7 nałożonej na ferromagnetyczny rdzeń toroidalny 4 transformatora o przekroju prostokątnym najkorzystniej zwinięty z taśmy wykonanej z permalloy'u.

Uzwojenie 3 obwodu wskaźnika równowagi jest odizolowane i odekranowane od rdzenia i pozostałych uzwojeń. Uzwojenia 1 i 2 są nawinięte na osobnych karkasach. Między karkasami leżącymi wewnątrz uzwojeń jest luz, tak że można je przesuwać wzdłuż obwodu toroidalnego rdzenia względem siebie i względem uzwojenia 3 obwodu wskaźnika równowagi w celu doświadczalnego skompensowania wpływu indukcyjności szczątkowych na stałość przekładni transformatora różnicowego w zakresie dużych częstotliwości. Doświadczalna kompensacja wpływu indukcyjności szczątkowych jest konieczna, gdyż przy nawinięciu uzwojeń tylko na część obwodu rdzenia toroidalnego wartości indukcyjności szczątkowych obliczyć można jedynie w przybliżeniu.

Uzwojenia główne 1 i 2 są nawijane jedno lub wielowarstwowo, ale każda warstwa uzwojenia musi być obustronnie ekranowana elektrycznie od pozostałych warstw tego samego uzwojenia (przy nawijaniu wielowarstwowym) i od pozostałych uzwojeń. Odekranowanie jednej warstwy od pozostałych warstw tego samego uzwojenia ma na celu zapewnienie identycznych warunków pola elektrycznego wszystkim zwojom danego uzwojenia. Warunki kompensacji wpływu pojemności i oporności uzwojeń spełnia się przez dobór grubości izolacji między zwojami a ekranami danego uzwojenia, przez dobór pojemności wyrównawczych połączonych równolegle do uzwojeń, oraz przez dobór stosunku przekrojów przewodów nawojowych.

Karkasy uzwojeń głównych 1 i 2 są składane tak, że po nawinięciu uzwojenia 3 obwodu wskaźnika równowagi składa się karkas uzwojenia głównego 2 oraz nawija i ekranuje to uzwojenie 2. Po wykonaniu i zekranowaniu uzwojenia głównego 2 składa się karkas drugiego uzwojenia głównego 1 oraz nawija i ekranuje to drugie uzwojenie 1.

Po wykonaniu uzwojeń, przesuwając uzwojenia główne 1 i 2 wzdłuż obwodu rdzenia toroidalnego tak, aby uzwojenie główne 2 było o pewien kąt przesunięte względem uzwojenia 3 obwodu wskaźnika równowagi, a uzwojenie główne 1 było o pewien kąt przesunięte względem uzwojenia głównego 2 i uzwojenia obwodu wskaźnika równowagi 3, czyli aby uzwojenia były nasunięte na siebie tylko na pewnych długościach, kompensuje się wpływ indukcyjności szczątkowych na stałość przekładni transformatora różnicowego w zakresie dużych częstotliwości.

Wprowadzie niesymetryczna budowa uzwojeń transformatorów toroidalnych jest stosowana (na przykład w transformatorach wielouzwojeniowych) jak również znane jest nawijanie poszczególnych uzwojeń transformatora na oddzielnych karkasach (na przykład w celu polepszenia izolacji transformatorów wysokiego napięcia), to jednak budowa transformatora według wynalazku pozwala na skompensowanie wpływu indukcyjności szczątkowych związanych ze strumieniem magnetycznym omijającym rdzeń i przebiegającym w powietrzu i powodujących niestaość przekładni transformatora w zakresie dużych częstotliwości.

Dzięki temu uzyskuje się nowe właściwości użytkowe układu różnicowego, a mianowicie: zwiększenie dokładności pomiarów dokonywanych układem różnicowym w zakresie dużych częstotliwości pomiarowych, rozszerzenie zakresu stosowności wzorców na wartości mierzone wielokrotne i podwielokrotne w zakresie dużych częstotliwości przez zastosowanie przekładni p różnej od jedności dzięki czemu uzyskuje się możliwość pomiaru w zakresie dużych częstotliwości bardzo dużych i bardzo małych wartości mierzonych.

Przy tym upraszcza się pomiar i skraca się czas jego trwania bez obniżania dokładności.

Również uzyskuje się możliwość zastosowania układu różnicowego o przekładni różnej od jedności w pomiarach impulsowych. Ponadto zmniejsza się wrażliwość transformatora na wstrząsy i zapewnia lepszą stałość jego parametrów w czasie niż w przypadku transformatora różnicowego z rdzeniem płaszczykowym, upraszcza się i skraca proces kompensacji wpływu indukcyjności szczątkowych, zwiększa się dokładność kompensacji wpływu indukcyjności szczątkowych w stosunku do transformatora z rdzeniem płaszczykowym, dzięki czemu uzyskuje się lepszą dokładność pomiarów.

Zastrzeżenia patentowe

1. Szerokopasmowy transformator różnicowy o przekładni różnej od jedności z ferromagnetycznym rdzeniem toroidalnym **znamienny tym**, że posiada na rdzeniu toroidalnym uzwojenia typu warstwowego ułożone częściowo jedno na drugie tak, że osie symetrii poszczególnych uzwojeń, prostopadłe do osi toroidu i przecinające się z nią są skrócone o kąt będący funkcją wymiarów geometrycznych i zapewniający warunki kompensacji wpływu indukcyjności szczątkowych na stałość przekładni pomiarowej transformatora w funkcji częstotliwości tak, że tylko część uzwojenia głównego (2) jest nałożona na uzwojenie (3) obwodu wskaźnika równowagi i tylko część jego uzwojenia głównego (1) jest nałożona na uzwojenie główne (2) i na uzwojenie (3) obwodu wskaźnika równowagi.
2. Transformator według zastrz. 1 **znamienny tym**, że posiada uzwojenia, nawinięte na osobnych składanych karkasach w kształcie wycinków toroidu, przy czym między karkasem jednego uzwojenia a następnym uzwojeniem znajduje się luz umożliwiający przesuwanie jednego uzwojenia względem drugiego o kąt umożliwiający doświadczenie, dokładne zesymetryzowanie magnetyczne transformatora.

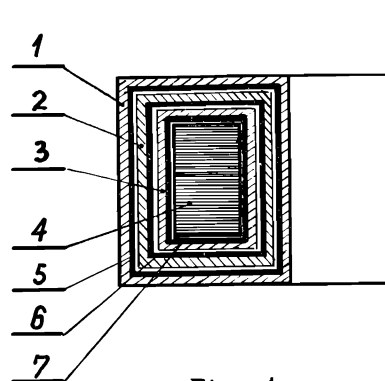


Fig. 1

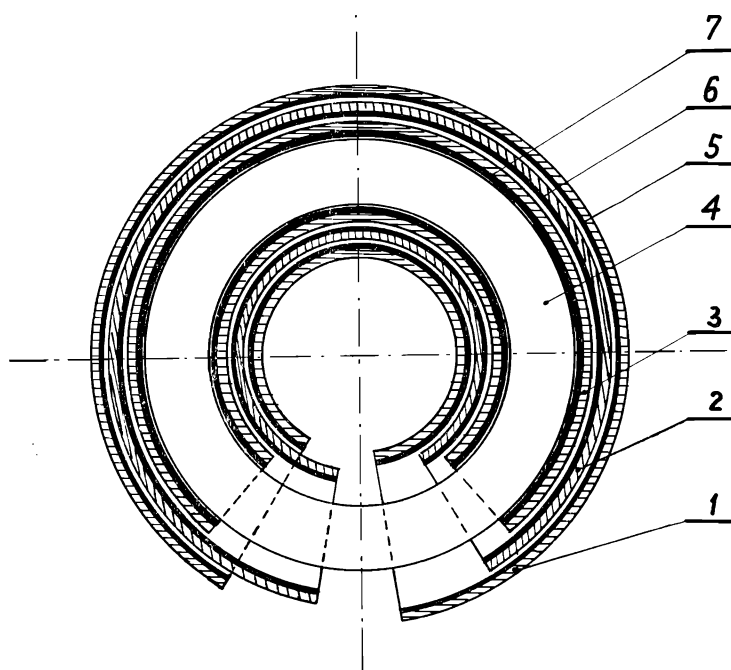


Fig. 2