



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57147

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 07.V.1966 (P 114 467)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 25.III.1969

Kl. 21 e, 27/01

21e 35/02

MKP ~~G01r~~

G01r 35/02

UKD

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

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

Szerokopasmowy przekładniowy układ różnicowy wielkiej częstotliwości

1

Przedmiotem wynalazku jest stosowany w metrologii elektronicznej szerokopasmowy przekładniowy układ różnicowy wielkiej częstotliwości zachowujący stałą przekładnię przy zmianie częstotliwości pracy i nie wymagający korekcji przekładni w funkcji częstotliwości.

Dotychczas stosowane układy różnicowe nie zapewniały stałości przekładni w funkcji częstotliwości. Przy zmianie częstotliwości pracy na skutek wpływu różnych szczytkowych wielkości rozproszonych układu jak indukcyjności, rezystancji lub pojemności zmienia się przekładnia pomiarowa. Zjawisko to występuje bardzo silnie zwłaszcza w zakresie wielkich częstotliwości. Dotychczas znane układy wymagały przy zmianie częstotliwości pracy korekcji przekładni, na przykład przez zmianę liczby zwojów transformatora różnicowego lub przez zmianę rezystancji i pojemności gałęzi układu. Ponadto znane układy różnicowe wielkiej częstotliwości z powodu wpływu parametrów szczytkowych były mało dokładne. Uniemożliwiało to pracę impulsową urządzenia oraz utrudniało i zmniejszało dokładność pomiarów.

Dodatkową poważną trudnością w zakresie wielkich częstotliwości jest układanie się wzduż uzwojeń transformatora różnicowego fal stojących, co zakłóca warunki równowagi układu i nie pozwala wykonać szerokopasmowego układu wielkiej częstotliwości.

2

Celem wynalazku jest usunięcie wyżej wymienionych wpływów na stałość przekładni pomiarowej w zakresie wielkiej częstotliwości, aby budowany układ nie wymagał korygowania przekładni przy zmianie częstotliwości pracy, dla ułatwienia pomiarów, zmniejszenia ich pracochłonności i umożliwienia pomiarów impulsowych wielkiej częstotliwości.

Cel ten został zrealizowany przez wykonanie obwodów pomiarowych układu różnicowego z przewodów koncentrycznych posiadających dokładnie określoną rezystancję, indukcyjność, upływność i pojemność na jednostkę długości (co umożliwia ściśle określenie parametrów szczytkowych układu różnicowego) oraz przez ukształtowanie przewodów koncentrycznych we współosiowe okręgi i skośnikowe połączenie przewodów wewnętrznych i zewnętrznych, tak aby każdy odcinek danego przewodu pracował w identycznych warunkach pola magnetycznego.

Twórcze rozwiązanie wytyczonego zadania zrealizowało cel wynalazku oraz poprawiło dokładność pomiarów układem różnicowym w zakresie wielkiej częstotliwości co najmniej o jeden rząd.

W znanym układzie różnicowym, uwidocznionym na fig. 1 rysunku, głównym elementem jest transformator różnicowy posiadający trzy uzwojenia, z których uzwojenie 1 obwodu pomiarowego i uzwojenie 2 obwodu wzorcowego nawinięte są w przeciwnych kierunkach. Początki ich są zwarte

i dołączone do gorącego zacisku generatora 6. Koniec uzwojenia 1 dołączony jest do gorącego zacisku impedancji mierzonej 4 oznaczanej $\bar{Z}_x$, a koniec uzwojenia 2 dołączony jest do gorącego zacisku impedancji wzorcowej 5 oznaczanej $\bar{Z}_N$. Pozostałe zimne zaciski impedancji $\bar{Z}_x$ i $\bar{Z}_N$ połączone są z zimnym zaciskiem generatora 6 i uziemione. Wskaźnik równowagi 7 na przykład miliwoltomierz dołączony jest do obu końców uzwojenia 3.

Prąd z generatora 6 wpływając do uzwojeń wytwarza w uzwojeniach 1 i 2 przeciwne strumienie magnetyczne, które w stanie równowagi układu wzajemnie się znoszą, przez co wskaźnik równowagi nie wykazuje napięcia zaindukowanego w uzwojeniu 3.

Znany układ przedstawiony na fig. 2 rysunku różni się od poprzedniego układu tym, że wskaźnik równowagi i generator przestawione są miejscami. Wówczas w stanie równowagi na obu uzwojeniach 1 i 2 oraz impedancjach 4 i 5 występują równe co do wartości lecz przeciwnie skierowane napięcia, przez co wskaźnik równowagi pokazuje zanik prądu.

W obu układach przedstawionych na fig. 1 i 2 uzyskuje się rozszerzenie zakresu pomiarowego mierzonej impedancji $\bar{Z}_x$ przez zastosowanie przekładni zwojowej p między uzwojeniami 1 i 2, dzięki czemu w stanie równowagi:

$$\bar{Z}_x = p \bar{Z}_N$$

Traktując uzwojenia 1 i 2 jako obwody o stałych skupionych, wykonuje się transformatory różnicowe pracujące szerokopasmowo do częstotliwości kilku megaherców. Przy wyższych częstotliwościach na skutek zjawisk rezonansowych w uzwojeniach i występujących fal stojących pracują one jedynie albo wąskopasmowo, albo z korekcją przekładni.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony w przykładowym rozwiązaniu na fig. 3 i 4 rysunku. Fig. 3 przedstawia geometrycznie ukształtowanie i wzajemne rozmieszczenie uzwojeń, a fig. 4 schemat połączeń elektrycznych układu.

Na fig. 3, uzwojenia 1 i 2 wykonane są z przewodów koncentrycznych uformowanych w postaci jednozwojowych współosiowych okręgów leżących najkorzystniej w dwu różnych płaszczyznach. Przekładnię p różną od jedności a wynoszącą

$$p = \frac{\bar{Z}_x}{\bar{Z}_N}$$

osiąga się przez zastosowanie różnej średnicy okręgów uzwojeń 1 i 2. Uzwojenie 3 wykonane w kształcie toroidalnej cewki na przykład wielozwojowej jest umieszczone współosiowo z uzwojeniami 1 i 2 i najoptymalniej umieszczone jest w płaszczyźnie leżącej między płaszczyznami tych uzwojeń. Ukształtowanie takie umożliwia spełnienie podstawowego warunku, aby każda z wypadkowej indukcyjności wzajemnej między uzwojeniem 3 a uzwojeniami 1 i 2 była mniejsza od indukcyjności wzajemnej między uzwojeniami 1 i 2, gdyż tylko w tym przypadku możliwe jest skompensowanie wpływu indukcyjności wzajem-

nych na stałość przekładni p w funkcji częstotliwości. Celem przeprowadzenia doświadczalnej kompensacji układ wyposażony jest w co najmniej jeden znany mechanizm śrubowy nie pokazany na rysunku, przesuwający uzwojenia względem siebie wzdłuż osi symetrii.

Na fig. 4 uzwojenia 1 i 2, według wynalazku pokazane są jako rozprostowane celem uproszczenia rysunku. Początki przewodów koncentrycznych uzwojeń 1 i 2, leżące od strony generatora 6 posiadają początki przewodów wewnętrznych 10 i 11 zwarte z gorącym zaciskiem generatora 6, a początki przewodów zewnętrznych 8 i 9 zwarte przewodami 12 z zimnym, uziemionym zaciskiem generatora 6, z zimnymi zaciskami impedancji mierzonej 4, wzorcowej 5 i połączone z ekranem 16 uzwojenia 3. Przeciwnie do generatora końce przewodów zewnętrznych 8 i 9 są odizolowane od reszty układu, koniec przewodu wewnętrznego 10 połączony jest z gorącym zaciskiem impedancji 4, a koniec przewodu wewnętrznego 11 z gorącym zaciskiem impedancji 5. Wskaźnik równowagi 7, na przykład miliwoltomierz, dołączony jest do końców uzwojenia 3. Uzwojenie 1 sprzężone jest magnetycznie z uzwojeniem 2 indukcyjnością wzajemną 13 oznaczoną M_{12} i z uzwojeniem 3 indukcyjnością 14 oznaczoną M_{13} a uzwojenie 2 sprzężone jest z uzwojeniem 3 indukcyjnością wzajemną 15 oznaczoną M_{23} . W odległości 17 od początku przewodu 2 oznaczony „a” pokazano kierunek prądu 18 oznaczony I' (a) płynącego przez przewód wewnętrzny 11 oraz kierunek prądu 19 oznaczony I'' (a) płynącego przez przewód zewnętrzny 9.

Przewody zewnętrzne 8 i 9 przewodów koncentrycznych pełnią rolę ekranów przewodów wewnętrznych. Przez ekrany te płyną prądy o małym natężeniu przez co spadki napięcia są nieznaczne, przez co wpływ sprzężenia odcinków zewnętrznych przewodów z innymi odcinkami i z resztą układu jest pomijalnie mały. Jednocześnie przewodem koncentrycznym płynie prąd wypadkowy, będący różnicą prądów I' (a) — I'' (a), który wzdłuż przewodu ma stałą wartość. Zapewnia to jednakowe sprzężenie magnetyczne analogicznych odcinków uzwojeń 1 i 2 ze sobą oraz z uzwojeniem 3.

Uzwojenia 1 i 2 wykonane są ze specjalnie dobranych przewodów koncentrycznych, tak, że ich parametry jednostkowe: indukcyjności L_1 i pojemności C_1 przewodu uzwojenia 1 oraz indukcyjności L_2 i pojemności C_2 przewodu uzwojenia 2 uzależnione są od długości l_1 przewodu uzwojenia 1, długości l_2 przewodu uzwojenia 2 i przekładnią pomiarową p związkami:

$$\frac{L_1}{L_2} = p \frac{l_2}{l_1}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{p} \frac{l_2}{l_1}$$

przy czym przekładnia pomiarowa p wynosi:

$$p = \frac{\bar{Z}_x}{\bar{Z}_N}$$

Przy spełnianiu powyższych warunków jest skompensowany wpływ zjawisk falowych występujących w zakresie wielkich częstotliwości na stałość przekładni pomiarowej układu.

Odmiana układu różnicowego przeznaczona do pracy w szczególnie szerokim paśmie częstotliwości, przy którym na stałość przekładni pomiarowej występuje wpływ drugorzędnych wielkości szcztkowych, posiada uzwojenie 1 i 2 utworzone ze specjalnie wykonanych przewodów koncentrycznych, posiadających ponadto określone rezystancje jednostkowe przewodów wewnętrznych R_1 i R_2 oraz przewodów zewnętrznych R'_1 i R'_2 spełniające związek z resztą parametrów uzwojeń:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R'_1}{R'_2} = p \frac{1_2}{1_1}$$

Odmiana układu różnicowego wykonanego z dwu różnych (lub jednakowych) przewodów koncentrycznych o niedobieranych parametrach jednostkowych posiada przekładnię pomiarową określoną związkiem

$$p = \sqrt{\frac{L_1 C_2}{L_2 C_1}}$$

przy czym długości przewodów uzwojeń 1 i 2 spełniają zależność

$$\frac{1_2}{1_1} = \sqrt{\frac{L_1 C_1}{L_2 C_2}}$$

Zachowanie tych związków eliminuje wpływ zjawisk falowych na stałość przekładni pomiarowej p układu różnicowego w szerokim paśmie wielkiej częstotliwości.

Wprawdzie w technice znane są przypadki nawijania transformatorów przewodami koncentrycznymi, na przykład celem zmniejszenia pojemności uzwojeń transformatorów wielkiej częstotliwości, to jednak zastosowanie w układzie różnicowym bezrdzeniowego transformatora trójuzwojeniowego o specjalnej budowie i nawiniętego przewodami koncentrycznymi o odpowiednio dobranych parametrach jednostkowych i długościach pozwala skompensować zarówno wpływ parametrów rozproszonych jak i zjawisk falowych na stałość przekładni pomiarowej. Dzięki temu uzyskuje się możliwość szerokopasmowej pracy układu różnicowego w zakresie wielkiej częstotliwości, rozszerzenie zakresu wzorców na wartości mieszane wielokrotne i podwielokrotne, zwiększenie dokładności pomiarów w zakresie wielkich częstotliwości, uproszczenie pomiarów, skrócenie czasu ich trwania oraz uzyskuje się możliwość zastosowania układu różnicowego z przekładnią różną od jednostki przy pomiarach impulsami mikrosekundowymi.

Zastrzeżenia patentowe

1. Szerokopasmowy, przekładniowy układ różnicowy wielkiej częstotliwości **znamienny tym**, że jego uzwojenia (1) i (2) wykonane są z przewodów koncentrycznych.

2. Układ różnicowy według zastrz. 1 **znamienny tym**, że uzwojenia (1) i (2) posiadające najkorzystniej po jednym zwoju, mają kształt współosiowych okręgów najoptymalnie leżących w dwu różnych płaszczyznach, przy czym uzwojenie (3), współosiowe z pozostałymi, znajduje się w trzeciej płaszczyźnie prostopadłej do osi symetrii układu.
3. Układ różnicowy według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że wyposażony jest w co najmniej jeden znany mechanizm, na przykład śrubowy, umożliwiający poosiowe przesuwanie względem siebie uzwojeń (1), (2) i (3).
4. Układ różnicowy według zastrz. 1—3 **znamienny tym**, że od strony generatora (6) przewody koncentryczne uzwojeń (1) i (2) posiadają początki przewodów wewnętrznych (10) i (11) zwarte z gorącym zaciskiem generatora (6) a początki przewodów zewnętrznych (8) i (9) zwarte przewodami (12) z zimnym uziemionym zaciskiem generatora (6) z zimnymi zaciskami impedancji mierzonej (4) i wzorcowej (5) oraz połączone elektrycznie z ekranem (16), zaś przeciwległe do generatora (6) końce przewodów zewnętrznych (8) i (9) są odizolowane od reszty układu, a koniec przewodu wewnętrznego (10) połączony jest z gorącym zaciskiem impedancji (4), natomiast koniec przewodu wewnętrznego (11) połączony jest z gorącym zaciskiem impedancji (5).
5. Układ różnicowy według zastrz. 1—4 **znamienny tym**, że przewody koncentryczne uzwojeń (1) i (2) posiadają dobrane do przekładni pomiarowej (p), parametry jednostkowe (L_1), (L_2), (C_1), (C_2) i długości (l_1), (l_2) tych przewodów według zależności:

$$\frac{L_1}{L_2} = p \frac{1_2}{1_1}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{p} \frac{1_2}{1_1}$$

6. Odmiana układu różnicowego według zastrz. 1—5 przeznaczona do pracy w szczególnie szerokim paśmie wielkiej częstotliwości **znamienna tym**, że przewody koncentryczne uzwojeń (1) i (2) posiadają dobrane parametry jednostkowe (R_1), (R_2), (R'_1), (R'_2) do długości (l_1), (l_2) tych przewodów i przekładni pomiarowej (p) według zależności

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R'_1}{R'_2} = p \frac{1_2}{1_1}$$

7. Odmiana układu różnicowego według zastrz. 1—5 wykonana z dowolnych przewodów koncentrycznych **znamienna tym**, że posiada przekładnię pomiarową (p) oraz długości (l_1) i (l_2) przewodów koncentrycznych uzwojeń (1) i (2) określone zależnościami

$$p = \sqrt{\frac{L_1 C_2}{L_2 C_1}}$$

$$\frac{1_2}{1_1} = \sqrt{\frac{L_1 C_1}{L_2 C_2}}$$

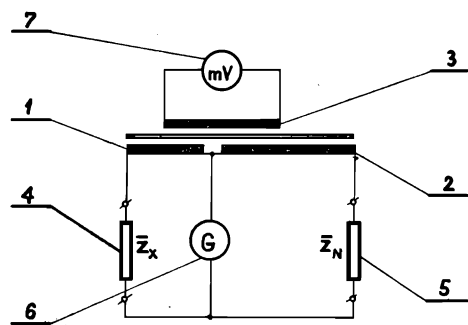


Fig. 1

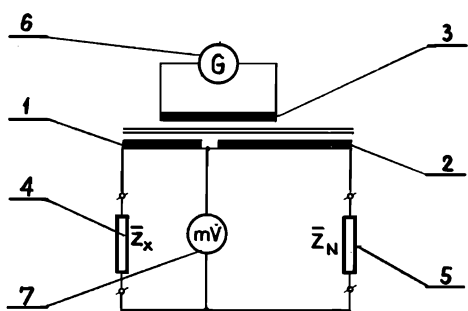


Fig. 2

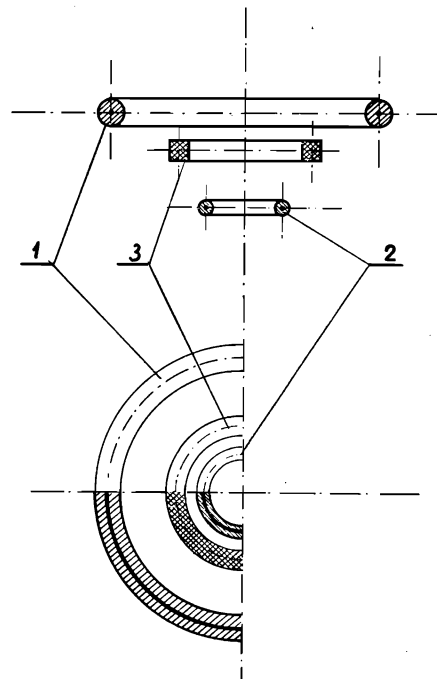


Fig. 3

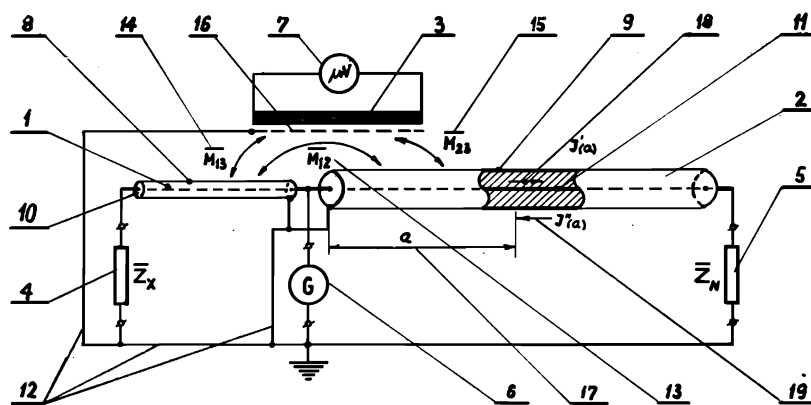


Fig. 4