

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **214364**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **387186**

(22) Data zgłoszenia: **03.02.2009**

(51) Int.Cl.

G01R 15/14 (2006.01)

G01R 15/18 (2006.01)

G01R 15/24 (2006.01)

G01R 19/00 (2006.01)

(54)

Izolowany galwanicznie analogowy układ do pomiaru prądu

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

16.08.2010 BUP 17/10

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.07.2013 WUP 07/13

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MICHAŁ SZYPER, Kraków, PL
ANDRZEJ BIEŃ, Kraków, PL
ANDRZEJ WETULA, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Alina Magońska

PL 214364 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest izolowany galwanicznie analogowy układ do pomiaru prądu w obwodach wysokiego napięcia, takich jak: podstacje, rozdzielnie, odbiorniki dużych mocy itp.

Pomiary wartości prądu w obwodach wysokonapięciowych, z uwagi na zagrożenie porażeniem, lub wyładowaniem elektrycznym, wymagają stosowania specyficznych urządzeń pomiarowych. Najczęściej stosowane transformatory prądowe, w celu zapewnienia wysokiej izolacji w stosunku do "Ziemi", wyposażone są w kosztowne układy izolacji wysokonapięciowej. Jako rozwiązanie alternatywne, nie wymagające stosowania wysokonapięciowych transformatorów prądowych, czasami stosuje się, optyczne czujniki prądu wykorzystujące efekt Faradaya, gdzie, wytworzone przez prąd zmienny pole magnetyczne zmienia polaryzację światła w światłowodzie umieszczonym w pobliżu przewodnika przez który płynie prąd. Ten sposób zbierania informacji jest jednak wrażliwy na zakłócenia, skomplikowany i kosztowny.

Istnieją też metody pośrednie; z amerykańskiego opisu patentowego nr US7,394,982 znany jest system do pomiaru prądu, który ma transformator prądowy do którego wtórnego uzwojenia dołączono rezystor obciążenia oraz elektromechaniczny przetwornik piezoelektryczny. Przetwornik piezoelektryczny sprzężony jest mechanicznie z filtrem optycznym. Zmienne napięcie z rezystora obciążenia, za pośrednictwem przetwornika piezoceramicznego przestraża filtr optyczny do którego, za pośrednictwem światłowodu, doprowadzony jest szerokopasmowy strumień światła. Zmodulowany w dziedzinie częstotliwości strumień światła za pomocą drugiego światłowodu doprowadzony zostaje do drugiego filtra optycznego, który umiejscowiony jest poza obszarem wysokiego napięcia. Drugi filtr optyczny umożliwia konwersję modulacji częstotliwości na modulację amplitudy. Dalszy proces obejmuje konwersję sygnału optycznego na sygnał elektryczny oraz jego cyfrową obróbkę. Zaletą tego rozwiązania jest to, że znajdujące się w strefie wysokiego napięcia elementy systemu pomiarowego nie wymagają zasilania, a wysoką barierę izolacji galwanicznej, pomiędzy tymi elementami strefy napięć wysokich a systemem pracującym w strefie niskich napięć, zapewniają światłowody.

W amerykańskim opisie patentowym nr 4,801,937 ujawniono urządzenie pomiarowe przeznaczone do zdalnego pomiaru parametrów linii przesyłowej. Urządzenie ma moduł pomiarowy, który umożliwia pomiar parametrów elektrycznych, mechanicznych i środowiskowych w bliskim otoczeniu przewodów wysokonapięciowej linii przesyłowej. Moduł pomiarowy ma kształt pierścienia. Zawiera on, obejmujący energetyczny przewód prądowy, pierścieniowy obwód magnetyczny za pośrednictwem którego energia pola magnetycznego, wytworzona przez energetyczny przewód prądowy, zostaje przetworzona na prąd elektryczny służący do zasilania modułu pomiarowego. Moduł pomiarowy wyposażony jest w czujniki parametrów elektrycznych, mechanicznych i środowiskowych, cyfrowe układy przetwarzania sygnałów oraz układy radiowej komunikacji. Moduł pomiarowy przystosowany jest także do komunikacji satelitarnej, co umożliwia transfer sygnałów na znaczne odległości bez konieczności stosowania dodatkowych, pośredniczących stacji naziemnych.

Odmienny system przeznaczony do monitorowania energetycznych linii przesyłowych ujawniono w amerykańskim opisie patentowym nr 5,181,026. Moduł pomiarowy mierzy wszystkie parametry, takie jak prąd, napięcie, przesunięcia fazowe, temperatura przewodu i temperatura otoczenia. Zmierzone parametry przetwarzane są następnie na postać cyfrową, a następnie przetwarzane na sygnały optyczne, które za pośrednictwem światłowodów przesyłane są do naziemnej stacji bazowej. W rozwiązaniu według w/w wynalazku przewidziano dwie opcje zasilania modułu pomiarowego. Zasilanie za pośrednictwem transformatora prądowego, którego toroidalny rdzeń obejmuje przewód energetyczny. Uzwojenie wtórne zawiera 1000 zwojów nawiniętych wokół toroidu. Alternatywnie, energia dla zasilania modułu pomiarowego może być doprowadzona w postaci strumienia świetlnego, wcześniej wytworzonego za pośrednictwem lasera, a następnie za pomocą wiązki światłowodów przesłana do matrycy ogniw fotowoltaicznych, gdzie przetwarzana jest na energię elektryczną. Zasilanie modułu pomiarowego za pośrednictwem energii promienistej umożliwia poprawną pracę modułu niezależnie od przepływu prądu przez przewód energetyczny. Ten sposób zasilania umożliwia diagnozę w stanie awarii.

Wymienione urządzenia przewidziane są głównie do pomiarów parametrów linii energetycznych. Z uwagi na specyficzne wymagania są to urządzenia kosztowne. Dla zastosowań technicznych i laboratoryjnych istnieje zapotrzebowanie na tanie i ekonomiczne w eksploatacji urządzenia do pomiaru prądu, zwłaszcza do pomiaru wpływu mocy.

Rozwiązanie według przedmiotu zgłoszenia posiada nieskomplikowaną strukturę i umożliwia pomiar natężenia prądu z dostateczną dokładnością wymaganą w pomiarach technicznych i badaniach laboratoryjnych.

Istotą wynalazku jest izolowany galwanicznie analogowy układ do pomiaru prądu w obwodach wysokiego napięcia, wyposażony w czujnik prądu, który ma dwa jednakowe, szeregowo połączone uzwojenia, które z kolei poprzez rezystory, połączone są z anodami elektroluminescencyjnych diod nadawczych. Ponadto, wspólny węzeł łączący uzwojenia czujnika prądu połączony jest z dodatnim wyjściem konwertera energii świetlnej na elektryczną. Natomiast, ujemne wyjście konwertera energii świetlnej na elektryczną, połączone jest z katodami elektroluminescencyjnych diod nadawczych. Sygnały optyczne elektroluminescencyjnych diod nadawczych, za pośrednictwem światłowodów, przesyłane są do różnicowego fotodetektora. Następnie, elektryczny sygnał wyjściowy fotodetektora doprowadzony jest do układu wyjściowego. Konwerter energii świetlnej na elektryczną połączony jest z optoelektronicznym źródłem światła, którym jest dioda LED mocy, za pośrednictwem wiązki światłowodów. Czujnik prądu stanowi toroidalny transformator prądowy, lub czujnik prądu zrealizowany jest w oparciu o bezrdzeniowy czujnik pola magnetycznego.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania ujawniono na rysunku przedstawiającym schemat blokowy izolowanego galwanicznie analogowego układu do pomiaru prądu.

Izolowany galwanicznie analogowy układ do pomiaru prądu w obwodach wysokiego napięcia ma bezrdzeniowy czujnik prądu, w postaci cewki Rogowskiego, która otacza prądowy przewód wysokiego napięcia. Czujnik prądu 1 ma dwa jednakowe uzwojenia wtórne 2A, 2B, które zostały szeregowo ze sobą połączone i poprzez rezystory 4A, 4B dołączone do anod elektroluminescencyjnych diod nadawczych 5A, 5B. Pomiędzy wspólny węzeł łączący katody elektroluminescencyjnych diod nadawczych 5A, 5B i wspólny węzeł łączący uzwojenia wtórne 2A, 2B czujnika prądu 1 włączone jest źródło napięcia stałego. Stanowi je konwerter energii świetlnej na elektryczną 3, który zasilany jest energią promienistą z diody LED mocy przesyłaną za pośrednictwem wiązki światłowodów 6C. W stanie braku przepływu prądu przez przewód prądowy czujnika prądu 1, z uwagi na fakt, że wartości napięć wytworzonych na uzwojeniach wtórnych 2A, 2B są równe zero, przez obie diody elektroluminescencyjne 5A, 5B płyną jednakowe wartości prądu, które z kolei wytwarzają strumienie światła o jednakowej intensywności. Strumienie światła z obu diod elektroluminescencyjnych 5A, 5B za pośrednictwem światłowodów 6A, 6B przesyłane są do fotodetektora różnicowego 7, którego wartość sygnału wyjściowego jest proporcjonalna do różnicy intensywności wprowadzonych strumieni światła. Zatem, w stanie braku przepływu prądu wartość wyjściowego sygnału analogowego na wyjściu fotodetektora różnicowego 7 jest równa zero. Jeżeli przez przewód prądowy popłynie prąd, to wówczas na uzwojeniach 2A, 2B czujnika prądu zostaną wyindukowane sygnały napięciowe o jednakowych amplitudach i zgodnej polaryzacji. Te dodatkowe sygnały napięciowe zmieniają wartości prądów płynących przez elektroluminescencyjne diody nadawcze 5A, 5B. Podczas, gdy wartość prądu przez pierwszą diodę elektroluminescencyjną ulegnie zwiększeniu, wartość prądu płynącego przez drugą diodę elektroluminescencyjną zmaleje. Spowoduje to zmianę intensywności strumieni świetlnych obu diod elektroluminescencyjnych, których różnica wartości emitowanych strumieni świetlnych będzie proporcjonalna do chwilowej wartości prądu płynącego przez przewód prądowy. Po przesłaniu za pomocą światłowodów 6A, 6B różnica strumieni świetlnych w układzie fotodetektora różnicowego 7 zostanie przetworzona na proporcjonalny sygnał analogowy, który następnie formuje się za pośrednictwem układu wyjściowego 8.

Cechą wyróżniającą bezkontaktowego miernika prądu dla obwodów wysokiego napięcia jest różnicowa struktura obwodu konwersji prądu na sygnał optyczny. Umożliwia ona linearyzację charakterystyki przejściowej pomimo zastosowania silnie nieliniowych elementów w torze przetwarzania sygnałów. Mostkowa struktura obwodu sensorowego, w połączeniu z różnicowym obwodem odbiorczym, po stronie niskiego napięcia, umożliwia jednocześnie wykorzystanie kilku czynników linearyzujących. Źródło napięcia polaryzującego, zrealizowane w oparciu o konwerter energii świetlnej na elektryczną 3, połączony ze źródłem światła 9, umożliwia wstępną polaryzację elektroluminescencyjnych diod nadawczych 5A, 5B, co minimalizuje niekorzystne zjawiska związane z progowymi charakterystykami diod. Dalszą linearyzację i jednocześnie symetryzację charakterystyki przejściowej uzyskuje się dzięki symetrycznej, różnicowej konfiguracji obwodów: sensorowego, przesyłu sygnałów i odbiorczego. Należy również wspomnieć, że dodatkowy stopień swobody w zakresie korekty liniowości charakterystyki przejściowej umożliwia także optymalny dobór wartości rezystorów 4A, 4B. Ponieważ szeregowe połączenie elementu nieliniowego, jakim jest dioda elektroluminescencyjna 5A, z elementem liniowym, czyli rezystorem 4A, umożliwia kształtowanie wypadkowej charakterystyki napięciowo prądowej szeregowo połączonych elementów, a tym samym, pośrednio, korektę charakterystyki przejściowej napięcie strumień świetlny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Izolowany galwanicznie analogowy układ do pomiaru prądu w obwodach wysokiego napięcia zawierający czujnik prądu i światłowodowe łącza dla transferu sygnałów oraz energii, **znamienny tym**, że czujnik prądu (1) zawiera dwa jednakowe, szeregowo połączone uzwojenia (2A, 2B), które poprzez rezystory (4A, 4B), połączone są anodami elektroluminescencyjnych diod nadawczych (5A, 5B), ponadto, wspólny węzeł łączący uzwojenia (2A, 2B), czujnika prądu (1) połączony jest z dodatnim wyjściem konwertera energii świetlnej na elektryczną (3), natomiast ujemne wyjście konwertera energii świetlnej na elektryczną (3) połączone jest z katodami elektroluminescencyjnych diod nadawczych (5A, 5B), z których sygnały optyczne za pośrednictwem światłowodów (6A, 6B) przesyłane są do różnicowego fotodetektora (7), a następnie elektryczny sygnał wyjściowy fotodetektora (7) doprowadzony jest do układu wyjściowego (8), ponadto, konwerter energii świetlnej na elektryczną (3) połączony jest ze źródłem światła (9), którym jest dioda LED mocy, za pośrednictwem wiązki światłowodów (6C).

2. Izolowany galwanicznie analogowy układ do pomiaru prądu według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czujnik prądu (1) stanowi toroidalny transformator prądowy, lub czujnik pola magnetycznego.

Rysunek



