



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

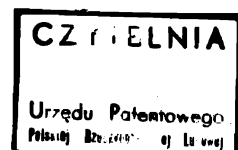
Zgłoszono: 31.08.76 (P. 192118)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 13.03.78

Opis patentowy opublikowano: 16.02.1981

Int. Cl.² G01R 27/26



Twórcy wynalazku: Sławoj Gwiazdowski, Anna Kowalczyk

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Sposób i urządzenie do trójpunktowego pomiaru pojemności wysokostratnych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do trójpunktowego pomiaru pojemności wysokostratnych, znajdujące zastosowanie w automatycznych pomiarach pojemności czujników do pomiaru wilgotności.

Trójpunktowy pomiar pojemności jest znany. Eliminuje on wpływ na wynik pomiaru pojemności przewodów łączących element mierzony z przyrządem pomiarowym. Znanе dotychczas urządzenia do trójpunktowego pomiaru pojemności jest odmianą mostka różnicowego. Składa się on z generatora dołączonego do pierwotnego uzwojenia transformatora różnicowego zwanego napięciowym, którego uzwojenie wtórne posiada uziemiony odczep. Do jednego końca uzwojenia wtórnego dołączona jest admitancja mierzona a do drugiego końca admitancja wzorcowa. Przeciwległe zaciski admitancji wzorcowej i mierzonej dołączone są do końców pierwotnego uzwojenia drugiego transformatora różnicowego, zwanego prądowym, przy czym odczep jego uzwojenia pierwotnego jest uziemiony. Do wtórnego uzwojenia transformatora prądowego dołączony jest detektor stanu równowagi mostka.

W stanie równowagi stosunek admitancji mierzonej do wzorcowej równa się iloczynowi stosunków przekładni zwojowych wtórnego uzwojenia transformatora napięciowego i pierwotnego uzwojenia transformatora prądowego. Mostek równoważy się regulując przekładnie zwojowe transformatorów na przykład za pomocą odczepów lub przez zmianę wartości wzorca. Pojemności przewodów łączących mostek z mierzoną admitancją bocznikując część uzwojenia wtórnego transformatora napięciowego i część uzwojenia pierwotnego transformatora prądowego znajdu-

2

jącą się między zaciskami impedancji mierzonej i uziemionym odczepem transformatorów. Pojemności te znajdują się zatem poza gałęziami pomiarowymi mostka i teoretycznie nie zakłócają pomiaru. W rzeczywistości jednak pojemność przewodów doprowadzających bocznikując części uzwojeń obu transformatorów wprowadza niesymetrię prądową co wobec nieliniowych własności rdzeni magnetycznych transformatorów jest źródłem błędów. Ponadto duże wartości pojemności przewodów doprowadzających bocznikując impedancję wyjściową generatora i wejściową detektora równowagi zakłócając pracę generatora — pływając amplitudy — i zmniejszając czułość detektora, co jest źródłem dodatkowego błędu pomiarowego. Również wadą układu mostkowego jest trudność wykonania pomiaru pojemności wysokostratnych, gdyż wymienione efekty potęgują się a równoważenie obu składowych czynnej i biernej jest utrudnione.

W rozwiązaniu według wynalazku wykorzystuje się własności trójpunktowego pomiaru admitancji, gdzie w trójkąt połączone są trzy admitancje: mierzona oraz admitancje obu przewodów doprowadzających, przy czym punkt połączenia admitancji mierzonych jest uziemiony.

Admitancja mierzona jest równoległym połączeniem pojemności i rezystancji strat a admitancje przewodów doprowadzających stanowią pojemności zwykle przewodów koncentrycznych.

Istota sposobu polega na tym, że oba zaciski admitancji mierzonej oraz uziemiony punkt połączenia pojemności przewodów doprowadzających dołącza się do źródła napięcia trójfazowego połączonego w trójkąt z uziemionym

jednym węzłem, przy czym amplitudy napięć wszystkich trzech faz są jednakowe, a przesunięcie między fazami jest stałe i korzystnie wynosi 120° . Mierzy się składowe rzeczywiste i urojone prądu w przewodach nieuziemionych łączących źródło napięcia trójfazowego z mierzoną admittancją. Z wartości składowych rzeczywistych i urojonych tych prądów wyznacza się zarówno mierzoną pojemność jak i rezystancję strat oraz pojemności przewodów doprowadzających.

Istota urządzenia, w którym pojemność jest włączona między wyjścia dwu żył przewodów koncentrycznych o uziemionych ekranach polega na połączeniu wejść środkowych żył przewodów koncentrycznych poprzez przetworniki prądu na napięcie o jak najmniejszej impedancji wejściowej z dwoma nieuziemionymi węzłami źródła napięcia trójfazowego o uziemionym trzecim węzle. Wyjścia przetworników są dołączone równolegle do mierników składowej rzeczywistej i urojonej prądów a wyjścia tych mierników są połączone z układem przetwarzającym składowe rzeczywiste i urojone mierzonych prądów na wartość pojemności mierzonej, pojemności doprowadzeń oraz rezystancji strat.

Sposób i urządzenie umożliwia pomiar pojemności wysokostratnych dołączonych nawet długimi przewodami koncentrycznymi do układu pomiarowego niezależnie od pojemności tych przewodów, gdyż nie zniekształcają one warunków pomiarowych, a ich wartości mogą być określone w czasie pomiaru. Pomiar nie zależy również od rezystancji strat mierzonej pojemności.

Przedmiot wynalazku uwidoczniiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, którego fig. 1 przedstawia schemat ideowy trójpunktowego połączenia pojemności, fig. 2 schemat ideowy połączenia źródła napięcia trójfazowego z pojemnościami i rezystancją strat, a fig. 3 schemat blokowy urządzenia do trójpunktowego pomiaru wysokostratnych pojemności.

Realizując pomiar wykorzystuje się własności trójpunktowego połączenia pojemności traktując ją jako układ admittancji połączonych w trójkąt z uziemionym jednym węzłem. Admittancje te składają się z admittancji mierzonej stanowiącej równoległe połączenie pojemności mierzonej C_x i jej rezystancji strat R_x oraz admittancji dwu koncentrycznych przewodów doprowadzających stanowiących pojemności C_1 i C_2 . Uziemiony punkt stanowi punkt wspólny połączenia pojemności doprowadzeń C_1 i C_2 . Układ ten jest dołączony dwoma przewodami do trójfazowego generatora napięcia E_1, E_2, E_3 , przy czym trzeci punkt generatora nie połączony z mierzonymi wielkościami C_x i R_x jest uziemiony. Prądy w przewodach łączących oznaczone są jako I_1 i I_2 . Analizując rozływ prądów w sieci pomiarowej, przy równych co do wartości siłach elektromotorycznych $E_1=E_2=E_3=E$ i stałym przesunięciu fazy między nimi wynoszącym 120° otrzymuje się następujące zależności na wielkości mierzone:

$$C_1 = \frac{-(\operatorname{Re} I_1 + \operatorname{Re} I_2) + 3(\operatorname{Im} I_1 + \operatorname{Im} I_2)}{\omega E \sqrt{3}} \quad (a)$$

$$C_2 = \frac{-(\operatorname{Re} I_1 + \operatorname{Re} I_2) + 3(\operatorname{Im} I_1 + \operatorname{Im} I_2)}{\omega E \sqrt{3}} \quad (b)$$

$$C_x = \frac{(\operatorname{Re} I_1 + \operatorname{Re} I_2) + 3(\operatorname{Im} I_1 - \operatorname{Im} I_2)}{2\sqrt{3} \omega E} \quad (c)$$

$$R_x = \frac{2E}{\operatorname{Re} I_1 - \operatorname{Re} I_2 + 2\sqrt{3}(\operatorname{Im} I_1 + \operatorname{Im} I_2)} \quad (d)$$

gdzie $\operatorname{Re} I_1, \operatorname{Re} I_2, \operatorname{Im} I_1$ oraz $\operatorname{Im} I_2$ stanowią składowe rzeczywiste i urojone prądów I_1 oraz I_2 .

Zasada pomiaru polega na zmierzeniu składowych rzeczywistych i urojonych $\operatorname{Re} I_1, \operatorname{Im} I_1, \operatorname{Re} I_2$ oraz na ręcznym lub automatycznym wykonaniu działań określonych zależnościami a, b, c, d. W szereg z przewodami przez które płyną prądy I_1 i I_2 włączone są przetworniki prądu na napięcie $Pt1$ i $Pt2$. Do wyjścia przetwornika $Pt1$ dołączone są równolegle dwa mierniki, z których jeden M_1 mierzy składową rzeczywistą prądu I_1 czyli $\operatorname{Re} I_1$, a drugi M_2 mierzy składową urojoną tego prądu czyli $\operatorname{Im} I_1$. Do wyjścia przetwornika $Pt2$ dołączone są równolegle mierniki M_3 i M_4 , z których miernik M_3 mierzy składową rzeczywistą prądu I_2 czyli $\operatorname{Re} I_2$, a miernik M_4 składową urojoną tego prądu $\operatorname{Im} I_2$. Do wyjścia mierników M_1, M_2, M_3, M_4 dołączone są wejścia układu przetwarzającego UOS składowe rzeczywiste i urojone prądów I_1, I_2 na sygnały będące funkcjami mierzonych wielkości C_x, R_x, C_1, C_2 . Do wyjść układu przetwarzania UOS realizującego automatycznie zależności a, b, c, d dołączone są wskaźniki mierzonych wartości pojemności C_x , rezystancji strat R_x oraz pojemności doprowadzeń C_1 i C_2 .

Włączone w obwody prądów I_1 i I_2 przetworniki $Pt1$ i $Pt2$ charakteryzują się małą wartością rezystancji wejściowych tak, aby nie wprowadzały zniekształcenia warunków pomiaru. Przy pomiarach pojemności mniejszych od 10 nF i oporze R_x mniejszym od 1 kΩ, rezystancje wejściowe przetworników powinny być mniejsze od 1Ω, aby błąd pomiaru spowodowany przez te rezystancje wejściowe był mniejszy od 10^{-5} .

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób trójpunktowego pomiaru pojemności wysokostratnych, w którym mierzona pojemność zbocznikowana rezystancją strat połączona jest w trójkąt z dwoma pojemnościami koncentrycznych przewodów doprowadzających gdzie punkt połączenia pojemności przewodów doprowadzających jest uziemiony, **znamienny** tym, że do węzłów połączenia pojemności mierzonej (C_x) zbocznikowanej rezystancją strat (R_x) i pojemności przewodów doprowadzających (C_1, C_2) dołącza się źródło napięcia trójfazowego połączonych go w trójkąt z uziemionym jednym węzłem, przy czym amplitudy napięć poszczególnych faz (E_1, E_2, E_3) są jednakowe a przesunięcie między fazami jest stałe i korzystnie wynosi 120° , po czym mierzy się składowe rzeczywiste i urojone prądu (I_1, I_2) w przewodach nieuziemionych i z wartości składowych rzeczywistych i urojonych tych prądów określa się wartości pojemności przewodów doprowadzających (C_1, C_2), mierzoną pojemność (C_x) oraz równoległą rezystancję strat (R_x).

2. Urządzenie do trójpunktowego pomiaru pojemności wysokostratnych, w którym pojemność jest dołączona między wyjścia dwu żył przewodów koncentrycznych o uziemionych ekranach, **znamienny** tym, że wejścia środkowych żył przewodów koncentrycznych są połączone poprzez przetworniki prądu na napięcie ($Pt1, Pt2$) z dwoma nieuziemionymi węzłami źródła napięcia trójfazowego (E_1, E_2, E_3) a wyjścia przetworników ($Pt1, Pt2$) są połączone równolegle z miernikami (M_1, M_2, M_3, M_4) składowych rzeczywistych i urojonych prądów (I_1, I_2), zaś wyjścia mierników (M_1, M_2, M_3, M_4) są dołączone do wejść układu (OUS) przetwarzającego składowe rzeczywiste i urojone prądów na sygnały będące funkcjami mierzonych wielkości, do którego dołączone są wskaźniki wartości pojemności mierzonej (C_x), rezystancji strat (R_x), pojemności doprowadzeń (C_1, C_2).

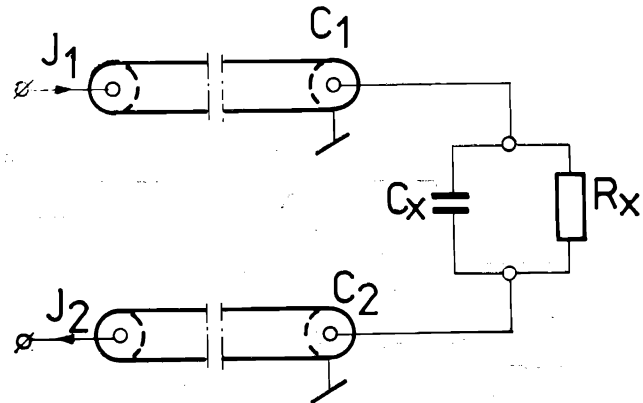


FIG. 1

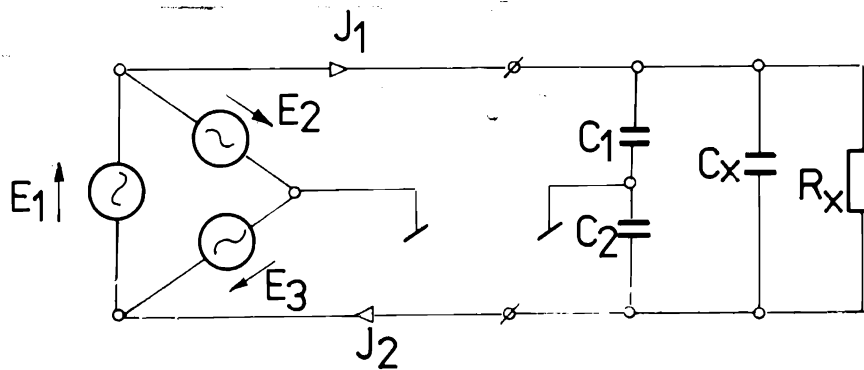


FIG. 2

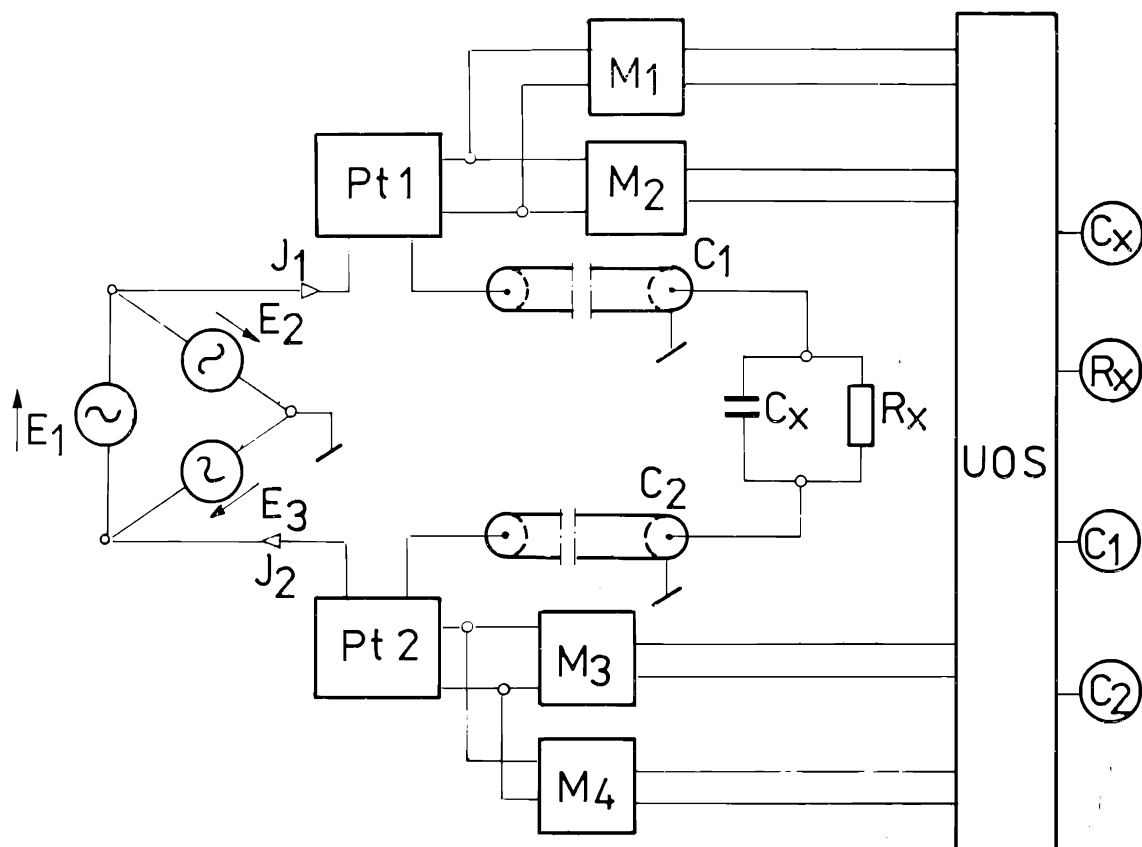


FIG. 3