

2
POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

53936

21e 27/26

Kl. 21e, 29/63

Patent dodatkowy
do patentu _____

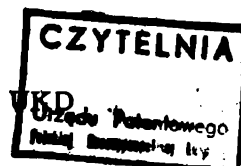
Zgłoszono: 28.I.1966 (P 112 679)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10.XI.1967

MKP G 01 r

27/26



Twórca wynalazku: mgr inż. Jan Srzednicki

Właściciel patentu: Zakłady Wytwórcze Podzespołów Telekomunikacyjnych TELPOD, Kraków (Polska)

Odchyłowy mostkowy miernik współczynnika strat dielektrycznych

1

Przedmiotem wynalazku jest odchyłowy mostkowy miernik przeznaczony do szybkich pomiarów współczynnika strat dielektrycznych kondensatorów o znacznie różniących się pojemnościach.

Pomiary współczynnika strat dielektrycznych przy małej częstotliwości przeprowadza się najczęściej za pomocą metod mostkowych. Ogólnie można podzielić metody mostkowe na zerowe i odchyłowe. Metody zerowe zapewniają dobrą dokładność pomiaru lecz wymagają zastosowania drogiej i skomplikowanej aparatury, jeśli równoważenie ma odbywać się nie ręcznie a w sposób automatyczny. Dokładność mostkowych mierników odchyłowych jest wprawdzie z reguły gorsza od dokładności mostków wykorzystujących zerową metodę pomiaru, ale metody odchyłowe umożliwiają szybsze przeprowadzenie pomiaru. Ta ostatnia cecha ma szczególnie ważne znaczenie w masowej kontroli przemysłowej. Ponadto w pomiarach współczynnika strat nie jest wymagana duża dokładność pomiaru, która jest główną zaletą metody zerowej. Dla większości przypadków błąd pomiarowy 10% uważany jest za dostatecznie mały. W znanych przyrządach wykorzystujących odchyłową mostkową metodę pomiaru współczynnika strat napięcie wyjściowe mostka jest wzmacniane przez wzmacniacz a następnie doprowadzone jest do detektora fazowego. Detektor fazowy jest czuły tylko na składową bierną, albo tylko na składową czynną wyjściowego napięcia mostka,

2

zależnie od typu zastosowanego mostka. Tak np. w mostku przedstawionym na fig. 1 oznaczając przez n stosunek pojemności $\frac{C_a}{C_b}$ porównywanych kondensatorów tzn.

$$n = \frac{C_a}{C_b} \quad (1)$$

otrzymamy przybliżoną wartość składowej biernej $J_m(U_2)$ wyjściowego napięcia mostkowego

$$J_m(U_2) \cong U_1 \frac{n}{(n+1)^2} (tg\delta_a - tg\delta_b) \quad (2)$$

gdzie U_1 i U_2 są odpowiednio napięciami zasilającymi i wyjściowymi mostka, a $tg\delta_a$ i $tg\delta_b$ współczynnikami strat kondensatorów mostka. Z wzoru (2) wynika, że czułość układu, zależna od wyrażenia $\frac{n}{(n+1)^2}$ jest dostatecznie stała, gdy względna różnica pojemności kondensatora badanego i wzorcowego waha się w granicach $\pm 20\%$. Dla wielu przypadków taki zakres zmian pojemności sprawdzanych kondensatorów jest wystarczający, jednakże nie zawsze może być on ze względów pomiarowych wykorzystany. Na przeszkodzie stoi zbyt duża składowa czynna wyjściowego napięcia mostka, proporcjonalna do względnej różnicy pojemności. Wartość tej składowej może być znacznie większa od wartości składowej biernej, co może powodować duże błędy pomiarowe nawet przy nieznacznych zniekształceniach fazowych

wzmacniacza, a także może to prowadzić do przesterowania układu wskaźnikowego przyrządu. Składową czynną wyjściowego napięcia mostka można kompensować jednym ze sposobów stosowanych w mostkowych metodach zerowych. Stąd też układy takie zawierające zwykle wiele elementów mechanicznych i elektromechanicznych mają podobne wady jak wspomniane wyżej automatycznie równoważone mostki pomiarowe. Równoważenie mostka dla składowej czynnej może także odbywać się przy pomocy elementów elektronicznych. Wtedy polega ono na wprowadzaniu dodatkowego napięcia kompensującego składową czynną do układu mostkowego lub do wzmacniacza napięcia wyjściowego mostka. To napięcie kompensujące jest dostarczane przez wzmacniacz o wzmocnieniu regulowanym, zależnym od napięcia otrzymywanego z detektora fazowego czułego na składową czynną napięcia wyjściowego mostka. Główną wadą przyrządów pracujących według tej zasady jest wprowadzanie dodatkowych błędów pomiaru, wynikających z wpływu zniekształceń fazowych wzmacniacza o regulowanym wzmocnieniu. Błędy te są tym większe, im większe są zmiany składowej czynnej proporcjonalne do zmian pojemności.

Celem wynalazku jest stworzenie układu umożliwiającego odchyłowe pomiary współczynnika strat kondensatorów, których pojemności mogłyby znacznie różnić się między sobą np. w stosunku 1:3 i większym. Błąd pomiarowy spowodowany tymi zmianami pojemności sprawdzanego kondensatora winien być przy tym stosunkowo mały. Cel ten został osiągnięty przez zastosowanie układu utrzymującego stałą czułość napięcia mostka, znacznie niezależną od pojemności sprawdzanych kondensatorów oraz przez kompensację składowej czynnej wyjściowego napięcia mostka przy pomocy dodatkowego układu wysokiej częstotliwości.

Istotą wynalazku jest przyłączenie generatora zasilającego mostek nie bezpośrednio do węzłów mostka lecz za pośrednictwem wzmacniacza, w którego obwodzie sprzężenia zwrotnego znajdują się pojemnościowe gałęzie mostka. W ten sposób zrealizowano układ o stałej czułości napięciowej. Natomiast kompensację składowej czynnej uzyskano przez włączenie w gałąź oporową mostka żaróweczki wolframowej podgrzewanej prądem wysokiej częstotliwości, którego wartość jest samoczynnie regulowana za pomocą układu elektronicznego.

Wynalazek zostanie bliżej omówiony na podstawie rysunków, gdzie fig. 1 przedstawia mostek używany zwykle w odchyłowych pomiarach współczynnika strat, a fig. 2 przedstawia blokowy schemat miernika według wynalazku.

Mostek pomiarowy zawiera kondensatory C_a i C_b oraz oporniki R_1 i R_2 . Opornikiem R_2 jest żaróweczka wolframowa. Wzmacniacz $W1$ wyjściowego napięcia mostka i detektor fazowy $DF1$ wraz z woltomierzem V stanowią zespół członów elektronicznych stosowanych w mostkowych pomiarach odchyłowych. Przesuwnik fazowy PF przesuwą fazę o kąt 90° , a otrzymane z niego napięcie służy do kluczowania detektora fazowego

$DF2$. W ten sposób woltomierz V wskazuje tylko składową bierną wyjściowego napięcia wzmacniacza $W1$. Drugi detektor fazowy $DF2$ jest kluczowany napięciem zgodnym fazowo z napięciem zasilającym mostek, a zatem uzyskane z niego napięcie jest zależne tylko od składowej czynnej wyjściowego napięcia mostka. Napięcie otrzymane z detektora fazowego $DF2$ służy do regulacji amplitudy generatora $G2$ wysokiej częstotliwości. Generator $G2$ jest połączony poprzez kondensator C_g o małej pojemności z żaróweczką R_2 mostka. Mostek jest zasilany z generatora $G1$ za pośrednictwem wzmacniacza $W2$. Do wejścia wzmacniacza $W2$ jest także doprowadzone napięcie ujemnego sprzężenia zwrotnego odbierane z gałęzi pojemnościowej mostka. Oporności wejściowe wzmacniaczy $W1$ i $W2$ winny być tak duże, aby przyłączenie ich do węzłów mostka nie powodowało błędu pomiarowego większego niż na to zezwala żądana klasa dokładności miernika. Można też zmniejszyć ten błąd przez włączenie pomiędzy wyjście mostka a wejścia wzmacniaczy $W1$ i $W2$ dodatkowego oddzielającego wzmacniacza, np. specjalnego wtórnika katodowego o bardzo dużej oporności wejściowej.

Działanie układu kompensującego zmiany czułości w mierniku według wynalazku polega na uzyskaniu proporcjonalnej zależności między napięciem U_1 a wyrażeniem $\frac{(n+1)^2}{n}$ gdyż w takim przypadku składowa bierna napięcia U_2 będzie niezależna od zmian pojemności. Można obliczyć, że w przyrządzie według fig. 2 napięcie zasilające mostek wynosi:

$$U_1 = U_g \frac{k(n+1)}{k+n+1} \quad (3)$$

gdzie U_g jest napięciem generatora $G1$, a k jest wzmocnieniem wzmacniacza $W2$. Napięcie U_1 ze wzoru (3) zależy więc od stosunku n i dla $n > 10$ może w pewnych warunkach w przybliżeniu spełniać żadaną zależność. Jeśli zatem dla obranego zakresu pojemności wyrażonego wartościami współczynnika n : najmniejszą n_{min} i największą n_{max} przyjmiemy

$$k \cong n_{min} \cdot n_{max} \quad (4)$$

to przy $n_{min} > 10$ oraz $\frac{n_{max}}{n_{min}} \cong 3$, błąd pomiarowy wynikający z niestałości czułości może być mniejszy od $\pm 1\%$. Wynika stąd, że w mostku miernika według fig. 2 należy obrać stosunek pojemności większy od 10. Jest przy tym obojętne, czy C_a będzie kondensatorem wzorcowym a C_b kondensatorem badanym, czy też będzie odwrotnie.

Głównym elementem automatycznego równoważenia mostka dla pojemności jest żaróweczka R_2 . Opór żaróweczki R_2 zależy od przepływającego przez nią prądu wysokiej częstotliwości i wskutek tego zmienia się równowaga mostka dla składowej czynnej napięcia U_2 . Np. zmiana składowej czynnej wynikająca ze zmniejszenia stosunku pojemności n powoduje dodatnią zmianę wyjściowego napięcia detektora fazowego i wzrost amplitudy prądu wysokiej częstotliwości generatora $G2$.

W wyniku tego wzrasta oporność żaróweczki R_2 i następuje równoważenie mostka dla pojemności.

Zastrzeżenia patentowe

1. Odchyłowy mostkowy miernik współczynnika strat dielektrycznych składający się z mostka pomiarowego oraz układu elektronicznego zawierającego zespół zasilania mostka prądem zmiennym i zespół wzmacniający napięcie wyjściowe mostka połączony z detektorami fazowymi **znamienny tym**, że gałąź oporowa mostka (R_2) przyłączona jest poprzez kondensator (C_g) do generatora ($G2$) wysokiej częstotliwości,

przy czym elektrody ustalające punkt pracy tego generatora połączone są z wyjściem detektora fazowego ($DF2$).

2. Odchyłowy mostkowy miernik według zastrz. 1 **znamienny tym**, że do gałęzi oporowej (R_2) mostka włączona jest żarówka wolframowa.
3. Odchyłowy mostkowy miernik według zastrz. 1 **znamienny tym**, że zespół zasilania mostka zawiera wzmacniacz ($W2$), w którego obwód sprzężenia zwrotnego są włączone gałęzie pojemnościowe (C_a) i (C_b) mostka, a do wejścia tego wzmacniacza jest doprowadzone napięcie otrzymywane z generatora ($G1$).

