

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

O P I S P A T E N T O W Y 95369

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 26.07.75 (P. 182320)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 14.08.76

Opis patentowy opublikowano: 31.03.1979

MKP G01r 27/26

Int. Cl.² G01R 27/26

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Miast. Państw. Łódź

Twórca wynalazku: Lech Tomawski

**Uprawniony z patentu : Uniwersytet Śląski w Katowicach,
Katowice (Polska)**

Sposób i układ do pomiaru pojemności lub indukcyjności w obecności dużych strat

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do pomiaru pojemności lub indukcyjności w obecności dużych strat, rozumianych jako $\text{tg } \delta$ rzędu kilkuset.

Znane sposoby pomiaru pojemności lub indukcyjności, związanych z dużymi stratami polegają na porównaniu części rzeczywistej i części urojonej admitancji badanego elementu z elementami wzorcowymi w procesie równoważenia elektrycznego układu pomiarowego, które sprowadza się do nastawienia tych samych wartości napięć lub prądów w gałęziach z elementem mierzonym i elementami wzorcowymi.

Znane sposoby pomiaru pojemności lub indukcyjności w obecności dużych strat realizowane są za pomocą mostków RLC prądu zmiennego. Spośród różnych wariantów układów mostkowych do pomiaru np. pojemności w obecności dużych strat, stosowany jest mostek, w którym dwie pionowe gałęzie, a mianowicie mierzona i wzorcowa składają się z równoległych połączeń RC, natomiast pozostałe dwie są zbudowane z oporników. W takim układzie, różne firmy, produkujące mostki RLC uzyskują możliwość pomiaru pojemności przy równoległych stratach, wyrażonych poprzez $\text{tg } \delta$ rzędu kilkadziesiąt, na przykład:

Rohde Schwarz — mostek BN 3401	— $\text{tg } \delta = 10$
General Radio — mostek 1656	— $\text{tg } \delta = 50$
General Radio — mostek 1650B	— $\text{tg } \delta = 50$
Hewlett Packard — mostek 4260A	— $\text{tg } \delta = 50$

Zasadniczą niedogodnością znanych rozwiązań jest ograniczenie możliwości pomiarowych do $\text{tg } \delta$ rzędu kilkadziesiąt ze względu na silne pogorszenie stałości zera układu detekcyjnego i dokładności pomiaru przy dużych stratach.

Celem wynalazku jest usunięcie dotychczasowych niedogodności oraz przesunięcie granicy możliwości pomiaru do $\text{tg } \delta$ rzędu kilkuset, a także podniesienie dokładności w zakresie dotychczas mierzalnym.

Cel ten osiągnięto dzięki zastosowaniu wynalazku. Istota sposobu pomiaru pojemności lub indukcyjności w obecności dużych strat polega na tym, że w mostku prądu zmiennego dokonuje się najpierw wstępnego zrównoważenia w celu zmierzenia strat, a następnie kompensuje się straty w gałęzi, do której jest przyłączony

element mierzony. Kompensacji dokonuje się zmniejszając rezystancję szeregową w specjalnym obwodzie kompensującym i jednocześnie w taki sposób zwiększając rezystancję szeregową w gałęzi mostka, doprowadzającej energię z generatora do gałęzi kompensowanej, aby detektor amplitudy utrzymywał się na wskazaniu zerowym. Następnie po raz drugi równoważy się mostek pojemnością wzorcową w gałęzi z elementem mierzonym, odczytując mierzoną pojemność, lub indukcyjność z różnicy nastaw pojemności wzorcowej w stanie początkowym i po ostatecznym zrównoważeniu.

Układ elektryczny, składający się z mostka prądu zmiennego, potrzebny do stosowania tego sposobu, polega na tym, że do mostka, najkorzystniej czterogałęźnego, rezonansowego dołączony jest obwód, przeznaczony do kompensacji strat. Składa się on z nieliniowego wzmacniacza o charakterystyce przenoszenia typu ogranicznika amplitudy i wyzerowanej charakterystyce fazowej, którego wejście jest dołączone do gałęzi mostka z mierzonym elementem, a wyjście przez szeregowy, regulowany rezystor jest również dołączone do tej gałęzi.

Wynalazek pozwala na wykonywanie pomiarów wykraczających ze względu na wartość strat poza zakres pomiarowy mostków RLC, a także może stanowić zasadę budowy urządzeń pomiarowych, zawierających czujnik pojemnościowy lub indukcyjny, rejestrujący niewielkie zmiany pojemności lub indukcyjności. W ostatnim przypadku, dzięki możliwości całkowitego skompensowania strat czujnika, czułość urządzenia pomiarowego na zmiany pojemności czy indukcyjności może być ekstremalnie wysoka.

Na rysunku jest pokazany schematycznie układ elektryczny urządzenia do pomiaru pojemności lub indukcyjności, związanych z dużymi stratami. Układ składa się z generatora A, zasilającego napięciem sinusoidalnym czterogałęźny mostek, złożony z trzech gałęzi rezystancyjnych R_1 , R_3 , R_4 oraz z gałęzi B, stanowiącej obwód rezonansowy, do którego dołącza się mierzony element $R_x - C_x$. Rezonans zachodzi między pojemnością C_2 , indukcyjnością L_2 wraz ze stratami R_L i częścią urojoną admitancji mierzonego elementu $R_x - C_x$. Rezystor R_2 i kondensator C_2 obwodu rezonansowego są wykonane precyzyjnie i traktowane jako wzorce. Równowagę mostka wskazuje detektor amplitudy C i detektor fazy D. Zgodnie z wynalazkiem do mostka jest dołączony obwód kompensacji strat, składający się z nieliniowego wzmacniacza E, którego wejście WE jest dołączone do gałęzi B mostka, zawierającej mierzony element $R_x - C_x$, a wyjście WY poprzez szeregowy, regulowany rezystor R_d również do tej samej gałęzi mostka B. Detektor fazy D może być także załączony pomiędzy wyjście generatora A, i wzmacniacza E, natomiast generator A może być zbudowany przy użyciu drugiego wzmacniacza E i drugiego obwodu rezonansowego.

Działanie układu jest następujące. Przed dołączeniem mierzonego elementu np. $R_x - C_x$, gałąź B musi być dostrojona do rezonansu z generatorem A, rezystor R_1 musi być tak nastawiony, aby mostek był w równowadze, a rezystor R_d układu kompensacji musi mieć wartość maksymalną. W tej sytuacji oba detektory wskazują zero. Dołączenie badanego elementu, np. $R_x - C_x$ rozstraja mostek. Równoważy się go zmieniając R_2 i C_2 . Ze zmiany R_2 wylicza się straty R_x . Następnie kompensuje się łączne straty obwodu rezonansowego, doprowadzając energię ze wzmacniacza E poprzez zmniejszanie rezystancji rezystora R_d . Jednocześnie należy zwiększać rezystancję rezystora R_1 tak, aby detektor amplitudy C pozostawał na wskazaniu zerowym. W trakcie kompensacji strat wskazanie detektora fazy będzie coraz bardziej odbiegało od stanu równowagi. Jeżeli wskazanie to dojdzie do wartości odpowiadającej kątowi fazowemu około 85° ; należy zakończyć kompensację strat i ponownie sprowadzić wskazanie detektora fazy do zera pojemnością kondensatora C_2 . Pojemność mierzona C_x będzie równa różnicy nastaw pojemności C_2 pomiędzy stanem wyjściowym przed dołączeniem elementu mierzonego, a stanem końcowym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru pojemności lub indukcyjności w obecności dużych strat, z n a m i e n n y t y m, że w mostku prądu zmiennego dokonuje się najpierw wstępnego zrównoważenia w celu zmierzenia strat, a następnie kompensuje się straty w gałęzi, do której jest przyłączony element mierzony, zmniejszając rezystancję szeregową w obwodzie kompensacji i jednocześnie w taki sposób zwiększając rezystancję szeregową w gałęzi mostka doprowadzającej energię z generatora do gałęzi z elementem mierzonym, aby detektor amplitudy utrzymywał się na zerowym wskazaniu, po czym ponownie równoważy się mostek pojemnością wzorcową w gałęzi z elementem mierzonym, odczytując mierzoną pojemność lub indukcyjność z różnicy nastaw pojemności wzorcowej w stanie początkowym i po ostatecznym zrównoważeniu.

2. Układ do pomiaru pojemności lub indukcyjności w obecności dużych strat, składający się z mostka prądu zmiennego, z n a m i e n n y t y m, że do mostka, najkorzystniej czterogałęźnego, rezonansowego dołączony jest obwód kompensacji strat, składający się z nieliniowego wzmacniacza o charakterystyce przenoszenia typu ogranicznika amplitudy i wyzerowanej charakterystyce fazowej, którego wejście (WE) jest

dołączone do gałęzi (B) mostka, zawierającej mierzony element, korzystnie ($R_x - C_x$), a wyjście (WY) przez szeregowy, regulowany rezystor (R_d), jest dołączone również do gałęzi (B) tego mostka.

