

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 67778

Patent dodatkowy
do patentu

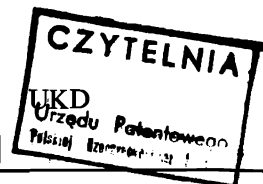
Kl. 21e,27/26

Zgłoszono: 17.VIII.1970 (P 142 731)

Pierwszeństwo:

MKP G01r 27/26

Opublikowano: 15.VI.1973



Współtwórcy wynalazku: Krzysztof Braclawski, Józef Maciak, Kazimierz Sadowski

Właściciel patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Urządzenie do pomiaru pojemności elektrycznej

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pomiaru pojemności elektrycznej.

Przy pomiarach pojemności elektrycznej, zwłaszcza przy pomiarach małych zmian tej pojemności umożliwiających określenie wartości temperaturowych współczynników pojemności oraz przenikalności dielektrycznej dąży się do uzyskania możliwie dużej względnej zdolności rozdzielczej pomiaru.

Większość znanych urządzeń do pomiaru pojemności elektrycznej budowana jest w oparciu o dwie rozpowszechnione metody: metodę mostkową i metodę rezonansową z amplitudowymi wskaźnikami dostrojenia. Dokładniejsze urządzenia zapewniające uzyskanie większej zdolności rozdzielczej pomiaru wyposażone są w fazowe wskaźniki dostrojenia. Budowa fazowych wskaźników dostrojenia pracujących w zakresie wielkich częstotliwości jest skomplikowana, co wiąże się z dużymi kosztami urządzeń wyposażonych w takie wskaźniki.

Jednym z urządzeń zapewniających uzyskanie dużej dokładności i zdolności rozdzielczej pomiaru pojemności jest urządzenie składające się z pomiarowego obwodu rezonansowego wielkiej częstotliwości oraz układu zamkniętej przemiany częstotliwości połączonego łańcuchowo z tym obwodem.

Układ zamkniętej przemiany częstotliwości wskazujący stan dostrojenia pomiarowego obwodu rezonansowego posiada generator wielkiej częstotliwości, którego wyjście połączone jest z pierwszym wejściem mieszacza zasilającego i drugim wejściem mieszacza powrotnego. Wejście pierwsze mieszacza powrotnego jest połączone

2

poprzez pomiarowy obwód rezonansowy z wyjściem mieszacza zasilającego. Drugie wejście mieszacza zasilającego połączone jest z wyjściem generatora małej częstotliwości. Do wyjścia tego generatora dołączone jest poprzez wzmacniacz napięcia wiodącego i przesuwnik fazowy małej częstotliwości drugie wejście prostownika synchronicznego, wyposażonego we wskaźnik wychyłowy. Pierwsze wejście prostownika synchronicznego połączone jest z wyjściem mieszacza powrotnego poprzez wzmacniacz selektywny.

Innym urządzeniem zapewniającym uzyskanie dużej zdolności rozdzielczej pomiaru pojemności jest urządzenie składające się z zespołu dwóch generatorów wielkiej częstotliwości połączonych ze sobą przez element sprzężenia, z których każdy zawiera obwód rezonansowy. Jeden z obwodów rezonansowych jest jednocześnie obwodem pomiarowym. Do wyjścia pomiarowego obwodu rezonansowego i wyjścia drugiego generatora wielkiej częstotliwości podłączony jest wskaźnik fazowy wskazujący stan dostrojenia tego obwodu.

Możliwości pomiarowe wyżej omówionych urządzeń są ograniczone. W urządzeniu z zastosowaniem układu zamkniętej przemiany częstotliwości ograniczenie to wynika z niedoskonałości pomiarowego obwodu rezonansowego jako przesuwnika fazowego a w urządzeniu z zastosowaniem zespołu dwóch generatorów wielkiej częstotliwości ograniczenie jest spowodowane niewysoką czułością fazową wskaźnika fazowego.

Celem wynalazku jest opracowanie urządzenia do pomiaru pojemności elektrycznej zapewniającego znacz-

nie większą zdolność rozdzielczą pomiaru w stosunku do urządzenia z wykorzystaniem układu zamkniętej przemiany częstotliwości oraz urządzenia, w którym zastosowano zespół dwóch generatorów wielkiej częstotliwości.

Cel ten został osiągnięty w ten sposób, że urządzenie do pomiaru pojemności elektrycznej składa się z zespołu dwóch generatorów wielkiej częstotliwości, z których jeden połączony jest poprzez pomiarowy obwód rezonansowy z pierwszym wejściem układu zamkniętej przemiany częstotliwości, a drugi generator połączony jest z drugim wejściem tego układu. Do obwodu pomiarowego dołączony jest element mierzony.

Układ zamkniętej przemiany częstotliwości posiada mieszacz powrotny, którego wyjście połączone jest poprzez wzmacniacz selektywny z pierwszym wejściem prostownika synchronicznego wyposażonego we wskaźnik wychyłowy. Drugie wejście tego prostownika połączone jest poprzez przesuwnik fazowy małej częstotliwości oraz wzmacniacz napięcia wiodącego z drugim wyjściem generatora małej częstotliwości. Pierwsze wyjście tego generatora połączone jest z drugim wejściem mieszacza zasilającego. Pierwsze wejście mieszacza zasilającego jest połączone z wyjściem pomiarowego obwodu rezonansowego dołączonego łańcuchowo do jednego generatora wielkiej częstotliwości, którego wyjście jest połączone z wejściem drugiego generatora wielkiej częstotliwości poprzez element sprzężenia. Wyjście drugiego generatora wielkiej częstotliwości jest połączone poprzez separator z drugim wejściem mieszacza powrotnego. Pierwsze wejście tego mieszacza jest połączone z wyjściem mieszacza zasilającego poprzez korekcyjny przesuwnik fazowy wielkiej częstotliwości.

Urządzenie pracuje na wielkiej częstotliwości, na przykład 1 MHz, przy niezbyt dużych stratach elementu mierzonego zapewniając uzyskanie dużej zdolności rozdzielczej i dokładności pomiarów. Jest ono przeznaczone do dokładnych pomiarów pojemności elektrycznej oraz przenikalności dielektrycznej i temperaturowych współczynników pojemności kondensatorów, dzięki dużej względnej zdolności rozdzielczej pomiaru sięgającej 10^{-9} , znacznie większej od zdolności rozdzielczej znanych urządzeń. Dzięki wykorzystaniu fazy do przenoszenia informacji pomiarowej urządzenie jest mało wrażliwe na zakłócenia przenikające z otoczenia i z sieci zasilającej.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia uproszczony schemat blokowy urządzenia a fig. 2 przedstawia pełny schemat blokowy.

Pomiarowy obwód rezonansowy 1 połączony jest z zespołem generatorów 2 oraz z fazoczułym układem zamkniętej przemiany częstotliwości 3 dołączonym do zespołu generatorów 2 i obwodu pomiarowego 1. Dostrojenie pomiarowego obwodu rezonansowego 1 jest wskazywane przez wskaźnik wychyłowy układu zamkniętej przemiany częstotliwości 3. Do obwodu pomiarowego 1 dołączony jest element mierzony 4. W celu wyeliminowania wpływu zmian temperatury otoczenia na dokładność pomiaru zespół generatorów 2 łącznie z obwodem pomiarowym umieszczony jest w termostacie 6. Element mierzony 4 umieszczony jest w osobnym termostacie 5 umożliwiającym pomiar pojemności przy różnych i określonych temperaturach, co jest koniecz-

ne przy określaniu temperaturowego współczynnika pojemności.

Na fig. 2 rezonansowy obwód pomiarowy 1 połączony jest z generatorem wielkiej częstotliwości 7, elementem mierzonym 4 umieszczonym w termostacie 5 oraz mieszaczem zasilającym 10. Generator wielkiej częstotliwości 7 połączony jest poprzez element sprzężenia 8 z drugim generatorem wielkiej częstotliwości 9 tworząc zespół generatorów 2, dzięki czemu generatory 7 i 9 synchronizują się, gdy ich częstotliwości generacji są dostatecznie bliskie sobie. Zespół generatorów 2 i obwód pomiarowy 1 umieszczone są w termostacie 6.

Z wyjścia generatora wielkiej częstotliwości 9 poprzez separator 13 napięcie podawane jest na drugie wejście mieszacza powrotnego 12. Na pierwsze wejście mieszacza powrotnego 12 podawany jest poprzez korekcyjny przesuwnik fazowy 11 sygnał składający się z prązków bocznych — sumacyjnego i różnicowego wytwarzanych w zrównoważonym mieszaczu zasilającym 10, którego jedno wejście połączone jest z obwodem pomiarowym 1 a drugie z generatorem małej częstotliwości 14. Sygnał małej częstotliwości otrzymywany na wyjściu mieszacza powrotnego 12 zawierający informację pomiarową wzmacnia się we wzmacniaczu selektywnym 17 i jest doprowadzany do jednego z wejść prostownika synchronicznego 18. Do drugiego wejścia prostownika synchronicznego 18 doprowadzane jest napięcie wiodące z generatora małej częstotliwości 14 poprzez wzmacniacz napięcia wiodącego 15 i poprzez przesuwnik fazowy małej częstotliwości 16. Na wyjściu prostownika synchronicznego 18 dołączony jest wskaźnik wychyłowy 19.

Z punktu widzenia istoty działania urządzenia objętne jest, czy pomiarowy obwód rezonansowy 1 jest połączony z mieszaczem zasilającym 10 a generator wielkiej częstotliwości 9 z separatorem 13, czy też pomiarowy obwód rezonansowy 1 połączony jest z separatorem 13 a generator wielkiej częstotliwości 9 z mieszaczem zasilającym 10. Zamiast prostownika synchronicznego lub wspólnie z nim można stosować detektor aperiodyczny.

Włączenie zespołu generatorów wielkiej częstotliwości 2 i obwodu pomiarowego 1 do pętli fazoczułego układu zamkniętej przemiany częstotliwości 3 zapewnia uzyskanie dużej czułości fazowej rejestracji różnicy faz generowanych napięć, a przez to zapewnia uzyskanie dużej zdolności rozdzielczej. W zakresie synchronizacji obydwu generatorów wielkiej częstotliwości pracują na jednej częstotliwości a kąt fazowy między generowanymi napięciami jest równy zeru tylko wtedy, gdy częstotliwości generacji obu generatorów są równe. Generatory tworzą więc bardzo czuły przesuwnik fazowy wielkiej częstotliwości.

Napięcie małej częstotliwości otrzymywane na wyjściu mieszacza powrotnego 12 posiada amplitudę jednoznacznie uzależnioną od kąta przesunięcia fazowego istniejącego między napięciami pochodzącymi z generatora wielkiej częstotliwości 9 i pomiarowego obwodu rezonansowego 1. Korekcyjny przesuwnik fazowy 11 wielkiej częstotliwości zapewnia takie przesunięcie fazowe, że w zakresie synchronizacji generatora wielkiej częstotliwości 7 z generatorem wielkiej częstotliwości 9 przy dostrojeniu pomiarowego obwodu rezonansowego do rezonansu wychylenie wskaźnika wychyłowego 19 jest równe zeru.

Pomiar pojemności przeprowadza się w ten sposób, że przed dołączeniem pojemności mierzonej 4 dostraja się pomiarowy obwód rezonansowy 1 do rezonansu, co odpowiada zerowemu wychyleniu wskaźnika 19 (krzywa strojenia posiada w tym punkcie największe nachylenie). Następnie dołącza się pojemność mierzoną i za pomocą kondensatora wzorcowego obwodu pomiarowego doprowadza się powtórnie do zerowego wychylenia wskaźnika 19. Wartość pojemności mierzonej określa się jako różnicę odczytów na kondensatorze wzorcowym przy pierwszym i drugim strojeniu.

Zastrzeżenie patentowe

Urządzenie do pomiaru pojemności elektrycznej składające się z zespołu dwóch generatorów wielkiej częstotliwości, z których jeden połączony jest poprzez pomiarowy obwód rezonansowy z pierwszym wejściem układu zamkniętej przemiany częstotliwości, a drugi z drugim wejściem tego układu, zaś układ zamkniętej

przemiany częstotliwości posiada mieszacz powrotny, którego wyjście połączone jest poprzez wzmacniacz selektywny z pierwszym wejściem wyposażonego we wskaźnik wychyłowy prostownika synchronicznego, zaś drugie wejście tego prostownika połączone jest poprzez przesuwnik fazowy małej częstotliwości i wzmacniacz napięcia wiodącego z drugim wyjściem generatora małej częstotliwości, którego pierwsze wyjście połączone jest z drugim wejściem mieszacza zasilającego, **znamiennie tym**, że pierwsze wejście mieszacza zasilającego (10) jest połączone z wyjściem pomiarowego obwodu rezonansowego (1) dołączonego łańcuchowo do jednego generatora wielkiej częstotliwości (7), którego wyjście jest połączone z wejściem drugiego generatora wielkiej częstotliwości (9) poprzez element sprzężenia (8), a wyjście tego generatora jest połączone poprzez separator (13) z drugim wejściem mieszacza powrotnego (12), którego pierwsze wejście połączone jest z wyjściem mieszacza zasilającego (10) poprzez korekcyjny przesuwnik fazowy (11) wielkiej częstotliwości.

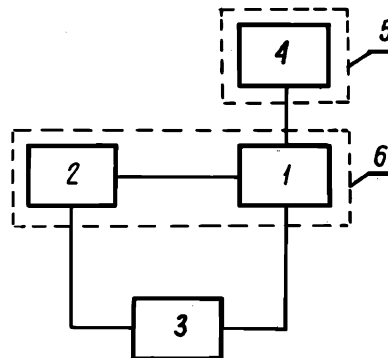


Fig.1.

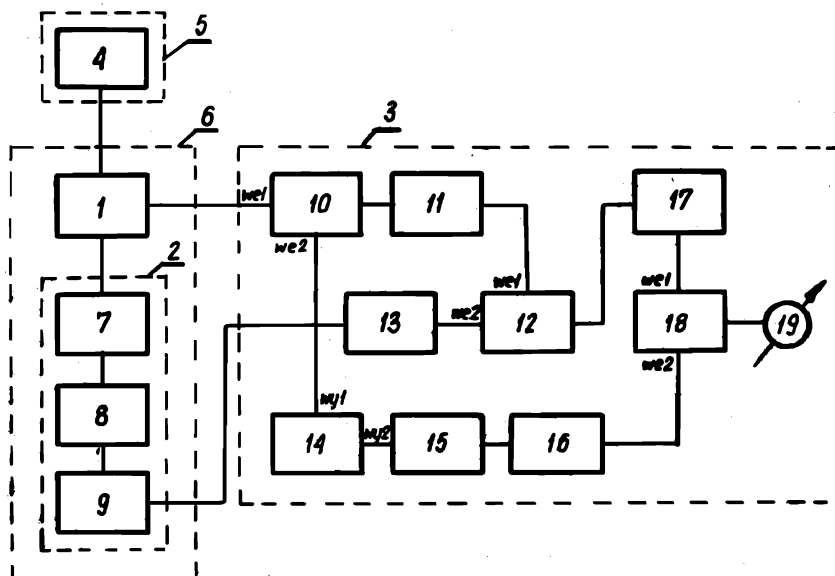


Fig.2.