



Patent dodatko-
wy do patentu: _____

Zgłoszono: 08. III. 1962 (P 98 451)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 1. III. 1965

Kl.

21e 27/04
~~21 e, 29/01~~

MKP

G01r

UKD

24/04.

Twórca wynalazku: mgr inż. Stanisław Siczek

Właściciel patentu: Instytut Łączności, Warszawa (Polska)

Układ do zdalnego pomiaru oporności zespolonej i współczynnika odbicia oraz symetrii w liniach przesyłowych

1

Pomiar oporności zespolonej, którą można bezpośrednio dołączyć do układu pomiarowego, nie przedstawia większej trudności. Trudniejsze są pomiary oporności wejściowej układu niedostępnego, zasilanego linią przesyłową, na przykład wysoko zawieszonych anten, lub oporności wejściowej w miejscu wtrącenia niejednorodności w jednorodną linię zasilającą.

W tym ostatnim przypadku dołączenie układu pomiarowego w miejscu wystąpienia niejednorodności zmienia rozkład pola, a tym samym otrzymany wynik pomiaru nie będzie miarodajny.

Oporności wejściowe tego rodzaju układów dotychczas mierzy się metodą pomiaru rozkładu napięcia lub prądu w linii w stanie zwarcia i w stanie pracy, albo metodą 3-krotnego pomiaru współczynnika odbicia reflektometrem i dołączania do linii znanej oporności, lub mostkami do pomiaru oporności zespolonych, względnie przyrządami ze sprzęgaczami kierunkowymi, albo przyrządami z sondami sprzężonymi z linią w pewnych odległościach, zależnych od długości fali i ze wskaźnikami oscylograficznymi.

W dużych centrach nadawczych lub odbiorczych, pracujących w zakresie częstotliwości poniżej 30 MHz, anteny są połączone z urządzeniami stacyjnymi symetrycznymi lub pseudo-koncentrycznymi napowietrznymi liniami przesyłowymi. Linie te, ze względów ekonomicznych, prowadzone są blisko siebie na wspólnych konstrukcjach wspor-

2

czych, na odległości nieraz kilkuset metrów. Anteny, umieszczone na wspólnym polu antenowym, mogą być również silnie sprzężone.

W tych warunkach, podczas pracy kilku nadajników w ośrodku nadawczym, w antenie i linii badanej indukują się tak duże napięcia, że praktycznie nie można wykonać pomiarów parametrów elektrycznych anten.

Jednorodność linii zasilających zazwyczaj nie jest zbyt dobra. Nie przeszkadza to w pracy linii przesyłowych, gdyż wzrost współczynnika fali stojącej do wartości 1,5 nie powoduje znacznego wzrostu napięć maksymalnych i strat w linii, ale praktycznie uniemożliwia przeprowadzenie pomiaru oporności wejściowej w rzeczywistych warunkach pracy, z zacisków wejściowych linii przesyłowej.

Dlatego z wymienionych wyżej sposobów pomiaru oporności wejściowej anten mogą być przyjęte tylko dwie pierwsze metody spośród wymienionych powyżej, ponieważ pozwalają mierzyć w pobliżu anteny, bez przecinania linii zasilającej, przy znacznej mocy generatora zasilającego dany układ.

Metody te są jednak mało dokładne, niedogodne i wymagają rachunkowego transformowania otrzymanych wyników pomiarów z miejsca pomiaru na wejście anteny.

Układ według wynalazku przedstawiony na fig. 1 pozwala na bezpośredni pomiar oporności wejściowej anten, przy czym linia sprzęgacza S

(sondy przyrządu) jest podwieszona pod linią przesyłową, bez jej przecinania w pobliżu wejścia anteny.

Moc generatora zasilającego antenę przy pomiarze może być tak duża, że wpływ napięć indukowanych podczas pracy obcych nadajników będzie do pominięcia.

Pomiar odbywa się w sposób opisany poniżej. Linia sprzęgacza kierunkowego S o oporności falowej Z_f i długości małej względem długości fali λ , dopasowana na obydwu końcach, umieszczona w odległości l od wejścia anteny, jest sprzężona z linią przesyłową T o oporności falowej Z_{fp} i połączona kablami koncentrycznymi z dalszą częścią układu. Przewodząca podstawa reflektrometru jest połączona elektrycznie z przewodami zewnętrznymi linii niesymetrycznej (pseudokoncentrycznej).

Na oporności $R_n = Z_f$ obciążającej linię reflektrometru powstaje napięcie odpowiadające fali padającej, natomiast na oporności $R_a = Z_f$ — napięcie odpowiadające fali odbitej. Stosunek tych napięć i wielkość przesunięcia fazowego pomiędzy nimi są mierzone metodą zerową przy pomocy urządzenia Ua . Urządzenie Ua jest przedstawione na fig. 2. Jeśli napięcie, odpowiadające fali padającej, zostanie opóźnione w linii opóźniającej LO o $2\beta l$ gdzie $\beta = 2\pi/\lambda$, to na skali przyrządu Ua odczytujemy bezpośrednio stosunek składowych rzeczywistej i urojonej oporności wejściowej anteny, do oporności falowej linii przesyłowej.

Jednocześnie ze stosunku napięć odpowiadających fali odbitej i padającej otrzymujemy moduł współczynnika odbicia na wejściu anteny.

Jeśli w układzie według wynalazku zostanie pominięta linia opóźniająca LO , to wynik pomiaru będzie odpowiadał oporności wejściowej linii przesyłowej w miejscu dołączenia sondy.

Przy pomiarach oporności wejściowej anten zasilanych liniami symetrycznymi należy zastosować reflektrometr podany na fig. 3 — reszta układu pozostaje bez zmian.

Do pomiaru symetrii przewidziane są metalowe płytki sprzężone pojemnościowo z przewodami linii $P1$, $P2$. Napięcia odpowiadające potencjałowi przewodów linii względem ziemi, podane są kablami koncentrycznymi na wejście $Z1$, $Z2$ urządzenia Ua i tam porównane co do modułu i fazy. Pozwala to na określenie składowej synfazowej fali w linii, a tym samym symetrii.

Układ blokowy urządzenia oznaczonego Ua na fig. 1 przeznaczony do pomiaru stosunku modułów dwu napięć i przesunięcia fazowego pomiędzy nimi, jest podany na fig. 2. Posiada on dwa tory o jednakowym wzmocnieniu i jednako-

wej charakterystyce przenoszenia w funkcji częstotliwości, w skład których wchodzi: wtórnik katodowy, mieszacze M o wspólnej przestrzajanej heterodynie H i obwody rezonansowe, nastrojone na częstotliwość pośrednią f_p .

Na wyjściu obydwu torów włączono transformator różnicowy, wzmacniacz i wskaźnik równowagi, oznaczone razem symbolem W . Równowagę układu blokowego przedstawionego na fig. 2 uzyskuje się, gdy napięcia na zaciskach transformatora różnicowego będą równe co do wartości bezwzględnej i fazy. Doprowadzanie do równowagi jest możliwe dzięki przesuwnikowi fazy PF i dzielnikom napięć, skokowemu DS i ciągiemu DC . Skalę, sprzężoną ze ślizgaczem linii przesuwnika stanowi wykres Smitha, na którym dla odczytanego z dzielników stosunku modułów napięć odczytuje się bezpośrednio zredukowane składowe zespolonej oporności wejściowej anteny.

Przesuwnik fazowy wykonany jest w postaci dopasowanej na końcu bezstratnej linii o długości elektrycznej $\lambda/2$ dla częstotliwości pośredniej. Do korekcji wzmocnienia i faz obu torów urządzenia służą układy oznaczone ΔU i Δa .

Po dodaniu specjalnego przełącznika, włączonego przed urządzenie oznaczone W można porównać wstępnie moduły napięć uzyskiwanych z obydwu torów, co ułatwia i przyspiesza obsługę przyrządu.

Urządzenie, którego układ blokowy został podany na fig. 2 niezależnie od podanego wyżej zastosowania, nadaje się bezpośrednio do pomiarów stosunku dwóch napięć i ich wzajemnego przesunięcia fazowego w zakresie częstotliwości od kilkudziesięciu kHz do 100 lub 200 MHz, a tym samym może być użyte do bezpośredniego pomiaru zespolonych charakterystyk przenoszenia czwórników.

Przy użyciu układu według wynalazku, mogą być wykonane pomiary parametrów linii przesyłowych i czwórników z dokładnością kilku procent.

Zastrzeżenie patentowe

Układ do zdalnego pomiaru oporności zespolonej i współczynnika odbicia oraz symetrii w liniach przesyłowych, **znamienny tym**, że zawiera linię opóźniającą (LO) włączoną pomiędzy obciążeniem (R_n) sprzęgacza kierunkowego (S) a zaciskami urządzenia porównującego napięcie co do modułu i fazy (Ua), przy czym długość elektryczna linii opóźniającej (LO) jest równa podwójnej długości elektrycznej odcinka toru (T), zawartego pomiędzy zaciskami obciążenia (anteny) (A) a miejscem podwieszenia sondy miernika sprzęgacza kierunkowego (S).

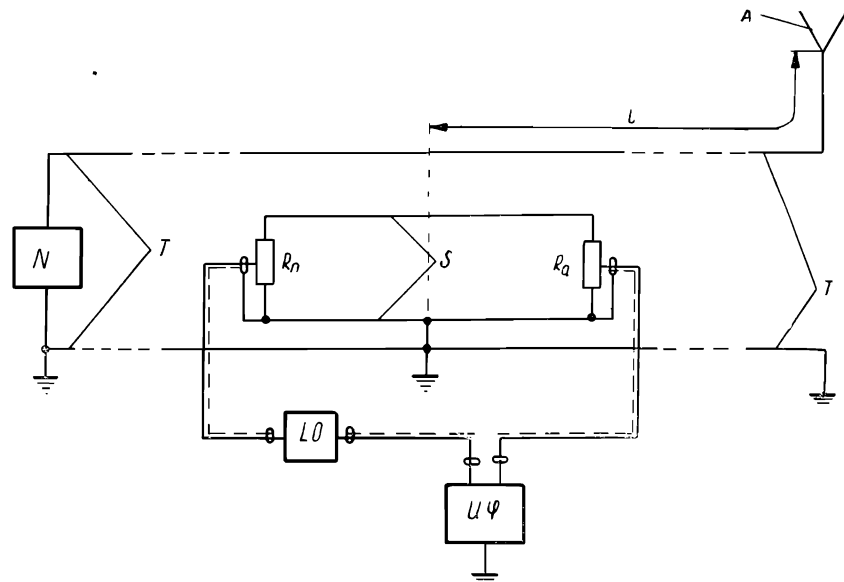


Fig. 1

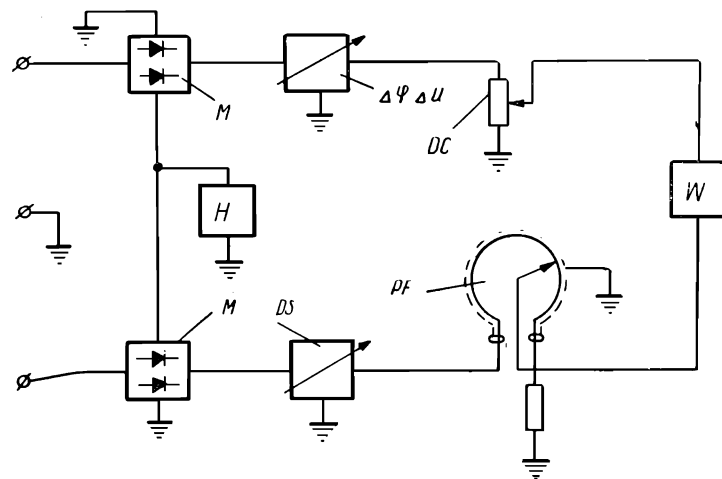


Fig. 2

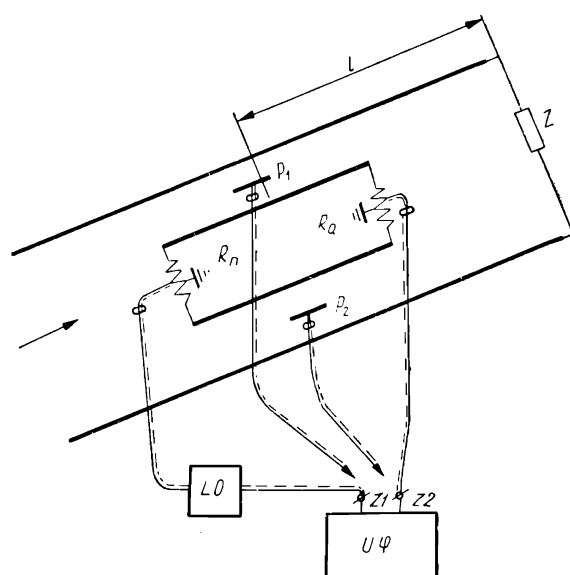


Fig. 3