RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **212923**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **386731**

(22) Data zgłoszenia: **08.12.2008**

(51) Int.Cl.
G01R 29/26 (2006.01)
G01R 27/32 (2006.01)
G01R 21/01 (2006.01)

(54) **Sposób i mikrofalowy układ pomiarowy do pomiaru amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal mocy lub współczynnika korelacji szumowych fal mocy**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
21.06.2010 BUP 13/10

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.12.2012 WUP 12/12

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MIROSŁAW MAGNUSKI, Piekary Śląskie, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Urszula Ziółkowska

PL 212923 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i mikrofalowy układ pomiarowy do pomiaru amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal mocy lub współczynnika korelacji szumowych fal mocy w automatycznych systemach pomiarowych.

Znany sposób precyzyjnego pomiaru amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal mocy lub współczynnika korelacji szumowych fal mocy polega na zastosowaniu interferometru zbudowanego z przesuwnika fazowego, układu sumowania mocy i miernika mocy.

Fale, które padają na dwa wrota wejściowe interferometru są w nim sumowane w taki sposób, że jedna z fal pada bezpośrednio na wrota wejściowe układu sumowania mocy a druga propaguje do układu sumowania mocy przez przesuwnik fazowy. Fala odbiegająca z wrót wyjściowych układu sumowania mocy pobudza dołączony do nich miernik mocy.

Wyznaczenie amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal padających na wrota lub wyznaczenie współczynnika korelacji szumowych odbywa się na podstawie wykonania serii pomiarów mocy prowadzonych na wyjściu układu sumowania mocy dla różnych nastaw przesuwnika fazowego interferometru przy wykorzystaniu znanych związków matematycznych między przesunięciem fazowym fal, amplitudami fal padających na wrota wejściowe interferometru, kątem przesunięcia fazowego wprowadzanym przez przesuwnik fazowy i wskazaniami miernika mocy lub znane związki między współczynnikiem korelacji fal szumowych, kątem przesunięcia fazowego wprowadzanym przez przesuwnik fazowy i wskazaniami miernika mocy.

Znane urządzenie do pomiaru amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal mocy lub współczynnika korelacji szumowych fal mocy zbudowane jest z układu sumowania mocy - najczęściej hybrydowego sprzęgacza kierunkowego, precyzyjnego przesuwnika fazowego o regulowanym przesunięciu fazowym i miernika mocy.

Przesuwnik fazowy interferometru może być zbudowany jako układ elektromechaniczny, w którym zmianę przesunięcia fazowego realizuje się poprzez mechaniczne przemieszczenie pewnych elementów konstrukcyjnych aparatu względem siebie lub jako układ elektroniczny.

Precyzyjne, elektronicznie sterowane przesuwniki fazowe budowane są najczęściej jako układy wielostanowe z przełączanymi za pomocą kluczy odcinkami linii TEM.

Sposób według wynalazku polega na tym, że fale padające na oba wrota wejściowe układu pomiarowego propagują do sprzęgacza kierunkowego, w którym dokonuje się ich sumowanie, kolejno: przez dwa dwuwrotniki, tak że każdy dwuwrotnik dołączony jest do jednego z wrót wejściowych i pracuje jako układ tłumika o małym bądź o dużym tłumieniu, przy czym wartość tłumienia wybiera się w trakcie pomiarów przez zwarcie do masy lub rozwarcie klucza, z wrót wyjściowych każdego z dwuwrotników fale dobiegają do jednego z dwóch wrót wejściowych czterowrotnika, w skład którego wchodzą dwa przesuwniki fazy tak skonstruowane, że przesunięcie fazowe obu przesuwników wybierane jest jednocześnie za pomocą jednego z *i* kluczy zwierających sygnał do masy, w taki sposób, że suma przesunięć fazowych obu przesuwników jest stała i równa *180* stopni, każde z obu wrót wyjściowych czterowrotnika dołączone jest do jednego z dwóch dwuwrotników, z których każdy pracuje jako układ tłumika o małym bądź o dużym tłumieniu, przy czym wartość tłumienia każdego z dwuwrotników wybiera się w trakcie pomiarów przez zwarcie do masy lub rozwarcie klucza, z wyjść każdego z dwuwrotników fale dobiegają do jednego z wrót wejściowych sprzęgacza kierunkowego, w którym dokonuje się ich sumowanie, w trakcie pomiarów dokonuje się *i+1* serii pomiarów dla kolejno zwieranych kluczy czterowrotnika zawierającego dwa przesuwniki fazowe w taki sposób, że w trakcie każdej z *i+1* serii pomiarów dokonuje się pomiaru dziesięciu wartości mocy wskazywanej przez miernik mocy dla stanów kluczy układu, w których:

fala padająca na pierwsze wrota wejściowe układu poprzez przesuwnik fazowy dobiega do pierwszych wrót wejściowych sprzęgacza kierunkowego,

fala padająca na drugie wrota wejściowe układu poprzez przesuwnik fazowy dobiega do drugich wrót wejściowych sprzęgacza kierunkowego,

obie lale padające na pierwsze i drugie wrota wejściowe propagują kolejno poprzez dwa pierwsze dwuwrotniki pracujące w trybie małego tłumienia, poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie poprzez dwa kolejne dwuwrotniki pracujące w trybie małego tłumienia do obu wrót wejściowych sprzęgacza kierunkowego, obie fale padające na pierwsze i drugie wrota wejściowe propagują kolejno poprzez dwa pierwsze dwuwrotniki pracujące w trybie małego

tłumienia, poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie propagują do drugich wrót sprzęgacza kierunkowego.

obie fale padające na pierwsze i drugie wrota wejściowe propagują kolejno poprzez dwa pierwsze dwuwrotniki pracujące w trybie małego tłumienia, poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie propagują do pierwszych wrót sprzęgacza kierunkowego,

fala padająca na pierwsze wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie do pierwszych i drugich wrót sprzęgacza kierunkowego,

fala padająca na drugie wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie do pierwszych i drugich wrót sprzęgacza kierunkowego,

fala padająca na pierwsze wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika do drugich wrót sprzęgacza kierunkowego,

fala padająca na drugie wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika do pierwszych wrót sprzęgacza kierunkowego,

fala padająca na pierwsze wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika do drugich wrót sprzęgacza kierunkowego a fala padająca na drugie wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika do pierwszych wrót sprzęgacza kierunkowego.

amplitudy i kąt przesunięcia fazowego fal padających na wrota wejściowe mikrofalowego układu pomiarowego lub współczynnik korelacji fal szumowych wyznacza się na podstawie dokonania i serii pomiarów składających się z dziesięciu pomiarów każda stosując znane zależności matematyczne.

Mikrofalowy układ pomiarowy według wynalazku charakteryzuje się tym, że zbudowany jest z sześciu cyrkulatorów, pięciu dopasowanych obciążeń, linii transmisyjnej TEM o długości elektrycznej $\lambda/4$ podzielonej na *n* segmentów, *n+5* kluczy zwierających sygnał do masy, hybrydowego pierścieniowego sprzęgacza kierunkowego o sprzężeniu *3dB* oraz miernika mocy, w taki sposób, że pierwsze wrota pierwszego cyrkulatora. stanowią pierwsze wrota wejściowe układu pomiarowego, do drugich wrót pierwszego cyrkulatora dołączony jest klucz zwierający sygnał do masy i dopasowane obciążenie, trzecie wrota pierwszego cyrkulatora dołączone są do pierwszych wrót trzeciego cyrkulatora, do drugich wrót trzeciego cyrkulatora dołączony jest klucz zwierający sygnał do masy i pierwsze wrota linii transmisyjnej będące równocześnie pierwszymi wrotami pierwszego segmentu linii transmisyjnej, pierwsze wrota drugiego cyrkulatora, stanowią drugie wrota wejściowe układu pomiarowego, do drugich wrót drugiego cyrkulatora dołączony jest klucz zwierający sygnał do masy i dopasowane obciążenie, trzecie wrota drugiego cyrkulatora dołączone są do pierwszych wrót czwartego cyrkulatora, do drugich wrót czwartego cyrkulatora dołączony jest klucz zwierający sygnał do masy i drugie wrota linii transmisyjnej będące równocześnie drugimi wrotami ostatniego segmentu linii transmisyjnej, linia transmisyjna łącząca drugie wrota trzeciego cyrkulatora z drugimi wrotami czwartego cyrkulatora jest podzielona na n segmentów tak, że pierwsze wrota pierwszego segmentu linii transmisyjnej dołączone są do drugich wrót trzeciego cyrkulatora, drugie wrota pierwszego segmentu linii transmisyjnej dołączone są do pierwszych wrót drugiego segmentu linii transmisyjnej, w miejscu połączenia drugich wrót pierwszego segmentu i pierwszych wrót drugiego segmentu linii transmisyjnej dołączony jest klucz zwierający sygnał do masy, do drugich wrót drugiego segmentu linii transmisyjnej dołączone są pierwsze wrota trzeciego segmentu linii transmisyjnej i klucz zwierający sygnał do masy, kolejne segmenty linii transmisyjnej i klucze zwierające sygnał do masy łączone są ze sobą w podobny sposób a ostatni segment linii transmisyjnej dołączony jest do drugich wrót czwartego cyrkulatora, trzecie wrota trzeciego cyrkulatora dołączone są do pierwszych wrót piątego cyrkulatora, do drugich wrót piątego cyrkulatora dołączony jest klucz zwierający sygnał do masy i dopasowane obciążenie, trzecie wrota piątego cyrkulatora dołączone są do pierwszych wrót sprzęgacza kierunkowego, trzecie wrota czwartego cyrkulatora dołączone są do pierwszych wrót szóstego cyrkulatora, do drugich wrót szóstego cyrkulatora dołączony jest klucz zwierający sygnał do masy i dopasowane obciążenie, trzecie wrota szóstego cyrkulatora dołączone są do drugich wrót sprzęgacza kierunkowego, do trzecich wrót sprzęgacza kierunkowego dołączone jest dopasowane obciążenie, do czwartych wrót sprzęgacza kierunkowego dołączony jest miernik mocy.

Układ pomiarowy według wynalazku posiada właściwości metrologiczne zbliżone do interferometru, a wszystkie funkcje przełączania są w nim spełniane przez klucze zwierające sygnał do masy - łatwe do elektronicznej realizacji przy użyciu diod p-i-n, przy czym konstrukcja układu czyni wartości

kątów przesunięcia fazowego zadawane za pomocą kluczy niezależne od parametrów elektrycznych kluczy - w odróżnieniu od interferometrów z wielostanowymi przesuwnikami fazy, w których reaktancje kluczy mają wpływ na uzyskiwane wartości przesunięcia fazowego, różnica tłumień torów układu według wynalazku nie wzrasta ze wzrostem zadanego przesunięcia fazowego - jak to jest w klasycznym interferometrze, ale jest dla każdej nastawy kąta przesunięcia fazowego związana jedynie z modułami współczynników odbicia (rozumianymi jako diagonalne elementy w macierzy rozproszenia dwuwrotnika klucza w stanie zwarcia) kluczy - co pozwala w przypadku realizacji kluczy na diodach p-i-n w prosty sposób, drogą doboru prądu przewodzenia poszczególnych diod - kluczy w przesuwniku fazowym, wyrównać tłumienia obu torów układu poprzez ustalenie takiej samej dla każdego klucza wartości modułu współczynnika odbicia.

Wynalazek przedstawiono w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat układu pomiarowego do pomiaru amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal mocy lub współczynnika korelacji szumowych fal mocy.

Obciążenie (R_1) i klucz (k_{k1}) oraz cyrkulator (C_1) tworzą dwuwrotnik, którego tłumienie w zależności od stanu klucza (k_{k1}) jest małe wtedy gdy klucz (k_{k1}) jest zwarty i jego współczynnik odbicia jest równy *-1* lub duże gdy klucz (k_{k1}) jest rozwarty i współczynnik odbicia widziany w drugich wrotach cyrkulatora (C_1) jest równy *0*.

Obciążenie (R_2) i klucz (k_{k2})) oraz cyrkulator (C_2) tworzą dwuwrotnik, którego tłumienie w zależności od stanu klucza (k_{k2}) jest małe wtedy gdy klucz (k_2) jest zwarty i jego współczynnik odbicia jest równy *-1* lub duże gdy klucz (k_{k2}) jest rozwarty i współczynnik odbicia widziany w drugich wrotach cyrkulatora (C_2) jest równy *0*.

Cyrkulatory (C_3), (C_4), odcinek (L) linii transmisyjnej TEM podzielony na *n* segmentów wraz z *n+1* kluczami zwierającymi sygnał do masy tworzy czterowrotnik będący połączeniem dwóch przesuwników fazowych, takim, że ich wspólnym elementem jest zwarty *i-ty* klucz k_i, dzięki czemu zwierając jeden z kluczy od (k_0) do (k_n) określa się jednocześnie przesunięcie fazowe obu przesuwników w taki sposób, że suma przesunięć fazowych obu przesuwników fazowych jest stała a zmiana przesunięcia fazowego obu przesuwników spowodowana przełączeniem czterowrotnika polegającym na rozwarciu klucza aktualnie zwartego i zwarciu innego klucza jest co do wartości bezwzględnej kąta taka sama w obu przesuwnikach, ma jednak w każdym z przesuwników przeciwny znak. Do każdego z wrót wyjściowych czterowrotnika, będących wrotami wyjściowymi opisanych przesuwników fazowych dołączony jest dwuwrotnik będący tłumikiem o wzmocnieniu sterowanym za pomocą klucza zwierającego do masy.

Obciążenie (R_4) i klucz (k_{k3}) oraz cyrkulator (C_5) tworzą dwuwrotnik, którego tłumienie w zależności od stanu klucza (k_{k3}) jest małe wtedy gdy klucz (k_{k3}) jest zwarty i jego współczynnik odbicia jest równy *-1* lub duże gdy klucz (k_{k3}) jest rozwarty i współczynnik odbicia widziany w drugich wrotach cyrkulatora (C_5) jest równy *0*.

Obciążenie (R_5) i klucz (k_{k4}) oraz cyrkulator (C_6) tworzą dwuwrotnik, którego tłumienie w zależności od stanu klucza (k_{k4}) jest małe wtedy gdy klucz (k_{k4}) jest zwarty i jego współczynnik odbicia jest równy *-1* lub duże gdy klucz (k_{k4}) jest rozwarty i współczynnik odbicia widziany w drugich wrotach cyrkulatora (C_6) jest równy 0.

Wrota wyjściowe sterowanych tłumików dołączone są do wrót wejściowych sprzęgacza kierunkowego (S).

W mikrofalowym układzie pomiarowym do pomiaru amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal mocy lub do pomiaru współczynnika korelacji szumowych fal mocy fale (α_1), (α_2) padające na wrota wejściowe poprzez opisane powyżej tory propagują do wejść sprzęgacza kierunkowego (S) i w zależności od stanu kluczy (k_{k1}), (k_{k2}), (k_{k3}), (k_{k4}), $(k_0)\ldots(k_n)$ są w nim sumowane z różnymi wagami, moce związane z poszczególnymi kombinacjami kluczy $(k_{k1}, (k_{k2})$, (k_{k3}), (k_{k4}), $(k_0)\ldots(k_n)$ są mierzone w jednym z wrót wyjściowych sprzęgacza kierunkowego (S) za pomocą miernika mocy (P), do pozostałych drugich wrót wyjściowych sprzęgacza kierunkowego (S) dołączone jest obciążenie (R_3).

Pomiar mikrofalowym układem pomiarowym polega na kolejnym *i+1* krotnym pomiarze mocy prowadzonym za pomocą miernika mocy (P) na wyjściu sprzęgacza kierunkowego (S), dokonywanym dla odpowiednich stanów kluczy (k_{k1}), (k_{k2}), (k_{k3}), (k_{k4}) oraz zwartego *i-tego* klucza spośród kluczy $(k_0)\ \ldots\ (k_n)$ przesuwnika fazowego w taki sposób, że:

dla stanu kluczy (k_{k1}), (k_{k2}), (k_{k3}), (k_{k4}) w którym klucze (k_{k1}) *i* (k_{k3}) są zwarte a pozostałe klucze są rozwarte prowadzony jest pomiar mocy P_{1i}.

dla stanu kluczy *(k_{k1}), (k_{k2}), (k_{k3}), (k_{k4})* w którym klucze *(k_{k2})* i *(k_{k4})* są zwarte a pozostałe klucze są rozwarte dokonywany jest pomiar mocy P_{2i}.

dla stanu kluczy *(k_{k1}), (k_{k2}), (k_{k3}), (k_{k4})* w którym wszystkie klucze są zwarte dokonywany jest pomiar mocy P_{3i}.

dla stanu kluczy, w którym klucze *(k_{k1}), (k_{k2}), (k_{k4})* są zwarte a klucz *(k_{k3})* jest rozwarty dokonywany jest pomiar mocy P_{4i},

dla stanu kluczy, w którym klucze *(k_{k1}), (k_{k2}), (k_{k3})* są zwarte a klucz *(k_{k4})* jest rozwarty dokonywany jest pomiar mocy P_{5i}.

dla stanu kluczy, w którym klucze *(k_{k1}), (k_{k3}), (k_{k4})* są zwarte a klucz *(k_{k2})* jest rozwarty dokonywany jest pomiar mocy P_{6i},

dla stanu kluczy, w którym klucze *(k_{k2}), (k_{k3}), (k_{k4})* są zwarte a klucz *(k_{k1})* jest rozwarty dokonywany jest pomiar mocy P_{7i},

dla stanu kluczy, w którym klucze *(k_{k1}), (k_{k4})* są zwarte a klucze *(k_{k2})* i *(k_{k3})* są rozwarte dokonywany jest pomiar mocy P_{8i},.

dla stanu kluczy, w którym klucze *(k_{k2}), (k_{k3})* są zwarte a klucze *(k_{k1})* i *(k_{k4})* są rozwarte dokonywany jest pomiar mocy P_{9i},

oraz na pomiarze mocy P_{10} prowadzonym za pomocą miernika mocy *(P)* na wyjściu sprzęgacza kierunkowego *(S)* dla stanu kluczy, w którym klucze *(k_{k1}), (k_{k2}), (k_{k3})* i *(k_{k4})* są zwarte a wszystkie klucze od klucza *(k_0)* do klucza *(k_n)* są rozwarte.

Poszukiwane amplitudy fal mocy lub moce fal szumowych padające na wrota wejściowe układu pomiarowego można wyznaczyć z zależności:

$$\overline{|a_1|^2} = \frac{2P_{10}}{|\Gamma_0|^2} \tag{1}$$

$$\overline{|a_2|^2} = \frac{2P_{2n}}{|\Gamma_n|^2} \tag{2}$$

poszukiwany kąt przesunięcia fazowego fal mocy można wyznaczyć z zależności

$$\phi = arctg\frac{Im(\overline{a_1 a_2^*})}{Re(\overline{a_1 a_2^*})} \tag{3}$$

poszukiwany współczynnik korelacji fal szumowych można wyznaczyć z zależności

$$\rho = \frac{Re(\overline{a_1 a_2^*}) + j\,Im(\overline{a_1 a_2^*})}{\sqrt{\overline{|a_1|^2}\,\overline{|a_2|^2}}} \tag{4}$$

przy czym

$$Re(\overline{a_1 a_2^*}) = \frac{\sum_{i=0}^{n}(P_i\cos\Psi_i K_i)\sum_{i=0}^{n}(\sin\Psi_i K_i)^2 - 2\sum_{i=0}^{n}(P_i\sin\Psi_i K_i)\sum_{i=0}^{n}\left(\cos\Psi_i\sin\Psi_i K_i^2\right)}{4\left(\sum_{i=0}^{n}(\cos\Psi_i K_i)^2\sum_{i=0}^{n}(\sin\Psi_i K_i)^2 - \left(\sum_{i=0}^{n}\cos\Psi_i\sin\Psi_i K_i^2\right)^2\right)} \tag{5}$$

$$Im(\overline{a_1 a_2^*}) = \frac{-\sum_{i=0}^{n}(P_i\sin\Psi_i K_i)\sum_{i=0}^{n}(\cos\Psi_i K_i)^2 - 2\sum_{i=0}^{n}(P_i\cos\Psi_i K_i)\sum_{i=0}^{n}\left(\cos\Psi_i\sin\Psi_i K_i^2\right)}{4\left(\sum_{i=0}^{n}(\cos\Psi_i K_i)^2\sum_{i=0}^{n}(\sin\Psi_i K_i)^2 - \left(\sum_{i=0}^{n}\cos\Psi_i\sin\Psi_i K_i^2\right)^2\right)} \tag{6}$$

$$P_i = P_{3i} - P_{4i} - P_{5i} - P_{6i} - P_{7i} + P_{1i} + P_{2i} + P_{8i} + P_{9i} - P_{10} \quad (7)$$

$$K_i = \frac{1}{2}|K_p|^2|\Gamma_i|^2 \quad (8)$$

gdzie:

kąt Ψ_i jest kątem różnicy przesunięć fazowych występujących pomiędzy torami układu pomiarowego dla zwartego i-tego klucza przesuwnika fazowego.

współczynnik K_p jest współczynnikiem transmisji linii TEM *(L)* pracującej w czterowrotniku przesuwników fazowych,

Γ_i *jest* współczynnikiem odbicia zwartego *i-tego* klucza rozumianym jako diagonalny element macierzy rozproszenia opisującej zwarty *i-ty* klucz.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal mocy lub współczynnika korelacji szumowych fal mocy. gdzie fale kieruje się na oba wrota wejściowe mikrofalowego układu pomiarowego, **znamienny tym**, że fale padające na oba wrota wejściowe mikrofalowego układu pomiarowego przeznaczonego do pomiaru amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal mocy lub do pomiaru współczynnika korelacji fal szumowych propagują do sprzęgacza kierunkowego, w którym dokonuje się ich sumowanie, kolejno: przez dwa dwuwrotniki, tak że każdy dwuwrotnik dołączony jest do jednego z wrót wejściowych i pracuje jako układ tłumika o małym bądź o dużym tłumieniu, przy czym wartość tłumienia wybiera się w trakcie pomiarów przez zwarcie do masy lub rozwarcie klucza, z wrót wyjściowych każdego z dwuwrotników fale dobiegają do jednego z dwóch wrót wejściowych czterowrotnika, w skład którego wchodzą dwa przesuwniki łazy tak skonstruowane, że przesunięcie fazowe obu przesuwników wybierane jest jednocześnie za pomocą jednego z *i* kluczy zwierających sygnał do masy, w taki sposób, że suma przesunięć fazowych obu przesuwników jest stała i równa *180* stopni, każde z obu wrót wyjściowych czterowrotnika dołączone jest do jednego z dwóch dwuwrotników, z których każdy pracuje jako układ tłumika o małym bądź o dużym tłumieniu, przy czym wartość tłumienia każdego z dwuwrotników wybiera się w trakcie pomiarów przez zwarcie do masy lub rozwarcie klucza, z wyjść każdego z dwuwrotników fale dobiegają do jednego z wrót wejściowych sprzęgacza kierunkowego, w którym dokonuje się ich sumowanie, w trakcie pomiarów dokonuje się *i+1* serii pomiarów dla kolejno zwieranych kluczy czterowrotnika zawierającego dwa przesuwniki fazowe w taki sposób, że w trakcie każdej z *i+1* serii pomiarów dokonuje się pomiaru dziesięciu wartości mocy wskazywanej przez miernik mocy dla stanów kluczy układu, w których:

fala padająca na pierwsze wrota wejściowe układu poprzez przesuwnik fazowy dobiega do pierwszych wrót wejściowych sprzęgacza kierunkowego.

fala padająca na drugie wrota wejściowe układu poprzez przesuwnik fazowy dobiega do drugich wrót wejściowych sprzęgacza kierunkowego,

obie fale padające na pierwsze i drugie wrota wejściowe propagują kolejno poprzez dwa pierwsze dwuwrotniki pracujące w trybie małego tłumienia, poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie przez dwa kolejne dwuwrotniki pracujące w trybie małego tłumienia do obu wrót wejściowych sprzęgacza kierunkowego obie fale padające na pierwsze i drugie wrota wejściowe propagują kolejno poprzez dwa pierwsze dwuwrotniki pracujące w trybie małego tłumienia, poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie propagują do drugich wrót sprzęgacza kierunkowego,

obie fale padające na pierwsze i drugie wrota wejściowe propagują kolejno poprzez dwa pierwsze dwuwrotniki pracujące w trybie małego tłumienia, poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie propagują do pierwszych wrót sprzęgacza kierunkowego,

fala padająca na pierwsze wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie do pierwszych i drugich wrót sprzęgacza kierunkowego,

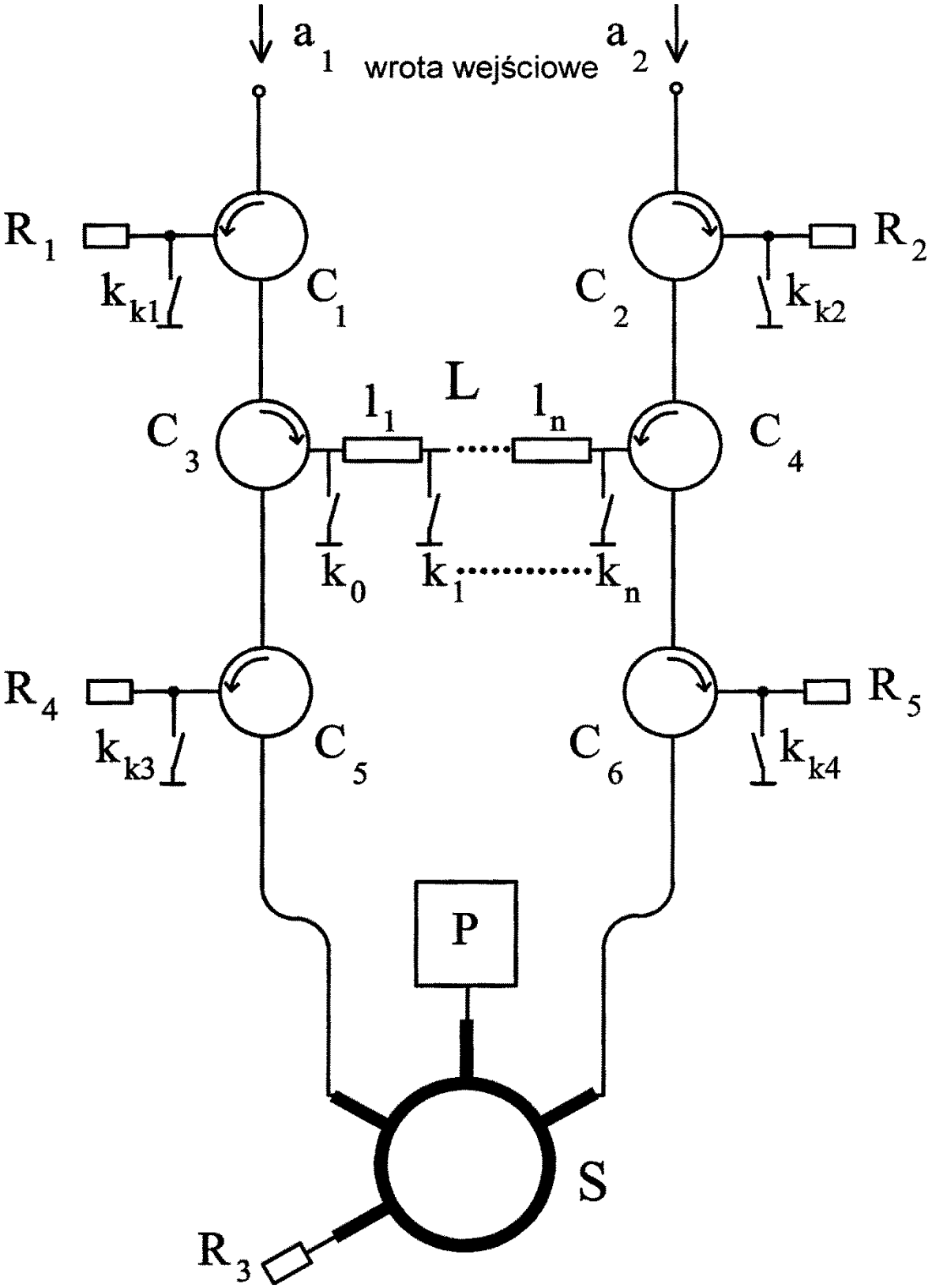
fala padająca na drugie wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika a następnie do pierwszych i drugich wrót sprzęgacza kierunkowego,

fala padająca na pierwsze wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika do drugich wrót sprzęgacza kierunkowego.

fala padająca na drugie wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika do pierwszych wrót sprzęgacza kierunkowego, fala padająca na pierwsze wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika do drugich wrót sprzęgacza kierunkowego a fala padająca na drugie wrota układu pomiarowego propaguje poprzez dwa przesuwniki fazowe wchodzące w skład czterowrotnika do pierwszych wrót sprzęgacza kierunkowego, amplitudy i kąt przesunięcia fazowego fal padających na wrota wejściowe mikrofalowego układu pomiarowego lub współczynnik korelacji fal szumowych wyznacza się na podstawie dokonania i serii pomiarów składających się z dziesięciu pomiarów każda stosując znane zależności matematyczne.

2. Mikrofalowy układ pomiarowy do pomiaru amplitud i kąta przesunięcia fazowego fal mocy lub współczynnika korelacji szumowych fal mocy zawierający hybrydowy sprzęgacz kierunkowy, miernik mocy oraz wrota wejściowe, **znamienny tym**, że zbudowany jest z sześciu cyrkulatorów *(C_1), (C_2), (C_3), (C_4), (C_5), (C_6)*, pięciu dopasowanych obciążeń *(R_1), (R_2), (R_3), (R_4), (R_5),* linii transmisyjnej TEM *(L)* o długości elektrycznej *λ/4* podzielonej na *n* segmentów, *n+5* kluczy *(k_{k1}), (k_{k2}), (k_{k3}) (k_{k4}) (k_0), (k_1) … (k_n)*, zwierających sygnał do masy, hybrydowego pierścieniowego sprzęgacza kierunkowego *(S)* o sprzężeniu *3dB* oraz miernika mocy *(P),* w taki sposób, że pierwsze wrota pierwszego cyrkulatora *(C_1),* stanowią pierwsze wrota wejściowe układu pomiarowego, do drugich wrót pierwszego cyrkulatora *(C_1)* dołączony jest klucz *(k_{k1})* zwierający sygnał do masy i dopasowane obciążenie *(R_1),* trzecie wrota pierwszego cyrkulatora *(C_1)* dołączone są do pierwszych wrót trzeciego cyrkulatora *(C_3)*, do drugich wrót trzeciego cyrkulatora *(C_3)* dołączony jest klucz *(k_0)* zwierający sygnał do masy i pierwsze wrota linii transmisyjnej *(L)* będące równocześnie pierwszymi wrotami pierwszego segmentu *(l_1)* linii transmisyjnej *(L)*, pierwsze wrota drugiego cyrkulatora *(C_2)*, stanowią drugie wrota wejściowe układu pomiarowego, do drugich wrót drugiego cyrkulatora *(C_2)* dołączony jest klucz *(k_{k2})* zwierający sygnał do masy i dopasowane obciążenie *(R_2)*, trzecie wrota drugiego cyrkulatora *(C_2)* dołączone są do pierwszych wrót czwartego cyrkulatora *(C_4)*, do drugich wrót czwartego cyrkulatora *(C_4)* dołączony jest klucz *(k_n)* zwierający sygnał do masy i drugie wrota linii transmisyjnej (L) będące równocześnie drugimi wrotami ostatniego segmentu *(l_n)* linii transmisyjnej *(L)*, linia transmisyjna *(L)* łącząca drugie wrota cyrkulatora *(C_3)* z drugimi wrotami cyrkulatora *(C_4)* jest podzielona na *n* segmentów tak, że pierwsze wrota pierwszego segmentu *(l_1)* linii transmisyjnej *(L)* dołączone są do drugich wrót trzeciego cyrkulatora *(C_3),* drugie wrota pierwszego segmentu *(l_1)* linii transmisyjnej *(L)* dołączone są do pierwszych wrót drugiego segmentu linii transmisyjnej *(L),* w miejscu połączenia drugich wrót pierwszego segmentu i pierwszych wrót drugiego segmentu linii transmisyjnej *(L)* dołączony jest klucz *(k_1)* zwierający sygnał do masy, do drugich wrót drugiego segmentu linii transmisyjnej *(L)* dołączone są pierwsze wrota trzeciego segmentu linii transmisyjnej *(L)* i klucz *(k_2)* zwierający sygnał do masy, kolejne segmenty linii transmisyjnej *(L)* i klucze zwierające sygnał do masy łączone są ze sobą w podobny sposób a ostatni segment *(l_n)* linii transmisyjnej *(L)* dołączony jest do drugich wrót czwartego cyrkulatora *(C_4)*, trzecie wrota trzeciego cyrkulatora *(C_3)* dołączone są do pierwszych wrót piątego cyrkulatora *(C_5)*, do drugich wrót piątego cyrkulatora (C_5) dołączony jest klucz *(k_{k3})* zwierający sygnał do masy i dopasowane obciążenie *(R_4)*, trzecie wrota piątego cyrkulatora *(C_5)* dołączone są do pierwszych wrót sprzęgacza kierunkowego *(S)*, trzecie wrota czwartego cyrkulatora *(C_4)* dołączone są do pierwszych wrót szóstego cyrkulatora *(C_6)*, do drugich wrót szóstego cyrkulatora *(C_6)* dołączony jest klucz *(k_{k3})* zwierający sygnał do masy i dopasowane obciążenie *(R_5),* trzecie wrota szóstego cyrkulatora *(C_6)* dołączone są do drugich wrót sprzęgacza kierunkowego *(S)*, do trzecich wrót sprzęgacza kierunkowego *(S)* dołączone jest dopasowane obciążenie *(R_3)*, do czwartych wrót sprzęgacza kierunkowego *(S)* dołączony jest miernik mocy *(P)*.

Rysunek



Departament Wydawnictw UP RP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)