

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **227828**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **399175**

(51) Int.Cl.
G01R 29/08 (2006.01)
H04B 17/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **14.05.2012**

(54)

Mikrofalowy system pomiarowy z oknowaniem w czasie

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

25.11.2013 BUP 24/13

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.01.2018 WUP 01/18

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA WARSZAWSKA,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

PAWEŁ BAJURKO, Warszawa, PL
MAREK BURY, Warszawa, PL
SEBASTIAN KOZŁOWSKI, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Krystyna Lewińska

PL 227828 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest mikrofalowy system pomiarowy z oknowaniem w czasie przeznaczony zwłaszcza do pomiaru urządzeń sterowanych.

Z polskiego zgłoszenia patentowego nr P-398 249 z dnia 27.02.2012 r. pt. „Impulsowy system pomiarowy do wyznaczania parametrów sterowanych układów mikrofalowych” znany jest system pomiarowy z oknowaniem w czasie, którego schemat przedstawiony jest na pos. 1. W systemie tym jedne z wrót mikrofalowych układu poddawanego pomiarowi 16 są podłączone do pierwszych wrót pomiarowych W1 systemu pomiarowego, a inne wrota mikrofalowe układu poddawanego pomiarowi 16 są podłączone do drugich wrót pomiarowych W2 systemu pomiarowego. System ma układ próbkujący, który stanowi konwerter próbkujący 11 z jednostką próbkującą 14. Sygnał wyzwalający z konwertera próbkującego 11 jest doprowadzony za pośrednictwem toru wyzwalającego TW do układu formowania sygnału sterującego 23 poprzez kolejno generator impulsu pomiarowego 12, posiadający wejście wyzwalania WW12 i wyjście wyzwalające, oraz regulowany układ opóźniający 23B. Układ formowania sygnału sterującego 23 na wyjściu wystawia sygnał sterujący dostosowany do wymagań układu poddawanego pomiarowi 16 oraz opóźniony o regulowaną wartość, wynikającą z nastaw regulowanego układu opóźniającego 23B. Sygnał sterujący jest doprowadzany na wejście sterujące WS układu poddawanego pomiarowi 16, za pośrednictwem toru sterującego TS i wywołuje proces zmian właściwości układu poddawanego pomiarowi 16. Poprzez regulację opóźnienia sygnału sterującego za pomocą regulowanego układu opóźniającego 23B możliwe jest pobudzenie impulsem pomiarowym układu poddawanego pomiarowi 16 w dowolnej chwili procesu zmian właściwości tego układu. Impuls pomiarowy z generatora impulsu pomiarowego 12 wprowadzany jest do toru nadawczego TN systemu pomiarowego, który zawiera sprzęgacz 19 oraz sprzęgacz 20. Jeden z portów sprzęgacza 19 jest zakończony dopasowanym obciążeniem 19A, wobec czego sprzęgacz pracuje jako dzielnik sygnału, z nierównym podziałem. Port sprzężony sprzęgacza 19 jest połączony z kanałem K1 jednostki próbkującej 14. Jednostka próbkująca 14 wraz z konwerterem próbkującym 11 tworzące razem układ próbkujący mogą mieć postać odrębnych urządzeń lub być połączone w jedno urządzenie. Fragment obwodu pomiarowego dołączony do kanału K1 stanowi tor referencyjny TR systemu pomiarowego. Ostatni port sprzęgacza 19 jest połączony z portem wejściowym sprzęgacza 20. Port sprzęgacza 20 sprzężony z portem wejściowym sprzęgacza 20 jest zakończony dopasowanym obciążeniem 20A. Sygnał z portu wejściowego sprzęgacza 20 za pośrednictwem wrót pomiarowych W1 jest doprowadzony do układu poddawanego pomiarowi 16. Tam ulega częściowemu odbiciu. Sygnał odbity wraca do portu wyjściowego sprzęgacza 20, zostaje odsprężniony i doprowadzony do jednostki próbkującej 14 przez kanał K2. Fragment obwodu pomiarowego dołączony do kanału K2 jednostki próbkującej 14 stanowi tor odbiorczy TO systemu pomiarowego. Część sygnału pomiarowego zostaje przetransmitowana przez układ poddawany pomiarowi 16 do drugich wrót pomiarowych W2 i następnie przez kanał K3 trafia do jednostki próbkującej 14. Fragment obwodu pomiarowego dołączony do kanału K3 jednostki próbkującej 14 stanowi dodatkowy tor odbiorczy TO systemu pomiarowego. Pracą systemu pomiarowego steruje cyfrowy układ sterowania i akwizycji danych 10, który połączony jest z konwerterem próbkującym 11, z regulowanym układem formowania sygnału sterującego 23 oraz z regulowanym układem opóźniającym 23B.

W trakcie propagacji sygnału pomiarowego w mikrofalowym systemie pomiarowym dochodzi do wielokrotnych odbić od nieidealnych elementów układu pomiarowego oraz wrót układu poddawanego pomiarowi. Wskutek tego układ poddawany pomiarowi pobudzany jest nie tylko pierwotnie podanym sygnałem pomiarowym, lecz także wielokrotnymi echemi tego sygnału.

W przypadku pomiaru układu, którego parametry są sterowane, może zdarzyć się, że parametry rozproszenia układu poddawanego pomiarowi będą zmieniały się w trakcie propagacji sygnału pomiarowego. W takiej sytuacji wielokrotne pobudzanie układu poddawanego pomiarowi przez pierwotny sygnał pomiarowy i jego echa przekłada się na zwiększenie błędu pomiaru. Wynika to stąd, iż wskutek zmian parametrów rozproszenia układu poddawanego pomiarowi echa sygnału pomiarowego docierają do układu poddawanego pomiarowi o innych parametrach niż pierwotnie podany sygnał pomiarowy i tym samym odbijają się i przechodzą przez ten układ z innymi współczynnikami odbicia/transmisji. System pomiarowy rejestruje więc złożenie sygnałów odbitych i przechodzących przez układ poddawany pomiarowi o niestałych parametrach rozproszenia. W przywołanym wyżej rozwiązaniu systemu pomiarowego nie można wyeliminować wielokrotnych odbić w systemie pomiarowym przez oknowanie

w czasie, gdyż odstęp czasowy między pierwotnie podanym sygnałem pomiarowym a echem tego sygnału jest z reguły zbyt mały.

Celem wynalazku jest rozwiązanie zapewniające odpowiednio duży odstęp czasowy między pierwotnie podanym sygnałem pomiarowym a echem tego sygnału.

Istotą wynalazku jest przynajmniej jedna linia opóźniająca włączona w tor nadawczy mikrofalowego systemu pomiarowego, między drugim sprzęgaczem a pierwszymi wrotami pomiarowymi. Opóźnienie tej linii jest co najmniej równe połowie szerokości okna czasowego.

Korzystnym jest że ma też linię opóźniająca włączoną w tor referencyjny między układem próbkującym a sprzęgaczem, o opóźnieniu równym co najmniej szerokości okna czasowego.

Korzystnym jest gdy ma też linię opóźniająca, o opóźnieniu równym co najmniej połowie szerokości okna czasowego, włączoną w tor odbiorczy i połączoną z układem poddawany pomiarowi poprzez co najmniej jedno dodatkowe wrota pomiarowe oraz połączoną z układem próbkującym.

Przedmiot wynalazku został uwidocznił w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat systemu pomiarowego według wynalazku z liniami opóźniającymi we wrotach systemu pomiarowego, natomiast fig. 2 przedstawia schemat systemu pomiarowego według wynalazku z liniami opóźniającymi we wrotach systemu pomiarowego oraz w torze referencyjnym systemu pomiarowego.

Na fig. 1 i fig. 2 połączenia elektryczne przeznaczone do przenoszenia sygnałów mikrofalowych są wyróżnione podwójną linią, a sterowany mikrofalowy układ poddawany pomiarowi 16 posiada wejście sterujące WS oraz przynajmniej jedno wrota mikrofalowe.

W systemie pomiarowym przedstawionym na fig. 1 jedno z wrót mikrofalowych układu poddawany pomiarowi 16 są podłączone do pierwszych wrót pomiarowych W1 systemu pomiarowego, a inne wrota mikrofalowe układu poddawany pomiarowi 16 są podłączone do drugich wrót pomiarowych W2 systemu pomiarowego. System ma układ próbkujący, który stanowi konwerter próbkujący 11 z jednostką próbkującą 14. Sygnał wyzwalaający z konwertera próbkującego 11 jest doprowadzony za pośrednictwem toru wyzwalaającego TW do układu formowania sygnału sterującego 23 oraz do generatora impulsu pomiarowego 12. Układ formowania sygnału sterującego 23 na wyjściu wystawia sygnał sterujący dostosowany do wymagań układu poddawany pomiarowi 16 oraz opóźniony o regulowaną wartość. Sygnał sterujący jest doprowadzany na wejście sterujące WS układu poddawany pomiarowi 16, za pośrednictwem toru sterującego TS i wywołuje proces zmian właściwości układu poddawany pomiarowi 16. Impuls pomiarowy z generatora impulsu pomiarowego 12 wprowadzany jest do toru nadawczego TN systemu pomiarowego, który zawiera sprzęgacz 19, sprzęgacz 20 oraz linię opóźniającą 24. Jeden z portów sprzęgacza 19 jest zakończony dopasowanym obciążeniem 19A, wobec czego sprzęgacz pracuje jako dzielnik sygnału, z nierównym podziałem. Port sprzężony sprzęgacza 19 jest połączony z kanałem K1 jednostki próbkującej 14. Jednostka próbkująca 14 wraz z konwerterem próbkującym 11 tworzące razem układ próbkujący mogą mieć postać odrębnych urządzeń lub być połączone w jedno urządzenie. Fragment obwodu pomiarowego dołączony do kanału K1 stanowi tor referencyjny TR systemu pomiarowego. Ostatni port sprzęgacza 19 jest połączony z portem wejściowym sprzęgacza 20. Port sprzęgacza 20 sprzężony z portem wejściowym sprzęgacza 20 jest zakończony dopasowanym obciążeniem 20A. Sygnał z portu wejściowego sprzęgacza 20 trafia do linii opóźniającej 24, a następnie za pośrednictwem wrót pomiarowych W1 jest doprowadzony do układu poddawany pomiarowi 16. Tam ulega częściowemu odbiciu. Sygnał odbity wraca przez linię opóźniającą 24 do portu wyjściowego sprzęgacza 20, zostaje odsprężniony i doprowadzony do jednostki próbkującej 14 przez kanał K2. Fragment obwodu pomiarowego dołączony do kanału K2 jednostki próbkującej 14 stanowi tor odbiorczy TO systemu pomiarowego. Część sygnału pomiarowego zostaje przetransmitowana przez układ poddawany pomiarowi 16 do drugich wrót pomiarowych W2 i następnie przez drugą linię opóźniającą 25 oraz przez kanał K3 trafia do jednostki próbkującej 14. Fragment obwodu pomiarowego dołączony do kanału K3 jednostki próbkującej 14 stanowi dodatkowy tor odbiorczy TO systemu pomiarowego. Pracą systemu pomiarowego steruje cyfrowy układ sterowania i akwizycji danych 10, który połączony jest z konwerterem próbkującym 11 oraz z regulowanym układem formowania sygnału sterującego 23.

Dzięki zastosowaniu linii opóźniającej 24 we wrotach pomiarowych W1 systemu pomiarowego przedstawionego na fig. 1, sygnał odbity od układu poddawany pomiarowi 16 przechodzi przez linię opóźniającą 24, zanim dotrze do innych elementów obwodu pomiarowego. Część tego sygnału odbija się i ponownie dociera do wrót pomiarowych W1 systemu pomiarowego, ponownie przechodząc przez linię opóźniającą 24. Tym samym echo pierwotnego impulsu pobudzającego dociera do układu

poddawanego pomiarowi 16 z opóźnieniem względem tego impulsu równym co najmniej dwukrotności opóźnienia linii opóźniającej 24.

Analogicznie dzięki zastosowaniu drugiej linii opóźniającej 25 połączonej z wrotami pomiarowymi W2 systemu pomiarowego przedstawionego na fig. 1, sygnał przechodzący przez układ poddawany pomiarowi 16 i docierający do wrót pomiarowych W2 systemu pomiarowego przechodzi przez drugą linię opóźniającą zanim dotrze do jednostki próbkującej 14. W wyniku występowania niezerowego współczynnika odbicia kanału K3 jednostki próbkującej 14 część tego sygnału odbija się i dociera do wrót pomiarowych W2 systemu pomiarowego, ponownie przechodząc przez linię opóźniającą 25. Tym samym echo dociera do układu poddawanego pomiarowi 16 z opóźnieniem równym co najmniej dwukrotności opóźnienia linii opóźniającej 25.

W korzystnym wariantcie wykonania linia opóźniająca 24 połączona jest bezpośrednio z wrotami pomiarowymi W1, a linia opóźniająca 25 połączona jest bezpośrednio z wrotami pomiarowymi W2.

W innych wariantach wykonania, gdy system pomiarowy wyposażony jest w większą liczbę wrót pomiarowych niż dwa, w każdy z dodatkowych torów odbiorczych włączona jest linia opóźniająca, w korzystnym wariantcie wykonania podłączona bezpośrednio do wrót pomiarowych. Skutkiem obecności tych linii w torach odbiorczych jest opóźnienie ech docierających do każdego z dodatkowych wrót o czas równy co najmniej dwukrotności opóźnienia zastosowanej linii opóźniającej.

Dzięki temu, że w systemie pomiarowym przedstawionym na fig. 1 sygnały ech są opóźnione o znany odstęp czasowy, możliwe jest wyeliminowanie ich wpływu na wynik pomiaru poprzez zastosowanie oknowania, tj. rejestracji sygnałów w określonym przedziale czasu, zwanym oknem czasowym. Okno czasowe rejestracji sygnałów powinno być tak dobrane, aby mieściły się w nim sygnały użyteczne, zaś sygnały echa zaburzające pomiar docierały do jednostki próbkującej 14 poza oknem czasowym. Wartości opóźnień wnoszonych przez linie opóźniające 24 i 25 powinny być dobrane stosownie do długości okna czasowego rejestracji sygnałów w systemie pomiarowym. Warunkiem, aby sygnały ech docierały do wrót systemu pomiarowego z opóźnieniem względem sygnałów pomiarowych nie mniejszym niż długość okna czasowego rejestracji sygnałów w jednostce próbkującej 14 jest, aby najmniejsze z opóźnień linii opóźniających było równe co najmniej połowie długości okna czasowego. W korzystnym wariantcie wykonania linie opóźniające połączone z wrotami systemu pomiarowego mają równe opóźnienia, nie mniejsze niż połowa okna czasowego rejestracji sygnałów.

W korzystnym wariantcie wykonania linie opóźniające 24 i 25 są wykonane z jednorodnej linii transmisyjnej, w której nie występują odbicia od niejednorodności.

W korzystnym wariantcie wykonania system pomiarowy jest wyposażony w linię opóźniającą 26 w torze referencyjnym, co zostało uwidocznione na fig. 2. Linia opóźniająca 26 powoduje opóźnienie części sygnału pochodzącej z generatora impulsu pomiarowego 12 odsprężonej w sprzęgaczu 19. Opóźnienie to powinno być nie mniejsze niż długość okna czasowego rejestracji sygnałów. Dzięki opóźnieniu wprowadzonemu w torze referencyjnym sygnały w torach odbiorczych docierają do jednostki próbkującej 14 w przybliżeniu w tym samym czasie co sygnał referencyjny w torze referencyjnym. Pozwala to na zastosowanie tego samego okna czasowego rejestracji sygnałów w torach odbiorczych i w torze referencyjnym.

Przykładem systemu, którego schemat uwidoczniono na fig. 2, jest system, w którym zastosowano konwerter próbkujący 11 SD10620, jednostkę próbkującą 14 złożoną z dwóch dwukanałowych jednostek SU3118, generator impulsu pomiarowego 12 realizowany przez generator ultrakrótkich impulsów GZ1117DN-25-TS, regulowany układ formowania sygnału sterującego 23 złożony z dwóch kaskadowo połączonych generatorów przebiegów cyfrowych T560 i T564, sprzęgacze 19 i 20 model 4226-10, linie opóźniające 24 i 25 wykonane z przewodów współosiowych o opóźnieniu 10 ns, linię opóźniającą 26 wykonaną z przewodu współosiowego o opóźnieniu 20 ns, zaś długość okna czasowego rejestracji sygnałów wynosiła 20 ns.

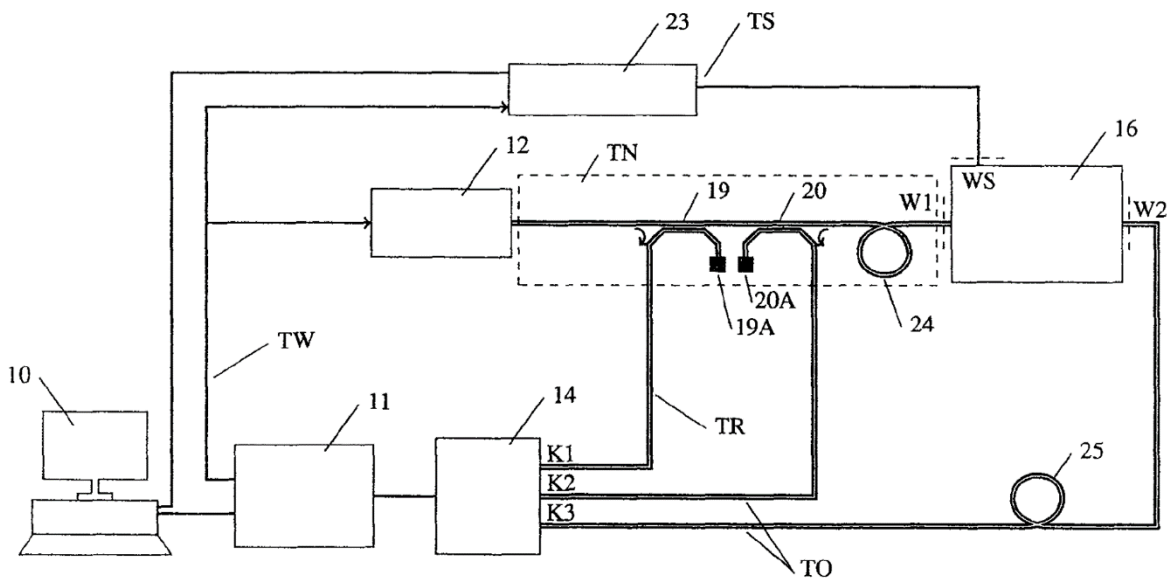
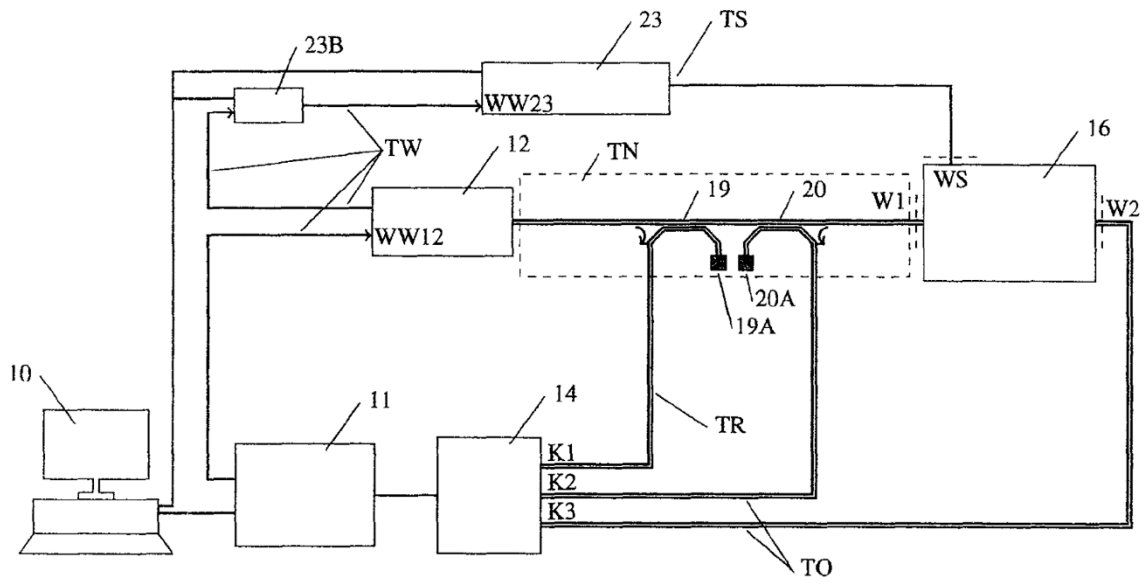
Zastrzeżenia patentowe

1. Mikrofalowy system pomiarowy z oknowaniem w czasie do pomiaru układu poddawanego pomiarowi, wyposażony w układ próbkujący podłączony do toru wyzwalania, w wyzwalany generator impulsu pomiarowego, podłączony do toru wyzwalania oraz do wejścia toru nadawczego, w układ formowania sygnału sterującego podłączony do toru wyzwalania i podłączony do wejścia sterującego układu poddawanego pomiarowi, w tor nadawczy składający

się z połączonych szeregowo wejścia toru nadawczego, z pierwszego sprzęgacza połączonego z układem próbkującym przez tor referencyjny, z drugiego sprzęgacza połączonego z układem próbkującym przez tor odbiorczy oraz z pierwszych wrót pomiarowych, do których podłączane są wrota mikrofalowe układu poddawanego pomiarowi (16), oraz w cyfrowy układ sterowania i akwizycji danych połączony z układem próbkującym i z układem formowania sygnału sterującego, **znamienny tym**, że ma przynajmniej jedną linię opóźniającą (24), która włączona jest w tor nadawczy (TN), między drugim sprzęgaczem (20) a pierwszymi wrotami pomiarowymi (W1), o opóźnieniu równym co najmniej połowie szerokości okna czasowego.

2. Mikrofalowy system pomiarowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ma też linię opóźniającą (26), włączoną w tor referencyjny (TR) między układ próbkujący (11, 14) a sprzęgacz (19), o opóźnieniu równym co najmniej szerokości okna czasowego.
3. Mikrofalowy system według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że ma też linię opóźniającą (25), o opóźnieniu równym co najmniej połowie szerokości okna czasowego, włączoną w tor odbiorczy (TO) i połączoną z układem poddawany pomiarowi (16) poprzez co najmniej jedno dodatkowe wrota pomiarowe (W2) oraz połączoną z układem próbkującym (11, 14).

Rysunki



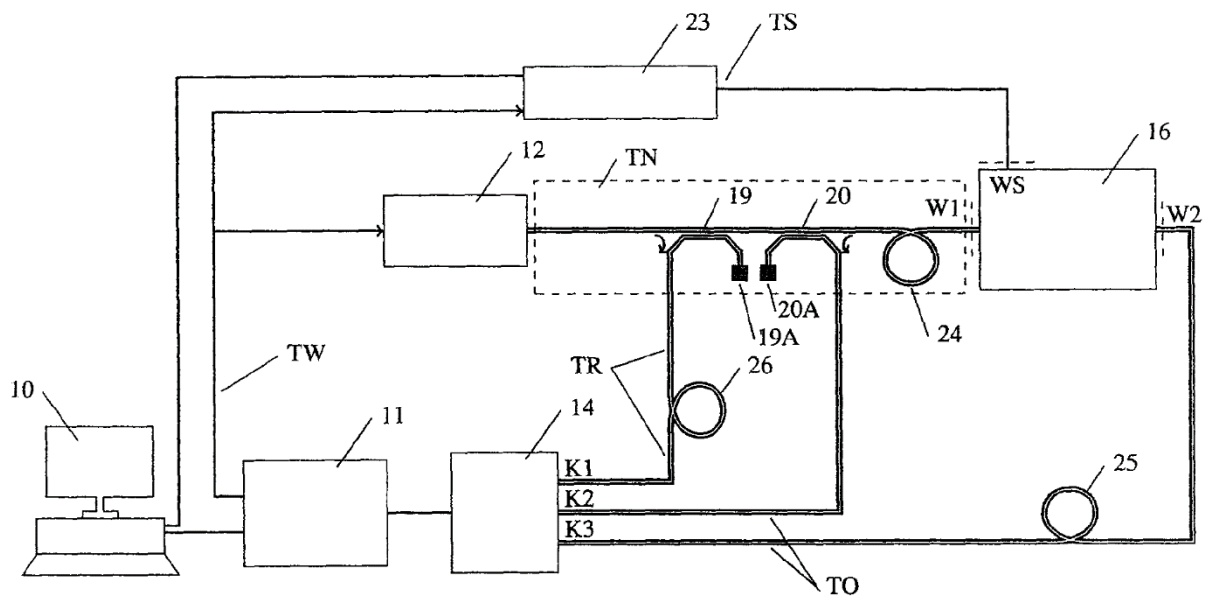


Fig. 2

