

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 06.VII.1967 (P 121 549)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.V.1970

Kl. 21 a², 36/10

MKP H-04b

G O l r 27/28

CZYTELNIA

UKD

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Jerzy Gołojew, mgr inż. Zenon Zdybel, mgr inż. Zenon Grzelak

Właściciel patentu: Gdańskie Zakłady Radiowe Przedsiębiorstwo Państwowe, Gdańsk (Polska)

Sposób pomiaru opóźnień grupowych i układ pomiarowy do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru opóźnień grupowych i układ pomiarowy do stosowania tego sposobu.

Każdy czwórnik elektryczny można scharakteryzować pod względem właściwości fizycznych przez określenie jego charakterystyki amplitudowej $A(\omega)$ i fazowej $\varphi(\omega)$.

Z charakterystyką fazową czwórnik związany jest czas przelotu sygnału przez czwórnik. Sygnały złożone ze składników o różnych częstotliwościach mogą przy przejściu przez czwórnik ulegać zniekształceniom z powodu niejednakowych czasów przelotu składników o różnych częstotliwościach.

Wiadomo, że między opóźnieniem grupowym τ_g a charakterystyką fazową $\varphi(\omega)$ czwórnik zachodzi związek:

$$\tau_g = \frac{d\varphi}{d\omega}$$

Wymienione zniekształcenia nie występują, jeżeli charakterystyka fazowa czwórnik spełnia równanie:

$$\frac{d\varphi}{d\omega} = \text{constans}$$

Nie każdy czwórnik posiada prostoliniową charakterystykę fazową i dlatego dokonuje się pomiaru przebiegu opóźnienia grupowego $\tau_g(\omega)$ w zakresie częstotliwości ograniczonym zwykle do pasma

2

przenoszenia danego czwórnik. Przy pomiarach najczęściej chodzi o wyznaczenie opóźnienia grupowego τ_g w funkcji częstotliwości jako czynnika zniekształcającego przenoszony sygnał, natomiast składnik sta-

ły opóźnienia $\frac{d\varphi}{d\omega}$ tylko wyjątkowo bywa przedmiotem zainteresowania.

Pomiar opóźnienia grupowego τ_g według dotychczas znanego sposobu polega na przesyłaniu poprzez mierzony czwórnik sygnału elektrycznego i porównywaniu jego fazy z fazą sygnału odniesienia, pochodzącego z tego samego źródła, lecz nie przenieszonego przez mierzony czwórnik. Porównanie to zwykle odbywa się w detektorze fazowym, wytwarzającym napięcie wyjściowe zależne od różnicy faz obu porównywanych sygnałów.

Rezultaty wielu takich pomiarów dokonywanych przy użyciu sygnałów o różnych częstotliwościach umożliwiają przybliżone określenie opóźnienia grupowego $\tau_g(\omega)$ danego czwórnik. Znane jest również udoskonalenie tego sposobu, polegające na tym, że dodatkowy sygnał próbkowy o stosunkowo małej częstotliwości nakłada się na sygnał nośny, a ten z kolei wobuluje w całym interesującym pasmie przenoszenia danego czwórnik. Po przejściu przez czwórnik sygnał ten poddaje się demodulacji i porównuje fazę otrzymanego napięcia próbkowego z sygnałem odniesienia. Rezultat porównania przedstawia się oscylograficznie przy użyciu podstawy czasu synchronicznej z wobulacją.

Przy stosowaniu opisanego sposobu i układu można otrzymać jakościowy obraz przebiegu zmian fazy w funkcji częstotliwości pozwalający wnioskować o pochodnej tej funkcji. Informacja o liczbowej wartości interesującej wielkości jest w tym obrazie zawarta w odchyleniach od linii prostej. Różniczkowanie elektryczne, stosowane w celu

otrzymania pochodnej $\frac{d\varphi}{d\omega}$, pozbawia przebieg składowej stałej, przez co utrudnia określenie skali, w jakiej otrzymany wykres przedstawia przebieg opóźnienia grupowego τ_g w funkcji częstotliwości, natomiast wzmacnianie z pozostawieniem składowej stałej obniża osiągalną dokładność tak dalece, że pomiar staje się nieprzydatny do większości celów, zwłaszcza gdy zmiany τ_g są małe w porównaniu ze składnikiem stałym.

Celem wynalazku jest ilościowe określenie zmian opóźnienia grupowego sygnału przenoszonego przez mierzony czwórnik. Zadaniem jest oscylograficzne przedstawienie wykresu zmian opóźnienia grupowego τ_g w funkcji częstotliwości wraz z jednostką skali odwzorowania, nastawianą w zależności od zakresu mierzonych zmian opóźnienia grupowego.

Cel ten został osiągnięty przez uzupełnienie znanego sposobu oscylograficznego przedstawiania przebiegu opóźnienia grupowego w funkcji częstotliwości, dodatkową operacją modulacji fazy jednego z napięć doprowadzanych do detektora fazy, korzystniej napięcia odniesienia, czyli tego z dwu porównywanych sygnałów, który nie jest przenoszony przez mierzony czwórnik. Wymienionej dodatkowej modulacji fazy dokonuje się o ściśle określony nastawialny kąt fazowy. Napięcie modulujące posiada kształt zbliżony do prostokątnego, a częstotliwość dwukrotnie mniejszą od częstotliwości podstawy czasu oscylografu.

Układ pomiarowy do stosowania sposobu według wynalazku zawiera zespoły, stosowane w znanym układzie do oscylograficznego przedstawiania opóźnień grupowych oraz dodatkowo posiada modulator fazy, który jest połączony poprzez nastawny i wyskalowany tłumik oraz multiwibrator bistabilny z generatorem napięcia podstawy czasu oscylografu. Natomiast generator sygnałów odniesienia i próbkowego jest połączony z modulatorem fazy, poprzez płynnie regulowany przesuwnik fazowy.

Przy użyciu układu według wynalazku można otrzymać na ekranie oscylografu dwie podobne krzywe zależności opóźnienia grupowego od częstotliwości sygnału, przy czym odległość między tymi krzywymi jest proporcjonalna do kalibrującego opóźnienia τ_0 wprowadzonego dodatkowo przez modulację fazy jednego z dwu porównywanych napięć. Odległość ta stanowi jednostkę, z którą bardzo łatwo jest porównywać zakres zmian opóźnienia grupowego τ_g .

Przy pomiarach torów teletransmisyjnych, zakończonych urządzeniami nadawczymi i odbiorczymi sygnałów o modulowanej częstotliwości, omiawiany układ może być znacznie uproszczony przez wykorzystanie do nałożenia sygnału próbkowego wobulacji wewnątrz interesującego pasma oraz demodulacji odpowiednio — modulatora i demodulatora mierzzonego toru.

Wynalazek dokładniej objaśniają przykłady zastosowania przedstawione na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu do pomiaru opóźnień grupowych w szerokopasmowych czwórnikach wielkiej częstotliwości, fig. 2 — schemat układu do pomiaru opóźnień grupowych zachodzących we wzmacniaczu pośredniej częstotliwości i w demodulatorze urządzenia linii radiowej, a fig. 3 — przykłady przebiegów otrzymanych na oscylografie podczas pomiaru.

Źródłem sygnałów próbkowego i odniesienia jest stabilizowany kwarem generator 1 o częstotliwości znacznie mniejszej niż szerokość wstęgi mierzzonego czwórnika 2. Z wyjścia tego generatora 1 sygnał elektryczny doprowadza się do przesuwnika fazowego 3, który umożliwia płynną zmianę fazy tego sygnału w granicach około $\pm \pi/2$. Modulator fazy 4 dokonuje skokowych zmian fazy napięcia doprowadzanego z zespołu przesuwnika fazy 3. Zmodulowane fazowo napięcie odniesienia doprowadza się przez ogranicznik amplitudy i filtr dolnoprzepustowy, zawarte w zespole 5, do detektora fazy 6. Jednocześnie sygnał z generatora 1, odmiennym torem, przez modulator 7, czwórnik mierzony 2, ogranicznik 8 i filtr pasmowy 9, doprowadza się do detektora fazy 6, jako sygnał próbkowy, obciążony opóźnieniami grupowymi $\tau_g(\omega)$, które powstają w czwórniku mierzonym 2 i które należy zmierzyć.

Multiwibrator 10, połączony z generatorem podstawy czasu oscylografu 11, drga z częstotliwością dwukrotnie mniejszą od częstotliwości podstawy czasu, a jego napięcie wyjściowe doprowadza się do modulatora fazy 4 przez nastawny i wyskalowany tłumik 12. Tłumik 12 jest wyskalowany w jednostkach czasu. Wobulator 13 jest połączony z układem podstawy czasu w oscylografie 11, a napięcie wyjściowe tego wobulatora jest doprowadzane do modulatora 7.

Wyjście detektora fazy 6 jest połączone z układem odchyłania pionowego oscylografu 10.

Napięcia próbkowe i odniesienia przed wprowadzeniem do detektora fazy 6 nastawia się na jednakową amplitudę, a kąt fazowy między tymi napięciami ustawia się za pomocą przesuwnika fazowego 3 na wartość optymalną ze względu na działanie detektora fazy 6. Dla niesymetrycznego detektora wartość ta wynosi około $\frac{\pi}{2}$.

Przebieg przedstawiony na fig. 3A otrzymuje się przy stałej wartości opóźnienia grupowego niezależnej od częstotliwości w mierzonym zakresie, równym zakresowi wobulacji. Odległość d tych linii jest proporcjonalna do wartości wymuszonego opóźnienia kalibrującego τ_0 ze znanych wartości kąta, dodatkowej modulacji fazowej i częstotliwości F sygnału próbkowego.

Fig. 3B ilustruje przykładowy przebieg zmian opóźnienia grupowego τ_g w funkcji częstotliwości sygnału, gdy zmiany τ_g są co do wielkości porównywalne z nastawianą wartością opóźnienia kalibrującego τ_0 .

Fig. 3C wskazuje sposób pomiaru zakresu zmian opóźnienia grupowego $\tau_g(\omega)$ przez pomiar odleg-

łości na ekranie oscylografu i wyliczenie szukanej wartości według wzoru

$$\tau_g = \tau_0 \cdot \frac{a+b}{c+e}$$

Do pomiaru tych odległości korzystnie jest znacznie zmniejszyć napięcie odchyłania poziomego w oscylografie, lecz bez zmiany zakresu wobulacji.

Układ do pomiaru opóźnień grupowych, wnoszonych przez wzmacniacz pośredniej częstotliwości odbiornika linii radiowej przedstawiony jest schematycznie na fig. 2.

Wejście nadajnika teletransmisyjnego 14 jest połączone z generatorem 1 sygnału próbkowego i odniesienia. Wyjście tego nadajnika przez czwórnik liniowy 15, nie wnoszący praktycznie przesunięć fazowych, jest połączone z wejściem odbiornika 16 linii radiowej, którego wzmacniacz pośredniej częstotliwości wnosi opóźnienia grupowe będące przedmiotem pomiaru.

Wyjście odbiornika 16 jest połączone przez ogranicznik amplitudy 8 i filtr 9 wejściem detektora fazy 6. Ponadto z wyjściem zespołu kształtowania napięcia podstawy czasu oscylografu 11 jest połączona elektroda kontrolująca częstotliwość pracy heterodyny odbiornika 16. W tym ostatnio wymienionym połączeniu znajduje się nie przedstawiony na rysunku znany element do nastawiania napięcia, umożliwiającą w tym układzie nastawianie zakresu wobulacji heterodyny.

Sposób posługiwania się układem opisanym w przykładzie drugim jest analogiczny jak układem z przykładu pierwszego.

Układ opisany w przykładzie drugim wykonania wynalazku jest przystosowany do pomiarów urządzeń linii radiowych, jest prostszy i lżejszy, a dzie-

ki temu łatwiejszy w praktycznym użytkowaniu niż przyrząd bardziej uniwersalny według układu pierwszego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru opóźnień grupowych, wnoszonych przez czwórniki elektryczne szerokopasmowe, polegający na przepuszczaniu przez mierzony czwórnik prądu przemiennego modulowanego sygnałem próbkowym i wobulowanego w zakresie częstotliwości przenoszonych przez mierzony czwórnik, demodulacji tego napięcia po przejściu przez czwórnik, porównywaniu w detektorze fazowym otrzymanego po demodulacji sygnału próbkowego z sygnałem odniesienia pobieranym z tego samego źródła co i sygnał próbkowy, pozabawianiu napięcia uzyskanego z detektora fazy jego składowej stałej i na oscylograficznym przedstawianiu składowej zmiennej, tego napięcia, **znamienny tym**, że jeden z sygnałów, których fazy się porównuje, korzystniej sygnał odniesienia, dodatkowo moduluje się fazowo o znany kąt fazowy, nastawiany w zależności od zakresu pomiaru.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dodatkowej modulacji sygnału odniesienia dokonuje się napięciem przemiennym o kształcie w przybliżeniu prostokątnym i częstotliwości powtarzania dwukrotnie mniejszej od częstotliwości podstawy czasu oscylografu.

3. Układ do stosowania sposobu według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że generator podstawy czasu oscylografu (11) jest połączony z modulatorem fazy (4) poprzez multiwibrator (10) i tłumik (12) przy czym generator sygnałów odniesienia i próbkowego (1) jest połączony z modulatorem fazy (4) poprzez przesuwnik fazowy (3).

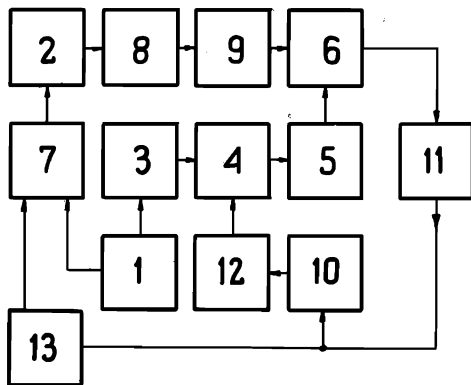


Fig. 1

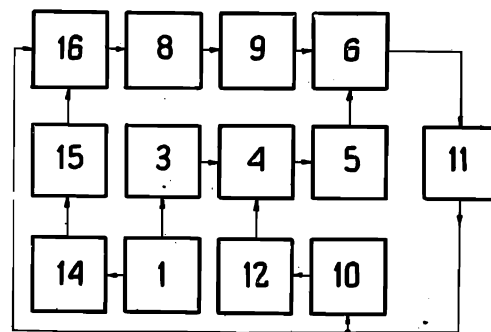


Fig. 2.

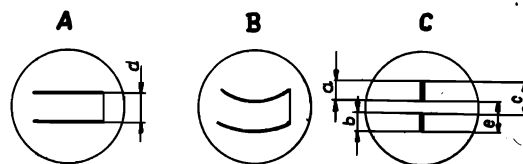


Fig. 3.