

2
U.S. PRL

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

61 336

Patent dodatkowy
do patentu _____

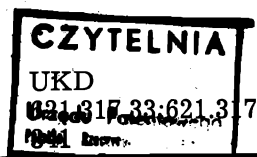
Zgłoszono: 03.XII.1968 (P 130 373)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 20.I.1971

Kl. 21 e, 27/28

MKP G 01 r, 27/28



Twórca wynalazku: Aleksander Makiedoński
Właściciel patentu: Instytut Łączności, Warszawa (Polska)

Sposób pomiaru charakterystyk grupowego czasu przejścia i tłumienia w czwórnikach elektrycznych oraz urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru charakterystyk grupowego czasu przejścia i tłumienia w czwórnikach elektrycznych oraz urządzenie do stosowania tego sposobu, które może być wykonane w postaci osobnego przyrządu pomiarowego względnie jako wymienna wkładka do uniwersalnego szerokopasmowego oscyloskopu.

Do pomiaru charakterystyk grupowego czasu przejścia w czwórnikach elektrycznych stosowany jest między innymi sposób Nyquista. Jeden z możliwych układów urządzenia do stosowania tego sposobu przedstawiony jest na fig. 1.

Sygnal próbny, którym w tej metodzie pomiaru jest drganie o dwuwstęgowej modulacji amplitudy i niewytłumionej fali nośnej, wytwarzany jest na wyjściu niezrównoważonego modulatora amplitudy **MA**, do którego zacisków wejściowych doprowadzone są dwa sygnały, sygnał wielkiej częstotliwości o pulsacji Ω z przestrajanego generatora $G\Omega$ oraz sygnał małej częstotliwości o pulsacji ω , z generatora $G\omega$. Z wyjścia modulatora **MA** sygnał próbny doprowadzany jest poprzez nastawny tłumik **T** do wejścia badanego czwórnika **X**. Tłumik **T** służy do nastawienia poziomu sygnału próbnego na wejściu badanego czwórnika.

Po przejściu sygnału próbnego przez czwórnik **X**, jego obwódnia zostaje przesunięta w fazie o kąt $\Delta\varphi$, którego wartość jest jednoznacznie powiązana z grupowym czasem przejścia sygnału przez ten czwórnik $T\Omega$ następującą zależnością: $\Delta\varphi = \omega T\Omega$.

2

Kąt $\Delta\varphi$ może być mierzony fazomierzem włączonym pomiędzy wyjściem generatora $G\omega$ i wyjściem detektora obwiedni **D**, względnie może być on odczytany ze skali cechowanego przesuwника fazy φ .

Wskaźnikiem stanu kompensacji może być w tym przypadku lampa oscyloskopowa **LO**. Porównywane sygnały doprowadzane są do płytek odchyłania pionowego i poziomego tej lampy poprzez wzmacniacze **W1** i **W2**. Stan kompensacji fazowej układu, sygnalizowany jest na ekranie lampy oscyloskopowej w momencie przekształcenia się elipsy w linię prostą o charakterystycznym nachyleniu.

Takie urządzenie pomiarowe posiada poważną wadę, gdyż nie może służyć jednocześnie do pomiaru z wymaganą w wielu dziedzinach techniki dokładnością — charakterystyki tłumieniowej czwórników, która jak wiadomo należy obok charakterystyki grupowego czasu przejścia do najważniejszych parametrów, charakteryzujących właściwości transmisyjne czwórnika. Dla wyznaczenia tej charakterystyki nawet ze stosunkowo małą dokładnością, ograniczoną zdolnością percepcji przez oko małych zmian długości śladu plamki na ekranie lampy oscyloskopowej — wymagane jest utrzymanie stałej głębokości modulacji i poziomu sygnału próbnego, dostarczanego przez modulator **MA**.

Przy pomiarze za pomocą omawianego urządzenia także charakterystyki grupowego czasu przejścia występują niestystematyczne błędy pomiarowe

wprowadzane przez detektor obwiedni, którego parametry transmisyjne nawet przy zastosowaniu złożonych układów korekcji w mniejszym lub większym stopniu zależne są od parametrów sygnału wielkiej częstotliwości na zaciskach wejściowych detektora.

Celem wynalazku jest znalezienie sposobu pomiaru charakterystyki grupowego czasu przejścia oraz zbudowanie urządzenia do stosowania tego sposobu, które nie zawierałoby wprowadzającego dodatkowe błędy pomiaru detektora obwiedni i jednocześnie służyłoby do wyznaczania z dużą dokładnością charakterystyki tłumieniowej badanego czwórnika. Cel ten został osiągnięty przez zastosowanie jako sygnału próbnego — składowej wielkiej częstotliwości, zmodulowanego polarnie drgania o stłumionej fali nośnej, przy czym stan kompensacji opóźnienia czasowego i zniekształceń tłumieniowych drgania próbnego sygnalizowany jest na podstawie kształtu obwiedni drgania o modulacji polarnej i wytłumionej fali nośnej w warunkach niewystępowania przesłuchów międzykanałowych.

Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku zawiera zrównoważony modulator amplitudy, sumator, powielacz częstotliwości i człon formowania napięcia piłokształtnego, przy jednoczesnym włączeniu pomiędzy wyjściem generatora modulującego małej częstotliwości i jednym z dwóch wejść sumatora, nastawnego tłumika, cechowanego przesuwnika fazy i cechowanego tłumika, przy czym nastawianie wartości tłumienia wprowadzanego przez znajdujące się w torze sygnału próbnego i w torze sygnału modulującego nastawne tłumiki — dokonywane jest jednocześnie.

Stosowanie urządzenia według wynalazku daje znaczne korzyści techniczne wynikające z możliwości jednoczesnego pomiaru z dużą dokładnością zarówno charakterystyki grupowego czasu przejścia jak i charakterystyki tłumieniowej badanego czwórnika przy jednoczesnej eliminacji dodatkowych błędów wprowadzanych przez detektor obwiedni znajdujący się w znanych układach urządzeń pomiarowych.

Sposób pomiaru według wynalazku wykorzystuje niepożądaną ze względów transmisyjnych właściwość drgania o modulacji polarnej i wytłumionej fali nośnej, polegającą na bardzo dużej wrażliwości tego drgania na zmianę kształtu jego obwiedni wywołaną naruszeniem wzajemnych stosunków amplitudowo-fazowych pomiędzy składową wielką i małą częstotliwością drgania zmodulowanego.

Drganie o modulacji polarnej stosowane jest jak wiadomo do przesyłania za pomocą jednego nadajnika radiowego dwóch informacji. Każdej z tych informacji przyporządkowana jest jedna z jego dwóch obwiedni — odpowiadająca maksymalnym wartościom dodatnich względnie ujemnych, półokresów fali nośnej. Kształt obwiedni sygnału o modulacji polarnej i wytłumionej fali nośnej przy dwóch aktywnych kanałach przedstawiony jest na fig. 2a.

W przypadku aktywności tylko jednego kanału i niewystępowania przesłuchów międzykanałowych, jedna z obwiedni cząstkowych jest linią prostą,

a samo drganie wygląda tak jak na fig. 2b. Widmo takiego drgania przedstawione jest na fig. 2d.

Drganie to jest liniową superpozycją dwóch elementów składowej wielkiej częstotliwości, o pulsacjach $\Omega - \omega$ i $\Omega + \omega$ oraz składowej małej częstotliwości o pulsacji ω . Jeśli przed zsumowaniem obu tych składowych jedną z nich przepuścimy przez badany czwórnik, wówczas kształt obwiedni wytwarzanego w wyniku superpozycji obu tych składowych drgania złożonego, będzie zależny od wartości tłumienia i opóźnienia czasowego wprowadzanego przez badany czwórnik. Przykładowe kształty obwiedni sygnału złożonego, wytwarzanego w takim przypadku przedstawione są na fig. 2c, 2e i 2f.

Drganie o takiej obwiedni powstaje gdy amplituda składowej wielkiej częstotliwości jest większa od amplitudy składowej małej częstotliwości jak przedstawia fig. 2c, lub mniejsza jak fig. 2e, względnie, gdy następuje opóźnienie czasowe jednej z tych składowych względem drugiej jak pokazuje fig. 2f. Ze względów praktycznych wygodniej jest stosować w charakterze sygnału próbnego składową wielkiej częstotliwości drgania o modulacji polarnej i wytłumionej fali nośnej, a do toru składowej małej częstotliwości wtrącić cechowany tłumik i cechowany przesuwnik fazy które będą służyć do kompensacji opóźnienia czasowego i zniekształceń tłumieniowych składowej wielkiej częstotliwości.

Schemat blokowy przykładu urządzenia do stosowania sposobu według wynalazku przedstawiony jest na fig. 3.

Składowa wielkiej częstotliwości drgania o modulacji polarnej i wytłumionej fali nośnej wytwarzana jest za pomocą zrównoważonego modulatora amplitudy **ZM** do którego doprowadzane są dwa drgania sinusoidalne o pulsacjach Ω i ω dostarczane przez generatory $G\Omega$ i $G\omega$. Składowa wielkiej częstotliwości po przejściu przez nastawy tłumik **T₁₁**, ustalający poziom sygnału próbnego na wejściu badanego czwórnika **X**, doprowadzana jest do wejścia **a** sumatora **Σ**. Do wejścia **b** sumatora doprowadzana jest natomiast składowa małej częstotliwości drgania o modulacji polarnej, po uprzednim jej przejściu przez nastawny tłumik **T₁₂**, cechowany przesuwnik fazowy φ_c i cechowany tłumik **T_c**. Aby zmiana poziomu sygnału próbnego na wejściu badanego czwórnika, przeprowadzana za pomocą tłumika **T₁₁**, nie wywoływała wzrostu niezależnych od badanego czwórnika przesłuchów międzykanałowych drgania o modulacji polarnej, do toru składowej małej częstotliwości tego drgania wtrącony jest tłumik **T₁₂**, nastawianie którego dokonywane jest jednocześnie z nastawianiem tłumika **T₁₁**.

Powstający na wyjściu sumatora sygnał złożony doprowadzany jest poprzez wzmacniacz **W1** do płytek odchyłania pionowego lampy oscyloskopowej **LO**. Do drugiej pary płytek tej lampy doprowadzany jest sygnał rozciągu linearnego, wytwarzany w członie formowania napięcia piłokształtnego **CFP**, sterowanego sygnałem wyjściowym powielacza częstotliwości **PC**. Dzięki powielaniu częstotliwości na ekranie lampy oscyloskopowej obserwuje się kilka okresów obwiedni sygnału zmodulowanego polar-

nie, co zwiększa dokładność rejestracji momentu w którym następuje minimum przesłuchów międzykanałowych.

Sygnal rozciagu linearnego można również wytwarzać za pomocą samowzbudnego generatora napięcia piłokształtnego, synchronizowanego drganiem wyjściowym generatora $G\omega$.

Taka metoda jest szczególnie korzystna wtedy, gdy przyrząd pomiarowy wykonany jest w postaci wymiennej wkładki do uniwersalnego szerokopasmowego oscyloskopu. Podstawowe człony składowe takiego oscyloskopu takie jak wzmacniacze odchyłania pionowego i poziomego, człon synchronizacji i generator napięcia rozciagu linearnego mogą bowiem wchodzić w skład przedstawionego na fig. 3 układu urządzenia pomiarowego.

Sposób postępowania przy pomiarze charakterystyki grupowego czasu przejścia i charakterystyki tłumieniowej w czwórnikach elektrycznych za pomocą urządzenia według wynalazku jest następujący:

Badany czwórnik włącza się pomiędzy zaciski A, B urządzenia. Regulując naprzemian tłumienie i przesunięcie fazowe wprowadzane przez znajdujący się w torze składowej małej częstotliwości cechowany tłumik T_c i cechowany przesuwnik fazy φ_c dążymy do uzyskania na ekranie lampy oscyloskopowej — drgania zmodulowanego o kształcie jak na fig. 2b.

Następnie zwiększamy współczynnik wzmocnienia wzmacniacza W_1 aż do wartości przy której na ekranie lampy oscyloskopowej zostanie wyraźnie uwidoczniła środkowa część przebiegu zmodulowanego i korygujemy położenie elementów dostrojonych tłumika T_c i przesuwnika fazy φ_c aż do momentu w którym obwiednia odpowiadająca kanałowi biernemu drgania o modulacji polarnej i wytłumionej fali nośnej — będzie linią prostą. W momencie tym następuje stan kompensacji tłumienia i opóźnienia czasowego wprowadzającego przez badany czwórnik. Wartości obu tych parametrów odczytywane są ze skali cechowanego tłumika i przesuwnika fazy, który w tym przypadku jest wycechowany bezpośrednio w jednostkach opóźności czasowej.

Opóźnienie czasowe sygnału próbnego T_Ω powiązane jest bowiem z kątem przesunięcia fazowego $\Delta\varphi$ składowej małej częstotliwości drgania o modulacji polarnej, w warunkach niewystępowania przesłuchów międzykanałowych, następującą zależnością:

$$T_\Omega = \frac{1}{\omega} \cdot \Delta\varphi$$

Aby mierzony tym sposobem grupowy czas przejścia i tłumienie było jak najbardziej zbliżone do wartości tłumienia i opóźnienia czasowego wprowadzanego przez badany czwórnik na częstotliwości $\Omega/2\pi$, pulsacja sygnału modulującego ω , powinna być tak dobrana aby była spełniona podobnie jak to ma miejsce w znanych urządzeniach, następująca nierówność

$$\omega \ll \Omega_{\min}$$

gdzie $\Omega_{\min}$ jest dolną granicą pasma pulsacji roboczych urządzenia pomiarowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru charakterystyk grupowego czasu przejścia i tłumienia w czwórnikach elektrycznych **znamienny tym**, że sygnałem próbnym jest składowa wielkiej częstotliwości zmodulowanego polarnie drgania o stłumionej fali nośnej, przy czym stan kompensacji opóźnienia czasowego i zniekształceń tłumieniowych drgania próbnego sygnalizowany jest na podstawie kształtu obwiedni drgania o modulacji polarnej i stłumionej fali nośnej, w warunkach nie występowania przesłuchów międzykanałowych.

2. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zawiera zrównoważony modulator amplitudy (ZM), sumator (Σ), powielacz częstotliwości (PC) i człon formowania napięcia piłokształtnego (CFP), przy jednoczesnym włączeniu pomiędzy wyjściem generatora modulującego ($G\omega$) a zaciskiem wejściowym (b), sumatora (Σ), nastawnego tłumika (T_{12}), cechowanego przesuwnika fazowego (φ_c) i cechowanego tłumika (T_c), przy czym nastawianie tłumienia wprowadzanego przez tłumiki (T_{11}) i (T_{12}) dokonywane jest jednocześnie.

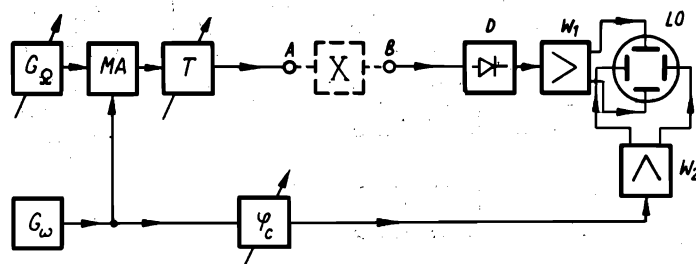


Fig. 1

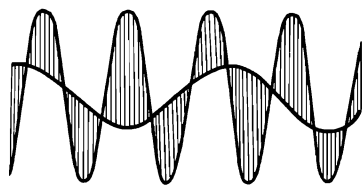


Fig. 2a

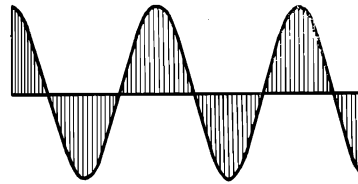


Fig. 2b

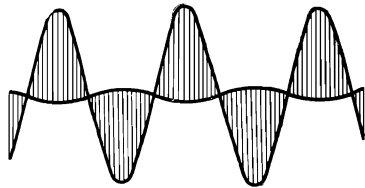


Fig. 2c

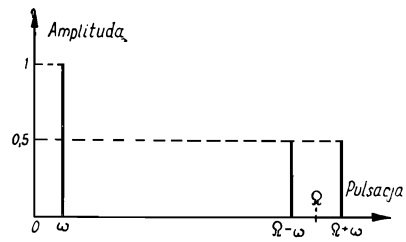


Fig. 2d

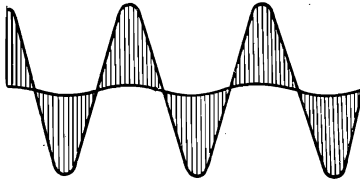


Fig. 2e

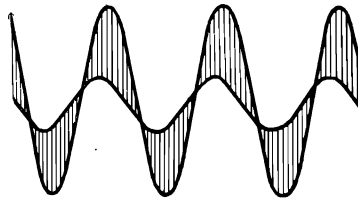


Fig. 2f

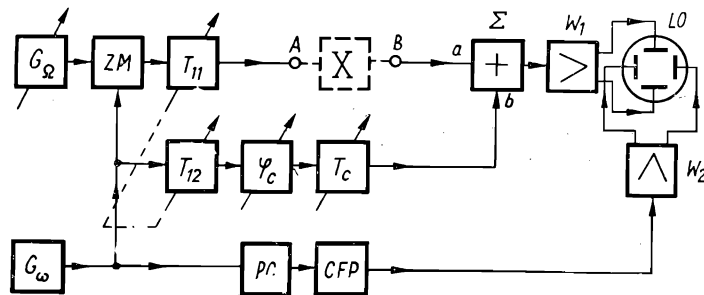


Fig. 3