



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 29.VII.1965 (P 110 260)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 15.II.1967

Kl.

21e 23/14
~~21 e, 30/03~~

MKP G 01 r 23/14

UKD



Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Barbara Deniszczuk, mgr inż. Stefan Duszyński

Właściciel patentu: Warszawskie Zakłady Radiowe, Warszawa (Polska)

Sposób pomiaru krótkotrwałych niestałości częstotliwości

1

Znane sposoby pomiaru częstotliwości nie są przystosowane do pomiaru niestałości częstotliwości występujących w bardzo krótkim czasie, rzędu mili- i mikrosekund. Potrzeba opracowania sposobu pomiaru krótkotrwałych niestałości częstotliwości występujących w czasie kilku milisekund i spowodowanych przyczynami technicznymi takimi jak tętnienia i wahania napięć zasilających, wibracje i udary mechaniczne, zmiany termiczne, istnieje między innymi przy prowadzeniu prac nad urządzeniami radiolokacyjnymi wykorzystującymi zjawisko Dooplera. W wyniku znanego sposobu pomiaru częstotliwości przez zdudnianie sygnałów o nieznanach częstotliwościach z sygnałami o częstotliwościach wzorcowych można otrzymać najwyższą niestałość częstotliwości występującą w czasie dziesiątych części sekundy.

Istota i nowość wynalazku polega na zdudnieniu z sobą sygnału o nieznannej niestałości częstotliwości z tym samym sygnałem opóźnionym o czas τ równy czasowi, w którym ma być mierzona krótkotrwała niestałość częstotliwości. Pomiar krótkotrwałej niestałości częstotliwości sposobem według wynalazku wykonuje się w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku, na którym 1 — oznacza generator wzorcowej częstotliwości, 2 — mieszacz, 3 — linię opóźniającą o opóźnieniu τ , 4 — wzmacniacz pośredniej częstotliwości, 5 — mieszacz iloczynowy sygnałów opóźnionych w czasie o τ , 6 — przesuwnik fazy, 7 — miernik często-

2

tlwości, A — wejście sygnału o nieznannej niestałości częstotliwości. Stosowanie przemiany częstotliwości za pomocą generatora 1 i mieszacza 2 jest konieczne, gdy technicznie trudno jest uzyskać potrzebne opóźnienie τ bezpośrednio na częstotliwości badanego sygnału. Chwilowa niestałość częstotliwości generatora 1 musi być lepsza co najmniej o rząd wielkości od mierzonej niestałości częstotliwości.

5 Sygnał o częstotliwości pośredniej uzyskany w wyniku pierwszej przemiany jest podawany na mieszacz 5 dwoma torami.

10 W torze pierwszym sygnał o częstotliwości pośredniej przechodzi przez linię opóźniającą 3 o opóźnieniu τ określonym czasem pomiaru niestałości częstotliwości. Jeżeli w linii opóźniającej 3 wystąpi duża strata sygnału, stosuje się dodatkowo wzmacniacz pośredniej częstotliwości 4, dzięki któremu uzyskiwany jest odpowiedni poziom sygnału.

15 Z linii opóźniającej 3 lub ze wzmacniacza pośredniej częstotliwości 4 sygnał podawany jest na mieszacz 5.

20 W drugim torze sygnał jest podawany bezpośrednio na mieszacz 5, lub przez przesuwnik fazy 6, który służy do wyeliminowania wpływu modulacji amplitudy, jeżeli badany sygnał jest modulowany amplitudowo.

25 W wyniku mieszania otrzymuje się na wyjściu mieszacza 5 sygnał o częstotliwości równej chwili-

lowej niestałości częstotliwości badanego sygnału.

W przypadku, gdy potrzebne opóźnienie sygnału τ można uzyskać bezpośrednio na częstotliwości badanego sygnału, podaje się ten sygnał bezpośrednio na linię opóźniającą 3 i mieszacz 5 (nie stosuje się wówczas generatora wzorcowej częstotliwości 1 i mieszacza 2).

Miernik częstotliwości 7 służy do pomiaru uśrednionej niestałości częstotliwości, lub jeżeli zachodzi potrzeba można go przystosować także do pomiaru chwilowych niestałości częstotliwości.

Napięcie sygnału o zmiennej częstotliwości przedstawia funkcją:

$$u(t) = U \cos \varphi(t)$$

gdzie: $\varphi(t) = \int_0^t \omega(t) dt$ — zmienny w czasie kąt fazowy,

$\omega(t) = \omega_0 [1 + a(t)]$ — zmienna w czasie częstotliwość kątowna,

$a(t)$ — funkcja modulacji częstotliwości.

Krótkotrwała chwilowa niestałość częstotliwości w czasie τ :

$$\begin{aligned} \Delta f(t) &= \frac{1}{2\pi} \Delta \omega(t) = \frac{1}{2\pi} [\omega(t) - \omega(t - \tau)] = \\ &= \frac{1}{2\pi} \omega_0 [a(t) - a(t - \tau)] \end{aligned}$$

Napięcia przesunięte w czasie o τ :

$$\begin{aligned} u(t) &= U \cos \varphi(t) = U \cos [\omega_0 t + \omega_0 \int_0^t a(t) dt] \\ u(t - \tau) &= U \cos \varphi(t - \tau) = U \cos [\omega_0 (t - \tau) + \\ &+ \omega_0 \int_0^{t-\tau} a(t) dt] \end{aligned}$$

zostają podane na mieszacz 5, na wyjściu którego po odfiltrowaniu składowych wielkiej częstotliwości f_0 i jej harmonicznym otrzymuje się napięcie:

$$v(t) = V_0 \cos \left\{ \omega_0 \tau + \omega_0 \left[\int_0^t a(t) dt - \int_0^{t-\tau} a(t) dt \right] \right\}$$

którego chwilowa częstotliwość kątowna, będąca pochodną względem czasu kąta fazowego jest równa modułowi chwilowej niestałości częstotliwości w czasie τ :

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega_0 [a(t) - a(t - \tau)] \equiv |\Delta \omega(t)|$$

Wielkość $\frac{1}{2\pi} |\Delta \omega(t)|$ uśredniona w dowolnym

czasie T jest mierzona miernikiem częstotliwości 7. Jeżeli badany sygnał jest w sposób niepożądany modulowany amplitudowo, to wpływ modulacji amplitudy można wyeliminować nie zmieniając zasady pomiaru niestałości częstotliwości. Napięcia sygnałów modulowanych amplitudowo, przesunięte w czasie o τ :

$$u(t) = U[1 + m\beta(t)] \cos \omega_0 t$$

$$u(t - \tau) = U[1 + m\beta(t - \tau)] \cos \omega_0 (t - \tau)$$

gdzie: m — współczynnik głębokości modulacji, $\beta(t)$ — funkcja modulacji amplitudy.

Napięcie sygnału na wyjściu mieszacza 5 po odfiltrowaniu składowych wielkiej częstotliwości f_0 i jej harmonicznym:

$$u(t)u(t - \tau) = AU^2 [1 + m\beta(t)] [1 + m\beta(t - \tau)] \cos \omega_0 \tau$$

Składową małej częstotliwości pochodzącą od modulacji amplitudy można zmniejszyć do zera niezależnie od rodzaju funkcji modulacji $\beta(t)$

przez dobranie fazy $\omega_0 \tau = \frac{\pi}{2} : (2n - 1)$, przy czym

przy dużej częstotliwości ω_0 wystarczy w tym celu zmienić bardzo nieznacznie opóźnienie τ .

Przy małej głębokości modulacji amplitudy wpływ jej jest znikomy i dobieranie faz nie jest potrzebne.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru krótkotrwałych niestałości częstotliwości **znamienny tym**, że badany sygnał zostaje podany na wejście mieszacza iloczynowego (5) dwoma torami, z których jeden zawiera linię opóźniającą (3), zapewniającą różnicę opóźnień τ obu torów, równą czasowi pomiaru krótkotrwałej niestałości częstotliwości lub fazy.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że opóźnienie τ można realizować na częstotliwości sygnału albo na częstotliwości pośredniej otrzymanej w wyniku przemiany częstotliwości za pomocą generatora (1) i mieszacza (2).
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w przypadku wystąpienia niepożądanego modulacji amplitudy badanego sygnału, eliminuje się wpływ tej modulacji przez dobieranie stałego przesunięcia fazy 90° pomiędzy sygnałami przechodzącymi dwoma torami do mieszacza (5).

