



Patent dodatkowy
do patentu _____

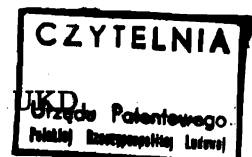
Zgłoszono: 30.XII.1967 (P 124 432)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.IV.1970

Kl. 21 e, 25/04

MKP G 01 r 25/04



Twórca wynalazku: mgr inż Jerzy Kaliński

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Zakład Doświadczalny Budo-
wy Aparatury Naukowej UNIPAN), Warszawa (Pol-
ska)

**Sposób automatycznego utrzymywania stałego przesunięcia fazy
między dwoma sygnałami o tej samej częstotliwości oraz układ
do stosowania tego sposobu**

1 Przedmiotem wynalazku jest sposób automaty-
cznego utrzymywania stałego przesunięcia fazy
między dwoma sygnałami o tej samej częstotliwo-
ści oraz układ do stosowania tego sposobu.

Układy wykorzystujące określoną stałą różnicę
przesunięć fazowych między dwoma sygnałami o tej
samej częstotliwości są często stosowane w technice
pomiarów elektronicznych oraz w zestawach i urzą-
dzeniach pomiarowych posługujących się techniką
elektroniczną do pomiaru wielkości fizycznych,
mechanicznych, chemicznych i innych. W większo-
ści przypadków w skład takich zestawów pomiaro-
wych wchodzi generator sygnałów zmiennych zasilaj-
ający badany układ, badany zespół lub element
oraz wzmacniacz sygnału pobieranego z badanego
zespołu lub elementu. Sygnał wyjściowy wzmacnia-
cza jest sygnałem zawierającym szukane informa-
cje, które mogą być odebrane przez pomiar ampli-
tudy lub fazy tego sygnału względnie ich zmian w
stosunku do określonego sygnału odniesienia.

W licznych układach pomiarowych stałość kąta
przesunięcia fazowego między sygnałem generatora
zasilającego i sygnałem wyjściowym wzmacniacza
jest czynnikiem zawierającym decydujący wpływ
na wynik pomiaru. Jako przykłady tego typu roz-
wiązań wymienić można układy działające w opar-
ciu o zasadę sumowania odwróconych w fazie o
180° sygnałów i wykazujące ich różnicę, układy do-
dające sygnały przesunięte względem siebie w fa-
zie o określony kąt w których amplituda sumy jest

2 miarodajna dla wyniku pomiaru, układy pomiaro-
we z detektorami fazoczułymi, w których sygnał
wyjściowy zmienia się od maksymalnej dodatniej
do maksymalnej ujemnej wartości dla kątów prze-
sunięć fazowych między sygnałem mierzonym
i sygnałem odniesienia równych $n\pi$ itd.

We wszystkich tych przypadkach, w których sta-
łe przesunięcie fazy dwóch sygnałów o tej samej
częstotliwości względem siebie wywiera decydują-
cy wpływ na wynik pomiaru zapewnienie dużej do-
kładności i stabilności tego wyniku wymaga unie-
zależnienia charakterystyk fazowych torów obu sy-
gnałów od regulacji ich parametrów technicznych
oraz od niekontrolowanych zmian parametrów te-
chnicznych elementów, podzespołów i zespołów
składowych układu pomiarowego.

Rozwiązania konstrukcyjne tego rodzaju ukła-
dów wymagają więc bądź bardzo starannego i żmud-
nego projektowania z punktu widzenia stałości
ich charakterystyk fazowych bądź, w przypadkach
gdy jest to możliwe, wprowadzania ręcznego do-
strajania kąta przesunięcia fazowego obu sygna-
łów względem siebie celem uzyskania określonego
sygnału wyjściowego i zapewnienia porównywal-
ności wskazań.

Celem wynalazku jest uzyskanie automatycznej
stabilizacji kąta przesunięcia fazowego między
dwoma sygnałami o tej samej częstotliwości na za-
mierzonej i uprzednio ustalonej wartości w okre-

ślonych granicach zmian charakterystyk fazowych torów obu sygnałów oraz ich częstotliwości.

Cel ten został osiągnięty przez wprowadzenie do toru jednego z sygnałów przesuwnika fazowego, którego kąt przesunięcia fazowego może być regulowany płynnie przy pomocy sygnału prądu stałego. Przesuwnik ten ustala zamierzone przesunięcie fazy między obydwojema sygnałami oraz automatycznie je stabilizuje przy sterowaniu go sygnałem błędu. Sygnał błędu sterujący przesuwnikiem fazowym uzyskiwany jest w wyniku sumowania sygnałów wyjściowych obu torów po uprzednim ograniczeniu ich amplitud. Amplitudy są ograniczone w celu uniezależnienia się od zmian amplitudy jednego lub obu sygnałów oraz od dodatkowego przesunięcia w fazie względem siebie.

Sygnał wyjściowy układu sumującego po wzmocnieniu i wyprostowaniu steruje wartością kąta przesunięcia fazowego w torze jednego z sygnałów w taki sposób, by wypadkowe przesunięcie fazy między obu sygnałami pozostawało stale i równe pierwotnie przyjętej wartości. Nachylenie i zakres charakterystyki regulacji ustalane są przez dobór początkowego przesunięcia fazy między sygnałami o ograniczonych amplitudach, regulację wzmocnienia wzmacniacza sygnału błędu oraz dobór wielkości napięcia doprowadzanego do elementu regulacyjnego przesuwnika fazy.

Korzyścią techniczną wynikającą ze stosowania wynalazku jest zwiększenie dokładności i stabilności wskazań układów działających w oparciu o zasadę wymagającą utrzymania stałego przesunięcia fazowego między dwoma sygnałami o tej samej częstotliwości. Automatyczne utrzymywanie stałego przesunięcia fazowego między dwoma sygnałami uniezależnia prawidłowe działanie układów od stałości charakterystyk fazowych torów obu sygnałów w funkcji regulacji ich parametrów technicznych, zmian parametrów podzespołów i zespołów składowych tak biernych jak i czynnych oraz od stałości częstotliwości źródła tych sygnałów.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu do automatycznej regulacji kąta przesunięcia fazowego między dwoma sygnałami o tej samej częstotliwości, fig. 2 — wykres wektorowy sygnałów wyjściowych obu torów dla kąta przesunięcia fazowego między nimi równego 180° , fig. 3 — schematy ideowe obu przesuwników fazowych kanału automatycznej regulacji fazy, fig. 4 — charakterystyki fazowe przesuwników przedstawionych na fig. 3, fig. 5 — wykres wektorowy sygnałów w układzie sumującym dla kąta stabilizowanego równego 180° , fig. 6 — charakterystykę zależności sygnału wyjściowego układu sumującego od wartości kąta przesunięcia fazowego sygnałów doprowadzonych do jego wejść przy równości amplitud obu sygnałów, fig. 7 — charakterystykę regulacji czyli krzywą zależności sygnału doprowadzanego do sterowanego przesuwnika fazy od zmian założonego kąta przesunięcia fazowego między sygnałami obu torów, fig. 8 — schemat ideowy zastosowanego w układzie sterowanego przesuwnika fazy wraz z ukła-

dem prostowniczym sygnału błędu i elementami sprzęgającymi.

Układ automatycznej regulacji fazy wykonany według wynalazku przedstawiony jest na fig. 1. Sterowany przesuwnik fazy 1 włączony w dowolnym miejscu toru jednego z dwóch sygnałów o tej samej częstotliwości $\bar{U}_a$ lub $\bar{U}_b$, przesuniętych względem siebie w fazie o dowolny kąt γ , przesuwając fazę tego sygnału o kąt φ i ustala w ten sposób założony kąt ψ przesunięcia fazy sygnałów wyjściowych obu torów $\bar{U}_A$ i $\bar{U}_B$ względem siebie.

Sygnały te doprowadzane są przez przesuwniki fazy 2 i 3 do ograniczników amplitudy 4 i 5. Zadaniem przesuwników fazy 2 i 3 jest sprowadzenie założonego kąta ψ przesunięcia fazowego między sygnałami doprowadzanymi do układów ograniczników amplitudy do kąta o stałej wartości δ niezależnie od wartości założonego kąta ψ .

Każdy z przesuwników fazowych R_1C_1 i R_2C_2 , których schematy ideowe przedstawiono na fig. 3 wprowadza przesunięcie fazowe o jednakowym

module $\left(\frac{v}{2}\right)$ i przeciwnym znaku. Zastosowanie dwóch przesuwników fazowych o charakterystykach w funkcji częstotliwości przedstawionych na fig. 4 uniezależnia wartość wypadkowego kąta v przesunięcia fazowego wprowadzanego przez oba przesuwniki od częstotliwości sygnałów w wąskim zakresie jej zmian.

Uzyskiwana jest w ten sposób stabilizacja założonego kąta ψ przesunięcia fazowego również w funkcji zmian częstotliwości źródła sygnałów. Wykres wektorowy sygnałów w układzie sumującym 6 podano na rysunku fig. 5. Wartość kąta o stałej wartości δ dobrana jest do założonego zakresu regulacji układu automatyki fazowej w taki sposób, by dla maksymalnych wartości zmian założonego kąta $\Delta\psi$, suma kątów o stałej wartości δ i $\Delta\psi$ nie przekroczyła 180° .

Ograniczniki amplitudy 4 i 5 uniezależniają sygnał wyjściowy układu sumującego 6 od zmian amplitudy sygnałów wyjściowych $\bar{U}_A$ i $\bar{U}_B$ obu torów. Równość sygnałów wyjściowych $\bar{u}_a$ i $\bar{u}_b$ obu ograniczników 4 i 5 uzależnia sygnał wyjściowy układu sumującego 6 wyłącznie od stałej wartości kąta δ przesunięcia fazowego i od jego zmian. Charakterystykę zależności sygnału wyjściowego U_E układu sumującego o stałej wartości kąta δ podano na rysunku fig. 6.

Sygnał ten po wzmocnieniu przez wzmacniacz pasmowy 7 doprowadzany jest do układu prostownika 8 i do przesuwnika fazy 1. Charakterystykę zależności sygnału U_{REG} doprowadzanego do sterowanego przesuwnika fazy 1 od zmian założonego kąta ψ przesunięcia fazowego między tymi sygnałami podano na rysunku fig. 7. Zmiana założonego kąta ψ przesunięcia fazowego o $\pm \Delta\psi$ powoduje zmianę o $\pm \Delta\delta$ kąta o stałej wartości δ oraz zmianę amplitudy sygnału wyjściowego układu sumującego o $\pm \Delta U_E$.

Zmiana amplitudy sygnału zmiennego na wyjściu układu sumującego równoznaczna jest zmianie wielkości sygnału wyprostowanego doprowadzanego do sterowanego przesuwnika fazy 1 i zmianie

kąta przesunięcia fazowego wprowadzanego przez ten przesuwnik o $\pm \Delta\varphi$. W liniowym zakresie działania automatycznej regulacji fazy zmiana ta równa jest zmianie o $\pm \Delta\psi$ założonego pierwotnego kąta ψ przesunięcia fazowego między sygnałami wyjściowymi $\bar{U}_A$ i $\bar{U}_B$ obu torów, tak że wypadkowe przesunięcie fazowe tych sygnałów względem siebie nie ulega zmianie.

Schemat ideowy sterowanego przesuwnika fazy zastosowanego w układzie podano na rysunku fig. 8. W funkcji doprowadzanego sygnału prądu stałego ulega zmianom wartość rezystancji warystora R_{W1} i kąt przesunięcia fazy φ wprowadzany przez układ sterowanego przesuwnika fazowego 1. Jako element sprzęgający prostownik 8 z sterowanym przesuwnikiem fazowym 1 zastosowano również warystor R_{W2} o takiej samej wartości rezystancji jak R_{W1} . Dioda Zenera DZ włączona między wyjście układu prostownika 8 i warystor sprzęgający zmienia poziom sygnału prądu stałego doprowadzanego do obu warystorów i ustala optymalną jego wartość, uzależnioną od założonego zakresu regulacji kąta fazowego i parametrów charakterystycznych warystorów.

Opisany sposób i układ do automatycznego utrzymywania stałego przesunięcia fazy między dwoma sygnałami o tej samej częstotliwości może być stosowany w urządzeniach lub układach pomiarowych opartych na wykorzystaniu przesunięcia fazowego, w których dokładność i stabilność wyników pomiaru zależy od stałości kąta przesunięcia fazowego wprowadzanego przez urządzenie lub układ pomiarowy w funkcji niekontrolowanych zmian parametrów jego elementów, podzespołów i zespołów składowych oraz regulacji parametrów technicznych całego urządzenia względnie układu lub jednego z jego kanałów. Układ może być zastosowany również w przypadku konieczności stabilizacji kątów przesunięć fazowych w większej od dwóch ilości torów sygnałów, przy czym w każdy

następny tor musi być włączony dodatkowy przesuwnik fazowy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób automatycznego utrzymywania stałego przesunięcia fazy między dwoma sygnałami o tej samej częstotliwości **znamienny tym**, że różnicę kąta przesunięcia fazowego sygnałów wyjściowych obu torów w stosunku do założonej wartości kąta zamienia się na sygnał prądu stałego, który następnie doprowadza się do przesuwnika fazowego umieszczonego w torze jednego z sygnałów, przy czym sygnał prądu stałego steruje kątem przesunięcia fazowego wprowadzanego przez ten przesuwnik.
2. Układ do stosowania sposobu według zastrz. 1 **znamienny tym**, że zawiera dwa przesuwniki fazowe (2) i (3), włączone do torów sygnałów o tej samej częstotliwości i połączone poprzez dwa ograniczniki amplitudy (4) i (5), w szereg z układem sumującym (6), wzmacniaczem pasmowym (7), prostownikiem (8) oraz sterowanym przesuwnikiem fazy (1) włączonym w jeden z dwóch torów sygnałów.
3. Układ według zastrz. 2 **znamienny tym**, że przesuwniki fazowe (2) i (3) zawierają układy przesuwające fazę w przeciwnych kierunkach.
4. Układ według zastrz. 2 i 3 **znamienny tym**, że układ sumujący (6) zawiera obwód rezonansowy LC dostrojony do częstotliwości sygnałów wyjściowych ograniczników amplitudy (4) i (5).
5. Układ według zastrz. 2–4 **znamienny tym**, że prostownik (8) jest sprzężony ze sterowanym przesuwnikiem fazy (1) poprzez warystor o wartości impedancji uzależnionej od doprowadzonego sygnału prądu stałego.
6. Układ według zastrz. 2–5 **znamienny tym**, że sterowany przesuwnik fazy (1) zawiera warystor o impedancji uzależnionej od doprowadzonego sygnału prądu stałego.

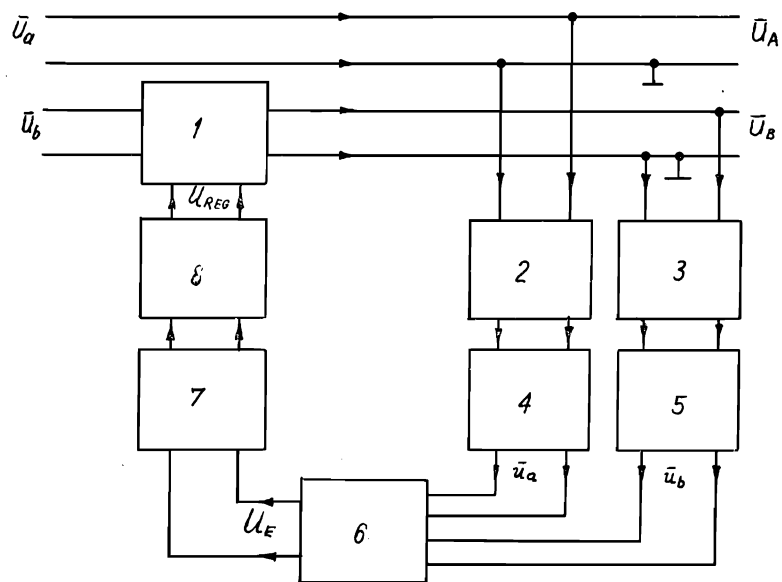


Fig. 1

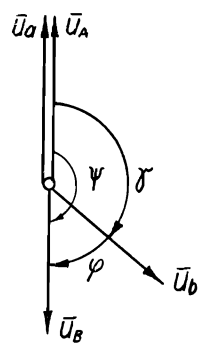


Fig. 2

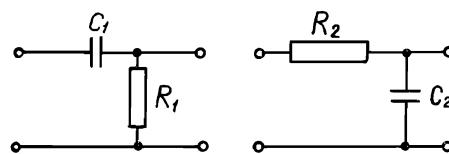


Fig. 3

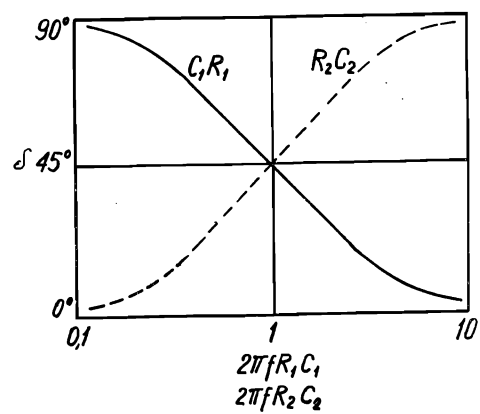


Fig. 4

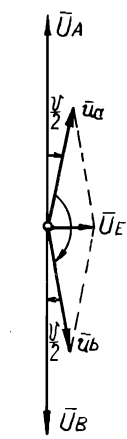


Fig. 5

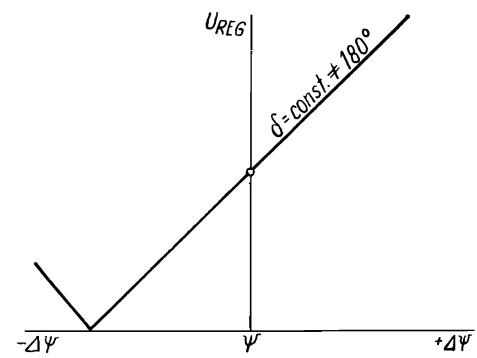


Fig. 7

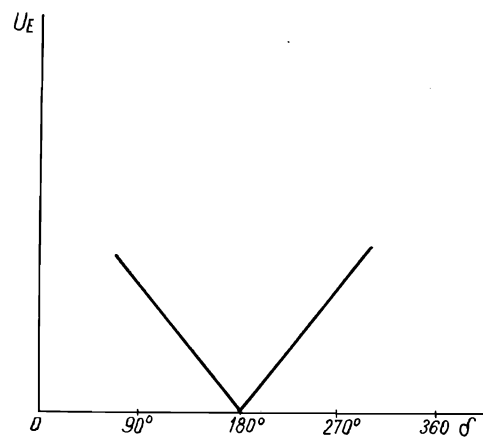


Fig. 6

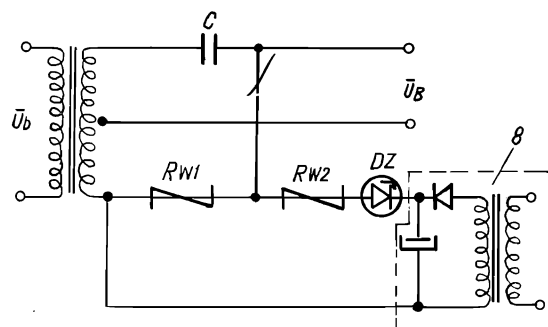


Fig. 8