

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWAURZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

63159

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 29.VII.1969 (P 135 110)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 20.VIII.1971

Kl. 21 e, 25/04

MKP G 01 r, 25/04

CZYTELNIA

UKD 621.317.3:621.

Urząd Patentowy

Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Jerzy Kaliński

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Zakład Doświadczalny Budowy
Aparatury Naukowej UNIPAN), Warszawa (Polska)Układ automatycznie utrzymujący względny kąt przesunięcia fazowego
dwóch sygnałów zmiennych o tej samej częstotliwości na wartości 90°

1

Przedmiotem wynalazku jest układ automatycznie utrzymujący względny kąt przesunięcia fazowego dwóch sygnałów zmiennych o tej samej częstotliwości na wartości 90°. Układ utrzymuje stałą i równą 90° wartość kąta przesunięcia fazowego zarówno w funkcji zmian częstotliwości obu sygnałów jak i zmian ich początkowego kąta przesunięcia fazowego.

Układy utrzymujące względny kąt przesunięcia fazowego dwóch sygnałów zmiennych na wartości stałej i równej 90° stosuje się w miernictwie elektrycznym celem uzyskania przesuwników fazowych o regulowanym kącie przesunięcia fazowego w granicach od 0° do 90° niezależnym od częstotliwości sygnału oraz w technice pomiarów oscylograficznych celem uzyskania kołowej podstawy czasu.

Układy takie stosuje się również przy pomiarach kąta przesunięcia fazowego celem rozszerzenia zakresu pomiaru do 360° przez wprowadzenie ściśle znanego dodatkowego kąta przesunięcia fazowego niezależnego od częstotliwości sygnałów oraz w licznych urządzeniach pomiarowych wymagających określenia obu składowych wektorów prądu lub napięcia zmiennego w ustalonym zakresie częstotliwości sygnałów względnie utrzymania określonej wartości kąta przesunięcia fazowego między dwoma różnymi sygnałami o tej samej częstotliwości w funkcji zmian częstotliwości tych sygnałów lub charakterystyk fazowych torów każdego z tych sygnałów.

Znane dotychczas układy wprowadzające stały i zbliżony do 90° kąt przesunięcia fazowego dwóch sygnałów w funkcji częstotliwości rozwiązywane są jako

2

wzmacniacze o wzmożeniu jednostkowym z czysto pojemnościowym obciążeniem. Kąt przesunięcia fazowego między sygnałem wejściowym i wyjściowym takiego wzmacniacza wynosi około 90° i nieznacznie zależy od częstotliwości. Amplituda sygnału wyjściowego przesuwnika jest jednak wielkością zmienną w funkcji częstotliwości i pośrednie wartości kątów przesunięć fazowych nie mogą być uzyskane za pomocą takiego przesuwnika.

Inne znane układy 90-cio stopniowych przesuwników fazowych jak integrator Millera lub kołowy przesuwnik fazowy Kreielshammera wymagają dostosowywania wartości swych elementów składowych do każdorazowej częstotliwości sygnałów. Żaden ze znanych prostych układów nie utrzymuje stałego i równego 90° kąta przesunięcia fazowego między dwoma sygnałami o tej samej częstotliwości w przypadku zmiany ich początkowego względnego kąta przesunięcia fazowego odpowiadającego zmianie charakterystyki fazowej toru jednego lub obu tych sygnałów.

Celem wynalazku jest uzyskanie prostego i niezawodnego układu utrzymującego względny kąt przesunięcia fazowego między dwoma sygnałami zmiennymi o tej samej częstotliwości na wartości 90°.

Wytoczony cel osiągnięty został w układzie według niniejszego wynalazku, zgodnie z którym w torze jednego z sygnałów zmiennych włączone są szeregowo rozdzielacz fazowy i przesuwnik fazowy, którego wyjście połączone jest z pierwszym wejściem detektora fazoczułego, do którego drugiego wejścia doprowadzone jest wyjście toru drugiego sygnału zmiennego, natomiast

wyjscie detektora fazoczułego połączone jest poprzez filtr dolnoprzepustowy z przesuwnikiem fazowym.

Wynalazek przewiduje także inne przykłady układu opisanego wyżej. I tak, w jednym przykładzie zgodnie z wynalazkiem w torze jednego z sygnałów zmiennych szeregowo z przesuwnikiem fazowym połączony jest drugi zespół złożony z rozdzielacza fazowego i przesuwnika fazowego, połączonych z sobą szeregowo, a wyjście filtru dolnoprzepustowego połączone jest równolegle z oboma przesuwnikami fazowymi.

W następnym przykładzie układu według wynalazku między wyjście filtru dolnoprzepustowego i wejście przesuwnika fazowego lub wejścia przesuwników fazowych włączony jest wzmacniacz prądu stałego. W ostatnim wreszcie przykładzie układu według wynalazku, w torze jednego z sygnałów zmiennych przed rozdzielaczem fazowym szeregowo z nim włączony jest przesuwnik fazowy.

Korzyścią techniczną wynikającą ze stosowania wynalazku jest możliwość uzyskania nowych rozwiązań pomiarowych układów elektronicznych poprzez zastosowanie układu utrzymującego stały i równy 90° kąt przesunięcia fazowego między dwoma sygnałami zmiennymi w dwóch dowolnych punktach urządzenia pomiarowego.

Przedmiotem wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia podstawowy schemat blokowy układu, fig. 2 zależność sygnału wyjściowego detektora fazoczułego od kąta przesunięcia fazowego między jego sygnałami wejściowymi, fig. 3 układ umożliwiający ustalenie początkowego kąta przesunięcia fazowego wprowadzanego przez sterowany przesuwnik fazy, fig. 4 układ dostosowany do małych sygnałów wejściowych detektora fazoczułego, fig. 5 układ rozszerzający zakres automatycznej regulacji wartości kąta przesunięcia fazowego do 360° , a fig. 6 układ umożliwiający wstępną polaryzację elementów o sterowanej impedancji celem ustalenia początkowej wartości impedancji tego elementu lub elementów.

Podstawowe zespoły układu automatycznie utrzymujące kąt przesunięcia fazowego między dwoma sygnałami zmiennymi e_1 i e_2 na wartości 90° przedstawione są na fig. 1. Rozdzielacz fazowy 1 zasilany przesuniętymi w fazie o 180° sygnałami przesuwnik fazowy 2 wprowadzający kąt przesunięcia fazowego regulowany w zakresie 0° do 180° przez zmianę wartości impedancji tranzystora, warystora lub diody pojemnościowej wchodzących w skład przesuwnika fazowego. Zmiana impedancji tranzystora, warystora lub diody pojemnościowej wchodzących w skład regulowanego przesuwnika fazowego 2 uzyskiwana jest poprzez doprowadzanie do tych elementów sygnału prądu stałego.

Sygnał korekcyjny prądu stałego doprowadzony do wymienionych elementów przesuwnika fazowego 2 używany jest z wyjścia detektora fazoczułego 3 poprzez filtr dolnoprzepustowy 4. Sygnałami wejściowymi detektora fazoczułego 3 są oba sygnały, których względny kąt przesunięcia fazowego utrzymywany jest na wartości 90° .

Na fig. 2 podane są charakterystyki detektora fazoczułego przedstawiające zależność wyprostowanego sygnału wyjściowego od kąta przesunięcia fazowego między zmiennymi sygnałami wejściowymi. Z charakterystyk tych wynika, że sygnał wyjściowy detektora fazo-

czułego 3 równy jest zeru przy wartościach kąta wynoszących $\pm (2n-1) 90^\circ$, gdzie $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Przy innych niż wymienione wartościach kątów sygnał wyjściowy detektora fazoczułego 3 jest różny od zera i posiada znak dodatni lub ujemny w zależności od przedziału zmian kąta osiągając wartości ekstremalne, naprzemian dodatnie i ujemne, przy wartościach kąta $\pm n(180^\circ)$. Automatyczną regulację kąta przesunięcia fazowego dwóch sygnałów zmiennych na wartości 90° uzyskuje się włączając rozdzielacz fazowy 1 i przesuwnik fazowy 2 układu podanego na fig. 1 do toru jednego z dwóch sygnałów zmiennych e_1 lub e_2 i zasilając detektor fazoczuły 3 obydwoma tymi sygnałami.

Przy takim połączeniu każdy względny kąt przesunięcia fazowego obu sygnałów różny od 90° jest automatycznie doprowadzany do tej wartości kąta i utrzymywany na niej w funkcji zmian początkowego przesunięcia fazowego między sygnałami, charakterystyk fazowych torów obu sygnałów lub częstotliwości źródła sygnałów.

Każda zmiana względnej wartości kąta przesunięcia fazowego między obu sygnałami powoduje pojawienie się na wyjściu detektora fazoczułego 3 sygnału korekcyjnego, który doprowadzany do regulowanego przesuwnika fazowego 2 zmienia wprowadzony przez ten przesuwnik kąt przesunięcia fazowego i kompensuje zaistniałą zmianę utrzymując stałą wartość kąta między obu sygnałami równą 90° . Zakres regulacji jest mniejszy lub co najwyżej równy zakresowi zmian kąta przesunięcia fazowego wprowadzanego przez przesuwnik fazowy 2 w funkcji doprowadzanego sygnału korekcyjnego prądu stałego.

Niedokładność ustalenia się względnego kąta przesunięcia fazowego sygnałów na wartości 90° jest tym mniejsza, im większe są amplitudy sygnałów zmiennych doprowadzanych do wejść detektora fazoczułego 3, oraz im większa jest czułość detektora i większe jest nachylenie charakterystyki zależności impedancji elementu lub elementów wchodzących w skład przesuwnika fazowego 2 od sygnału sterującego.

Znak kąta 90° zależy od sposobu dołączenia zacisków wyjściowych filtru dolnoprzepustowego 4, a więc detektora fazoczułego 3 do środka wyjścia rozdzielacza fazowego 1 i wejścia regulowanego przesuwnika fazowego 2. Zmiana połączenia na przeciwne zmienia na przeciwne nachylenie odcinków charakterystyki detektora fazoczułego, podanej na fig. 2, przechodzących przez punkty zerowe odpowiadające względnemu kątowi przesunięcia fazowego obu sygnałów równemu $+90^\circ$ i -90° oraz zmienia znak uregulowanego kąta 90° .

W zależności od wartości początkowego kąta przesunięcia fazowego między obu sygnałami zmiennymi, przy stałym całkowitym zakresie regulacji, graniczne wartości dopuszczalnych dodatnich i ujemnych zmian kąta będą różne. Celem uzyskania możliwości przesuwania charakterystyki regulacji i zwiększania zakresu jej działania w kierunku dodatnich lub ujemnych przyrostów kąta w stosunku do jego wartości początkowej, względnie zapewnienia pełnej symetrii tej charakterystyki, włączony jest do układu dodatkowy przesuwnik fazowy 5 (fig. 3).

Przesuwnik 5 wprowadza dodatkowy kąt przesunięcia fazowego, którego odpowiednie dobranie prowadzi do automatycznego ustalenia się kąta przesunięcia fazowego przesuwnika regulowanego 2 na wartościach skraj-

nych lub każdej z wartości wewnętrznych zakresu regulacji. Jeżeli wprowadzony dodatkowo kąt przesunięcia fazowego zredukuje początkowy kąt przesunięcia fazowego obu sygnałów do wartości bliskiej zera, to regulowany przesuwnik fazowy 2 ustawi się na wartości 90° odpowiadającej środkowi zakresu regulacji tego przesuwnika i pełnej symetrii charakterystyki regulacji.

Impedancje elementów wchodzących w skład przesuwnika fazowego 2 a więc np. tranzystora, warystora lub diody pojemnościowej dla tego punktu pracy są tak dobrane, by impedancja elementu sterowanego była równa średniej geometrycznej jej możliwych wartości granicznych. W przypadku konieczności regulacji względnego kąta przesunięcia fazowego sygnałów o amplitudach zbyt małych do zapewnienia niezbędnego wysterowania elementu lub elementów wchodzących w skład przesuwnika fazowego 2 sygnałem wyjściowym detektora fazoczułego 3, między wyjście filtru dolnoprzepustowego 4 a wejście regulowanego przesuwnika fazowego 2 włączony jest wzmacniacz prądu stałego (6) (fig. 4). Wzmocnienie wzmacniacza 6 uzależnione jest od poziomu sygnału wyjściowego detektora fazoczułego 3 i sygnału wysterowania tranzystora, warystora lub diody pojemnościowej wchodzących w skład przesuwnika fazowego 2 o zmiennej impedancji.

W przypadku wymaganej regulacji względnego kąta przesunięcia fazowego dwóch sygnałów zmiennych na wartości 90° w zakresie zmian początkowego kąta przesunięcia fazowego lub charakterystyk fazowych torów większym od 180°, względnie w szerszym zakresie zmian częstotliwości sygnałów, w szereg z rozdzielaczem fazowym 1 i przesuwnikiem fazowym 2 włączony jest drugi zespół zawierający rozdzielacz fazowy 7 i przesuwnik fazowy 8 (fig. 5). Rozdzielacz fazowy 7 sterowany jest sygnałem wyjściowym przesuwnika fazowego 2 i zasila przesuniętymi w fazie o 180° sygnałami przesuwnik fazowy 8, do którego elementu lub elementów o zmiennej impedancji doprowadzony jest sygnał sterujący z wyjścia detektora fazoczułego 3 równoległe z sygnałem sterującym zmianami impedancji elementu lub elementów wchodzących w skład przesuwnika fazowego 2.

Sygnał wyjściowy detektora fazoczułego 3 doprowadzony jest do obu przesuwników fazowych 2 i 8 poprzez filtr dolnoprzepustowy 4 lub poprzez ten filtr i wzmacniacz prądu stałego 6. Przy takim rozwiązaniu symetryczna charakterystyka regulacji uzyskiwana jest dla początkowych kątów przesunięć fazowych wprowadzanych przez oba przesuwniki fazowe 2 i 8 równych 90° i kącie przesunięcia fazowego wprowadzanym przez przesuwnik dodatkowy 5 tak dobranym, by początkowe przesunięcie fazowe obu sygnałów wynosiło 90°.

Celem zmniejszenia różnicy pomiędzy rzeczywistym względnym kątem przesunięcia fazowego obu sygnałów zmiennych a założonym kątem 90° do minimum niezbędnego dla ustalenia się w zamkniętej pętli automatyki odpowiedniego sygnału zasilania elementu o sterowa-

nej impedancji stosowane jest, w przypadku układów nie zawierających wzmacniacza prądu stałego 6, wstępne polaryzowanie elementu lub elementów o regulowanej impedancji przesuwnika 2 lub przesuwników 2 i 8 sygnałem napięcia stałego ze stabilizowanego źródła 9.

Sygnał ten doprowadzany jest do przesuwnika lub przesuwników fazowych poprzez rezystancję wyjściową filtru dolnoprzepustowego 4 (fig. 6). Sygnał wyjściowy detektora fazoczułego 3 dodaje się lub odejmuje od sygnału polaryzacji wstępnej, zmieniając kąt przesunięcia fazowego wprowadzany przez przesuwnik lub przesuwniki fazowe wokół wartości ustalonej początkowym sygnałem polaryzującym.

Opisany układ automatycznie utrzymujący względny kąt przesunięcia fazowego dwóch sygnałów zmiennych o tej samej częstotliwości na wartości 90° w funkcji zmian w szerokim zakresie początkowego kąta przesunięcia fazowego i charakterystyk fazowych torów obu sygnałów lub częstotliwości źródła tych sygnałów może być stosowany w licznych urządzeniach pomiarowych, których działanie wymaga zapewnienia stałego i równego 90° kąta przesunięcia fazowego między sygnałami w dwóch dowolnych punktach takich urządzeń.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ automatycznie utrzymujący względny kąt przesunięcia fazowego dwóch sygnałów zmiennych o tej samej częstotliwości na wartości 90° poprzez zamianę wartości kąta przesunięcia fazowego między tymi sygnałami na wartość napięcia wyprostowanego i wykorzystanie tego napięcia celem doprowadzenia wartości kąta przesunięcia fazowego do 90°, **znamienny tym**, że w torze jednego z sygnałów zmiennych (e_1) włączone jest szeregowo rozdzielacz fazowy (1) i przesuwnik fazowy (2), którego wyjście połączone jest z pierwszym wejściem detektora fazoczułego (3), do którego drugiego wejścia doprowadzone jest wyjście toru drugiego sygnału zmiennego (e_2), natomiast wyjście detektora fazoczułego (3) połączone jest poprzez filtr dolnoprzepustowy (4) z przesuwnikiem fazowym (2).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w torze jednego z sygnałów zmiennych (e_1) szeregowo z przesuwnikiem fazowym (2) połączony jest drugi zespół złożony z rozdzielacza fazowego (7) i przesuwnika fazowego (8) połączonych z sobą szeregowo, a wyjście filtru dolnoprzepustowego (4) połączone jest równoległe z oboma przesuwnikami fazowymi (2 i 8).

3. Układ według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że między wyjście filtru dolnoprzepustowego (4) i wejście przesuwnika fazowego (2) lub wejścia przesuwników fazowych (2 i 8) włączony jest wzmacniacz prądu stałego (6).

4. Układ według zastrz. 1, 2 i 3, **znamienny tym**, że w torze jednego z sygnałów zmiennych (e_1) przed rozdzielaczem fazowym (1) szeregowo z nim włączony jest przesuwnik fazowy (5).

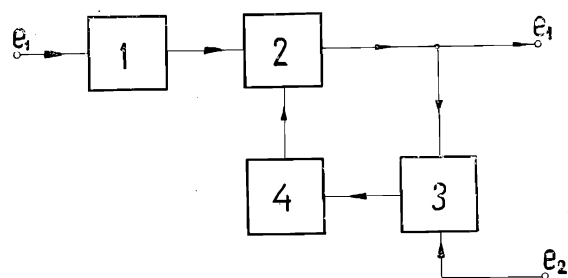


Fig. 1

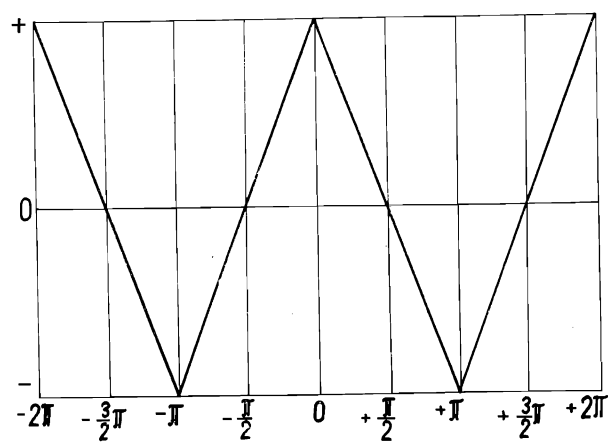


Fig. 2

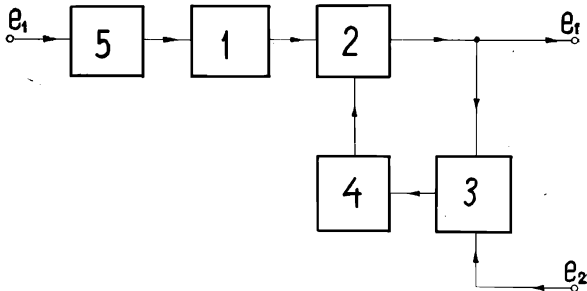


Fig. 3

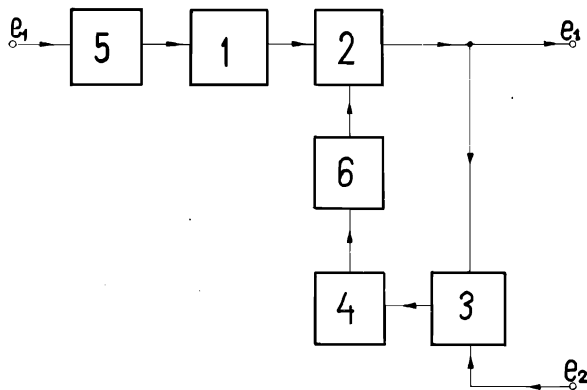


Fig. 4

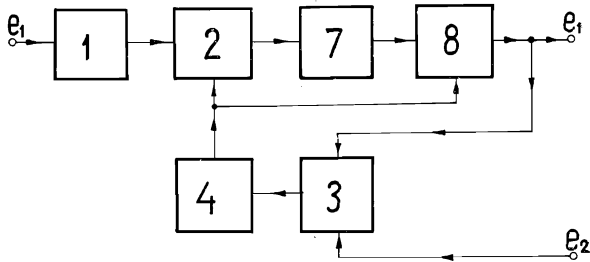


Fig. 5

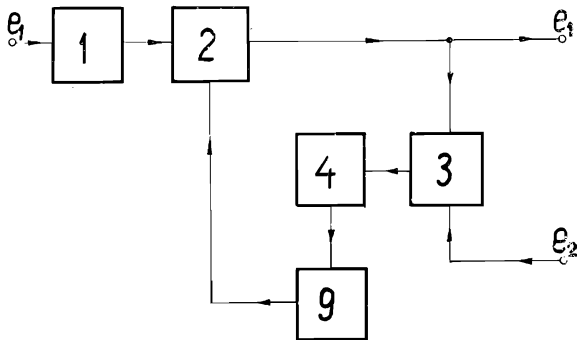


Fig. 6