

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

59929

Patent dodatkowy
do patentu _____

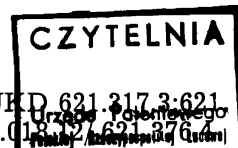
Zgłoszono: 25.III.1968 (P 126 006)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.V.1970

Kl. 21 e, 25/04

MKP G 01 r 25/04



Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Jerzy Kostro, dr inż. Wojciech Łągwiński

Właściciel patentu: Politechnika Warszawska (Katedra Automatyki i Telemechaniki), Warszawa (Polska)

Urządzenie cyfrowe do pomiaru przesunięcia fazowego

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie cyfrowe do pomiaru przesunięcia fazowego pozwalające wyrazić zmiany przesunięcia fazowego w postaci dyskretnej jako odpowiednią ilość impulsów elektrycznych proporcjonalną do wielkości zmiany mierzonego przesunięcia fazowego a także poprzez zliczanie tych impulsów wyrazić przesunięcie fazowe jako odpowiadający mu stan licznika impulsów. Urządzenie jest przeznaczone zwłaszcza do zastosowania w tych spośród elektrycznych układów pomiarowych wielkości mechanicznych, w których wynik pomiaru otrzymuje się w postaci przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma sygnałami elektrycznymi i z różnych względów wynik ten musi mieć postać dyskretną.

W znanych i stosowanych dotychczas rozwiązaniach konstrukcyjnych dyskretny pomiar przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma sygnałami elektrycznymi sprowadza się do pomiaru czasu jaki upływa pomiędzy chwilami, w których oba te przebiegi przybierają wartość chwilową równą zeru, czyli pomiędzy tzw. przejściami przez zero. Główną wadą tej metody jest zależność wyniku pomiaru od częstotliwości sygnałów, których przesunięcia fazowe są mierzone, a także i to, że otrzymana w wyniku pomiaru ilość impulsów odpowiada każdorazowo chwilowej wartości mierzonego przesunięcia fazowego wobec czego stałe przesunięcie fazowe jest sygnalizowane jako ciąg grup im-

2

pulsów o stałej liczbie impulsów w grupie i stałej repetycji grup.

Ten ostatni fakt uniemożliwia wykorzystanie tego rodzaju układów, bez zastosowania układów pomocniczych zawierających pamięć, gdy przesunięcie fazowe ma być wyrażane w postaci sumy kolejno zliczanych przyrostów. W licznych układach pomiarowych przesunięć mechanicznych wahania częstotliwości sygnałów wyjściowych towarzyszą nieodłącznie procesowi pomiaru i wówczas układy pomiarowe znane dotychczas nie mogą być zastosowane.

Celem wynalazku jest zbudowanie urządzenia do pomiaru przesunięcia fazy pozwalającego mierzyć w sposób cyfrowy również zmiany tego przesunięcia, mało wrażliwego na wahania częstotliwości sygnałów wejściowych.

Istota wynalazku polega na zbudowaniu cyfrowego urządzenia do pomiaru przesunięcia fazy między dwoma przebiegami w postaci zamkniętego układu regulacji, w którym obiektem regulowanym jest pracujący na zasadzie zliczania impulsów przesuwnik fazowy działający zarazem jako układ pamiętający aktualnie przezeń wprowadzane przesunięcie fazy, a członem porównującym jest układ porównywania fazy. Faza sygnału otrzymywanego na wyjściu przesuwника fazy może być zmieniana przez wprowadzanie do niego impulsów.

Jest ona porównywana w układzie porównywania fazy z fazą sygnału wejściowego, którego fazę

w stosunku do sygnału odniesienia chcemy zmierzyć. Jeżeli układ porównywania fazy wykaże istnienie różnicy faz wówczas są wytwarzane impulsy zmieniające przesunięcie fazy przesuwnika tak, aby ta różnica była równa zeru.

Przez zliczanie impulsów korygujących przesunięcie fazy wprowadzane przez przesuwnik otrzymujemy sumę zmian fazy sygnału odniesienia od chwili rozpoczęcia pomiaru, jest to jednocześnie wartość przesunięcia fazy między sygnałem wejściowym a sygnałem odniesienia jeżeli na początku pomiaru faza sygnału na wyjściu przesuwnika fazy była zgodna z fazą sygnału odniesienia.

Impulsy korygujące przesunięcie fazy przesuwnika wytwarzane są przez generator o częstotliwości przestrajanej sygnałem z układem porównywania fazy dzięki czemu można uzyskać dużą szybkość pracy przy zachowaniu warunku stabilności układu. Mogą być również wykorzystane impulsy z układu powielania częstotliwości sygnału zegarowego, pozwala to stosować prosty iloczyn jako układ porównywania fazy, trzeba jednak wówczas opóźniać sygnał wyjściowy z układu porównywania fazy o czas potrzebny do określenia znaku uchybu fazy przy pomocy specjalnego układu.

Urządzenie według wynalazku nie posiada zasadniczych wad dotychczasowych rozwiązań. Budowa urządzenia w postaci zamkniętego układu regulacji zmniejsza wpływ zmian częstotliwości sygnałów wejściowych na dokładność urządzenia, dopuszczalne są wahania rzędu 50%. Możliwy jest w tym rozwiązaniu pomiar zarówno zmian jak również wynikowego przesunięcia fazy.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w dwu rozwiązaniach przykładowych na rysunku na którym Fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu z uśrednianiem wyniku pomiaru, a Fig. 2 schemat blokowy układu bez uśredniania wyniku pomiaru. W pierwszym z tych dwu rozwiązań cyfrowy układ pomiarowy przesunięcia fazowego składa się z następujących zasadniczych części: układu porównywania fazy 1, generatora 3 bramki iloczynowej dla impulsów dodawanych 7, bramki iloczynowej dla impulsów odejmowanych 8, bramki sumy 9, licznika dzielącego 6, układu powielania częstotliwości 5 oraz z licznika rewersywnego 4.

Do układu pomiaru przesunięcia fazy doprowadzone są dwa sygnały: sygnał odniesienia, nazywany sygnałem zegarowym, oznaczony na rysunku Fig. 1 symbolem f_z oraz sygnał nazywany pomiarowym i oznaczony na tym samym rysunku symbolem f_p . Układ mierzy przesunięcie fazy sygnału f_p względem sygnału f_z . Sygnał zegarowy po k-krotnym powieleniu jego częstotliwości w powielaczu 5 jest doprowadzony do jednego z wejść licznika dzielącego 6 poprzez bramkę sumy 9.

Pojemność licznika dzielącego 6 wynosi k impulsów i dlatego jeżeli licznik ten zlicza wyłącznie impulsy wyjściowe powielacza 5 częstotliwość przebiegu wyjściowego licznika dzielącego jest równa częstotliwości sygnału zegarowego a przesunięcie fazowe pomiędzy tymi dwoma przebiegami jest stałe. Faza sygnału wyjściowego z licznika dzielącego 6 jest porównywana z fazą sygnału pomiarowego f_p i jeżeli przesunięcie fazowe pomię-

dzy tymi dwoma sygnałami jest różne od zera na wyjściu układu porównywania fazy 1 pojawia się różne od zera napięcie, które zależnie od swego znaku powoduje otwarcie bramki iloczynowej dla impulsów dodawanych 7 lub bramki iloczynowej dla impulsów odejmowanych 8.

Otwarcie bramki iloczynowej dla impulsów dodawanych 7 lub bramki iloczynowej dla impulsów odejmowanych 8, oznacza wprowadzanie dodatkowych impulsów na jedno z wejść licznika dzielącego 6, które dodają się lub odejmują od ilości impulsów wprowadzanych do tegoż licznika z powielacza 5. Każdy z tych dodatkowych impulsów, wytwarzanych przez generator 3, przesuwają fazę sygnału wyjściowego z licznika dzielącego 6 o $1/k$ pełnego okresu sygnału zegarowego zmniejszając lub zwiększając przesunięcie fazowe wprowadzane przez licznik dzielący 6 zależnie od tego czy otwarta jest bramka iloczynowa dla impulsów dodawanych 7, kiedy to licznik dzielący zlicza impulsy z generatora 3 i powielacza 5 tak jak gdyby one się dodawały, czy też otwarta jest bramka iloczynowa dla impulsów odejmowanych 8, kiedy to licznik ów zlicza te same impulsy tak jak gdyby się one odejmowały.

Wprowadzanie impulsów dodatkowych, z generatora 3, do licznika dzielącego 6 ma miejsce aż do momentu wyrównania się faz sygnału wyjściowego z licznika dzielącego 6 i sygnału pomiarowego. Impulsy wyjściowe z bramki iloczynowej dla impulsów dodawanych 7 oraz z bramki iloczynowej dla impulsów odejmowanych 8 stanowią jednocześnie impulsy wyjściowe układu i każdy z nich oznacza odpowiednio zmniejszenie lub zwiększenie przesunięcia fazy sygnału p względem sygnału z o $360^\circ/k$.

Zliczane w liczniku rewersywnym 4 dają one chwilową wartość przesunięcia fazowego pomiędzy tymi dwoma sygnałami z dokładnością do $1/k \cdot 360^\circ$. Częstotliwość generatora 3 jest modulowana wielkością sygnału wyjściowego z układu porównywania fazy 1 w ten sposób, że zwiększeniu zmierzonoego przez wektoromierz przesunięcia fazowego odpowiada wzrost częstotliwości generatora i na odwrót, dzięki czemu cały układ staje się bardziej stabilnym. Jeżeli w opisanym układzie układ porównywania fazy 1 zawiera stałe czasu równe kilku okresom sygnału wejściowego f_z wówczas układ ten będzie mierzył wartość średnią (a nie chwilową) przesunięcia fazy, co w pewnych zastosowaniach może mieć istotne znaczenie.

Cyfrowy układ pomiarowy przesunięcia fazy bez uśredniania wyniku pomiaru składa się z następujących zasadniczych części: iloczynu porównywania fazy 10, licznika dzielącego 6, układu wykrywania znaku przyrostu przesunięcia fazowego 11, układu opóźnienia 12, powielacza częstotliwości 5, licznika rewersywnego 4, bramki iloczynowej dla impulsów dodawanych 7, bramki iloczynowej dla impulsów odejmowanych 8 oraz bramki sumy 9. Podobnie jak poprzednio do układu doprowadzone są dwa sygnały: zegarowy i pomiarowy.

Sygnał zegarowy doprowadzony jest na wejście powielacza 5, na którego wyjściach pojawiają się wówczas ciągi impulsów o częstotliwości repetycji k -krotnie wyższej od częstotliwości sygnału zega-

rowego i niewielkim wypełnieniu, przesunięte względem siebie o pół okresu. Przebieg pojawiający się na wyjściu I powielacza 5 jest doprowadzony do wejścia I licznika dzielącego 6 poprzez bramkę 9. Pojemność licznika wynosi podobnie jak poprzednio k impulsów i dlatego jeżeli zlicza on wyłącznie impulsy wyjściowe powielacza, częstotliwość przebiegu wyjściowego licznika jest równa częstotliwości sygnału zegarowego a przesunięcie fazowe pomiędzy tymi dwoma przebiegami jest stałe.

Faza przebiegu wyjściowego licznika dzielącego 6 jest porównywana z fazą sygnału pomiarowego w iloczynnie porównywania fazy 10. Jeżeli porównywane przebiegi różnią się w fazie co najmniej o $360^\circ/k$ to w wyniku tego porównywania na wyjściu iloczynu 10 pojawia się przynajmniej jeden z impulsów przebiegu wyjściowego II z powielacza 5.

Jednocześnie sygnał pomiarowy i przebieg wyjściowy licznika dzielącego 6 są porównywane w układzie wykrywania znaku przyrostu przesunięcia fazowego 11. Zależnie od tego znaku otwierana jest bramka iloczynowa dla impulsów dodawanych 7 lub bramka iloczynowa dla impulsów odejmowanych 8, impulsy pojawiające się na wyjściu iloczynu 10 trafiają poprzez układ opóźnienia 14 na odpowiednie wejście licznika 6. Każdy z nich powoduje skrócenie lub wydłużenie cyklu licznika o $1/k$ okresu sygnału zegarowego co jest równoznaczne z wprowadzeniem odpowiedniego przesunięcia fazowego i zapamiętaniem tegoż przesunięcia.

Wprowadzanie dodatkowych impulsów z wyjścia iloczynu 10 do licznika dzielącego 6 trwa tak długo, aż przesunięcie fazowe pomiędzy przebiegiem wyjściowym licznika dzielącego 6 a sygnałem pomiarowym nie zmaleje poniżej $360^\circ/k$. Każda ponowna zmiana przesunięcia fazowego pomiędzy tymi przebiegami, która spowoduje przekroczenie tej ostatniej wielkości objawi się jako wysyłanie dodatkowych impulsów do licznika dzielącego 6. Impulsy pojawiające się na wyjściu bramki iloczynowej

dla impulsów dodawanych 7 i bramki iloczynowej dla impulsów odejmowanych 8 są jednocześnie impulsami wyjściowymi układu pomiarowego i zliczane w liczniku rewersyjnym 4 dają wynik pomiaru chwilowej wartości przesunięcia fazowego w postaci cyfrowej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie cyfrowe do pomiaru przesunięcia fazowego zawierające układ porównywania fazy, generator, zespół bramek, licznik dzielący, licznik rewersyjny i układ powielania, przy czym przez połączenie znanego licznika impulsów z systemem bramek powstaje układ regulowanego w sposób dyskretny przesuwnika fazy, **znamiennie tym**, że znany regulowany w sposób dyskretny przesuwnik fazy (2) oraz znany układ porównywania fazy dwu różnych przebiegów (1) są połączone w zamknięty układ regulacji automatycznej, w którym pierwszy z nich jest obiektem regulacji a drugi węzłem sumującym, przy czym jako wielkość wejściowa wprowadzany jest sygnał stanowiący sekwencję impulsów wybranych spośród ciągu impulsów otrzymywanych na wyjściu generatora (3) lub układu powielania (5), który zarazem zmienia wprowadzane przez regulowany przesuwnik fazowy (2) przesunięcie fazy.

2. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że posiada generator (3) o częstotliwości przestrajanej amplitudą sygnału wyjściowego układu porównywania fazy (1), którego sygnał wyjściowy wprowadzany jest na wejście połączonego z nim regulowanego w sposób dyskretny przesuwnika fazy (2).

3. Odmiana urządzenia według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że posiada układ opóźniający (12), którego opóźnienie jest dokładnie równe wielokrotności okresu sygnału wyjściowego układu powielania (5), włączony pomiędzy układ porównywania fazy (1) a regulowany w sposób dyskretny przesuwnik fazy (2).

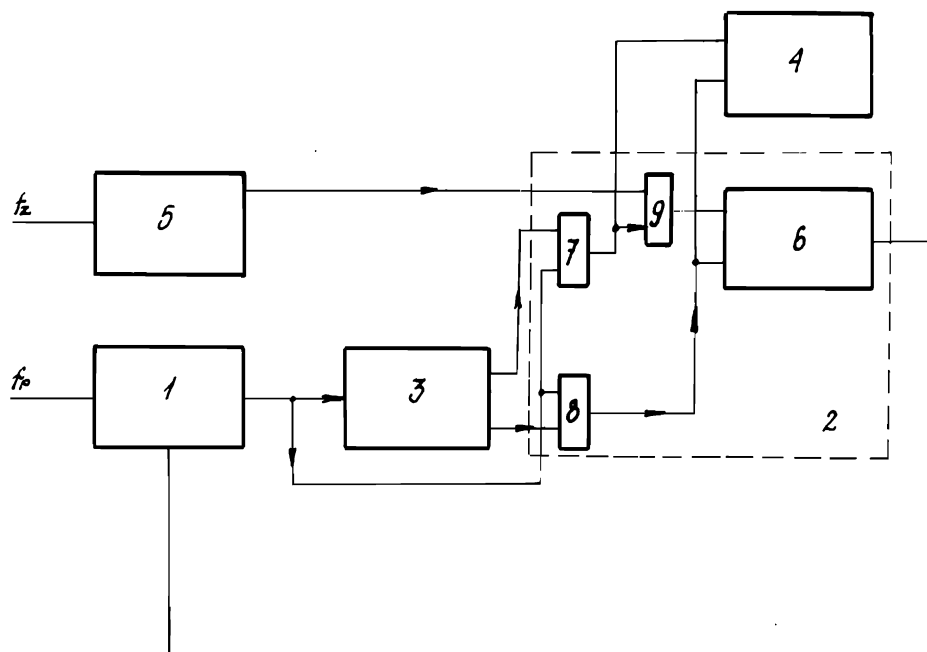


Fig. 1

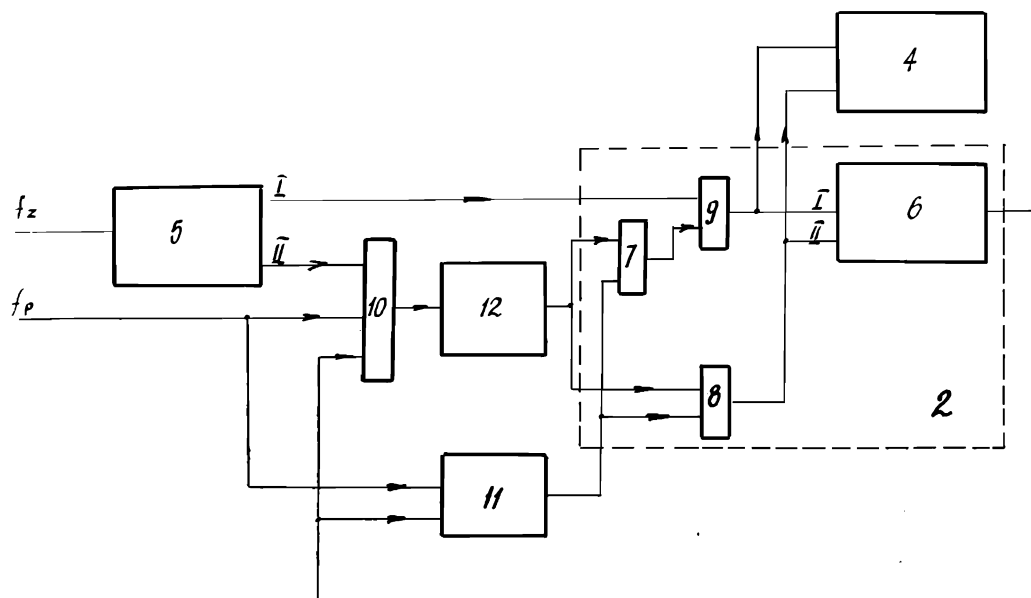


Fig. 2