



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

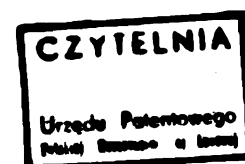
Zgłoszono: 13.06.78 (P. 207586)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 10.03.80

Opis patentowy opublikowano: 15.12.1983

Int. Cl.³ G01R 25/00



Twórcy wynalazku: Janusz Łopaciński, Adam Sałek, Marek Pilawski

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Układ do pomiaru chwilowej wartości kąta przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma przebiegami napięć

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest układ do pomiaru chwilowej wartości kąta przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma przebiegami napięć, stosowany zwłaszcza w miernictwie elektro-
nicznym.

Stan techniki. Znany jest układ do pomiaru chwilowej wartości przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma przebiegami napięć o tej samej częstotliwości w którym napięcie z jednego toru pomiarowego oraz napięcie z drugiego toru pomiarowego, poddawane są poprzez detektory przejść przebiegów napięć przez zero. Na wyjściu detektorów uzyskiwane są dwa impulsy szpilkowe, przesunięte względem siebie w czasie proporcjonalnym do kąta przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma przebiegami napięć, które podawane są do przerzutnika RS. Przerzutnik RS zamienia dwa impulsy szpilkowe na jeden impuls prostokątny o czasie trwania wyznaczonym przez te impulsy szpilkowe.

Następnie impuls prostokątny podawany jest na wejście sterujące elementu logicznego typu I, na którego drugie wejście podawany jest ciąg impulsów z powielacza częstotliwości. Częstotliwość powielacza jest proporcjonalna do częstotliwości dwóch przebiegów napięć o jednakowej częstotliwości. Impulsy z powielacza częstotliwości poprzez element logiczny I podawane są do licznika w czasie trwania impulsu prostokątnego. Po zakończeniu zliczania, stan licznika jest proporcjonalny do chwilowej wartości kąta przesunięcia fazowego pomię-

ędzy dwoma przebiegami napięć i wyświetlany na wskaźniku.

Wadą tego układu jest ograniczony zakres częstotliwości dwóch przebiegów napięć, wynikający z trudności uzyskania liniowej charakterystyki powielacza częstotliwości, co powoduje konieczność ustalenia zakresu częstotliwości dwóch przebiegów napięć.

Znany jest również z polskiego opisu patentowego nr 107 033 układ do pomiaru przesunięcia fazowego między dwoma przebiegami o tej samej częstotliwości, w którym każde z dwóch wejść pomiarowych jest połączone poprzez odrębny detektor przejścia przez poziom zerowy ze wspólnym przerzutnikiem, którego wyjście jest z kolei połączone z brakującym układem połączonym poprzez dwa pozostałe wejścia z generatorem zegarowym i generatorem pomocniczym, a którego wyjście jest połączone poprzez licznik modulo 360 z detektorem i wyświetlaczem.

Jeden detektor przejścia przez poziom zerowy jest połączony poprzez fazowy przesuwnik jednocześnie z przerzutnikiem, dzielnikiem częstotliwości i czujnikiem przesunięcia fazowego, przy czym drugie wejście czujnika jest połączone z wyjściem drugiego detektora przejścia przez poziom zerowy, zaś wyjście czujnika jest połączone ze sterującym wejściem fazowego przesuwnika i licznikiem modulo 360, którego wejście jest połączone poprzez drugi dzielnik częstotliwości z wyjściem bramkują-

cego układu, którego jedno z wejść jest połączone z wyjściem pierwszego dzielnika częstotliwości.

Istota wynalazku. Układ według wynalazku posiada blok dzieląco-mnożący do którego jednego wejścia doprowadzone jest pierwsze napięcie pomiarowe poprzez pierwszy detektor przebiegu napięcia przez poziom zerowy, połączony z pierwszym przerzutnikiem wytwarzającym impulsy prostokątne o czasie trwania równym okresowi pierwszego napięcia pomiarowego, którego wyjście jest połączone z pierwszym elementem I logicznym, na którego drugie wejście podawane są sygnały z generatora impulsów wzorcowych oraz poprzez wyjście pierwszego elementu I logicznego połączone z pierwszym licznikiem, zliczającym impulsy wzorcowe w czasie równym okresowi pierwszego napięcia pomiarowego poprzez wyjście tego licznika połączone z pierwszym rejestrem.

Natomiast do drugiego wejścia bloku dzieląco-mnożącego doprowadzone jest drugie napięcie pomiarowe poprzez drugi detektor przebiegu napięcia przez poziom zerowy, połączony z drugim przerzutnikiem wytwarzającym impulsy prostokątne o czasie trwania proporcjonalnym do wartości chwilowej kąta przesunięcia fazowego, na którego drugie wejście podawany jest sygnał wyjściowy z pierwszego detektora oraz poprzez wyjście drugiego przerzutnika połączone z drugim elementem I logicznym, na którego drugie wejście podawane są sygnały z generatora impulsów wzorcowych i poprzez wyjście drugiego elementu I logicznego połączone z drugim licznikiem zliczającym impulsy wzorcowe w czasie proporcjonalnym do kąta przesunięcia fazowego i wyjście drugiego licznika połączone z drugim rejestrem. Natomiast wyjście bloku dzieląco-mnożącego połączone jest ze wskaźnikiem cyfrowym.

Drugi przykład wykonania, układu wyróżnia się tym, że posiada blok dzieląco-mnożący do którego jednego wejścia doprowadzone jest pierwsze napięcie pomiarowe poprzez pierwszy detektor przebiegu napięcia przez poziom zerowy, połączony z pierwszym przerzutnikiem wytwarzającym impulsy prostokątne o czasie trwania równym okresowi pierwszego napięcia pomiarowego, którego wyjście jest połączone z pierwszym elementem I logicznym, na którego drugie wejście podawane są sygnały z generatora impulsów wzorcowych poprzez sterowany dzielnik częstotliwości oraz poprzez wyjście pierwszego elementu I logicznego połączone z licznikiem zliczającym impulsy wzorcowe w czasie równym okresowi pierwszego napięcia pomiarowego i przez wyjście licznika połączone z pierwszym rejestrem.

Do drugiego wejścia bloku dzieląco-mnożącego doprowadzone jest drugie napięcie pomiarowe poprzez drugi detektor przebiegu napięcia przez poziom zerowy, połączony z drugim przerzutnikiem wytwarzającym impulsy prostokątne o czasie trwania proporcjonalnym do wartości chwilowej kąta przesunięcia fazowego, na którego drugie wejście podawany jest sygnał wyjściowy z pierwszego detektora i przez wyjście drugiego przerzutnika połączone z drugim elementem I logicznym, na którego drugie wejście podawane są sygnały z generatora

impulsów wzorcowych poprzez sterowany dzielnik częstotliwości oraz poprzez wyjście drugiego elementu I logicznego połączone z drugim licznikiem zliczającym impulsy wzorcowe w czasie proporcjonalnym do kąta fazowego i wyjście drugiego licznika połączone z drugim rejestrem.

Wyjście bloku dzieląco-mnożącego połączone jest ze wskaźnikiem cyfrowym.

Układ ponadto posiada blok próbkowania częstotliwości pierwszego i drugiego napięcia pomiarowego, na którego wejście informacyjne podawane jest pierwsze napięcie lub drugie napięcie pomiarowe, zaś sygnał wyjściowy z tego bloku podawany jest na wejście sterujące sterowanego dzielnika częstotliwości.

Korzystne skutki techniczne wynalazku. Zarówno pierwszy jak i drugi układ pracuje w szerokim zakresie częstotliwości napięć wejściowych. Ponadto układy te zmniejszają wpływ niedokładności impulsów generowanych przez generator impulsów co pozwala stosować prosty układ generatora. Zastosowanie bloku dzieląco-mnożącego pozwala zmniejszyć błąd pomiaru kąta przesunięcia fazowego, zwłaszcza przez zastosowanie jako elementu arytmetycznego kalkulatora, bądź procesora.

Dzięki zastosowaniu sterowanego dzielnika częstotliwości w drugim przykładzie wykonania układu, uzyskano możliwość wykorzystania liczników o niewielkiej pojemności.

Objaśnienie rysunku. Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, który na fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu do pomiaru chwilowej wartości kąta przesunięcia pomiędzy dwoma przebiegami napięć, zaś na fig. 2 przedstawia drugi przykład wykonania układu.

Przykłady wykonania. Jak uwidoczniono na fig. 1 rysunku napięcie **U1** pomiarowe doprowadzone jest do detektora **1** przebiegu napięcia przez poziom zerowy, którego wyjście jest połączone z przerzutnikiem **D2** wytwarzającym impuls prostokątny o czasie trwania równym okresowi napięcia **U1** oraz z pierwszym wejściem przerzutnika **D3**, który wytwarza impuls prostokątny o czasie trwania proporcjonalnym do wartości chwilowej kąta przesunięcia fazowego. Wyjście z przerzutnika **D2** połączone jest z elementem I logicznym **4**, na którego drugie wejście podawane są impulsy z generatora **5** impulsów wzorcowych.

Natomiast wyjście elementu I logicznego **4** jest połączone poprzez licznik **6** zliczający impulsy z generatora **5** w czasie równym okresowi napięcia **U1**, z rejestrem **7** na wejście którego jest podawany stan licznika **6**. Wyjście rejestru **7** połączone jest z pierwszym wejściem bloku **8** dzieląco-mnożącego.

Napięcie **U2** pomiarowe doprowadzone jest do detektora **9** przebiegu napięcia przez poziom zerowy, którego wyjście jest połączone z drugim wejściem przerzutnika **D3**, a wyjście tego przerzutnika jest połączone poprzez element I logiczny **10**, na którego drugie wejście podawany jest ciąg impulsów z generatora **5** impulsów wzorcowych, z licznikiem **11**, który zalicza impulsy z tego generatora w czasie proporcjonalnym do kąta przesunięcia fazowego. Wyjście licznika **11** połączone jest

z rejestrem 12, którego wyjście jest połączone z drugim wejściem bloku 8 dzieląco-mnożącego.

Wyjście bloku 8 połączone jest ze wskaźnikiem 13 cyfrowym.

Wejścia sterujące elementów I logicznych 4 i 10, liczników 6 i 11, rejestrów 7 i 12 oraz wskaźnika 13 połączone są z blokiem 14 sterującym.

Układ działa w sposób niżej opisany. Działanie układu oparte jest na zależności kąta przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma napięciami U_1 i U_2 pomiarowymi, następująco:

$$\varphi = \frac{t}{T} \cdot 3,6 \cdot 10^k$$

gdzie: φ — kąt przesunięcia fazowego, t — czas proporcjonalny do kąta przesunięcia fazowego, T — okres napięć U_1 i U_2 , k — liczba naturalna 2,3 itd.

Napięcia U_1 i U_2 pomiarowe, o tej samej częstotliwości podawane są na detektory 1 i 9 przejścia przebiegu napięcia przez poziom zerowy, które wytwarzają impulsy szpilkowe w chwili przejścia przebiegu tych napięć przez zero, w momentach narastania bądź opadania wartości napięć U_1 i U_2 .

Impulsy szpilkowe z dwóch detektorów 1 i 9 podawane są na przerzutniki D 2 i 3. Na wyjściu przerzutnika D 2 wytwarzany jest impuls prostokątny o czasie trwania równym okresowi T napięć U_1 i U_2 .

Natomiast na wyjściu przerzutnika D3 pojawia się impuls prostokątny o czasie trwania t proporcjonalnym do kąta przesunięcia fazowego.

Impulsy prostokątne są podawane na wejścia elementów I logicznych 4 i 10, na których drugie wejścia są podawane ciągi impulsów z generatora 5 impulsów wzorcowych. Licznik 6 zlicza impulsy z generatora 5 impulsów wzorcowych w czasie równym okresowi T napięć U_1 i U_2 . Licznik 11 zlicza impulsy z generatora 5 impulsów wzorcowych w czasie t proporcjonalnym do kąta φ przesunięcia fazowego. Po zakończeniu procesu zliczania przez licznik 6 i 11 stan licznika 6 jest zapisywany do rejestru 7 a stan licznika 11 jest zapisywany do rejestru 12 i po ich zapisaniu, liczniki te są zerowe.

Stan rejestru 7 przedstawia liczbę n_1 , która jest proporcjonalna do okresu T napięć U_1 i U_2 . Natomiast stan rejestru 12 przedstawia liczbę n_2 proporcjonalną do czasu t proporcjonalnego do kąta φ przesunięcia fazowego. Następnie liczby n_1 i n_2 zapisane w rejestrze 7 i 12 w kodzie binarnym są wprowadzane do bloku 8 dzieląco-mnożącego, który wyposażony jest w kalkulator arytmetyczny i dokonywana jest operacja matematyczna według zależności:

$$\varphi = \frac{n_2}{n_1} \cdot 3,6 \cdot 10^k$$

gdzie: φ — kąt przesunięcia fazowego pomiędzy napięciami U_1 i U_2 , n_1 — liczba zapisana w rejestrze 7 proporcjonalna do okresu T , n_2 — liczba zapisana w rejestrze 12, proporcjonalna do czasu t , k — liczba naturalna 2, 3 itd. Wynik obliczenia wyświetlony jest na wskaźniku 13 cyfrowym.

Blok 14 sterujący, powoduje zapisywanie stanu liczników 6 i 11 do rejestrów 7 i 12, po zakończeniu procesu zliczania, oraz zeruje te liczniki i uruchamia wykonanie obliczenia przez blok 8 dzieląco-

-mnożący. Ponadto blok 14 zadaje czas eksploatacji wyniku pomiaru na wskaźniku 13 cyfrowym i umożliwia otwarcie elementów I logicznych 4 i 10 w czasie generowania impulsów prostokątnych przez przerzutniki D 2 i 3.

W drugim przykładzie wykonania uwidocznionym na fig. 2 rysunku, napięcie U_1 pomiarowe doprowadzone jest do detektora 1 przejścia przebiegu napięcia przez poziom zerowy, którego wyjście jest połączone z przerzutnikiem D2 wytwarzającym impuls prostokątny o czasie trwania równym okresowi napięcia U_1 oraz z pierwszym wejściem przerzutnika D 3, który wytwarza impuls prostokątny o czasie trwania proporcjonalnym do wartości chwilowej kąta przesunięcia fazowego. Wyjście z przerzutnika D 2 połączone jest elementem I logicznym 4, na którego drugie wejście podawany jest ciąg impulsów z generatora 5 impulsów wzorcowych poprzez sterowany dzielnik 16 częstotliwości.

Natomiast wyjście elementu I logicznego 4 jest połączone poprzez licznik 6 zaliczający impulsy z generatora 5 w czasie równym okresowi napięcia U_1 , z rejestrem 7, na wejście którego jest podawany stan licznika 6. Wyjście rejestru 7 połączone jest z pierwszym wejściem bloku 8 dzieląco-mnożącego.

Napięcie U_2 pomiarowe doprowadzone jest do detektora 9 przejścia przebiegu napięcia przez poziom zerowy, oraz do bloku 15 próbkowania częstotliwości, którego wyjście jest połączone z wejściem sterującym sterowanego dzielnika 16 częstotliwości. Wyjście detektora 9 jest połączone z drugim wejściem przerzutnika D 3 a wyjście tego przerzutnika jest połączone poprzez element I logiczny 10, na którego drugie wejście podawany jest ciąg impulsów z generatora 5 impulsów wzorcowych poprzez sterowany dzielnik 16 częstotliwości z licznikiem 11, który zlicza impulsy z tego generatora w czasie proporcjonalnym do kąta przesunięcia fazowego. Wyjście licznika 11 połączone jest z rejestrem 12, którego wyjście połączone jest z drugim wejściem bloku 8 dzieląco-mnożącego.

Wyjście bloku 8 dzieląco-mnożącego połączone jest ze wskaźnikiem 13 cyfrowym.

Wejścia sterujące elementów I logicznych 4 i 10, liczników 6 i 11, rejestrów 7 i 12 oraz wskaźnika 13 i bloku 15 próbkowania częstotliwości są połączone z blokiem 14 sterującym.

Wariant układu działa w sposób niżej opisany. Działanie układu oparte jest na zależności kąta przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma przebiegami napięć U_1 i U_2 pomiarowymi, następująco:

$$\varphi = \frac{t}{T} \cdot 3,6 \cdot 10^k$$

gdzie: φ — kąt przesunięcia fazowego, t — czas proporcjonalny do kąta przesunięcia fazowego, T — okres napięć U_1 i U_2 , k — liczba naturalna 2, 3 itd.

Napięcia U_1 i U_2 pomiarowe o tej samej częstotliwości podawane są na detektory 1 i 9 przejścia przebiegu napięcia przez poziom zerowy, które wytwarzają impulsy szpilkowe w chwili przejścia przebiegu tych napięć przez zero, w momentach narastania bądź opadania wartości napięć U_1 i U_2 . Impulsy szpilkowe z dwóch detektorów 1 i 9 po-

dawane są na przerzutniki D 2 i 3. Na wyjściu przerzutnika D 2 wytwarzany jest impuls prostokątny o czasie trwania równym okresowi T napięć U1 i U2 pomiarowych.

Natomiast na wyjściu przerzutnika D 3 pojawia się impuls prostokątny o czasie trwania t proporcjonalnym do kąta φ przesunięcia fazowego.

Impulsy prostokątne podawane są na wejścia elementów I logicznych 4 i 10, na których drugie wejścia podawany jest ciąg impulsów z generatora 5 impulsów wzorcowych, poprzez sterowany dzielnik 16 częstotliwości. Na wejście dzielnika 16 częstotliwości podawany jest sygnał cyfrowy z bloku 15 próbkowania częstotliwości napięć U1 lub U2.

Ponieważ układ pracuje w szerokim zakresie częstotliwości stąd zakres częstotliwości jest podzielony na trzy podzakresy, tj. 20—200 Hz, 200—2000 Hz, 2000—20 WHz. Blok 15 próbkowania częstotliwości zawierający przetwornik częstotliwości — kod cyfrowy dokonuje zakwalifikowania częstotliwości napięć U1 i U2 do jednego z podzakresów poprzez wprowadzenie jednego z napięć U1, U2 na wejście informacyjne bloku 15.

Odpowiednio do częstotliwości napięć U1 i U2, częstotliwość impulsów generatora 5 impulsów wzorcowych jest podzielona w sterowanym dzielniku 16 częstotliwości, co eliminuje przepełnienie liczników 6 i 11 oraz rejestrów 7 i 12 w dowolnym zakresie częstotliwości napięć U1 i U2.

Licznik 6 zlicza impulsy podawane z dzielnika 16 w czasie równym okresowi T napięć U1 i U2. Natomiast licznik 11 zlicza impulsy z dzielnika 16 w czasie t proporcjonalnym do kąta φ przesunięcia fazowego. Po zakończeniu procesu zliczania przez liczniki 6 i 11, stan licznika 6 jest zapisywany do rejestru 7, a stan licznika 11 jest zapisywany do rejestru 12 i po zapisywaniu do rejestrów, liczniki te są zerowane. Stan rejestru 7 przedstawia liczbę n1, która jest proporcjonalna do okresu T napięć U1 i U2.

Natomiast stan rejestru 12 przedstawia liczbę n2 proporcjonalną do czasu t, który jest proporcjonalny do kąta przesunięcia fazowego.

Następnie liczby n1 i n2 zapisane w rejestrach 7 i 12 w kodzie binarnym są wprowadzane do bloku 8 dzieląco-mnożącego, który jest wyposażony

w kalkulator arytmetyczny i dokonywana jest operacja matematyczna zgodnie z zależnością:

$$\varphi = \frac{n_2}{n_1} \cdot 3,6 \cdot 10^k$$

gdzie: φ — kąt przesunięcia fazowego pomiędzy napięciami U1 i U2, n1 — liczba zapisana w rejestrze 7 proporcjonalna do okresu T, n2 — liczba zapisana w rejestrze 12 proporcjonalna do czasu t, k — liczba naturalna 2, 3 itd.

Wynik obliczenia wyświetlany jest na wskaźniku 13 cyfrowym.

Blok 14 sterujący, powoduje zapisanie stanu licznika 6 i 11 do rejestrów 7 i 12 oraz zerowanie tych liczników po zakończeniu procesu zliczania jak również uruchamia wykonania obliczania przez blok 8 dzieląco-mnożący i zadaje czas eksploatacji wyniku pomiaru na wskaźniku 13 cyfrowym. Ponadto blok 14 umożliwia otwarcie elementów I logicznych, 4 i 10 w czasie generowania im-

pulsów prostokątnych przez przerzutniki 2 i 3 oraz powoduje uruchomienie bloku 15 próbkowania częstotliwości.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do pomiaru chwilowej wartości kąta przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma przebiegami napięć, zawierający detektory przejść przebiegu napięcia przez poziom zerowy, przerzutniki przetwarzające sygnały napięć pomiarowych na impulsy prostokątne, elementy logiczne, liczniki zliczające impulsy wzorcowe, rejestry, generator impulsów wzorcowych oraz blok sterujący i wskaźnik cyfrowy, **znamienny tym**, że posiada blok (8) dzieląco-mnożący do którego jednego wejścia doprowadzone jest pierwsze napięcie (U1) pomiarowe poprzez pierwszy detektor (1) przejść przebiegu napięcia przez poziom zerowy, połączony z pierwszym przerzutnikiem (2) wytwarzającym impulsy prostokątne o czasie trwania równym okresowi pierwszego napięcia (U1) pomiarowego, którego wyjście jest połączone z pierwszym elementem I logicznym (4), na którego drugie wejście podawane są sygnały z generatora (5) impulsów wzorcowych oraz poprzez wyjście pierwszego elementu I logicznego (4) połączone z pierwszym licznikiem (6), zliczającym impulsy wzorcowe w czasie równym okresowi pierwszego napięcia (U1) pomiarowego i przez wyjście licznika (6) połączone z pierwszym rejestrze (7), zaś do drugiego wejścia bloku (8) dzieląco-mnożącego doprowadzone jest drugie napięcie (U2) pomiarowe poprzez drugi detektor (9) przejść przebiegu napięcia przez poziom zerowy połączony z drugim przerzutnikiem (3) wytwarzającym impulsy prostokątne o czasie trwania proporcjonalnym do wartości chwilowej kąta przesunięcia fazowego, na którego drugie wejście podawany jest sygnał wyjściowy z pierwszego detektora (1), oraz poprzez wyjście drugiego przerzutnika (3) połączone z drugim elementem I logicznym (10), na którego drugie wejście podawane są sygnały z generatora (5) impulsów wzorcowych i poprzez wyjście drugiego elementu I logicznego (10) połączone z drugim licznikiem (11) zliczającym impulsy wzorcowe w czasie proporcjonalnym do kąta przesunięcia fazowego i wyjścia drugiego licznika (11) połączone z drugim rejestrze (12), zaś wyjście bloku (8) dzieląco-mnożącego połączone jest ze wskaźnikiem (13) cyfrowym.

2. Układ do pomiaru chwilowej wartości kąta przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma przebiegami napięć, zawierający detektory przejść przebiegu napięcia przez poziom zerowy, przerzutniki przetwarzające sygnały napięć pomiarowych na impulsy prostokątne, elementy logiczne, liczniki zliczające impulsy wzorcowe, dzielnik częstotliwości, rejestry, generator impulsów wzorcowych oraz blok sterujący i wskaźnik cyfrowy, **znamienny tym**, że posiada blok (8) dzieląco-mnożący do którego jednego wejścia doprowadzone jest pierwsze napięcie (U1) pomiarowe poprzez pierwszy detektor (1) przejść przebiegu napięcia przez zerowy, połączony z pierwszym przerzutnikiem (2) wytwarzającym impulsy

prostokątne o czasie trwania równym okresowi pierwszego napięcia (U_1) pomiarowego, którego wyjście jest połączone z pierwszym elementem I logicznym (4), na którego drugie wejście podawane są sygnały z generatora (5) impulsów wzorcowych poprzez sterowany dzielnik (16) częstotliwości oraz poprzez wyjście pierwszego elementu I logicznego (4) połączone z licznikiem (6) zliczającym impulsy wzorcowe w czasie równym okresowi pierwszego napięcia (U_1) pomiarowego i przez wyjście licznika (6) połączone z pierwszym rejestrem (7) zaś do drugiego wejścia bloku (8) dzieląco-mnożącego doprowadzone jest drugie napięcie (U_2) pomiarowe poprzez drugi detektor (9) przejść przebiegu napięcia przez poziom zerowy, połączony z drugim przerzutnikiem (3) wytwarzającym impulsy prostokątne o czasie trwania proporcjonalnym do wartości chwilowej kąta przesunięcia fazowego, na którego drugie wejście podawany jest sygnał

wyjściowy z pierwszego detektora (1) i poprzez wyjście drugiego przerzutnika (3) połączone z drugim elementem I logicznym (10) na którego drugie wejście podawane są sygnały z generatora (5) impulsów wzorcowych poprzez sterowany dzielnik (16) częstotliwości oraz poprzez wyjście drugiego elementu I logicznego (10) połączone z drugim licznikiem (11) zliczającym impulsy wzorcowe w czasie proporcjonalnym do kąta przesunięcia fazowego i wyjście drugiego licznika (11) połączone z drugim rejestrem (12), a wyjście bloku (8) dzieląco-mnożącego połączone jest ze wskaźnikiem (13) cyfrowym ponadto posiada blok (15) próbkowania częstotliwości pierwszego i drugiego napięcia (U_1 , U_2) pomiarowego, na którego wejście informacyjne podawane jest pierwsze napięcie (U_1) lub drugie napięcie (U_2) pomiarowe, zaś sygnał wyjściowy z tego bloku (15) podawany jest na wejście sterujące sterowanego dzielnika (16) częstotliwości.

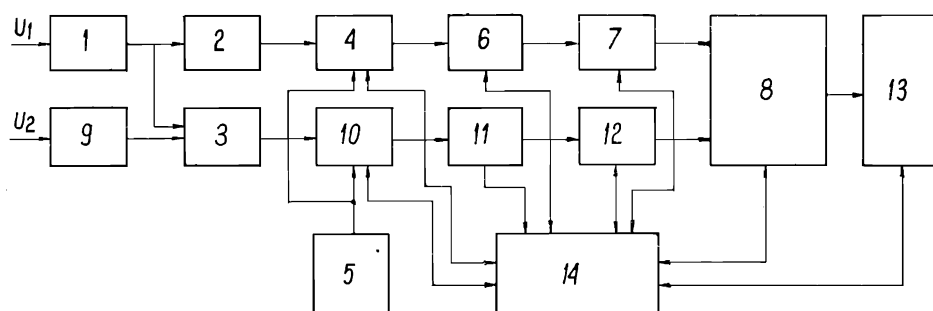


Fig. 1

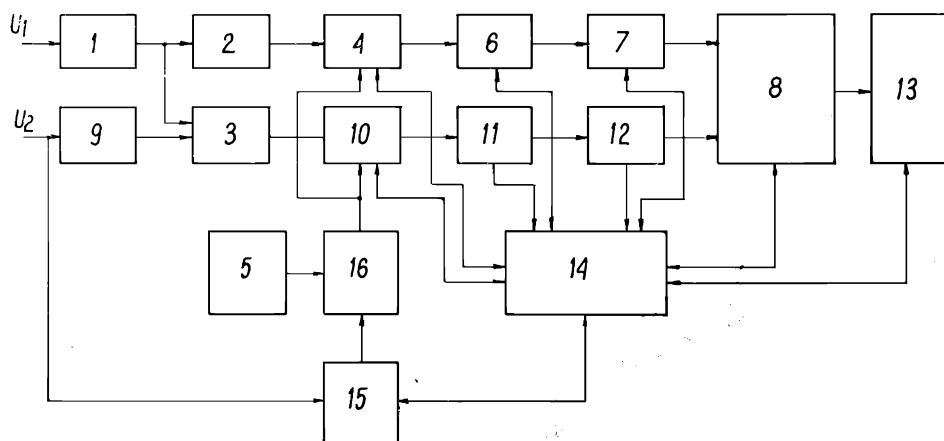


Fig. 2