



REPUBLIKA
POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

59533

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 04.X.1965 (P 111 084)

Pierwszeństwo: 08.X.1964 Włochy

Opublikowano: 31.III.1970

Kl. 42 d, 2/50

MKP G 01 d 5/245

UKD

Współtwórcy wynalazku: dr inż. Riccardo Brescia, Elia Baratto

Właściciel patentu: Ing. C. Olivetti C. S. p. A., Ivrea (Włochy)

Przyrząd pomiarowy do określania położenia ze wskazaniem cyfrowym

1

Przedmiotem wynalazku jest przyrząd pomiarowy do określania położenia ze wskazaniem cyfrowym zwłaszcza do pomiaru przesunięcia elementu ruchomego względem elementu nieruchomego.

Znany jest przyrząd pomiarowy powyższego typu, w którym konwerter cyfrowo-analogowy zasilany przez licznik składa się z części precyzyjnej i części nieprecyzyjnej, które zasilają kolejno część precyzyjną i część nieprecyzyjną przetwornika położenia, przy czym przetwornik ten jest przystosowany do ciągłego porównywania istniejącego położenia elementu ruchomego z treścią cyfrową licznika, przetworzoną w formę analogową w celu kolejnego wytworzenia precyzyjnych i nieprecyzyjnych sygnałów błędu, które poprzez układ sterujący regulują kolejno działanie części precyzyjnych i nieprecyzyjnych licznika.

Ten znany przyrząd pomiarowy posiada tę wadę, że wymaga stosowania dwóch oddzielnych układów sterowania do regulowania precyzyjnej i nieprecyzyjnej części sygnału błędu, przy czym oba te układy sterowania mają wspólną, wejściową wielkość analogową, przedstawiającą istniejące położenie elementu ruchomego. Z tych względów urządzenie, które wymaga zastosowania konwertera cyfrowo-analogowego oraz transformatora pomiarowego dla części precyzyjnej oraz drugiego konwertera cyfrowo-analogowego i drugiego transformatora pomiarowego dla części nieprecyzyjnej, jest skomplikowane i kosztowne.

2

W znanym układzie do zasilania części precyzyjnej i nieprecyzyjnej stosuje się dwie różne częstotliwości, przy czym skomplikowanie wyposażenia zwiększa się jeszcze wskutek tego, że w celu uzyskania dwóch różnych częstotliwości z jednego oscylatora, niezbędne jest zastosowanie odpowiednich dzielników częstotliwości.

Celem wynalazku jest stworzenie przyrządu pomiarowego omawianego typu, który nie ma wymienionych wad. Cel ten osiągnięto według wynalazku przez to, że układ sterowania tego przyrządu ma kilka wyjść, które są połączone z kluczowanymi, przez wytwarzany zależnie od amplitudy sygnału błędu na jednym z tych wyjść sygnał kluczowania, kanałami doprowadzania impulsów zliczania do jednej z dekad licznika.

Przedmiot wynalazku jest objaśniony na podstawie rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przykładowo schemat blokowy obwodów przyrządu według wynalazku; fig. 2 przedstawia schemat układu sterującego, zastosowanego w konwerterze z fig. 1, a fig. 3a i 3b — przebiegi czasowe niektórych sygnałów w konwerterze z fig. 1.

Na fig. 1 przedstawiono przyrząd pomiarowy ze wskazaniem cyfrowym według wynalazku przeznaczony do określania położenia elementu przesuwającego się wzdłuż tylko jednej osi. Oczywiście przyrząd według wynalazku można również przystosować do określania położenia elementu przesuwającego się wzdłuż dwóch lub trzech osi przez

uzupełnienie przyrządu oddzielnym przyrządem pomiarowym do określania położenia, dla każdej z wymienionych osi.

Pomiarowy przyrząd **MP** do określania położenia składa się z przetwornika położenia **T** zaopatrzonego w nieruchomą część **1** połączoną z nieruchomym elementem, na przykład ze szkieletem urządzenia, w którym przetwornik ten jest zastosowany, oraz z części ruchomej **2**, przesuwanej się na przykład wzdłuż osi **X** i przymocowanej do elementu ruchomego tego samego urządzenia. Przetwornik **T** jest znanym przetwornikiem, który składa się z pary wielobiegunowych pierwotnych uzwojeń **3** i **4**, umieszczonych na nieruchomej części **1**, przy czym bieguny jednego uzwojenia są przesunięte fazowo w przestrzeni w stosunku do biegunów drugiego uzwojenia oraz wielobiegunowego uzwojenia wtórnego **5**, umieszczonego na części ruchomej **2**.

W przetworniku położenie ruchomej części względem części nieruchomej jest przedstawione za pomocą względnego przesunięcia uzwojenia wtórnego w stosunku do pary uzwojeń pierwotnych, przy czym przesunięcie to jest mierzone w stopniach kąta elektrycznego przyjmując, że podziałka biegunowa trzech uzwojeń **3**, **4** i **5** która odpowiada 360° kąta elektrycznego wynosi na przykład 2 mm.

Przetwornik **T** jest dostosowany do ciągłego porównywania sygnałów przychodzących w formie analogowej na wejścia **7**, **8** oraz wielkości analogowej przychodzącej na niezależne wejście **6**, które przedstawia istniejące położenie części ruchomej **2** a zatem położenie wtórnego uzwojenia **5**. Ta wielkość analogowa jest dostarczana przez element ruchomy **B** urządzenia, na przykład wózek zaopatrzoney we wskaźnik odniesienia i poruszany wzdłuż prowadnic ślizgowych kierunku **X**. Jeżeli element ruchomy **B** jest sztywno połączony z częścią ruchomą **2** przetwornika **T**, to wymieniona wielkość analogowa podawana na niezależne wejście **6** przedstawia istniejące położenie ruchomego elementu **B** wzdłuż kierunku przesuwania **X**. Ruchomy element **B** może być połączony z ruchomą częścią **2** za pomocą urządzenia do zmechanizowanego przekazywania i w tym przypadku wielkość analogowa podawana na wejście **6** jest przedstawiana przez istniejące położenie części ruchomej **2**.

Przetwornik **T** otrzymuje sygnał przez wejście **7** i **8** z konwertera cyfrowo-analogowego **9**, który z kolei otrzymuje sygnał z wewnętrznego licznika **10**. Konwerter **9** jest dostosowany do przetwarzania informacji cyfrowej, przekazywanej na przykład w systemie dwójkowym w sposób równoległy na jego wejście poprzez kanał **11**, w informację analogową przedstawioną za pomocą sinusowych i cosinusowych funkcji kąta elektrycznego przedstawionego przez tę informację cyfrową, przy czym należy mieć na uwadze, że maksymalna liczba, jaka może być przedstawiona przez licznik **10** równa się 360° elektrycznym, oraz podziałce biegunowej uzwojeń **3**, **4** i **5** przetwornika **T**.

Konwerter **9** po otrzymaniu sygnału sinusoidalnego o częstotliwości na przykład 10 kHz z generatora **12** przekazuje na wejście **7**, uzwojenia pierwotnego **3**, sygnał sinusoidalny o częstotliwości 10 kHz i o amplitudzie maksymalnej proporcjonalnej do sinusa wymienionego kąta α na wejście **8**, uzwojenia **4**, sygnał sinusoidalny również o częstotliwości 10 kHz i o maksymalnej amplitudzie proporcjonalnej do cosinusa wymienionego kąta.

Konwerter cyfrowo-analogowy **9** może być dowolnego typu, z tym, że jego części składowe są dobrane w taki sposób, aby czas przełączania, po którym konwerter **9** wytwarza na swym wyjściu analogowego przedstawienie wartości cyfrowej podanej na jego wejście był dostatecznie krótki w stosunku do okresu drgań generatora, na przykład w stosunku 1:100. Z tego powodu łączniki, znajdujące się w konwerterze **9**, sterowane przez kanał przesyłowy **11** muszą być typu elektronicznego, na przykład tranzystorowe. Słuszność tego wyboru oraz ograniczenie, od którego zależy dobór częstotliwości generatora **12**, zostaną wyjaśnione w dalszej części opisu.

Na wyjściu **13** przetwornika **T** uzyskuje się także sygnał o częstotliwości 10 kHz oraz o maksymalnej amplitudzie proporcjonalnej do różnicy pomiędzy istniejącym położeniem części ruchomej **2** a położeniem przedstawionym przez cyfrową informację zawartą obecnie w wewnętrznym liczniku **10**, z przesunięciem fazowym 90° lub 270° względem sygnału generatora **12**, zależnie od tego, czy znak wymienionej różnicy jest dodatni czy ujemny (fig. 3a i 3b). Wychodząc z tego założenia jest rzeczą zrozumiałą, że istniejące położenie odnosi się do każdej podziałki biegunowej i że wymieniona cyfra przedstawia położenie w zasięgu jednej podziałki biegunowej.

Analogowy sygnał błędu jest podawany z wyjścia **13** przetwornika **T**, poprzez wzmacniacz **14**, na wejście **15** układu sterowania **16** przeznaczonego do regulowania operacji liczenia wewnętrznego licznika **10** w celu zmiany zawartej w nim informacji cyfrowej w taki sposób, aby sygnał analogowy błędu został zmniejszony do zera. Sygnał błędu będzie zredukowany do zera wówczas, gdy wymieniona informacja cyfrowa zgadzać się będzie z położeniem części ruchomej **2**.

Na fig. 2 przedstawione jest korzystne wykonanie układu sterowania **16**.

Układ sterowania **16** otrzymuje przez wejście **15** analogowy sygnał błędu i wykonuje następujące trzy rodzaje funkcji kontrolnych, mianowicie określa czy błąd istnieje czy nie, reguluje sygnał błędu oraz określa wielkość błędu przez oznaczenie czy określa ona błąd odpowiadający setnym czy też dziesiętnym częściom podziałki przetwornika **T**.

Analogowy sygnał błędu z wejścia **15** poprzez wzmacniacz **17**, jest przekazywany na wejście **20** obwodu progowego **23**, który określa próg czułości **45** sygnału błędu (fig. 3a) przyrządu pomiarowego **MP**, przy czym obwód progowy jest przystosowany do wytwarzania sygnału albo na wyjściu **23S** albo

na wyjściu 23N, zależnie od tego czy maksymalna amplituda napięcia sinusoidalnego przedstawiającego sygnał błędu, podawanego na wejście 20 jest wyższa czy niższa od progu czułości 45 obwodu progowego 23. Sygnały z wyjść 23S i 23N, poprzez bramki 28 i 29 regulowane przez synchronizacyjny sygnał KM, którego działanie zostanie wyjaśnione później, podawane są na element dwustabilny w celu przełączania go. Element dwustabilny 32 zapamiętuje przez każdy okres generatora 12, czy błąd istnieje czy nie. Obecność sygnału błędu większego powoduje wytworzenie sygnału na wyjściu 35 elementu dwustabilnego 32.

Sygnał z wyjścia wzmacniacza 17 podawany jest również na wejście 19 znanego obwodu separatora 22, który wytwarza na swych wyjściach 22S i 22N dodatnie i ujemne połówki przebiegu napięcia sinusoidalnego reprezentującego sygnał błędu. Sygnały z wyjść 22S i 22N, poprzez bramki 26 i 27 regulowane przez synchronizacyjny sygnał KM, są podawane na dwustabilny element 31, w celu przełączania go, przy czym element ten zapamiętuje każdy okres generatora 12, czy napięcie błędu było dodatnie czy ujemne. Istnienie dodatniego lub ujemnego sygnału błędu powoduje pojawienie się sygnału na wyjściach 33 lub 34 dwustabilnego elementu 31.

Sygnały z wyjść 33 i 34 sterują oddzielnie logicznie obwody 36 i 37 koniunkcji a sygnał z wyjścia 35 dwustabilnego elementu 32 steruje oba obwody 36 i 37. Jeśli obwód progowy 23 wykaze istnienie błędu i wskutek tego na wyjściu 35 elementu dwustabilnego 32 występuje sygnał, wówczas sygnał występuje albo na wyjściu A obwodu 36 albo na wyjściu I obwodu 37, zależnie od tego, czy element dwustabilny 31 wytwarza sygnał na wyjściu 33, czy na wyjściu 34, czyli zależnie od tego, czy sygnał błędu ma znak dodatni czy ujemny. Oczywiście, zgodnie z tym co zostało poprzednio wyjaśnione, w przypadku gdy obwód progowy 23 nie wykazuje błędu przez co na wyjściu 35 elementu dwustabilnego 32 nie ma sygnału na żadnym z wyjść A i I nie ma sygnału.

Analogowy sygnał błędu jest również przekazywany bezpośrednio z wejścia 15 na wejście 18 obwodu progowego 21, który wytwarza sygnał na swym wyjściu 21S lub 21N, zależnie od tego czy sygnał błędu jest większy czy mniejszy od wyznaczonego progu czułości 52 (fig. 3b). Wymieniony próg czułości jest dobrany w taki sposób, aby był równy maksymalnej amplitudzie sinusoidalnego sygnału błędu, odpowiadającego 1/20 podziałki biegunowej przetwornika T, czyli 0,1 mm.

Obwód progowy 21 służy do odróżniania błędów odpowiadających dziesiętnym częściom podziałki biegunowej od błędów odpowiadających setnym częściom tej podziałki. Sygnały z wyjść 21S, 21N są poprzez odpowiednie bramki 24 i 25, regulowane przez sygnał synchronizacyjny KM, podawane na dwustabilny element 30 w celu przełączania go, przy czym element 30 zapamiętuje przez każdy okres generatora 12, czy amplituda sygnału błędu odpowiadała dziesiętnym czy też setnym częściom

podziałki biegunowej i zależnie od tego wytwarza sygnał na wyjściu D lub C.

Sygnał synchronizacyjny KM składa się z szeregu impulsów uzyskiwanych z sinusoidalnego przebiegu z generatora 12. Generator ten oprócz konwertera cyfrowego 9 zasila również generator 38 impulsów prostokątnych, który steruje generatorem impulsów 39, posiadający dwa wyjścia KM i KC. Generator 39 wytwarza na wyjściu KM ciąg impulsów (fig. 3a oraz 3b), które występują odpowiednio w punktach gdzie impulsy prostokątne wytwarzane przez generator 38 przechodzą przez wartość zerową w kierunku wartości ujemnych. Ten sam generator 39 wytwarza na swym wyjściu KC ciąg impulsów (fig. 3a oraz 3b) występujących odpowiednio w punktach przejścia przebiegu prostokątnego z generatora 30 przez zero w kierunku wartości dodatnich.

Jak już stwierdzono, sygnał KM steruje bramki 24, 25, 26, 27, 28 i 29. Dla każdego przebiegu okresu wytwarzanego przez generator 12, zostaje wytworzony impuls przepustowy, przy czym impulsy sygnału KM określają chwile, w której dwustabilne elementy 30, 31 i 32 mogą zmieniać swój stan, przy czym stany tych elementów dwustabilnych zależą od tego, czy w danej parze bramek 24 i 25, 26 i 27, 28 i 29 otwarta jest pierwsza czy druga bramka.

Na fig. 3a i 3b przedstawiono przebiegi jakie pojawiają się na wyjściu generatora 12, na przetworniku T, na wyjściu generatora 38, przebiegu prostokątnego na wyjściu generatora 39, separatora 22 i układu sterowania 16, pokazując również synchronizację tych przebiegów.

Przebiegi z fig. 3a i 3b dotyczą przypadku gdy sygnał błędu 13, który jest w początkowej fazie przesuwany o 90° względem sygnału generatora, czyli zgodnie z poprzednio przyjętym założeniem jest to przypadek, gdy sygnał błędu jest początkowo dodatni. Impulsy sygnału KM są początkowo zgodne w fazie z połówkami dodatnimi przebiegu sygnału błędu z wyjścia 22S separatora 22, przy czym element dwustabilny 31 otrzymuje sygnał przez bramkę 26.

Jeżeli sygnał błędu ma znak ujemny, impulsy sygnału KM pojawiają się w fazie z połówkami ujemnymi przebiegu sygnału błędu, z wyjścia 22N separatora 22, wskutek czego przez bramkę 27 element dwustabilny 31 zostaje przerzucony.

Wyjścia A oraz I układu sterowania 16, przekazują sygnał na licznik 10 tak, by umożliwić zliczanie wprzód lub w tył. Licznik ten jest licznikiem mawrotnym i zwraca pewną ilość dekad, z których każda składa się z licznika dwójkowego, na przykład dwie dekady 10C i 10D dla setnych i dziesiętnych części podziałki przetwornika T. Dekady te są tak połączone ze sobą, że dekada 10D zlicza cykle liczeniowe dekady 10C, czyli, dekada 10D jest zasilana impulsem z poprzedzającej dekady 10C, po przyjęciu przez tę ostatnią dziesięciu impulsów, które powodują, że wykonywuje ona pełny cykl liczenia.

Wyjścia D i C układu sterowania 16 stanowią

dwa kanały, które sterują otwieraniem bramek 40 i 41 sterujących z kolei dekadą 10D i 10C licznika wewnętrznego.

Impulsy wytworzone na wyjściu KC generatora 39 są podawane na bramki 40 i 41 i przez te bramki oraz odpowiednio poprzez przewody 43, 44 są przekazywane na dekadę 10D lub 10C w celu sterowania pracy tych dekad, w zależności od tego czy układ sterowania 16 wytwarza sygnał na wyjściu D lub C. Dla każdego okresu przebiegu, wytwarzanego przez generator 12, generator 39 przekazuje zatem impuls sterujący pracą jednej z dekad licznika 10, zgodnie z wynikiem działania układu sterowania 16 w chwili określonej przez impuls sygnału KM, odpowiadający temu samemu okresowi. Aby impuls sygnału KC mógł skutecznie pobudzić licznik 10 do liczenia, ważne jest aby jedna z dwóch bramek układu sterowania 16 była otwarta w taki sposób, aby licznik został pobudzony do liczenia wprzód lub w tył.

Każdy impuls sygnału KC powoduje zmianę cyfrowej treści licznika 10 i w konsekwencji zmianę sygnałów analogowych na wyjściach 7 i 8 konwertera cyfrowo-analogowego 9. Wymienione sygnały analogowe przedstawiają funkcję sinusa i cosinusa nowej liczby dwójkowej, istniejącej w liczniku. W ten sposób nowy analogowy sygnał błędu pojawia się także na wyjściu 13 przetwornika T, przy czym nowy sygnał będzie nadal napięciem sinusoidalnym o częstotliwości 10 kHz i maksymalnej amplitudzie proporcjonalnej do różnicy pomiędzy istniejącym położeniem części ruchomej 2 wzdłuż osi przesunięcia X a położeniem przedstawionym przez nową liczbę dwójkową w liczniku 10 oraz o przesunięciu fazowym 90° lub 270° względem sygnału generatora 12 zależnie od biegunowości wymienionej różnicy.

Nowy sygnał błędu jest poprzez wzmacniacz 14 przekazywany na wejście układu sterowania 16, który sygnał ten analizuje w celu ustalenia jego amplitudy i biegunowości aby wytworzyć sygnał na dwóch z wyjść A, I, D, C, przy czym ta para wyjść określa nowe położenie w taki sposób, że steruje pracą licznika 10 w takim kierunku oraz w takiej dekadzie aby uzyskać zmniejszenie wartości sygnału błędu.

Działanie to ma na celu doprowadzenie układu do stanu równowagi. Gdy część 2 zostanie zatrzymana, osiągnięty zostanie stan równowagi dla sygnału błędu, którego poziom jest niższy od progu czułości 45, przy czym nie będzie sygnału ani na wyjściu A ani na wyjściu I i w ten sposób licznik 10, nie otrzymując sygnałów pobudzenia pozostaje w osiągniętym w ten sposób stanie przez cały czas, w którym część 2 jest nieruchoma.

W tym przypadku informacja cyfrowa dostarczona przez licznik odpowiada istniejącemu położeniu części 2 względem części 1 w zasięgu podziałki biegunowej, z wyjątkiem błędu odpowiadającego progowi czułości 45. Gdy część ruchoma 2 znajduje się w ruchu, działanie układu, jak poprzednio wyjaśniono, muszą umożliwić licznikowi 10 zawarcie informacji, która stale nadąża za

rzeczywistym położeniem ruchomej części 2, przy czym skutek ten zostanie osiągnięty tylko wtedy, gdy czas przełączenia elementów tworzących układ jest mały w stosunku do okresu generatora 12.

Z poprzednich wyjaśnień wynika jasno, że układ sterowania 16 odróżnia sygnał błędu według jego biegunowości, a ponadto wybiera jedno z wyjść D albo C, w zależności od tego czy sygnał błędu jest większy czy mniejszy od progu czułości 52. W omawianym przypadku poziom progu równa się wielkości błędu odpowiadającemu $1/20$ podziałki biegunowej, czyli $0,1$ mm. Licznik wewnętrzny może zawierać n dekad połączonych wzajemnie w taki sposób, że każda dekada zlicza cykle liczeniowe poprzedniej dekady, przy czym każda dekada może być sterowana przez poprzednią dekadę albo przez odpowiedni kanał dobrany przez układ sterowania zgodnie z sygnałem błędu.

W takim przypadku układ sterowania zawiera n—1 obwodów takich jak 21, każdy o innym progu czułości dla innego zakresu amplitudy sygnału błędu, przy czym te n—1 obwodów są połączone razem w ten sposób aby układ sterowania był dostosowany do rozróżniania n różnych kanałów odpowiadających n różnym zakresom amplitudy sygnału błędu.

Jeśli na przykład licznik zawiera trzy dekadę przeznaczone do liczenia kolejno dziesiętnych, setnych i tysięcznych milimetra, układ sterowania musi być wyposażony w dwa obwody takie jak obwód 21 o progu czułości równym amplitudzie sygnału reprezentującego $1/200$ i odpowiednio $1/20$ podziałki biegunowej przetwornika T, i rozmieszczone w ten sposób, że tworzą trzy kanały przeznaczone do sterowania tych trzech dekad licznika. Te trzy kanały są pobudzane kolejno za pomocą sygnału błędu, niższego od pierwszego progu czułości, lub zwartego pomiędzy poziomami obu progów, albo wyższego od drugiego progu czułości.

Na fig. 1 pokazano również zewnętrzny licznik 42, który składa się z pewnej ilości dekad, na przykład z czterech dekad 42C, 42D, 42U, 42E, takich samych jak dekadę licznika wewnętrznego 10, połączonych ze sobą w taki sposób, że uzyskuje się licznik nawrotny. Pierwsze dwie dekadę odpowiadają identycznym dekadom 10C i 10D licznika wewnętrznego 10. Dekady te są sterowane selektywnie przez te same kanały 44 i 43.

Dekady 42C, 42D, 42U i 42E są połączone ze sobą łańcuchowo tak, że każda dekada zlicza cykle liczeniowe dekady poprzedniej. Dekady 42U i 42E są sterowane tylko przez dekadę poprzedzającą a dekada 42D jest sterowana, albo przez poprzedzającą dekadę 42C, albo też przez kanał 43. Dekada 42C jest sterowana tylko przez kanał 44.

Kierunek liczenia licznika zewnętrznego 42 jest sterowany w identyczny sposób jak w liczniku wewnętrznym 10, za pomocą sygnałów z wyjść A oraz I. Gdy dekadę 42C i 42D liczą, tak samo jak dekadę 10C i 10D licznika wewnętrznego 10, setne i dziesiętne milimetra, dekadę 42U i 42E liczą jednostki i dziesiątki milimetra rzeczywistego przesunięcia części ruchomej 2.

Licznik 42 jest wyposażony w urządzenie służące do zerowania i do sterowania inwersji znaku zliczania gdy operacja liczenia przechodzi przez wartość zerową. Działania te, jak to zostanie wyjaśnione później, mogą być wykonywane niezależnie od licznika wewnętrznego 10.

Przyrząd według wynalazku działa w następujący sposób. Załóżmy, że elementem ruchomym B jest wyposażony we wskaźnik odniesienia wózek, który może przesuwać się w kierunku X na szynach prowadzących, przy czym jest on poruszany ręcznie lub mechanicznie. Do wózka B przyłączona jest sztywno ruchoma część 2 a na wejście 6 jest podawana wielkość analogowa przedstawiająca istniejące położenie wózka. Załóżmy również, że przyrząd pomiarowy jest zastosowany do mierzenia wymiarów przedmiotu obrabianego wzdłuż kierunku X. Najpierw umieszcza się na jednym końcu mierzonej części obrabianego przedmiotu wskaźnik wózka. Następnie zeruje się licznik zewnętrzny 42, natomiast licznik wewnętrzny 10, wskazuje istniejące położenie części ruchomej 2 względem części nieruchomej 1, w zakresie podziałki biegunowej przetwornika T.

Następnie wózek B zostaje przesunięty tak, aby wskaźnik był zgodny z drugim końcem obrabianego przedmiotu, który ma być mierzony. Licznik zewnętrzny 42 pokazuje teraz cyfrową wartość bezwzględną oraz znak mierzonego wymiaru, natomiast licznik wewnętrzny 10 podaje cyfrowe określenie nowego położenia ruchomej części 2 względem części nieruchomej 1.

Wózek B może się przesuwać z różną prędkością. Rozważmy w odniesieniu do fig. 3a i 3b przyrządu pomiarowego według wynalazku w przypadku niezmiennych prędkości o różnych wielkościach. Na fig. 3a przedstawiono w funkcji czasu przebieg sygnału błędu na wyjściu 13 przetwornika T w przypadku małej prędkości przesuwu wózka. Proóg czułości 45 obwodu progowego 23 określa minimalne napięcie błędu, na które jest uczulony układ sterowania 16.

Sygnał 46 jest napięciem sinusoidalnym o częstotliwości generatora 12 (10 kHz) przy opóźnieniu 90° dla błędu dodatniego i o amplitudzie modulowanej przez przesunięcie ruchomej części 2 dokonane z małą, niezmienną prędkością, przy czym przesunięcie to powoduje sinusoidalną zmianę amplitudy błędu w zakresie podziałki biegunowej. Sygnał błędu może być zatem przedstawiony za pomocą

funkcji $K \cdot \sin 2\pi \frac{Vt}{p} \cdot \sin 2\pi ft$, gdzie K jest stałą

zależną od stosunku wartości sygnału na wyjściu generatora 12 do sygnału z wyjścia 13 przetwornika T, V jest prędkością przesuwania części ruchomej 2, a p jest podziałką biegunową.

Zakładając, że prędkość jest mała na przykład $V < p/200$, dla odstępów czasowych odpowiadających niektórym okresom generatora, kształt fali sygnału błędu może być przedstawiony z dużym

przybliżeniem, przez funkcję $K \cdot 2\pi \frac{Vt}{p} \cdot \sin 2\pi ft$.

Na fig. 3a wykres 47 przedstawia modulującą funkcję $K \cdot 2\pi \frac{V}{p} \cdot t$ wytwarzaną przez przesuw ruchomej części 2, czyli przebieg sygnału błędu jaki

można uzyskać, gdy cyfrowo-analogowy konwerter 9 jest zasilany sygnałem stałym zamiast sygnałem sinusoidalnym.

Jest zrozumiałe, że zgodnie z poprzednio przedstawioną hipotezą, treść cyfrowa licznika 10 musi w każdym przypadku odpowiadać położeniu części ruchomej 2 w stosunku do położenia części nieruchomej 1 w zasięgu jednej podziałki biegunowej, przy czym położenie to jest wyrażone w dziesiętnych i setnych częściach milimetra przez cyfry występujące kolejno na dekadach 10D i 10C. Wskazanie cyfrowe jest dokładne, z uwzględnieniem czułości układu, która w rozważanym przypadku równa się 1/200 podziałki biegunowej, czyli jest równa 10 μm.

Przy przesuwaniu wózka B ze stałą prędkością V1, na przykład mniejszą niż 100 mm/sek wzdłuż osi X, na przykład w kierunku dodatnim, analogowy sygnał błędu pojawiający się na wyjściu 13 przebiega zgodnie z wykresem 46. Gdy amplituda sinusoidy przekracza wartość progu czułości 45, generator 39 wytwarza impuls sygnału KM równocześnie z wystąpieniem pierwszego dodatniego wierzchołka P i układ sterowania prawidłowo powodza wyjścia A i C.

Następnie, pół okresu później, równocześnie z przejściem Z sygnału przez wartość zerową, generator 39 wytwarza impuls liczący sygnały KC, który poprzez bramkę 41, utrzymywaną przez sygnał z wyjścia C w stanie otwartym, powoduje, że dekady 10C i 42C setnych części liczą jeden stopień naprzód.

Modyfikacja treści cyfrowej licznika wewnętrznego 10 wywołuje poprzez kanał przesyłowy 11 zmianę sygnałów analogowych na wyjściach 7 i 8 konwertera cyfrowo-analogowego a przez to zmianę amplitudy sygnału błędu na wyjściu 13 przetwornika T. Zgodnie z poprzednim założeniem dla konwertera 9, że jego czas włączania jest krótki w porównaniu z okresem generatora 12, zmianę amplitudy można uważać za natychmiastową. Ponadto, przyjmując zgodnie z fig. 3a, że zmiana treści cyfrowej licznika 10 zachodząca wskutek zliczenia przez licznik 10 jednego stopnia naprzód powoduje zmianę znaku sygnału błędu oraz zmniejszenie amplitudy do wartości niższej od progu czułości 45, w momencie przejścia z sygnału błędu przez zero następuje odwrócenie fazy Z.

Następnie funkcja modulująca zaczyna znowu wzrastać począwszy od poziomu niższego tak, jak podano na wykresie 48. Wykres 48 jest podobny do wykresu 47 i jest w stosunku do niego przesunięty o wielkość OS reprezentującą czas potrzebny do przesunięcia części ruchomej 2 z prędkością V1 o odległość równą 1/200 podziałki biegunowej, czyli równą 1/100 mm. W czasie przesuwania się wózka B w kierunku dodatnim ze stałą prędkością V1, układ działa tak jak opisano powyżej, przy czym po przesunięciu części ruchomej 2 o jedną setną

podziałki biegunowej, dekada **10C** licznika zlicza o jeden stopień naprzód, natomiast po przesunięciu ruchomej części **2** o 10 setnych milimetra, dekada **10C** powoduje, że dekada **10D** zlicza o jeden stopień naprzód.

W założonych warunkach prędkość przesuwu części ruchomej **2** jest tak mała, że licznik **10**, sterowany stale za pomocą sygnału **KC**, jest w stanie dostosować swoją treść cyfrową do aktualnego położenia wymienionej ruchomej części.

Z drugiej strony, gdy prędkość przesuwu wózka **B** jest dostatecznie duża na przykład $pf(200 < V < pf)20$, warunki układu zmieniają się i mogą być zilustrowane przykładem podanym na fig. 3b, gdzie sygnał błędu pojawia się na wyjściu **13** przetwornika **T** i może być nadal wyrażony za pomocą funkcji $K \cdot 2\pi \frac{V}{p} \cdot \sin 2\pi ft$ dla odcinka czasu, który jest krótszy od dwóch okresów generatora, co przedstawia wykres **49**. Wykres **50** przedstawia funkcję modulującą $K \cdot 2\pi \frac{Vt}{p}$, utworzoną przez

przesunięcie części ruchomej **2**, czyli przebieg, który pojawiłby się gdyby konwerter cyfrowo-analogowy **9** był zasilany sygnałem ciągłym a nie sinusoidalnym. Poziom napięcia **52** przedstawia próg czułości **21**, czyli napięcie błędu powyżej którego układ sterowania wybiera wyjście **D**.

W ten sposób, wskutek przesuwania się wózka **B** ze stałą i dużą prędkością **V2**, na przykład 0,9 mm/sek, wzdłuż osi **X**, na przykład w kierunku dodatnim, analogowy sygnał błędu, pojawiający się na wyjściu **13**, zmienia się zgodnie z wykresem **49**. Gdy amplituda sinusoidy przekracza poziom **52**, generator **39** wytwarza impuls sygnału **KM** jednocześnie z wystąpieniem pierwszego dodatniego wierzchołka **Q** i układ sterowania pobudza wyjścia **A** i **D**. Następnie, w pół okresu później, w punkcie **R**, generator **39** wytwarza impuls liczący **KC**, który poprzez bramkę **40**, utrzymywaną w stanie otwartym przez sygnał z wyjścia **D** powoduje zliczanie o jeden stopień naprzód dziesiętnych dekad **10D** i **42D**.

Zmiana treści cyfrowej licznika wewnętrznego **10** steruje poprzez kanał przesyłowy **11**, zmianę sygnałów analogowych pojawiających się na wyjściach **7** i **8** konwertera cyfrowoanalogowego **9** i powoduje natychmiastową zmianę amplitudy sygnału błędu, pojawiającego się na wyjściu **13** przetwornika **T** w taki sam sposób, jak przy przesuwaniu dowolnym. Zakładając, zgodnie z fig. 3b, że wymieniona zmiana o jeden stopień naprzód w treści cyfrowej licznika **10** jest taka, że zmniejsza wielkość błędu do wartości mniejszej od poziomu **52**. Funkcja modulująca zaczyna wzrastać od punktu **R**, począwszy od poziomu niższego, jak to przedstawia wykres **51**, który jest podobny do wykresu **50** z wyjątkiem przesunięcia względem wykresu **50**, o wartość zależną od pozostałości błędu w punkcie **R**.

W czasie przesuwania wózka **B** w kierunku dodatnim ze stałą prędkością **V2**, układ działa nadal w opisany sposób, przy czym za każdym razem ru-

choma część **2** zostanie przesunięta o 1/10 milimetra, dekada **10D** licznika zliczy o jeden stopień naprzód pod wpływem sterowania impulsem sygnału **KC** przekazywanym z wyjścia **D**.

5 Przy powyższym założeniu szybkość liczenia licznika **10** jest na tyle duża, aby umożliwić nadążanie zmian treści cyfrowej licznika za aktualnym położeniem części ruchomej **2**.

Z powyższego opisu wynika jasno, że dwie różne amplitudy sygnału błędu odpowiadają dwóm różnym prędkościom przesuwania **V1** i **V2** części ruchomej, przy czym układ sterowania **16** wybiera do sterowania liczenia licznika **10** automatycznie dwa różne wyjścia **C** lub **D**.

15 Licznik wewnętrzny **10** może zatem działać przy dwóch różnych prędkościach liczenia, odpowiadających różnym prędkościom, jakimi może być zasilane niezależne wejście **6**. Te dwie różne prędkości liczenia są uzyskiwane w znany sposób przez selektywne przekazywanie impulsów sygnału **KC** do różnych dekad wewnętrznego licznika poprzez odpowiedni kanał.

Maksymalna dopuszczalna prędkość przesuwu ruchomej części **2** wynosi $pf/20$ co odpowiada prędkości 1 m/sek. Jest to taka prędkość, przy której przełączenia funkcji modulującej sygnału błędu mają taką samą częstotliwość jak generator, na skutek, czego licznik nadąża jeszcze za zmianą położenia. Oczywiście możliwe jest wprowadzenie odpowiedniego ograniczenia prędkości, na przykład za pomocą hamulca działającego przy przekroczeniu dopuszczalnej prędkości maksymalnej.

Większa prędkość zliczania może być osiągnięta przez zwiększenie częstotliwości **f** generatora, albo przez zwiększenie podziałki **P** przetwornika **T**. Z tych powodów częstotliwość generatora musi być dobrana zależnie od podziałki przetwornika **T** i od dopuszczalnej maksymalnej prędkości przesuwu. W każdym razie zwiększenie częstotliwości **f** jest ograniczone, przy czym ograniczenie zależy od czasu przełączenia elementów składowych układu.

Powyższe rozwiązania dotyczące licznika wewnętrznego **10** odnoszą się do licznika zewnętrznego **42** ponieważ dekady **42C** i **42D** odpowiadają dokładnie dekadom **10C** i **10D**, podczas gdy dekady **42C** i **42E**, które są częścią nieprecyzyjną licznika **42** są sterowane przez część precyzyjną reprezentowaną przez dekady **42C** i **42D**. Ponadto, licznik zewnętrzny **42** zaopatrzony jest w urządzenie przeznaczone do zerowania licznika oraz w urządzenia do automatycznego zmieniania treści gdy liczenie przechodzi przez punkt zerowy, przy czym licznik ten może działać jako licznik bezwzględny lub przyrostowy. Z tego powodu w przyrządzie pomiarowym według wynalazku mogą być wykonywane następujące działania: przesuwanie punktu odniesienia, odwrócenia kierunku dodatniego osi i liczenie stale w formie bezpośredniej bez potrzeby dopełniania treści licznika zewnętrznego.

60 Obecność licznika zewnętrznego **42** umożliwia ustawienie przyrządu pomiarowego **MP** w jakiegokolwiek pozycji poprzedzającej dokładnie i bez straty czasu, nawet po długim czasie lub po przerwie w dopływie mocy, czyli w tych przypadkach,

w których treść cyfrowa licznika zewnętrznego ulegała zniweczeniu. Zakładając, że część nieruchomą przetwornika T ma absolutny punkt odniesienia, który reprezentuje absolutne zero urządzenia i zakładając ponadto, że jest możliwe wykrycie za pomocą właściwych urządzeń ustawienia części ruchomej zgodnego z tym punktem odniesienia, to możliwe jest powtórne umieszczenie części ruchomej w określonym położeniu, w znanej odległości od punktu odniesienia. Wykonuje się to w sposób następujący.

Najpierw wskaźnik części ruchomej doprowadza się do zgodności z punktem odniesienia i zeruje się licznik zewnętrzny, po czym część ruchomą przesuwa się w żądanym kierunku tak długo, aż licznik zewnętrzny poda cyfrowe wskazanie odpowiadające znanej odległości. Jeżeli położenie z góry określonego punktu jest podane za pomocą jego odległości względnego punktu odniesienia, którego współrzędne względem absolutnego punktu odniesienia są znane, wówczas należy przeprowadzić poprzednio opisane działanie aż do umieszczenia części ruchomej na względnym punkcie odniesienia i wyzerować licznik zewnętrzny, po czym część ruchomą przesuwa się w żądanym kierunku tak długo, aż licznik ten poda wskazanie cyfrowe odpowiadające żądanej odległości względnej.

Dokładność wskazania położenia części ruchomej przyrządu według wynalazku może być porównana w znany sposób przez analogowe zmierzenie resztkowego błędu za pomocą odpowiedniego urządzenia, jeżeli błąd taki istnieje na wyjściu 15 gdy układ znajduje się w stanie równowagi, przy czym błąd ten ma wartość mniejszą niż poziom czułości układu.

Należy pamiętać, że w celu uzyskania dobrego działania przyrządu pomiarowego według wynalazku konieczne jest zastosowanie środków ostrożności zapewniających odwrócenie znaku liczników 10 lub 42 we właściwym czasie. W niewielkim odstępie czasu wokół przejścia przez zero na wyjściu D nie może być sygnału a równocześnie na wyjściu C musi być sygnał aby dekadę 10C i 42C zliczały wstecz do zera, zanim w liczniku nastąpi zmiana znaku.

W przeciwieństwie do innych znanych przyrządów tego typu przyrząd według wynalazku jest uproszczony, ponieważ wymaga tylko jednego układu sterowania, który jest selektywnie czuły na dwie różne prędkości działania. Poza tym do wykrywania zarówno nieprecyzyjnego jak i precyzyjnego sygnału błędu zastosowany jest tylko jeden przetwornik a do sterowania licznika potrzebny jest tylko jeden konwerter cyfrowo-analogowy.

Ponadto istnienie progu czułości 45 zapobiega niestabilności układu wówczas, gdy część 2 jest nieruchoma, czyli zapobiega się oscylowaniu liczników 10 i 42 oraz wykazywaniu przez licznik 42 jednego z dwóch punktów przylegających do rzeczywistego położenia części ruchomej 2. W celu wyeliminowania tej niestabilności oddziaływującej na ostatnią cyfrę wskazywaną przez dekadę 10C i 42C tych liczników, należy ustalić próg 45 w za-

kresie pomiędzy połową a całym napięciem odpowiadającym błędowi równemu jednej jednostce ostatniej cyfry, w przykładowym wykonaniu pomiędzy wartościami napięcia odpowiadającymi błędowi 5 μ m i 10 μ m.

Zastrzeżenia patentowe

1. Przyrząd pomiarowy do określania położenia ze wskazaniem cyfrowym, zwłaszcza do pomiaru przesunięcia części ruchomej względem części nieruchomej, zawierający licznik wewnętrzny, składający się z pewnej ilości dekad, połączony ze sterującym go generatorem impulsów, cyfrowo-analogowy konwerter sterowany przez ten licznik i przeznaczony do przetwarzania cyfrowego sygnału wyjściowego licznika w pierwszy sygnał analogowy, przetwornik, określający położenie części ruchomej, który porównuje w sposób ciągły pierwszy sygnał analogowy z drugim sygnałem analogowym, reprezentującym aktualne położenie części ruchomej, aby wytworzony sygnał błędu podać na układ sterowania podawaniem impulsów z generatora na licznik, **znamienny tym**, że układ sterowania (16) ma kilka wyjść (C, D), które są połączone z kluczowanymi przez wytwarzany zależnie od amplitudy sygnału błędu na jednym z tych wyjść (C, D) sygnał kluczowania kanałami (43, 44) doprowadzania impulsów zliczania do jednej z dekad (10C, 10D) licznika (10).

2. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każdy z kanałów (43, 44) doprowadzania impulsów zliczania przeznaczony jest dla innego zakresu wartości amplitudy sygnału błędu i zawiera bramki (41, 40) które są normalnie zamknięte, a ponadto układ sterowania (16) zawiera obwód progowy (21), którego wyjście (18) jest połączone z wyjściem (13) przetwornika (T) przy czym obwód progowy (21) ma kilka wyjść (C, D), z których każde odpowiada innemu zakresowi wartości amplitudy sygnału błędu i jest połączone z jedną z bramek (41, 40).

3. Przyrząd według zastrz. 2, którego przetwornik ma co najmniej jedno uzwojenie połączone z częścią nieruchomą, zasilane przez licznik wewnętrzny poprzez konwerter cyfrowo-analogowy oraz jedno uzwojenie połączone z częścią ruchomą, które jest przeznaczone do wytwarzania sygnału błędu, równego różnicy pomiędzy aktualnym położeniem uzwojenia części ruchomej a położeniem przedstawionym przez treść cyfrową licznika, przy czym uzwojenia te mają pewną ilość biegunów ze stałą podziałką biegunową, a treść cyfrowa licznika reprezentuje położenie uzwojenia części ruchomej, w zasięgu każdej podziałki biegunowej względem uzwojeń części nieruchomej, **znamienny tym**, że generator (39) impulsów jest przeznaczony do wytwarzania z przebiegu wytwarzanego przez główny generator (12) synchronizacyjnego sygnału KM, będącego ciągiem impulsów, przeznaczonych do wytwarzania sygnału na jednym z wyjść (C, D) wybranym przez progowy obwód (21) oraz do wytwarzania ciągu impulsów zliczania na wyjściu (KC) przekazywanych na licznik (10) przez wybra-

ny kanał (44) lub (43) w celu zmiany treści licznika aż do zmniejszenia sygnału błędu do zera.

4. Przyrząd według zastrz. 3, w którym część ruchoma przetwornika jest przesuwana wzdłuż osi (X), wzdłuż której rozmieszczona jest regularnie pewna ilość położeń zerowych określonych przez uzwojenie części nieruchomej a licznik wewnętrzny jest dwukierunkowy przy czym jego treść

cyfrowa odpowiada odległości pomiędzy dwoma sąsiednimi połozeniami zerowymi, **znamienny tym**, że układ sterowania (16) zawiera dyskryminator znaku (22, 23, 31, 32) przeznaczony do określenia znaku sygnału błędu z przetwornika (T) i do wytworzenia zależnie od tego znaku sygnału na jednym ze swych wyjść (A, I), które sterują licznik (10).

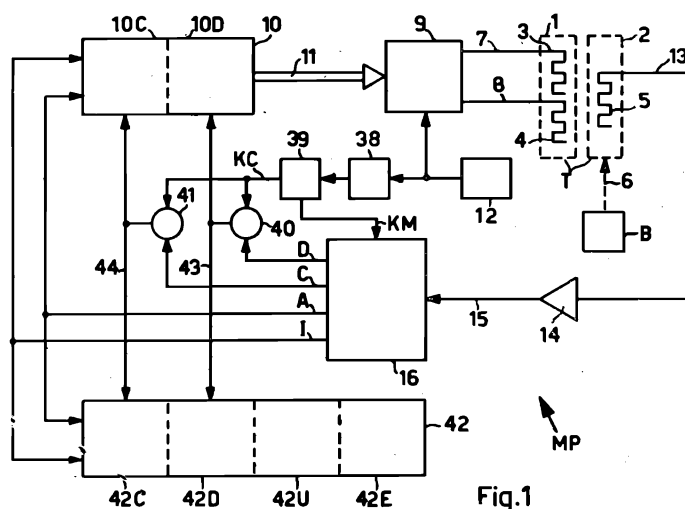


Fig. 1

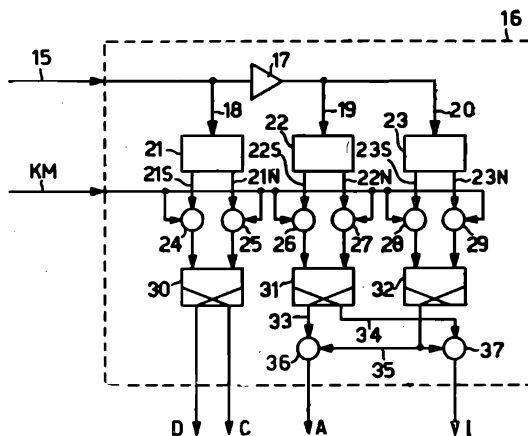


Fig. 2

