

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

90739

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

MKP
H03k 5/20

Zgłoszono: 20.06.74 (P. 172054)

Pierwszeństwo: 28.06.73 Republika Federalna
Niemiec

Int. Cl.²
H03K 5/20

Zgłoszenie ogłoszono: 02.05.75

Opis patentowy opublikowano: 15.08.1977

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Siemens Aktiengesellschaft, Monachium (Republika
Federalna Niemiec i Berlin Zachodni)

Urządzenie do wytwarzania wielkości proporcjonalnej do różnicy dwóch ciągów impulsów, w szczególności do sterowania obrabiarkami

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wytwarzania wielkości proporcjonalnej do różnicy dwóch ciągów impulsów w szczególności do sterowania obrabiarkami, w którym to urządzeniu do członu porównującego doprowadzane są dwa ciągi impulsów o wzajemnie zmieniających się fazach, w którym to członie porównującym wytwarzany jest trzeci ciąg impulsów o modulowanej szerokości.

Z patentu RFN nr 911853 znane jest urządzenie, w którym dokonuje się porównania faz dwóch ciągów impulsów. W tym urządzeniu te dwa ciągi impulsów są doprowadzane do kondensatora za pośrednictwem diod. W wyniku następuje na zmianę ładowanie i rozładowanie, względnie przełączanie kondensatora tak, iż biegunowość i czas trwania powstających na kondensatorze napięciowych przebiegów impulsowych mogą być wykorzystane jako kryterium względnej różnicy faz obu ciągów impulsów.

Znane są poza tym układy wytwarzające sygnały wyjściowe, zawierające informację o różnicy impulsów w dwóch ciągach impulsów, zawierające liczniki rewersyjne. Jednakże zastosowanie takich liczników jest związane ze zwiększonymi nakładami finansowymi, a poza tym w przypadku zastosowania liczników jest związane z koniecznością zastosowania innych układów przekształcających informację impulsowo-cyfrową w informację analogową.

Ponadto z techniki samoczynnej regulacji częstotliwości generatorów relaksacyjnych znane jest, jak należy uzyskiwać napięcie regulacyjne z układu porównywania faz, w którym są porównywane fazy sygnałów wyprowadzo-

2

nych z generatora relaksacyjnego i impulsów synchronizujących, przy tym wykorzystywane są przebiegi ciągłe składające się z dodatnich i ujemnych części fali, a czas trwania jednego przebiegu jest prawie równy lub nieco mniejszy od czasu trwania impulsu synchronizującego. Podobny układ i jego działanie jest podane w opisie patentowym RFN DT-PS 945 400.

W przeciwieństwie do tych znanych urządzeń do porównywania faz celem niniejszego wynalazku jest opracowanie prostego układu cyfrowego, za którego pomocą może być wytworzona wielkość proporcjonalna do różnicy liczby impulsów, służąca do późniejszej modulacji innego przebiegu napięciowego.

Cel ten został osiągnięty według wynalazku dzięki temu, że do wytworzenia różnicy liczby impulsów ciągów impulsów zastosowany jest generator synchronizujący, do którego dołączone są łańcuchowy dzielnik wartości odniesienia i łańcuchowy dzielnik wartości rzeczywistych oraz dzięki temu, że do łańcuchowego wartości rzeczywistych służącego jako człon porównujący doprowadzone są oba ciągi impulsów o fazach wzajemnie przeciwnych, a także dzięki temu, iż chwilowe różnice faz impulsów ciągów impulsów występujących na wyjściu łańcuchowego dzielnika wartości odniesienia i łańcuchowego dzielnika wartości rzeczywistych służą do modulacji szerokości impulsów.

Tego rodzaju układ jest, z punktu widzenia zachodzącego procesu przetwarzania, korzystniejszy od liczników rewersyjnych, ponieważ poprzez wygładzanie ciągu impulsów o zmodulowanej szerokości stosunkowo łatwo mo-

że zostać wytworzona wartość różnicowa przydatna do sterowania.

Przy zastosowaniu tego sterowania do przebiegów, które z powodów, wynikających z natury regulacji dynamicznej nie zezwalają na istnienie zbyt dużych czasów martwych, jak na przykład przy sterowaniu obrabiarkami, występuje jeszcze następujący problem: przyjmując, na przykład, że częstotliwość generatora impulsów synchronizujących jest równa 3,5 MHz, a zdolność rozdzielcza odpowiada 1 μ m, wówczas można między obwodami wytwarzającymi sygnały zawierające informacje o wartości odniesienia i o wartości rzeczywistej, odpowiadającej aktualnemu nastawieniu zespołu sterowanego wbudować nastawnik błędu, którego zakres odpowiada 32 mm, co wymaga zastosowania w urządzeniu dzielnika o podziale 1 : 32000.

W tym wypadku impuls przyłożony do wejścia dzielnika ukazałby się na jego wyjściu po upływie około 5 milisekund.

W obwodzie korekcji położenia przejawia się to bezpośrednio jako opóźnienie i pogarsza dynamikę oraz stabilność regulacyjną.

Dalszym celem niniejszego wynalazku jest takie udoskonalenie wyżej wspomnianego urządzenia, aby przy wysokiej zdolności rozdzielczej zmian na wejściu sygnał wyjściowy zawierał informacje – dyspozycje dla układu regulacji automatycznej, w bardzo krótkim czasie.

Zgodnie z wynalazkiem zagadnienie to znalazło rozwiązanie w sposób następujący. Dołączony do generatora impulsów synchronizujących łańcuchowy dzielnik wartości rzeczywistych podzielony jest na łańcuchowe dzielniki dla zakresu dokładnego i zgrubnego. Przy ustalonej wartości różnicy faz między łańcuchowym dzielnikiem dokładnym a łańcuchowym dzielnikiem wartości odniesienia impuls sterujący przenoszeniem informacji o odpowiednim znaku zostaje przekazany z odpowiednio skorygowanego łańcuchowego dzielnika dokładnego do łańcuchowego dzielnika zgrubnego, przy czym różnica faz ciągów impulsów z łańcuchowego dzielnika zgrubnego i łańcuchowego dzielnika odniesienia służy do modulacji szerokości impulsów ciągów impulsów, a jej wartość zostaje odpowiednio zsumowana w sygnale całkowitej różnicy.

Przez podział łańcuchowego dzielnika wartości rzeczywistych na dzielnik dokładny i zgrubny otrzymuje się dużą zdolność rozdzielczą i stosunkowo niewielkie wartości opóźnień. Na przykład, przy stosunku podziału obu dzielników 1 : 1 i przy stosunku podziałki równym 1 : 256 opóźnienie w przedstawionym przykładzie wyniesie 0,035 milisekund, co może być pominięte w regulacji prędkości obrotowej, jeśli wielkość tego opóźnienia porówna się z wartościami opóźnień występującymi w regulacji układów napędowych.

Aby przy maksymalnie dopuszczalnym przesunięciu fazowym w łańcuchowym dzielniku dokładnym i nieznacznie w tym zakresie podziału dokładnego zmieniającym się położeniu fazowym nie spowodować trwającego przez dłuższy okres czasu przełączenia pomiędzy łańcuchowym dzielnikiem dla zakresu dokładnego i łańcuchowego dzielnika dla zakresu zgrubnego są wytwarzane już przy wartości różnicy faz mniejszej od dopuszczalnego przesunięcia fazowego do łańcuchowego dzielnika dla zakresu dokładnego, a przesunięcie fazowe impulsów w ciągu impulsów w łańcuchowym dzielniku dla zakresu dokładnego zmienia się w przeciwnym kierunku o wartość odpowiadającą dopuszczalnej różnicy faz.

Dalsze przesunięcia fazowe układ odbiera w ten sposób,

że ciągi impulsów w łańcuchowych dzielnikach są porównywane względem ich położenia fazowych i w położeniu wyjściowym, przy braku przesunięcia fazowego, otrzymuje się ciąg impulsów o stosunku czasu trwania impulsu do przerwy równym 1 : 1. Uzyskanie dodatniego lub ujemnego przesunięcia fazowego dostrzegane jest w zwiększeniu lub zmniejszeniu arytmetycznej wartości średniej z ciągu impulsów, niezbędnej do zmiany biegunowości po przejściu sygnału różnicowego przez wartość średnią.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia znany układ sterowania obrabiarką, fig. 2 – szczegóły fig. 1, ukazujące człony porównujące, fig. 3 – związek między ciągami impulsów w układzie porównującym, fig. 4 – schemat ideowy konwertera analogowo-cyfrowego.

Dla pierwszych niedokładnych wskazań obrabiarki, za pomocą regulatora silnika prądu stałego 7 napędzony zostaje wałek 8 dla przesuwu w kierunku X. Silnik 7 zachowuje jedno ustawione położenie regulacji dzięki temu, że jest sterowany przez człon nastawczy 9 regulatora prędkości obrotowej 6 sterowanego z kolei wartością ni z prądnicy tachometrycznej i wielkością wymuszenia n_x ze wzmacniacza regulacji położenia 5. Ponadto z wałem silnika 7 sprzężony jest przyrostowy nadajnik impulsów 10, który proporcjonalnie do jednego obrotu wału, a przez to i do jednego przesunięcia w kierunku X, dostarcza ciąg impulsów, przy czym zależnie od kierunku obrotów są to impulsy ujemne lub dodatnie.

To rzeczywiste ciągi impulsów wraz ze wzorowym ciągiem impulsów dostarczonym przez interpolator 1 zostają jednocześnie uporządkowane w urządzeniu synchronizującym 2, skąd wychodzą dwa uformowane ciągi impulsów, przy czym dodatniemu ciągowi impulsów z interpolatora 1 odpowiada ujemny ciąg impulsów z nadajnika 10.

Oba te ciągi impulsów, którym odpowiada różnica odchylenia położenia ΔS , są porównywane w członie porównującym 3 – jak to dokładnie objaśniono w związku z fig. 2 i 3. Z wielkości porównywanych zostaje utworzona przez przetwornik analogowo-cyfrowy 4 i wzmacniacz regulacji położenia 5 wielkość wymuszenia n_x dla regulatora prędkości obrotowej 6. Układ pracuje opóźnieniowo, to też gdy nadchodzą z interpolatora impulsy dodatnie nadajnik impulsów 10 natychmiast odpowiada wysłaniem impulsów ujemnych, a porównanie wykazuje bieżącą wartość zero. Na skutek nieuniknionych bezwładności systemu regulacyjnego różnica między ciągami impulsów wartości rzeczywistych a wartości wzorowych będzie ustawiała się przede wszystkim przy przebiegach przyspieszonych i opóźnionych. Ustalenie się tej różnicy jest dokładnie opisane na podstawie fig. 2 i 3.

Człon porównujący według fig. 2 składa się z trzech zasadniczych łańcuchowych dzielników binarnych FT, RT i GT, które zawierają, połączone w znany układ, identyczne rejestry FT 1 do FT 11, RT 1 do RT 11 i GT 1 do GT 11. Dzielniki łańcuchowe FT, RT i GT sterowane są przez generator synchronizujący 31 o przykładowo podanej częstotliwości powtarzania impulsów równej 3,5 MHz. Jako łańcuchowy dzielnik odniesienia służy dzielnik RT, traktowany ze stałą częstotliwością impulsami synchronizującymi z generatora 31, podczas gdy dokładny łańcuchowy dzielnik FT służy jako licznik śledzący dla zakresu dokładnego, porządkujący dodatkowo impulsy z ciągów impulsów, których różnica ma zostać ustalona. Do kolejnego dzielnika łańcuchowego GT dla zakresu zgrubnego, podawane są poza impulsami z generatora impulsów synchroni-

zujących 31 dodatnio-ujemne impulsy z łańcuchowego dzielnika FT.

Ciągi impulsów wyjściowych z wyjść łańcuchowych dzielników FT lub GT porównywane są w elementach NIE 33 i 32 z ciągami impulsów wyjściowych łańcuchowego dzielnika RT. Zależnie od tego porównania tworzą się dwa ciągi impulsów, których stosunek czasu trwania impulsu do przerwy jest miarą przesunięcia fazowego $\triangleright \psi_F$ dla zakresu dokładnego $\Delta \psi_G$ dla zakresu zgrubnego. Suma odpowiednio wybranych przesunięć fazowych $\triangleright \psi$ jest proporcjonalna do odchylenia położenia $\triangleright S$.

Wyjście elementu NIE 33 jest połączone z pierwszym wejściem układu logicznego 34, do którego drugiego wejścia są doprowadzane impulsy z wyjść a, b, c stopni RT8, RT9, RT10 dzielnika łańcuchowego RT wartości odniesienia. W wyniku na wyjściu układu logicznego 34 wytwarzany jest ciąg impulsów oznaczony na fig. 3 symbolem W, zawierający informacje o znaku różnicy odchyłki fazowej.

Wyjście układu logicznego 34 jest dołączone do pierwszego wejścia drugiego układu logicznego 35, do którego drugiego wejścia są doprowadzane impulsy z wyjścia C elementu NIE 33, a do trzeciego wejścia – ciągi impulsów z wyjść a, b, c stopni rejestrów RT8, RT9, RT10 dzielnika łańcuchowego RT wartości odniesienia. Na wyjściu układu logicznego 35 utworzony zostaje impuls doprowadzany do wejścia dzielnika łańcuchowego GT wówczas, gdy przesunięcie fazowe w dzielniku łańcuchowym FT osiąga wyznaczony zakres (patrz przebieg V) na fig. 3. Wówczas przesunięcie fazowe w dzielniku łańcuchowym FT zostaje skorygowane.

Działanie układu można dokładniej wyjaśnić na podstawie fig. 3. Przebieg oznaczony symbolem K przedstawia ciąg impulsów wytworzony na wyjściu stopnia rejestru RT8 dzielnika łańcuchowego RT. Impulsy wyjściowe stopnia rejestru RT8 uruchamiają następne stopnie RT9 i RT10, przy tym na wyjściu stopnia rejestru RT9 pojawia się przebieg przedstawiony na fig. 3 oznaczony symbolem L, a na wyjściu stopnia rejestru RT10 przebieg oznaczony symbolem M. Przy wysterowaniu stopnia rejestru RT10 pojawia się na jego wyjściu ciąg impulsów oznaczony symbolem N (linia kreskowa). Omawiany układ ma taką budowę, że ostatni stopień RT11 rejestru sterowany jest w ten sposób, że przesunięcie fazowe ciągu impulsów zmienia się o 90° , jak to przedstawia przebieg oznaczony symbolem N. Ponieważ dzielnik FT zbudowany jest analogicznie na wyjściu stopnia RT11 rejestru pojawia się ciąg impulsów przedstawiony przebiegiem oznaczonym symbolem O odpowiadający ciągowi N impulsów narysowanemu linią kreskową, jeżeli nie ma jakiegokolwiek przesunięcia fazowego spowodowanego impulsami dodatkowymi. Przy nakładaniu dodatkowych impulsów pojawia się ciąg impulsów przedstawiony przebiegiem oznaczonym symbolem P przesunięty na lewo, a przy wygaszaniu tych impulsów – ciąg impulsów, przedstawiony przebiegiem oznaczonym symbolem Q, przesunięty na prawo. Nakładanie i wygaszanie impulsów odbywa się w mieszaczu 38, do którego doprowadzone są oba ciągi impulsów, których różnica jest formowana.

Mieszacz zbudowany jest w ten sposób, że przychodzące dodatnie impulsy mieszane są z impulsami generatora synchronizującego 31, podczas gdy ujemne impulsy przychodzące wraz z impulsami od generatora synchronizującego 31 zostają wygaszone przez bramkę 381. W podobny sposób podawany jest na mieszacz 36 impuls doprowadzany z łańcuchowego dzielnika FT dla zakresu dokładnego do

łańcuchowego dzielnika GT wykorzystywany do korekcji fazy w dzielniku łańcuchowym FT.

Przebieg oznaczony na fig. 3 symbolem R przedstawia ciąg impulsów wyjściowych pojawiający się na wyjściu elementu NIE 33 wówczas, gdy stosunek czasu trwania impulsu do odstępu między impulsami jest miarą przesunięcia fazowego ciągów impulsów w dzielnikach łańcuchowych FT i RT. Element NIE 33 pracuje tak, iż na jego wyjściu C nie ma sygnału wyjściowego wówczas, gdy na jego wejścia podawane są oba sygnały lub gdy na obu wejściach brak jest sygnałów.

Matematycznie można to przedstawić w sposób następujący:

$$\bar{C} = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

Z porównania ciągów impulsów oznaczonych symbolem N i symbolem O wynika, że gdy nie ma żadnego przesunięcia fazowego, pojawia się ciąg impulsów oznaczonych symbolem R, w którym stosunek czasu trwania impulsu do przerwy wynosi 1:1. Jest to o tyle korzystne, że nie jest wymagane przechodzenie przez zero przy przełączaniu stanu znamionowego.

Przy ujemnym przesunięciu fazowym, to znaczy przy nadawaniu dodatkowych impulsów, pojawia się w wyniku porównania ciągów impulsów oznaczonych symbolami N i P, ciąg impulsów oznaczony symbolem S, w którym stosunek czasu trwania impulsu do przerwy jest mniejszy niż 1:1, co oznacza, że przerwa jest proporcjonalna do sumy wielkości przesunięć fazowych $\triangleright \psi$. Odpowiednio przy dodatnim przesunięciu fazowym w wyniku porównania ciągów impulsów oznaczonych symbolami N i Q pojawia się ciąg impulsów oznaczony symbolem T, w którym stosunek impulsu do przerwy jest większy w porównaniu dla ciągu oznaczonego symbolem R. W obrębie dzielnika dla zakresu dokładnego istnieje teoretyczna możliwość takiego przesunięcia fazowego, że albo przerwa między impulsami zostanie sprowadzona do zera, albo czas trwania impulsu stanie się równy zeru, to znaczy przesunięcie fazowe stanie się równym całemu zakresowi $\triangleright \psi$.

Jednakże dla uniknięcia ciągłego przesłania impulsów tam i z powrotem między dzielnikami, gdy ich zawartość staje się odpowiednio do pojemności granicznej, wytwarzany jest impuls sterujący przenoszeniem informacji wówczas, gdy przesunięcie fazowe osiąga wartość $+\psi_{maks}$ – $-\psi_{maks}$.

Przedstawioną na wykresie oznaczonym symbolem V wartość przesunięcia fazowego można przykładowo wyznaczyć z ciągów impulsów oznaczonych symbolami K, L, M i jak z tego przykładu wynika istniejący sygnał z ciągu impulsów na wyjściu RT 8, istniejący sygnał na wyjściu stopnia RT 9 i nieistniejący sygnał na wyjściu stopnia rejestru RT 10 przypadają w tym samym czasie.

Osiągnięty w ten sposób zakres przesunięcia fazowego impulsów oznaczonych symbolem V, przekazany zostaje impulsami przenoszenia do dzielnika łańcuchowego GT za pomocą sygnału koincydencyjnego. Równocześnie dzielnik łańcuchowy FT o ustalonej pojemności przesuwą odpowiednią ilość impulsów przenoszenia w przeciwnym kierunku na przykład przy pojemności 256 bitów do przykładowej 192 bity o 64 bity mniej. Przebiega to w sposób nieskomplikowany, gdyż w stopniu mieszacza 37 tłumione są zbocza impulsów wyjściowych. Podobnie postępowanie będzie przy osiągnięciu dopuszczalnego ujemnego przesunięcia fazowego. Zostają tutaj podane ujemne impulsy na

dzielnik łańcuchowy G_t , a odpowiednio odwrotne impulsy na ogniwo mieszacza 37.

Ciągi impulsów na wyjściach elementów NIE 32 i 33 odpowiadające odchyleniom dokładnym i zgrubnym, są ciągami impulsów o zmodulowanej szerokości. Oba te ciągi impulsów o zmodulowanej szerokości muszą następnie być przetworzone na sygnał analogowy. Ponadto oba te ciągi zostają wyrównane, a ich wielkości stosunkowo sumowane, jak to dokładniej przedstawiono na fig. 4.

Do wzmacniacza różnicowego 44 przez złożony rezystor 48 zostaje przyłożone napięcie odniesienia U_a pochodzące ze źródła napięcia odniesienia 43. Stałe napięcie odniesienia doprowadzane jest przez przełącznik 411 i człon wygładzający 47, zrealizowany w układzie czwórnika typu T, do drugiego wejścia wzmacniacza różnicowego 44. Wzmacniacz różnicowy 44 ma załączony w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego bardziej rozbudowany człon wygładzający 49.

Przełącznik 411 jest zamykany za każdym razem na czas trwania impulsu przez układ załączający 41. W czasie przerwy impulsu to wejście wzmacniacza różnicowego 44 jest dołączane na masę przez przełącznik 412.

Z względu na konieczność zapewnienia prostoty i przejrzystości niniejszego urządzenia układ załączający przedstawiony jest jako mechaniczny. W rzeczywistości może być w tym celu stosowany przełącznik elektroniczny odznaczający się dużą szybkością działania. Obwody przyłączone do wejścia wzmacniacza różnicowego 44 są tak dobrane, że przy stosunku czasu trwania impulsu do przerwy równym 1:1 napięcie wyjściowe wzmacniacza 44 jest równe zero. Zwiększona szerokość impulsów powoduje wytworzenie na wyjściu odpowiednio sygnału dodatniego, a zmniejszona – sygnału ujemnego.

Ciąg impulsów z dzielnika zakresu zgrubnego doprowadzany jest podobnie jak ciąg impulsów z dzielnika zakresu dokładnego. Dzięki przełącznikom 421 i 422, i układu przełączającego 42 jedno wejście drugiego wzmacniacza różnicowego 45 dołączane jest na przemian do masy i do źródła napięcia odniesienia, podczas gdy drugie wejście tego wzmacniacza 45 przyłączone jest na stałe do źródła napięcia odniesienia 43. Wzmacniacz różnicowy 45 ma obwód sprzężenia zwrotnego załączony między wejściem a wyjściem wzmacniacza różnicowego 45, zawierający filtr wygładzający 49. Do jednego wejścia wzmacniacza różnicowego 45 dołączony jest filtr wygładzający 47 zrealizowany w układzie czwórnika typu T, a do drugiego wyjścia – rezystor złożony 48.

Analogowy sygnał napięciowy ze wzmacniacza 44 odpowiadający odchyleniu dokładnemu i analogowy sygnał napięciowy ze wzmacniacza 45 odpowiadający odchyleniu zgrubnemu są doprowadzane poprzez rezystory 53 i 54 o jednakowej rezystancji do wejścia wzmacniacza 51 z regulowanym sprzężeniem zwrotnym realizowanym za pomocą rezystora 52. Stosunek napięć na wyjściach wzmacniaczy 44 i 45 jest proporcjonalny do stosunku szerokości impulsów doprowadzających odpowiednio z dzielników GT i FT . Otrzymana w ten sposób wielkość wymuszenia n , doprowadzona zostaje do regulatora prędkości obrotowej 6.

Szczególnie korzystne jest zastosowanie jednego stałego źródła napięcia odniesienia 43 nie tylko dla urządzenia realizującego regulację przemieszczeń wzdłuż jednej osi, jak to pokazano, lecz także dla urządzeń realizujących regulację przemieszczeń wzdłuż osi Z i Y , jak to ma miejsce w przypadku obrabiarek ze sterowaniem złożonych ru-

chów. Dzięki temu istnieje możliwość centralnego sterowania prędkościami przesuwu wzdłuż wszystkich osi równocześnie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do wytwarzania wielkości proporcjonalnej do różnicy dwóch ciągów impulsów, wykorzystywanej zwłaszcza do sterowania obrabiarkami, w którym to urządzeniu do członu porównującego doprowadzane są dwa ciągi impulsów o wzajemnie przeciwnych fazach, służące do modulacji szerokości impulsów dalszego ciągu impulsów, **znamiennie tym**, że do wytworzenia różnicy liczby impulsów ciągów impulsów zastosowany jest generator (31) impulsów synchronizujących, do którego dołączony jest łańcuchowy dzielnik (RT) wartości odniesienia i łańcuchowy dzielnik (FT) wartości rzeczywistych, przy tym do łańcuchowego dzielnika (FT) wartości rzeczywistych, służącego jako człon porównujący, doprowadzone są oba ciągi impulsów o fazach wzajemnie przeciwnych, a chwilowe różnice faz impulsów w ciągach impulsów występujących na wyjściu dzielnika łańcuchowego (RT) wartości odniesienia i na wyjściu dzielnika łańcuchowego (FT) wartości rzeczywistych są wykorzystane do modulacji szerokości impulsów ciągów impulsów.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że łańcuchowy dzielnik wartości rzeczywistych dołączony do generatora (31) impulsów synchronizujących składa się z łańcuchowego dzielnika zgrubnego (GT) i łańcuchowego dzielnika dokładnego (FT) i w tym łańcuchowym dzielniku zgrubnym (GT) jest odbierany dodatkowy, oznaczony impuls przenoszenia z odpowiednio korygowanego łańcuchowego dzielnika dokładnego (FT) przy stałym położeniu różnicy faz między ciągami impulsów łańcuchowego dzielnika dokładnego i łańcuchowego dzielnika odniesienia, przy czym różnica faz ciągów impulsów łańcuchowego dzielnika zgrubnego i łańcuchowego dzielnika wartości odniesienia służy do modulacji szerokości impulsów ciągów impulsów, a odpowiednio wysoka jej wartościowość wraz z wartościowością ciągu impulsów o zmodulowanej szerokości, pochodzących z łańcuchowego dzielnika dokładnego zsumowana jest w sygnale całkowitej różnicy.

3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że impulsy przenoszenia tworzone są już przy różnicy faz niższej od dozwolonego przesunięcia fazowego w łańcuchowym dzielniku dokładnym (FT), a położenie fazowe ciągów impulsów w łańcuchowym dzielniku dokładnym w pobliżu dopuszczalnej różnicy faz jest przesunięte przeciwnie o odpowiednią wartość.

4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że wszystkie łańcuchowe dzielniki (RT , FT , GT) zbudowane są z jednakowej liczby stopni rejestrów.

5. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym**, że znaki różnic fazowych i wytworzenie impulsów przenoszenia z różnic fazowych są odprowadzane w połączeniu z ciągiem impulsów wyjściowych ostatnich stopni rejestrów łańcuchowego dzielnika odniesienia (RT).

6. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że porównywane są położenia fazowe ciągów impulsów na wyjściach łańcuchowego dzielnika dokładnego względnie zgrubnego (FT , GT) i ciągu impulsów wyjściowych łańcuchowego dzielnika odniesienia (RT) i układu logicznego (34), a przy braku przesunięcia fazowego odbierany jest trzeci ciąg impulsów o stosunku czasu trwania impulsu do

przerwy równym 1:1, przy czym dodatnie względnie ujemne przesunięcie fazowe prowadzi do proporcjonalnego zwiększenia lub zmniejszenia impulsów, a wygładzony trzeci ciąg impulsów przetworzony jest w układzie wzmacniacza (44), przy czym odbierane napięcie jest równe zero przy stosunku czasu trwania impulsu do przerwy równym 1:1.

7. Urządzenie według zastrz. 6, **znamiennie tym**, że ostatni stopień rejestru łańcuchowego dzielnika odniesienia (RT) sterowane jest tak, że jego ciąg impulsów wyjściowych przesunięty o 90° , porównywany jest odpowiednio z ciągiem impulsów wyjściowych dzielników łańcuchowych (FT, GT) wartości rzeczywistych w elementach NIE (32), (33) przy formowaniu trzeciego ciągu.

8. Urządzenie według zastrz. 6, **znamiennie tym**, że na-

pięcie odniesienia doprowadzone jest do jednego wejścia wzmacniacza różnicowego (44) natomiast do drugiego wejścia tego wzmacniacza przykładane jest napięcie odniesienia w takt trzeciego ciągu impulsów, przy czym wzmacniacz różnicowy ma przyłączone na wejściach filtry wygładzające (47, 49) i obwody sprzężenia zwrotnego.

9. Urządzenie według zastrz. 8, **znamiennie tym**, że sygnały wyjściowe łańcuchowego dzielnika zgrubnego (GT) względnie łańcuchowego dzielnika dokładnego (FT) doprowadzono do wzmacniacza różnicowego (44, 45) są odbierane proporcjonalnie do ich wartości.

10. Urządzenie według zastrz. 8, **znamiennie tym**, że zastosowano jedno wspólne napięcie odniesienia dla układów sterowania ruchem w kierunku wszystkich osi.

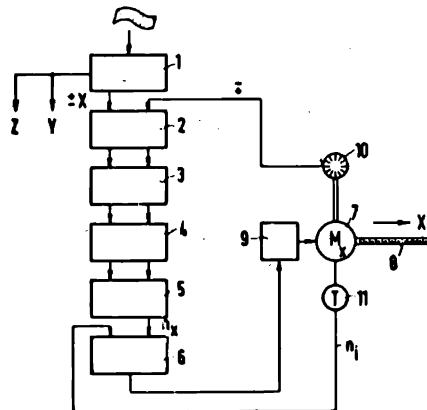


Fig.1

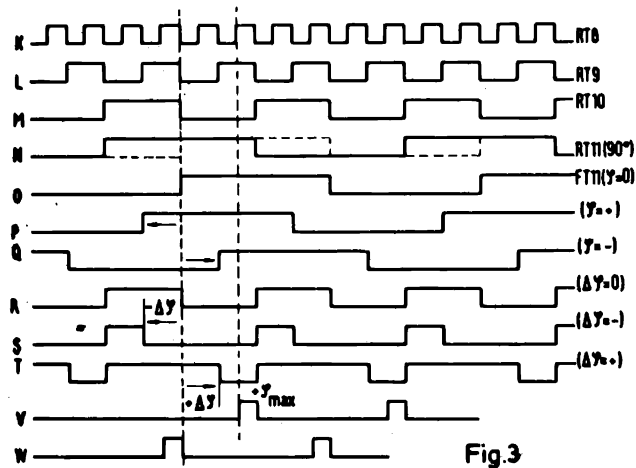


Fig.3

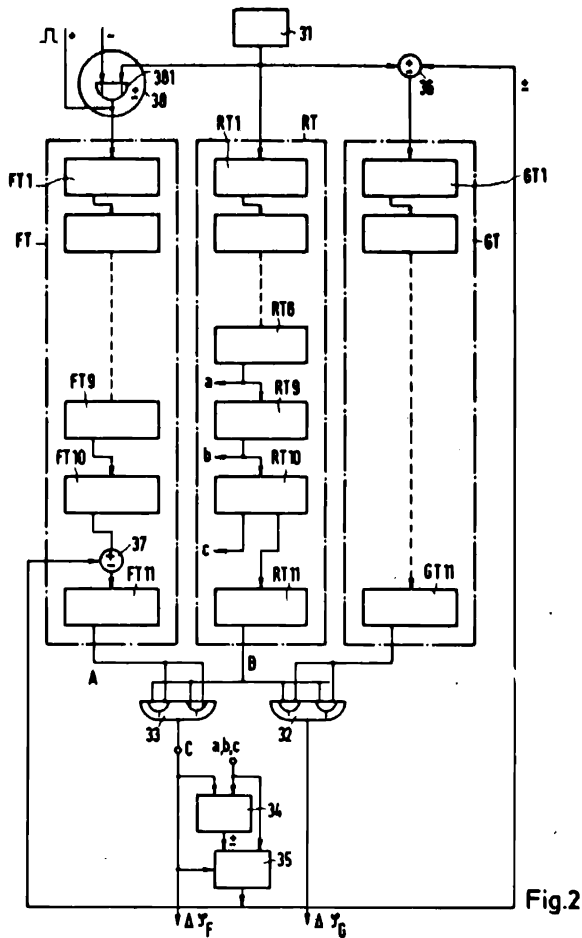


Fig. 2

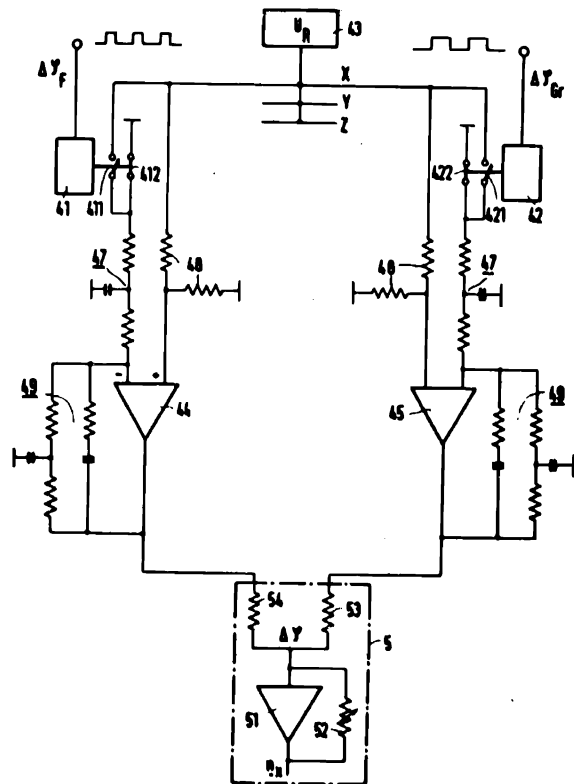


Fig. 4