

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

Egz. SŁUŻBOWY

OPIS PATENTOWY

65 698

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 11.VIII.1970 (P 142 621)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.IX.1972

Kl. 42m⁶,15/20

MKP G06k 15/20

CZYTELNOŚĆ

Urzędu Patentowego
Udziału Rzeczy

Współtwórcy wynalazku: Wiesław Martynow, Wojciech Mokrzycki, Jerzy Sławiński

Właściciel patentu: Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego, Warszawa (Polska)

Sposób maksymalizacji szybkości rysowania szczególnie na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej systemu maszyn matematycznych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób maksymalizacji szybkości rysowania dowolnych figur, wykresów oraz znaków alfanumerycznych na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej lub na stole mechanicznego pisaka pracującym w systemach matematycznych maszyn cyfrowych zwanych często displayami.

Zastosowanie dużych elektronicznych, cyfrowych maszyn matematycznych w systemach podejmowania decyzji wymaga środków technicznych pozwalających na przekazywanie informacji obsłudze maszyn szybko i w postaci łatwo przyswajalnej. Jedna grupa sposobów przekazywania informacji przewiduje wyświetlanie przeznaczonych dla operatora informacji graficznych na odpowiednim ekranie lub rysowanie ich na stole mechanicznego pisaka.

W przypadku wyświetlania kieruje nim osobna w zespole maszyny cyfrowej jednostka zwana generatorem znaku. Pewien typ generatora znaku otrzymuje od maszyny cyfrowej informacje w postaci kodującej słów, czyli ciągów zerojedynkowych i na podstawie tych kodujących słów wybiera inne informacje przeznaczone do wyrysowania na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej. Według tego typu rozwiązywania znaki przewidziane do wyświetlania na ekranie są pamiętane w postaci informacji o zestawach elementarnych wektorów przemieszczeń z których każdy może być scharakteryzowany przez punkt początkowy oraz skierowane dwie składowe.

2

Generator znaku pobudza strumień elektronów działający na lampę luminescencyjną do rysowania serii wektorów, które razem tworzą wymagany znak. Pożądane jest aby generator znaku był w stanie dostarczać informacje obsłudze systemu podejmowania decyzji tak szybko jak tylko to możliwe. Ilość poszczególnych znaków, która może być wyświetlana na ekranie informacyjnym w jednostce czasu jest ograniczona przez następujące czynniki: rozdzielczość ekranu, szybkość pracy generatora znaku, czas poświaty luminoforu pokrywającego ekran informacyjny oraz wreszcie przez zdolność obsługi systemu podejmowania decyzji do wyróżniania określonego znaku graficznego wyłowionego spośród mnogości innych znaków, a także przez zdolność obsługi do koncentracji na nim. Jednak rozdzielczość ekranu i czas poświaty luminoforu należą do zagadnień technologii samych lamp luminescencyjnych.

W znanych układach rysowania jedna para płytek lub cewek sterujących wychyleniem rysującego strumienia elektronów lub obie pary są pod napięciem pobieranym najczęściej z wyjścia całkowitego wzmacniacza operacyjnego. Napięcie na wyjściu tego wzmacniacza można określić następującym wzorem:

$$U_2 = U_1 + \int_{t_1}^{t_2} \frac{i(t) dt}{C(t)}$$

3

We wzorze tym i (t) jest zmiennym w czasie natężeniem prądu ładującego kondensator całkujący o zmiennej w czasie pojemności c (t), a symbol U_1 i U_2 określają odpowiednio napięcie na tym kondensatorze w chwilach t_1 i t_2 . Zmiana położenia strumienia rysującego w okresie od t_1 do t_2 jest proporcjonalna do zmiany napięcia na płytkach sterujących z U_1 na U_2 , lub do odpowiednio transformowanej zmiany prądu w przypadku sterowania cewkami magnetycznymi. Z reguły ze względów technicznych stosuje się najprostsze rozwiązanie polegające na użyciu w układzie generatora stałoprądowego oraz jednego kondensatora lub sekcji przełączalnych kondensatorów o stałej pojemności. Jeśli dodatkowo celem uproszczenia rozważań założyć, że w czasie $t_1 = 0$ istnieje napięcie $U_1 = 0$, wówczas otrzymuje się wzór następujący:

$$U = \frac{it}{c}$$

Ze wzoru tego wynika, że napięcie lub prąd sterujący wychyleniem strumienia rysującego są proporcjonalne do czasu ładowania kondensatora o stałej pojemności prądem o stałym natężeniu. Konsekwencją podanego wzoru są trzy możliwości zmiany odchylenia strumienia rysującego drogą zmian jednego z trzech argumentów funkcji podanej wzorem. Najmniej wygodne technicznie rozwiązanie polega na przełączeniu pojemności całkujących. Rozwiązanie to daje zgrubną regulację składową oraz wymaga zastosowania dużej ilości sterowanych zewnętrznie kluczy elektronicznych umieszczonych w zewnętrznej pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniaczy operacyjnych.

Wprowadzenie tych kluczy odbija się na pracy wzmacniaczy m.in. zwiększeniem pełzania punktu zerowego czyli pojawieniem się tzw. dryfu. Druga koncepcja polegająca na zmianach odmierzanego czasu całkowania, bardzo pociągająca technicznie w przypadku wystawiania jednego tylko całkującego wzmacniacza operacyjnego, musi być oczywiście odrzucona gdy mają ze sobą współpracować co najmniej dwa wzmacniacze przy rysowaniu wektorów o dowolnej długości oraz dowolnym nachyleniu. Należy wyjaśnić, że konieczność stosowania trzeciego i dalszych wzmacniaczy operacyjnych do rysowania wektorów płaskich zarówno w układzie współrzędnych prostokątnych jak i biegunowych zachodzić będzie wtedy, gdy pojawi się np. potrzeba rysowania wektorów o liniowo zmiennej jasności czy też grubości.

Ostatnia możliwość zmiany odchylenia strumienia rysującego polega na zmienianiu tylko prądu całkowanego przez wzmacniacz operacyjny. Zakłada to stosowanie w pętli zewnętrznego sprzężenia zwrotnego wzmacniacza operacyjnego kondensatora o stałej i nie zmienianej pojemności oraz zakłada stosowanie zewnętrznego zegara odmierzającego jednakowy dla wszystkich współpracujących ze sobą wzmacniaczy operacyjnych, oraz stały w ciągu pracy urządzenia, taki sam czas całkowania. Osiąga się to dzięki otwieraniu i zamykaniu we właściwych momentach kluczy elektronicznych umieszczonych na wejściach wszystkich wzmacniaczy ope-

4

racyjnych. Duża niedogodność takiego rozwiązania wynika jednak z dwóch następujących okoliczności.

Czas otwarcia kluczy elektronicznych w przypadku zastosowania określonego luminoforu oraz dowolnego rozwiązania technicznego nie może być zbyt mały, gdyż w razie potrzeby rysowania bardzo długich wektorów prowadziłyby to do osiągnięcia bardzo znacznych szybkości rysowania i wynikającej z tego możliwości przekroczenia krytycznego dla rozpatrywanej lampy czasu poświaty. Długie wektory stawiałyby się bardzo słabo widoczne ponieważ określone powierzchnie luminoforu nie otrzymywałyby wymaganej energii minimalnej czerpanej z uderzeń elektronów o ekran.

Z drugiej strony w przypadku ostatniego rozwiązania sumaryczny czas rysowania takich figur jak okrąg przy zastosowaniu aproksymacji odcinkami prostymi mocno wzrasta w miarę wzrostu dokładności tej aproksymacji, tzn. w miarę malenia długości odcinków aproksymujących. Dzieje się to tak ponieważ czas rysowania całej figury jest sumą jednakowych czasów elementarnych rysowania wszystkich odcinków aproksymujących, a te ostatnie czasy nie zależą od długości rysowanych elementarnych odcinków aproksymujących.

Celem wynalazku jest uniknięcie powyższych niedogodności i podania sposobu rysowania na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej lub na stole mechanicznego pisaka skomplikowanych figur w czasie możliwie krótkim.

Wynalazek niniejszy dotyczy zagadnienia zwiększenia szybkości pracy tej części generatora znaku, która nie jest pamięcią wektorów elementarnych, ani nie służy do tłumaczenia jednych informacji dwójkowych na drugie. Częścią tą jest układ rysowania na ekranie lampy luminescencyjnej strumieniem elektronów. Cel ten został osiągnięty w sposobie maksymalizacji szybkości rysowania szczególnie na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej systemu maszyn matematycznych według którego sygnały analogowe przykładane na końcówki sterujące przesunięciem rysującego strumienia elektronów lub głowicy rysującej w przypadku mechanicznego pisaka pobierane są z wyjść znanych wzmacniaczy operacyjnych całkujących, których wejścia sterowane są sygnałami analogowymi z wyjść znanych konwerterów cyfrowo-analogowych za pośrednictwem znanych kluczy elektronicznych, zaś wejścia wspomnianych konwerterów sterowane są sygnałami dyskretnymi pochodzącymi ze znanych rejestrów cyfrowych, w których pamiętane o dowolnym kodzie liczby określają moduły składowych wektora kolejnego przesunięcia rysującego strumienia elektronów lub głowicy rysującej.

Drogę odpowiedniego przesuwania tych liczb w rejestrach, bądź normalnego ich dodawania w sumatorze cyfrowej maszyny matematycznej wszystkie te liczby podlegają równoczesnemu i wielokrotnemu mnożeniu przez liczbę będącą podstawą przyjętego systemu arytmetycznego tak długo, aż następne kolejne mnożenie spowodowałoby pojawienie się nadmiaru przynajmniej w jednym z rejestrów, przy czym zapamiętywana jest ilość tych mnożeń, co następnie umożliwia sterowanie

układów wspomnianych kluczy elektronowych na wejściach wzmacniaczy operacyjnych.

W wyniku tego sterowania podstawowy czas otwarcia kluczy będący czasem całkowania wzmacniaczy operacyjnych zostaje zmniejszony w tym samym stosunku w jakim zostały powiększone liczby pamiętane w rejestrach, u wejść konwerterów w następstwie wspomnianego mnożenia, co powoduje, że małe wektory przesunięcia są rysowane na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej lub na stole mechanicznego pisaka w czasie odpowiednio krótszym niż duże.

W odmianie wynalazku wszystkie liczby określające w dowolnym kodzie moduły składowych rysowanych wektorów przed konwersją cyfrowo-analogową oraz całkowaniem we wzmacniaczach operacyjnych są mnożone przez iloraz wynikający z dzielenia modułu największej z liczb nie powodujących pojawienia się nadmiaru w rejestrach przez największą z liczb pamiętanych w tych rejestrach. Iloraz ten jest zapamiętywany, co następnie umożliwia sterowanie układów wspomnianych kluczy tak, że podstawowy czas ich otwarcia zostaje zmniejszony w tym samym stosunku w jakim zostały powiększone w następstwie wspomnianego mnożenia wszystkie liczby pamiętane w rejestrach składowych rysowanego wektora przesunięcia.

W każdym wariantcie wynalazku, wzmacniacze operacyjne w określonych momentach czasu, w wyniku działania sterowanych zewnętrznie kluczy elektronowych w znany sposób zmieniają tryb pracy z całkującego na proporcjonalny i odwrotnie z tym, że po powrocie do trybu całkowania wzmacniacze w znany sposób pamiętają wartość sygnału wprowadzonego w trybie proporcjonalnym i wykorzystują ją jako warunek początkowy do następnego całkowania. Wspomniana zmiana trybów pracy umożliwia zaznaczanie na informacyjnym ekranie lub na stole pisaka punktu o dowolnych współrzędnych wynikających z liczb pamiętanych w rejestrach lub wynikających z sygnałów analogowych, podawanych przez zewnętrzne generatory, a także umożliwia dokonywanie korekty sumarycznych błędów całkowania.

Według sposobu stosuje się dwa lub więcej wzmacniaczy operacyjnych i związanych z nimi zespołów kluczy elektronicznych, konwerterów cyfrowo-analogowych oraz rejestrów cyfrowych do rysowania wektorów płaskich w układzie współrzędnych prostokątnych, skośnokątnych lub biegunowych, przy czym dwa wzmacniacze operacyjne i zespoły z nimi współpracujące używane są do wyznaczania dwu składowych płaskiego wektora przemieszczenia, a dalsze wzmacniacze operacyjne i związane z nim zespoły są stosowane do liniowej zmiany jasności, grubości bądź koloru względnie punktacji rysowanego wektora. W układzie przestrzennym trzeci wzmacniacz i związany z nim zespół może być stosowany do wyznaczania trzeciej składowej wektora przemieszczenia na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej lub na stole mechanicznego pisaka, a dalsze wzmacniacze operacyjne są stosowane do zmiany jasności lub innych podanych wyżej parametrów tegoż wektora przemieszczenia.

Zastosowanie powyższego sposobu powoduje, że małe wektory przesunięcia są rysowane w czasie odpowiednio krótszym niż duże. Jeśli porównać sumaryczne czasy rysowania tej samej dosyć skomplikowanej figury na tym samym ekranie lub stole tego samego pisaka przy zastosowaniu sposobu według wynalazku oraz przy zastosowaniu innego sposobu, w którym czas rysowania każdego elementarnego wektora niezależnie od jego długości jest stały, a wielkość przesunięcia jest proporcjonalna tylko do wielkości całkowanego prądu, to okaże się dla typowych technicznie układów rysowania, że zwiększenie szybkości pracy generatora znaku w przypadku zastosowania sposobu wg wynalazku może być nawet kilkudziesięciokrotne i silnie zależy od rozkładów statystycznych długości elementarnych wektorów przemieszczeń określających pewną figurę, oraz zależy od ilości pozycji dwójkowych w rejestrach.

Wynalazek może być z łatwością zastosowany w układach sterowania ruchem głowicy rysującej znanych mechanicznych pisaków. Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na rysunku, na przykładzie układu pracującego według zastrzeżanego sposobu. Na rysunku tym przedstawiono część generatora znaku, który steruje odchyłaniem strumienia elektronów rysującego na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej, a także zmienia jasność lub grubość rysowanych wektorów przesunięcia. Dla ułatwienia objaśnień założono zastosowanie prostokątnego układu współrzędnych x-y. Jak już podano współrzędną z jest zmienna jasność lub grubość wektora, ale zakładając jej liniową zmienność można ją uważać za trzecią składową uogólnionego wektora. Przyrosty składowych wektorów oznaczone odpowiednio przez $(x_a - x_b)^x$, $(y_a - y_b)^x$, $(z_a - z_b)^x$ podane w postaci liczb dwójkowych pobierane są z pewnej pamięci, której cechy nie leżą w zakresie objętym przez wynalazek, a następnie są odpowiednio przekazywane do rejestrów R_x , R_y , R_z .

Rejestry te o konstrukcji w zasadzie dowolnej pozwalają na przesuwanie zapamiętanych liczb w kierunku ku bardziej znaczącym pozycjom, sygnalizują w zależności od wartości bitu znaku pojawienie się jedynki lub zera na najbardziej znaczącej pozycji w następstwie wspomnianego przesuwania, oraz oddzielnie zapamiętują bit znaku składowej wektora, nie pozwalając na jego przesuwanie, co razem w konsekwencji pozwala podawać napięcie o właściwym znaku na końcówki sterujące rysowaniem, a zatem odpowiednio skierować wektor przesunięcia. Do przesuwania swej zawartości wszystkie rejestry są synchronicznie pobudzane przez generator impulsów G.

Impulsy wysyłane przez generator C są zliczane w rejestrze przesunięcia RP. W chwili gdy w którymkolwiek z rejestrów, w wyniku równoległego przesuwania ich zawartości na pozycji najbardziej znaczącej pojawi się jedynka, dla liczb dodatnich lub zero dla liczb ujemnych, sygnał startu przechodzi przez bramkę sumy logicznej B i wspólnie z rejestrem przesunięcia R_p wysterowuje zegar T kluczy elektronowych Q_x , Q_y , Q_z w taki sposób, że czas wprowadzania sygnałów przez klucze Q_x ,

Q_y , Q_z na wejście wzmacniaczy operacyjnych I_x , I_y i I_z będzie odwrotnie proporcjonalny do wartości licznika przesunięcia R_p , czyli że pewien stały i maksymalny czas otwarcia T_{max} kluczy Q_x , Q_y i Q_z zostanie podzielony przez liczbę 2 podniesioną do potęgi naturalnej równej wielkości przesunięcia. Dlatego rzeczywisty czas równoczesnego otwarcia wejść wzmacniaczy operacyjnych oraz całkowania przyłożonych na te wejścia sygnałów będzie wynosił $T_{max}/2(m-k)$, gdzie m jest długością rejestrów R_x , R_y i R_z w bitach i najkorzystniej $m=10$, zaś k jest numerem pozycji na której mieściła się przed rozpoczęciem przesuwania najbardziej znacząca jedynka lub zero największej co do modułu składowej wektora.

Dzielenie czasu T_{max} przez liczbę 2^{m-k} może odbywać się w ten sposób, że w blokowo podanym na rysunku układzie zegara T kluczy mieści się rejestr cyfrowy przesuwany w kierunku ku najmniej znaczącym pozycjom dwójkowym i zawierający zawsze na początku cyklu rysowania wektora liczbę wyrażającą w postaci dwójkowej maksymalny czas całkowania T_{max} . Sygnały pobudzające do przesuwania ku mniej znaczącym pozycjom zawartość rejestru w zegarze T czyli powodujące dzielenie zawartości tego rejestru kolejno przez liczbę 2 powinny równocześnie powodować odejmowanie jedynek od zawartości rejestru przesunięcia R_p aż do jego wyzerowania. W tym momencie w rejestrze zegara T pozostanie dwójkowy odpowiednik wielkości

$$\frac{T_{max}}{2^{m-k}}$$

Otwierając klucze Q_x , Q_y i Q_z na czas odejmowania jedynek od zawartości tego rejestru aż do jego wyzerowania można dokładnie określić właściwy czas otwarcia tych kluczy czyli czas całkowania wszystkich wzmacniaczy operacyjnych. Należy zauważyć, że w wyniku synchronicznego przesuwania liczb pamiętanych w rejestrze R_x , R_y i R_z wzajemny stosunek tych liczb po przesunięciu nie ulega żadnej zmianie. Dlatego rysowany wektor zachowuje właściwe pochylenie. Oddzielne zapamiętanie znaków składowych wektora zapewnia mu właściwe zorientowanie na ekranie, a nie przedstawia żadnych trudności technicznych. Liczby dwójkowe określające składowe $(x_a - x_b) \cdot 2^{m-k}$, $(y_a - y_b) \cdot 2^{m-k}$, $(z_a - z_b) \cdot 2^{m-k}$ pomnożone przesuwaniem zawartości rejestrów R_x , R_y i R_z zostają przekazane na wejścia konwerterów cyfrowo-analogowych K_x , K_y i K_z , z których wyjść na klucze wchodzi już jako prądowe sygnały analogowe o postaci:

$$(i_{xa} - i_{xb}) \cdot 2^{m-k}, \quad (i_{ya} - i_{yb}) \cdot 2^{m-k},$$

$$\text{oraz } (i_{za} - i_{zb}) \cdot 2^{m-k},$$

W momencie otwarcia kluczy Q_x , Q_y i Q_z wzmacniacze operacyjne rozpoczynają całkowanie tych sygnałów. Na ich wyjściach moduły napięć sterujących odpowiednimi wychyleniami strumienia rysującego zaczną liniowo wzrastać choć z różną szybkością. W jednakowym dla całego systemu momencie zakończenia całkowania na wyjściach tych wzmacniaczy operacyjnych pojawiają się napięcia sterujące o następujących wartościach:

$$U_{xk \text{ ster}} = \frac{1}{C_x} \int_0^{\frac{T_{max}}{2^{m-k}}} (i_{xa} - i_{xb}) \cdot 2^{m-k} dt =$$

$$= \frac{(i_{xa} - i_{xb}) \cdot 2^{m-k} \cdot T_{max}}{C_x \cdot 2^{m-k}} = \frac{i_{xk} \cdot T_{max}}{C_x}$$

i dalej analogicznie

$$U_{yk \text{ ster}} = \frac{i_{yk} \cdot T_{max}}{C_y} \text{ oraz } U_{zk \text{ ster}} = \frac{i_{zk} \cdot T_{max}}{C_z}$$

W powyższych wzorach indeks k ma podkreślać okoliczności, że podane wyniki uzyskano dla takiego zestawu cyfrowych wartości wejściowych $(x_a - x_b) \cdot 2^k$, $(y_a - y_b) \cdot 2^k$, $(z_a - z_b) \cdot 2^k$, że w wyniku przesuwania tych liczb w rejestrach, pierwsza jedynka na pozycji najbardziej znaczącej któregoś rejestru pojawia się po $(m-k)$ przesunięciach o jedną pozycję dwójkową przy czym m' oznacza tu długość rejestru jednakową dla wszystkich rejestrów R_x , R_y i R_z .

Aby rozważyć zagadnienie szybkości rysowania według podanego sposobu wystarczy przeprowadzić analizę pracy jednego tylko toru, na przykład toru współrzędnej x . Cały układ według sposobu kwantuje czas kluczkowania T , prąd całkowany i oraz napięcie sterujące U_{ster} , w taki sposób, że wzajemny stosunek wartości ekstremalnych tych parametrów jest następujący:

$$\frac{T_{max}}{T_{min}} = \frac{U_{ster \max}}{U_{ster \min}} = \frac{i_{max}}{i_{min}} = 2^m$$

Po wyprowadzeniu oznaczeń, że

$$T_{min} = T, U_{ster \min} = U, i_{min} = i$$

można podany poprzednio wzór na wynik całkowania przekształcić następująco:

$$U_{xk \text{ ster}} = \frac{i_x \cdot 2^k \cdot 2^{m-k} \cdot T \cdot 2^m}{C_x \cdot 2^{m-k}} = U_x \cdot 2^k$$

Wyrażenie $\frac{T \cdot 2^m}{2^{m-k}}$ określa rzeczywisty czas całkowania.

Obliczając stosunek otrzymanego napięcia $U_{x \text{ ster}}$ do rzeczywistego czasu całkowania prądu, który to napięcie wywołał, otrzymuje się wzór na szybkość rysowania wektora o postaci następującej:

$$V_{xk} = \frac{i_x \cdot 2^m}{C_x}$$

okazuje się, że szybkość ta nie zależy od k czyli od długości wektora. Wzór powyższy jest jednak słuszny tylko dla sytuacji gdy wielkość: $i_{xk} = i_x \cdot 2^k$, to znaczy, że w rejestrze R_x została umieszczona liczba dwójkowa wyrażona jedną jedynką na pozycji k -tej. Jeśli po najbardziej znaczącej jedynce na k -tej pozycji występowały inne jedynki to w skrajnym przypadku szybkość rzeczywista byłaby prawie dwukrotnie większa. Jak poprzednio podano z uwagi na czas poświaty określonego lumineforu szybkość kreślenia nie może przekraczać pewnej granicznej wartości właściwej dla wybranego lumineforu.

Porównując ze sposobem według wynalazku konwencjonalne rozwiązanie zakładające stały czas całkowania i czyniąc to dla dwóch przypadków rysowania, a mianowicie przypadku pierwszego

polegającego na wyrysowaniu m wektorów o długościach przebiegających wszystkie wartości dyskretne $\Delta u, \Delta u \cdot 2, \dots, \Delta u \cdot 2^m$, oraz drugiego przypadku prawdopodobnej długości $\Delta u \cdot 2\left(\frac{m}{2}\right)$, stwierdzić można, że skrócenie łącznego czasu rysowania przez zastosowanie sposobu według wynalazku jest co najmniej dwukrotne i zależy od długości m rejestrów R_x, R_y , i R_z .

Podany na rysunku układ realizujący sposób według wynalazku w celu zapewnienia możliwości dokonywania co pewien czas korekcji sumarycznego błędu pracy całego generatora znaku posiada dodatkowe klucze elektroniczne oznaczone symbolami $q_{xr}, q_{xc}, q_{yr}, q_{yc}, q_{zr}, q_{zc}$, które wysterowane zewnętrznie przez układ POZ mogą równocześnie wyłączać z pętli sprzężenia zwrotnego pojemności całkowite C_x, C_y, C_z i włączać oporności r_x, r_y, r_z przez co zmieniają reżim pracy wzmacniaczy operacyjnych z całkowania na wzmacnianie. To powoduje pojawienie się na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej punktu o określonych wartościach rejestrów współrzędnych w miejsce wektora przesunięcia względnie odpowiednie ustawienie rysującej głowicy mechanicznego pisaka.

Jak wynika z podanego opisu nic nie stoi na przeszkodzie aby w razie otrzymywania przez generator znaków z zewnątrz sygnałów analogowych w miejsce cyfrowych operacji cyfrowe mnożenia i dzielenia przez 2^{m-k} zastąpić znanymi operacjami analogowego mnożenia i dzielenia. W takiej sytuacji sygnały analogowe określające składowe rysowanego wektora są równocześnie dzielone według znanych sposobów analogowych przez określony prąd lub napięcie odniesienia, a największy z otrzymanych równocześnie analogowych ilorazów w następstwie porównania z wszystkimi innymi ilorazami powoduje następnie równoczesne wzmacnianie wstępne wszystkich dostarczonych na wejścia całkowujących wzmacniaczy operacyjnych sygnałów.

Współczynnikami wzmocnienia jest odwrotność największego wspomnianego ilorazu analogowego sygnałów. Otrzymanie największego ilorazu powoduje następnie wysterowanie całego układu kluczy elektronowych tak, że czas otwarcia tych kluczy zostaje zmniejszony w tym samym stosunku, w jakim zostały powiększone wszystkie przykładane do wejść wzmacniaczy operacyjnych sygnały analogowe określające składowe wektora przesunięcia rysowanego na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej lub na stole mechanicznego pisaka. Traktując rzecz od strony matematycznej oznacza to, że mimo skrócenia czasu całkowania wynik całkowania pozostał poprawny ponieważ odpowiednio została zwiększona funkcja podcałkowa. To samo dokonuje właśnie opisany poprzednio układ cyfrowy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób maksymalizacji szybkości rysowania szczególnie na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej systemu maszyn matematycznych **znamienny tym**, że sygnały analogowe przykładane na końcówki sterujące przesunięciem rysującego strumienia elektronów lub głowicy rysującej w przy-

padku mechanicznego pisaka pobierane są z wyjść wzmacniaczy operacyjnych całkowujących, których wejścia sterowane są sygnałami analogowymi z wyjść konwerterów cyfrowo-analogowych za pośrednictwem kluczy elektronowych, zaś wejścia wspomnianych konwerterów sterowane są sygnałami dyskretnymi pochodzącymi z rejestrów cyfrowych, w których pamiętane o dowolnym kodzie liczby określają moduły składowych wektora kolejnego przesunięcia rysującego strumienia elektronów lub głowicy rysującej, przy czym drogą odpowiedniego przesuwania tych liczb w rejestrach, bądź normalnego ich dodawania w sumatorze cyfrowej maszyny matematycznej wszystkie te liczby podlegają równoczesnemu i wielokrotnemu mnożeniu przez liczbę będącą podstawą przyjętego systemu arytmetycznego tak długo, aż następne kolejne mnożenie spowodowałoby pojawienie się nadmiaru przynajmniej w jednym z rejestrów, przy czym zapamiętywana jest ilość tych mnożeń, co następnie umożliwia sterowanie układów wspomnianych kluczy elektronowych na wejściach wzmacniaczy operacyjnych tak, że podstawowy czas otwarcia tych kluczy będący czasem całkowania wzmacniaczy operacyjnych zostaje zmniejszony w tym samym stosunku w jakim zostały powiększone liczby pamiętane w rejestrach, a wejść konwerterów w następstwie wspomnianego mnożenia, co powoduje, że małe wektory przesunięcia są rysowane na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej lub na stole mechanicznego pisaka w czasie odpowiednio krótszym niż duże.

2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że wejścia wzmacniaczy operacyjnych całkowujących sterowane są sygnałami analogowymi przychodzącymi z zewnętrznych generatorów za pośrednictwem kluczy elektronowych, przy czym wspomniane sygnały analogowe uprzednio są równocześnie dzielone analogowo według znanych sposobów przez określony sygnał odniesienia mający największą dopuszczalną wartość z pośród zbioru możliwych wartości przykładanych do wejść wzmacniaczy operacyjnych sygnałów analogowych, a największy z otrzymanych równocześnie analogowych ilorazów powoduje następnie równoczesne wzmacnianie wszystkich dostarczonych na wejścia kluczy elektronowych sygnałów, gdzie współczynnikami wzmacniania jest odwrotność największego ilorazu, przy czym otrzymanie wspomnianego ilorazu powoduje następnie wysterowanie całego układu wspomnianych kluczy elektronowych tak, że czas ich otwarcia będący czasem całkowania zostaje zmniejszony w tym stosunku, w jakim zostały wzmocnione wszystkie przykładane do wejść wzmacniaczy operacyjnych sygnały analogowe określające składowe rysowanego wektora przesunięcia.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że wszystkie liczby określające w dowolnym kodzie moduły składowych rysowanych wektorów przed konwersją cyfrowo-analogową oraz całkowaniem we wzmacniaczach operacyjnych są mnożone przez iloraz wynikający z dzielenia modułu największej z liczb nie powodujących pojawienia się nadmiaru w rejestrach przez największą liczbą pamiętanych w tych rejestrach, przy czym iloraz

ten jest zapamiętywany, co następnie umożliwia sterowanie układów wspomnianych kluczy elektronowych tak, że podstawowy czas ich otwarcia zostaje zmniejszony w tym samym stosunku w jakim zostały powiększone w następstwie wspomnianego mnożenia wszystkie liczby pamiętane w rejestrach składowych rysowanego wektora przesunięcia.

4. Sposób według zastrzeż. 1—3, **znamienny tym**, że wzmacniacze operacyjne w określonych momentach czasu, w wyniku działania sterowanych zewnętrznie kluczy elektronowych w znany sposób zmieniają reżim pracy z całkowającego na proporcjonalny i odwrotnie z tym, że po powrocie do reżimu całkowania wzmacniacze w znany sposób pamiętają wartość sygnału wprowadzonego w reżimie proporcjonalnym i wykorzystują ją jako warunek początkowy do następnego całkowania, a wspomniana zmiana reżimów pracy umożliwia zaznaczanie na informacyjnym ekranie lub na stole pisaka punktu o dowolnych współrzędnych wynikających z liczb pamiętanych w rejestrach lub wynikających z sygnałów analogowych, podawanych przez zewnętrzne generatory, a także umożliwia dokonywanie korekcji sumarycznych błędów całkowania.

5. Sposób według zastrz. 1—4 **znamienny tym**, że stosuje dwa lub więcej wzmacniaczy operacyjnych i związanych z nimi zespołów kluczy elektronowych, konwerterów cyfrowo-analogowych oraz

rejestrów cyfrowych do rysowania wektorów płaskich w układzie współrzędnych prostokątnych, skośnokątnych lub biegunowych, przy czym dwa wzmacniacze operacyjne i zespoły z nimi współpracujące używane są do wyznaczania dwu składowych płaskiego wektora przemieszczenia, a dalsze wzmacniacze operacyjne i związane z nim zespoły są stosowane do liniowej zmiany jasności, grubości bądź koloru względnie punktacji rysowanego wektora, albo też w układzie przestrzennym trzeci wzmacniacz i związany z nim zespół jest stosowany do wyznaczania trzeciej składowej wektora przemieszczenia na informacyjnym ekranie lampy luminescencyjnej lub na stole mechanicznego pisaka, a dalsze wzmacniacze operacyjne są stosowane do liniowej zmiany jasności lub innych podanych wyżej parametrów tegoż wektora przemieszczenia.

6. Sposób według zastrzeż. 1—3 **znamienny tym**, że sygnały przychodzące do rejestrów cyfrowych, wychodzące z tych rejestrów do konwerterów cyfrowo-analogowych, oraz z tych konwerterów poprzez klucze elektronowe do całkowających wzmacniaczy operacyjnych i dalej na końcówki sterujące odchyleniem rysującego strumienia elektronów, lub sterujące ruchem głowicy mechanicznego pisaka odpowiednio podlegają stałemu tłumieniu, wzmacnianiu, jednakowemu opóźnianiu lub trywialnej transformacji logicznej, jak np. negowanie negacji.

