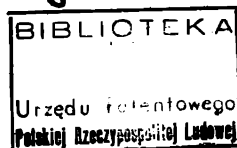




G06g 7/00



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 44161

42m⁴ 7/00

Kl. 42 m, 36

Politechnika Warszawska
(Katedra Automatyki i Telemechaniki *)

Warszawa, Polska

Układ przetwornika do modelowania charakterystyki nieliniowej

Patent trwa od dnia 10 maja 1960 r.

Wynalazek dotyczy układu przetwornika do modelowania charakterystyki nieliniowej, w szczególności charakterystyki przekątnikowej w matematycznych maszynach analogowych.

Matematyczne maszyny analogowe, obok licznych zastosowań do rozwiązywania zagadnień z dziedziny elektrotechniki, elektroniki, aerodynamiki, konstrukcji sprężystych, budowy okrętów itd., są przeznaczone również do projektowania, badania i dyskusji parametrów układów dynamicznych z dziedziny automatyki, a w szczególności układów przekątników o charakterystyce wykazującej strefy nieczułości i pełne histerezy. Maszyna analogowa może odzwierciedlać pracę każdego przekątnika przez zadanie jej odpowiednich parametrów, albo też może być łączona z rzeczywistymi elementami układu elektrycznego i wówczas modeluje części tylko projektowane, jeszcze nie istniejące.

Rozwiązanie zagadnień związanych z pracą przekątnika otrzymuje się w postaci wykreślu jego charakterystyki na papierze lub w postaci obrazu oscylograficznego.

Modelowanie charakterystyki przekątnikowej w znanych matematycznych maszynach analogowych naraża jednak poważne trudności techniczne, wynikające przede wszystkim stąd, że znane układy modelowe charakterystyki przekątnikowej wymagają zajęcia stosunkowo znacznej liczby podstawowych członów maszyny, tak zwanych wzmacniaczy operacyjnych, co wobec ograniczonej ogólnej liczby członów znacznie zwęża zakres możliwości zastosowania maszyny.

Wynalazek ma na celu stworzenie układu, który dzięki zastosowaniu dodatniego sprzężenia zwrotnego w korzystnym układzie liniowych i nieliniowych elementów analogowych pozwala na użycie tylko stosunkowo niewielkiej liczby członów maszyny analogowej i tym samym znacznie rozszerza zakres jej zastosowań.

*) Właściciel patentu oświadczył, że współtwórcami wynalazku są mgr inż. Andrzej Stępień i mgr inż. Zbigniew Szopliński.

w badaniach dynamicznych układów przekąźnikowych.

Na rysunku fig. 1 przedstawia różne charakterystyki przekąźników, fig. 2 — znany układ do modelowania charakterystyk, fig. 3 — znany układ uniwersalny do modelowania charakterystyki przekąźnikowej, fig. 4 — układ według wynalazku do modelowania charakterystyki przekąźnikowej, fig. 5 — charakterystyki wzmacniaczy układu, fig. 6 — przykłady charakterystyk przekąźnikowych osiąganych za pomocą układu według wynalazku.

Fig. 1 przedstawia typowe charakterystyki przekąźników, które można odtwarzać w analogowej maszynie matematycznej za pomocą znanych układów. Charakterystyki są oznaczone literami od A do E w kolejności wzrastającej szerokości pętli histerezy.

Fig. 2 przedstawia znany układ do modelowania charakterystyk przekąźnikowych. Układ ten zawiera dwa wzmacniacze operacyjne 1 i 2 z ogranicznikami diodowymi w obwodzie sprzężenia zwrotnego i jeden wzmacniacz operacyjny sumujący 3. Ograniczniki diodowe podobnie jak przekąźnik zmieniają napięcie wyjściowe przy zmianie znaku napięcia wejściowego. Jeżeli nie ma sygnału wejściowego, to dzięki stałym napięciom $+U_0$ i $-U_0$ przyłożonym do zacisków wejściowych wzmacniaczy operacyjnych 1 i 2, napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego sumującego 3 jest równe zeru. Gdy jednak w miarę wzrastania napięcia wejściowego zmieni się biegunowość napięcia wypadkowego, np. na wejściu wzmacniacza 1, to na wyjściu wzmacniacza sumującego zjawi się nagle napięcie $2E$. Część tego napięcia wzięta z dzielnika napięć zostaje doprowadzona jako dodatnie sprzężenie zwrotne na wejście wzmacniaczy operacyjnych 1 i 2. Dzięki temu gdy sygnał wejściowy maleje, to zmiana znaku napięcia na wyjściu np. wzmacniacza 1 następuje teraz nie dla wartości $e_{we} = U_0$, lecz dla wartości $E_{we} = U_0 - U_{\Delta}$. W podobny sposób działa dolna część układu gdy sygnał wejściowy ma inną biegunowość.

Układ podany na fig. 2 jest w zasadzie uniwersalny, jednak dużą wadą tego układu jest trudne nastawienie napięć polaryzujących: E_1 , E_2 , E_3 , E_4 . Napięcia te muszą być nastawione zgodnie z następującymi zależnościami matematycznymi:

$$\begin{aligned} -E_1 + E_4 &= 0; & E_2 - E_3 &= 0 \\ -E_1 - E_3 &= -2E; & E_2 + E_4 &= 2E \end{aligned}$$

Techniczna realizacja omawianego układu na standardowych maszynach analogowych napotyka na trudności. Często trzeba użyć znacznej liczby wzmacniaczy operacyjnych do budowy układu przedstawionego na fig. 2. Jako przykład można podać, że w angielskim analizatorze „Short“ należy użyć do tego celu aż siedem członów operacyjnych; schemat takiego układu jest przedstawiony na fig. 3. Układ ten jest skomplikowany, ponieważ wzmacniacze 2 i 3 ograniczające moduł napięcia mają dodatni współczynnik wzmocnienia (ograniczniki diodowe są narysowane symbolicznie, w rzeczywistości układ połączeń jest bardziej złożony) dlatego wynika konieczność zastosowania inwentora 5. Nieliniowe wzmacniacze operacyjne maszyny analogowej „Short“ nie mają możliwości wprowadzenia na wejście stałego napięcia polaryzującego, wobec czego jest konieczne zastosowanie wzmacniaczy 6 i 7. Z analizy układu przedstawionego na fig. 3 wynika, że w analizatorze „Short“ do zmodelowania charakterystyki przekąźnikowej ze strefą nieczułości i z pętlą histerezy trzeba zastosować 7 członów operacyjnych. Ponieważ pojemność analizatora wynosi 18 członów, zatem układ według fig. 3 absorbuje 39% ogólnej pojemności maszyny, a więc w dużym stopniu uszczupla możliwości matematyczne analizatora.

Układ według wynalazku przedstawiony na fig. 4 zawiera tylko dwa wzmacniacze operacyjne. Pierwszy wzmacniacz 1 posiada sprzężenie zwrotne przez element liniowy R_{21} , drugi zaś wzmacniacz posiada w obwodzie sprzężenia zwrotnego ograniczniki diodowe, które ograniczając moduł napięcia wyjściowego, odtwarzają wysokość pętli histerezy. Ponadto przed wejściem do wzmacniacza operacyjnego 2 są również włączone ograniczniki diodowe, które odtwarzają strefę nieczułości charakterystyki przekąźnikowej.

Omówiony układ przetwornika według wynalazku działa w sposób opisany poniżej. Jeżeli oporności będą nastawione na wartości: $R_{112} = \infty$ i $R_{111} = R_{21}$, to przebieg napięcia na wyjściu wzmacniacza 1 będzie liniowy, jak przedstawia wykres A na fig. 5, natomiast łączna charakterystyka wzmacniaczy 1 i 2 będzie nieliniowa, jak uwidocznia wykres B na fig. 5. Jeżeli opornik R_{112} zostanie nastawiony na pewną skończoną wartość wówczas napięcie na wyjściu pierwszego wzmacniacza 1 będzie się zmieniało zgodnie z charakterystyką A, przedstawioną na fig. 6, natomiast napięcie wyjściowe całego układu według wynalazku bę-

dzie miało typowy przebieg charakterystyki przekaźnikowej B na fig. 6.

Szerokość pętli histerezy $\pm U$ charakterystyki przekaźnikowej B (fig. 6) jest nastawiana za pomocą opornika R_{112} . Przyjmując $R_{21} = R_{111}$ można wykazać, że napięcie U_{Δ} będzie określone następującą zależnością matematyczną:

$$U_{\Delta} = E_{wy} \max \cdot \frac{R_{21}}{R_{112}}$$

Pozostałe wartości charakterystyki przekaźnikowej B są nastawiane za pomocą potencjometrów układu, a mianowicie napięcie $-U_0$ jest nastawiane za pomocą potencjometru E_1 , napięcie $+U_0$ — za pomocą potencjometru E_2 , napięcie $-E_0$ — za pomocą potencjometru E_3 i napięcie $+E_0$ — za pomocą potencjometru E_4 .

Układ przetwornika według wynalazku pozwala na otrzymanie dowolnej charakterystyki przekaźnikowej według fig. 1 w pełnym zakresie napięć. Ponieważ do modelowania żądanej charakterystyki nieliniowej w układzie według wynalazku wystarcza stosunkowo mała liczba wzmacniaczy operacyjnych, więc koszt przetwornika jest niższy niż znanych układów, wymiary jego są mniejsze, natomiast niezawodność działania jest zwiększona. Ponadto ważną zaletą układu według wynalazku jest bardzo łatwe nastawianie żądanych charakterystyk, przy czym poszczególne odcinki charakterystyk są nastawiane za pomocą oddzielnych

gałek bez obawy wzajemnego wpływu jednej wartości na drugą jak w znanych układach, w których osiągnięcie żądanych wartości bynajmniej nie jest łatwe. Ogólnie więc można powiedzieć, że wynalazek w sposób bardzo prosty i tani umożliwia realizację stosunkowo skomplikowanego przebiegu o szczególnym znaczeniu dla techniki.

Zastrzeżenie patentowe

Układ przetwornika do modelowania charakterystyki nieliniowej, w szczególności do modelowania charakterystyki przekaźnikowej ze strefą nieczułości i z pętlą histerezy w matematycznej maszynie analogowej, znamieny tym, że posiada dwa wzmacniacze operacyjne połączone kaskadowo, z których pierwszy zawiera na wejściu i w obwodzie sprzężenia zwrotnego tylko elementy liniowe, drugi zaś wzmacniacz operacyjny zawiera na wejściu i w obwodzie własnego sprzężenia zwrotnego elementy nieliniowe, w szczególności ograniczniki diodowe, i jest połączony dodatnim sprzężeniem zwrotnym z wejściem pierwszego wzmacniacza operacyjnego.

Politechnika Warszawska

Katedra

Automatyki i Telemechaniki

Zastępca: mgr inż. Henryk Działlik
rzecznik patentowy

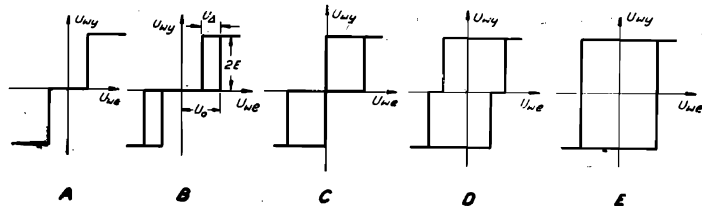


Fig 1

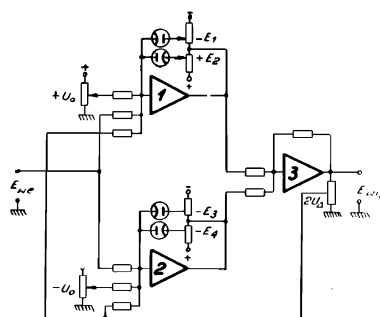


Fig. 2

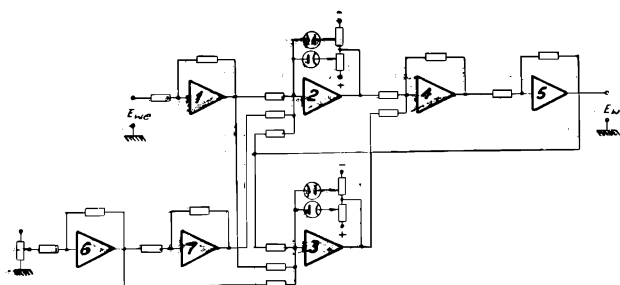


Fig. 3

Fig. 5

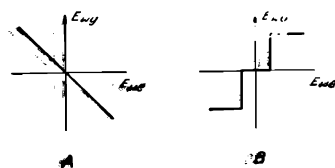


Fig. 6

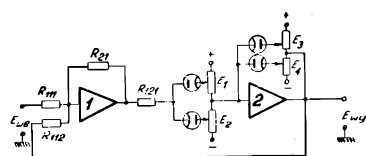
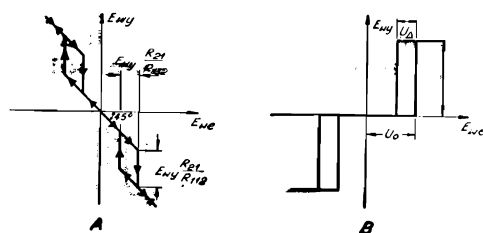


Fig. 4