



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 17.09.76 (P.192461)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 28.03.78

Opis patentowy opublikowano: 05.12.1981

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Int. Cl.² H03G 3/10
H03G 1/02

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Elektroakusztikai Gyar, Budapeszt (Węgry)

Regulator poziomu z elementem sterowanym, zwłaszcza dla urządzeń studyjnych i urządzeń zdalnie sterowanych

1

Dziedzina wynalazku. Przedmiotem wynalazku jest regulator poziomu z elementem sterowanym, zwłaszcza do urządzeń studyjnych i urządzeń zdalnie sterowanych.

Stan techniki. Znane są w technice studyjnej specjalne potencjometry stosowane do regulacji głośności, zwane regulatorami płaskimi lub profilowanymi. Regulatory te są zbudowane z bardzo dokładnych rezystorów o dokładności 2%, ponieważ krzywa regulacji głośności musi być zrealizowana z dużą dokładnością. W rozwiązaniu tym, zamiast żądanej płynnej regulacji uzyskuje się regulację krokową. W celu osiągnięcia żądanego precyzyjnego nastawienia należy zastosować dużą liczbę stopni wzmacniających (60–90). Zastosowanie bardzo dużej liczby rezystorów sprawia znaczne trudności.

Regulator jest co najwyżej sterowany w sposób mechaniczny (na przykład za pomocą silnika). Sposób sterowania mechaniczny jest niekorzystny w wielu względów (na przykład z powodu zakłóceń).

Znany jest z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych nr 3978423 dynamiczny ekspandor sygnału do realizacji poziomu głośności, który jest szczególnie właściwy do regenerowania pierwotnego zakresu dynamicznego uprzednio zapisanego, stereofonicznego materiału programu dźwiękowego. W rozwiązaniu tym ekspandor sygnału zawiera pierwszy i drugi wzmacniacz o sterowanym wzmacnieniu, odpowiednio dołączone do wejścia stereofonicznego. Wzmocnienie wzmacniaczy jest sterowane przez układ o dużej stałej czasowej. Wejście tego układu jest dołączone do wejścia stereofonicznego i układ reaguje na sygnały z wejścia stereofonicznego w celu

2

dostarczenia sygnału sterującego, który reprezentuje poziom głośności materiału programu, lecz który zmienia się zgodnie z charakterystykami elementu nieliniowego w układzie o dużej stałej czasowej i charakterystykami

5 wzmacniania i tłumienia układu o dużej stałej czasowej.

Sygnał sterujący układ o dużej stałej czasowej zasila diodę elektroluminescencyjną, która z kolei określa rezystancję pary dopasowanych fotorezystorów. Każdy fotorezystor pracuje w sposób liniowy i steruje wzmocnieniem

10 odpowiedniego ze wzmacniaczy o sterowanym wzmocnieniu zgodnie z rezystancją tego fotorezystora.

Możliwość zdalnego sterowania regulatorami poziomu otwiera dziś przed techniką studyjną duże perspektywy. W stosunku do regulatorów zdalnie sterowanych można postawić wymagania jak następuje. Regulacja głośności

15 powinna być realizowana liniowo w zakresie 0–40 dB. Sterowność (regulacja poziomu) powinna być możliwa z dowolnej odległości (bez ekranowanych kabli). Regulacja powinna zapewniać jednoczesną następującą z kilku punktów, sumacyjną sterowność. Zakończenie procesu regulacji powinno następować co najmniej przy tłumieniu 110 dB. Przerwa w przepływie sygnałów powinna być realizowana niezależnie od regulatora. Regulator powinien charakteryzować się w zakresie użytkowym

25 (0–40 dB) małą zależnością od temperatury.

Istota wynalazku. Według wynalazku regulator poziomu z elementem sterowanym posiada wejście dla sygnałów o częstotliwościach akustycznych, które stanowi wejście wzmacniacza o sterowanym wzmocnieniu, którego wyjście stanowi wyjście regulatora poziomu. Regulator po-

30

ziomu zawiera układ napędowy z dwoma wejściami, w którym umieszczone są diody elektroluminescencyjne. Do pierwszego wejścia układu napędowego jest dołączone wyjście wzmacniacza sumującego. Wyjście układu napędowego jest sprzężone świetlnie ze sterowanym przez układ napędowy układem odniesienia. Wyjście zerowe układu odniesienia jest dołączone do wejścia stanowiącego jedno z dwóch wejść wzmacniacza błędu. Wyjście wzmacniacza błędu jest połączone z drugim wejściem układu napędowego. Wyjście wzmacniacza sumującego posiadającego kilka wejść jest połączone z wejściem układu dostarczającego krzywą odniesienia. Wyjście układu dostarczającego krzywą odniesienia jest połączone z wejściem wzmacniacza błędu. Do wejścia wzmacniacza sumującego jest dołączone wyjście układu sterującego, którego wejście stanowi zewnętrzny punkt sterujący.

W jednym z wykonan regulatora poziomu według wynalazku wzmacniacz o sterowanym wzmocnieniu zawiera pierwszy wzmacniacz operacyjny, którego ujemne wejście jest dołączone poprzez fotorezystor do wejścia regulatora, dodatnie wejście jest dołączone do masy a wyjście z jednej strony jest sprzężone poprzez rezystor z ujemnym wejściem pierwszego wzmacniacza operacyjnego. Wzmacniacz o sterowanym wzmocnieniu zawiera ponadto drugi wzmacniacz operacyjny, którego ujemne wejście jest dołączone poprzez fotorezystor do wyjścia pierwszego wzmacniacza operacyjnego, dodatnie wejście jest dołączone do masy a wyjście z jednej strony jest sprzężone poprzez rezystor z ujemnym wejściem drugiego wzmacniacza operacyjnego, z drugiej strony stanowi zaś wyjście regulatora.

Układ napędowy zawiera trzeci wzmacniacz operacyjny, którego dodatnie wejście jest dołączone do wyjścia wzmacniacza błędu, ujemne wejście jest dołączone do jednego końca danego rezystora, podczas gdy drugi koniec tego rezystora jest dołączony do punktu wspólnego połączenia diody elektroluminescencyjnej i jednego końca następnego rezystora, którego drugi koniec jest dołączony do masy. Jednocześnie ujemne wejście trzeciego wzmacniacza operacyjnego jest dołączone do jednego rezystora połączonego drugim końcem z wyjściem wzmacniacza sumującego, a wyjście trzeciego wzmacniacza operacyjnego jest dołączone do połączonych szeregowo trzech diod elektroluminescencyjnych i rezystora.

Układ odniesienia zawiera czwarty wzmacniacz operacyjny, którego ujemne wejście jest dołączone poprzez fotorezystor do punktu wspólnego połączenia rezystora i diody Zenera. Dioda Zenera jest dołączona do masy, a drugi koniec ostatniego wymienionego rezystora jest dołączony do dodatniego napięcia zasilania. Dodatnie wejście czwartego wzmacniacza operacyjnego jest połączone z zewnętrznym punktem sterującym, a wyjście zerowe czwartego wzmacniacza operacyjnego jest z jednej strony dołączone poprzez rezystor do ujemnego wejścia czwartego wzmacniacza operacyjnego, z drugiej strony do wejścia wzmacniacza błędu posiadającego dwa wejścia.

Wzmacniacz sumujący zawiera sumujący wzmacniacz operacyjny, którego dodatnie wejście jest z jednej strony dołączone poprzez rezystor do zewnętrznego punktu sterującego, z drugiej strony jest dołączone do masy poprzez dany rezystor. Ujemne wejście sumującego wzmacniacza operacyjnego jest połączone poprzez rezystor z drugim zewnętrznym punktem sterującym i z dru-

giej strony jest sprzężone z wyjściem sumującego wzmacniacza operacyjnego poprzez rezystor, podczas gdy wyjście tego wzmacniacza jest dołączone do wejścia układu dostarczającego krzywą odniesienia i do ujemnego wejścia trzeciego wzmacniacza operacyjnego, natomiast wyjście układu dostarczającego krzywą odniesienia jest dołączone do drugiego wejścia wzmacniacza błędu.

Korzystne skutki wynalazku. Dzięki wynalazkowi można zbudować zdalnie sterowany regulator, np. do regulacji głośności, o płynnej i liniowej regulacji poziomu, który w zakresie roboczym cechuje się małą zależnością od temperatury. Regulator zawiera wzmacniacz o sterowanym wzmocnieniu. Wzmocnienie to jest sterowane przez zmianę natężenia światła, diod elektroluminescencyjnych.

Natężenie światła diod elektroluminescencyjnych jest sterowane za pomocą układu sumującego, który sumuje sygnały sterujące pojawiające się na kilku wejściach sterujących. Do układu sterującego diodami elektroluminescencyjnymi są dołączone inne układy wytwarzające sygnał błędu przy odchyleniu od wartości nominalnej krzywej regulującej natężenie światła, dzięki czemu sygnał błędu eliminuje to odchylenie.

Objaśnienia rysunku. Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia blokowy układ połączeń regulatora poziomu według wynalazku, a fig. 2 – szczegółowy układ połączeń regulatora poziomu według wynalazku.

Przykład wykonania. Układ przedstawiony na fig. 1 jest zbudowany w następujący sposób. Wzmacniacz 1 o sterowanym wzmocnieniu ma wejście A przeznaczone do sygnałów o częstotliwościach akustycznych. Wyjście wzmacniacza 1 odpowiada wyjściu B układu. Wzmacniacz 1 jest sterowany światłem dostarczanym przez diody elektroluminescencyjne znajdujące się w układzie napędowym 2.

Kierunek promieni świetlnych jest oznaczony na fig. 1 strzałkami na wyjściach F i G, układu napędowego 2. Wyjście H układu napędowego 2 steruje za pomocą światła układem odniesienia 3. Układ odniesienia 3 oprócz tego może być sterowany z zewnątrz, z punktu sterującego N. Wyjście zerowe układu odniesienia 3 jest dołączone do wejścia K wzmacniacza 5 błędu, a wyjście wzmacniacza 5 błędu jest dołączone do jednego wejścia układu napędowego 2, na przykład do wejścia I.

Do drugiego wejścia I układu napędowego 2 jest dołączone wyjście S wzmacniacza sumującego 4, który może mieć kilka wejść na przykład wejścia C i D. Wyjście S wzmacniacza sumującego 4 jest z jednej strony (jak wybrano) połączone z wejściem I układu napędowego 2, z drugiej strony z wejściem M układu 6 dostarczającego krzywą odniesienia. Wyjście układu 6 jest połączone z wejściem L wzmacniacza 5 błędu. Do wejścia P wzmacniacza sumującego 4 jest dołączony układ sterujący 7. Wejście E układu sterującego 7 stanowi zewnętrzny punkt sterujący. Wyjście układu odniesienia 3 jest dołączone do wejścia K wzmacniacza 5 błędu.

Działanie układu jest następujące: Wejście A stanowi wejście dla sygnałów o częstotliwościach akustycznych, które następnie po przejściu przez wzmacniacz 1 przechodzą na jego wyjście B. Sygnały na wyjściach F i G układu napędowego 2, odpowiadające kierunkowi światła dostarczanego przez diody elektroluminescencyjne, sterują wzmacniaczem 1.

5

Sygnal z wyjścia H układu napędowego 2 steruje układem odniesienia 3, który zbudowany jest analogicznie jak pierwszy stopień wzmacniacza 1. Układ odniesienia 3 nie spełnia jednak roli wzmacniacza sygnałów o częstotliwościach akustycznych, lecz wzmacniacza napięcia stałego. Wzmacniacz sumujący 4 sumuje sygnały sterujące napięciem stałym o różnych wartościach i polaryzacjach (w stosunku do zera układu). Zsumowane sygnały wyjściowe sterują na jednym wejściu I układem napędowym 2 i na drugim wejściu M układem 6 dostarczającym krzywą odniesienia. Układ 6 dostarcza obraz elektroniczny żądanej krzywej sterowania (na przykład liniowo w dB tzn. logarytmicznie). Oznacza to jednocześnie, że układ 6 dostarcza napięcie odpowiadające napięciu podanemu na wejście M. Napięcie to jest doprowadzone do wejścia L wzmacniacza 5 błędu.

Układ odniesienia 3 charakteryzujący się taką budową i analogicznym sposobem sterowania, jak pierwszy stopień wzmacniacza 1, dostarcza napięcie stałe o wartości odpowiadającej stanowi przenoszenia przez ten wzmacniacz sygnałów o częstotliwościach akustycznych. Napięcie stałe jest doprowadzone z wyjścia zerowego na wejście K wzmacniacza 5 błędu. Wzmacniacz 5 błędu jest ustawiony w ten sposób, że, gdy na jego wejściach K i L pojawiają się jednakowe sygnały (to znaczy, że sterowanie odpowiada krzywej odniesienia), wtedy na jego wyjściu nie ma żadnego sygnału.

W przypadku obecności na wejściach K i L różnych sygnałów, układ napędowy 2 zostaje przez nie wystawiany w ten sposób, że zmniejsza odchylenie sygnału układu odniesienia 3 od sygnału odniesienia na wejściu L.

Układ sterujący 7 usuwa ujemne napięcie zasilające wzmacniacz sumujący 4, co odpowiada maksymalnemu tłumieniu sygnałów o częstotliwościach akustycznych. Układ sterujący 7 jest sterowany napięciem stałym doprowadzanym do jego wejścia E. Układ sterujący 7 umożliwia przerwy w przepływie sygnałów o częstotliwościach akustycznych (tłumienie większe niż 110 dB), niezależnie od wartości sygnałów doprowadzanych do wejść C i D wzmacniacza sumującego 4.

Po przerwie w doprowadzaniu napięcia na wejście E układu sterującego zostaje przywrócone tłumienie odpowiadające sygnałom sterującym napięciem stałym, doprowadzanym do wejść C i D wzmacniacza sumującego 4.

Szczegółowy przykład wykonania układu połączeń regulatora poziomu według wynalazku jest przedstawiony na fig. 2. Wzmacniacz 1 o sterowanym wzmocnieniu zawiera wzmacniacz operacyjny 1A i wzmacniacz operacyjny 1B. Wejście A regulatora poziomu jest dołączone do ujemnego wejścia wzmacniacza operacyjnego 1A poprzez fotorezystor R1. Drugie, dodatnie wejście wzmacniacza operacyjnego 1A jest dołączone do masy. Wyjście Z wzmacniacza operacyjnego 1A jest z jednej strony poprzez rezystor R2 sprzężone z ujemnym wejściem wzmacniacza operacyjnego 1B, z drugiej strony poprzez fotorezystor R3 jest dołączone do ujemnego wejścia drugiego wzmacniacza operacyjnego 1B. Dodatkowo wejście wzmacniacza operacyjnego 1B jest dołączone do masy. Wyjście wzmacniacza operacyjnego 1B jest z jednej strony sprzężone poprzez rezystor R4 z jego ujemnym wejściem, z drugiej strony stanowi ono wyjście B regulatora poziomu dla sygnałów o częstotliwościach akustycznych.

6

Układ napędowy 2 zawiera wzmacniacz operacyjny 2A. Dodatkowo wejście I wzmacniacza operacyjnego 2A jest dołączone do wyjścia wzmacniacza 5 błędu. Do ujemnego wejścia I wzmacniacza operacyjnego 2A jest dołączony jeden koniec rezystora R6. Drugi koniec rezystora R6 jest dołączony do wspólnego połączenia rezystora R7 i diody elektroluminescencyjnej D3. Do ujemnego wejścia I wzmacniacza operacyjnego 2A jest dołączony również rezystor R5, którego drugi koniec jest dołączony do wyjścia S wzmacniacza sumującego 4. Do wyjścia wzmacniacza operacyjnego 2A są dołączone szeregowo trzy diody elektroluminescencyjne D1, D2, D3 i rezystor R7. Drugi koniec rezystora R7 jest dołączony do masy.

Układ odniesienia 3 zawiera wzmacniacz operacyjny 3A, którego ujemne wejście jest dołączone poprzez fotorezystor R9 do punktu wspólnego połączenia rezystora R8 i diody Zenera D4. Dioda Zenera D4 jest dołączona do masy, a rezystor R8 jest dołączony do dodatniego napięcia zasilania. Dodatkowo wejście wzmacniacza operacyjnego 3A jest połączone z zewnętrznym punktem sterującym N. Wyjście zerowe wzmacniacza operacyjnego 3A jest z jednej strony sprzężone z ujemnym wejściem tego wzmacniacza poprzez rezystor R10, z drugiej strony jest dołączone do wejścia K wzmacniacza 5 błędu.

Wzmacniacz sumujący 4 zawiera sumujący wzmacniacz operacyjny 4A, którego dodatnie wejście jest z jednej strony dołączone poprzez rezystor R11 do zewnętrznego punktu sterującego C, z drugiej strony jest dołączone do masy poprzez rezystor R13. Ujemne wejście wzmacniacza operacyjnego 4A jest dołączone poprzez rezystor R12 do drugiego zewnętrznego punktu sterującego D. Ujemne wejście wzmacniacza operacyjnego 4A jest jednocześnie połączone z wyjściem S z tego wzmacniacza poprzez rezystor R14. Z kolei to wyjście S wzmacniacza operacyjnego 4A jest dołączone także do wejścia M układu 6 dostarczającego krzywą odniesienia, a poprzez rezystor R5 – do wejścia I wzmacniacza operacyjnego 2A. Wyjście układu 6 jest połączone z wejściem L wzmacniacza 5 błędu.

Działanie układu jest następujące: Wzmocnienie wzmacniaczy operacyjnych 1A, 1B (jednakowe układy) zależy od stosunku wartości rezystancji rezystorów R2 i R1 względnie rezystorów R4 i R3. Wartość rezystancji fotorezystorów R1 względnie R3 zależy od natężenia światła dostarczanego przez diody elektroluminescencyjne D1 lub D2. Przy pełnym natężeniu światła układ ma dodatkowe wzmocnienie, a bez oświetlenia – ujemne wzmocnienie (to znaczy układ wykazuje tłumienie).

Natężenie światła diod elektroluminescencyjnych D1, D2, D3 jest zależne od prądu dostarczonego przez wzmacniacz operacyjny 2A pracujący jako generator prądowy. Prąd wyjściowy wzmacniacza operacyjnego 2A zależy od wartości podawanych na wejścia I i J. Sygnal na wejściu I jest sumą sygnałów podawanych na wejścia C i D sumującego wzmacniacza operacyjnego 4A, a sygnal na wejściu J jest sygnałem wyjściowym wzmacniacza 5 błędu.

W przypadku, gdy nie ma błędu, to znaczy wartość sterująca odpowiada krzywej odniesienia, wtedy prąd wyjściowy wzmacniacza operacyjnego 2A, a więc i również natężenie światła diod elektroluminescencyjnych D1, D2, D3, a także wzmocnienie między punktami A i B, odpowiadają sygnałom podanym na zewnętrzne punkty

sterujące C i D. Dioda elektroluminescencyjna D3 oświetla fotorezystor R9 w układzie wzmacniacza operacyjnego 3A i napięcie stale występujące na wyjściu wzmacniacza operacyjnego 3A odpowiada stanowi zmiennoprądowego wzmacniaczy operacyjnych 1A i 1B.

Jeśli stan ten odbiega od wartości zadanego punktu krzywej odniesienia dostarczanej przez układ 6, wtedy na wyjściu wzmacniacza 5 błędu występuje sygnał, pod wpływem którego diody elektroluminescencyjne D1, D2, D3 działają w kierunku zmniejszenia wartości błędu.

Zatem odchylenie od krzywej odniesienia są reprezentowane przez sygnał błędu. Błąd będzie istniał nadal, jeśli krzywa odniesienia będzie odbiegać od idealnej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Regulator poziomu z elementem sterowanym, zwłaszcza dla urządzeń studyjnych i urządzeń zdalnie sterowanych, znamienny tym, że wejście (A) regulatora poziomu dla sygnałów o częstotliwościach akustycznych stanowi wejście wzmacniacza (1) o sterowanym wzmocnieniu, którego wyjście stanowi wyjście (B) regulatora poziomu, regulator poziomu zawiera układ napędowy (2) z dwoma wejściami (I, J), w którym umieszczone są diody elektroluminescencyjne D1, D2, D3, przy czym do wejścia (I) układu napędowego (2) jest dołączone wyjście (S) wzmacniacza sumującego (4), wyjście (H) układu napędowego (2) jest sprzężone świetlnie ze sterowanym przez układ napędowy (2) układem odniesienia (3), przy czym wyjście zerowe układu odniesienia (3) jest dołączone do wejścia (K) stanowiącego jedno z dwóch wejść wzmacniacza (5), błędu, podczas gdy wyjście wzmacniacza (5) błędu jest połączone wejściem (J) układu napędowego (2), wyjście (S) wzmacniacza sumującego (4) posiadającego kilka wejść (C, D) jest połączone z wejściem (M) układu (6) dostarczającego krzywą odniesienia, wyjście układu (6) jest połączone z wejściem (L) wzmacniacza (5) błędu, do wejścia (P) wzmacniacza sumującego (4) jest dołączone wyjście układu sterującego (7), a wejście (E) układu sterującego (7) stanowi zewnętrzny punkt sterujący.

2. Regulator według zastrz. 1, znamienny tym, że wzmacniacz (1) o sterowanym wzmocnieniu zawiera wzmacniacz operacyjny (1A), którego ujemne wejście jest dołączone poprzez fotorezystor (R1) do wejścia (A) regulatora, dodatnie wejście jest dołączone do masy a wyjście (Z) z jednej strony jest sprzężone poprzez re-

zystor (R2) z ujemnym wejściem wzmacniacza operacyjnego (1A) oraz wzmacniacz (1) o sterowanym wzmocnieniu zawiera ponadto wzmacniacz operacyjny (1B), którego ujemne wejście jest dołączone poprzez fotorezystor (R3) do wyjścia (Z) wzmacniacza operacyjnego (1A), dodatnie wejście jest dołączone do masy a wyjście z jednej strony jest sprzężone poprzez rezystor (R4) z ujemnym wejściem wzmacniacza operacyjnego (1B), z drugiej strony stanowi zaś wyjście (B) regulatora, następnie układ napędowy (2) zawiera wzmacniacz operacyjny (2A), którego dodatnie wejście (J) jest dołączone do wyjścia wzmacniacza (5) błędu, ujemne wejście (I) jest dołączone do jednego końca rezystora (R6), podczas gdy drugi koniec rezystora (R6) jest dołączony do punktu wspólnego połączenia diody elektroluminescencyjnej (D3) i jednego końca rezystora (R7), którego drugi koniec jest dołączony do masy, jednocześnie ujemne wejście (I) jest dołączone do jednego końca rezystora (R5) połączanego drugim końcem z wyjściem (S) wzmacniacza sumującego (4), a wyjście wzmacniacza operacyjnego (2A) jest dołączone do połączonych szeregowo, trzech diod elektroluminescencyjnych (D1, D2, D3) i rezystora (R7), następnie układ odniesienia (3) zawiera wzmacniacz operacyjny (3A), którego ujemne wejście jest dołączone poprzez fotorezystor (R9) do punktu wspólnego połączenia rezystora (R8) i diody Zenera (D4), przy czym dioda Zenera (D4) jest dołączona do masy a drugi koniec rezystora (R8) jest dołączony do dodatniego napięcia zasilania, dodatnie wejście wzmacniacza operacyjnego (3A) jest połączone z zewnętrznym punktem sterującym (N), a wyjście zerowe wzmacniacza operacyjnego (3A) jest z jednej strony dołączone poprzez rezystor (R10) do ujemnego wejścia wzmacniacza operacyjnego (3A), z drugiej strony do wejścia (K) wzmacniacza (5) błędu posiadającego dwa wejścia (K) i (L), następnie wzmacniacz sumujący (4) zawiera sumujący wzmacniacz operacyjny (4A), którego dodatnie wejście jest z jednej strony dołączone poprzez rezystor (R11) do zewnętrznego punktu sterującego (C), z drugiej strony jest dołączone do masy poprzez rezystor (R13), ujemne wejście z jednej strony jest połączone poprzez rezystor (R12) z drugim zewnętrznym punktem sterującym (D) i z drugiej strony jest sprzężone z wyjściem (S) wzmacniacza operacyjnego (4A) poprzez rezystor (R14), a wyjście (S) wzmacniacza operacyjnego (4A) jest dołączone do wejścia (M) układu (6) dostarczającego krzywą odniesienia i do ujemnego wejścia (I) wzmacniacza operacyjnego (2A) poprzez rezystor (R5), natomiast wyjście układu (6) jest dołączone do drugiego wejścia (L) wzmacniacza (5) błędu.

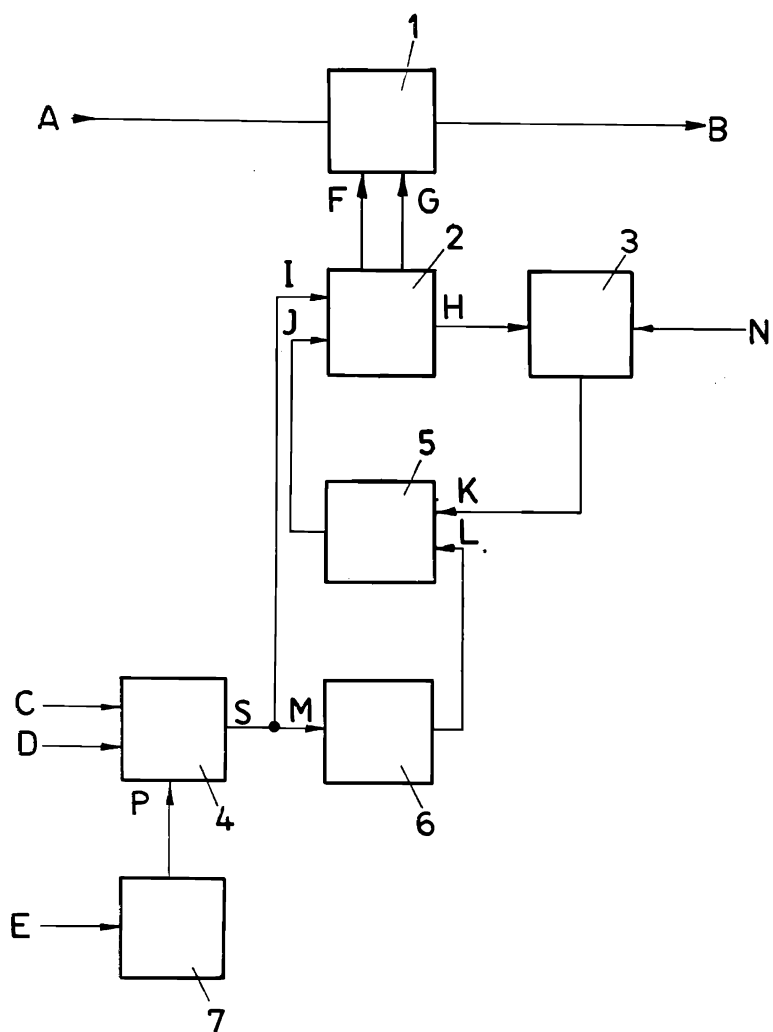


Fig.1

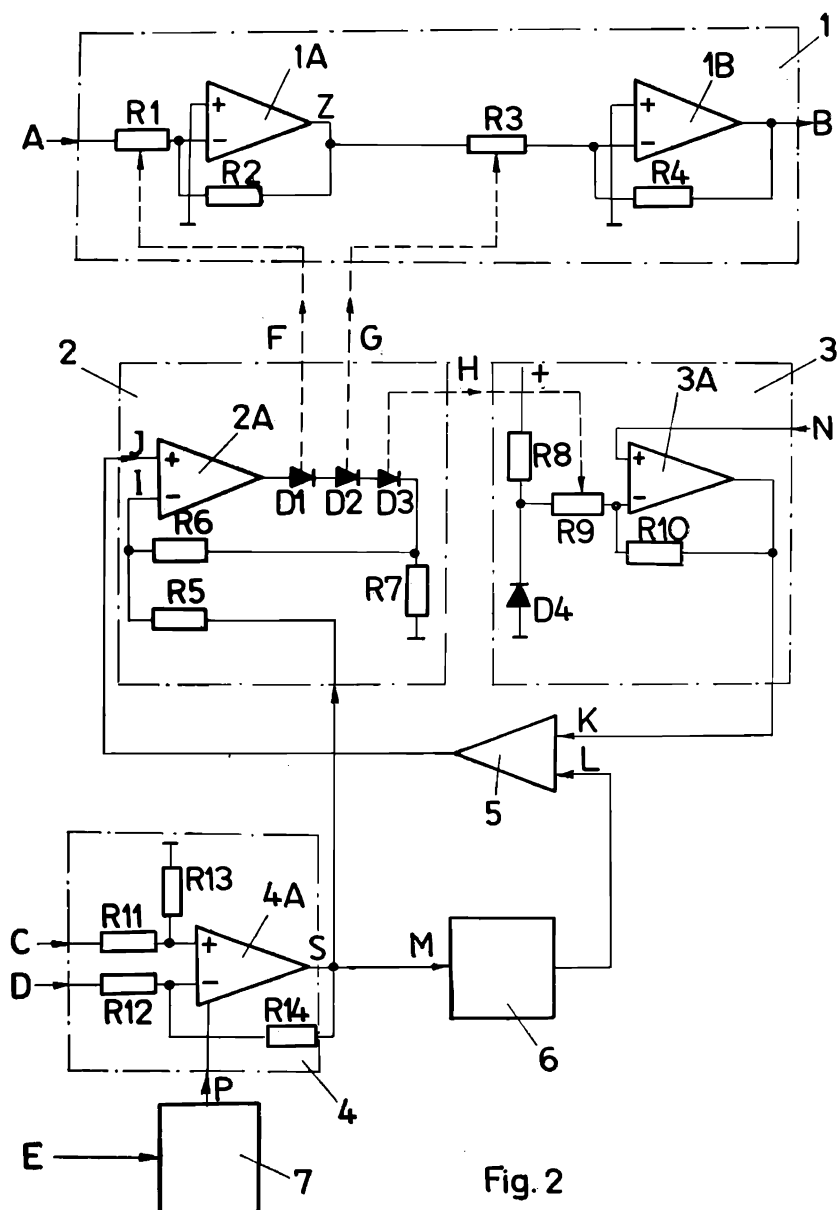


Fig. 2