

**POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA**



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

# **O P I S P A T E N T O W Y P A T E N T U T Y M C Z A S O W E G O**

**78 755**

Patent tymczasowy dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 11.12.1972 (P. 159 436)

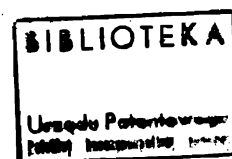
Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 30.10.1973

Opis patentowy opublikowano: 14.07.1975

Kl. 21a<sup>2</sup>,18/07

MKP H03g 3/20



Twórca wynalazku: Aleksander Metchev

Uprawniony z patentu tymczasowego: Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Radia i Telewizji,  
Warszawa (Polska)

## **Elektroniczny układ automatycznego regulatora poziomu sygnałów elektroakustycznych**

Przedmiotem wynalazku jest elektroniczny układ automatycznego regulatora poziomu sygnałów elektroakustycznych, przeznaczony do stosowania zwłaszcza w profesjonalnej aparaturze elektroakustycznej.

Znane są układy automatycznej regulacji poziomu sygnałów elektroakustycznych wyposażone w obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego, łączący wyjście układu z tłumikiem sterowanym włączonym na wejście układu regulacji, zbudowane zwykle na dyskretnych elementach półprzewodnikowych. W układzie tłumika rolę elementu o sterowanej rezystancji spełniają diody półprzewodnikowe, tranzystory bipolarne lub fotorezystory.

Wadami tego typu układów są: mały zakres regulacji poziomu sygnałów elektroakustycznych duże zniekształcenia, małe dopuszczalne amplitudy sygnału na elemencie regulacji oraz znaczna bezwładność układu w przypadku stosowania fotorezystora. Ponadto zastosowanie diod półprzewodnikowych, tranzystorów bipolarnych i fotorezystorów, jako elementów o sterowanej rezystancji wiąże się z szeregiem dodatkowych trudności związanych z techniczną realizacją układu regulacji, takich jak: stabilizacja punktu pracy, doprowadzenie sygnału zmiennego na element o sterowanej rezystancji, kompensacja samoistnego napięcia polaryzacji elementu.

Znane są również układy automatycznej regulacji poziomu sygnałów elektroakustycznych zbudowane na dyskretnych elementach półprzewodnikowych z wykorzystaniem tranzystora polowego jako elementu o sterowanej rezystancji.

Wadami znanych układów automatycznej regulacji poziomu, zbudowanych na dyskretnych elementach półprzewodnikowych z wykorzystaniem tranzystora polowego, są trudności wysterowania tranzystora polowego i w uzyskaniu dowolnych stałych czasowych reakcji układu, trudności w ustawieniu i kompensacji termicznej wartości progowej zadziałania układu oraz konieczność użycia dużej liczby elementów czynnych i biernych do budowy układu.

Zadaniem wynalazku jest usunięcie wad znanych rozwiązań układowych automatycznego regulatora poziomu sygnałów elektroakustycznych i opracowanie takiego układu automatycznego regulatora poziomu, który zapewni szeroki i dowolnie ustawiany zakres wysterowania tranzystora polowego spełniającego rolę elementu o sterowanej rezystancji, ponadto zapewni możliwość użycia tranzystora polowego o każdym typie przewodności kanału i technologii wytwarzania, łatwość uzyskania dowolnych w praktyce wartości stałych

czasowych reakcji i progu zadziałania układu oraz pozwoli znacznie zredukować liczbę elementów czynnych i biernych koniecznych do budowy układu, zapewniając jednocześnie stabilność punktu pracy w funkcji zmiany warunków otoczenia.

Zadanie to, według wynalazku, zostało rozwiązane przez zbudowanie układuysterowania tranzystora polowego, jak również pozostałych członów układu, na scalonych wzmacniaczach operacyjnych, wyposażonych w odpowiednie obwody sprzężenia zwrotnego i obwody umożliwiające dowolne ustawienie wartości stałych czasowych reakcji i progu zadziałania układu.

Istota wynalazku polega na tym, że układ automatycznego regulatora poziomu sygnałów elektroakustycznych składa się z napięciowo sterowanego tłumika, zbudowanego z opornika i tranzystora polowego połączonego z operacyjnym wzmacniaczem sygnałów w torze głównym, oraz z pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego, łączącej wyjście układu regulatora z bramką tranzystora polowego w celu przeciwdziałania zmianom poziomu sygnału wprowadzonego na wejście układu regulatora. Pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego składa się z układu pełnookresowego beztransformatorowego prostownika — wzmacniacza operacyjnego, z układu wzmacniacza operacyjnego wartości ponadprogowej, oraz z członu warunkującego stałe czasowe reakcji układu i zakresysterowania tranzystora polowego.

Zaletą układu, według wynalazku, jest duży i dowolnie ustawiany zakresysterowania tranzystora polowego jako elementu o sterowanej rezystancji, możliwość zastosowania tranzystorów polowych o każdym typie przewodności kanału i technologii wytwarzania, możliwość uzyskania dowolnych w praktyce wartości stałych czasowych reakcji i progu zadziałania układu, wysoka stabilność poziomu wyjściowego dla zmian poziomu sygnałów wejściowych w bardzo szerokim zakresie, jak również wykorzystanie małej ilości elementów do zbudowania układu.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat elektronicznego układu automatycznego regulatora poziomu sygnałów elektroakustycznych. Układ według wynalazku, składa się ze sterowanego dzielnika napięcia i z operacyjnego wzmacniacza  $W_1$  sygnałów elektroakustycznych w torze głównym, oraz z pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego. Sterowany dzielnik napięcia składa się z opornika  $R_1$  i tranzystora polowego  $T_1$  o kanale typu P. Wyjście dzielnika jest połączone z nieodwracającym fazę wejściem wzmacniacza  $W_1$ . Odwracające fazę wejście tego wzmacniacza zablokowane jest opornikiem  $R_3$  i poprzez opornik  $R_2$  jest połączone ze wspólnym wyjściem wzmacniacza  $W_1$ . Wzmocnienie wzmacniacza  $W_1$  jest zatem określone przez stosunek oporności  $R_2/R_1$ . Uzyskana oporność wejściowa dla wejścia nieodwracającego fazę wzmacniacza  $W_1$  jest bardzo duża, a tym samym dzielnik napięciowy dołączony do wejścia układu nie jest obciążany przez tę oporność. Tranzystor polowy  $T_1$ , spełniający rolę elementu o sterowanej rezystancji w dzielniku napięciowym, sterowany jest za pomocą napięcia wyjściowego  $U_2$  wzmacniacza  $W_1$ . Napięcie to jest podawane za pośrednictwem pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego, łączącej wyjście wzmacniacza  $W_1$  z bramką tranzystora polowego  $T_1$ . Pętla sprzężenia zwrotnego składa się z dwóch wzmacniaczy operacyjnych  $W_2$  i  $W_3$  o odpowiednio dobranym wzmocnieniu. Wejście odwracające fazę pierwszego wzmacniacza  $W_2$  pętli jest połączone z wyjściem wzmacniacza  $W_1$  poprzez szeregowe połączenie diody  $D_1$  i oporników  $R_4$  i  $R_5$ , natomiast wejście nieodwracające fazę tego wzmacniacza jest połączone z wyjściem wzmacniacza  $W_1$  poprzez diodę  $D_2$  i oporniki  $R_6$  i  $R_7$ . Diody  $D_1$  i  $D_2$  oraz oporniki  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  i  $R_7$  tworzą pełnookresowy układ prostownika, wskutek czego na odwracające fazę wejście wzmacniacza  $W_2$  jest podawana tylko część ujemna okresu sygnału wyjściowego  $U_2$ , a na wejście nieodwracające fazę podawana jest dodatnia część okresu sygnału wyjściowego. Wejście odwracające fazę wzmacniacza  $W_2$  jest połączone poprzez szeregowe połączenie diody  $D_3$  i opornika  $R_8$  z jego wyjściem, co zapewnia liniowość prostowania dla całego okresu sygnału  $U_2$  na wyjściu wzmacniacza  $W_1$  i wymagane wzmocnienie stopnia wzmacniacza  $W_2$ . Wzmocnienie to określone jest przez stosunek oporności oporników  $R_8/R_5$ .

Jak zaznaczono na schemacie, napięcie wyjściowe  $U_2$  wzmacniacza  $W_1$ , przez podanie na wejście odwracające fazę wzmacniacza  $W_2$  ujemnego półokresu napięcia wyjściowego, a na wejście nieodwracające fazę półokresu dodatniego, powoduje powstanie na wejściu wzmacniacza  $W_2$  wzmocnionego napięcia o tym samym znaku dla całego okresu napięcia zmiennego  $U_2$ , co oznacza, że stopień ten spełnia funkcję pełnookresowego beztransformatorowego prostownika oraz wzmacniacza sygnałów wyprostowanych.

Napięcie wyjściowe  $U_{wy2}$  wzmacniacza  $W_2$  poprzez opornik  $R_9$  jest podawane na wejście odwracające fazę wzmacniacza  $W_3$  pętli sprzężenia zwrotnego. Wzmacniacz ten pracuje w układzie wzmacniacza wartości ponadprogowej, to znaczy wzmacnia tylko chwilowe wartości sygnału wyprostowanego przewyższające określony próg.

Wejście odwracające fazę wzmacniacza  $W_3$  jest połączone poprzez opornik  $R_{11}$  z wyjściem tego wzmacniacza, przy czym stosunek oporności oporników  $R_{11}/R_9$  określa wzmocnienie tego stopnia.

Do wejścia nieodwracającego fazę wzmacniacza  $W_3$ , poprzez opornik regulowany  $R_{10}$  i termistor  $R_{16}$

doprowadzone jest napięcie  $U_p$ , określające wartość napięcia progu wzmacniacza  $W_3$  oraz wartość potencjału stałoprądowego na wyjściu tego wzmacniacza, wskutek czego doprowadzone na wejście tego wzmacniacza napięcia sygnałów, o wartości szczytowej mniejszej od napięcia progowego  $U_p$  nie są wzmacniane. Natomiast napięcia wejściowe tego stopnia o wartościach chwilowych przewyższających wartość napięcia progowego są wzmacniane i poprzez oporniki  $R_{12}$ ,  $R_{14}$ ,  $R_{15}$ , kondensator  $C_1$  oraz diodę  $D_5$  są doprowadzane do bramki tranzystora polowego  $T_1$ , w celu przeciwdziałania wzrostowi poziomu sygnałów wyjściowych  $U_2$  ponad wartość ustalonego poziomu nominalnego napięcia wyjściowego  $U_{nom}$  układu automatycznej regulacji.

Kondensator  $C_1$ , dołączony do wspólnego punktu połączenia oporników  $R_{14}$ ,  $R_{15}$  i diody  $D_5$  oraz do punktu wspólnego układu, tworzy z opornikami  $R_{12}$  i  $R_{14}$  filtr dolnoprzepustowy, eliminujący składowe wyższego rzędu sygnału doprowadzanego do bramki tranzystora  $T_1$ . Równocześnie kondensator  $C_1$  wraz z opornikami  $R_{12}$ ,  $R_{14}$  i opornością diody  $D_5$  w kierunku przepustowym, określa szybkość reakcji układu regulacji na doprowadzone sygnały wejściowe o poziomach przewyższających ustalony poziom nominalny.

Napięcie wyjściowe  $U_{wy3}$  wzmacniacza  $W_3$  dla przypadku braku sygnału na wyjściu układu regulacji jest tak dobrane, że odpowiada napięciu odcięcia tranzystora polowego  $T_1$ . Wskutek tego, tłumienie dzielnika napięciowego składającego się z opornika  $R_1$  i oporności wejściowej tranzystora polowego  $T_1$  jest pomijalnie małe.

Jeżeli na wejście układu automatycznej regulacji poziomu według wynalazku, zostanie przyłożony sygnał o amplitudzie  $U_1$ , a na wyjściu układu uzyska się odpowiednio wzmocnioną amplitudę sygnału  $U_2 = K_{w1} \times U_1$ , która przewyższa wartość ustalonego poziomu sygnałów wyjściowych  $U_{nom}$ , wtedy napięcie na wyjściu wzmacniacza  $W_3$  spada poniżej ustalonej wartości napięcia  $U_{wy3} = U_p$  i powoduje rozładowanie się kondensatora  $C_1$  poprzez opornik  $R_{12}$  i diodę  $D_5$ . Stała czasu rozładowania się kondensatora  $C_1$  jest określona przez oporność diody  $D_5$  w kierunku przepustowym  $R_{D5}$ , przez oporność wyjściową  $R_{wy3}$  wzmacniacza  $W_3$ , opornik  $R_{12}$  oraz kondensator  $C_1$  i wynosi  $\tau_z = C_1 (R_{D5} + R_{12} + R_{wy3})$ . Stała ta, według wynalazku, określa szybkość reakcji układu regulacji poziomu na przyłożony na jego wejście sygnał o amplitudzie przewyższającej ustalony nominalny poziom szczytowy sygnałów elektroakustycznych. Im mniejsza jest stała czasu rozładowania kondensatora  $C_1$ , tym szybciej zmniejsza się napięcie na kondensatorze  $C_1$ , a tym samym zmienia się napięcie wysterowania bramki tranzystora polowego  $T_1$  i jego oporności źródło-dren, ustalając wartość tłumienia na wejściu układu dla zapewnienia stabilizacji poziomu sygnałów elektroakustycznych na wyjściu układu regulacji.

Jeżeli doprowadzony na wejście układu regulacji sygnał zostanie odłączony, wówczas napięcie wyjściowe wzmacniacza  $W_3$  osiąga natychmiast wartość  $U_{wy3} = U_p$  i kondensator  $C_1$  ładowany jest ponownie poprzez oporniki  $R_{12}$  i  $R_{14}$  do ustalonej na wyjściu wzmacniacza  $W_3$  wartości napięcia. Stała ładowania kondensatora  $C_1$  określona jest przez wartość oporności oporników  $R_{12}$  i  $R_{14}$  oraz oporność wyjściową wzmacniacza  $W_3$  i wynosi  $\tau_p = C_1 (R_{12} + R_{14} + R_{wy3})$ . Stała ta określa czas ponownego ustalenia się wartości napięcia na kondensatorze  $C_1$  do wartości  $U_{C1} = U_p$ , a tym samym czas powrotu wzmocnienia układu regulacji w torze głównym do wzmocnienia początkowego, które odpowiada odcięciu tranzystora polowego  $T_1$ .

W celu określenia minimalnej wartości napięcia wysterowania bramki tranzystora polowego  $T_1$ , punkt wspólny oporników  $R_{12}$  i  $R_{14}$  dołączony jest poprzez diodę  $D_4$  do potencjometrycznego wyprowadzenia opornika  $R_{13}$ . Tym samym, minimalne napięcie rozładowania kondensatora  $C_1$ , doprowadzone poprzez opornik  $R_{15}$  na bramkę tranzystora polowego  $T_1$ , jest ograniczone do wartości napięcia  $U_m$ , występującego na wyprowadzeniu potencjometrycznym opornika  $R_{13}$ . Ustawienie odpowiedniej wartości napięcia minimalnego  $U_m$  wysterowania bramki tranzystora polowego  $T_1$  pozwala dostosować zakres wysterowania zarówno dla polowych tranzystorów załączowych, jak i dla tranzystorów z izolowaną bramką.

W przypadku zastosowania tranzystora o kanale typu N, w układzie sterowanego tłumika, do ustawienia wymaganego znaku i zakresu napięć wystarczy zamienić końcówki diod  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ ,  $D_5$  i ustawić odpowiednie wartości napięć  $U_p$  i  $U_m$  za pomocą oporników regulowanych  $R_{10}$  i  $R_{13}$ .

W celu zapewnienia skutecznej kompensacji zmian poziomu sygnału wyjściowego wskutek termicznych zmian parametrów tranzystora polowego  $T_1$  i pozostałych elementów układu, w szereg z opornikiem regulowanym  $R_{10}$  jest włączony termistor  $R_{16}$ .

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Elektroniczny układ automatycznego regulatora poziomu sygnałów elektroakustycznych, znamienny tym, że składa się w torze głównym z operacyjnego wzmacniacza sygnałów elektroakustycznych ( $W_1$ ), na wejściu którego włączony jest opornik ( $R_1$ ) oraz tranzystor polowy ( $T_1$ ) stanowiące sterowany dzielnik napięcia,

oraz z pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego łączącej wyjście wzmacniacza ( $W_1$ ) z bramką tranzystora polowego ( $T_1$ ).

2. Elektroniczny układ automatycznego regulatora, według zastrz. 1, znamienny tym, że pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego zawiera wzmacniacz operacyjny ( $W_2$ ), którego oba wejścia zablokowane opornikami ( $R_5$  i  $R_7$ ) są połączone z układem prostownika pełnookresowego zbudowanego na diodach ( $D_1$  i  $D_2$ ) połączonych w szereg z opornikami ( $R_4$  i  $R_6$ ), natomiast wyjście tego wzmacniacza jest połączone poprzez opornik ( $R_8$ ) i diodę ( $D_3$ ) z jego wejściem odwracającym fazę, a poprzez opornik ( $R_9$ ) – z wejściem odwracającym fazę wzmacniacza operacyjnego ( $W_3$ ), natomiast wejście nieodwracające fazę wzmacniacza ( $W_3$ ) połączone jest poprzez regulowany opornik ( $R_{10}$ ) ze źródłem napięcia progowego ( $U_p$ ), a wyjście tego wzmacniacza połączone jest z obwodem ładowania kondensatora ( $C_1$ ), stanowiącym szeregowe połączenie oporników ( $R_{12}$  i  $R_{14}$ ) oraz z obwodem rozładowania tego kondensatora, stanowiącym szeregowo połączenie diody ( $D_5$ ) i opornika ( $R_{12}$ ), przy czym kondensator ( $C_1$ ) poprzez opornik ( $R_{15}$ ) jest połączony z bramką tranzystora polowego ( $T_1$ ).

3. Elektroniczny układ automatycznego regulatora, według zastrz. 2, znamienny tym, że między opornikiem ( $R_{12}$ ) a ( $R_{14}$ ) ma dołączoną diodę ( $D_4$ ), połączoną poprzez regulowany opornik ( $R_{13}$ ) ze źródłem napięcia ( $U_m$ ), służącą do ustawienia dolnej granicy zakresu napięć wysterowania tranzystora polowego ( $T_1$ ).

4. Elektroniczny układ automatycznego regulatora, według zastrz. 2, znamienny tym, że ma termistor ( $R_{16}$ ) włączony w szereg z regulowanym opornikiem ( $R_{10}$ ), służący do kompensacji termicznej zmian parametrów układu.

