



Patent dodatkowy
do patentu _____

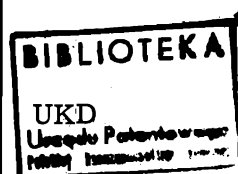
Kl. 21a¹,36/04

Zgłoszono: 25.VI.1970 (P 141 578)

MKP H03k 6/02

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 31.V.1973



Twórca wynalazku: Andrzej Ostrowski

Właściciel patentu: Instytut Badań Jądrowych, Warszawa (Polska)

Wzmacniacz impulsów prądu zwłaszcza z impulsowego detektora promieniowania jądrowego

1

Przedmiotem wynalazku jest wzmacniacz impulsów prądu z detektora promieniowania jądrowego. W wielu przypadkach zastosowań detektorów impulsowych do pomiarów promieniowania jądrowego korzystnym jest wzmacnianie impulsów prądu wytwarzanych w detektorze wprowadzonym w pole mierzonego promieniowania. Występuje to w szczególności przy pomiarach strumienia neutronów w reaktorze jądrowym, dokonywanych komorami rozszczepieniowymi lub licznikami proporcjonalnymi.

Względy konstrukcyjne i materiałowe nakazują stosowanie długiego kabla między detektorami, a aparaturą wzmacniającą. Wymagania małego czasu rozdzielczego oraz eliminacji szumów własnych układu pomiarowego preferują stosowanie w tych warunkach prądowego odbioru sygnału z detektora. Układy realizujące ten sposób odbioru sygnału wykorzystują wzmacniacze o niskiej impedancji wejściowej, która w połączeniu z uzupełniającym rezystorem szeregowym stanowi impedancję dopasowującą oporność charakterystyczną przesyłowego kabla koncentrycznego wielkiej częstotliwości.

Kabel przesyłowy, dopasowany jest w ten sposób od strony wzmacniacza odbierającego sygnał. Na drugim końcu, gdzie przełączony jest detektor promieniowania występują warunki rozwarcia to znaczy kabel jest niedopasowany. Ze względu na krótkie czasy zbierania ładunku wyzwalanego mie-

2

rzonym promieniowaniem w detektorze od wzmacniaczy prądu wymaga się pracy w paśmie kilkunastu do kilkudziesięciu megaherców. Stosowane wzmacnienia w pierwszym członie aparatury, traktowanym często jako przedwzmacniacz wynoszą około 60 dB.

Jednym z rozwiązań układowych jest zastosowanie jako stopnia wejściowego — wzmacniacza tranzystorowego w układzie ze wspólną bazą, którego niska impedancja wejściowa uzupełniania jest zewnętrznym rezystorem szeregowym do wartości wymaganej dla dopasowania kabla przesyłowego. Innym stosowanym rozwiązaniem jest szerokopasmowy tranzystorowy wzmacniacz operacyjny, składający się z kilku stopni wzmacniających objętych pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego. Szeregowy rezystor prowadzący sygnał do punktu sumowania wzmacniacza operacyjnego pełni rolę impedancji dopasowującej kabel.

Rozwiązanie pierwsze przy całej swej prostocie, będącej główną zaletą, nie jest zadowalające w większości zastosowań, ponieważ nie zapewnia wymaganej dużej stałości wzmacnienia. Również jakość dopasowania długiego kabla w funkcji częstotliwości jest niedostateczna, ponieważ impedancja wejściowa emitera stanowiąca znaczną część impedancji dopasowującej kabel nie jest stała w szerokim paśmie częstotliwości.

Rozwiązania stosujące wzmacniacz operacyjny zapewniają wymaganą stałość wzmacnienia, jed-

nakże stosowanie ich wiąże się z niedogodnościami realizacji wielostopniowego układu objętego ujemnym sprzężeniem zwrotnym w warunkach gdy impedancje dołączone do wejścia nie są ustalone, co występuje przy różnych długościach kabla wejściowego, który na końcu od strony detektora jest niedopasowany. Występują również trudności w skutecznym ekranowaniu przed wpływem zewnętrznych zakłóceń mało zwartego geometrycznie układu. Wobec niskich poziomów wzmacnianych sygnałów oraz obecności i pracy licznych urządzeń elektrycznych, których jednoczesna praca w przypadku stosowania omawianych układów np. dla pomiarów w reaktorze jądrowym jest nie do uniknięcia, eliminacja wpływu zewnętrznych zakłóceń elektrycznych ma zasadnicze znaczenie.

Znane są układy stosujące na wejściu mikrominiaturowe wzmacniacze scalone, lecz mają one ograniczone zastosowanie do detektorów o dużych wartościach prądu w impulsie i dlatego nie nadają się np. dla komór rozszczepieniowych. Wynika to stąd, że współczesne wzmacniacze scalone wykonane są technologią plenarną i jako takie odznaczają się zbyt dużą wartością szumów w odniesieniu do wejścia w rozpatrywanych zakresie częstotliwości.

Celem wynalazku jest opracowanie takiego układu wzmacniającego impuls prądu z detektora promieniowania jądrowego, w szczególności komory rozszczepieniowej, który nie miałby podanych wyżej ograniczeń i niedogodności.

Cel ten został osiągnięty przez opracowanie układu wzmacniacza prądu składającego się z dwu członów wzmacniających wykonanych w technice półprzewodnikowej z zastosowaniem silnego ujemnego sprzężenia zwrotnego w każdym z członów, charakteryzujący się tym, że sygnał wejściowy z detektora podawany jest na pierwszy tranzystor dyfuzyjny połączony w układzie ze wspólną bazą, do kolektora którego dołączona jest baza drugiego tranzystora, którego obciążeniem jest baza trzeciego tranzystora oraz dwa szeregowo połączone oporniki przy czym pomiędzy emiter trzeciego tranzystora, a punkt połączenia oporników włączony jest kondensator sprzężenia dodatniego, zaś sygnał z wyjścia pierwszego członu podawany jest na nieodwracające fazy wejście scalonego wzmacniacza operacyjnego stanowiącego drugi człon wzmacniający.

Zastosowanie sprzężenia ujemnego obejmującego pierwszy człon wzmacniający, daje dużą wartość współczynnika oddziaływania zwrotnego w wyniku czego uzyskuje się niską wartość impedancji widzianej w punkcie połączenia rezystorów sprzężenia zwrotnego z emitern tranzystora wejściowego, co umożliwia precyzyjne dopasowanie kabla w szerokim zakresie częstotliwości drogą dobrania rezystora szeregowego na wartość impedancji charakterystycznej kabla.

Zastosowanie na wejściu tranzystora dyfuzyjnego w układzie ze wspólną bazą umożliwia osiągnięcie małej wartości sygnału szumów własnych układu. W drugim członie wzmacniacza wykorzystano scalony szerokopasmowy wzmacniacz operacyjny o dwu wejściach, którego nieodwracające fazy wejście dołączone jest do wyjścia pierwszego członu,

a do wejścia odwracającego fazę dołączono obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego, całkowicie określający wielkość wzmocnienia napięciowego drugiego członu, przy czym wzmocnienie to stanowi przeważającą część całego wzmocnienia układu omawianego.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na schemacie ideowym, na którym w obszarze ograniczonym linią przerywaną pokazano układ wzmacniacza impulsów prądu z komory rozszczepieniowej. Komora rozszczepieniowa oraz kabel przemysłowy pokazane są w lewej części rysunku.

Sygnał wejściowy doprowadzony jest przez oddzielający napięcie zasilania komory kondensator **C1** i rezystor **R1** o wartości równej impedancji charakterystycznej kabla przesyłowego do emitera tranzystora **T1**, którego baza zwarta jest do potencjału zerowego układu. Rezystor **R2** załączony do emitera tranzystora **T1** doprowadza sygnał ujemnego sprzężenia zwrotnego, rezystor **R3** służy do ustalenia punktu pracy tranzystora **T1**.

Kolektor tranzystora **T1** połączony jest z bazą tranzystora **T2**, którego emiter jest zwarty dla składowej zmiennej do masy kondensatorem **C2**. Do kolektora tranzystora **T2** dołączone jest dzielone obciążenie w postaci dwu szeregowo połączonych rezystorów **R4** i **R5** oraz baza tranzystora **T3** pracującego w układzie wtórnika emiterowego. Emiter tranzystora **T3** połączony jest kondensatorem **C3** z punktem połączenia rezystorów **R4** i **R5** realizując sprzężenie typu bootstrap dla zapewnienia, iż wzmocnienie napięciowe tranzystora **T2** ograniczone jest głównie przez impedancję wyjściową kolektora tranzystora **T2**.

Do emitera tranzystora **T3** dołączona jest baza tranzystora **T4** stanowiącego następny wtórnik. Tranzystory **T1**, **T2**, **T3**, **T4** wraz ze współpracującymi elementami stanowią pierwszy człon wzmacniacza impulsów prądu realizujący wzmocnienie napięciowe 10 mierzone od wejścia z kabla przesyłowego na rezystor dopasowujący **R1** do wyjścia z emitera **T4'**, określający niski poziom szumów.

Niska impedancja widziana w punkcie połączenia **R1**, **R2**, **R3** i emitera tranzystora **T1** jest pomijalna z punktu widzenia dopasowania kabla. Emiter tranzystora **T4** stanowiący wyjście pierwszego członu wzmacniającego połączony jest za pomocą kondensatora **C4** z wejściem nieodwracającym fazę scalonego wzmacniacza operacyjnego **W**. Do wejścia odwracającego fazę wzmacniacza **W** dołączony jest określający wzmocnienie obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego składający się z rezystora **R6**, którego drugi koniec załączony jest do potencjału zerowego oraz opornika **R7**, którego drugi koniec załączony jest na wyjście wzmacniacza.

Układ wykonany według podanych wyżej zasad umożliwia osiągnięcie niskiego poziomu szumów odniesionych do wejścia, dobrej stałości wzmocnienia, precyzyjnego dopasowania kabla przesyłowego w szerokim paśmie częstotliwości, a zwarta konstrukcja związana z użyciem układu scalonego umożliwia eliminację wpływu zakłóceń zewnętrznych drogą skutecznego ekranowania i filtrowania napięć zasilających.

Rozdzielenie funkcji sterowania i sprzężenia zwrotnego między dwa wejścia układu scalonego umożliwiło osiągnięcie stabilnej pracy układu w rozpatrywanym paśmie częstotliwości w różnych warunkachysterowania wejścia.

Zastrzeżenie patentowe

Wzmacniacz impulsów prądu zwłaszcza z impulsowego detektora promieniowania jądrowego, składający się z dwu członów wzmacniających wykonanych w technice półprzewodnikowej z zastosowaniem silnego ujemnego sprzężenia zwrotnego

w każdym z członów **znamienny tym**, że sygnał wejściowy z detektora podawany jest na pierwszy tranzystor dyfuzyjny (T1) połączony w układzie ze wspólną bazą, do kolektora którego dołączona jest baza drugiego tranzystora (T2), którego obciążeniem jest baza trzeciego tranzystora (T3) oraz dwa szeregowo połączone oporniki (R4) i (R5), przy czym pomiędzy emiter trzeciego tranzystora (T3), a punkt połączenia oporników włączony jest kondensator sprzężenia dodatniego (C3), zaś sygnał z wyjścia pierwszego członu podawany jest na nieodwracające fazy wejście scalonego wzmacniacza operacyjnego (W) stanowiącego drugi człon wzmacniający.

