



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 13. 08. 76 (P. 191 795)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 27. 02. 78

Opis patentowy opublikowano: 15. 01. 1981

Int. Cl.² H04H 7/00
H03K 17/16

CZYTELNIKA

Urząd Patentowy
P. R. L.

Twórca wynalazku: Miklós Magyar, József Danilovics, Barnabás Kiss

Uprawniony z patentu: Elektroakusztikai Gyár, Budapeszt (Węgry)

**Elektroniczny układ łączeniowy sterowany cyfrowo, zwłaszcza do
przełączania torów fonicznych, stosowany w technice studyjnej**

1

Przedmiotem wynalazku jest elektroniczny układ łączeniowy sterowany cyfrowo, zwłaszcza do przełączania torów fonicznych, stosowany w technice studyjnej.

W technice studyjnej zwykle zachodzi potrzeba realizacji połączenia pomiędzy określonym źródłem, wybranym z wielkiej liczby źródeł sygnałów i określonym użytkownikiem, wybranym z wielkiej liczby użytkowników, wykorzystującym sygnały z tego źródła — w zależności od potrzeb, wynikających z przebiegu audycji danego programu radiofonicznego.

W stosunku do układów łączeniowych, zwanych macierzami fonicznymi lub inaczej krosownicami realizujących wyżej wspomniane połączenia, stawiane są coraz wyższe wymagania, ponieważ systemy foniczne stają się coraz bardziej rozbudowane i złożone.

Dotychczas przełączeń tych dokonywano ręcznie na pulpitych sterowniczych. Obsługa pulpitów sterowniczych, przeznaczonych do tego celu, jest jednakże — również i w przypadku, gdy liczba źródeł sygnałów i liczba użytkowników jest niewielka — bardzo uciążliwa ze względu na konstrukcję pulpitu i jego skomplikowane okablowanie. Użytkownik mógł wybrać źródło sygnału ze swego obszaru manipulacji (rozdzielczej tablicy studyjnej) dopiero po wykonaniu ręcznej operacji sterowania, lub po włączeniu oddzielnego elementu sterującego. Na skutek tego powstawało wiele trudności, gdy za-

2

chodziła konieczność zmiany treści programu w ciągu krótkiego okresu czasu.

Zarówno w radiofonii jak i w przypadku emitowania programów telewizyjnych, stawało się coraz bardziej niezbędnym zaprojektowanie szybko działających, charakteryzujących się dużą niezawodnością, zdalnie sterowanych układów macierzowych. Tak więc zostały opracowane różnorodne układy łączeniowe, zawierające elementy, uruchamiane magnetycznie (przełączniki elektromagnetyczne). Ponieważ te układy elektryczne mogą być zdalnie sterowanymi, ich obsługa jest na skutek tego łatwiejsza. Jednocześnie jednak wynikły trudności eksploatacyjne, będące rezultatem błędnych zadziałań styków przełączników.

W celu podwyższenia niezawodności działania tych urządzeń, stosuje się ostatnio przełączniki o zwiększonej niezawodności pracy. Pomimo tego najnowocześniejsze macierzowe układy łączeniowe zawierające magnetyczne elementy przełączające, odznaczają się wieloma niedogodnościami. Ich niezawodność jest ograniczona, z jednej strony, na skutek występowania w nich ruchomych mechanicznych elementów składowych, z drugiej zaś strony są one podatne na pola i zakłócenia magnetyczne wywołujące, jeżeli nie są stosowane zabezpieczające elementy dodatkowe, usterki w pracy układów. Przy tym ich pobór energii elektrycznej jest duży, a poza tym nie mogą one zostać bez-

pośrednio zastosowane w układach sterowania cyfrowego.

Jeżeli uwzględnić fakt, że po to, aby zapewnić możliwość sterowania cyfrowego, niezbędnym jest wbudowanie dodatkowych elementów przełączających, wówczas okazuje się, że tak zaprojektowane układy łączeniowe, względnie na ich podstawie opracowane macierzowe układy łączeniowe, są bardzo drogie.

Ostatnio starania idą w kierunku zastosowania macierzowych układów łączeniowych, zbudowanych przy wykorzystywaniu jedynie elektronicznych elementów półprzewodnikowych. W ten sposób opracowane układy łączeniowe odznaczają się jednak innymi niedogodnościami. Najistotniejsza z nich polega na tym, że znaczna część sygnału sterującego elementem półprzewodnikowym przechodzi na załączaną linię i miesza się z sygnałem użytecznym wybranego źródła sygnału.

Zjawisko to występuje po stronie użytkownika jako pasożytniczy sygnał zakłócający, a na odcinkach toru o częstotliwości akustycznej przejawia się on jako trzask. Dalsze niedogodności znanych konstrukcji polegają na tym, że przełączany poziom sygnału — przy zniekształceniach, będących do pominięcia — nie przekracza 10—20 dB, co prowadzi do pogorszenia stosunku sygnału do szumu, przy czym tłumienność przełączania tych układów (60—70 dB) nie zawsze jest wystarczająca.

Przytoczone wyżej uwagi dotyczą również znanych dotychczas układów łączeniowych, produkowanych przez firmy Siemens, Telefunken, Richmond Hill Labor, Elektroakustische Werke itd.

Wymagania, stawiane współczesnemu układowi łączeniowemu, stosowanemu w technice studyjnej, związanej z przełączeniami (komutacją) sygnałów fonicznych, można ująć w sposób następujący:

- układ łączeniowy nie powinien zawierać żadnych ruchomych magnetycznych elementów przełączających, w jego skład muszą wchodzić jedynie elementy elektroniczne;
- załączaniu i wyłączaniu nie powinno towarzyszyć wytworzenie jakiegokolwiek sygnału zakłócającego, a w torze fonicznym nie powinien być słyszalny jakikolwiek trzask;
- przełączany sygnał powinien mieć poziom rzędu +6, +12 dBm;
- układ nie powinien wywierać na przechodzący przez niego sygnał żadnych oddziaływań zniekształcających;
- szумы wytwarzane przez układ przełączający nie powinny pogarszać stosunku sygnał/szum w załączanej linii;
- elementy przełączające powinny być sterowane bezpośrednio za pomocą znormalizowanego sygnału cyfrowego;
- elementy przełączające nie powinny pobierać dużej energii elektrycznej;
- układ powinien być tańszy od układu łączeniowego o takim samym przeznaczeniu, lecz zawierającego elementy elektromagnetyczne z zestykami ruchomymi.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie niedogodności właściwych znanym rozwiązaniom konstrukcyjnym. Natomiast zadaniem wynalazku jest za-

projektowanie układu łączeniowego, spełniającego postawione wyżej wymagania, umożliwiającego wytwarzanie łącznic fonicznych, przewyższających walorami użytkowymi, eksploatacyjnymi i technologicznymi znane dotychczas rozwiązania konstrukcyjne.

Zadanie zostało zrealizowane w wyniku zaprojektowania elektronicznego układu łączeniowego sterowanego cyfrowo, zawierającego aktywne elementy przełączające oraz wzmacniacz operacyjny. Według wynalazku układ zawiera, załączoną w gałęzi poprzecznej symetrycznego czwórnika bloku przełączającego o symetrycznym wejściu, stanowiącym wejście układu łączeniowego, i symetrycznym wyjściu, co najmniej jedną parę elementów aktywnych, korzystnie przełączających elementów półprzewodnikowych, komparator, sterujący przełączającymi elementami półprzewodnikowymi, którego wyjście jest połączone z elektrodami sterującymi elementami przełączających, oraz wzmacniacz różnicowy o symetrycznym wejściu, dołączonym do wyjścia bloku przełączającego, i niesymetrycznym wyjściu, stanowiącym wyjście układu łączeniowego. Między symetrycznym wyjściem bloku przełączającego a symetrycznym wejściem wzmacniacza różnicowego załączony jest separator o symetrycznym wejściu i symetrycznym wyjściu. Dołączony do bloku przełączającego komparator ma dwa wejścia, do których doprowadzane są sygnały sterujące, oraz trzecie wejście, do którego doprowadzane jest napięcie odniesienia, określające moment zadziałania komparatora.

Rozwiązanie według wynalazku jest bliżej objaśnione w przykładzie realizacji na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu według wynalazku, a fig. 2 — schemat ideowy jednego z przykładów możliwej realizacji wynalazku.

Blok I obwodu przełączającego o symetrycznym wejściu A, B i wejściu sterującym K zawiera aktywne elementy półprzewodnikowe I, realizujące przełączenie programowego sygnału wejściowego, doprowadzanego ze źródła sygnału programowego o symetrycznym wyjściu do wejścia A, B układu łączeniowego. Obwód przełączający jest zrealizowany w układzie, czwórnika typu podwójnego T. Aktywne półprzewodnikowe elementy I przełączające załączone w poprzecznej gałęzi czwórnika zapewniają przejście sygnału programowego na wyjście układu wówczas, gdy sygnał sterujący doprowadzony do wejścia sterującego K bloku I podtrzymuje te elementy w stanie zatkania. Natomiast sygnał wejściowy doprowadzany do wejścia A, B jest wytłumiany w bloku I wówczas, gdy sygnał sterujący doprowadzony do wejścia K utrzymuje przełączające elementy półprzewodnikowe w stanie przewodzenia.

Sygnał sterujący, doprowadzany do wejścia sterującego K bloku przełączającego I, podawany jest na elektrody sterujące półprzewodnikowych elementów przełączających w jednakowej fazie. Na skutek tego wytworzony w momencie przełączenia sygnał zakłócający, który w innych znanych dotychczas układach przejawiał się po stronie odbiorcy sygnału w postaci słyszalnego trzasku, pojawia

się na dwóch końcówkach wyjściowych bloku I w postaci składowych jednakowych co do poziomu i fazy.

Symetryczne wyjście bloku przełączającego I jest podłączone do symetrycznego wejścia bloku II separatora. Symetryczne wyjście separatora II jest podłączone do symetrycznego wejścia bloku III wzmacniacza różnicowego o niesymetrycznym wyjściu C.

Gdy blok I ustawiony jest sygnałem sterującym w stan załączenia, sygnał programowy doprowadzany do zacisków wejściowych A, B łącznicy przechodzi na wejście bloku III wzmacniacza różnicowego, a następnie — do wyjścia C z przeznaczeniem dla odbiorcy.

Składowe zakłócające, nałożone na sygnał użyteczny, powstające w momencie przełączenia, za pomocą sygnału sterującego, obwodu przełączającego bloku I ze stanu przewodzenia elementów przełączających w stan nieprzewodzenia, są doprowadzane do końcówek wejściowych bloku III wzmacniacza różnicowego w jednakowej fazie. Te składowe zakłócające są wytłumiane przez wzmacniacz różnicowy, przy czym skuteczność wytłumiania tych składowych zależy od faktycznej różnicy faz dwóch składowych sygnału doprowadzanych do dwóch końcówek wejściowych wzmacniacza różnicowego, co, z kolei, zależy od tego, na ile możliwym jest praktyczne zapewnienie symetrii obwodów, w których następuje przetwarzanie tych składowych.

Separator II odgrywa podwójną rolę. Z jednej strony zapewnia dopasowanie impedancji dla składowych szumowych. Z drugiej zaś strony zapewnia on to, że niezależnie od stanu załączenia lub wyłączenia bloku przełączającego I wzmacnienie wzmacniacza różnicowego pozostaje takie same. Separator II zawiera dwa symetrycznie załączone identyczne wzmacniacze o dużej impedancji wejściowej i wzmocnieniu równym jedności. Nie wprowadzają one przesunięć fazowych składowych przesyłanego sygnału. W bloku separatora II mogą być wykorzystane dobrze znane wtórники emiterowe.

Do wejścia K bloku przełączającego I dołączony jest blok IV komparatora. Blok IV komparatora ma dwa wejścia D, E, do których są doprowadzane sygnały sterujące. Sygnały sterujące, doprowadzane do bloku IV komparatora mogą być sygnałami logicznymi. Do trzeciego wejścia komparatora IV łączem F doprowadzane jest napięcie odniesienia U_R , ustalające próg zadziałania komparatora. Komparator IV może być zrealizowany w dowolnym układzie logicznym, na przykład, z zastosowaniem tranzystorowo-tranzystorowych elementów logicznych lub elementów logicznych o wysokim poziomie sygnałów. Dzięki temu może być zapewniona możliwość uzyskania, poprzez wybór wartości napięcia odniesienia U_R , odpowiednich sygnałówysterowujących obwód przełączający bloku przełączającego I, doprowadzanych do wejścia K bloku I, a następnie do elektrod sterujących elementów przełączających I, zapewniających ustawienie tych elementów w stan przewodzenia, gdy zachodzi potrzeba odłączenia określonego źródła

sygnału programowego od określonego odbiorcy, i w stan zatkania, gdy zachodzi potrzeba przekazania sygnału programowego z tego źródła do danego odbiorcy.

Sygnał sterujący doprowadzany z wejścia K do elektrod sterujących półprzewodnikowych elementów przełączających I, powodujący ustawienie bloku przełączającego I w stan załączenia, umożliwia przenoszenie sygnału programowego o poziomie $+6$, $+12$ dB z wejścia A, B do wyjścia C układu łączeniowego.

Dzięki zastosowaniu układu łączeniowego według wynalazku, którego poszczególne bloki mają budowę symetryczną, są wytłumiane powstające w układzie składowe zakłócające, co polepsza parametry eksploatacyjne urządzenia, w którego skład wchodzi takie układy łączeniowe, a poza tym eliminuje się możliwość powstawania zniekształceń wtórnych, właściwych większości obwodów przełączających, opartych na zastosowaniu elementów półprzewodnikowych. Tak więc dzięki zastosowaniu rozwiązania według wynalazku uzyskuje się to, że zmierzony na wyjściu poziom składowej zakłócającej, wywołanej oddziaływaniem sygnału sterującego na obwody przełączające, wynosi od -70 dB do -80 dB, co w przypadku przesyłania sygnału użytecznego o poziomie $+12$ dB nie pogarsza jakości zestawionego połączenia.

Korzystnym jest zastosować w bloku przełączającym I drugą parę aktywnych przełączających elementów półprzewodnikowych I, załączonych w gałęzi boczniującej czwórnik, zrealizowany w układzie podwójnego T. W przypadku zastosowania jednej pary aktywnych elementów półprzewodnikowych, na przykład tranzystorów krzemowych, tłumienie składowych zakłócających, wywołanych oddziaływaniem sygnałów sterujących, wynosi od 70 dB do 80 dB.

W przypadku zastosowania dwóch par elementów przełączających, załączonych tak, jak to zostało pokazane na fig. 2, zapewnia się znacznie większe wytłumienie tych składowych zakłócających, wystarczające na to, aby takie układy były uznane za nadające się do zastosowania w przełącznicach torów fonicznych w rozgłośniach radiowych i telewizyjnych. Minimalny poziom składowych szumowych, mierzony w wartościach skutecznych napięcia, na wyjściu układu łączeniowego z dwoma parami elementów przełączających wynosi co najwyżej -100 dB w przypadku ustawienia bloku przełączającego I w stan wyłączenia, i co najwyżej -96 dB — przy ustawieniu tego bloku w stan załączenia. Tak więc w odniesieniu do stosowanych w technice studyjnej poziomów sygnałów użytecznych, przesyłanych torami fonicznymi, również w przypadku zastosowania układu według wynalazku w łącznicach wielowyjściowych i wielowejściowych, na przykład 100×100 , można zapewnić na odcinku łącza źródło sygnału — tłumik korzystny stosunek sygnał/szum, wynoszący co najmniej 90 dB. Przy tym przy konstruowaniu i wytwarzaniu łącznic nie ma potrzeby zastosowania specjalnych dobranych przełączających elementów półprzewodnikowych, odznaczających się korzystnymi parametrami szumowymi. Nie jest również warun-

kiem koniecznym zastosowanie układów scalonych. Ta właściwość układu według wynalazku i prostość jego budowy czynią to, że łącznice fonicznych torów, stosowane w technice studyjnej, zbudowane z wykorzystaniem tych układów przełączających, odznaczają się lepszymi parametrami technicznymi i lepszymi walorami eksploatacyjnymi, niż łącznice zbudowane na elektromagnetycznych elementach przełączających.

Układ według wynalazku, zrealizowany według schematu przedstawionego na fig. 2, wymaga, aby zapewniona była maksymalna symetria układu.

Przy konstruowaniu łącznic torów fonicznych, opartych na zastosowaniu układów łączeniowych według wynalazku, należy przewidzieć między poszczególnymi obwodami elektrycznymi ekrany, zmniejszające pasożytnicze rozproszenie pojemnościowe, którego istnienie powoduje zmniejszenie praktycznie możliwego do uzyskania tłumienia składowych zakłócających, w szczególności w zakresie wyższych częstotliwości przenoszonych pasma. Czas zadziałania układu według wynalazku jest bardzo mały — rzędu kilku mikrosekund, a pobierany przez niego prąd jest rzędu kilku miliamperów.

Układ według wynalazku nadaje się do zastosowania w dowolnych systemach zdalnego sterowania, w tym również w systemach sterowania, opartych na wykorzystaniu maszyn cyfrowych.

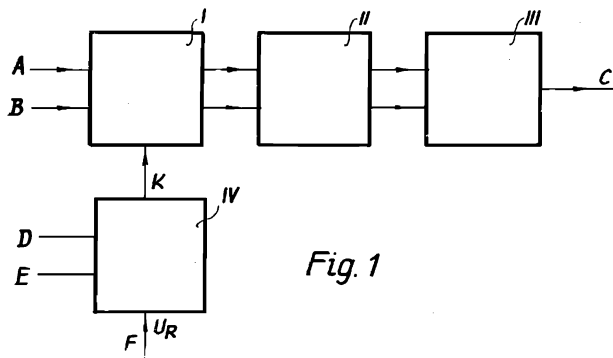


Fig. 1

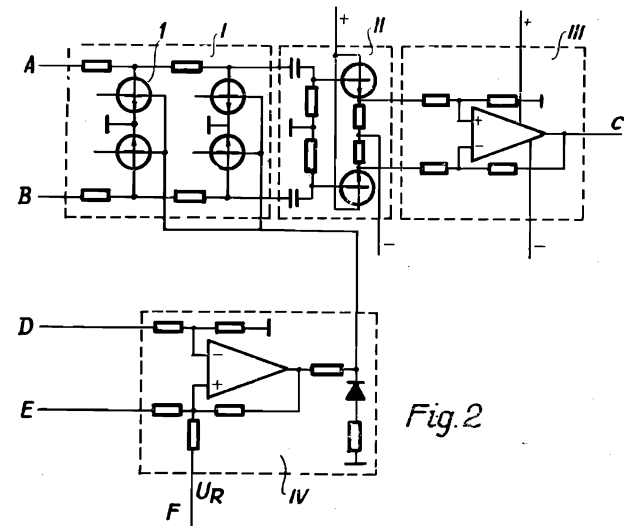


Fig. 2

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektroniczny układ łączeniowy sterowany cyfrowo, zwłaszcza do przełączania torów fonicznych, stosowany w technice studyjnej, zawierający aktywne elementy przełączające oraz wzmacniacz operacyjny, **znamienny tym**, że zawiera załączoną w gałęzi poprzecznej symetrycznego czwórnik bloku przełączającego (I) o symetrycznym wejściu (A, B), stanowiącym wejście układu łączeniowego, i symetrycznym wyjściu co najmniej jedną parę elementów aktywnych, korzystnie przełączających elementów półprzewodnikowych (I), komparator (IV), sterujący synfazowo przełączającymi elementami półprzewodnikowymi (I), którego wyjście jest połączone z elektrodami sterującymi elementów przełączających (I), oraz wzmacniacz różnicowy (III) o symetrycznym wejściu dołączonym do wyjścia bloku przełączającego (I) i niesymetrycznym wyjściu (C) stanowiącym wyjście układu łączeniowego.

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dołączony do bloku przełączającego (I) komparator (IV) ma dwa wejścia (D, E), do których doprowadzane są sygnały sterujące, oraz trzecie wejście (F), do którego doprowadzane jest napięcie odniesienia (U_R) określające moment zadziałania komparatora (IV).

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że między symetrycznym wyjściem bloku przełączającego (I), a symetrycznym wejściem wzmacniacza różnicowego (III) załączony jest separator (II) o symetrycznym wejściu i symetrycznym wyjściu.