

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 103540

Patent dodatkowy

do patentu _____

Zgłoszono: 08.04.77 (P. 197299)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 13.02.78

Opis patentowy opublikowane: 30.11.1979

Int. Cl.² H04R 25/00
G09B 21/00

Twórca wynalazku: Leszek Winnicki

Uprawniony z patentu : Zakłady Elektromechaniczne „RIDAN” Ryszard Przanowski,
Warszawa (Polska)

Aparat do rehabilitacji słuchu, zwłaszcza do rehabilitacji słuchu i uczenia wymowy u dzieci

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest aparat do rehabilitacji słuchu, zwłaszcza do rehabilitacji słuchu i uczenia wymowy u dzieci. Aparat według wynalazku znajduje szczególnie korzystne zastosowanie w szkołach specjalnych dla dzieci z zaburzeniami słuchu i mowy, w ośrodkach rehabilitacji słuchu, jak też w rehabilitacji indywidualnej słuchu i mowy. Aparat stanowi istotną część protezy słuchowej.

Rehabilitacja językowa dzieci z głęboko uszkodzonym słuchem w oparciu o maksymalne wykorzystanie resztek słuchowych, stosowana jest głównie z pomocą techniki elektronicznej, to przez korzystnie z różnego rodzaju wzmacniaczy akustycznych. Postępowanie rehabilitacyjne polega najczęściej na zaopatrzeniu dziecka w protezę słuchową i wykorzystaniu jej do ćwiczeń różnicowania słuchowego dźwięków mowy oraz korekcji wymowy. Wczesne rozpoczynanie treningu słuchowego oraz maksymalne wyzyskiwanie nawet uszkodzonego słuchu w procesie językowego rozwijania dziecka ma ogromny wpływ na ogólny rozwój jego osobowości.

Stan techniki. Znane dotychczas aparaty słuchowe spełniają jedynie rolę protezy słuchowej, umożliwiając odbiór zewnętrznych sygnałów dźwiękowych wzmocnionych do poziomu kompensującego ubytek słuchu. Znane aparaty słuchowe stanowią najczęściej typowy monofoniczny kanał elektroakustyczny wzmacniający tony niskie, średnie i wysokie. Aparaty takie składają się więc z mikrofonu, wzmacniacza sygnałów o częstotliwości akustycznej i słuchawki sprzężonej akustycznie z uchem pacjenta. Bywają również wyposażone dodatkowo w cewkę indukcyjną łączoną z wejściem wzmacniacza w miejsce mikrofonu, dla umożliwienia rozmów telefonicznych.

Znane są również aparaty słuchowe stereofoniczne budowane na znanych zasadach działania urządzeń stereofonicznych. Składają się one z dwóch jednakowych, lecz niezależnych torów akustycznych, stanowiących kanał lewy i kanał prawy. Każdy z kanałów ma oddzielne wzmacniacze do wejść których są podłączone oddzielne mikrofony, zaś do wyjść wzmacniaczy są podłączone oddzielne dla każdego ucha słuchawki. Znane aparaty stereofoniczne dają możliwość odsłuchu alternatywnie, albo stereofonicznego lub monofonicznego. W przypadku odsłuchu monofonicznego do obu wejść wzmacniaczy przykładany jest jednakowy co do wielkości sygnał monofoniczny.

Jak wspomniano, znane aparaty słuchowe mono- bądź stereofoniczne spełniają rolę jedynie protezy słuchowej wzmacniającej dźwięki do odpowiedniego poziomu. Ich stosowanie ograniczone jest jednak tylko do tych pacjentów, którzy posiadli znajomość mowy przed znaczną utratą słuchu, lub też ubytek słuchu u nich nie jest na tyle duży, iż umożliwiał naukę mowy i wymowy. Zagadnienie to nabiera innego znaczenia w przypadku dzieci o dużym ubytku słuchu, które w normalnych warunkach wychowywania nie mogły nauczyć się mowy, lub też mowa ich odbiega znacznie od poziomu zrozumiałości. Dla tych, wcale nierzadkich przypadków, konieczne jest stosowanie długotrwałego procesu rehabilitacyjnego połączonego z nauką wymowy, niejednokrotnie od nauki wymawiania i określania podstawowych dźwięków poczynając. Dochodzi to tego również nauczanie określania dźwięków w przestrzeni. Rzeczą jest oczywistą, iż obok demonstrowania różnych zjawisk dźwiękowych nauczyciel musi mieć ponadto kontakt słuchowy z uczniem dla wyjaśnienia demonstrowanych zjawisk i że winno być możliwe rozróżnianie kontaktu słuchowego z nauczycielem od przedmiotu nauczania. Znane aparaty słuchowe stereofoniczne przez swą alternatywność odsłuchu, albo mono-, albo stereofonicznego nie umożliwiają spełnienia tych założeń dydaktycznych.

Celem wynalazku w tej części zagadnienia jest więc aparat słuchowy nadający się do celów nauki wymowy i rozróżniania dźwięków, spełniający wymogi tej specyficznej dydaktyki.

Następny problem dotyczący aparatów słuchowych wynika z faktu, że każdy aparat wytwarza na wyjściu szum, który obniża jakość wzmacnianego sygnału użytecznego. Prowadzi to do konieczności zwiększenia wzmocnienia wzmacniacza dla uzyskania odbioru sygnału użytecznego na właściwym poziomie. Poziom wzmocnienia nie może być jednak dowolnie zwiększany, bowiem powoduje to przesterowanie aparatu i silne zniekształcenia sygnału użytecznego. Efekt przesterowania występuje zresztą również przy odbiorze sygnałów pochodzących od źródeł dźwięku znajdujących się w różnej odległości od mikrofonu aparatu, gdyż w takim przypadku występują duże wahania poziomu sygnału użytecznego. Stąd wzmacniacze aparatów słuchowych zaopatrywane są dodatkowo w układy kształtowania dynamiki sygnału użytecznego. Kształtowanie dynamiki sygnału małej częstotliwości może odbywać się dwoma metodami, przez ograniczenie lub przez kompresję. W praktyce, w aparatach słuchowych stosuje się układy kompresji dynamiki.

Znany jest układ wzmacniacza małej częstotliwości zaopatrzonego w kompresor dynamiki zbudowany na tranzystorze typu p-n-p. Pierwszy stopień wzmacniacza pracujący w układzie OE sterowany jest sygnałem z mikrofonu, podawanym na bazę tranzystora. Ostatni stopień wzmacniacza jest także wzmacniaczem w układzie OE, lecz z obciążeniem transformatorowym. Jedno wtórne uzwojenie transformatora stanowi wyjście wzmacniacza, zaś drugie uzwojenie jest dołączone do prostownika z diodą i do układu stałej czasowej, złożonego z regulowanego rezystora i równolegle do niego włączonego kondensatora. Suwak regulowanego rezystora jest połączony z bazą tranzystora p-n-p, którego kolektor jest z kolei połączony z bazą tranzystora także typu p-n-p stanowiącego pierwszy stopień wzmacniacza. Wartość napięcia stałego na kondensatorze układu stałej czasowej zależy od wartości napięcia z mikrofonu. Tym stałym napięciem steruje się bazę tranzystora układu kompresora dynamiki. Tranzystor ten, w zależności od wartości napięcia przyłożonego na bazę, większą lub mniejszą rezystancją zwiera wejście wzmacniacza. Wielkość kompresji zależy od rezystancji rezystora układu stałej czasowej.

Znany jest także kompresor dynamiki zbudowany na dwóch tranzystorach unipolarnych. Pierwszy z tych tranzystorów, wraz z rezystorem włączonym w dren, tworzy na wejściu wzmacniacza układ dzielnika napięcia o zmiennym współczynniku podziału, proporcjonalnym do wartości dodatniego napięcia stałego występującego na diodzie włączonej szeregowo między wejście wzmacniacza a bramkę pierwszego tranzystora unipolarnego. Wzmacniacz w swojej pętli sprzężenia zwrotnego zawiera drugi tranzystor unipolarny, który również pracuje jako rezystor regulowany, proporcjonalnie do wartości ujemnego napięcia stałego występującego na diodzie włączonej także między wyjście wzmacniacza a dren tego tranzystora. W miarę zwiększania się napięcia na wejściu układu kompresora wzrastają proporcjonalnie napięcia stałe na wyjściach detektorów diodowych. Powoduje to, że jednocześnie maleje opór pierwszego tranzystora unipolarnego i w tym samym stopniu wzrasta opór drugiego tranzystora unipolarnego. W efekcie powoduje to zwiększenie tłumienia sygnału przez dzielnik wejściowy oraz zmniejszenie wzmocnienia wzmacniacza w takim stopniu, że napięcie sygnału wyjściowego utrzymywane jest w zasadzie na stałym poziomie. Układ opisanego kompresora odznacza się tym, że źródła tranzystorów unipolarnych są razem dołączone do dzielnika oporowego, przyłączonego do źródła napięcia zasilającego wzmacniacz. W ten sposób oba tranzystory unipolarne mają tę samą wartość napięcia polaryzującego elektrody bramek, w odniesieniu do elektrod źródeł.

Istota wynalazku. Aparat do rehabilitacji słuchu, składa się z dwóch jednakowych torów akustycznych, stanowiących kanał lewy i kanał prawy akustycznego układu stereofonicznego. Każdy z kanałów zawiera wzmacniacz wstępny i wzmacniacz mocy obciążony słuchawką, a oba te wzmacniacze są objęte pętlą sprzężenia zwrotnego, w której do pętli znajduje się kompresor dynamiki.

Istotą wynalazku jest to, że wstępnymi wzmacniaczami, każdego z torów akustycznych są wzmacniacze miksujące, z których każdy składa się z tranzystora w układzie OB, do którego emitera jest dołączony mikrofon, zaś do kolektora są dołączone wejścia źródeł zewnętrznych oraz jest dołączona baza następnego tranzystora w układzie OC. Emiter tego tranzystora jest połączony z bazą pierwszego tranzystora poprzez rezystor, a ponadto do bazy pierwszego tranzystora jest dołączony kompresor dynamiki. Kompresor dynamiki według wynalazku składa się z tranzystora unipolarnego, którego dren jest dołączony do bazy pierwszego tranzystora wzmacniacza miksującego, zaś źródło jest połączone z masą układu oraz z układu stałej czasowej i podwajacza napięcia dołączonych do bramki tranzystora unipolarnego. Według wynalazku każdy tor aparatu ma wymienny korektor częstotliwości włączony między wyjście wzmacniacza miksującego a wejście wzmacniacza mocy. Aparat według wynalazku ma ponadto wspólne dla obu torów akustycznych wejście monofoniczne dołączone do węzła dzielnika napięciowego włączonego między wejścia stereofoniczne każdego z torów akustycznych. Równolegle do wejścia monofonicznego jest dołączone poprzez rezystor wyjście zapisu. Wejście monofoniczne stanowi przy tym gniazdo zwierne. Rezystor układu stałej czasowej kompresora dynamiki jest dołączony do potencjału dodatniego.

Korzystne skutki wynalazku. Aparat według wynalazku umożliwia jednoczesny odbiór sygnałów stereofonicznych na tle sygnału monofonicznego, a więc umożliwia orientację przestrzenną własnego głosu, bądź dźwięków otaczających na monofonicznym tle doprowadzonego przewodowo głosu nauczyciela, wskazującego narracyjnie na określone dźwięki, lub dźwięki te objaśniającego. Podłączenie według wynalazku wejścia monofonicznego między kanały stereofoniczne daje możliwość uzyskania tła monofonicznego przy nieznacznym, o 5 do 6 dB, obniżeniu efektu stereofonicznego, z zachowaniem jednakże rozdzielczości kanałów lewego i prawego na poziomie rzędu 40 dB' a więc nie zakłócającego efektu stereofonicznego.

Aparat według wynalazku, dzięki skutecznemu kompresorowi dynamiki umożliwia zawężenie amplitud przyjmowanego sygnału dźwięku w granicach 35 dB, przy ustawieniu progu działania kompresji w odniesieniu do ciśnienia akustycznego w granicach 48 dB. Możliwy przy tym do uzyskania czas narastania szybkości ograniczenia sygnału w granicach 4 milisekund powoduje względnie stały poziom sygnału na wyjściu, likwidując tym uciążliwe skutki docierania sygnałów z bliskiej odległości i o dużym natężeniu. Ma to bardzo istotne znaczenie przy używaniu aparatu przez dziecko, bowiem przykładowo nawet hałas upuszczonego przez dziecko przedmiotu odbierany jest praktycznie na poziomie odbioru innych dźwięków użytecznych. Podobna reakcja kompresora dynamiki będzie towarzyszyła klaskaniu blisko mikrofonów, bądź wystukiwaniu przez dziecko taktu, a są to czynności stosowane w procesie nauczania mowy.

Równie istotną zaletą techniczną aparatu według wynalazku jest możliwość wzmocnienia odczytu z taśmy magnetofonu mono- i stereofonicznego oraz możliwość zapisu na magnetofonie audycji zewnętrznych, przy wyeliminowaniu zakłóceń od własnych mikrofonów. Możliwym jest również jednoczesny odbiór stereofoniczny z własnych mikrofonów z nałożonym nań monofonicznym sygnałem, będącym zapisem głosu nauczyciela. Aparat według wynalazku zapewnia także możliwość współpracy aparatów parami, przy zastosowaniu jednej przystawki odbiorczej FM, przez połączenie zewnętrznym przewodem dwóch systemów wzmacniaczy. Manipulacja pokrętkami każdego wzmacniacza jest niezależna i umożliwia indywidualne wysterowanie każdego aparatu.

Wreszcie równie istotną zaletą aparatu według wynalazku jest możliwość niezależnego dopasowywania częstotliwościowej charakterystyki przenoszenia każdego z kanałów, odpowiednio do charakterystyki ubytku słuchu. Osiąga się to przez włączenie w kanał korektorów częstotliwości. Korektory te, w postaci wkładek, można wymienić w miarę postępów w rehabilitacji.

Objaśnienie rysunku. Przedmiot wynalazku jest pokazany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy aparatu do rehabilitacji słuchu, zaś fig. 2 przedstawia w schemacie ideowo-blokowym, dla uproszczenia jeden z dwu jednakowych torów aparatu z fig. 1

Przykład wykonania wynalazku. Pokazany na fig. 1 aparat według wynalazku składa się z zasadniczo z dwu torów akustycznych, oddzielnych dla każdego ucha pacjenta. Zgodnie z przyjętymi oznaczeniami w stereofonii jeden z torów akustycznych stanowi kanał lewy L, natomiast drugi tor stanowi kanał prawy P. Każdy z torów składa się z wstępnego wzmacniacza miksującego WM, którego wyjście jest połączone z wejściem korektora częstotliwości K. Wyjście korektora częstotliwości K jest połączone z wejściem końcowego wzmacniacza mocy WK. Do wyjścia wzmacniacza mocy WK jest dołączona, poprzez potencjometr, słuchawka Sł o określonej impedancji. Z wyjściem wzmacniacza WK jest połączony także, jako sprzężenie zwrotne układu, kompresor dynamiki KD dołączony swym wyjściem do pierwszego stopnia wstępnego wzmacniacza miksującego WM.

Kanał lewy L i prawy P mają dla odsłuchu stereofonicznego oddzielne wejścia WeL i WeP o dużej rezystancji wejściowej oraz oddzielne wejścia dla mikrofonów ML i MP. Aparat według wynalazku ma ponadto jedno,

włączone między wejścia stereofoniczne, wejście monofoniczne WeM dla źródła o małej rezystancji rzędu kilkuset omów. Wejście WeM, zaopatrzone w gniazdo zwierne, jest dołączone do wejść wzmacniaczy miksujących WM kanału L i P poprzez dzielnik napięciowy zbudowany na rezystorach R1 i R2. Równolegle do wejścia WeM jest dołączone, poprzez rezystor R3, gniazdo Z umożliwiające nagrywanie na magnetofon sygnałów podawanych na wejścia WeL, WeP i WeM.

Włączone między wyjścia wzmacniaczy miksujących WM a wejścia wzmacniaczy mocy WK korektory K są zbudowane jako modułowe elementy wymienne. Korektory K stanowią konfiguracje filtrów akustycznych o różnych charakterystykach amplitudowo-częstotliwościowych. Wymiennosc korektorów K w każdym kanale pozwala na indywidualne dopasowanie charakterystyki przenoszenia każdego kanału w zależności od ubytku słuchu pacjenta, stosowanie do wykonanego wcześniej badania audiometrycznego. W miarę osiągania poprawy w rozróżnieniu dźwięków przy uczeniu wymowy u dzieci, dokonuje się kolejnych wymian korektorów K, dopasowując ich charakterystyki do aktualnych potrzeb rehabilitacji.

Istotny według wynalazku wstępny wzmacniacz miksujący WM i kompresor dynamiki KD są pokazane w schemacie ideowym na fig. 2. Wejściem wzmacniacza miksującego WM jest wzmacniacz w układzie OB o małej impedancji wejścia dla mikrofonu ML, zbudowany na tranzystorze T1. Mikrofon ML jest dołączony do emitera tranzystora T1. Kolektor tranzystora T1 jest zasilany przez rezystor R4, który jest opornością obciążenia i stanowi wspólny punkt dla pozostałych wejść przez dzielniki o określonej rezystancji dla wartości wchodzących napięć z zewnętrznych źródełysterowania WeL, WeP, i WeM. Wartości dzielników w odniesieniu do impedancji układu są tak dobrane, aby spełniały warunek dopasowania zarówno źródłaysterowania, jak też i układu wzmacniacza.

Drugim stopniem wzmacniacza miksującego WM jest przemiennik impedancji w układzie OC zbudowany na tranzystorze T2. Baza tranzystora T2 jest połączona z kolektorem tranzystora T1. Sygnał zbierany z rezystora emiterowego R5 jest podawany na wejście korektora częstotliwości K przez kondensator odcinający składową stałą prądu emitera. Emiter tranzystora T2 jest połączony ponadto poprzez rezystor R6 z bazą tranzystora T1. Zadaniem rezystora R6 jest polaryzowanie bazy tranzystora T1 i wprowadzenie sprzężenia zwrotnego stabilizacji punktu pracy układu, niezależnie od zmian napięcia zasilającego.

Kompresor dynamiki KD zbudowany jest na unipolarnym tranzystorze T3. Do bramki tranzystora T3 jest dołączony układ stałej czasowej RC oraz diody D1 i D2 połączone w układzie podwajacza napięcia. Na rezystor R układu stałej czasowej przyłożony jest potencjał dodatni. Dren tranzystora T3 jest połączony poprzez kondensator C1 bazą tranzystora T1 wzmacniacza miksującego WM, zaś źródło tranzystora T3 jest połączone z masą układu. Wydzielona część napięcia sterującego z wyjścia wzmacniacza mocy WK podawana jest na diodowy podwajacz napięcia poprzez potencjometr, którym ustawia się próg działania kompresora.

Budując kompresor dynamiki na tranzystorze unipolarnym, wykorzystano zjawisko dwukierunkowego symetrycznego przewodnictwa tranzystora unipolarnego i wprowadzono go do układu jako element o zmiennej rezystancji zależnej od potencjału sterującego, pobieranego z wyjścia wzmacniacza mocy WK. Tranzystor unipolarny T3 w przedstawionym na fig. 2 układzie bez napięcia sterującego znajduje się w stanie przewodzenia i przedstawia minimalną rezystancję szeregową dren-źródło.

Z chwilą pojawienia się dynamicznego potencjału sterującego, rezystancja tranzystora T3 rośnie, wprowadzając podział napięciaysterowania wejścia tranzystora T1 wzmacniacza miksującego WM i obniżając tym wzmocnienie układu. Między drenem a źródłem tranzystora unipolarnego T3 występuje wówczas tylko składowa zmienna o małych amplitudach, co nie wywołuje zniekształceń nieliniowych na charakterystyce wzmocnienia tranzystora unipolarnego T3. Zmniejszenie wzmocnienia, a tym samym zmniejszenie poziomu sygnału wyjściowego wzmacniacza WK, powoduje spadek wyprostowanego napięcia na kondensatorze C układu stałej czasowej RC. W efekcie, poysterowaniu tranzystora unipolarnego T3, powoduje to zmniejszenie jego rezystancji szeregowej, a więc zwiększenie wzmocnienia tranzystora T1 i ustalenie się warunków maksymalnego, nie przesterowanego wzmocnienia.

Czasy narastania i opadania wzmocnienia zależne są od doboru elementów RC układu stałej czasowej oraz od wartości amplitud napięć podanych na układ detekcyjny zbudowany na diodach D1 i D2. Jak stwierdzono doświadczalnie, napięcieysterowania tuż przed progiem działania kompresora może być przesterowane o 45 dB, przy utrzymaniu takich samych zniekształceń nieliniowych całego toru akustycznego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Aparat do rehabilitacji słuchu, zwłaszcza do rehabilitacji słuchu i uczenia wymowy u dzieci, składający się z dwóch, mających oddzielne wejścia jednakowych torów akustycznych stanowiących kanał lewy i kanał

prawy akustycznego układu stereofonicznego, w którym każdy z kanałów zawiera wzmacniacz wstępny i wzmacniacz mocy obciążony słuchawką, a oba te wzmacniacze są objęte pętlą sprzężenia zwrotnego, w której to pętli znajduje się kompresor dynamiki, z n a m i e n n y t y m że wstępnymi wzmacniaczami każdego z torów akustycznych są wzmacniacze miksujące (WM), z których każdy składa się z tranzystora (T1) w układzie OB, do którego emitera jest dołączony mikrofon, zaś do kolektora są dołączone wejście ze źródeł zewnętrznych oraz jest dołączona baza następnego tranzystora (T2) w układzie OC, a emiter tranzystora (T2) jest połączony z bazą tranzystora (T1) poprzez rezystor (R6), a ponadto do bazy tranzystora (T1) jest dołączony kompresor dynamiki (KD) składający się z tranzystora unipolarnego (T3), którego dren jest dołączony do bazy tranzystora (T1), a źródło jest połączone z masą układu oraz z układem stałej czasowej (RC) i podwajacza napięcia (D1, D2) dołączonych do bramki tranzystora unipolarnego (T3) oraz ma wymienny korektor częstotliwości (K) włączony między wyjście wzmacniacza miksującego (WM) a wejście wzmacniacza mocy (WK).

2. Aparat według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m że między oddzielne dla każdego toru stereofoniczne wejścia (WeL i WeP) ma włączony dzielnik napięciowy (R1, R2), do którego węzła jest dołączone wspólne dla obu torów akustycznych wejście monofoniczne (WeM).

3. Aparat według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m że równoległe do wejścia monofonicznego (WeM) ma dołączone poprzez rezystor (R3) wyjście zapisu (Z).

4. Aparat według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że wejście monofoniczne (WeM) stanowi gniazdo zwierne.

5. Aparat według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że rezystor (R) układu stałej czasowej (RC) kompresora dynamiki (KD) jest dołączony do potencjału dodatniego.

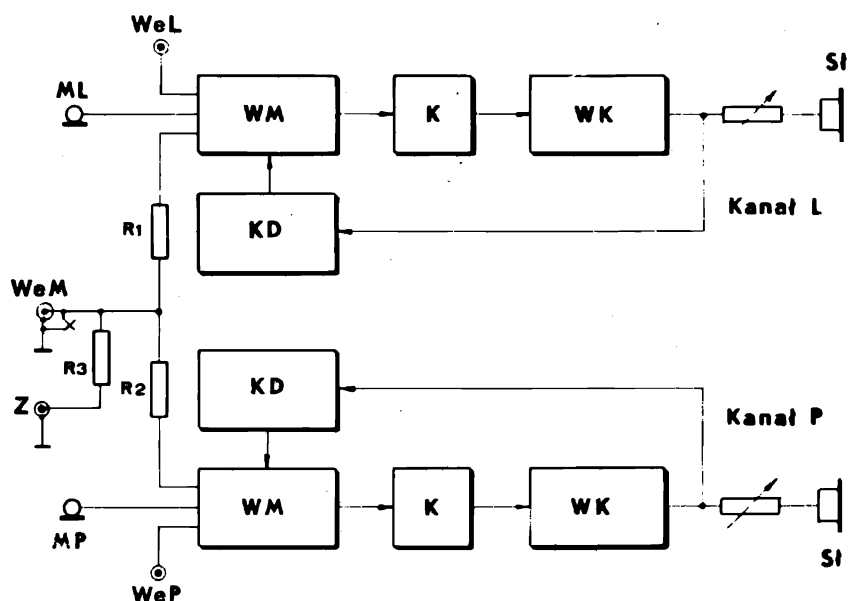


FIG. 1

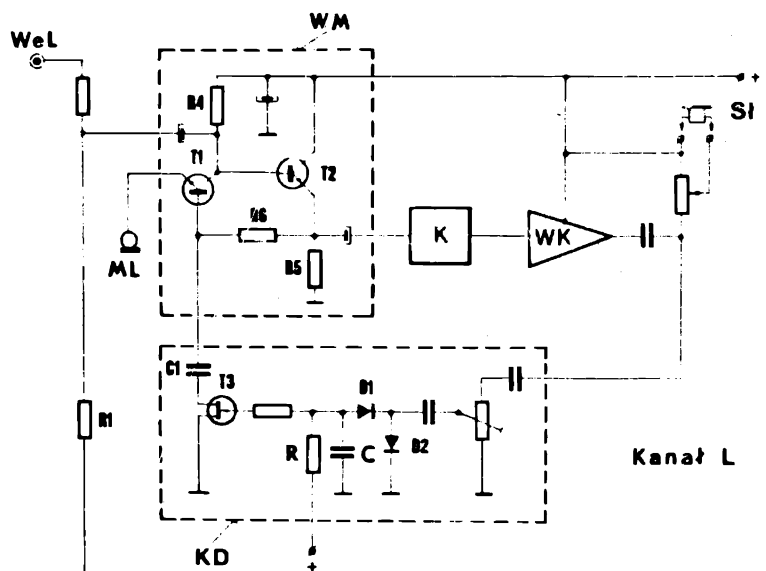


FIG. 2