

VOX – Bramka szumu

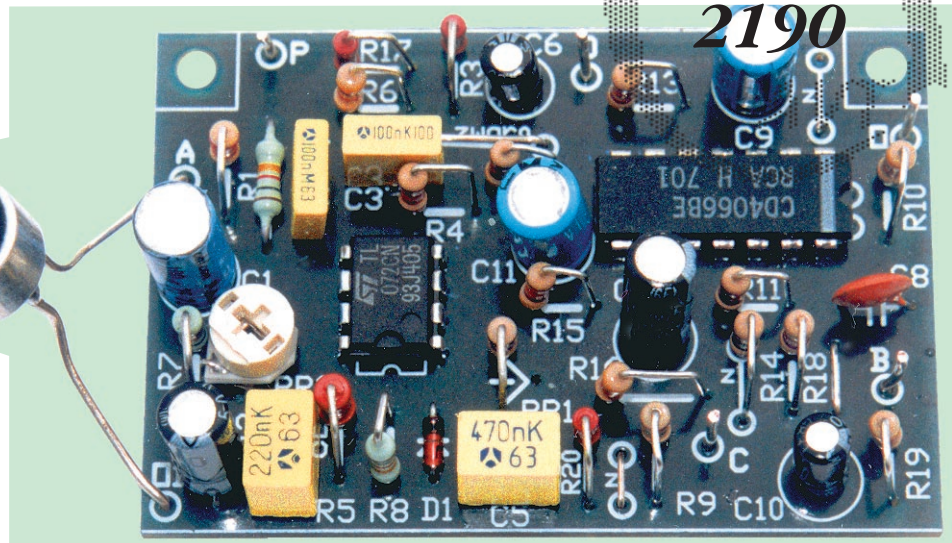
Do czego to służy?

Urządzenia sterowane głosem znajdują szereg interesujących zastosowań. Każdy elektronik powinien, nawet dla samej ciekawości, zapoznać się praktycznie z właściwościami takich urządzeń. Znakomita okazją ku temu daje wykonanie i zastosowanie opisanego nieskomplikowanego układu. Zaprezentowany moduł pozwala wykonać układ zwany VOXem (czytaj: woksem), bramkę szumu oraz szereg innych pożytecznych urządzeń.

VOX to powszechnie używana nazwa układu do sterowania pracą radiotelefonu za pomocą głosu. Układy takie używane są często przez krótkofalowców. W typowym urządzeniu nadawczo-odbiorczym (zwanym po angielsku transceiver) rozmowa może być prowadzona w danej chwili tylko w jednym kierunku. Jest to tryb pracy zwany simplex. Tak pracują choćby radia (radiotelefony) CB. W danej chwili radio jest albo nadajnikiem, albo odbiornikiem. Przełączanie nadawanie/odbiór sterowane jest przyciskiem. Operator, a właściwie obaj operatorzy (rozmówcy) muszą na przemian naciskać przycisk NADAWANIE w swoich radiach.

Urządzenie zwane VOXem wyręcza operatora i automatycznie przełącza radio na nadawanie w chwili, gdy operator zaczyna mówić do mikrofonu. W ten sposób praca nadajnika jest sterowana głosem.

Układy sterowane głosem mogą też należeć szereg innych zastosowań. Przy odpowiednim zaprojektowaniu, mogą pełnić funkcję prostego i bardzo skutecznego układu redukcji szumów. W takim zastosowaniu należy zastosować elektroniczny wyłącznik lub regulator głośności, którego praca będzie zależała od poziomu sygnału podawanego na wejście. Jeśli sygnał na wejściu będzie mały, wyłącznik nie przepuści go na wyjście. Jeśli natomiast sygnał wejściowy przekroczy pewien ustalony próg, wyłącznik zostanie zwarty i sygnał przejdzie na wyjście. W efekcie w przerwach pomiędzy sygnałami użytecznymi, na wyjście układu nie będą przechodzić wszelkiego rodzaju śmieci:



szumy i zakłócenia. Układ o takim działaniu nazywany jest bramką szumu.

W obecności małych sygnałów (w praktyce szumu) bramka jest zamknięta. Bramka jest otwierana dopiero po przyjęciu sygnału o odpowiedniej wielkości.

Działanie VOXa i bramki szumu jest bardzo podobne. Różnica w ich działaniu polega na tym, że w układzie VOXa elementem wykonawczym jest tranzystor lub przełącznik zastępujący przycisk NADAWANIE/ODBIÓR, natomiast w układzie bramki szumu elementem wykonawczym jest jakiś przełącznik elektroniczny, przepuszczający lub blokujący sygnał. Ilustruje to **rysunek 1**.

Użycie układu w roli bramki szumu wymaga zastosowania szybkiego wyłącznika elektronicznego. W tym wypadku wykorzystanie przełącznika nie wchodzi w grę, bowiem przełącznik musi być bar-

dzo szybki i nie powodować żadnego stuknięcia podczas przełączania.

W układzie VOXa elementem wykonawczym może być, ale zwykle nie musi stosowanie przełącznika nie jest konieczne. W wielu wypadkach radiotelefon jest tak zbudowany, że do sterowania pracą NADAWANIE/ODBIÓR można zastosować jakikolwiek tranzystor, który na przykład będzie zwierzał odpowiednią końcówkę do masy. W zależności od typu radiotelefonu, inny może też być sposób podłączenia mikrofonu i głośnika. W niektórych urządzeniach wyprowadzenia do głośnika i mikrofonu są rozdzielone. Dlatego informacje z rysunku 1a należy traktować jedynie jako pokazujące ogólną zasadę działania.

Jak to działa?

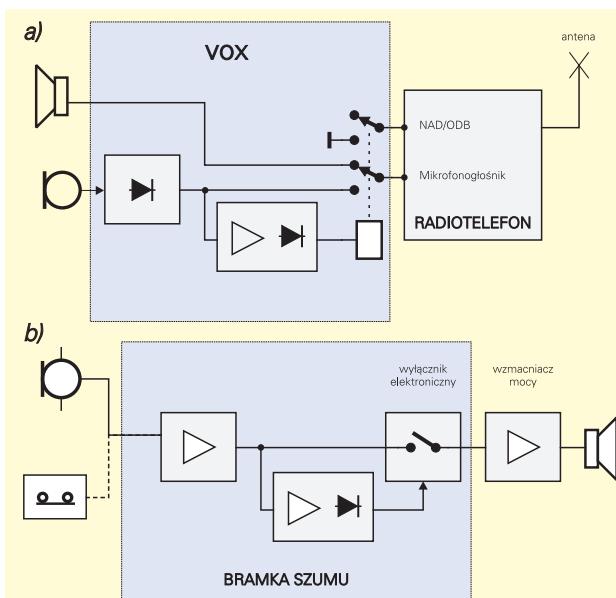
Schemat blokowy układu pokazano na **rysunku 2**. Sygnał z mikrofonu wzmacniany jest we wzmacniaczu z układem U1B i podawany na podwójny przełącznik elektroniczny zawierający klucze elektroniczne U2C i U2D. Klucze te otwierane są na przemian. Ich pracą zarządza bramka Schmitta, sterowana wzmacnionym we wzmacniaczu U1A i wyprostowanym sygnałem z mikrofonu.

W stanie spoczynku (gdy sygnał docierający do mikrofonu jest mały), klucz U2C jest wyłączony i na wyjście B nie jest podawany sygnał z mikrofonu. Włączony (zwarty) jest natomiast dodatkowy klucz U2D.

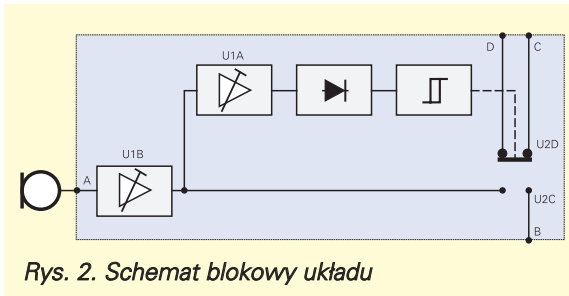
Jeśli sygnał mikrofonu przekroczy ustalony poziom, klucz U2D zostanie zwarty, a U2C - zwarty i na wyjście B podany zostanie sygnał z mikrofonu.

Kluczowe bloki z rysunku 2 z łatwością można odszukać na schemacie ideowym (**rysunek 3**).

Układ zasilany jest pojedynczym napięciem 9...16V (typowo 12V).



Rys. 1. Zastosowanie VOXa i bramki szumu



Rys. 2. Schemat blokowy układu

Elementy R1, R2 i C1 służą do zasilania mikrofonu elektretowego i nie muszą być montowane w przypadku użycia mikrofonu dynamicznego. Wzmocnienie wzmacniacza wstępnego może być regulowane w zakresie 1...15x za pomocą potencjometru PR2. W ten sposób można ustalić poziom potrzebny na wyjściu B. Rolę wyłącznika elektronicznego pełni jeden z czterech kluczy układu CMOS 4066 oznaczony U2C.

W niektórych przypadkach na wyjściu B potrzebny będzie bardzo mały sygnał dla współpracującego wejścia mikrofonowego nadajnika lub wzmacniacza. Na tę okoliczność przewidziano tłumik złożony z rezystorów R18 i R19. W razie potrzeby należy zastosować rezystor R18 o wartości kilkunastu lub kilkudziesięciu kiloomów, i zdecydowanie zmniejszyć wartość rezystora R19 by uzyskać potrzebny poziom.

Elementy R17, R20 i C11 tworzą obwód sztucznej masy niezbędnej do prawidłowej

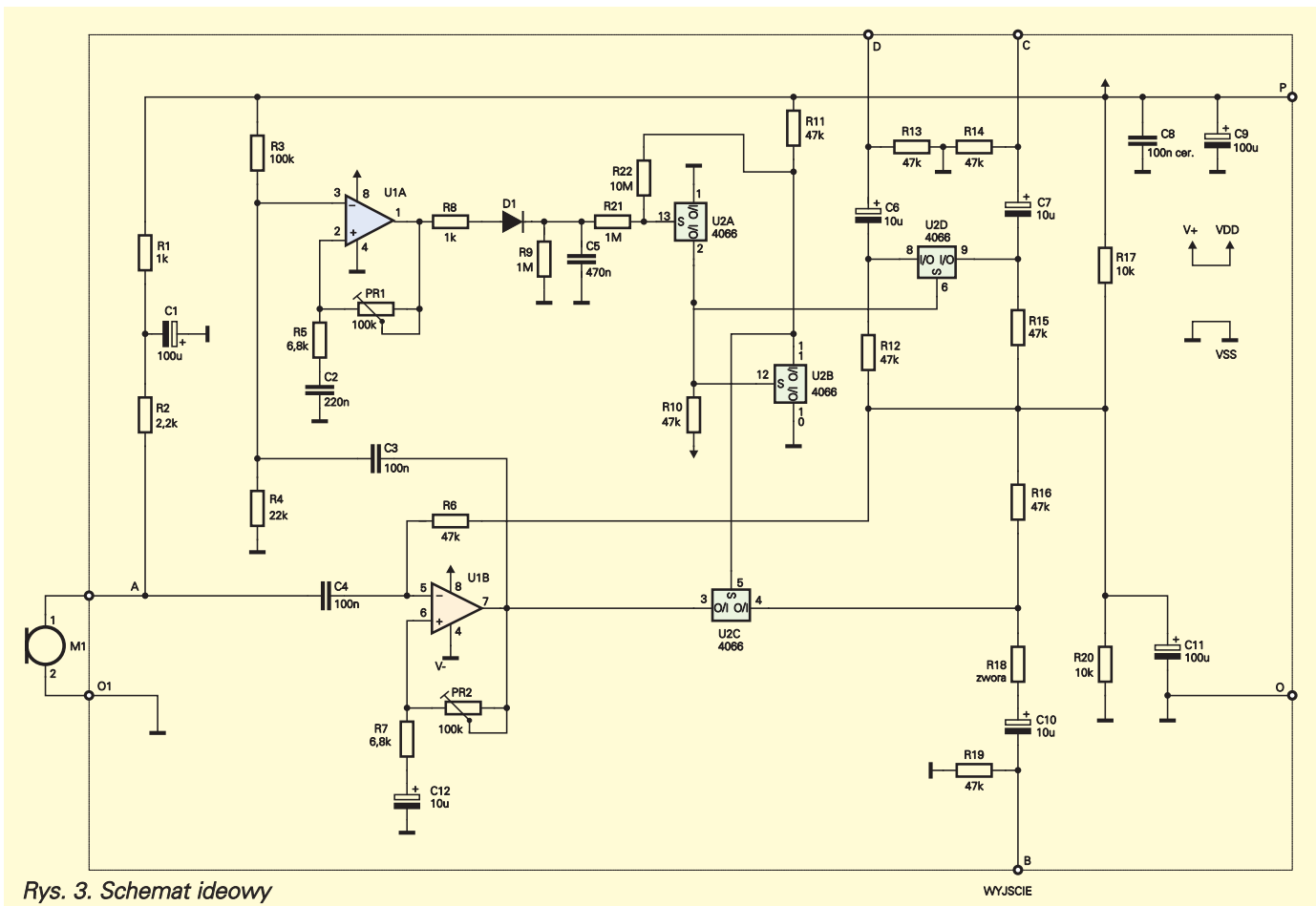
pracy zarówno wzmacniacza operacyjnego U1B, jak i kluczy elektronicznych. Napięcie stałe na wejściach i wyjściach tego wzmacniacza operacyjnego i kluczy jest równe połowie napięcia zasilającego. Dla uniknięcia stuków podczas przełączania konieczne są obwody separujące C6R13, C7R14, C10R18. Sterowanie kluczami następuje pod wpływem sygnału z mikrofonu M1. Sygnał ten, wstępnie wzmocniony we wzmacniaczu U1B podlega dalszemu wzmocnieniu we wzmacniaczu z kostką U1A. Wzmocnienie tego stopnia jest wyznaczone przez stosunek rezystancji czynnej PR1 i rezystancji R5 i również może być zmieniane w granicach 1...15 razy. Rezystory R3 i R4 ustalają spoczynkowe napięcie stałe na wejściach i na wyjściu wzmacniacza U1A. Wynosi ono około 18% napięcia zasilania układu. Przy zasilaniu napięciem 12V daje to około 2V. Dopiero na tle tej składowej stałej występują wzmocnione przebiegi zmienne. Dodatkowo połówki przebiegu zmiennego z wyjścia wzmacniacza U1A ładują kondensator C5 przez diodę D1 i rezystor R8. Przy braku sygnału zmiennego napięcie na kondensatorze spada, bo kondensator rozładowuje się przez rezystor R9.

Wartość rezystora R8 i kondensatora C5 wyznacza tak zwany czas ataku. Stała czasowa R9C5 wyznacza tak zwany czas opadania. W prostych układach rezystor R8 może mieć wartość 0...2,2kΩ, natomiast ważniejsza jest wartość stałej czasowej R9C5. Wartość tę można zmienić w razie potrzeby po przeprowadzeniu wstępnych testów. Badania modelu wykazały, że podane na schemacie wartości R9 C5 powinny być odpowiednio do większości zastosowań.

Napięcie na kondensatorze C5 w stanie spoczynku wynosi około 1,5...2V. Po przyjęciu sygnału z mikrofonu napięcie to szybko rośnie do wartości bliskiej napięcia zasilającego, i stosunkowo wolno opada po zaniku sygnału z mikrofonu.

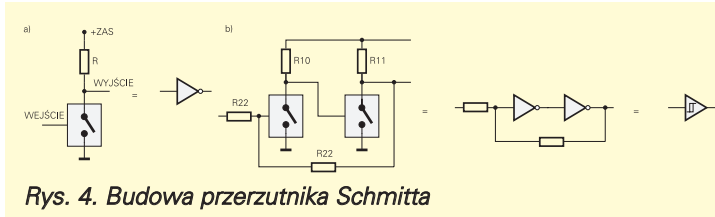
Napięcie z kondensatora C5 mogłoby zostać użyte wprost do sterowania pracą klucza U2C. W praktyce okazuje się jednak, że przy stosunkowo powolnym opadaniu napięcia na kondensatorze C5 i wejściu sterującym klucza U1C (nóżka 5), na wyjściu oznaczonym B pojawia się krótki ujemny impuls – szpilka, który niestety jest zauważalny na słuch i przeszkadza podczas pracy układu.

Dla wyeliminowania tego zakłócenia niezbędne stało się wprowadzenie układu przerzutnika Schmitta, który wyostrza łagodne zbocza. Układ Schmitta został zrealizowany za pomocą dwóch kluczy analogowych i rezystorów.



Rys. 3. Schemat ideowy

Przede wszystkim należy zauważyć, że klucz analogowy odpowiednio połączony z rezystorem daje inwerter (zobacz **rysunek 4a**). Dwa takie inwertery i dwa dodatkowe rezystory dają w sumie nieodwracający bufor z histerezą. Pokazano to na **rysunku 4b**. Dzięki dodatniemu sprzężeniu zwrotnemu przez rezystor R22, nawet powolne zmiany napięcia na kondensatorze C5 zostają zamienione na ostre zbocza, które powodują szybkie włączanie i wyłączenie kluczy U2C i U2D. Dzięki temu nie występują żadne zakłócenia podczas przełączania.

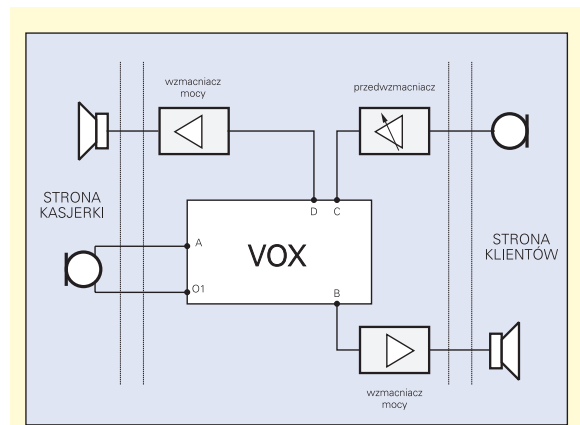


Rys. 4. Budowa przerzutnika Schmitta

Jak łatwo zauważyć, klucze U2C i U2D otwierane są na przemian. Może to być wykorzystane w jeszcze innych interesujących zastosowaniach, takich jak na przykład dwukierunkowy system rozmówny w okienku kasowym. Jak wiadomo, w takim systemie łatwo powstaje samowzbudzenie. W jednym z poprzednich numerów EdW podano sposób wykonania takiego systemu ze specjalizowanym układem scalonym MC34018. Podobny system może być w dużo prostszy sposób zrealizowany z użyciem opisywanego właśnie układu, według blokowego schematu z **rysunku 5**. W roli wzmacniaczy mocy z powodzeniem wystarczą kostki LM386 lub TDA7056, można też wykorzystać np. układ „Mój pierwszy wzmacniacz” (AVT-2163) opisany w EdW 8 i 9/97.

Prezentowany moduł może również znaleźć zastosowanie w roli bramki szumów do różnego typu sprzętu audio. Po-

nieważ występuje tu tylko jeden kanał, urządzenie trudno zastosować w sprzęcie stereofonicznym (chyba, że po drobnej przeróbce), ale doskonale nadaje się do prostego sprzętu do nagłośnienia i wszelkich starszych (szumiących) urządzeń monofonicznych. Przy stosowaniu układu w roli bramki szumu w sprzęcie audio nie będą wykorzystane końcówki C



Rys. 5. Przykład zastosowania

i D. Ze względu na szumy własne, warto zamiast kostki TL082 zastosować niskoszumną wersję TL072. Prawdopodobnie potrzebne będzie zwiększenie wzmocnienia wzmacniaczy - w tym celu należy wymienić kondensator C2 na elektrolita 10µF i zmniejszyć wartość rezystora R5 do 510 ...1kΩ. Można też zmniejszyć wartość R7 do 2,2...4,7kΩ.

Przy wykorzystaniu układu w roli VOXa być może trzeba będzie dołączyć dodatkowy tranzystor lub przełącznik. Zależać to będzie od właściwości współpracującego radiotelefonu. Szczegółowe wskazówki, jak podłączyć układ do radiotelefonu nie będą podawane, również z tego względu, że takiego zadania powinni podejmować się elektronicy, którzy mają pewne doświadczenie i samodzielnie poradzą sobie z taką przeróbką.

W każdym razie dodatkowy tranzystor można sterować sygnałem z nóżek 2 lub 11 kostki U2. W przypadku zastosowania tranzystora poleowego, niczego nie trzeba zmieniać, tylko bramkę tranzystora dołączyć do jednego ze wskazanych punktów. Przy stosowaniu tranzystora bipolarnego, ze względu na znaczący prąd bazy, należy zmniejszyć wartość rezystorów R10 lub R11 do nawet 2,2...4,7kΩ. W niektórych przypadkach do sterowania można wykorzystać klucz U2D, którego rezystancja w stanie włączenia wynosi około 50...100.

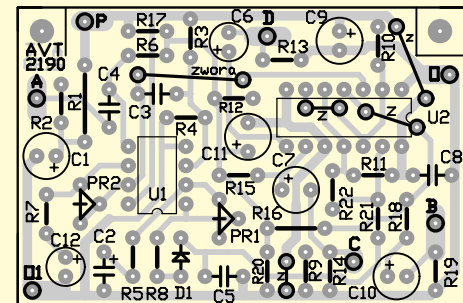
Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce pokazanej na **rysunku 6**. Montaż jest klasyczny, nie powinien sprawić trudności. Układy scalone, zwłaszcza U2 należy montować na końcu.

Zmontowany układ powinien od razu pracować poprawnie, należy jedynie dobrać odpowiednio poziomy napięć i czu-

łość za pomocą potencjometrów montażowych. Najpierw potencjometrem PR2 trzeba ustawić potrzebny poziom na wyjściu B, stosownie do wymagań współpracującego urządzenia (wzmacniacza, radiotelefonu, itp.). Uwaga, nawet przy zastosowaniu tłumika R18, R19 warto mimo wszystko ustawić wzmocnienie układu U1B większe od jedności.

Potencjometrem PR1 należy ustawić potrzebną czułość zadziałania VOXa. W razie potrzeby można zwiększyć wzmocnienie obu wzmacniaczy należy zadbać o dodatkowe odsprężnienie obwodu zasilania, przez dodanie równoległe do C9 dodatkowego kondensatora o pojemności nawet 470...1000µF i ewentualnego szeregowego rezystora włączonego pomiędzy punktem P a kondensatorem C9.



Rys. 6. Schemat montażowy

Układ można wbudować w istniejące urządzenie lub umieścić w oddzielnej obudowie. Przy wykorzystaniu układu w roli bramki szumu, warto zastąpić „peerek” PR1 potencjometrem umożliwiającym łatwą regulację poziomu odciążenia szumów.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2190.

Wykaz elementów

Rezystory

- R1, R8: 1kΩ
- R2: 2,2kΩ
- R3: 100kΩ
- R4: 22kΩ
- R5, R7: 6,8kΩ
- R6, R10-R16, R19: 47kΩ
- R9, R21: 1MΩ
- R17, R20: 10kΩ
- R18: zwora
- R22: 10MΩ
- PR1, PR2: PR 100kΩ miniaturowy

Kondensatory

- C1, C9, C11: 100µF/16V elektrolityczny
- C2: 220nF
- C3, C4: 100nF
- C5: 470nF
- C6, C7, C10, C12: 10µF/16V elektrolityczny
- C8: 100nF ceramiczny

Półprzewodniki

- D1: dioda np. 1N4148
- U1: TL072
- U2: 4066

Pozostałe

- M1: mikrofon elektretowy