

# Podśluch przewodowy

- ✓ rewelacyjna czułość
- ✓ bardzo prosta budowa
- ✓ duża moc wyjściowa
- ✓ bardzo prosta regulacja
- ✓ wbudowany układ automatycznego włączania (VOX)

## Do czego to służy?

Zgodnie ze swą nazwą urządzenie niewątpliwie przeznaczone jest do podsłuchiwania. Nie będzie jednak służyć niecnym celom szpiegowskim, przeznaczone jest bowiem do podsłuchiwania małych dzieci, śpiących w swoich pokojach, oraz do monitorowania garaży, sklepów czy jakichkolwiek oddalonych pomieszczeń.

W wielu sytuacjach potrzebna jest informacja o tym, co dzieje się w pokoju dziecka, znajdującym się na innym piętrze lub w pomieszczeniach oddalonych od miejsca przebywania domowników. Opisane urządzenie przyda się na przykład w przypadku, gdy właściciel domu chciałby mieć możliwość podsłuchania w nocy, czy w garażu lub w pomieszczeniach sklepu umieszczonego na parterze nie dzieje się nic podejrzanego.

Najprostsze urządzenie podsłuchowe, włączone przez cały czas, ustawicznym szumem z głośnika i drobnymi hałasami, już po krótkim czasie doprowadziłoby domowników do rozstroju nerwowego. Należy bowiem pamiętać, że każdy wzmacniacz o dużym wzmocnieniu szumi i szum ten jest denerwujący. Zmniejszenie wzmocnienia nie jest żadnym wyjściem, bo układ z założenia musi mieć dużą czułość.

Dobre urządzenie podsłuchowe tego typu nie może cały czas szumieć. W stanie czuwania głośnik powinien być całkowicie wyciszony i ma się odczytać dopiero wtedy, gdy poziom hałasu przekroczy ustawiony próg.

Urządzenie podsłuchowe powinno mieć dwie możliwości sterowania:

- ręcznie w dowolnej chwili (naciśnięcie przycisku)
- automatyczne, gdy w podsłuchiwanym pomieszczeniu pojawi się hałas.

Opisany układ ma obwody umożliwiające oba sposoby sterowania. Rewelacyjna czułość umożliwia ustawienie progu włączania już przy niewielkim hałasie. Będzie to użyteczne do nadzorowania pomieszczeń wyposażonych w nowoczesne okna i drzwi, dobrze tłumiące dźwięki dobiegające z zewnątrz.

## Jak to działa?

Schemat blokowy układu pokazano na rysunku 1. Urządzenie składa się z dwóch części połączonych linią dwuprzewodową. Ponieważ linia połączeniowa może być długa (podatna na zakłócenia), i ponieważ wykorzystano mikrofon elektretowy, wymagający zasilania, w części mikrofonowej konieczne okazało się zastosowanie wzmacniacza oraz obwodu zasilania mikrofonu prądem stałym. Tym samym linia dwuprzewodowa pełni podwójną rolę: dostarcza prądu zasilającego do części mikrofonowej i przekazuje wzmocniony sygnał mikrofonu do części domowej.

W części domowej sygnał jest wzmacniany we wzmacniaczu wstępnym i podawany przez potencjometr PR2

i klucz elektroniczny do wzmacniacza mocy. Sygnał ten jest też podawany na dodatkowy regulowany wzmacniacz z prostownikiem, przeznaczony do automatycznego sterowania pracą klucza.

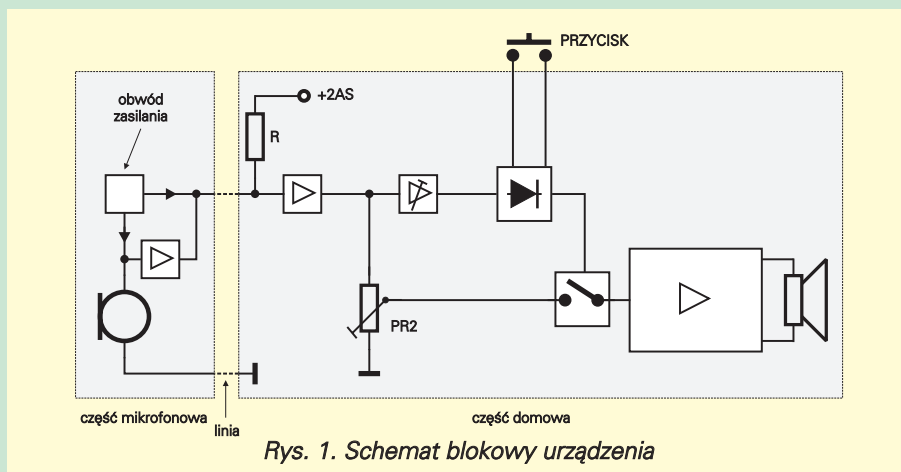
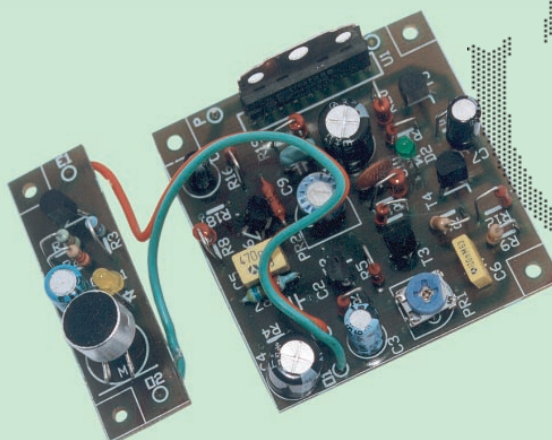
Podczas pracy układ jest cały czas zasilany. Jednak w stanie spoczynku wzmacniacz jest wyciszony, bo klucz elektroniczny nie przepuszcza do niego sygnałów z mikrofonu. Dopiero pojawienie się większego sygnału uruchomi obwód automatycznego włączania i poda sygnał na głośnik.

Przedstawione bloki z łatwością można odszukać na schemacie ideowym na rysunku 2.

Elementy R1, R2 i C1 stanowią obwód zasilania prądem stałym mikrofonu elektretowego. Sygnał z mikrofonu podawany jest bezpośrednio na bazę tranzystora T1. Dla zapewnienia na mikrofonie wystarczającego dla jego pracy napięcia stałego, w obwód emitera tranzystora T1 włączono dodatkową diodę LED D1. Wzmocnienie sygnału z mikrofonu, uzyskiwane w tranzystorze T1 jest wyznaczone stosunkiem rezystancji R4 do R3 i wynosi około 10. Tak wzmocniony sygnał jest mniej wrażliwy na zakłócenia i brum sieciowy, indukujące się w linii.

Jak wiadomo, w linii będzie się indukować zwłaszcza brum – przydźwięk sieci o częstotliwości 50Hz, oraz zakłócenia o częstotliwościach radiowych lub po prostu sygnały stacji radiowych. Dodatkowy kondensator ceramiczny C2 włączony równolegle z rezystorem R4 skutecznie usuwa wszystkie składowe o wyższych częstotliwościach. Bez tego kondensatora na pewno zwiększy się szum w głośniku i być może słychać też będzie silniejsze stacje radiowe. Kondensator ten jest konieczny, a jego wartość można próbować zwiększyć do 47, lub nawet 100nF, sprawdzając dźwięk i poziom szumów w głośniku. W każdym przypadku powinien to być kondensator ceramiczny.

Odebrany z linii sygnał jest wzmacniany w klasycznym wzmacniaczu z tranzysto-



Rys. 1. Schemat blokowy urządzenia

rem T6. Wzmocnienie tego stopnia wyznaczone jest głównie przez stosunek rezystancji PR2 i R18. Elementy R16, R17 i C8 ustalają stałoprądowy punkt pracy tranzystora T1. Obwód R21 C12 jest filtrem od sprzęgającym obwód zasilania. W układzie występuje jeszcze jeden taki filtr (R8 C4). Filtry takie zapobiegają samowzbudzeniu układu i są potrzebne w każdym wzmacniaczu mającym duże wzmocnienie.

Wzmocniony sygnał z kolektora T6 jest podawany przez potencjometr regulacji głośności do wzmacniacza mocy i głośnika. W roli wzmacniacza mocy zastosowano popularny układ TDA7056, osiągający moc kilku watów. Tak duża moc nie jest konieczna, ale dzięki rezerwie mocy układ bardzo dobrze sprawuje się w praktyce także przy większych sygnałach wyjściowych. W większości przypadków po wykryciu hałasu urządzenie powinno wręcz zaalarmować i może obudzić śpiących domowników. Właśnie do takiego celu doskonale nadaje się zastosowana kostka wzmacniacza mocy 1...3W.

Opisany układ podsluchowy może być zasilany z dowolnego zasilacza o napięciu 9...15V. W zależności od napięcia zasilania i oporności głośnika uzyska się różną moc wyjściową w głośniku i oczywiście odpowiedni do tego pobór prądu. Jeśli planowane jest wykorzystywanie mocy rzędu 2...3W, to do zasilania nie wystarczy małańki zasilacz wtórkowy o napięciu 12V i prądzie 150mA. Taki zasilacz może być zastosowany, jednak wtedy w szereg z (8-omowym) głośnikiem trzeba włączyć dodatkowy rezystor o wartości 6,8...12Ω 0,5W.

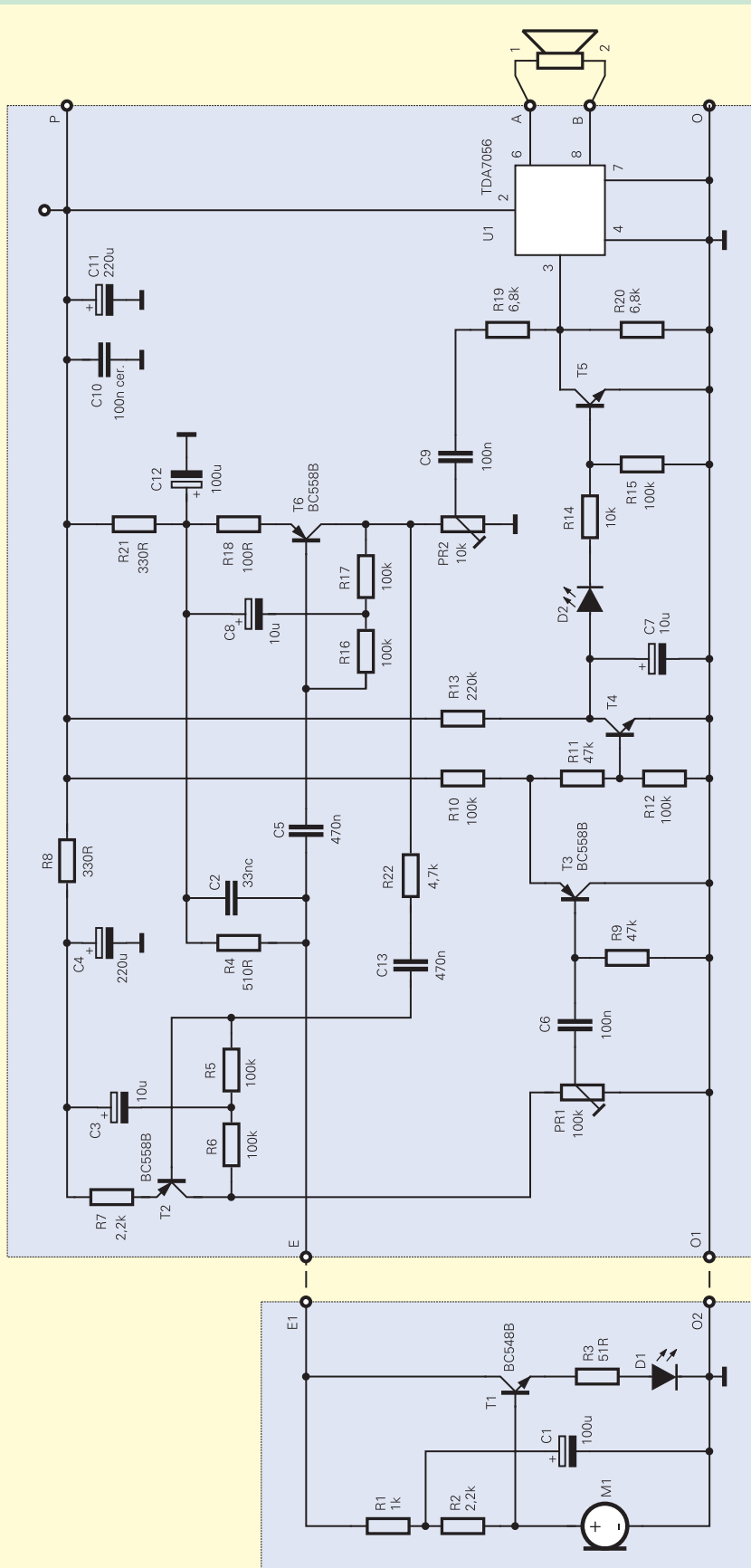
Schemat z rysunku 2 nie zawiera przycisku do ręcznego włączania toru. Przycisk taki należy wlutować równolegle do kondensatora C7. Naciśnięcie przycisku uruchomi układ.

W obwodzie automatycznego włączania rolę klucza elektronicznego pełni tranzystor T5. W stanie czuwania jest on polaryzowany przez rezystory R13, R14, R15 i diodę D2, i jest otwarty, czyli zwiera do masy wejście wzmacniacza mocy. Pojawienie się sygnałów zmiennych o odpowiednim poziomie powoduje otwarcie tranzystora T4, rozładowanie kondensatora C7 i zatkanie tranzystora T5. W efekcie sygnał przechodzi do wzmacniacza mocy. W stanie spoczynku tranzystor T4, pełniący rolę... prostownika, nie przewodzi, natomiast podczas odpowiednio dużych dodatnich połówek sygnału zmiennego, tranzystor ten jest otwierany. Ponieważ tranzystor T4 jest otwierany tylko w (dodatnich) szczytach sygnału, potrzebny jest kondensator uśredniający C7. Czas rozładowania tego kondensatora (a tym samym czas potrzebny na otwarcie toru) jest wyznaczony przez rezystancję otwieranego tranzystora T4, natomiast czas ładowania kondensatora C7 (głównie przez R13) wyznacza stałą czasową opóźnienia wyłączenia toru. Dioda D2 poprawia właści-

wości tego obwodu. Wartość kondensatora C7 można zmieniać według upodobania w szerokich granicach.

Pracą klucza elektronicznego steruje wzmacniacz zrealizowany na tranzystorze T2.

Czułość (poziom, przy którym klucz jest otwierany) jest regulowana za pomocą potencjometru PR1. Gdyby napięcie stałe na bazie tranzystora T4 w spoczynku było równe zeru, wtedy do otwarcia tego tranzystora (pełnią-



Rys. 2. Schemat ideowy

cego rolę prostownika) potrzebny byłby na bazie sygnał zmienny o amplitudzie większej niż napięcie  $U_{BE}$  (czyli większej niż 0,6...0,7V).

Dzięki zastosowaniu na pierwszy rzut oka nietypowego sposobu włączenia tranzystora T3, uzyskano znaczne zwiększenie czułości prostownika. W efekcie tranzystor T4 otwiera się już przy napięciach zmiennych o amplitudzie 0,2...0,3V.

Tranzystor T3 pełni rolę wtórника. Nie wzmacnia on sygnału. Napięcie stałe na bazie tranzystora T3 jest bliskie masy (wyższe jedynie o kilka, kilkanaście miliwoltów spadku napięcia na rezystorze R9), natomiast napięcie stałe na jego emiterze wynosi około 0,6...0,7V. Dzięki dzielnikowi R11, R12 spoczynkowe napięcie stałe na bazie T4 wynosi około 0,4...0,5V. Przy takim napięciu tranzystor ten praktycznie nie przewodzi, ale do jego otwarcia wystarczy sygnał zmienny o amplitudzie 0,2...0,3V.

Dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest fakt, że występuje tu częściowa kompensacja temperaturowa – zmiany temperatury będą powodować współbieżną zmianę napięć baza-emiter obydwu tranzystorów.

Ten prosty chwyt, pozwalający obniżyć próg czułości detektora przez dodanie tranzystora, może być równie dobrze stosowany także w obwodach prądu stałego. Przykładowo wiele zasilaczy ma obwód ograniczenia prądu wyjściowego wykorzystujący tranzystor monitorujący spadek napięcia na szeregowym rezystorze. Do zadziałania takiego obwodu potrzebny jest spadek napięcia 0,6...0,65V, co przy dużym prądzie wiąże się ze znacznymi, niepotrzebnymi stratami mocy. Zastosowanie opisanego właśnie sposobu z dwoma tranzystorami pozwoli pracować przy znacznie mniejszym spadku napięcia, a tym samym mniejszych stratach.

## Montaż i uruchomienie

Układ podsluchowy można zmontować na płytce pokazanej na **rysunku 3**. Płytkę składa się z dwóch części – należy ją rozłamać na część mikrofonową i domową. Układ nie zawiera żadnych szcze-

gólnie wrażliwych elementów i może być montowany w dowolnej kolejności.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów powinien od razu pracować. Wykonany układ należy sprawdzić i wyregulować czułość.

W tym celu obie części należy połączyć za pomocą kilku- lub kilkunastometrowego przewodu, zwracając uwagę na biegunowość (punkty E1-E, O1-O2). Dołączyć dowolny głośnik 8-omowy (lepiej 16 lub 25-omowy) o mocy minimum 1W.

Równolegle do kondensatora C7 trzeba dołączyć jakikolwiek przełącznik lub przycisk (albo zewrzeć kawałkiem drutu kondensator C7), aby na początek regulacji otworzyć tor.

Część mikrofonową wynieść do oddalonego pokoju (oddzielonego minimum dwójgim drzwiami) i umieścić w odległości 30...50cm od tykającego zegarka. Starannie zamknąć drzwi. Zamknięcie drzwi jest konieczne ze względu na bardzo dużą czułość układu i możliwość samowzbudzenia wskutek sprzężenia akustycznego.

Potencjometry montażowe ustawić w środkowym położeniu. Podłączyć zasilanie.

W głośniku powinno być słychać cykanie wspomnianego zegarka.

Każdy układ o tak dużym wzmocnieniu będzie trochę szumił. Dla zmniejszenia poziomu szumów można próbować zwiększyć pojemność C2, ale należy się przy tym liczyć z obciążeniem pasma od góry.

Potencjometrem PR2 ustawić potrzebną czułość, chodzi o wzmocnienie sygnału w głośniku. Potem należy rozewrzeć zwarty do tej pory kondensator C7.

Po rozwarciu kondensatora, zależnie od położenia suwaka potencjometru PR1, sygnał z głośnika może zostać wyciszony. Położenie suwaka PR1 należy tak dobrać, by sygnał w głośniku pojawiał się przy hałasach o głośności odpowiedniej do potrzeb.

Jak z tego widać, potencjometr PR2 służy do ustawienia odpowiedniej głośności w głośniku, natomiast PR1 reguluje próg zadziałania obwodu automatycznego włączania.

Na płytce przewidziano miejsce na potencjometry montażowe PR1 i PR2. Kto chce, może zamiast nich dołączyć przewodami prawdziwe potencjometry (obrotowe).

Jeśli wzmocnienie układu okaże się za duże, można je zmniejszyć, zwiększając rezystancje R18 i R7. Czułość układu modelowego jest bardzo duża, ale gdyby okazało się potrzebne dalsze jej zwiększenie, można zmniejszyć wartość R18 aż do zera (zwarcia) a wartość R7 do 1k $\Omega$ .

Przy wykonywaniu egzemplarza modelowego nie wystąpiły kłopoty, układ od razu pracował poprawnie.

## Wykaz elementów

### Rezystory

- R1: 1k $\Omega$
- R2: 2,2k $\Omega$
- R3: 51 $\Omega$
- R4: 510 $\Omega$
- R5, R6, R10, R12, R15-R17: 100k $\Omega$
- R7: 2,2k $\Omega$
- R8, R21: 330 $\Omega$
- R9, R11: 47k $\Omega$
- R13: 220k $\Omega$
- R14: 10k $\Omega$
- R18: 100 $\Omega$
- R19, R20: 6,8k $\Omega$
- R22: 4,7k $\Omega$
- PR1: 100k $\Omega$  miniaturowy
- PR2: 10k $\Omega$  miniaturowy

### Kondensatory

- C1, C12: 100 $\mu$ F/16V
- C2: 33nF ceramiczny
- C3, C7, C8: 10 $\mu$ F/16V
- C4, C11: 220 $\mu$ F/16V
- C5, C13: 470nF
- C6, C9: 100nF
- C10: 100n ceramiczny

### Półprzewodniki

- D1: LED G lub Y
- D2: LED G
- T1, T4, T5: BC548B
- T2, T3, T6: BC558B
- U1: TDA7056

### Pozostałe

- M1: mikrofon elektretowy
- płytką drukowaną wg rysunku 3

Jedyną trudnością było przypadkowe zamontowanie mikrofonu elektretowego o znacznie obniżonej czułości. Po zmianie egzemplarza mikrofonu układ uzyskał właściwą czułość.

W praktyce duży wpływ na uzyskane efekty będzie miał przewód łączący obie części układu. Ponieważ zazwyczaj będzie to przewód o długości od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów, będą się w nim indukować zakłócenia. Do usunięcia zakłóceń o wysokiej częstotliwości posłuży kondensator C2. Ale nie sposób usunąć w podobny sposób brumu sieciowego o częstotliwości 50Hz. Aby nie dopuścić do pojawienia się brumu, należy po prostu zastosować właściwy przewód. W roli przewodu łączącego obie części nie można zastosować zwykłego przewodu, jakiego używają elektrycy. Powinno to być przynajmniej skrętka telefoniczna, ewentualnie ekranowany przewód mikrofonowy (dwie skręcone ze sobą żyły plus ekran). Skrętka można samemu wykonać nawet z dwóch przewodów wspomnianego kabla stosowanego przez elektryków – chodzi o to, by żyły były ze sobą skręcone. Najprawdopodobniej zastosowanie skrętki pozwoli uniknąć brumu i nie trzeba będzie stosować drogiego kabla ekranowanego.

Piotr Górecki  
Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2187.

