

Olbrzymie zainteresowanie konstrukcją słuchawek bezprzewodowych, opracowaną w AVT i opublikowaną ponad rok temu w *Sat Audio Video* (Nr 2/92) skłania nas do przedstawienia najnowszej wersji tej konstrukcji, znacznie doskonalszej od modelu sprzed roku. Kompletny zestaw elementów z płytkami drukowanymi i obudowami jest oferowany jako kit AVT-29.

Słuchawki bezprzewodowe

kit AVT-29



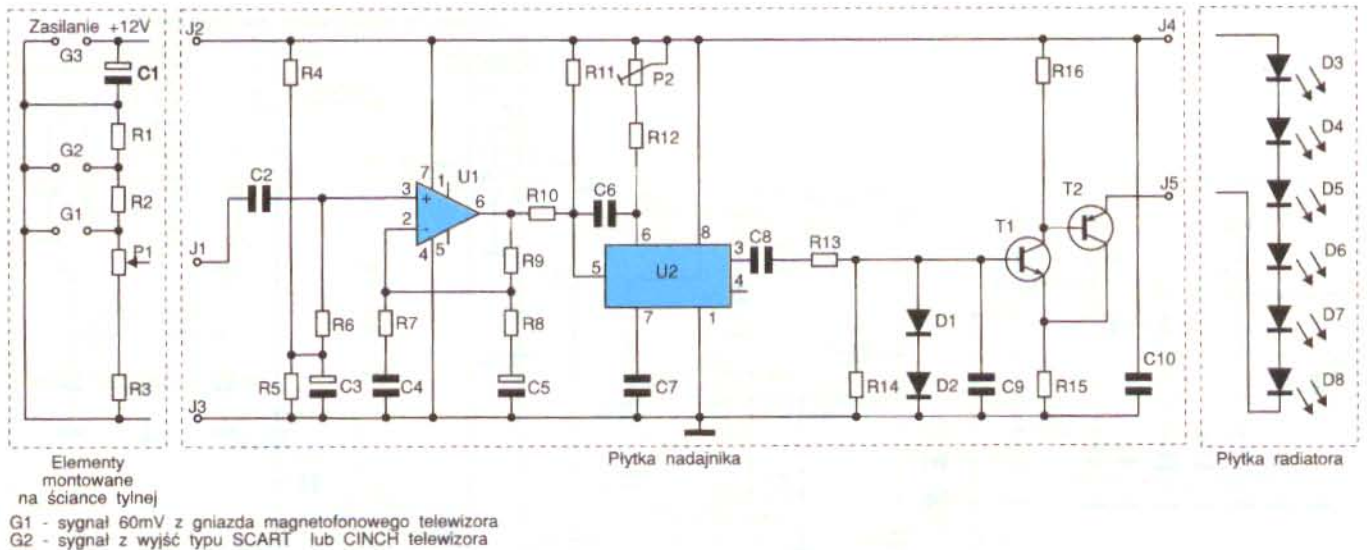
W ciasnym mieszkaniu często powstaje sytuacja, w której jedna osoba chce oglądać program telewizyjny, a pozostałe chcą pracować, rozmawiać lub odpoczywać. Problem ten rozwiązują słuchawki bezprzewodowe, umożliwiające odbiór dźwięku przy całkowicie wyciszonym głośniku telewizora. Czasem jedna z osób wspólnie oglądających program telewizyjny ma upośledzony słuch i ustawia tak wysoki poziom siły głosu telewizora, że staje się to nie do zniesienia dla pozostałych

osób oglądających program. I ten problem rozwiązują słuchawki bezprzewodowe, gdyż umożliwiają regulację poziomu głosu w słuchawkach niezależnie od poziomu głosu głośnika telewizora. Dla osób o upośledzonym słuchu korzystanie ze słuchawek bezprzewodowych podczas oglądania programu telewizyjnego jest bardziej wskazane niż korzystanie w tym celu z aparatu słuchowego, gdyż słuchawki przekazują jedynie dźwięk z telewizora, natomiast aparat słuchowy wzmacnia również wszelkie dźwięki zakłócające pochodzące z otoczenia, co często utrudnia prawidłowe zrozumienie mowy. Siła głosu nie zależy od odległości od telewizora, a brak przewodów umożliwia swobodne poruszanie się po pokoju.

Urządzenie działa na zasadzie przesyłania sygnału w postaci fali światła zmodulowanej częstotliwościowo w zakresie podczerwieni. Zestaw składa się z nadajnika dołączonego do źródła sygnału fonii oraz odbiornika połączonego elektrycznie i mechanicznie ze słuchawkami.

Podstawowe parametry słuchawek:

Częstotliwość nośna: $\sim 150 \pm 1\text{kHz}$
 Dewiacja: $\leq 10\text{kHz}$
 Akustyczne pasmo przenoszenia: 80Hz..8kHz
 Częstotliwość preemfazy/deemfazy: $\sim 6,8\text{kHz}$
 Napięcie wejściowe nadajnika: 60..1000mV
 Zasięg transmisji: do kilkunastu metrów
 Moc wyjściowa odbiornika (8V/32 Ω): $\geq 150\text{mW}$
 Zasilanie nadajnika: 12V
 Zasilanie odbiornika: 9V (bateria 6F22)
 Pobór prądu zasilania nadajnika: 60mA
 Pobór prądu zasilania odbiornika: 3..10mA



Rys. 1. Schemat elektryczny nadajnika

Opis działania

Rysunek 1 przedstawia schemat elektryczny nadajnika. Sygnał akustyczny ze źródła (np. wyjście fonii OTV, tunera monofonicznego, itp.) jest doprowadzony do odpowiedniego gniazda dzielnika wejściowego R1, R2, R3, P1, dopasowującego poziom sygnału źródła do wejścia wzmacniacza U1. Gniazdo G1 jest przeznaczone dla źródeł sygnału o poziomie 60mV (wyjście magnetofonowe niektórych telewizorów), gniazdo G2 dla sygnałów o poziomie 200..1000mV (wyjścia magnetofonowe innego typu, standardowe wyjścia audio tunerów i telewizorów poprzez gniazda „Cinch”, „SCART/EUROCONNECTOR”). Można również wykorzystać gniazdko słuchawkowe źródła sygnału, ale wówczas głośność w słuchawkach będzie zależać od ustawienia regulatora głośności telewizora (tunera). Potencjometr P1 służy do dokładnego ustawienia poziomu wysteroowania. Elementy C4, C5, R7, R8, R9 w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza U1 tworzą układ preemfazy. Wzmocnienie układu jest określone głównie przez rezystor R9. Uformowany sygnał jest doprowadzony do wejścia (końcówka 5) oscylatora sterowanego napięciem (ang. Voltage Controlled Oscillator - VCO). Częstotliwość oscylatora określają wartości elementów C7, R12, P2 i wartość chwilowa napięcia na wejściu 5. Bez sygnału akustycznego częstotliwość ta powinna wynosić 150kHz. Sygnał prostokątny z wyj-

ścia oscylatora (n. 3) poprzez tranzystory wzmacniacza prądowego T1, T2 steruje diodami nadawczymi D3 - D8 świecącymi w podczerwieni. Przy napięciu zasilania 12V możliwe jest szeregowe połączenie sześciu diod i uzyskanie znacznej szerokości oraz gęstości promieniowanego strumienia podczerwieni. Diody D1, D2 stanowią ogranicznik amplitudy impulsów i zarazem prądu lub przesterowania T2.

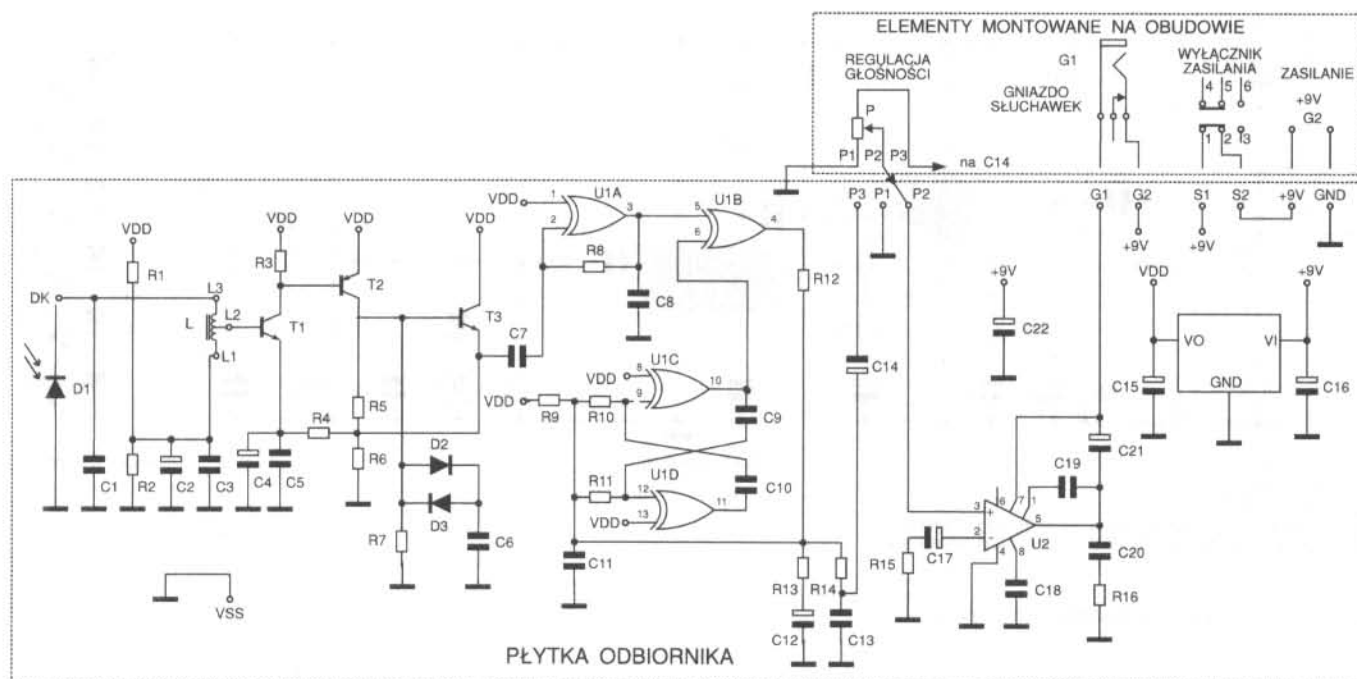
Schemat elektryczny odbiornika przedstawia **rys. 2**. Fotodiody D1, spolaryzowana połowa napięcia zasilania VDD, zamienia impulsy podczerwieni na impulsy swego prądu wstecznego. Impulsy o częstotliwości ok. 150kHz są wyodrębniane spośród wszystkich innych sygnałów w obwodzie rezonansowym złożonym z cewki L i kondensatora C1. Sygnał sterujący wejściem wzmacniacza wstępnego (T1 - T3) pochodzi z odczepu L2 dla zmniejszenia rozstrajania obwodu rezonansowego L, C1 przez nieliniową impedancję wejściową wzmacniacza. Pomiedzy stopniami T2 i T3 znajduje się ogranicznik amplitudy impulsów D2, D3, C6, zapobiegający przesterowaniu stopnia wyjściowego. Sygnał z wyjścia wzmacniacza jest dodatkowo formowany przez bramkę U1A, zwiększającą stromość zboczy impulsów i doprowadzony do wejścia (5) komparatora fazy U1B. Sygnał odniesienia na wejściu (6)U1B pochodzi z multiwibratora U1C, U1D, którego częstotliwość jest korygowana składową akustyczną sygnału wyj-

ściowego U1B, wyodrębnioną przez filtr dolnoprzepustowy C11, C12, R12, R13. Łącznie bramki U1B/C/D tworzą detektor FM w układzie pętli fazowej (ang. Phase Locked Loop - PLL). Składowa akustyczna sygnału detektora, po deemfazie w układzie C13, R14 jest odtworzonym w odbiorniku sygnałem wejściowym nadajnika i poprzez regulator głośności P1 steruje wejściem wzmacniacza słuchawkowego U2. Odbiornik posiada własny stabilizator napięcia VDD, uniezależniający zasilanie wzmacniacza wstępnego i układu PLL od wahań napięcia baterii.

Montaż

Obudowy, tak nadajnika, jak i odbiornika, są adaptowane spośród dostępnych w handlu, a nie projektowane specjalnie dla tego urządzenia. Stąd zaleca się wykonanie w nich otworów dla gniazd, wyprowadzeń diod nadawczych i fotodiody, potencjometrów, wyłącznika i wkretów mocujących, przed właściwym montażem. W obudowie odbiornika przewidziano otwory na wprowadzenie końców sznurka, pozwalającego zawiesić urządzenie na szyi. Okienko fotodiody odbiornika należy zakleić od wewnątrz płatkami zabarwionej na czerwono folii, stanowiącej filtr tłumiący promienie inne niż czerwone i podczerwone.

Montaż płytki nadajnika sprostawa się do wlutowania elementów zgodnie z nadrukiem na stronie elementów oraz widokiem ścieżek



Dioda D1 montowana katodą do płytki a anodą do ekranu

Rys. 2. Schemat elektryczny odbiornika

i schematem montażowym płytki (rys. 3a). Diody nadawcze są umieszczone na zewnątrz obudowy nadajnika. Ich wyprowadzenia należy przewlec przez otwory w przedniej ścianie obudowy nadajnika, zwracając uwagę na właściwą polaryzację, a następnie przez otwory płytki drukowanej radiatorów (rys. 3b), odpowiednio skrócić i przylutować. Szerokie pola miedzi pozostawione na płycie wokół punktów lutowniczych mają ułatwiać rozpraszanie ciepła wydzielanego przez diody.

W odpowiednich otworach ścianki tylnej obudowy nadajnika zamocować gniazda i potencjometr P1. Do płytki nadajnika przylutować przewody łączące z elementami na ścianie przedniej i tylnej obudowy. Przykręcić płytkę do obudowy. Zmontowane zespoły ścianki tylnej i przedniej umieścić w rowkach obudowy i połączyć z płytką nadajnika.

Zmontować płytkę odbiornika, kierując się nadrukiem na stronie elementów oraz widokiem ścieżek i schematem montażowym płytki - rys. 2. Wzmacniacz wstępny T1 - T3 powinien być ekranowany dla uniknięcia sprzężeń pasożytniczych z obwodami źródła sygnału lub wzmacniacza słuchawkowego. Ekran tworzą: pokrywa górna z otworami dla wyprowadzeń fotodiody D1,

strojenia cewki i wsporników mocujących, ścianka boczna, mocowana po stronie elementów i pokrywa dolna, lutowana na wspornikach z drutu $\phi=0,6\text{mm}$ po stronie mozaiki ścieżek płytki. Pokrywe górną od fotodiody oddziela papierowa przekładka. Anoda fotodiody jest lutowana do pokrywy górnej ekranu, katoda zaś, przedłużona giętkim przewodem, jest przewleczona przez odcinek koszulki izolacyjnej, pokrywe i wlutowana w płytkę. Cewka powinna być przyklejona do płytki drukowanej tak, by możliwe było pokręcanie rdzenia (strojenie) przez otwór w pokrywie górnej ekranu. Przed przystąpieniem do uruchomienia należy pokrywy ekranu zamknąć na stałe, ponieważ pojemności rozproszone pomiędzy ekranem a elementami wzmacniacza wpływają na dostrojenie obwodu rezonansowego i przy strojeniu muszą być już ustalone.

Zmontowaną płytkę odbiornika połączyć przewodami z elementami montowanymi na obudowie i złączem baterii i zamocować wkrętami w obudowie.

Dobrać odpowiednie słuchawki i przygotować przewody łączące nadajnik ze źródłem sygnału (ekranowane, z odpowiednimi wtykami). Urządzenie może współpracować ze słuchawkami o oporności

16..300 Ω , jednakże przy małej oporności słuchawek należy liczyć się z przyspieszonym wyczerpywaniem baterii.

Uruchomienie

Układ prawidłowo zmontowany działa poprawnie po włączeniu i można go dostroić „na słuch”. W tym celu należy dołączyć do wejścia nadajnika źródło sygnału (najlepiej muzyki o względnie równym poziomie), a dzielnik wejściowy (P1 nadajnika) i regulator głośności (P1 odbiornika) ustawić w pozycji maksimum. Diody nadawcze skierować bezpośrednio na fotodiode. Pokręcając rdzeń cewki uzyskać jak najsilniejszy sygnał w słuchawkach. Gdy w miarę dostrajania staną się słyszalne zniekształcenia, odpowiednio regulować dzielnik nadajnika, a gdy dźwięk w słuchawkach dokuczliwy - skorygować głośność. Metodą naprzemiennych regulacji uzyskać najlepszą siłę i jakość dźwięku w słuchawkach. Ostateczną regulację przeprowadzić przy odbiorze promieniowania odbitego. Tą metodą uzyskuje się jednocześnie właściwe ustawienie dzielnika wejściowego nadajnika.

W przypadku uruchamiania urządzenia bez przyrządów, w trakcie strojenia odbiornika może być konieczne skorygowanie również częstotli-

wości nadajnika (P2), jeśli w całym zakresie przestrajania odbiornika nie uda się wyłowić nawet śladu sygnału lub niemożliwe jest optymalne dostrojenie (śląd sygnału przy końcu zakresu przestrajania odbiornika).

Po dostrojeniu odbiornika pozostaje sprawdzenie całości w warunkach normalnej pracy i ustawienie dzielnika sygnału wejściowego nadajnika.

Połączyć źródło sygnału z właściwym gniazdem wejściowym. Potencjometr P1 nadajnika ustawić doświadczalnie w położeniu, w którym dźwięk w słuchawkach jest najsilniejszy i zarazem wolny od zniekształceń. Sprawdzić maksymalny zasięg dobrego, tj. wolnego od szumów, odbioru.

Oczywiście, znacznie więcej o pracy urządzenia dowiemy się uruchamiając je przy pomocy przyrządów.

Do uruchomienia układu potrzebny jest miernik stałych napięć, prądów i rezystancji, pożądanym - oscyloskop i miernik częstotliwości.

Przed właściwym uruchomieniem zaleca się sprawdzenie, czy w układach zasilania nadajnika nie ma zwarcia, tj. pobór prądu wynosi ok. 60mA. Potencjometry P1 i P2 ustawić w położeniu środkowym.

Uruchomienie polega na dostro-

jeniu częstotliwości nośnej $150 \pm 1\text{kHz}$ potencjometrem P2 (bez sygnału) i właściwym ustawieniu dzielnika wejściowego P1. Dla uniknięcia przestrojenia przy zmianie napięcia, strojenie należy przeprowadzić z zasilaczem, z którym nadajnik będzie pracował na stałe. Przed dostrojeniem nadajnik powinien pracować przez 5 minut dla ustalenia warunków cieplnych.

Oscyloskop i miernik częstotliwości dołączyć do kolektora T1. Regulować częstotliwość obserwując jednocześnie impulsy na oscyloskopie. Powinny one mieć kształt prostokątny o lekko nachylonych zboczach i amplitudzie ok. $0,45V_{pp}$.

Sprawdzić oscyloskopem napięcia na diodach nadawczych D3 - D8. Wobec ograniczenia prądowego wzmacniacza T1, T2 zwarcie lub uszkodzenie jednej z diod jest trudne do wykrycia w inny sposób.

Dzielnik wejściowy ustawia się doświadczalnie we współpracy ze źródłem sygnału i wstępnie dostrojonym odbiornikiem. Położenie P1 powinno być takie, by dźwięk w słuchawkach był jak najgłośniejszy, ale bez zniekształceń.

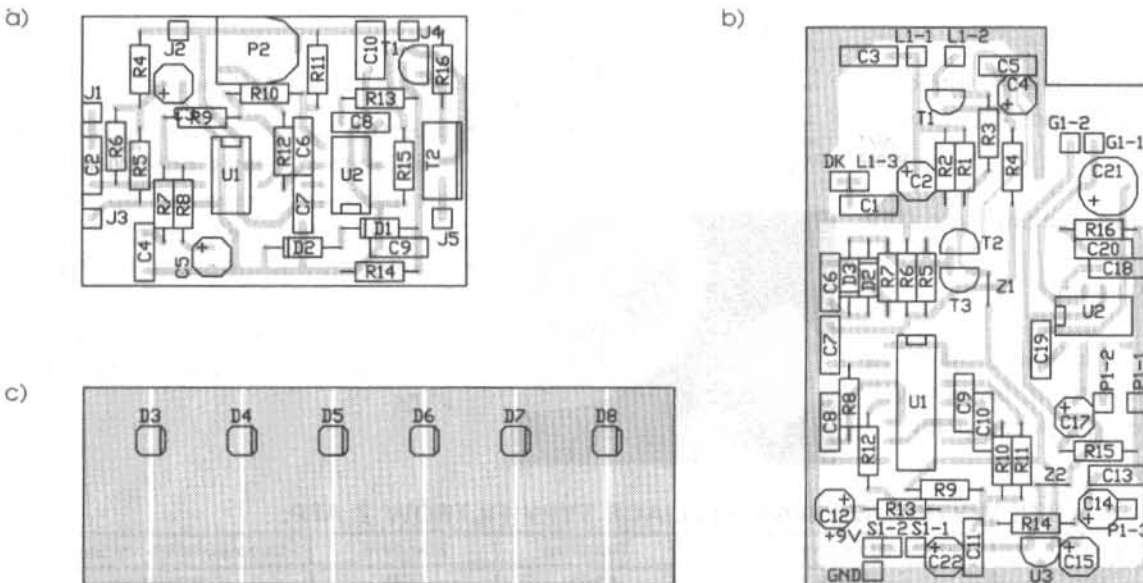
Przy braku miernika częstotliwości przybliżonego dostrojenia można dokonać posługując się radioodbiornikiem w zakresie fal długich. Należy wówczas ustawić maksymal-

ny poziom sygnału, radioodbiornik dostrojony możliwie dokładnie do częstotliwości 150kHz (dolny kraniec pasma) umieścić w pobliżu nadajnika i potencjometrem P2 regulować częstotliwość nadajnika aż do uzyskania najsilniejszych zakłóceń w głośniku.

Dołączyć baterię do odbiornika i sprawdzić napięcie zasilania na zaciskach płytki i na wyjściu stabilizatora U3 oraz prąd spoczynkowy (przy potencjometrze siły głosu P2 w położeniu minimum) - powinien wynosić ok. 3 mA. Znacznie większa wartość świadczy o istnieniu zwarcia w obwodzie zasilania.

Sondę 1:10 oscyloskopu dołączyć do ścieżki kolektora T2 (łatwo dostępnej od strony P1). Odpowiednio zaostrozonym precyzyjnym strojeniowym cewki do uzyskania największej amplitudy sinusoidy na ekranie. Jeśli wcześniej wystąpią efekty ograniczania poziomu (obcięcia wierzchołków sinusoidy), zmniejszyć intensywność promieniowania oświetlającego fotodiody, skierowując inaczej diody nadajnika. Sprawdzić dokładność dostrojenia delikatnie odstrajając nadajnik - amplituda w odbiorniku powinna maleć, niezależnie od kierunku odstrojenia nadajnika.

AVT



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych:
 a) nadajnik,
 b) odbiornik,
 c) radiator