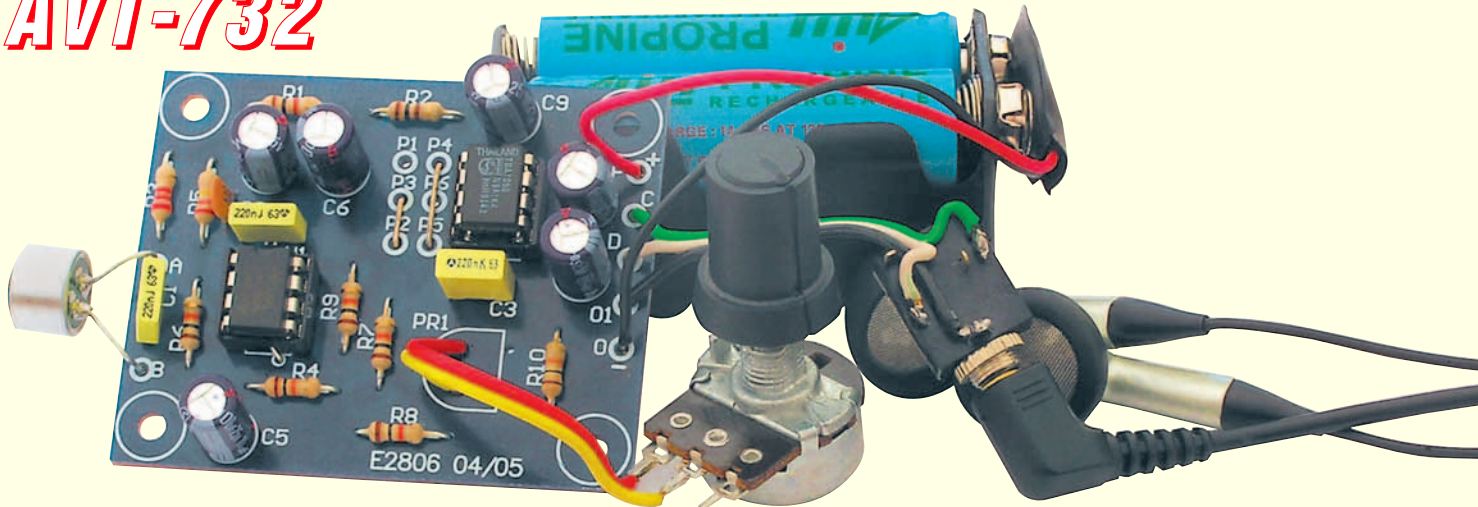




AVT-732



Whisper - łowca szeptów Superczuły podstuch przewodowy

Działanie opisywanego układu wywiera niesamowite wrażenie. Najcichsze szepty i normalnie niesłyszalne odgłosy zostają silnie wzmacnione, dając niezapomniane odczucia słuchowe. Układ doskonale nadaje się do rozmaitych eksperymentów ze wzmacnianiem małych sygnałów.

Prezentowany układ może służyć jako prosty aparat słuchowy, ale tylko dla osób z niewielkim niedosłuchem. Przy głębszym niedosłuchu należy wykorzystywać profesjonalny aparat słuchowy o charakterystykach

dobrych przez audiologa na podstawie szczegółowych badań.

Schemat układu i wygląd płytki drukowanej pokazane są na **rysunkach 1 i 2**. Podzespoły należy włutować w płytkę drukowaną, najlepiej według kolejności podanej w wykazie elementów. Na początek trzeba włutować trzy zwory z kawałków drutu. Podczas montażu należy zwracać szczególną uwagę na sposób wlotowania elementów biegunowych: kondensatorów elektrolitycznych, tranzystora, diod oraz układów scalonych, których

wycięcia w obudowie muszą odpowiadać rysunkom na płytce drukowanej. Gniazdo słuchawek oraz potencjometr należy dołączyć według fotografii - prawidłowe dołączenie potencjometru oznacza zwiększanie głośności przy pokręcaniu w prawo. Mikrofon elektretowy można dołączyć albo za pomocą krótkich drucików, choćby odciętych końcówek rezystorów, ale można go też dołączyć za pomocą dłuższego przewodu. W każdym przypadku trzeba zwracać uwagę na biegunowość, zaznaczoną na schemacie i płytce - w mikrofonie końcówka ujemna połączona jest z metalową obudową. Dokładne wskazówki dotyczące szczegółów montażu podane są w artykułach i na plakatach, które zamieszczone były w numerach 5/2004...7/2004 (numery te dostępne są w dziale prenumeraty).

Po zmontowaniu układu trzeba bardzo starannie skontrolować, czy elementy nie zostały włutowane w niewłaściwym kierunku lub w niewłaściwe miejsca oraz czy podczas lutowania nie powstały zwarcia punktów lutowniczych. Po skontrolowaniu poprawności montażu można dołączyć słuchawki i źródło zasilania. Zalecane jest napięcie 4,5V z zestawu 3 „paluszków”.

Wzmacniacz bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu będzie poprawnie pracował. Na początek należy skrócić potencjometr na minimum, czyli w lewo, a potem stopniowo zwiększać głośność. Zbyt duże wzmacnienie spowoduje samowzbudzenie (na drodze słuchawki - mikrofon) i bardzo nieprzyjemny, głośny pisk.

Układ powinien też pracować przy zasilaniu z 2 paluszków AA lub AAA, a prawdopo-

Wzmocnienie szeptów i słabych codziennych odgłosów zapewnia niezwykle doznania.

Połączenie czułego mikrofonu i trzystopniowego wzmacniacza gwarantuje niesamowite wrażenia dźwiękowe.

Może pracować jako wysokiej jakości podstuch przewodowy. Nadaje się do monitorowania pokoju dzieci, garażu, piwnicy.

Doskonały układ do eksperymentów ze słabymi dźwiękami i małymi sygnałami.

Prosty aparat słuchowy dla osób z lekkim niedosłuchem.

Możliwość wykorzystania jako pomocniczego wzmacniacza słuchawkowego lub opcjonalnie mostkowego wzmacniacza głośnikowego małej mocy.

Niskie napięcie pracy umożliwi zasilanie z 2...3 popularnych ogniw.

Mały pobór prądu gwarantuje zaskakująco długą żywotność baterii.

Zakres napięć zasilania 3...6V.

Spoczynkowy pobór prądu 5,6mA przy 4,5V.

dobnie nawet z jednej baterii litowej (3-woltowej). Można go też zasilac z czterech ogniw albo z zasilacza wtyczkowego 4,5V...6V.

Uwaga! Układ nie może być zasilany napięciem wyższym niż 6V!

Model pokazany na fotografiach zaczyna pracować przy napięciu 2,8V. Pobiera przy zasilaniu 3V 3,8mA prądu, przy 4,5V – 5,6mA, a przy 6,0V – 7,7mA. Oznacza to, że dwa alkaliczne „paluszki” wystarczą na ponad dwa tygodnie nieprzerwanej pracy dniem i nocą.

Tylko dla dociekliwych – działanie układu

Superczuły wzmacniacz zawiera trzy stopnie wzmacnienia. Sygnał z mikrofonu elektretowego M1 podawany jest na pierwszy stopień - wzmacniacz nieodwracający z układem U1A. Wzmacnienie jest stałe i wynosi 23x (27dB) – wyznaczają je rezystory R5, R6. Wstępnie wzmacniony sygnał jest podawany na wzmacniacz odwracający z kostką U1B – tu wzmacnienie, a właściwie osłabienie, wyznaczone jest przez stosunek rezystancji czynnej potencjometru PR1 i R9 i można je zmieniać w zakresie 0...1. Układ zasilany jest pojedynczym napięciem, a elementy R7, R8, C5 tworzą obwód sztucznej masy, wymagany dla wzmacniacza operacyjnego. Zastosowane oszczędne rozwiązanie obwodu sztucznej masy powoduje częściowe wzmacnianie napięcia niezrównoważenia i skutków prądu niezrównoważenia wejść kostki U1A, jednak przy jednakowych wartościach R4, R6 nie powinno to stanowić problemu.

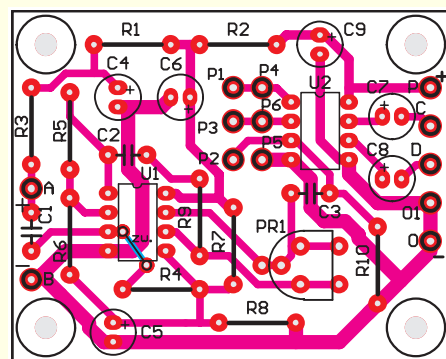
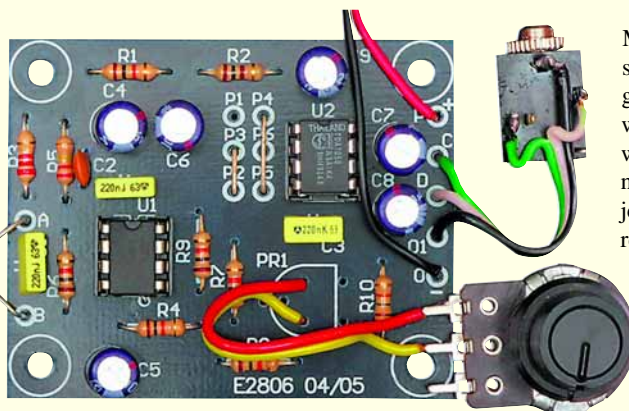
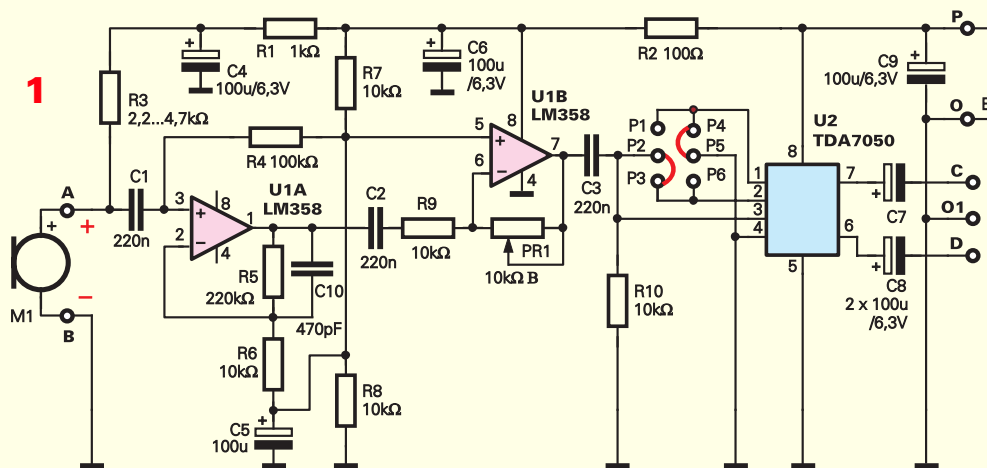
Obwody filtrujące zasilanie C9, R2, C6 oraz R1, C4 są niezbędne w układzie o bardzo dużym wzmacnieniu i mają za zadanie zapobiegać samowzbudzeniu powodowanemu przenikaniem sygnałów przez obwody zasilania.

Na końcu toru zastosowany został popularny słuchawkowy wzmacniacz mocy U2 typu TDA7050. Pracuje on w typowym układzie aplikacyjnym jako wzmacniacz dwukanałowy o wzmacnieniu wynoszącym 20x (26dB).

Możliwości zmian

Układ zasadniczo przewidziany jest do zasilania z 3 ogniw (4,5V). Można go też z powodzeniem zasilac z zasilacza wtyczkowego 4,5...6V. Należy jednak liczyć się z faktem, że przy zasilaniu sieciowym poziom brumu (przydźwięku sieci) będzie większy niż przy zasilaniu bateryjnym.

Warto pamiętać, że kostka TDA7050 może pracować w zakresie napięć 1,6...6V. Natomiast według katalogu wzmacniacz operacyjny LM358 powinien mieć napięcie zasilania co najmniej 3V. Kto chce, może spróbować



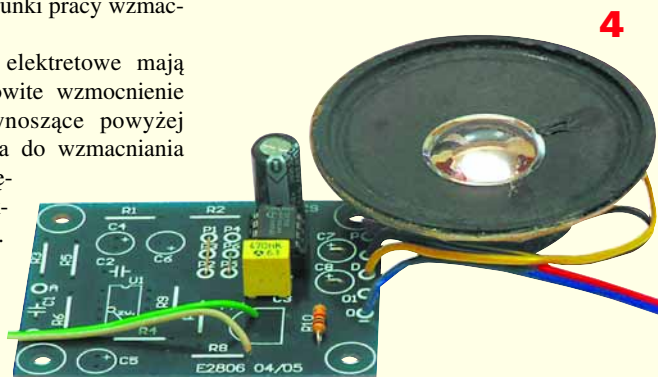
2

zasilac moduł napięciem 3V, a nawet niższym. Wtedy warto eksperymentalnie dobrac wartość R7, żeby napięcie na kondensatorze C5 było niższe od połowy napięcia zasilania, co powinno polepszyć warunki pracy wzmacniacza operacyjnego U1.

Popularne mikrofony elektretowe mają dużą czułość, więc całkowite wzmacnienie maksymalne układu, wynoszące powyżej 400, całkowicie wystarcza do wzmacniania najcichszych nawet dźwięków docierających do mikrofonu elektretowego. Układ jest tak bardzo czuły, że przy większym wzmacnieniu następuje sprzężenie na drodze słuchawki – mikrofon.

Mikrofon wychwytuje cichy sygnał słuchawek, wzmacnia go, co przy nadmiernym wzmacnieniu powoduje samowzbudzenie – powstanie głośnego pisku. Ograniczeniem nie jest więc wzmacniacz, tylko reakcja mikrofonu na „własny” sygnał ze słuchawek. Oznacza to, że kto chciałby jeszcze bardziej zwiększyć czułość, musi zapewnić lepszą separację akustyczną słuchawek od mikrofonu. Można to zrobić

na dwa sposoby. Można oddalic mikrofon, dotychczas go długim przewodem, przy czym w miarę możliwości powinien to być przewód ekranowany. Prościej będzie dotychczas przewodem słuchawki lub głośnika, ale to rozwiązanie ma pewną wadę, bo potencjometr będzie oddalony od głośnika. Dla uzyskania naprawdę ogromnej czułości należy umieścić mikrofon i słuchawki w oddzielnych pomieszczeniach, za zamkniętymi drzwiami. Kto wtedy chciałby dodatkowo zwiększyć wzmacnienie samego układu, ma kilka możliwości. Można zwiększyć rezystancję R3 do 4,7kΩ lub 10kΩ, można zwiększyć R5 do 470kΩ oraz zmniejszyć R9 do 4,7kΩ, a nawet do 2,2kΩ.



4

W wersji podstawowej wzmacniacz z $C1=C2=C3=220nF$ przenosi prawie całe pasmo akustyczne, od około 80Hz. W pewnych sytuacjach ograniczenie pasma może poprawić subiektywną jakość dźwięku. Można ograniczyć pasmo od dołu, żeby zmniejszyć przydźwięk sieci – w tym celu należy zmniejszyć wartość $C1, C2, C3$ do 100nF lub nawet 47nF czy 22nF. Układ w wersji podstawowej nie przenosi najniższych tonów poniżej 80Hz. Jeśli ktoś na przykład chciałby eksperymentować z dźwiękami o najniższych częstotliwościach, np. z biciem serca, powinien rozszerzyć pasmo, zwiększając pojemności $C1, C2, C3$ nawet 4-krotnie, do 1 μ F.

Kondensator $C10$ obcina najwyższe częstotliwości i znacząco redukuje poziom szumów. Dalsze ograniczenie pasma przez zastosowanie $C10$ o pojemności 1nF lub nawet 2,2nF jeszcze bardziej zmniejszy poziom szumu, ale i obetnie niektóre składowe użyteczne. Aby dodatkowo obciążyć najwyższe częstotliwości (szum), można też dolutować kondensator o indywidualnie dobranej wartości równoległe do mikrofonu (około 1...10nF). Z obcinaniem pasma nie należy jednak przesadzić, bo dźwięk stanie się zniekształcony, głuchy i niewyraźny.

Opisywany moduł można wykorzystać jako pomocniczy wzmacniacz (niewielkiej) mocy. Jest idealny do sterowania słuchawek, ale nadaje się też do sterowania małych głośników. Możliwe jest uzyskanie mocy do 150mW, co daje zaskakująco głośny dźwięk.

W wersji podstawowej wzmacniacz TDA7050 pracuje w połączeniu stereofonicznym – dwukanałowym. Warto wiedzieć, że może on pracować także jako jednokanałowy

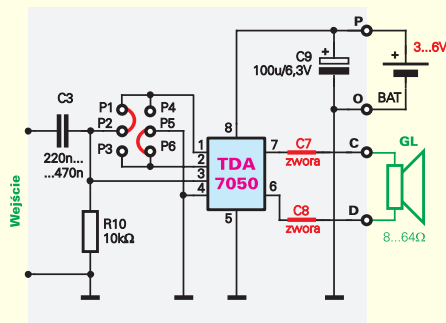
wzmacniacz mostkowy i nadaje się do sterowania niewielkim głośnikiem.

Aby ułatwić realizację wersji mostkowej, w układzie przewidziano punkty P1...P6. W wersji mostkowej należy usunąć (zewrzeć) kondensatory $C7, C8$ oraz wykonać zwory P1-P2 oraz P5-P6 według rysunku 3. Wygląd samego takiego pomocniczego niskonapięciowego wzmacniacza pokazuje fotografia 4.

W miarę możliwości powinien to być głośnik o oporności 16 Ω lub więcej, ale możliwa jest też praca z głośnikiem 8-omowym. Ze względu na małą wydajność prądową praca kostki TDA7050 w układzie mostkowym z głośnikiem 8 Ω ma sens w przypadku zasilania niskimi napięciami 1,6V...3V.

Piotr Górecki

3



Wykaz elementów odbiornika (w kolejności lutowania)

- | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------------------|---|
| 1 <input checked="" type="checkbox"/> | zwora z drutu pod układem scalonym U1 | 16 <input type="checkbox"/> | C3 – 220nF (może być oznaczony 224) |
| 2 <input type="checkbox"/> | zwora łącząca punkty P2-P3 | 19 <input type="checkbox"/> | C4 – 100uF/6,3V (lub na napięcie wyższe) |
| 3 <input type="checkbox"/> | zwora łącząca punkty P4-P5 | 20 <input type="checkbox"/> | C5 – 100uF/6,3V (lub na napięcie wyższe) |
| 4 <input type="checkbox"/> | R1 – 1k Ω (brąz-czar.-czerw.-złoty) | 21 <input type="checkbox"/> | C6 – 100uF/6,3V (lub na napięcie wyższe) |
| 5 <input type="checkbox"/> | R2 – 100 Ω (brąz-czar.-brąz.-złoty) | 22 <input type="checkbox"/> | C7 – 100uF/6,3V (lub na napięcie wyższe) |
| 6 <input type="checkbox"/> | R3 – 2,2k Ω (czerw.-czerw.-czerw.-złoty) | 23 <input type="checkbox"/> | C8 – 100uF/6,3V (lub na napięcie wyższe) |
| 7 <input type="checkbox"/> | R4 – 10k Ω (brąz-czar.-pom.-złoty) | 24 <input type="checkbox"/> | C9 – 100uF/6,3V (lub na napięcie wyższe) |
| 8 <input type="checkbox"/> | R6 – 10k Ω (brąz-czar.-pom.-złoty) | 25 <input type="checkbox"/> | dołączyć przewodami potencjometr 10k Ω B na potencjometr |
| 9 <input type="checkbox"/> | R7 – 10k Ω (brąz-czar.-pom.-złoty) | 26 <input type="checkbox"/> | dołączyć przewodami gniazdo słuchawkowe stereo |
| 10 <input type="checkbox"/> | R8 – 10k Ω (brąz-czar.-pom.-złoty) | 27 <input type="checkbox"/> | dołączyć przewodami mikrofon elektretowy |
| 11 <input type="checkbox"/> | R9 – 10k Ω (brąz-czar.-pom.-złoty) | 28 <input type="checkbox"/> | dołączyć złączkę baterii – „kijankę” |
| 12 <input type="checkbox"/> | R10 – 10k Ω (brąz-czar.-pom.-złoty) | 29 <input type="checkbox"/> | dołączyć źródło zasilania 3...6V |
| 13 <input type="checkbox"/> | R5 – 220k Ω (czerw.-czerw.- żółty-złoty) | 30 <input type="checkbox"/> | włożyć układ scalony U1 – LM358 |
| 14 <input type="checkbox"/> | podstawka 8-pin pod układ scalony U1 | 31 <input type="checkbox"/> | włożyć układ scalony U2 – TDA7050 (DIL) |
| 15 <input type="checkbox"/> | podstawka 8-pin pod układ scalony U2 | 32 <input type="checkbox"/> | |
| 16 <input type="checkbox"/> | C10 – 470pF (może być oznaczony 471) | | |
| 17 <input type="checkbox"/> | C1 – 220nF (może być oznaczony 224) | | |
| 18 <input type="checkbox"/> | C2 – 220nF (może być oznaczony 224) | | |

Uwaga: Słuchawki i obudowa nie wchodzi w skład zestawu AVT-732.

Komplet podzespołów z płytkami jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-732.