

Słuchawkowy bufor prądowy

Zastosowanie specjalizowanego układu scalonego do napędzania słuchawek przekłada się na prostotę i parametry prezentowanego urządzenia. Konstrukcja mechaniczna umożliwia łatwy montaż układu do płyty czołowej.

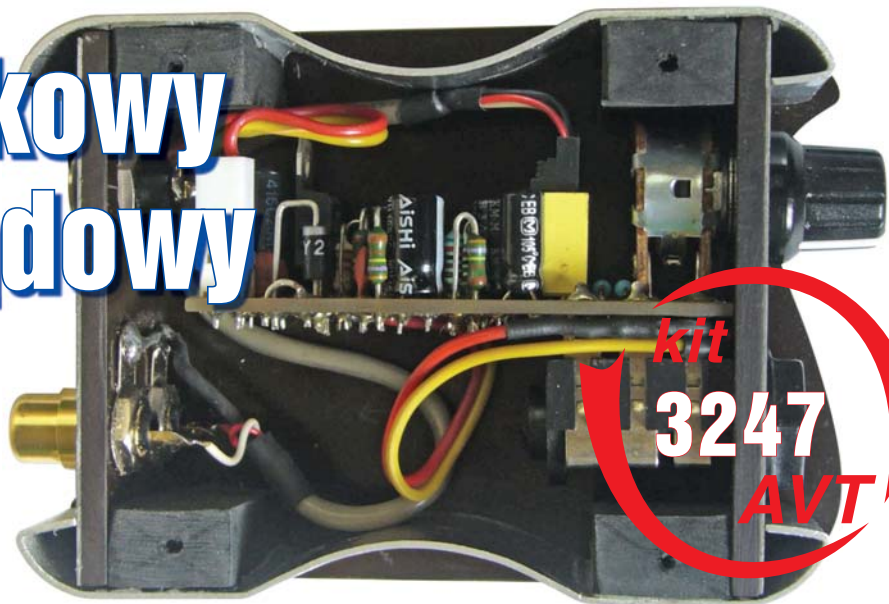
Do czego to służy?

Popularne wzmacniacze operacyjne charakteryzują się niewielkim prądem wyjściowym zwykle ograniczonym przez wewnętrzne obwody przeciwzwarciowe. Stosunkowo niewielki prąd uniemożliwia wydajne zasilanie słuchawek o niskich rezystancjach znamionowych. W prezentowanym układzie zastosowano układ scalony TDA1308 firmy NXP (dawniej Philips), którego uproszczoną budowę wewnętrzną układu widać na rysunku 1. Z wyjść układu może wypływać/wpływać prąd o wartości do 60mA. Jako że jego parametry są optymalizowane do napędzania słuchawek, ma wbudowane specjalne obwody zapewniające brak słyszalnych w słuchawkach trząsków w chwilach włączania i wyłączenia napięcia zasilania. W praktyce gdy zastosowano zasilanie niesymetryczne włączaniu napięcia zasilania towarzyszy słyszalne (nieuciążliwe) przeładowanie pojemności, natomiast wyłączenie jest pozbawione jakichkolwiek "efektów dźwiękowych". Zatem układ TDA1308 nie jest jedynie wzmacniaczem operacyjnym o zwiększonej wydajności prądowej. Stopnie wyjściowe pracujące w klasie AB mają zabezpieczenie przeciwzwarciowe, a główne obwody sygnałowe wewnątrz struktury układu zostały zrealizowane przy zastosowaniu tranzystorów MOSFET. Niewielki spoczynkowy pobór

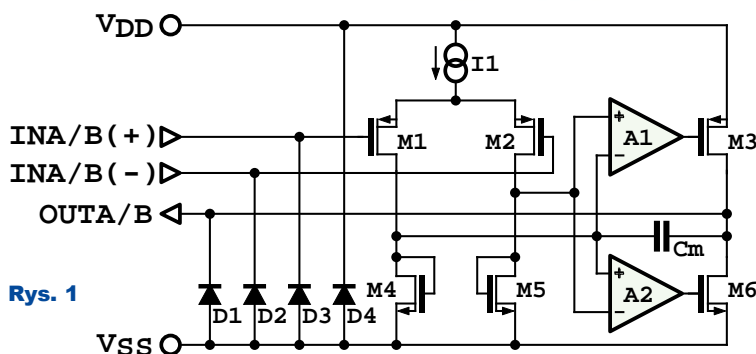
prądu (5mA) umożliwia jego zastosowanie w zasilanych bateryjnie urządzeniach. Budowa prezentowanego wzmacniacza pozwala też na praktyczne porównanie rzeczywistych parametrów TDA1308 z parametrami podawanymi w nocie katalogowej przez jego producenta.

Jak to działa?

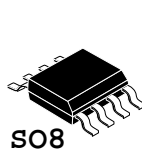
Na rysunku 2 przedstawiono schemat ideowy. Wchodzące w skład układu U2 wzmacniacze pracują w typowej (jak dla wzmacniaczy operacyjnych) konfiguracji odwracającej. Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza wyznacza stosunek wartości rezystorów R3/R4 (R10/R9) i w prezentowanym układzie wynosi on 1V/V (0dB), co oznacza brak wzmocnienia napięciowego. Układ jest zatem



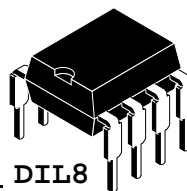
kit
3247
AVT



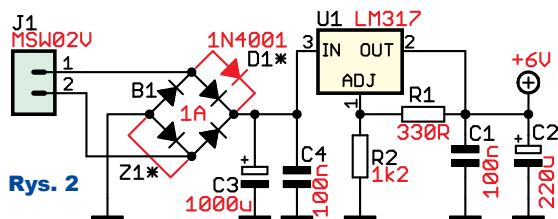
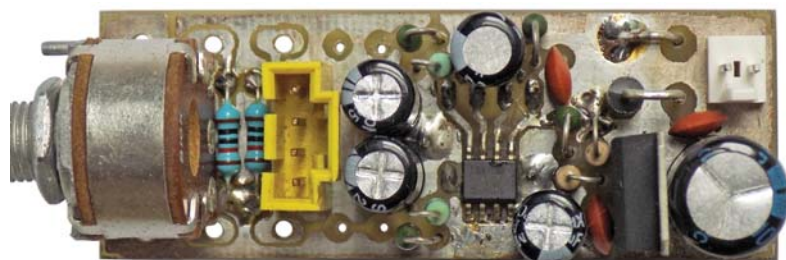
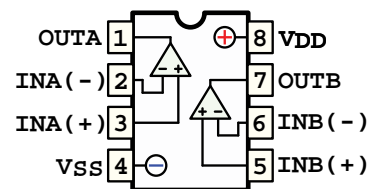
Rys. 1



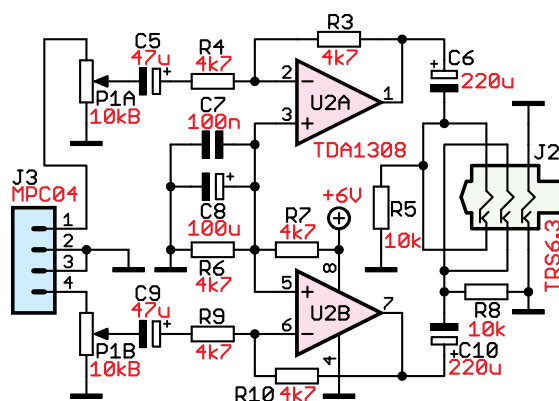
SO8

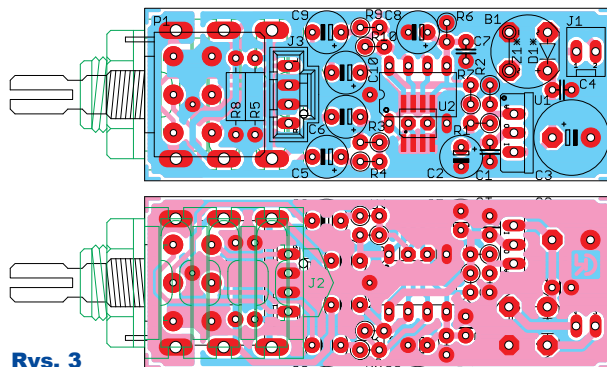


DIL8

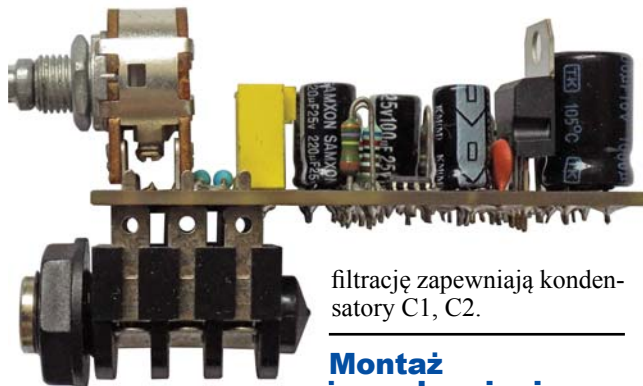


Rys. 2





Rys. 3



filtrację zapewniają kondensatory C1, C2.

Montaż i uruchomienie

Mozaika dwuwarstwowego obwodu drukowanego, którego rysunki projektowe dostępne są na Elportalu w materiałach dodatkowych do niniejszego artykułu, widoczna jest na **rysunku 3**. Po sprawdzeniu PCB na występowanie zwarć i pęknięć można przystąpić do montażu. Druk jest przystosowany do montażu układu U2 w obu możliwych wariantach obudowy, tj. DIL8 i SO8. W przypadku posiadania układu U2 w obudowie SMD (układ w obudowie DIP8 jest trudno dostępny) montaż należy rozpocząć od jego przylutowania. By umożliwić montaż wszystkich elementów (zapewnienie dostępu do punktów lutowniczych), kolejność lutowania elementów R5, R8, P1 i J2 jest istotna. Najpierw należy przylutować rezystory R5, R8, by następnie przylutować potencjometr P1. Jako ostatnie należy montować gniazdo słuchawkowe J2. Kolejność montażu pozostałych elementów nie jest istotna, ale warto stosować kryterium gabarytowe (tj. montaż elementów od najmniejszych do największych). Zależnie od przewidywanego wariantu zasilania układu montaż mostka B1, lub D1* i zwory Z1* należy przeprowadzić według opisu w poprzednim śródytule. Niezależnie od wariantu zasilania, minimalna wartość napięcia na kondensatorze C3 powinna uwzględniać spadek napięcia wymagany do poprawnej pracy stabilizatora U1. Optymalna minimalna

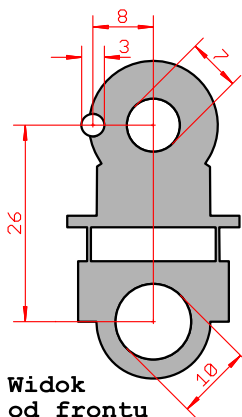
buforem, wzmacniaczem prądowym. Gdy źródło sygnału audio nie jest w stanie zapewnić odpowiedniego poziomu, to wzmocnienie napięciowe U2 można nieco zwiększyć (oczywiście w sensownych, niewielkich granicach wyznaczonych przez GBW U2) przez odpowiednie zwiększenie wartości rezystorów R3, R7 (tak by nie dochodziło jednak do obcinania sygnału wyjściowego przez wchodzenie stopni wyjściowych U2 w stan nasycenia).

Aby układ U2 mógł prawidłowo przenosić sygnał audio przy zastosowanym zasilaniu niesymetrycznym, jego wejścia nieodwracające muszą być spolaryzowane stałonapięciowo (tzw. sztuczną masą), co zapewnia dzielnik R6, R7. Sztuczna masa jest filtrowana kondensatorami C7, C8. Taka polaryzacja sprawia, że na wejściach i wyjściach U2 panuje potencjał zbliżony do połowy napięcia zasilania. By zapobiec przepływowi prądu stałego przez obciążenie, konieczne jest odseparowanie składowej stałej wyjść od obciążenia, co zapewniają kondensatory C6, C10. Analogiczną funkcję od strony wejść spełniają kondensatory C5, C9. Przy niepodłączonym obciążeniu do gniazda J2 stałonapięciową polaryzację kondensatorów wyjściowych za-

pewniają rezystory R5, R8. W chwili dołączeniu obciążenia (wtyku słuchawek) do J2 (jack TRS 1/4") kondensatory są już naładowane i nie występuje zjawisko (słyszane jako trzask) ich ładowania przez rezystancję słuchawek. Sygnał wejściowy audio ze źródła doprowadzany jest przewodami ekranowanymi do złącza J3. Zastosowane złącze J3 jest w standardzie „przyłącza wewnętrznego audio” stosowanego w sprzęcie komputerowym (np. używane przy połączeniu sygnałowym czytnika dysków optycznych (CD-ROM) z kartą muzyczną). Potencjometr stereo-foniczny P1 o charakterystyce odwrotnie logarytmicznej (B) pełni funkcję regulatora głośności oraz odpowiada za polaryzację stałonapięciową kondensatorów wyjściowych C5 i C9 rezystancjami między suwakami a masą układu. Napięcie zasilania dołączane jest do gniazda J1. Gdy jest to napięcie z transformatora sieciowego (AC), wskazane jest zastosowanie pełnokresowego mostka prostowniczego B1. Gdy układ będzie montowany wewnątrz innego urządzenia (np. wzmacniacza, miksera itp.), w większości przypadków (ze względu na niewielki pobór prądu) zasilanie może zapewnić dostępne w urządzeniu napięcie stałe (z przedziału 9...18V). W takim wariantcie w miejsce mostka Graetza B1 należy wlutować diodę D1* (lub zworę) wraz ze zworą Z1*. Zwora Z1 uniemożliwi powstanie różnicy potencjału mas układów (spadku na „dolnej lewej” diodzie mostka B1). Filtrację napięcia wejściowego zasilania zapewniają elementy C3, C4. Stabilizowane napięcie zasilające układ zapewnia stabilizator U1 (zastosowanie układu LM317 spowodowane było brakiem LM7806) wraz z dzielnikiem R1, R2 ustalającym jego wartość na 6V. Jego



wartość napięcia niestabilizowanego na C3 to około 9V. Oczywiście wartość minimalna dołączonego do gniazda J1 napięcia powinna być wyższa o spadek na mostku B1 lub diodzie D1*, zależnie od wariantu zasilania. Masy źródła sygnału i wzmacniacza powinny być połączone tak, by nie powstawały szkodliwe pętle zwiększające poziom zakłóceń i szumów. Gdy oba łączone układy zasilane są z jednego zasilacza (mają połączone masy w zasilaniu), ekrany przewodów dołączonych do J3 powinny być połączone z masą tylko z jednej strony, tj. przy złączu J3 lub przy źródle sygnału. Natomiast gdy masy obu układów są oddzielone galwanicznie, ich połączenie należy zapewnić przez ekrany przewodów sygnałowych.



Widok od frontu

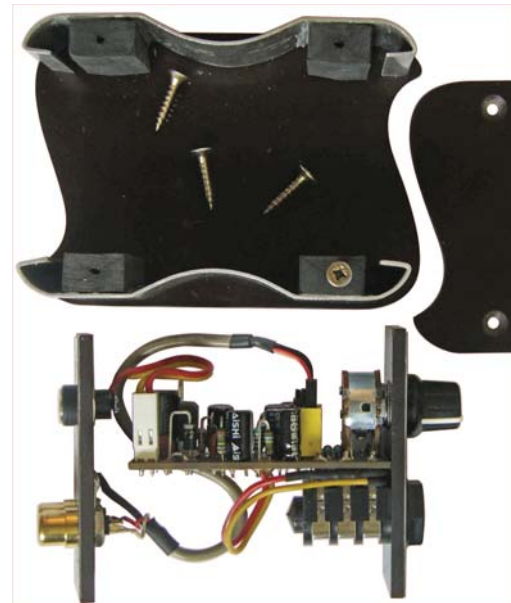
Rys. 4

to: rezotex, bakelit, turbax, novotex, gdzie różnice mogą być w typie użytego wypełniacza, którym może być np. tkanina bawełniana, mączka papierowa itp. Tworzywo to jest „bardzo przyjazne” w obróbce mechanicznej, tj. łatwo poddaje się cięciu i szlifowaniu, polerowaniu (ogólnie obróbce skrawaniem). Charakteryzuje się dużą stałością wymiarów, odpornością na temperatury do 120°C i jest dobrym izolatorem. Najczęściej ma kolor ciemnobrązowy (o ile nie jest barwione) i lustrzany połysk.

Dwie pozostałe ścianki obudowy wykonane zostały z pasów odpowiednio ukształtowanej taśmy duralowej (choć ze szkliście połyskującym brązem tekstolitu ładniejszą kompozycję kolorystyczną tworzyłaby lakierowana taśma miedziana). Do blaszanych ścianek przyklejone zostały słupki z gumy technicznej, stanowiące wraz z wkrętami

Zmontowany ze sprawnych elementów układ nie wymaga regulacji i powinien prawidłowo działać „od pierwszego włączenia”. Montaż do płyty czołowej sprowadza się do wywiercenia w niej trzech otworów według rysunku 4 i przykręcenia do niej kołnierza gniazda J2 oraz potencjometru P1. Warto też wykonać maskownicę z opisem, co pozostawiam do przemyślenia i realizacji Szanownym Czytelnikom. Mimo że układ pierwotnie był projektowany przede wszystkim do zamontowania wewnątrz innego urządzenia, to może też zostać zamontowany w dedykowanej obudowie, stając się wtedy niezależnym urządzeniem. Zasilacz sieciowy można wtedy wbudować w urządzenie lub zamontować jedynie gniazdo zasilające do dołączenia napięcia zasilania z zewnętrznego zasilacza DC.

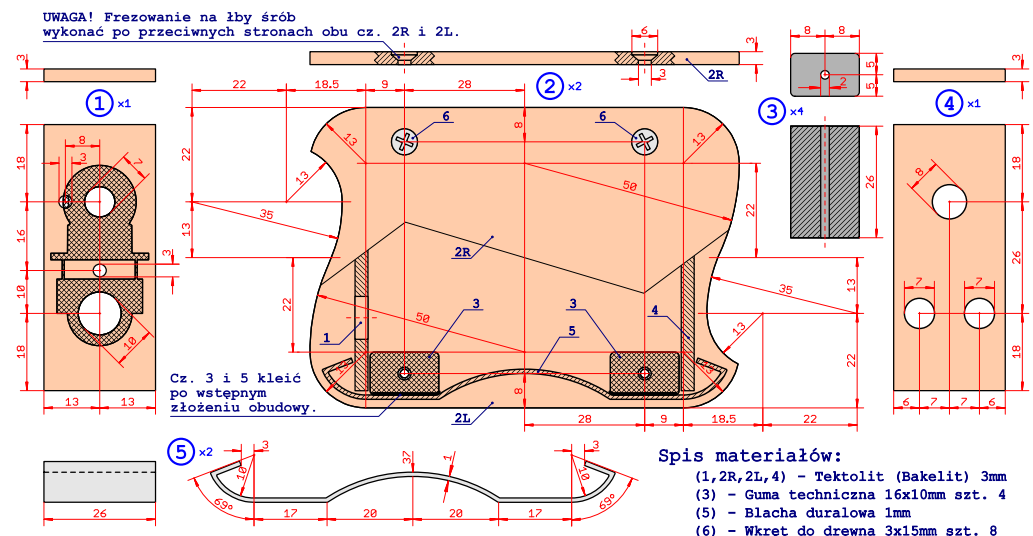
Rys. 5

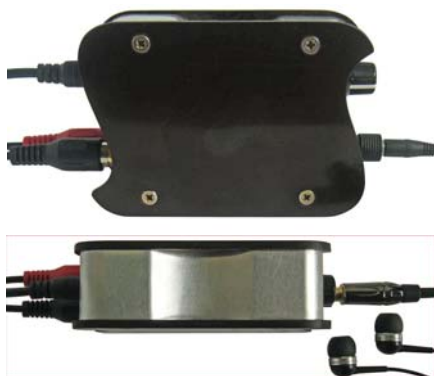


mi elementy wiążące konstrukcję. Całość pozostawiona jest w naturalnych kolorach zastosowanych materiałów. Obudowując urządzenie elektroniczne, prócz ergonomii i estetyki warto przemyśleć sprawę jego przyszłego serwisowania, tj. dostęp do znajdującej się we wnętrzu elektroniki nie powinien być przyczyną irytacji osoby dokonującej serwisu. Warunek ten jest spełniony



Drugie rozwiązanie jest bezpieczniejsze i zostało zastosowane w przypadku prototypu, którego obudowa została wykonana z ogólnie dostępnych materiałów. Techniczne szczegóły wykonania jej elementów (ich wymiarowanie) widoczne są na rysunku 5 (w pomniejszeniu 75%). Ten sam rysunek, ale w skali 1:1, dostępny jest w pliku pdf umieszczonym na Elportalu w materiałach dodatkowych. Cztery główne elementy zostały wycięte z płyty (o grubości 3mm) wysokociśnieniowego laminatu technicznego występującego w handlu pod nazwą tekstolit. Inne spotykane nazwy





i opisywana obudowa jest łatwo demontowana przez odkręcenie czterech wkrętów. Przy zasilaniu z zewnętrznego zasilacza DC nie jest wymagany wyłącznik zasilania, natomiast wskazana jest sygnalizacja obecności napięcia zasilającego w postaci LED z rezystorem. Ponieważ na PCB nie przewidziano miejsca dla tych elementów (zwykle w przypad-

ku wbudowania wzmacniacza słuchawkowego do wnętrza innego urządzenia nie ma potrzeby takiej sygnalizacji) zastosowano „nieładne” rozwiązanie, gdzie LED wraz z rezystorem zostały połączone przewodami, które przylutowano bezpośrednio do punktów lutowniczych kondensatora C2. Inne szczegóły (okablowanie, rozmieszczenie gniazd wejściowych i zasilania) widoczne są na fotografiach, które udowadniają, że wykorzystując niewyszukane, ogólnie dostępne materiały konstrukcyjne, przy odrobinie dobrych chęci można zbudować estetyczną obudowę mającą oryginalny „charakter” (oczywiście jest to kwestia indywidualnego gustu). Wzmacniacz słuchawkowy zyskuje to, że przestaje wyglądać jak standardowe plastikowe lub blaszane pudełko.

Cyprian Kamil Kowalski
c4v2@o2.pl

Wykaz elementów

R1	.....	330Ω
R2	.....	1,2kΩ
R3,R4,R6,R7,R9,R10	.....	4,7kΩ
R5,R8	.....	10kΩ
P1	.....	10kB pot. stereo
C1,C4,C7	.....	100nF ceramiczny
C5,C9	.....	47uF/25V
C8	.....	100uF/6,3V
C2,C6,C10	.....	220uF/16V
C3	.....	1000uF/16V
D1*	.....	1N4001 patrz tekst
B1	.....	1A
U1	.....	LM317
U2	.....	TDA1308 DIP8 lub SO08
J1	.....	MSW02V
J2	.....	TRS 6.3mm (1/4")
J3	.....	MPC04

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3247