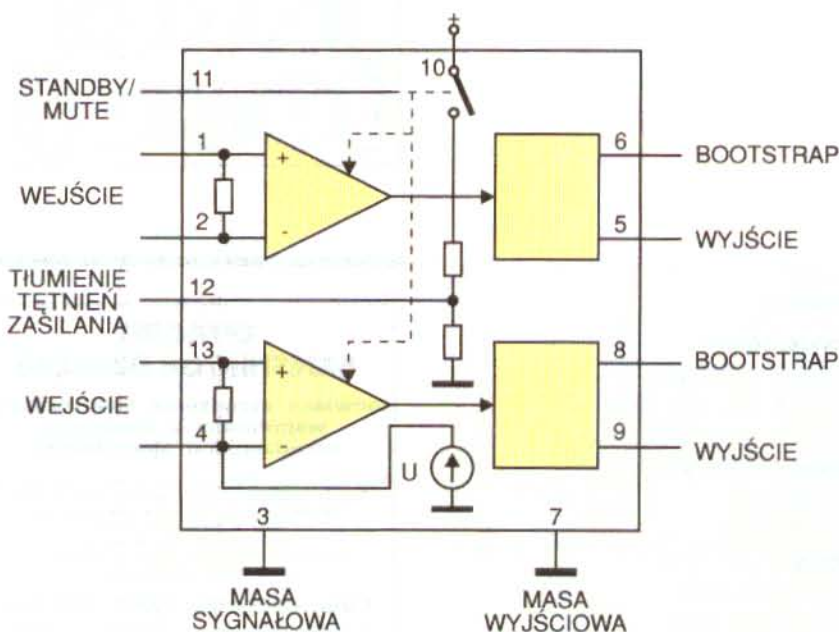
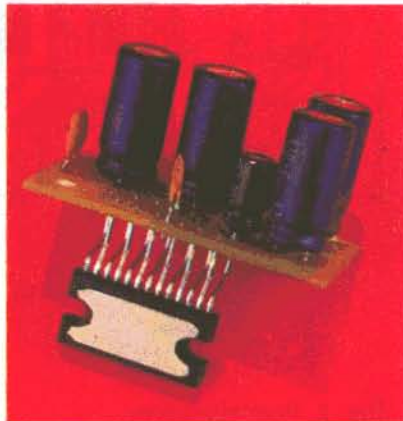


*Prawie każdy elektronik ma na swym koncie wykonanie jakiegoś wzmacniacza akustycznego. Istnieje ogromna ilość schematów wzmacniaczy o bardzo różnych parametrach.*

*W artykule przedstawiamy bodaj najprostszy w budowie układ o bardzo dobrych parametrach. W uproszczonej wersji składa się on z 4 elementów (poza zasilaczem), a jednak zapewnia znakomite parametry - 22W na 4Ω. Zakres aplikacji takiego wzmacniacza jest bardzo szeroki - od samochodu, gdzie można bez problemów uzyskać z akumulatora moc 2x22W, aż do domowych zestawów HiFi.*

# Najprostszy wzmacniacz mocy

## kit AVT-92



Rys. 1. Schemat blokowy układu TDA 1516

Prezentowany wzmacniacz opiera się na układzie scalonym TDA1516, który zawiera dwa niezależne wzmacniacze. Można go więc stosować jako wzmacniacz stereo 2x11W na obciążeniu 2Ω lub mono w układzie mostkowym uzyskując 22W na 4Ω. W założeniu wzmacniacz jest przeznaczony do sprzętu samochodowego i podane parametry uzyskuje się przy zasilaniu z akumulatora 12V (dokładniej mówiąc, napięcie akumulatora w czasie jazdy przyjmuje się jako 14,4V). Ważnymi cechami układu są:

- dobre tłumienie tętnień zasilania
- zabezpieczenie zwarciove wyjścia
- zabezpieczenie termiczne
- odporność na krótkotrwały wzrost napięcia zasilającego do 45V
- zabezpieczenie przeciw odwrotnemu załączeniu zasilania
- mała oporność termiczna
- obecność układu MUTE/STANDBY.

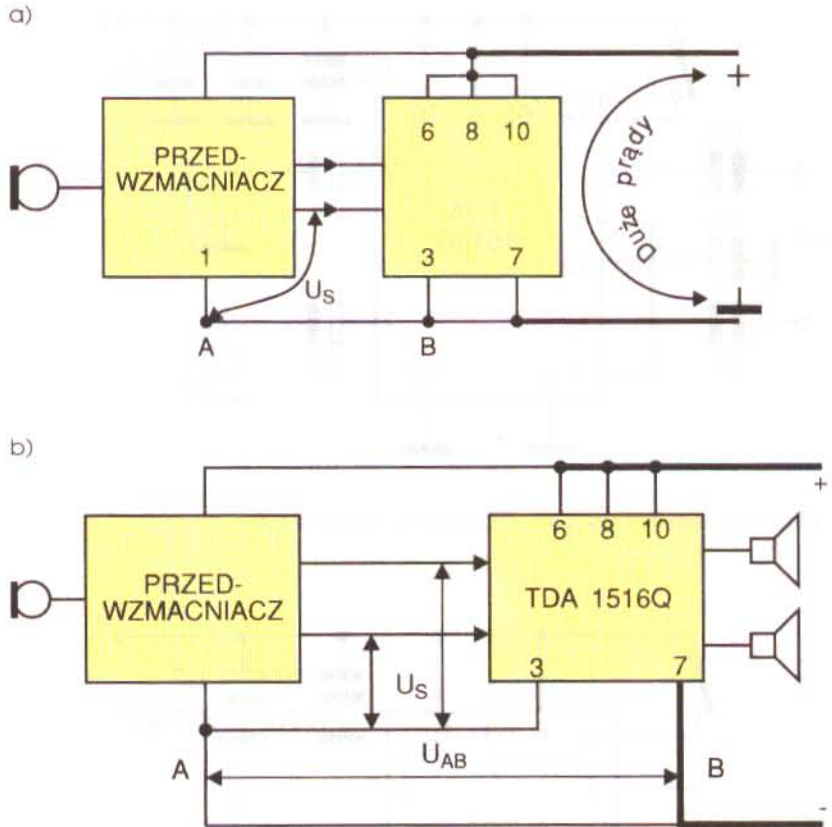
Dla elektronika praktyka istotne są pewne parametry, inne zaś mają znaczenie drugorzędne. Dla świadomego użytkownika prezentowanego układu zapoznajmy się z jego uproszczonym schematem blokowym przedstawionym na rys. 1.

Jak widać, każdy ze wzmacniaczy wstępnych ma dwie końcówki wejściowe, co jest potrzebne w różnych zastosowaniach. Można też zauważyć, że wzmacniacze wyjściowe mają wyprowadzenia oznaczone BOOTSTRAP. W naszym zastosowaniu są one zwarte z + zasilania. Producent informuje, że przy dołączeniu dodatkowych elementów do tych wyprowadzeń można nieco zwiększyć moc wyjściową. Jest to jednak tak niewielka różnica, że nie warto się tym zajmować.

Istotną natomiast sprawą jest obecność dwóch wyprowadzeń mas. Ma to wielkie znaczenie praktyczne. Kto z konstruktorów nie miał kłopotów z przydźwiękiem lub zakłóceniami powodowanymi błędnym prowadzeniem przewodu masy, ile samodzielnie zrobionych wzmacniaczy wzbudzało się „nie wiadomo dlaczego” - a przyczyną był przepływ dużych prądów w obwodach masy.

Rozpatrzmy poprawne dołączenie mas układu TDA1516. Masa od zasilacza lub akumulatora winna być doprowadzona bezpośrednio grubym przewodem (choćby linka 1,5 lub 2,5mm<sup>2</sup>) do masy wyjściowej (końcówka 7). Jeśli wzmacniacz sterowany jest z przedwzmacniacza, masę przedwzmacniacza należy dołączyć do punktu bliskiego masie wejściowej układu scalonego (końcówka 3) jak na **rys. 2a**. W niektórych wypadkach korzystne będzie dołączenie mas jak na **rys. 2b**.

Nie jest to to samo, bo w rzeczywistości zawsze między fizycznymi punktami A i B będzie występować jakaś niewielka rezystancja przewodu i przepływ prądu zasilania przedwzmacniacza (albo innego urządzenia: radia, magnetofonu). Wywoła to znaczący spadek napięcia  $U_{AB}$ , który w układzie jak na **rys. 2a** będzie traktowany jako sygnał dodający się lub odejmujący od interesującego nas sygnału użytecznego  $U_S$ . Podobna sytuacja może wystąpić przy zastosowaniu prezentowanego układu jako samochodowego „dopalacza” do istniejącego radiomagnetofonu o małej mocy wyjściowej, gdy „dopalacz” lub - jak kto woli - booster, będzie umieszczony daleko, np. na tylnej półce za siedzeniami lub w bagażniku. Prezentowana płytka dla wzmacniacza stereo ma połączone końcówki 3 i 7 - może więc w pewnych sytuacjach zająć potrzeba przecięcia ścież-



Rys. 2. Zalecane sposoby łączenia mas

ki masy pod kondensatorem C4 - należy tu jednak przypomnieć, że nie wolno jednej końcówki masy zostawić „zawieszoną w powietrzu”, bo grozi to uszkodzeniem układu scalonego.

Po omówieniu sprawy masy wróćmy do schematu blokowego, aby przyrzeć się wyprowadzeniu 11 MUTE/STAND BY. Końcówka ta umożliwia zdalne wyciszenie (MUTE) oraz całkowite wyłączenie (STAND BY) bez potrzeby stosowania wyłącznika przerywającego obwód zasilania (przy zastosowaniu 2x22W prąd zasilania może dochodzić do 5A, tak więc odpada nam kłopot znalezienia solidnego wyłącznika na 5A). Wejście MUTE/STAND BY przedstawia sobą dużą oporność i nigdy nie pobiera więcej prądu niż 40µA. Układ ma więc trzy stany pracy zależnie od napięcia na wejściu 11 (dla zasilania +14,4V):

- STAND BY, wyłączenie  $U_{11} = 0..2V$  - układ jest wyłączony, pobiera prąd poniżej 100µA;
- MUTE,  $U_{11} = 3..6,4V$  - układ jest przygotowany do pracy, ale nie przepuszcza sygnału;
- praca,  $U_{11} > 8,5V$ .

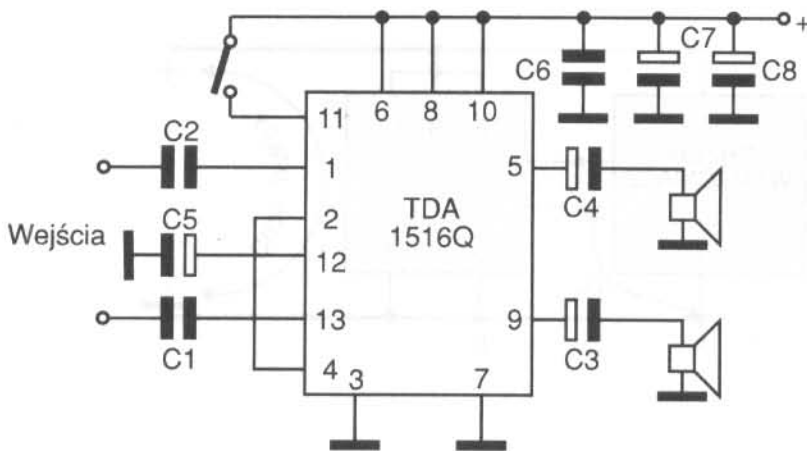
Wzmacniacz cały czas może więc

„stać pod napięciem”.

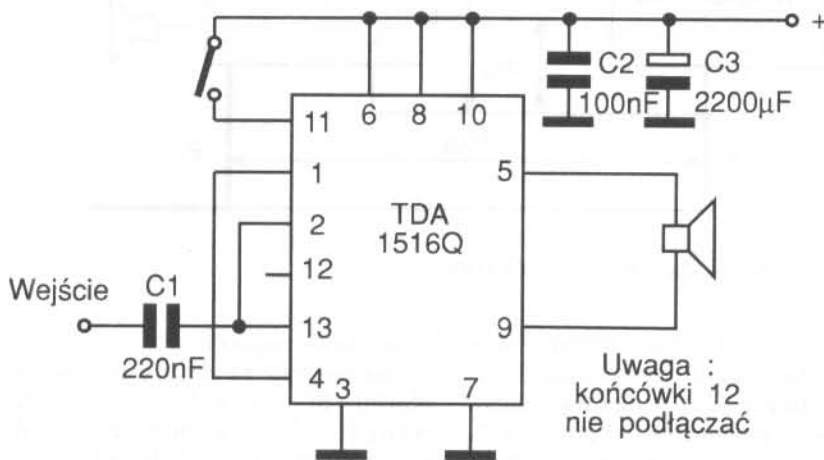
Na wejściu 11 można zastosować obwód RC (o stałej czasu kilka sekund) aby opóźnić załączenie wzmacniacza, co zapobiegnie typowym stukom w głośniku wskutek stanów przejściowych wynikających z ładowania pojemności w przedwzmacniaczu.

Kolejną sprawą do omówienia jest konfiguracja układu do dwóch wariantów: wzmacniacza stereo (**rys. 3**) lub mono (**rys. 4**). Obecność dwóch wejść w każdym kanale wzmacniacza umożliwia proste połączenie w układzie mostka.

Tak więc układ z **rys. 4** jest zapowiadzianym na wstępie najpro-



Rys. 3. Schemat elektryczny wzmacniacza w wersji stereo



Rys. 4. Schemat elektryczny wzmacniacza w wersji mono

tszym wzmacniaczem zestawionym zasadniczo z 3 elementów. Kondensator 2200µF wchodzi w skład filtra zasilacza sieciowego. Należy jednak ostrzec przed usuwaniem tego kondensatora w układzie zasilanym z akumulatora w przekonaniu, że przecież w akumulatorze nie ma tętnień sieci. Przewody zasilające mają swoją impedancję i kondensator ten zapewnia w każdym przypadku małą impedancję źródła zasilania.

To samo odnosi się do kondensatora 100nF, który zapewnia małą impedancję dla wysokich częstotliwości (oczywiście, dużo powyżej pasma akustycznego). Dlatego powinien być to kondensator bezindukcyjny, np. ceramiczny KFPm, a nie foliowy zwijany - np. MKSE. Powinien być on montowany bezpośrednio przy wyprowadzeniach układu scalonego.

Kolejną sprawą jest wzmocnienie. Producent zapewnia wewnętrznie ustalone wzmocnienie 20dB ±1dB, co oznacza wzmocnienie dziesięciokrotne. Zatem do pełnego wystereowania potrzebne jest napięcie nie przekraczające 1,5V międzyszczytowo - tak samo dla wzmacniacza mostkowego - mono z rys. 5, bo wzmocnienie dwóch pracujących w przeciwfazie torów wynosi 20 razy = 26dB.

Należy tu nadmienić, że istnieje układ TDA1518, który ma identyczne parametry i wyprowadzenia z wyjątkiem ustalonego innego wzmocnienia - równego 100x, czyli 40dB - może on być używany zamiennie w tym samym schemacie połączeń.

Układ może pracować przy napięciu zasilającym w granicach 6..18V - zmianie ulegnie tylko mak-

symalna moc wyjściowa.

Pozostało jeszcze podanie istotniejszych parametrów układu przy typowym napięciu zasilania +14V:

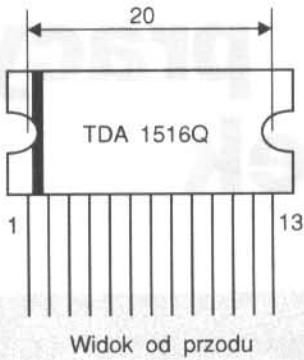
- prąd spoczynkowy: typ. 40mA, max 80mA;
- impedancja wejściowa: mono > 25kΩ, stereo > 50kΩ;
- różnica spoczynkowych napięć wyjściowych:  $U_{5-9} < 100mV$  (istotne dla układu mostkowego, bo wywołuje przepływ dodatkowego szkodliwego prądu stałego przez głośnik  $I = U_{5-9}/R_L$ );
- pasmo częstotliwości: 25..20000Hz;
- moc wyjściowa przy zawartości harmonicznych 10% dla wersji stereo: 2x6W przy obciążeniu 2x4Ω, 2x11W przy obciążeniu 2x2Ω;
- moc wyjściowa przy zawartości harmonicznych 10% dla wersji mono: 22W przy obciążeniu 4Ω.

Kilka słów o mocy traconej w układzie scalonym. Przy maksymalnej mocy wyjściowej trzeba liczyć się ze stratami rzędu 12W, co wymagałoby stosowania solidnego radiatora. Na szczęście rzeczywisty sygnał nie osiąga stale poziomu maksymalnego, są okresy ciszy - tak więc tracona moc jest mniejsza. Dodatkową korzystną cechą układu scalonego jest szeroki dopuszczalny zakres temperatury złącza - do 150°C - oznacza to, że nawet bez radiatora układ może w temperaturze pokojowej dostarczyć kilku watów mocy użytecznej. Ostatecznie wyboru radiatora należy dokonać w zależności od zastosowania, dopasowując go do użytej obudowy. Jeśli nie jest potrzebne osiągnięcie pełnej mocy, korzystne jest zastosowanie głośników o większej oporności, co dodatkowo zmniejszy straty ciepłne. Nie należy jednak przesadzać ze zmniejszeniem radiatora, bo może się okazać, że przy dłuższym użytkowaniu układ się rozgrzeje, zadziała wewnętrzne zabezpieczenie i urządzenie w najcięższym momencie utworu wyłączy się aż do ostygnięcia. Ponadto długotrwała praca w temperaturach skrajnych zwiększa ryzyko wystąpienia uszkodzenia.

### Montaż i uruchomienie

Widok obudowy SIL13 jednorzędowej z 13 wyprowadzeniami przedstawia rys. 5.

Układ wzmacniacza stereo jest montowany na płytce drukowanej, której mozaikę ścieżek przedstawia rysunek na wkładce. Rozmieszczenie



Rys. 5. Układ TDA1516Q w obudowie SIL13

elementów na płytce pokazuje rys. 6. Należy zwrócić uwagę, że **układ scalony montuje się od strony druku** (po wcześniejszym wlutowaniu wszystkich kondensatorów). Rozwiązanie takie zostało przyjęte ze względów praktycznych - przy montażu klasycznym byłyby kłopoty z mocowaniem układu scalonego do radiatora (przeszkadzałyby wysokie kondensatory elektrolityczne bądź też trzeba by było wykonać dużo większą płytkę drukowaną). Jak widać z rys. 6, mocowanie jest bardzo proste - dwa otwory na wkręty M3 o rozstawie 20mm. Do mocowania płytki drukowanej do

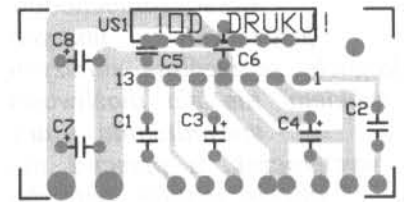
radiatora należy użyć kątowniczka metalowego - nie można pozostawić płytki „wiszącej” na wyprowadzeniach układu scalonego. Życie jest brutalne i, szczególnie we wzmacniaczu samochodowym, wyprowadzenia z pewnością urwą się wskutek drgań.

Montaż wersji mono jest jeszcze prostszy - autor z powodzeniem wykonywał montaż bez płytki - „na sznurkach”. Jest to absolutnie najprostszy wzmacniacz dla każdego! Kondensator blokujący 100nF należy dolutować do wyprowadzeń, połączenia między poszczególnymi końcówkami wykonać drutem, kondensator 2200 $\mu$ F można obejmą mocować wprost do podstawy użytej obudowy, kondensator 220nF może być zamontowany na płytce użytego przedwzmacniacza lub również mocowany do podstawy (lepiej nie „wieszać” go na końcówkach układu scalonego).

Przy prawidłowym montażu (zachować biegunowość kondensatorów elektrolitycznych) układ nie wymaga uruchamiania - od razu pracuje poprawnie.

**Piotr Górecki, AVT**

Płytkę drukowaną oraz kompletny zestaw elementów (kit AVT-92) są dostępne na warunkach podanych w ogłoszeniu AVT.



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Wersja stereo

- C1, C2: 220nF
- C3, C4: 1000 $\mu$ F/16V
- C5: 100 $\mu$ /10V
- C6: 100nF bezindukcyjny
- C7, C8: 1000 $\mu$ F/16 lub 25V lub jeden 2200 $\mu$ F

#### Wersja mono

- C1: 220nF
- C2: 100nF bezindukcyjny
- C3: 2200 $\mu$ F/16 lub 25V

#### Układy scalone (dla obu wersji)

TDA1516Q