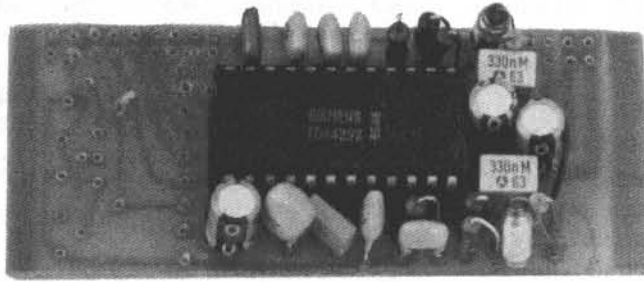


Określenie „procesor“ nie jest wcale przesadzone, ponieważ jeden układ scalony daje możliwość regulacji, za pomocą napięć stałych, wzmocnienia, balansu, tonów niskich i wysokich, ma też funkcje regulacji fizjologicznej i poszerzania bazy stereo (pogłębianie efektu przestrzennego).

Nie sposób przewidzieć wszystkich możliwości zastosowań takiego układu, dlatego proponujemy wykonanie niewielkiego modułu, który z powodzeniem może być użyty zarówno do przeróbki i modernizacji posiadanej aparatury stereo, jak też przy budowie nowych, własnych konstrukcji.

Procesor audio

kit AVT-148



Moduł zaprojektowany jest maksymalnie uniwersalnie. W przyszłości chcemy opisywać dalsze moduły, które dołączone do przedstawionego dzisiaj pozwolą wykonać np. układ dynamicznej redukcji szumów, urządzenie poprawiające jakość dźwięku przy kopiowaniu taśm, itd.

Zastosowanie układów scalonych, pozwalających za pomocą napięcia stałego regulować parametry toru elektroakustycznego, ma dwie podstawowe zalety. Po pierwsze - daje zupełnie nowe możliwości, np. zdalnego sterowania. Po drugie - na potencjometrach regulacyjnych nie ma sygnału zmiennego, tylko napię-

cie stałe, dzięki czemu urządzenia są bardziej odporne na zewnętrznie indukowane zakłócenia i przydźwięk sieci.

Dodatkową zaletą w naszych warunkach jest uniezależnienie się od niskiej jakości potencjometrów. Krajowe potencjometry po pewnym czasie ulegają zabrudzeniu, czego efektem są szумы i trzaski przy regulacji. Przy sterowaniu elektronicznym, napięcie z suwaka potencjometru może być dodatkowo filtrowane, co daje gwarancję, że nie pojawią się żadne tego rodzaju zakłócenia.

Obecnie w nowoczesnej aparaturze stosuje się analogowe procesory ze sterowaniem cyfrowym, najczęś-

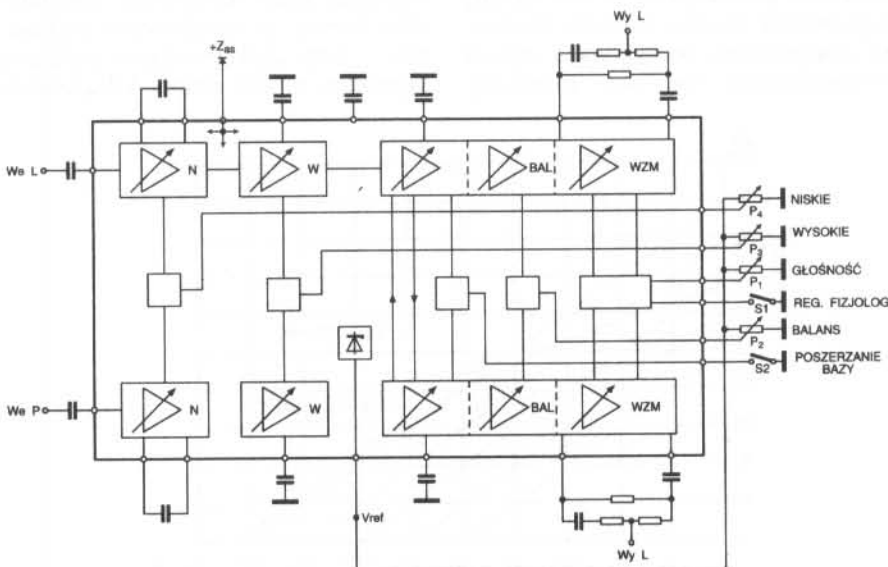
niej za pomocą szyny I2C. Jest to idealne rozwiązanie przy sterowaniu za pomocą pilota.

W naszym module zastosowaliśmy oryginalny układ Siemensa oznaczony symbolem TDA4292.

Opis układu scalonego

Rysunek 1 pokazuje schemat blokowy układu TDA4292. Każdy z dwóch kanałów stereo składa się z pięciu bloków regulacyjnych. Są to kolejno bloki: tonów niskich, wysokich, poszerzenia bazy stereo, balansu i wzmocnienia. Parametry torów są regulowane napięciem stałym z suwaków czterech potencjometrów i dwoma przełącznikami. Napięcie odniesienia U_{ref} , wynoszące około 5V i zasilające potencjometry, jest wytwarzane przez wewnętrzny stabilizator w układzie scalonym. Na uwagę zasługuje fakt, że każdy blok regulacji barwy wymaga tylko jednego kondensatora.

Poszerzanie bazy stereo polega na wprowadzaniu kontrolowanego przeciwfazowego przesłuchu międzykanałowego o wartości do 66%. Zewnętrzne obwody RC ustalają odpowiednio poziomy i pasmo tego przesłuchu. Dotyczy to częstotliwości powyżej 300Hz, bo niskie dźwięki rozchodzą się we wszystkich kierunkach i nie mają większego wpływu na efekt stereo. Ponieważ układ poszerzania bazy stereo jest umieszczony przed regulatorem balansu, więc efekt poszerzania bazy nie zależy od



Rys. 1.

nastawienia potencjometru regulacji balansu.

Każdy blok regulacji wzmacnienia składa się z dwóch równoległych jednakowych układów o dwóch wyjściach. Dołączenie do tych wyjść odpowiedniego zewnętrznego obwodu RC pozwala uzyskać fizjologiczną regulację głośności.

Dodatkowo układ ma wbudowany blok opóźnionego włączania. Napięcie na wyjściu pojawia się dopiero wtedy, gdy zdążą ustabilizować się napięcia stałe w wewnętrznych blokach układu scalonego. Zapobiega to przykrym stukom w głośnikach przy włączaniu zasilania.

Analiza parametrów układu

Duży prąd zasilania powoduje wydzielanie się znacznej mocy strat rzędu 600mW. Układ umieszczony jest jednak w szerokiej obudowie DIP 24, która ma rezystancję termiczną 70K/W - zapewnia to poprawną pracę w temperaturach otoczenia nawet do 100°C. Z wartości maksymalnego prądu odniesienia równego 5mA wynika, że nie powinno się stosować potencjometrów regulacyjnych o rezystancji mniejszej niż 4,7kΩ. Zalecane wartości to 10...22kΩ. Wartości niewielkich wprawdzie prądów wejść sterujących i przełączników należy uwzględnić przy zdalnym sterowaniu, gdy współpracujący układ sterujący ma dużą rezystancję wyjściową. Dodajmy tu, że wyższe napięcie sterujące powoduje wzrost wzmacnienia torów.

Maksymalna rezystancja wyjściowa 300Ω dotyczy wyjść układu scalonego (nóżki 11, 12, 14, 15). Rzeczywista rezystancja wyjściowa modułu jest większa wskutek zastosowania obwodów RC do fizjologicznej regulacji wzmacnienia.

Napięcie szumów własnych na wyjściu zależy od ustawienia regulatora tonów wysokich i wzmacnienia. Przy maksymalnym wzmacnieniu szumy są wprawdzie największe, ale użyteczny sygnał wyjściowy też jest największy i właśnie w tej sytuacji uzyskujemy najlepszą dynamikę. Przy zmniejszaniu wzmacnienia szumy własne maleją, ale sygnał użyteczny jest mały i dynamika się zmniejsza. Nie jest to jednak specjalnie zauważalne, bo poziom szumów przy niewielkich mocach wyjściowych wypada w pobliżu lub po-

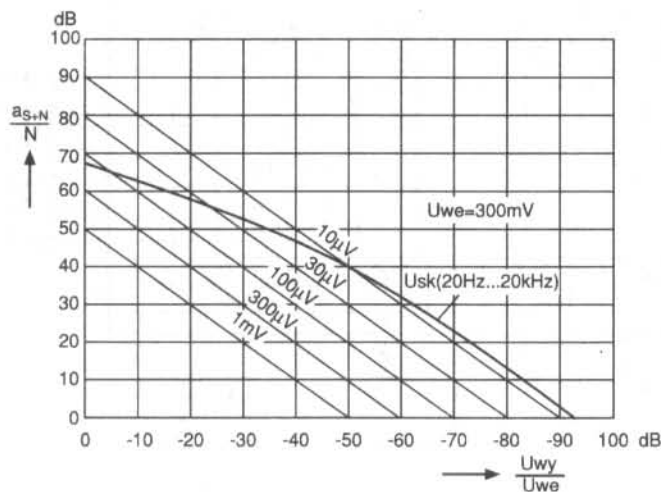
Parametry układu TDA4292

(parametry typowe podano dla zasilania 15V)

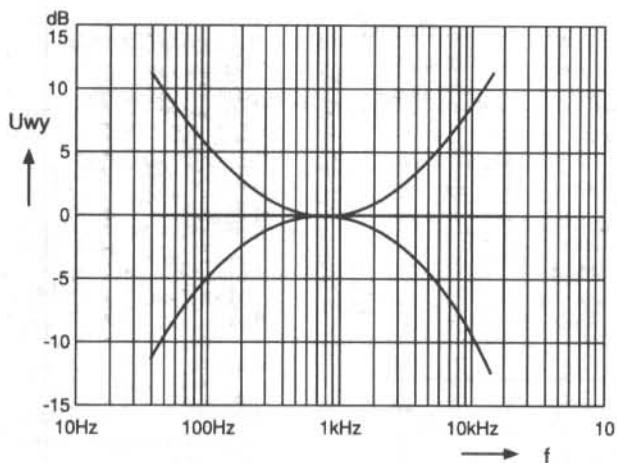
- maksymalne napięcie zasilania: 18V
- zalecany zakres napięć zasilania: 8..15,75V
- prąd zasilania typ.: 38mA przy Uzas 15V
- wewnętrzne napięcie odniesienia typ.: 4,8V, max. 5,2V
- maksymalny prąd odniesienia: 5mA
- rezystancja wejściowa kanałów: 10..18kΩ (typ. 14kΩ)
- rezystancja wyjściowa układu scalonego maks.: 300Ω
- pasmo przenoszenia mierzone na poziomie -1dB (regulatory barwy w położeniu środkowym): 20...20000Hz
- zakres regulacji wzmacnienia typ.: - 85...0dB
- zakres regulacji balansu typ.: -30...+4dB
- zakres regulacji tonów niskich (przy 40Hz) typ.: -12...+12dB
- zakres regulacji tonów wysokich (przy 15kHz) typ.: -12...+12dB
- przesłuch międzykanałowy (poszerzanie bazy wyłączone) min.: 60dB
- zakres napięć wejściowych do: 3,5Vsk
- współbieżność regulacji obu kanałów stereo: +/-2dB
- współczynnik zniekształceń nieliniowych typ.: 0,3...0,5%, maks. 1%
- szumy własne na wyjściu (zależnie od ustawienia wzmacnienia i tonów wysokich): 10...650μV
- użyteczna dynamika w praktycznych zastosowaniach do: 77dB
- prąd wejść sterujących (nóżki 2, 3, 23, 24) typ.: 7μA
- prąd wejść przełączników (nóżki 8, 18) maks.: 60μA
- poziomy napięć wejść przełączników:
- stan niski: 0...1V
- stan wysoki: (Uref- 1...Uref)V

niżej progu słyszalności. **Rysunek 2** pokazuje zależność odstępu sygnał/szum własny od ustawienia regulatora wzmacnienia. Wyjaśnijmy sens tej charakterystyki. Poziom sygnał wejściowy jest stały i wynosi 300mVsk. Regulacja wzmacnienia (w rzeczywistości jest to tłumienie sygnału wejściowego) następuje tu w zakresie 0...-93dB - pokazano to na osi poziomej. Każdej wartości wzmacnienia (czyli konkretnemu ustawieniu potencjometru siły głosu) odpowiada pewna wartość stosunku sygnał/szum, odczytywana wprost w decybelach na osi pionowej

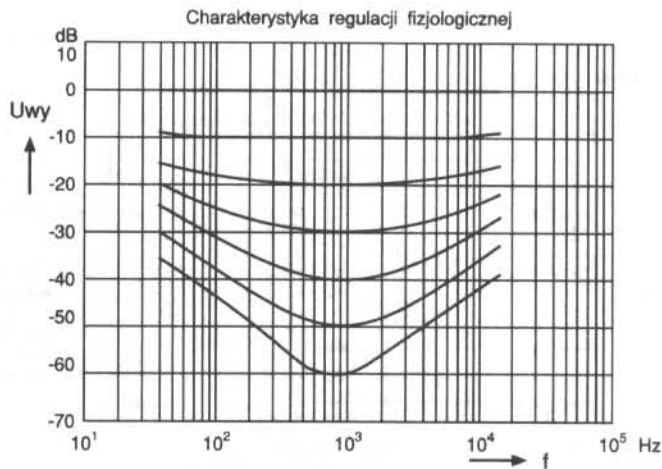
wykresu. Maksymalna dynamika jest tu mniejsza niż podana w tabeli 1 - wynosi ok. 67dB. Dodatkowo ukośne linie przedstawiają poziom szumów własnych. Z wykresu można odczytać, że dla tłumienia większego niż 50dB poziom szumów własnych jest mniejszy niż 10μV - co jest korzystne. Z kolei przy maksymalnej głośności widać, że poziom szumów wynosi około 150μV. Charakterystyka była zdej-mowana przy ustawieniu regulatorów barwy w środkowym położeniu - przy maksymalnym podbiciu wysokich tonów szumy kilkakrotnie



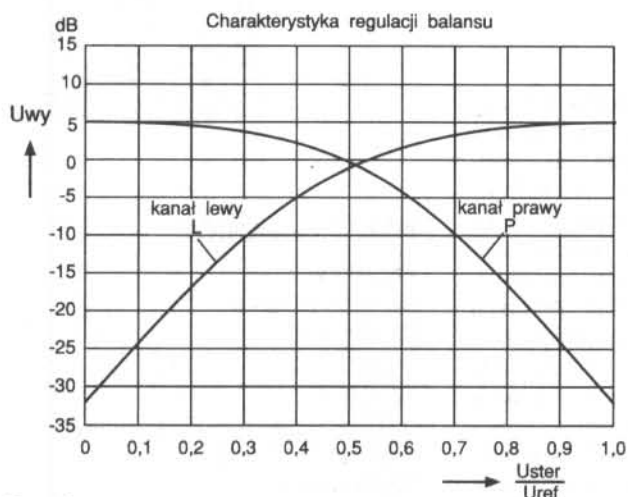
Rys. 2.



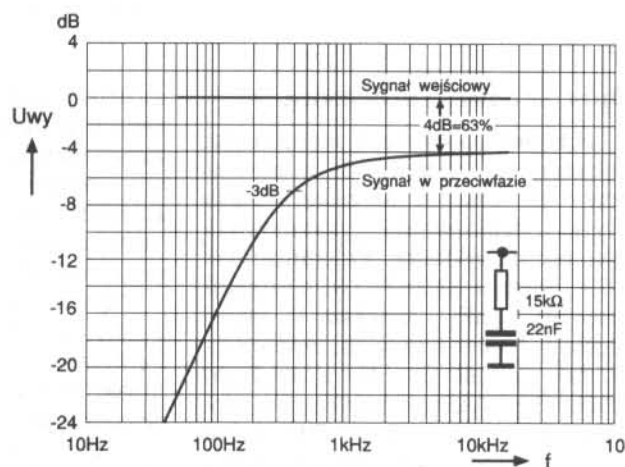
Rys. 3.



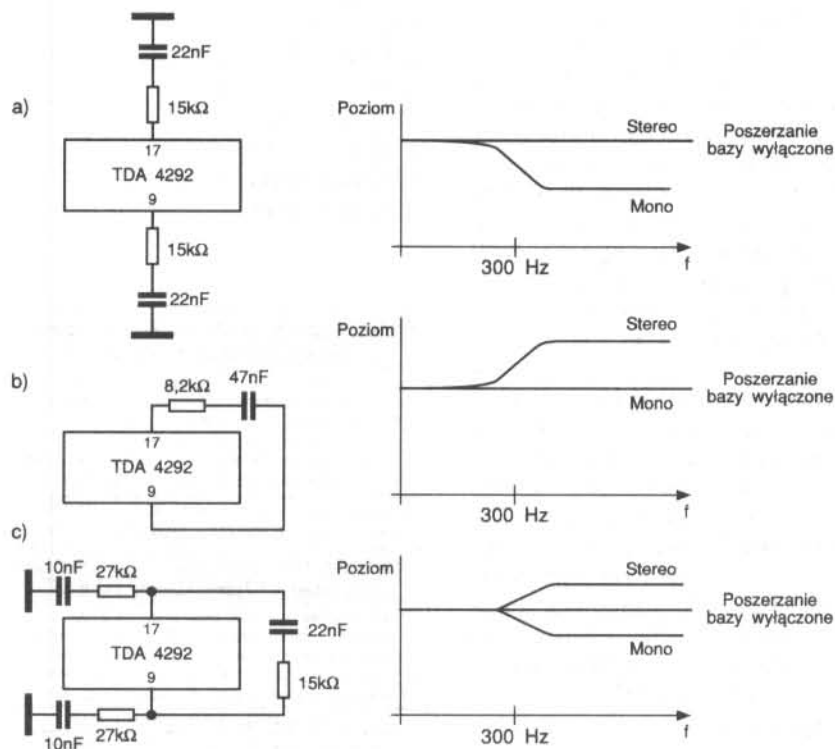
Rys. 4.



Rys. 5.



Rys. 6.

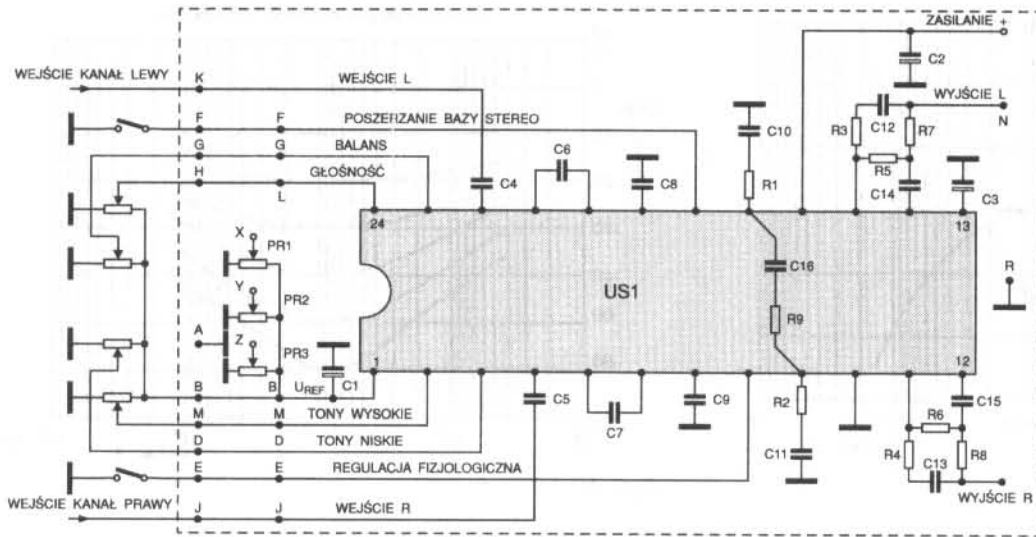


Rys. 7.

wzrosną. Ponieważ szумы własne mają określony, niezmienny poziom, więc aby uzyskać większą dynamikę należy pracować z możliwie dużym sygnałem wejściowym. Maksymalna wartość niezniekształconych sygnałów przetwarzanych ściśle zależy od napięcia zasilania. Lepiej więc, aby napięcie zasilające było możliwie duże, wtedy przy dużych sygnałach wejściowych osiągniemy przyzwoiła, choć wcale nie zachwycającą, dynamikę powyżej 70dB.

Rysunki 3...6 pokazują charakterystyki regulacji barwy dźwięku, fizjologicznego wzmocnienia, balansu i poszerzenia bazy. Zdjęto je przy sygnale wejściowym 1Vsk, zasilaniu 15V i wartości elementów według schematu aplikacyjnego wytwórcy układu.

Rysunek 7 przedstawia trzy przykłady zewnętrznych obwodów RC do poszerzenia bazy i ich wpływ na charakterystykę przeniesienia kanałów przy pracy MONO i STEREO. W praktyce należy stosować wersję a), ewentualnie c).



Rys. 8.

Opis modułu procesora

Schemat elektryczny modułu jest pokazany na **rysunku 8**, a montażowy na **rys. 9**. Mozaikę ścieżek płytki drukowanej przedstawia rysunek na wkładce. Pojemność C8 i C9 wynosi 2,2nF (w aplikacji firmowej 1,8nF) - zwiększa to zakres regulacji tonów wysokich, zmniejszono też wartość C6 i C7 z 68nF do 47nF. Przewidziano miejsce na dodatkowe rezystory R10 i R11, które będą potrzebne w niektórych zastosowaniach (standardowo oczka lutownicze tych rezystorów są zwarte odcinkiem ścieżki). Na płytce jest też miejsce na trzy miniaturowe potencjometry montażowe. Zostaną one użyte, jeśli chcemy z zewnątrz regulować tylko jeden parametr (np. wzmocnienie), a inne ustawić na stałe. Trzeba wtedy wykonać odpowiednie zwory. Przy współpracy z innymi układami trzeba pamiętać, że na wyjściach obu kanałów, oprócz sygnału zmiennego, występuje też napięcie stałe z końcówek 11, 15.

Wymiary płytki odpowiadają standardowi przyjętemu w AVT i płytka jako jeden z modułów zmieści się w typowej obudowie o wymiarach 40x90x110mm - do mocowania przewidziane są wówczas niewykorzystane pola na obu krótszych bokach płytki. Ponieważ wszystkie punkty połączeń zewnętrznych umieszczone są na jednej krawędzi płytki w rastrze 0,1 cala (2,54mm), więc możliwe jest wlotowanie modułu „na stojąco” w większą płytę-matkę. Przy wykorzystaniu układu w minimalnej wersji podstawowej

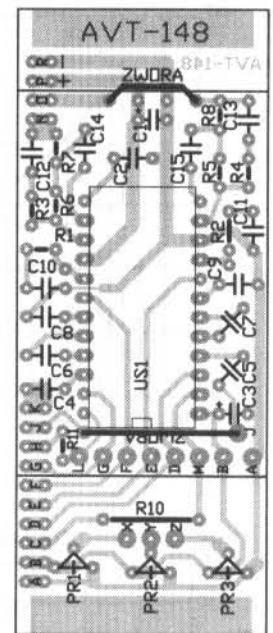
możliwe jest też obcięcie niepotrzebnych fragmentów płytki według zaznaczonych linii. Takie „maleństwo” należy wlotować w modyfikowane urządzenie poziomo nad istniejącą płytą, stosując kilkucentymetrowej długości druty „nośne”.

Montaż płytki według rysunku 9 nie sprawi żadnych kłopotów. Zaznaczone dwie zwory należy wlotować tylko wtedy, gdy chcemy wszystkie połączenia zewnętrzne wykonać przy jednej krawędzi płytki. W razie potrzeby elementy R9 i C16 należy zamontować na końcu. Przy nóżkach 9, 17 przewidziano potrzebne otwory i oczka; elementy te, zlutowane w szereg, trzeba umieścić nietypowo - nad lub pod układem scalonym. Taki „nieprofesjonalny” sposób montażu usprawiedliwić można tylko faktem, że w większości przypadków elementy te w ogóle nie będą montowane, bo zastosujemy układ z rysunku 7a. Jeśli nie jest potrzebna regulacja fizjologiczna, nie trzeba montować elementów R3-R8 i C12-C15, wyjściami będą końcówki 11 i 15.

Płytką starannie wykonaną, pozabawioną zimnych lutów i zwarć nie wymaga żadnego uruchamiania.

Na koniec wspomnijmy jeszcze o możliwości zmontowania przedstawionego układu bez płytki. Trzeba wtedy użyć 40-nóżkowej podstawki i do jej wolnych końcówek lutować elementy bierne i druty mocujące całą tę prymitywną konstrukcję do płyty-matki.

Piotr Górecki, AVT



Rys. 9.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2, R9: 15kΩ
- R3, R4: 820Ω
- R5, R6: 22kΩ
- R7, R8: 1kΩ
- PR1...PR3: 22kΩ potencjometry montażowe (opcja)

Kondensatory

- C1, C2, C3: 22μF/16V
- C4, C5: 1μF lub 0,47μF
- C6, C7: 47nF
- C8, C9: 2,2nF
- C10, C11, C16: 22nF
- C12, C13: 3,3nF
- C14, C15: 330nF

Półprzewodniki

- US1: TDA 4292