

# Trzykanałowy mikser ze wzmacniaczem

2173



W ciągu dwóch lat istnienia Elektroniki dla Wszystkich przedstawiliśmy szereg układów audio, które mogą być wykorzystane do budowy rozmaitych większych i mniejszych urządzeń. W ubiegłorocznej ankiecie bardzo wielu Czytelników upominało się o prosty układ miksera audio. Spełniając to zapotrzebowanie przedstawiamy układ, który jest bardzo prosty w budowie, niedrogi i co bardzo ważne – nie wymaga żadnego uruchomienia. Dodatkową zaletą jest wyposażenie układu miksera we wzmacniacz mocy, co znacznie poszerza zakres zastosowań.

Budowa opisanego dalej urządzenia nie powinna nastręczyć żadnych trudności osobom, które choć trochę potrafią lutować i nie pomylą się przy montażu elementów. Urządzenie nie zawiera bardzo delikatnych i podatnych na uszkodzenia układów scalonych i tranzystorów. Kolejną zaletą jest fakt, że w artykule przedstawiono także rysunek płyty czołowej do typowej obudowy Z-25.

Opisany mikser będzie pomocny na przykład przy udźwiękowieniu filmów. Dzięki wzmacniaczowi mocy cały układ stanowi też funkcjonalny i kompletny zestaw nagłośnieniowy, umożliwiający podłączenie dwóch mikrofonów i jednego odtwarzacza, albo też jednego mikrofonu i dwóch odtwarzaczy (CD lub magnetofonów).

Moc wyjściowa (do 22W) umożliwia nagłośnienie nawet dużej sali przy programie słownym. Oczywiście mikser może teżysterować dowolny dodatkowy zewnętrzny wzmacniacz mocy.

## Opis układu

Schemat blokowy miksera przedstawiony jest na **rysunku 1**, a ideowy – na **rysunku 2**. Układ zawiera dwa niskoszumne wzmacniacze mikrofonowe, zrealizowane z układem NE542 – na schematach jest to układ U1. Trzeci tor, przeznaczony dla sygnałów o większych amplitudach zawiera wzmacniacz operacyjny U4A pracujący w konfiguracji sumatora.

Zastosowanie w przedwzmacniaczach układów NE542 (lub ich ścisłych odpowiedników) pozwala uzyskać znacznie niższy poziom szumów, niż w przypadku użycia wzmacniaczy operacyjnych, nawet niskoszumnych typu TL072, LM833 czy

NE5532. Ostateczne parametry szumowe układu zależą jak wiadomo, tylko od szumów wprowadzanych przez przedwzmacniacz mikrofonowy, a nie od parametrów układów pracujących w dalszych stopniach. W zasadzie w tych dalszych stopniach, gdzie sygnał ma wartość ponad 100mV, można zastosować standardowe kostki wzmacniacze operacyjne. W przedstawionym modelu zastosowano tam popularnie i tanie, a jednocześnie niskoszumne i szybkie wzmacniacze operacyjne TL072. W praktyce okazuje się, że zamiast nich można wlotować standardowe kostki TL082, a poziom szumów i pasmo praktycznie się nie zmienia. W miejsce wzmacniaczy TL072 nie należy jednak stosować kostek TL062, bo mają one gorsze parametry dynamiczne i większe szumy.

Wzmocnione sygnały trzech torów układu podawane są na trzy aktywne, dwupunktowe regulatory barwy dźwięku.

Sygnały z wyjść regulatorów barwy podawane są na potencjometry regulacji głośności poszczególnych kanałów (P7...P9), a następnie na układ sumatora ze wzmacniaczem U3A. Zsumowany i nieco wzmocniony sygnał podawany jest na wskaźnikysterowania z układem scalonym AN6884 i jednocześnie na wzmacniacz mocy.

W roli wzmacniacza mocy może pracować układ TDA7056 (moc wyjściowa wynosi wtedy do 3..4W) lub układ

TDA1516Q (moc wyjściowa sięga 22W), ewentualnie oba te układy.

Mikser wyposażony jest w dodatkowe wyjście, umożliwiające dołączenie zewnętrznego wzmacniacza, albo urządzenia zapisującego (magnetofonu).

Exemplarz modelowy może być zasilany z sieci albo z akumulatora. Stabilizator scalony U8 dostarcza stabilizowanego napięcia o wartości 9V do zasilania części małosygnałowej – przedwzmacniaczy, regulatorów i sumatora. Natomiast wzmacniacz mocy zasilany jest pełnym napięciem niestabilizowanym.

Wiele informacji na temat wzmacniaczy mikrofonowych z układami NE542 oraz regulatora barwy dźwięku można znaleźć w poprzednich numerach EdW (10/96, 2/97, 7/97, dlatego ich działanie nie będzie szczegółowo opisywane. Wzmacniacz TDA1516Q został zaprezentowany w EdW 7/96, natomiast wzmacniacz TDA7056 – w EdW 1/96.

Szczegółowy schemat ideowy pokazany jest na rysunku 2.

Wejścia mikrofonowe (punkty oznaczone B i D) wyposażone są w filtry (L1C4 oraz L2C5), nie pozwalające sygnałom w.c.z. (np. indukującym się w przewodach mikrofonowych zakłóceniom radiowym, zwłaszcza CB) przenikać do układu. W wersji podstawowej dławików tych nie trzeba stosować – trzeba je wlotować tylko wtedy, gdyby do układu

## Projekty AVT

przenikały zakłócenia radiowe (audycje radiowe lub rozmowy CB-stów). Rezystory R1 i R3 stanowią obciążenie dla współpracujących mikrofonów dynamicznych.

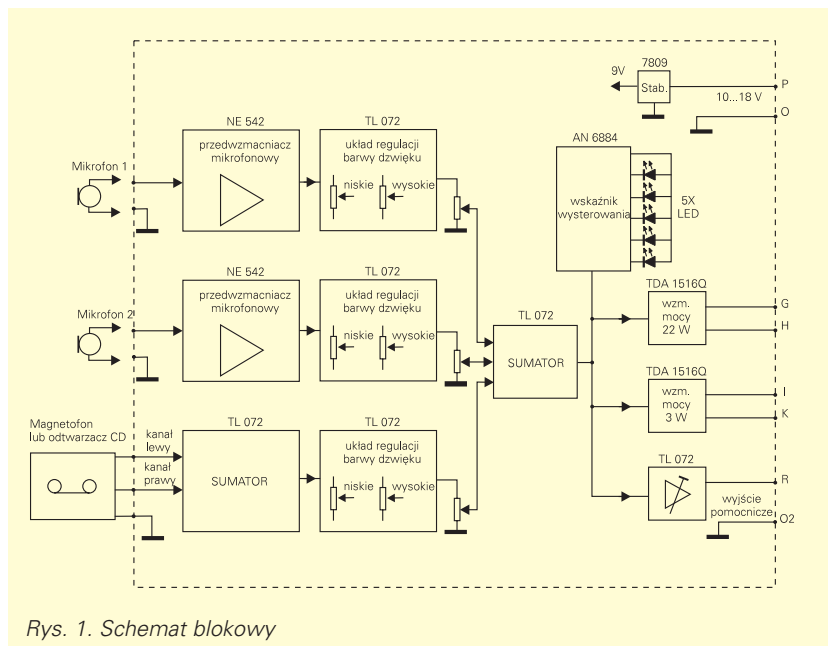
W przypadku stosowania mikrofonów dynamicznych nie należy montować rezystorów R2, R4, R34 i kondensatora C34. Natomiast wymienione elementy będą potrzebne w przypadku wykorzystania mikrofonów elektretowych bądź pojemnościowych. Szczegóły w dalszej części artykułu.

Oba tory wzmacniacza U1 pracują w typowej konfiguracji. Napięcie stałe na wyjściach przedwzmacniaczy (nóżki 4 i 5 układu U1) wyznaczone jest przez stosunek rezystorów R11, R12 oraz R13, R14. Napięcia stałe z wyjść wzmacniaczy U1A i U1B pełnią przy okazji funkcję sztucznej masy dla współpracujących układów U2, U3 i U4. Sztuczna masa jest potrzebna, ponieważ układ zasilany jest pojedynczym napięciem. Napięcie sztucznej masy musi być napięciem stałym, nie powinno zawierać żadnych sygnałów zmiennych. Dla wyeliminowania przebiegów zmiennych zastosowano obwody R15, C6, C28 oraz R16, C7, C29. Dzięki dużej stałej RC na tych kondensatorach występuje napięcie stałe, pozbawione praktycznie składowych zmiennych.

Można się zastanawiać, czy potrzebne są dwa takie obwody? Czy nie wystarczyłby jeden, na przykład z elementami R16, C7, C29 z jednoczesnym połączeniem nóżek 3 i 5 kostki U2?

W zasadzie, gdyby napięcia na nóżkach 4 i 5 kostki U1 były dokładnie takie same, rzeczywiście wystarczyłby jeden obwód filtrujący. Ponieważ jednak rezystory R11...R14 mają pewną niezerową tolerancję, wspomniane stałe napięcia wyjściowe nie będą jednakowe. Tymczasem trzeba pamiętać, że obwód regulatora barwy dźwięku (dzięki sprzężeniu stałoprądowemu w gałęzi R17, P1, R18) jest wzmacniaczem prądu stałego o wzmocnieniu zależnym od położenia suwaka potencjometru P1. Zastosowanie jednej wspólnej sztucznej masy powodowałoby jedenastokrotne wzmocnienie (stałoprądowej) różnicy napięć między wyjściami obu wzmacniaczy kostki U1 w przypadku maksymalnego podbicia tonów niskich. Tym samym napięcie stałe na wyjściu kostki U1A zmieniłoby się zależnie od ustawienia suwaka P1. Właśnie dlatego potrzebne są dwa obwody filtracji napięcia sztucznej masy. Początkujący, którzy nie wiedzą, o co tutaj chodzi, nie muszą się przejmować – te informacje nie są niezbędne do wykonania urządzenia.

Należy zauważyć, że oba wejścia mikrofonowe mogą też służyć jako wejścia dla sygnałów o dużych poziomach.



Rys. 1. Schemat blokowy

Wystarczy w tym celu zastosować rezystory R2 i R4 o odpowiedniej wartości i podać sygnał na punkty oznaczone A i C. Wartości rezystorów R2 oraz R4 należy dobrać stosownie do potrzeb w zakresie  $47k\Omega$ ... $1M\Omega$ , zależnie od poziomu sygnału.

W zasadzie w tym samym modelu można wykorzystać tę możliwość i wyposażać mikser w podwójne gniazda w każdym kanale: zarówno w wejścia mikrofonowe (punkty B, D), jak i liniowe (punkty A, C).

Układ regulatora barwy dźwięku jest klasyczny, został wyczerpująco opisany w EdW 2/97.

W przypadku stosowania kostek TL072 (TL082), rezystory R26, R27 i R28 nie są potrzebne i można je zastąpić zwojami. Przewidziano je na okoliczność zastosowania bipolarnych wzmacniaczy NE5532 w miejsce kostek TL072. W przypadku zastosowania układów NE5532 (lub LM833) należy nie tylko wlutować rezystory R26...R28, ale też zmienić wartości R16 i C29 na  $22...47k\Omega$  i  $100...220\mu F$  z uwagi na większe prądy polaryzujące wejścia tych kostek.

Układ U4A pracuje w typowej konfiguracji sumatora sygnałów zmiennych. Sumator zastosowano dlatego, by zsumować sygnały dwóch kanałów stereo w jeden monofoniczny kanał miksera. Wejścia E i F są na potencjale masy dzięki rezystorowi R5. Na nóżce 2 wzmacniacza U4A występuje napięcie równe napięciu sztucznej masy. Kondensator C3 separuje te napięcia stałe, a stanowi przejście dla przebiegów zmiennych. Wzmocnienie sumatora wyznaczone jest przez stosunek wartości rezystora R10 do wartoś-

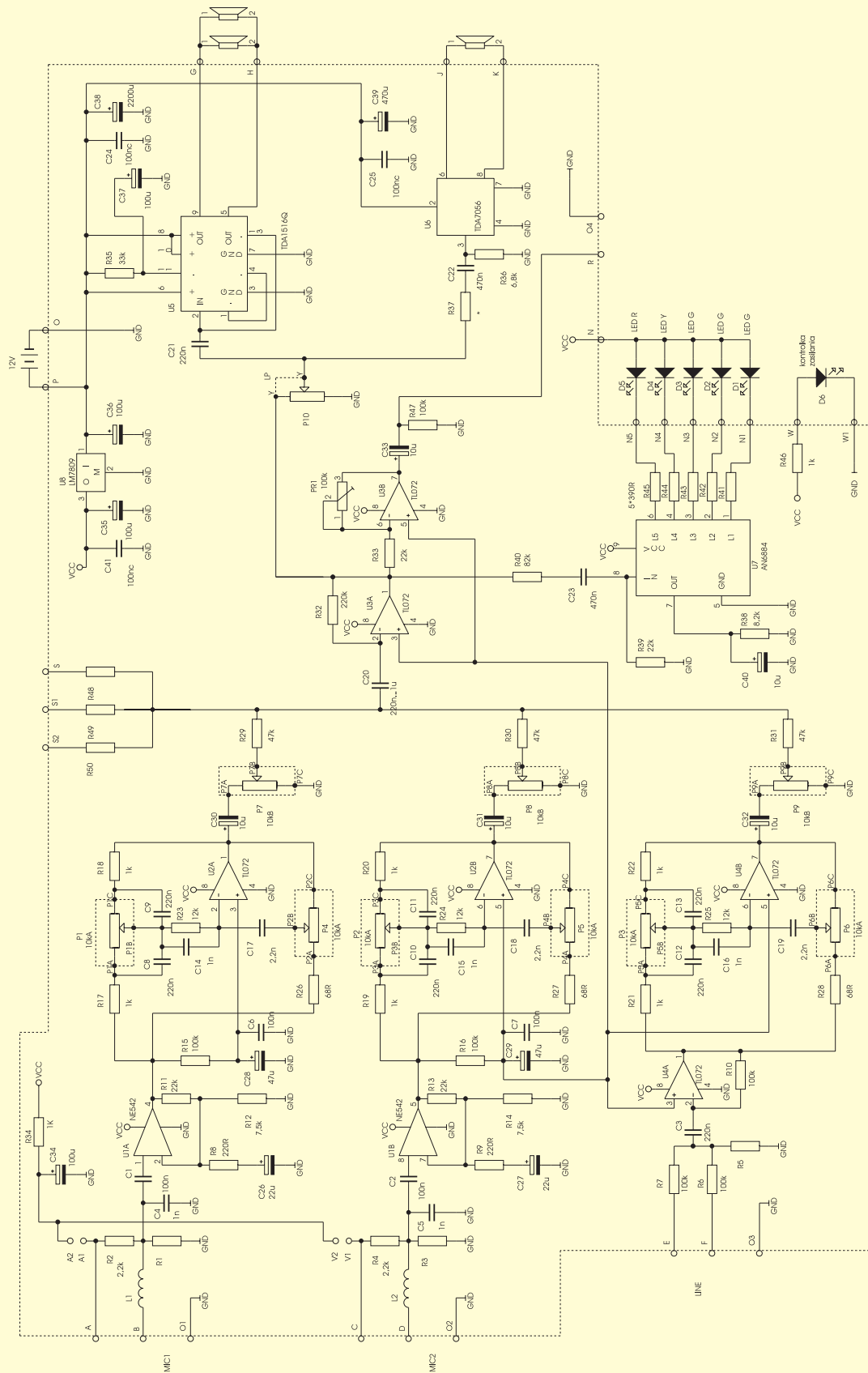
ci R7 (lub R8) i może być dowolnie zmieniane przez dobór R10 ( $1...470k\Omega$ ) w zależności od potrzeb.

Podobnie sumatorem jest wzmacniacz U3A. Jego wzmocnienie można w razie potrzeby regulować zmieniając wartość rezystora R32 w zakresie  $1...470k\Omega$ .

W układzie przewidziano miejsce na rezystory R48...R50. Punkty S...S2 mogą posłużyć jako dodatkowe wejścia rozszerzające możliwości układu. W wersji podstawowej rezystory te nie będą stosowane.

Sygnał z wyjścia sumatora U3A jest podawany na wzmacniacz mocy. Po drodze przewidziano potencjometr P10. W typowych zastosowaniach nie ma potrzeby stosowania przed wzmacniaczem mocy potencjometru sumy. W większości zastosowań P10 nie będzie więc stosowany. Jedynie w rzadkich przypadkach będzie on pełnił funkcję regulacji poziomu sumy sygnałów i wtedy można go wlutować, albo też zastosować normalny potencjometr. Uwaga! Układ będzie poprawnie działał bez potencjometru P10, bo jak widać na schemacie ideowym dwa punkty lutownicze są zwarte. Przy montażu potencjometru P10 należy przeciąć to połączenie.

Ważną rolę w urządzeniu pełni wskaźnik wysterowania zrealizowany z układem scalonym AN6884 i pięcioma diodami LED. Wartości rezystorów R40 i R39 są tak dobrane by ostatnia, czerwona dioda LED D5 (dołączona do nóżki 6 przez rezystor R45) zaświecała się w chwilach, gdy wzmacniacz mocy jest przesterowany (przy napięciu zasilania  $12...14V$ ). Taka funkcja wskaźnika jest bardzo cenna



Rys. 2. Schemat ideowy

## Projekty AVT

w przypadku wykorzystywania urządzenia do nagłaśniania pomieszczeń, bo nie zawodnie pokazuje, kiedy sygnał z głośników jest zniekształcony.

Natomiast w przypadku wykorzystywania sygnału z wyjścia przez punkt R (na przykład przy zapisie na magnetofon lub przy udźwiękowianiu filmów), dioda czerwona nie powinna wskazywać przesterowania sygnału na wejściu R. Tu powinien istnieć pewien zapas, by zniekształcenia występowały dopiero przy jeszcze większym wysterowaniu. Potencjometr montażowy PR1 pozwoli dobrać odpowiedni poziom wyjściowy na wyjściu R, stosowanie do czułości współpracującego urządzenia nagrywającego. Dalsze wskazówki podane są w drugiej części artykułu w śródtytule „Możliwości zmian”.

Należy zwrócić uwagę, że w przypadku traktowania potencjometru PR1 jako potencjometru sumy, wskazanie wskaźnika wysterowania nie uwzględnia ustawienia tego potencjometru. Dlatego stanowczo nie należy wykorzystywać potencjometru PR1 w roli potencjometru sumy – ma on służyć do jednorazowego dobrania poziomu sygnału, odpowiadającego wskazaniu 0dB wskaźnika wysterowania.

Jeśli ktoś chce mieć potencjometr sumy – nic prostszego: niech zastosuje potencjometr 100k $\Omega$ B lub 220k $\Omega$ B (B to

znaczy o tzw. charakterystyce logarytmicznej) zamiast rezystora R32.

W roli wzmacniacza mocy można zastosować układ TDA7056 (U6), lub TDA1516Q (U5) albo też oba te układy jednocześnie. Dzięki zastosowaniu wzmacniaczy mocy pracujących w konfiguracji mostkowej, praktycznie wyeliminowano problem tętnień zasilania. Dają one o sobie znać dopiero po przesterowaniu wzmacniacza.

Kostka TDA7056 może być stosowana na przykład w roli wzmacniacza słuchawkowego czy też wzmacniacza-monitora współpracującego z małym głośnikiem o rezystancji 8...16 $\Omega$ . W szereg ze słuchawkami trzeba dla zabezpieczenia włączyć rezystor, np. 47...100 $\Omega$ . W takich przypadkach sensowne może być zastosowanie potencjometru PR2 do regulacji siły głosu monitora.

Jeśli natomiast układ miałby służyć do nagłaśnienia pomieszczeń, trzeba zastosować kostkę TDA1516Q, która do głośnika o oporności 4 $\Omega$  może dostarczyć do 20W mocy użytecznej (przy głośniku 8 $\Omega$  do 10W).

W przypadku większych mocy wyjściowych należy się liczyć z dużym poborem prądu przez wzmacniacz mocy w czasie pracy, nawet do ponad 3A w szczytach wysterowania.

Układ może być zasilany z sieci za pośrednictwem transformatora. Niezbędny prostownik i elementy filtru sieciowego

należy zmontować oddzielnie (elementy te nie wchodzi w skład zestawu AVT-2173). W modelu wykorzystano transformator toroidalny 50W 12V i dość duży mostek prostowniczy. Ze względu na dużą moc wyjściową i duże prądy, w mostku prostowniczym powinny być zastosowane diody o prądzie 2A lub większym lub mostek prostowniczy o prądzie przynajmniej 4A.

Można też wykorzystać dowolny 12-woltowy akumulator. Dla zabezpieczenia układu w przypadku odwrotnego dołączenia akumulatora warto w szereg włączyć diodę Schottky ego o prądzie minimum 4A (gdy zastosowano TDA1516Q). Może tu być użyta również zwykła dioda prostownicza, byle tylko jej prąd maksymalny nie był mniejszy niż 4A.

Zastosowany transformator nie powinien dawać w stanie spoczynku napięcia zmiennego wyższego niż 13,6V. Przy takim napięciu zmiennym, na kondensatorach filtrujących C38 i C39 wystąpi maksymalne dopuszczalne dla wzmacniaczy mocy napięcie zasilające, wynoszące 18V. Do zasilania urządzenia nie powinno się wykorzystywać napięcia zasilającego o wartości większej niż 18V, z uwagi na możliwość wyłączenia lub awarii wzmacniaczy mocy.

*C.d. w EdW 1/98.*

**Piotr Górecki  
Zbigniew Orłowski**

# Trzykanałowy mikser ze wzmacniaczem

Kit  
2173  
AVT

## część 2

### Montaż i uruchomienie

Montaż można przeprowadzić na płytce drukowanej pokazanej na rysunku 3. Montaż nie powinien nikomu sprawić trudności, ponieważ układ nie zawiera żadnych elementów szczególnie podatnych na uszkodzenia.

Do prawidłowego zidentyfikowania elementów wystarczają wskazówki podane w artykule „Mój pierwszy wzmacniacz” w EdW 8, 9/97. Jedyłą drobną przeszkodą dla zupełnie początkujących może być dość duże zagęszczenie elementów na płytce, a także identyfikacja nóżek układu scalonego AN6884. Kostka AN6884 i jej odpowiedniki mają jednorzędową, plastikową obudowę (SIL). Obudowa z jednego brzegu jest ścięta (fazowana) i tam znajduje się nóżka numer 1 (z lewej strony, patrząc na napis).

Uwaga! Odwrotne wlutowanie układów scalonych grozi ich nieodwracalnym uszkodzeniem przy pierwszym włączeniu urządzenia!

W wersji podstawowej nie trzeba lutować dławików L1 i L2 – zamiast nich należy wlutować zwory. Gdyby dławiki te okazały się konieczne (z powodu zakłóceń radiowych pobliskiego nadajnika), ich identyfikacja nie powinna nastręczyć trudności: nawet gdyby były to dławiki podobne do rezystorów, będą od rezystorów grubsze. W przypadku przenikania zakłóceń wysokiej częstotliwości pobliskiego nadajnika duże znaczenie ma także sposób połączeń i jakość ekranowanego kabla mikrofonowego.

Obwody wejściowe przedwzmacniaczy mikrofonowych można skonfigurować do współpracy z różnymi mikrofonami. Typowo stosowane będą:

**Mikrofony dynamiczne** (np. wszelkiego typu krajowe mikrofony z Tonsilu, których oznaczenie zaczyna się od liter MD). W takim przypadku nie należy montować elementów R34, C34, R2 i R4.

**Dwukońcówkowe mikrofony elektretowe.** Używanie tych najtańszych mikrofonów nie jest zalecane w systemach o wymaganej wyższej jakości dźwięku. Kosztujące mniej

więcej 1zł mikrofony elektretowe dwukońcówkowe mogą bowiem dawać zniekształcony sygnał. Gdyby miały być stosowane, należy je dołączyć do punktów B, O1 oraz D, O2. Nie montować R1, R3, ale zmontować R34, C34, rezystory R2, R4 o wartości 1...2,2kΩ oraz wykonać zwory A1-A2 i V1-V2.

**Trzykońcówkowe mikrofony elektretowe.** Trzecia końcówka mikrofonu służy do zasilania. Należy ją dołączyć do punktu A (lub C). Nie montować R1...R4, wykonać zwory A1-A2 i V1-V2.

**Mikrofony pojemnościowe MCU-53 lub MCO-52.** Podobnie jak trzykońcówkowe elektrety, te mikrofony mają końcówki masy i zasilania. Mają natomiast nie jedno wyjście sygnału, ale

dwie końcówki symetrycznego transformatora mikrofonowego. Końcówki transformatora mikrofonowego należy dołączyć do punktów B, O1 (lub D, O2)

w dowolnej kolejności, natomiast końcówki masy i zasilania dołączyć do punktów O1, A (O2, C).

Montować R1, R3. Nie montować R2, R4. Zamiast kondensatora C34 wlutować diodę Zenera o napięciu 5,1V lub 5,6V. W przypadku użycia dwóch takich mikrofonów zmniejszyć wartość R34 do 680Ω. Wykonać zwory A1-A2 i V1-V2.

**Mikrofony pojemnościowe z zasilaniem typu PHANTOM.** Takie profesjonalne mikrofony wymagają zasilania napięciem 48V i nie mogą być w prosty sposób dołączone do opisywanego miksera.

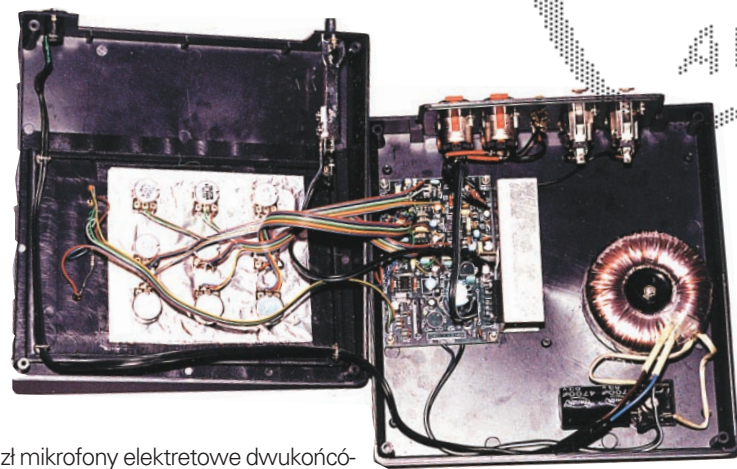
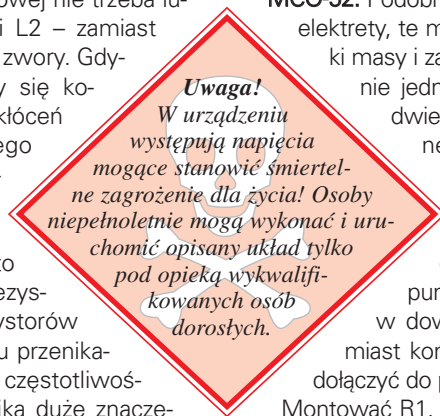
Elementy układu na płytce można montować w dowolnej kolejności, najwygodniejsze jest zamontowanie najpierw elementów najniższych, a potem coraz

wyższych. Potencjometry są dołączone za pośrednictwem przewodów – połączenia przewodowe należy wykonać na końcu. Dobrą zasadą jest stosowanie przewodów możliwie krótkich. Dlatego przed dołączeniem potencjometrów warto zaplanować i wykonać obudowę wraz z płytą czołową. Na wkładce znajduje się rysunek, przedstawiający wygląd proponowanej płyty czołowej. Wymiary przystosowane są do obudowy Z-25 firmy Kradex. Nabywcy zestawu AVT-2173B otrzymają w komplecie taką właśnie obudowę.

Rysunek płyty czołowej można skopiować na papier samoprzylepny w dobrym punkcie usług kserograficznych, i od razu zafolować na gorąco. Odbitka zostanie wprawdzie zafolowana z obu stron, ale jedna folia zostanie usunięta wraz z warstwą ochronną papieru samoprzylepnego. Taki sposób wykonania płyty czołowej gwarantuje bardzo dobry efekt i trwałość.

Innym, gorszym sposobem jest wycięcie rysunku czołówki z EdW i naklejenie go na płytę czołową. Dla zabezpieczenia przed pobrudzeniem i wycieraniem, papier należy albo polakierować bezbarwnym lakierem nitro lub lepiej akrylowym w sprayu, albo też zafolować (dwustronnie lub jednostronnie, podkładając do foliowania drugi arkusz papieru). Przed naklejeniem lakierowanego (i tym samym prawie przezrystego) papieru na czarną płytę czołową należy pod ten papier nakleić dodatkowo arkusz czystego, białego papieru. W przeciwnym razie czarna płyta prześwitująca przez przezrysty lakierowany papier zepsuje w dużym stopniu wygląd płyty czołowej.

We wszystkich przypadkach wycięcia rysunku z EdW wystąpią trudności



# Projekty AVT

z trwałym przyklejeniem papieru ma płytę czołową, dlatego zdecydowanie warto zalecić wcześniejszy sposób z kopiowaniem rysunku na papier samoprzylepny i foliowaniem.

Kopiowanie ma jeszcze tę zaletę, że w przypadku uszkodzenia odbitki podczas montażu zawsze można wykonać nową.

Możliwie krótkie przewody do potencjometrów należy przygotować po zmontowaniu potencjometrów na płycie czołowej. Chodzi o to, by przewody te nie zbierały zakłóceń i brumu sieciowego. W praktyce nie jest konieczne stosowanie przewodów ekranowanych – wystarczy klasyczna tasiemka lub skrętka trzyprzewodowa. Dla zmniejszenia przesłuchów i niepożądanych sprzężeń, trójki przewodów prowadzące do poszczególnych potencjometrów powinny być oddzielne, a nie stanowić na przykład 12-żyłowej tasiemki. Nie zaleca się jednak dołączania potencjometrów za pomocą trzech przypadkowo prowadzonych przewodów. Powinna to być trzyżyłowa tasiemka, albo skrętka trzech przewodów. W modelu celowo zastosowano montaż za pomocą szerszej tasiemki. Próby wykazały, że poziom przydźwięku jest pomijalnie mały. Na wszelki wypadek warto jednak zastosować się do wyżej podanych wskazówek.

W wielu amatorskich układach przyczyną obecności zakłóceń, zwłaszcza brumu sieciowego, są właśnie przewody prowadzące do potencjometrów. Poziom brum zależy od sposobu prowadzenia przewodów oraz od rodzaju i odległości od układu transformatora sieciowego. Dla wyeliminowania kłopotów można zastosować oddzielny zasilacz, umieszczany w odległości przynajmniej 50cm od układu. Drugim sposobem jest użycie transformatora toroidalnego, który praktycznie nie wprowadza zakłóceń i może być umieszczony w jednej obudowie wraz z układem. Taki transformator zastosowano w modelu.

Schemat z rysunku 2 nie pokazuje obwodów zasilania, bo te będą różne w różnych wykonaniach. W każdym razie do punktu P należy podłączyć plus, a do O – minus zasilania. Napięcie zasilające powinno wynosić 10...18V.

W najprostszym przypadku miksera bez wzmacniacza mocy do zasilania wystarczy zasilacz wtyczkowy 12V 250mA. Zasilacz taki może nawet wystarczyć w wersji ze wzmacniaczem TDA7056.

W przypadku wykorzystania wzmacniacza TDA1516Q należy zastosować 12-woltowy akumulator (i bezpiecznik o prądzie minimum 2,5A) albo zasilacz sieciowy. W urządzeniu nie przewidziano wyłącznika zasilania. Umieszczenie dwubiegunowego wyłącznika (i ewentualnie bezpiecznika) w obwodzie uzwojenia sieciowego transformatora wymaga przestrzegania przepisów dotyczących bezpieczeństwa obsługi. Dla bezpieczeństwa trzeba też zastosować bezpieczniki: po stronie wtórnej szybki o prądzie 4A, i ewentualnie po stronie sieci zwłoczny 0,5...1A.

Zupełnie początkujący powinni zwrócić uwagę na łączenie końcówek potencjometrów. Środkowe wyprowadzenie potencjometru to zawsze suwak, pomyłki zdarzają się przy dołączaniu pozostałych dwóch przewodów. Zwiększanie głośności oraz podbicie tonów niskich i wysokich powinny nastąpić przy pokręcaniu potencjometru w prawo, zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Gdyby było odwrotnie, należy zamienić skrajne przewody danego potencjometru.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga żadnego uruchomienia i powinien od razu pracować. Układ modelowy, pokazany na fotografiach nie sprawił żadnego kłopotu.

Początkujący często mylą się podczas montażu, dlatego w przypadku nieprawidłowości należy w pierwszej kolejności sprawdzić napięcia zasilające, np. na skrajnych nóżkach stabilizatora U8,

## Wykaz elementów

### Rezystory

- R6,R7,R10,R15,R16, R47: 100kΩ
- R2,R4: 2,2kΩ
- R8,R9: 220Ω
- R11,R13,R33,R39: 22kΩ
- R12,R14: 7,5kΩ
- R17-R22, R34,R46: 1kΩ
- R23-R25: 12kΩ
- R26-R28: 68Ω
- R29-R31: 47kΩ
- R32: 220kΩ
- R35: 33kΩ
- R38: 8,2kΩ
- R40: 82kΩ
- R41-R45: 390Ω
- PR1: 100kΩ
- P1-P6: 10kΩA
- P7-P9: 10kΩB
- R1,R3,R5,P10,R36,R37,R48-R50 nie montować

### Kondensatory

- C1,C2,C6,C7: 100nF
- C3,C8-C13,C21: 220nF
- C4,C5 : 1nF ceramiczny
- C14-C16: 1nF
- C17-C19: 2,2nF
- C20: 220nF...1μF
- C23: 470nF
- C24,C41: 100nF ceramiczny
- C26,C27: 22μF/16V
- C28,C29: 47μF/16V
- C30-C33,C40: 10μF/16V
- C34-C37: 100μF/16V
- C38: 2200μF/16V
- C22,C25,C39: nie montować

### Półprzewodniki

- D1-D3: LED G
- D4: LED Y
- D5,D6: LED R
- U1: NE542
- U2-U4: TL072
- U5: TDA1516QQ
- U6: TDA7056 (nie montować)
- U7: AN6884
- U8: 7809

### Pozostałe

- L1,L2 dławiki 33μH
- obudowa Z-25 firmy Kradex
- płytka drukowana
- tasiemka wieloprzewodowa do potencjometrów

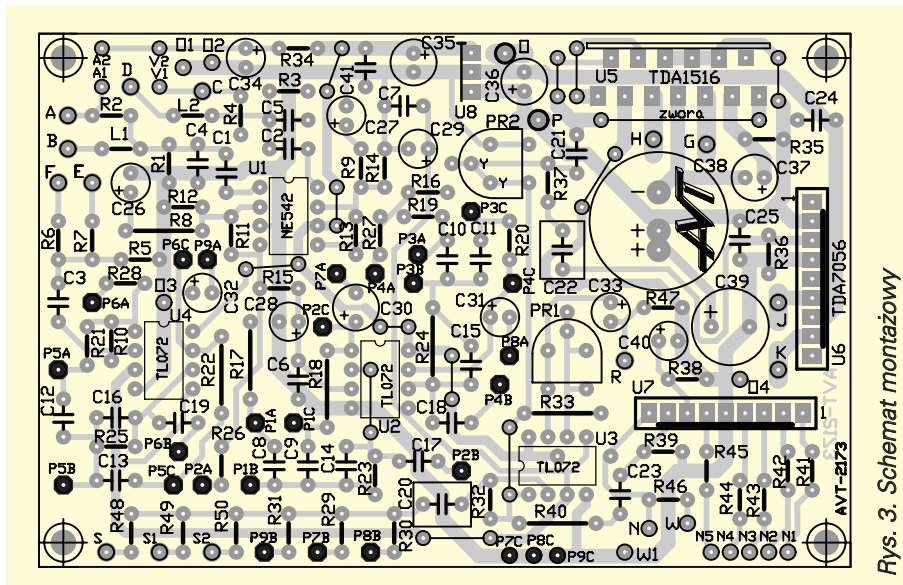
### Uwaga!

- Transformator sieciowy toroidalny 50W 12V można zamówić oddzielnie.

a następnie napięcia stałe na wszystkich wyjściach wzmacniaczy U1...U4, które powinny wynosić mniej więcej 3,5...6V.

W zasadzie napięcia stałe na wszystkich wyjściach wzmacniaczy mocy (punkty G, H, J, K) powinny być równe połowie napięcia zasilającego (napięcia na kondensatorach C24, C25 C36, C38, C39), by maksymalnie wykorzystać dynamikę. Kto chciałby się z tym „bawić”, może dobrać wartości rezystorów R12 i R14, obserwując, przy jakich wartościach uzyskuje się maksymalne, niezniekształcone przebiegi na wyjściu R.

Zgodnie z danymi katalogowymi, rezystancja obciążenia układu TDA7056 powinna wynosić 16Ω. Wtedy nawet bez radiatora można uzyskać szczytową moc wyjściową ponad 3W. Jeśli ktoś zechce obciążyć tę kostkę głośnikiem 8-omowym, musi liczyć się ze... zmniejszeniem mocy wyjściowej. Przy głośniku 8-omowym prąd wyjściowy i tym samym moc strat będą znaczne jak na niewielki układ scalony. Układ będzie się nadmiernie nagrzewał i przy głośnym odsłuchu wbudowane zabezpieczenie termiczne może okresowo wyłączać wzmacniacz. Ratunkiem będzie



Rys. 3. Schemat montażowy

wyposażenie kostki TDA7056 w radiator, ale generalnie należy unikać obciążenia 8-omowego i stosować na przykład dwa szeregowo połączone głośniki, mające w sumie oporność 16 omów lub więcej.

Przy wykorzystaniu układu TDA1516Q, maksymalna moc wyjściowa przy obciążeniu głośnikiem 4-omowym (lub dwoma 8Ω, połączonymi równolegle) wyniesie ponad 20W. Układ może być obciążany głośnikami lub kombinacją głośników o wypadkowej oporności 3...16Ω. Czym większa oporność głośników, tym mniejsza moc wyjściowa. Gdy średnia moc wyjściowa kostki TDA1516Q przekracza 3...4W, konieczny jest radiator.

Dla uzyskania pełnej mocy ponad 20W, radiator może być wykonany z kawałka aluminiowej, miedzianej lub mosiężnej blachy o grubości 1...3mm i powierzchni rzędu 70...100cm<sup>2</sup> (np. 12 x 6cm). W przypadku zbyt małego radiatora układowi scalonemu TDA1516Q nie grozi uszkodzenie, bo wyposażony jest on w obwody zabezpieczenia termicznego.

Stabilizator 7809 (U8) ze względu na niewielki prąd nie wymaga radiatora.

## Możliwości zmian

Wskaźnik wysterowania ma czułość odpowiednią do współpracy z kostką TDA1516Q. Ostatnia, czerwona dioda

LED zaświeca się przy przesterowaniu wzmacniacza mocy, czyli przy wystąpieniu dużych zniekształceń.

W przypadku stosowania miksera do zapisu na taśmę, albo do wysterowania zewnętrznego wzmacniacza mocy, nie trzeba zmieniać czułości wskaźnika, a tylko podać na wejście sygnał sinusoidalny z generatora, by zaświeciły się trzy zielone diody (co odpowiada 0dB), a następnie za pomocą PR1 ustalić odpowiedni poziom na wyjściu R, właściwy dla współpracy z urządzeniem nagrywającym bądź zewnętrznym wzmacniaczem.

Moc wyjściowa wynosząca ponad 20W wystarczy do nagłośnienia sporych pomieszczeń. Gdyby okazała się za mała, wystarczy dołączyć dodatkowy, zewnętrzny wzmacniacz do wyjścia R.

W zasadzie nie będzie też poważniejszych problemów z wykonaniem wersji stereofonicznej. Wystarczy w tym celu zmontować dwie opisane płytki. Na jednej z płytek nie trzeba montować układów U1 i U2 – torzy mikrofonowe są zawsze monofoniczne. Należy za to zastosować dodatkowe potencjometry panoramy.

W stereofonicznym torze magnetofonu z układami U4 należy do regulacji barwy zastosować podwójne, sprzężone potencjometry. Przyda się też regulacja balansu. Takie przeróbki można polecić tylko bardziej zaawansowanym elektronikom, którzy poradzą sobie z występującymi kłopotami, dlatego nie podano schematów ideowych potrzebnych do przeróbki.

Podstawowym problemem jest jednak fakt, że pokazana płyta czołowa zupełnie nie nadaje się do wersji stereo, bo nie przewidziano tam miejsca na potencjometry panoramy (balansu).

Dlatego autorzy artykułu mają dla mniej zaawansowanych następującą propozycję:

Jeśli chcecie znaleźć w jednym z następujących numerów EdW szczegółowy opis miksera stereofonicznego, to w najbliższym czasie (do 31 stycznia) napiszcie, do czego chcielibyście używać takiego stereofonicznego miksera, ile on powinien mieć kanałów mikrofonowych, ile stereofonicznych liniowych i jakie wyposażenie dodatkowe byłoby wam potrzebne.

Opracujemy wtedy niedrogi mikser dokładnie według waszych potrzeb.

Piotr Górecki  
Zbigniew Orłowski

