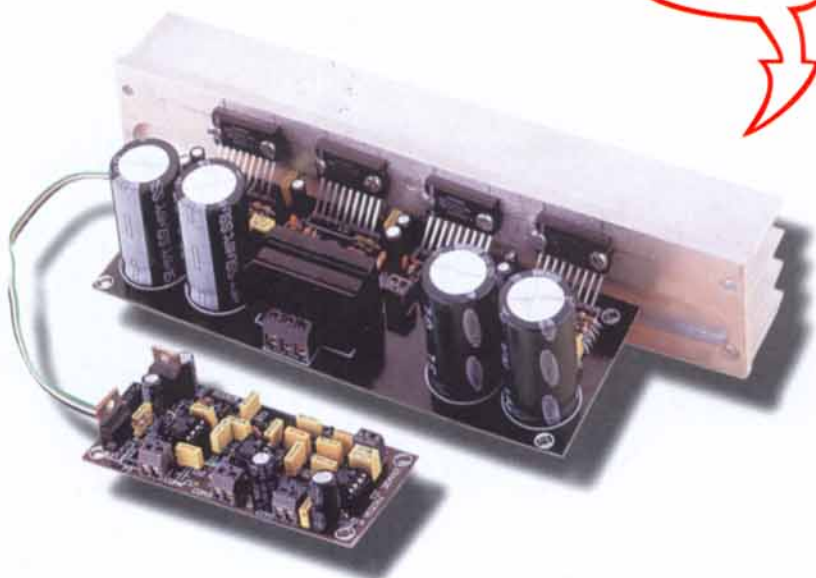


# Wzmacniacz do aktywnej kolumny

## kit AVT-485

PROJEKT  
Z OKŁADKI

*Tym razem chciałbym zaproponować Czytelnikom budowę aktywnej kolumny głośnikowej, a właściwie zespołu przedwzmacniaczy i wzmacniaczy zasilających taką kolumnę.*

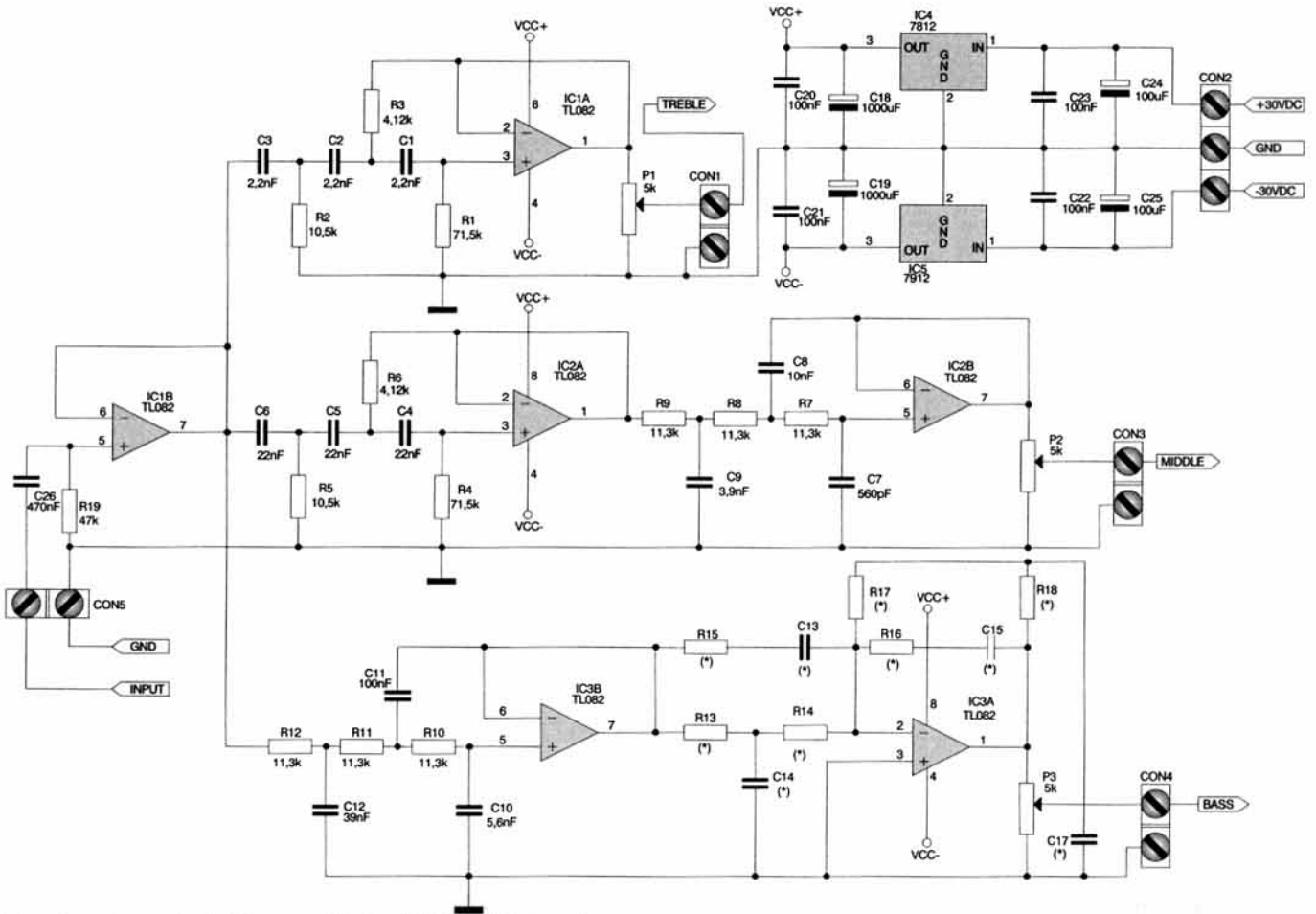


Idea budowy aktywnych zespołów głośnikowych ma tyle samo zwolenników co zażartych przeciwników. Największe emocje budzą aspekty ekonomiczne takiego przedsięwzięcia, ponieważ techniczne zalety aktywnych zespołów głośnikowych są raczej bezsporne. Pierwszym argumentem używanym przez przeciwników tych układów, argumentem, który w zasadzie trudno odeprzeć, jest najczęściej konieczność samodzielnej budowy kolumn głośnikowych, co jest zadaniem dość trudnym i wymagającym sporych umiejętności z zakresu stolarstwa. Drugim argumentem jest konieczność dublowania wzmacniaczy mocy w większości domowych instalacji nagłaśniających. Kiedy przystępujemy do budowy kolumn aktywnych zwykle posiadamy już w domu jakiś wzmacniacz akustyczny przyzwoitej klasy, który po zastosowaniu aktywnych zespołów głośnikowych pozostanie zwykle nie wykorzystany.

Aktywne kolumny głośnikowe mają oczywiście szereg zalet w porównaniu z biernym zespołem głośnikowym. Główne zalety aktywnego zespołu głośnikowego polegają na tym, że nie są potrzebne ani specjalne przewody doprowadzające sygnał akustyczny, ani bierne filtry rozdzielające (zwrot-

nice prądowe). Brak specjalnych kabli głośnikowych wiąże się także z pewnymi oszczędnościami, ponieważ takie kable dobrej jakości są bardzo drogie. W elementach filtrów biernych (dławikach i kondensatorach) traci się energię, co powoduje pewne pogorszenie jakości odtwarzanego dźwięku. Filtr aktywny nie zawiera dławików, a kondensatory mają znacznie mniejsze pojemności, mogą więc być lepszej jakości, nie podnosząc przy tym kosztów budowy urządzenia (dobrej jakości kondensatory o dużych pojemnościach, stosowane w filtrach biernych są dość kosztowne). Nie bez znaczenia jest też łatwość kształtowania charakterystyki filtrów aktywnych. Przez prostą wymianę kilku tanich elementów takich jak kondensatory czy rezystory możemy dostosować charakterystykę filtrów do posiadanych głośników i obudowy kolumny głośnikowej. Ma to szczególne znaczenie przy projektowaniu toru tonów niskich.

Proponowany układ jest stosunkowo prosty i nie wymaga dużych nakładów finansowych. Koszt wykonania urządzenia to w zasadzie koszt zakupu odpowiedniego transformatora sieciowego i scalonych wzmacniaczy mocy.



Rys. 1. Schemat elektryczny bloku filtrów aktywnych.

**Opis działania układu**

Na rys. 1 pokazano schemat elektryczny zespołu filtrów aktywnych, których zadaniem jest rozdzielanie sygnału audio na trzy pasma częstotliwości: tonów wysokich, średnich i niskich. Rys. 2 przedstawia natomiast schemat trzech stopni mocy zasilających głośniki wbudowane w kolumnę aktywną. Opis działania urządzenia rozpoczniemy od układu filtrów aktywnych.

Układ umożliwia stosowanie aktywnych filtrów rozdzielających o różnych parametrach, a tym samym dopasowanie jego charakterystyki do posiadanej lub budowanej kolumny głośnikowej. Sygnał audio (np. z przedwzmacniacza) jest doprowadzony przez stopień buforujący (zbudowany na wzmacniaczu operacyjnym IC1B), zabezpieczający źródło sygnału przed niewłaściwym obciążeniem, do trzech filtrów: basów, tonów średnich i wysokich. Każdy z filtrów może charakteryzować się nachyleniem zbocza obcinającego od 6 do ok. 18dB/okt., zależnie

od doboru wartości niektórych elementów. W torze tonów niskich za filtrem dolnoprzepustowym znajduje się obwód korekcji basów. Zastosowano w nim układ Linkwitzta, który jest szczególnie użyteczny do obniżania początkowego zakresu charakterystyki głośnika niskotonowego umieszczonego w obudowie zamkniętej. I tu właśnie możemy zauważyć, jakie korzyści odnosimy z zastosowania filtrów aktywnych. W celu zmiany charakterystyki filtru nie musimy już mozolnie przewijać cewek wchodzących w skład filtrów pasywnych, lecz wystarczy wymienić jeden lub kilka elementów.

Sygnał z wyjścia IC1B jest rozprowadzony do IC1A, IC2A i IC3B. Każdy z tych układów tworzy filtr trzeciego rzędu, który przy pominięciu niektórych elementów może zostać zmieniony w filtr drugiego lub pierwszego rzędu. Tor tonów średnich składa się z dwóch filtrów o częstotliwościach podziału zarówno od strony tonów niskich, jak i od

strony tonów wysokich. Wynoszą one odpowiednio 500Hz i 5kHz. Charakterystyka tych filtrów jest typu Butterwortha.

Opcjonalny obwód korekcyjny w torze tonów niskich, zrealizowany na wzmacniaczu operacyjnym IC3A, dopasowuje charakterystykę częstotliwościową zespołu do częstotliwości granicznej obudowy. Stosując ten dodatkowy filtr można poszerzyć pasmo przenoszenia o oktawę w dół. Jest to jednak możliwe jedynie wtedy, gdy są znane parametry  $Q_{IC}$  i  $f_c$  obudowy. Obliczenia wartości elementów tego obwodu są podane poniżej.

Aby dokonać potrzebnych obliczeń musimy znać dwa parametry:

- współczynnik  $Q$  posiadanego głośnika niskotonowego pracującego w zamkniętej obudowie;
- częstotliwość rezonansową  $f_c$  tego głośnika.

Nowy współczynnik  $Q_{IC}$  oraz nową częstotliwość rezonansową  $F_{IC}$  z dodatkowym obwodem korekcyjnym należy obliczyć.

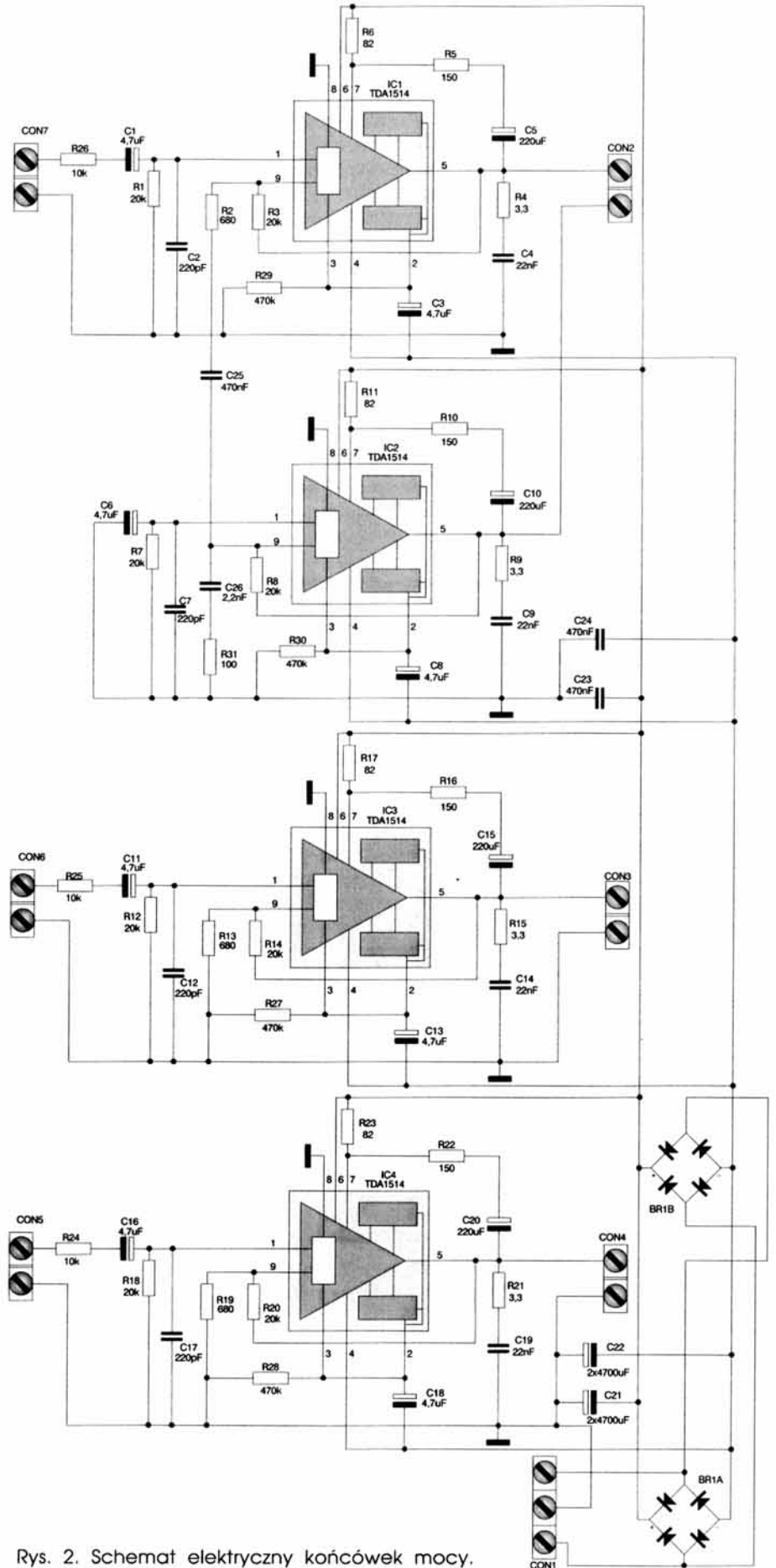
Na rys. 3 pokazano uproszczony schemat filtru, którego wartości mamy obliczyć, a poniżej wzory, z których musimy skorzystać. Inną, znacznie łatwiejszą metodą policzenia wartości tych elementów jest wykorzystanie programu *FILTER CAD*, który znajduje się na płycie CD-EP1.

Jeżeli nie stosuje się układu korekcyjnego, to wszystkie elementy wokół IC3A opatrzone gwiazdką powinny zostać pominięte, z wyjątkiem R7 i R10, których wartości należy zmienić na 10k $\Omega$ . Natomiast rezystor R6 i kondensator C7 należy zastąpić zwojami.

Zajmijmy się teraz drugą częścią układu, czyli modułem zawierającym trzy wzmacniacze mocy zrealizowane z wykorzystaniem czterech popularnych i stosunkowo tanich scalonych wzmacniaczy mocy typu TDA1514. Rozkład mocy w widmie dźwiękowym jest taki, że w zespole wielodrożnym głośnik niskotonowy wymaga co najmniej tyle mocy ile pozostałe tory razem. Dlatego też zaprojektowano wzmacniacze pasma średniego i wysokiego o mocy ok. 30..40W i wzmacniacz tonów niskich o mocy 60..80W. Drugim powodem zwiększenia mocy wzmacniacza przenoszącego najniższą część pasma akustycznego jest fakt, że ludzkie ucho jest mniej czułe na niskie częstotliwości.

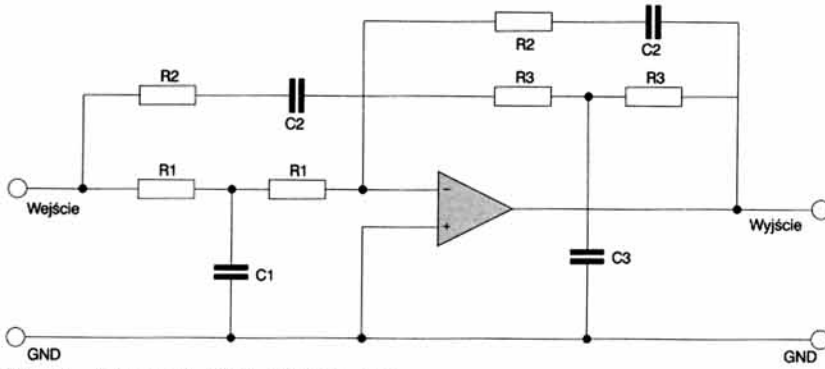
Układy IC1 i IC2 pracują w zupełnie typowej, zalecanej przez producenta konfiguracji, której nie trzeba szczegółowo opisywać. Należy wspomnieć, że układ TDA1514 posiada wszystkie typowe dla tego rodzaju scalonych akustycznych wzmacniaczy mocy zabezpieczenia, w tym układ eliminujący efekty występowania stanów nieustalonych po włączeniu i wyłączeniu zasilania. Zbędne jest więc stosowanie jakichkolwiek układów przekaźnikowych zabezpieczających głośniki.

W zasadzie moc stopnia wyjściowego wzmacniającego tony wysokie mogłaby być znacznie mniejsza. Zastosowanie „za mocnej” końcówki mocy podyktowane zostało chęcią zunifikowania podzespołów potrzebnych do budowy wzmacniacza i oczywiście w naszym nie zakłóca jego pracy.



Rys. 2. Schemat elektryczny końcówek mocy.





Rys. 3. Schemat filtru aktywnego.

**WYKAZ ELEMENTÓW**

*filtry aktywne*

**Rezystory**

P1, P2, P3: potencjometr obrotowy 5kΩ  
 R1, R4: 71,5kΩ/0,5%  
 R2, R5: 10,5kΩ/0,5%  
 R3, R6: 4,12kΩ/0,5%  
 R7, R8, R9, R10, R11, R12: 11,3kΩ/0,5%  
 R19: 47kΩ  
 R13, C13, R14, C14, R15, C15, R16, R17, C17, R18: według opisu w tekście

**Kondensatory**

C1, C2, C3: 2,2nF  
 C4, C5, C6: 22nF  
 C7: 560pF  
 C8: 10nF  
 C9: 3,9nF  
 C10: 5,6nF  
 C11, C20, C21, C22, C23: 100nF  
 C12: 39nF  
 C18, C19: 1000μF/16V  
 C24, C25: 100μF/25V  
 C26: 470nF

**Półprzewodniki**

IC1, IC2, IC3: LM358  
 IC4: 7812  
 IC5: 7912

**Różne**

CON1, CON3, CON4, CON5: ARK2 (3,5mm)  
 CON2: ARK3 (3,5mm)

*stopnie mocy*

**Rezystory**

R1, R3, R7, R8, R12, R14, R18, R20: 20kΩ  
 R2, R13, R19: 680Ω  
 R4, R9, R15, R21: 3,3Ω  
 R5, R10, R16, R22: 150Ω  
 R6, R11, R17, R23: 82Ω  
 R24, R25, R26: 10kΩ  
 R27, R28, R29, R30: 470kΩ  
 R31: 100Ω

**Kondensatory**

C1, C3, C6, C8, C11, C13, C16, C18: 4,7μF/25V  
 C2, C7, C12, C17: 220pF  
 C4, C9, C14, C19: 22nF  
 C5, C10, C15, C20: 220μF/25V  
 C21, C21A, C22, C22B: 4700μF/50V  
 C23, C24, C25: 470nF

**Półprzewodniki**

IC1, IC2, IC3, IC4: TDA1514  
 BR1A, BR1B: XXXX!!!!!!!!!!!!

**Różne**

CON1: ARK3  
 CON2, CON3, CON4, CON5, CON6, CON7: ARK2

Z kolejnych dwóch układów typu TDA1514 - IC3 i IC4 zbudowano wzmacniacz pracujący w układzie BTL, czyli mostkowym. Jest to także typowa, zalecana przez producenta aplikacja układu TDA1514, zapewniająca znaczne zwiększenie mocy wyjściowej tak skonfigurowanego wzmacniacza.

**Montaż i uruchomienie**

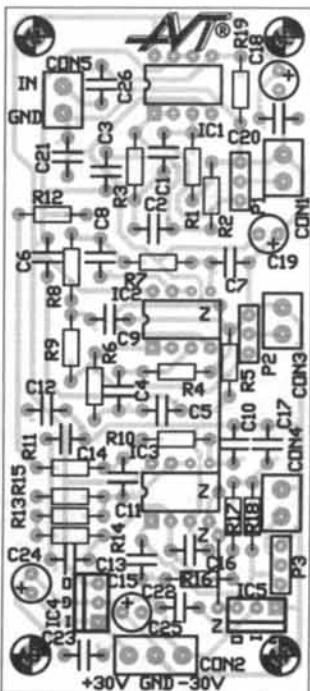
Na rys. 4 i 5 zostały pokazane schematy montażowe płytek drukowanych, wykonanych na laminacie jednostronnym. Mozaiki ścieżek przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru.

Montaż urządzenia rozpoczynamy od łatwiejszej do wykonania części pracy - płytki z układem filtrów aktywnych. Montaż wyko-

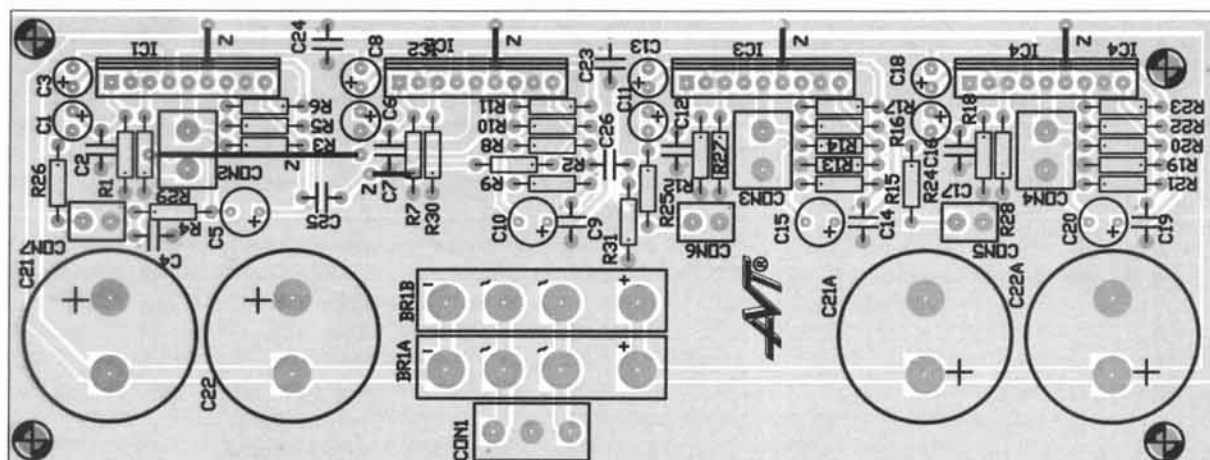
nujemy w typowy sposób, rozpoczynając od wlutowania w płytke rezystorów i podstawek pod układy scalone a kończąc na elementach o największych gabarytach - kondensatorach elektrolitycznych i stabilizatorach napięcia.

Większa płytka, na której zlokalizowano zespoły wzmacniaczy mocy, wymaga nieco więcej staranności podczas montażu. Najpierw, zgodnie z przyjętymi zasadami, lutujemy wszystkie elementy z wyjątkiem scalonych wzmacniaczy mocy. Kolejną czynnością będzie dobranie odpowiedniego radiatora i wykonanie w nim otworów do przykręcenia końcówek mocy. W tym momencie właśnie musimy wykazać się wyjątkową starannością i dokładnością. Musimy zaznaczyć i wywiercić te otwory z dużą precyzją, ponieważ będziemy musieli wlutować w płytke aż 36 wyprowadzeń stopni mocy, a najmniejsza niedokładność w zamocowaniu tych elementów na radiatorze spowoduje w najlepszym razie niezbyt estetyczny wygląd wykonanego urządzenia.

Pod układy wzmacniaczy mocy nie musimy w większości przypadków stosować podkładek izolacyjnych. Musimy jednak pamiętać, że po włączeniu zasilania radiator znajdzie się na ujemnym potencjale, a nie na potencjale masy. Po przykręceniu układów scalonych do radiatora lutujemy ich wyprowadzenia do punktów lutowniczych na płytce. Niestety, płytka wraz z zamocowanymi na niej elementami jest dość ciężka i pozostawienie jej „wiszącej” na wyprowadzeniach układów scalonych mogłoby doprowadzić do ich uszkodzenia. Dlatego też musimy wykonać odpowiednie



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej filtrów.



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej końcówki mocy.

wsporniki z blachy, dodatkowo stabilizujące położenie płytki wobec radiatora (rys. 6).

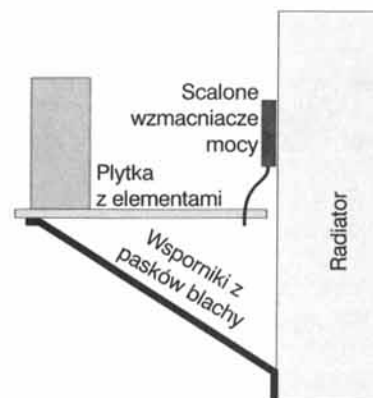
Układ stopni mocy powinien być zasilany napięciem przemiennym, pobieranym z symetrycznych uzwojeń wtórnych transformatora o właściwej mocy, np. TST200/2x24. Natomiast symetryczne zasilanie płytki z filtrami aktywnymi możemy doprowadzić z płytki stopni wyjściowych.

Układ wykonany starannie i ze sprawdzonych elementów działa

natychmiast poprawnie i nie wymaga jakiegokolwiek regulacji, z wyjątkiem ewentualnego dobrania wartości elementów wchodzących w skład dodatkowego korektora basów.

**Zbigniew Raabe, AVT**

*Przypominamy, że do obliczenia wartości elementów filtrów aktywnych można wykorzystać program FILTER CAD, który znajduje się na płycie CD-EP1, dostępnej w AVT.*



Rys. 6. Sposób przymocowania płytki do radiatora.