



# Wzmacniacz do aktywnej kolumny głośnikowej



## Do czego to służy?

Nie tak dawno, w artykule opisującym budowę wzmacniacza do „kina domowego”, pozwoliłem sobie wyrazić opinię, że budowa kolumny głośnikowych w warunkach amatorskich jest przedsięwzięciem skazanym z góry na niepowodzenie. Rzeczywiście, takie jest moje zdanie, ale ... nie zgadzam się z nim! A właściwie w dalszym ciągu utrzymuję, że budowa klasycznego zespołu głośnikowego, wyposażonego w biernie filtry kierujące dźwięki o właściwych częstotliwościach do odpowiednich głośników jest dla nas zbyt trudna. Wykonanie w warunkach amatorskich dławików o odpowiednich, bardzo wysokich parametrach jest z pewnością mało realne. Zdobywanie kondensatorów bipolarnych o dużych pojemnościach także nie należy do łatwych zadań, a i obliczenie parametrów zwrotnicy może niejednego amatora (zawodowca też!) przyprawić o ból głowy. Co zatem należy zrobić, jeżeli jakieś zadanie jest niewykonalne? To proste, należy „obejść bokiem” trudności i zastosować równoważne rozwiązanie alternatywne. Takim rozwiązaniem jest zbudowanie głośnikowej zwrotnicy aktywnej, a właściwie całego zespołu wzmacniaczy zasilających głośnik nisko-, średnio- i wysokotonowy w kolumnie. Wykonanie takiego układu nie przekracza z pewnością możliwości nawet niezbyt zaawansowanego konstruktora. Nie bez znaczenia jest też

fakt, że koszt elementów potrzebnych do budowy zwrotnicy aktywnej jest nieporównywalnie niższy, niż koszt zakupu odpowiedniej jakości kondensatorów i dławików niezbędnych do wykonania biernej zwrotnicy głośnikowej. Ponadto w porównaniu ze zwrotnicami biernymi filtry aktywne mają jeszcze inne zalety, jak na przykład pomijalnie małe straty mocy i brak jakichkolwiek problemów z przesunięciem fazowym sygnału. W przypadku wymiany głośnika na inny, dopasowanie charakterystyki filtra do parametrów głośnika sprowadza się zwykle do wymiany kilku kondensatorów, a nie przewijania dławików lub wymiany kosztownych kondensatorów bipolarnych.

Do rozpoczęcia prac nad budową aktywnej kolumny głośnikowej skłoniła mnie przede wszystkim lektura ... katalogu firmy SGS-THOMPSON. Potrzebowałem uzyskać jakieś dane na temat popularnej końcówki mocy typu TDA2030 i po uzyskaniu potrzebnych informacji zacząłem dalej przeglądać katalog. Zaowocowało to natknięciem się na bardzo ciekawą aplikację, firmowaną przez SGS. Był nią kompletny wzmacniacz do kolumny aktywnej, zrealizowany z wykorzystaniem trzech scalonych wzmacniaczy mocy typu TDA2030, a więc elementów bardzo tanich i łatwych do zdobycia. Prostota tego wyjątkowo ciekawego układu tak mnie urzekła, że prawie natychmiast zaprojektowałem płytkę ob-

wodu drukowanego i po zmontowaniu układu przystąpiłem do jego testowania. Wyniki testów okazały się na tyle obiecujące, że postanowiłem nie zwlekając przekazać opis wykonanego wzmacniacza moim Czytelnikom.

Jednak wzmacniacze i zwrotnica aktywna to nie wszystko, co jest potrzebne do wykonania kolumny głośnikowej. Potrzebna jest także solidnie wykonana obudowa o odpowiednich parametrach, której zaprojektowanie i wykonanie nie jest bynajmniej sprawą prostą. I tu także pomogła mi lektura ciekawego miesięcznika jakim jest Elektor Elektronik. W jednym z ostatnich numerów polskiej edycji tego pisma znalazłem nie tylko opis ciekawej kolumny głośnikowej, nadającej się do budowy w warunkach amatorskich. Zamieszczono tam także opisy kilku kolumn produkcji renomowanych firm, z których przynajmniej dwie nadają się do amatorskiej realizacji.

Mamy więc wszystko, czego potrzebowaliśmy. Zapoznam Was za chwilę z konstrukcją trójpasemowego wzmacniacza do kolumny aktywnej i podam podstawowe dane dotyczące współpracującej z naszym urządzeniem kolumny głośnikowej. Natomiast w sprawie szczegółów wykonania obudowy kolumny i doboru głośników odsyłam Was do lektury numeru 1/98 Elektora Elektronika (dostępny jako egzemplarz archiwalny w ofercie AVT).

Zanim jednak przejdziemy do opisu proponowanej konstrukcji, zapoznajmy się z jej podstawowymi parametrami technicznymi.

**Maksymalna moc kanału niskotonowego:** 40W/4Ω (moc muzyczna)

**Maksymalna moc kanału średnionowego:** 25W/4Ω (moc muzyczna)

**Maksymalna moc kanału wysokotonowego :** 15W/4Ω (moc muzyczna)

**Częstotliwości podziału:** 300Hz i 3kHz

**Zniekształcenia nieliniowe dla wszystkich kanałów:** 0,06% przy 2/3 maksymalnej mocy wyjściowej  
**Napięcie zasilania:** 36VDC

Jak więc widzicie, maksymalna sumaryczna moc wyjściowa naszej kolumny nie może przekroczyć 80W. W warunkach domowych moc taka jest jednak całkowicie wystarczająca, nawet po uwzględnieniu koniecznej „rezerwy mocy” wzmacniaczy. Kolumna taka, a właściwie dwie kolumny nada-

### Wykaz elementów

#### Kondensatory

C1, C2, C8, C11, C23	.....	220nF
C3	.....	2200μF/40
C4, C9, C13, C20	.....	100μF/25
C5	.....	18nF
C6	.....	33nF
C7	.....	1μF/25V
C10	.....	220μF/25
C12	.....	47μF/25
C14	.....	1,8nF
C15, C18, C19	.....	3,3nF
C17, C16	.....	100nF
C22, C21	.....	4700μF/50

#### Rezystory

R1, R2	.....	1,5/5W
R3, R10, R12	.....	1/0,5W
R4, R17	.....	3,3kΩ
R5, R16, R19	.....	100/0,5W
R6, R7, R9, R14, R15, R21, R22, R23	.....	22kΩ
R8	.....	680Ω
R11, R13	.....	2,2kΩ
R18	.....	6,8kΩ
R20	.....	12kΩ

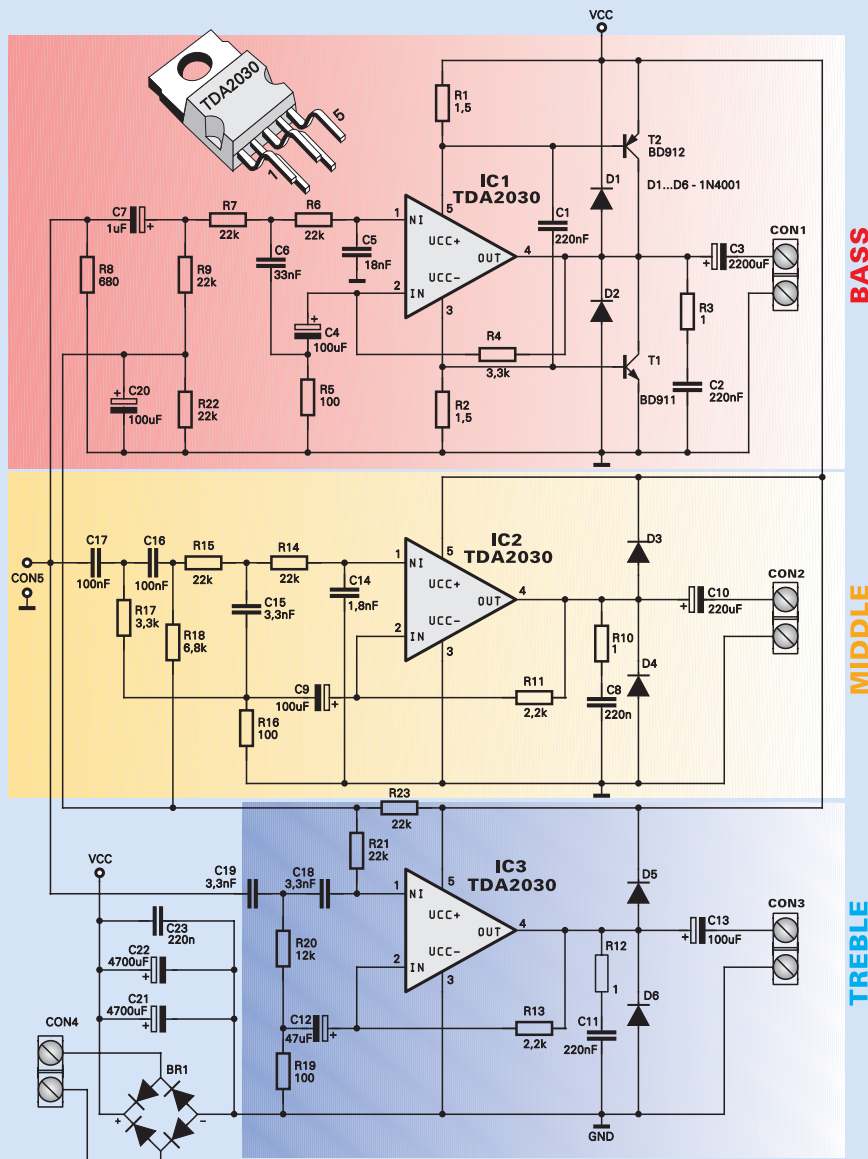
#### Półprzewodniki

BR1 mostek prostowniczy 3A		
D1, D2, D3, D4, D5, D6	.....	1N4001
IC1, IC2, IC3	.....	TDA2030
T1	.....	BD911
T2	.....	BD912

#### Pozostałe

CON1, CON2, CON3, CON4, CON5	.....	ARK2*
5 podkładek izolacyjnych mikowych lub silikonowych		
5 tulejek izolacyjnych		
CON1, CON2 i CON3 nie wchodzi w skład kitu		

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT - 2360**



Rys. 1 Schemat elektryczny

ją się znakomicie do zastosowania jako główne zestawy głośnikowe podczas realizacji kina domowego, a także mogą być doskonałym elementem wykonawczym typowego zestawu HiFi stereo.

### Jak to działa?

Na rysunku 1 został przedstawiony schemat elektryczny trzech wzmacniaczy zasilających kolumnę głośnikową wraz z niezbędnymi do ich prawidłowego działania filtrami. Mam nadzieję, że podzielicie moją opinię na temat prostoty i elegancji tego rozwiązania (mogę tak twierdzić, ponieważ nie jestem jego autorem). Głównymi elementami układu są trzy układy scalone typu TDA2030, pełniące jednocześnie funkcje wzmacniaczy mocy i elementów filtrów aktywnych rozdzielających pasmo akustyczne na trzy podzakresy. Przyjrzyjmy się więc bliżej „bohaterowi dnia”, nieco już leciwemu układowi TDA2030.

### Podstawowe parametry elektryczne układu TDA2030

**Napięcie zasilania:** +/-6V ... +/-22V

**Prąd spoczynkowy:** 50 ...80mA

**Moc wyjściowa przy obciążeniu 4Ω, 2x19V:** 18W

**Moc wyjściowa przy obciążeniu 8Ω, 2x19V:** 12W

**Pasma przenoszenia:** 10Hz ... 100kHz

**Zniekształcenia harmoniczne przy ±0,1 ... 10W/4Ω:** 0,03%

**Zabezpieczenia:** przeciwzwarciowe i przed przeciążeniem termicznym

**Obudowa:** Pentawatt5

W naszym układzie trzy TDA2030 zostały wykorzystane nie tylko jako końcówki mocy, ale także jako aktywne elementy trzech filtrów: dolnoprzepustowego, środkowoprzepustowego i górno przepustowego. Wzmacniacz IC1 pracuje w układzie wzmacniania tonów niskich, przenosząc dźwięki o częstotliwości mniejszej od 300Hz. W tym

pasmie akustycznym przenoszone są największe moce i dlatego wzmacniacz ten został wyposażony w „dopalacz” zbudowany na tranzystorach T1 i T2. Wzmacniacz IC2 wraz z układem podwójnego filtra o charakterystyce środkowoprzepustowej odpowiedzialny jest za przekazanie do głośnika dźwięków o pośrednich częstotliwościach, od 300Hz do 3kHz. Wzmacniacz IC3 jest najmniej obciążonym fragmentem układu, ponieważ przenosi jedynie najwyższą część pasma akustycznego, powyżej 3kHz.

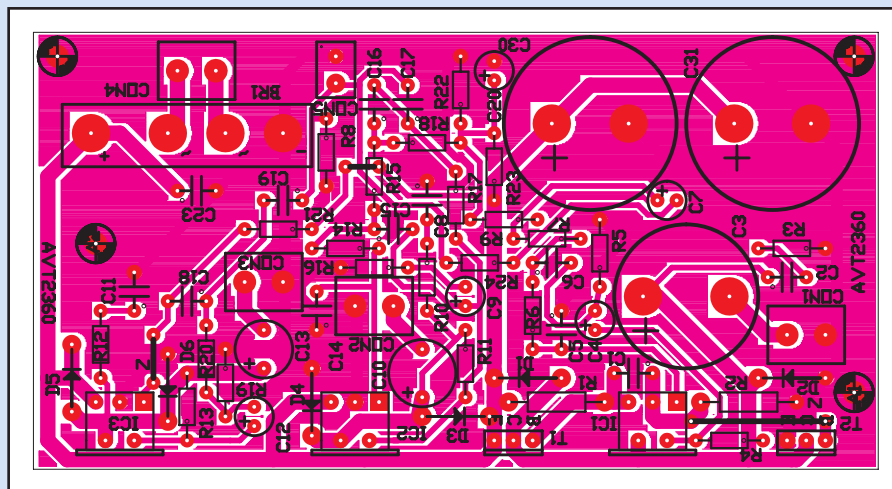
Zastosowane w układzie filtry są filtrami Butterwortha drugiego rzędu. To co napisałem o częstotliwościach podziału pasma akustycznego nie oznacza, że podział ten dokonywany jest idealnie równo, jakby „ciągnięciem nożem”. W rzeczywistości pasma akustyczne zachodzą lekko na siebie, co umożliwia uzyskanie doskonałych efektów akustycznych.

Układ zasilany jest z wewnętrznego zasilacza zbudowanego z wykorzystaniem prostownika pełnookresowego BR1. Wyprostowane napięcie wygładzane jest za pomocą kondensatorów C21 i C22. Do wejścia CON4 należy dołączyć transformator sieciowy o napięciu na uzwojeniu wtórnym wynoszącym 24V. Uzyskamy w ten sposób napięcie stałe o wartości ok. 36V, bezpieczne dla układów i umożliwiające uzyskanie pełnej mocy wyjściowej.

## Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została pokazana mozaika ścieżek płytki obwodu drukowanego, wykonanego na laminacie jednostronnym, oraz rozmieszczenie na niej elementów. Montaż wszystkich elementów z wyjątkiem układów scalonych i tranzystorów wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od wlutowania w płytkę dwóch zworek, rezystorów, a kończąc na elementach o średnich gabarytach. Celowo napisałem, że pierwszą fazę montażu musimy zakończyć na wlutowaniu elementów o średnich wymiarach, ponieważ z montażem dużych kondensatorów elektrolitycznych musimy chwilę zaczekać.

Po wlutowaniu w płytkę wyżej wymienionych elementów przystępujemy do zmontowania w jedną całość płytki z elementami i radiatora. Po dokładnym zaznaczeniu otworów w radiatorze, wiercimy je wiertłem o średnicy 3mm. Następnie lekko przykręcamy układy scalone do radiatora, nie zapominając o obowiązkowym zastosowaniu podkładek i tulejek izolacyjnych. Niezastosowanie tych elementów prowadzi do powstania totalnej katastrofy, czyli zwarcia w układzie, które zakończyłoby się uszkodzeniem co najmniej kilku elementów. Nie zapominamy także o zastosowaniu pasty silikonowej zmniejszającej opory termiczne na



styku elementu półprzewodnikowego z radiatorem.

Po prowizorycznym przykręceniu tranzystorów i układów scalonych do radiatora wkładamy ich końcówki lutownicze we właściwe otwory w płytce drukowanej i po dokładnym wyrównaniu radiatora względem płytki (konieczne jest zachowanie kąta prostego pomiędzy tymi elementami), lutujemy. Kolejną czynnością będzie mocne dokręcenie elementów półprzewodnikowych do radiatora, a następnie wlutowanie w płytkę dużych kondensatorów elektrolitycznych.

Mam nadzieję, że wykonane przez Was układy odziedziczą cechy prototypu i „odpalą” od razu, bez jakiegokolwiek regulacji i poprawek. Zawsze jednak powtarzam, że tylko ten się nigdy nie myli, kto nic nie robi. W pośpiechu spowodowanym chęcią jak najszybszego usłyszenia efektów swojej pracy łatwo o pomyłkę i dlatego też polecałbym użyć z pierwszym razem zasilacza z ograniczeniem prądowym lub ograniczyć prąd pobierany z zasilacza wbudowanego w układ. Możemy to uczynić włączając w szereg z wtórnym uzwojeniem transformatora sieciowego rezystor 100 ... 200Ω/10W. Przy takim zasilaniu sprawdzamy, czy napięcie na wyjściach głośnikowych jest dokładnie równe połowie napięcia zasilania.

Następnie podłączamy głośniki i wysterowujemy wzmacniacz słabym sygnałem sprawdzamy obecność dźwięku w głośnikach. Jeżeli te próby wypadną pomyślnie, to możemy już bezpośrednio dołączyć do układu transformator sieciowy o napięciu na uzwojeniu

Rys. 2 Schemat montażowy

wtórnym wynoszącym 24VAC i mocy min. 100W.

Otwarta pozostaje jeszcze sprawa wykonania kolumn głośnikowych, z którymi nasze wzmacniacze będą współpracować. W EdW nie zajmujemy się opisywaniem prac mechanicznych lub stolarskich i dlatego też odsyłam Was do lektury wspomnianego wyżej artykułu w Elektorze Elektroniku. Szczególnie polecałbym Wam wykonanie „naściennego zespołu głośnikowego” opisanego w tym numerze EE. Znajdziecie tam też szczegółowy opis budowy kolumny głośnikowej TOLO-MEO produkcji znanej niemieckiej firmy IT. Kolumna ta wyjątkowo dobrze nadaje się do odtworzenia w warunkach amatorskich, a zamieszczone w artykule szczegółowe rysunki techniczne pozwolą na samodzielne wykonanie odpowiednio zwymiarowanych kształtek lub zlecenie tych prac do wykonania zakładowi usługowemu. Opisy budowy kolumn zamieszczone były także w Elektronice Praktycznej oraz w wielu innych pismach dla elektroników.

Zbigniew Raabe