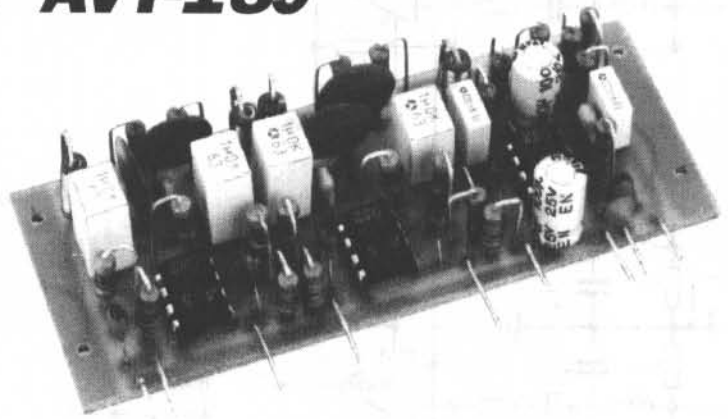


Przedstawiono praktyczny układ wzmacniacza mikrofonowego, który może również współpracować z innymi źródłami sygnałów, tj. z magnetofonem, kompaktom, radiem, itp. Moduł jest przeznaczony do systemów nagłośnienia średniej klasy. Jest to jeden z niewielu wzmacniaczy małej częstotliwości, w którym szczególną uwagę zwrócono na eliminację wrażliwości na sygnały zakłócające w.c.z. - w obecnej sytuacji w eterze ma to ogromne znaczenie praktyczne. Jest to kolejny „klocek” audio w serii modułów AVT. Znajdzie zastosowanie w wielu urządzeniach nagłaśniających: mikserach, wzmacniaczach itp.

# Wzmacniacz wejściowy audio

## kit AVT-189



Wśród serii układów audio prezentowanych na łamach EP nie może zabraknąć modułu wzmacniacza wejściowego audio.

Przy opracowaniu opisywanego modułu przyjęto następujące założenia:

- układ musi być prosty
- do budowy należy użyć powszechnie dostępnych, tanich elementów
- układ musi być odporny na zakłócające sygnały w.c.z.

Układami supersumownymi zajmujemy się później, po zakończeniu tematu szumów w cyklu Notatnik Praktyka.

Autor od dłuższego czasu zajmuje się sprawami nagłośnienia; przy obecnym „tłoku w eterze” okazuje się, iż krytyczną sprawą bardzo często nie jest poziom szumów własnych ani poziom zniekształceń nieliniowych aparatury wzmacniającej. Najbardziej dokuczliwą wadą wielu zarówno amatorskich, jak i fabrycznych konstrukcji jest wrażliwość na sygnały radiowe. Umiarkowaną przyjemnością jest słuchanie jednocześnie dwóch programów, z których ten drugi to sygnał lokalnej stacji radiowej lub jeszcze gorzej - „występy” sąsiada posiadacza radia CB.

Użycie nowoczesnych układów scalonych bez kłopotu pozwala na osiągnięcie satysfakcjonującego poziomu szumów i zniekształceń. Dlatego w opisywanej konstrukcji całą

uwagę skupiono na filtracji zakłóceń w.c.z.

W literaturze łatwo można znaleźć najróżniejsze przedwzmacniacze mikrofonowe.

Po pierwsze bywa, że są to opracowania teoretyków, nie mających styczności z życiową praktyką.

Po drugie, rozpowszechnienie radia CB oraz lokalnych stacji nadawczych radiowych i telewizyjnych stwarza niespotykane wcześniej problemy. Opisywany moduł stanowi próbę praktycznego podejścia do tego problemu.

Drogi wnikania sygnału radiowego do toru elektroakustycznego mogą być różne, nie sposób podać tu szczegółowych opisów i recept, niekiedy spotyka się naprawdę dziwne przypadki. W pobliżu silnych stacji nadawczych niekiedy wręcz „opadają ręce”. Bardzo dużo zależy od właściwego połączenia mas i ekranów. Najczęściej jednak zmodulowany sygnał w.c.z. wnika do wejścia wzmacniaczy mikrofonowych - długi kabel mikrofonowy działa jak antena. Taki sygnał „demoduluje się” na nieliniowościach charakterystyki stopnia wejściowego (dotyczy to nawet sygnałów z modulacją częstotliwości) i tak uzyskanego sygnału m.c.z. nie można już w żaden sposób odfiltrować z sygnału użytecznego. Dla uniknięcia takiego zjawiska używa się symetrycznych linii mikrofonowych, stosuje się ekranowa-

nie i specjalne filtry wejściowe.

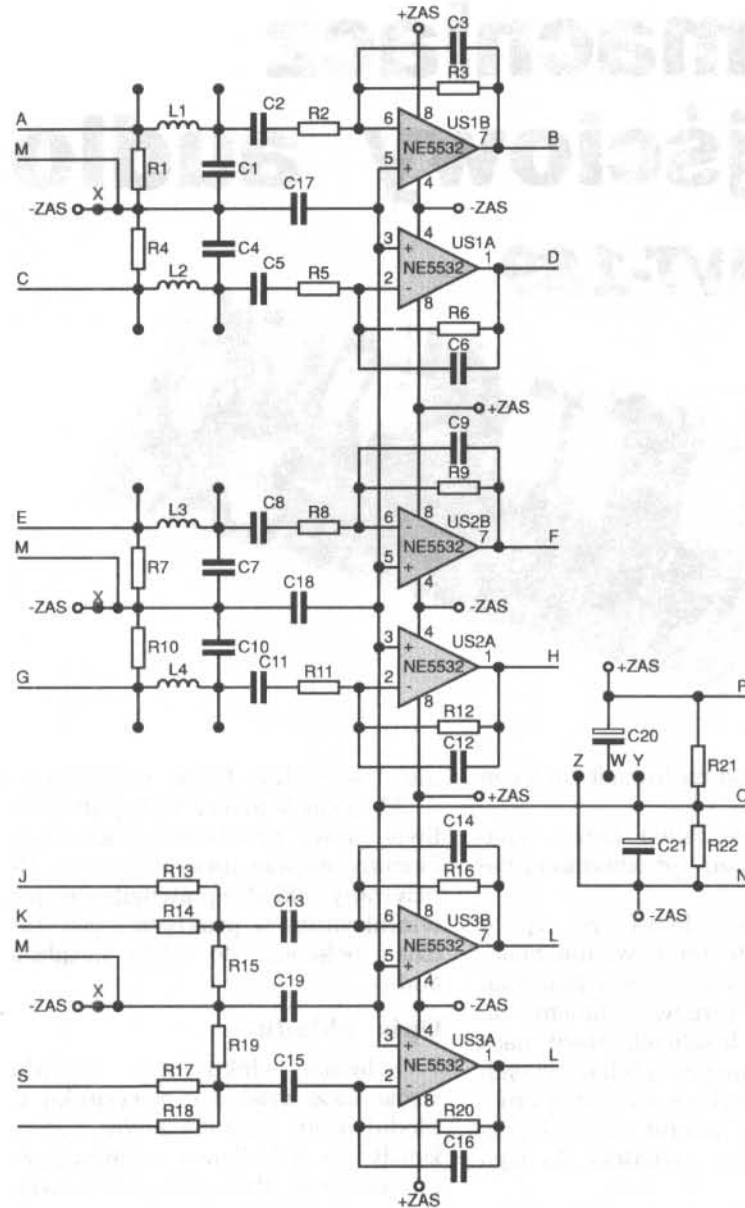
My jednak mamy wykonać możliwie prosty przedwzmacniacz i wybieramy wejście niesymetryczne. Opisywany układ sprawdził się już wielokrotnie w praktyce i jest godzien polecenia do wielu urządzeń audio.

### Opis układu

Schemat elektryczny modułu wzmacniacza znajdziemy na rysunku 1. Moduł składa się z 6 kanałów. Cztery kanały to jednakowe wzmacniacze mikrofonowe, dwa pozostałe to wejścia magnetofonu.

### Wzmacniacz mikrofonowy

Elementem czynnym każdego toru jest jeden ze wzmacniaczy operacyjnych niskosumownego układu TL072. Jeszcze lepsze wyniki osiągnąć można używając droższego układu NE5532 lub NE5532A. Wzmocnienie układu jest ustalone stosunkiem R3 do R2. W większości przypadków wzmocnienie będzie ustalone na stałe. W przypadku konieczności regulacji można zmieniać wartość R2. Nie jest tu jednak zalecane używanie potencjometru umieszczonego na płycie czołowej a dołączonego za pomocą przewodów - w pewnych sytuacjach przewody te staną się anteną „łapiącą” sygnały w.c.z. Zaleca się, aby montaż był możliwie zwarty, a kompletne urządzenie powinno być umieszczone w metalowej obudowie lub zaekranowane.



Rys. 1. Schemat elektryczny wzmacniacza

Rezystancję wejściową toru mikrofonowego dla sygnałów m.cz. wyznacza wartość równoległego połączenia R1 i R2. Do współpracy z typowymi mikrofonami o rezystancji 200Ω powinna ona wynosić kilka kiloomów (typ. 4,7kΩ), nie powinna być mniejsza niż 1kΩ.

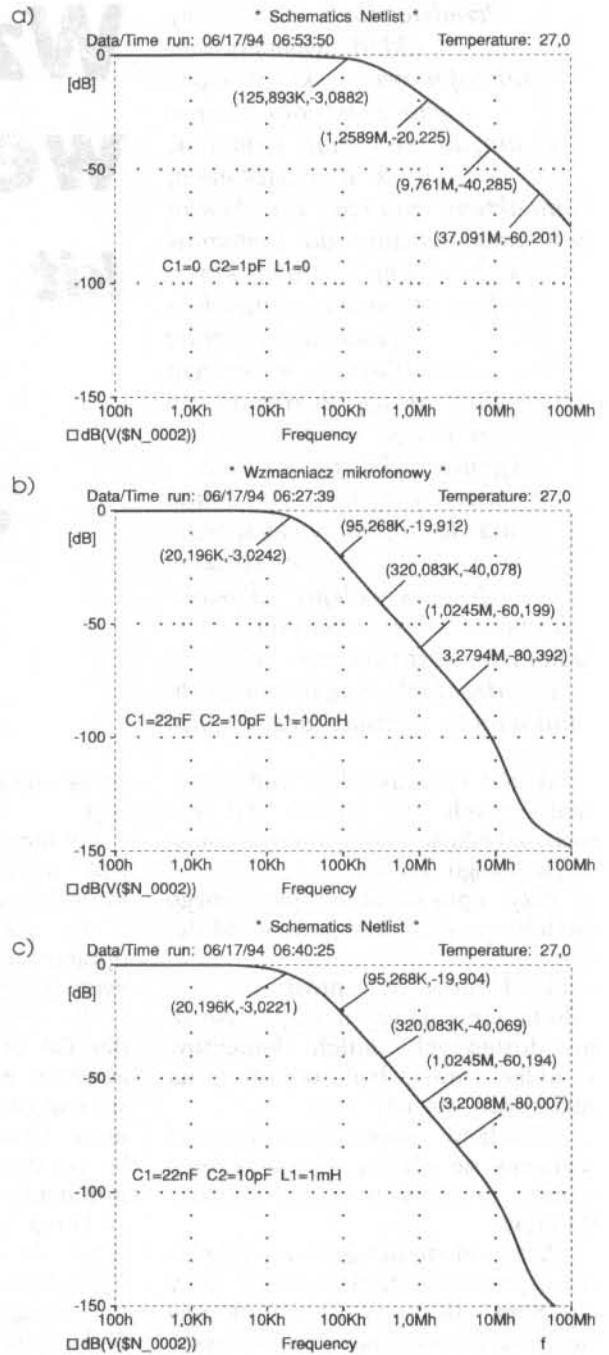
Elementy L1 i C1 tworzą filtr wejściowy w.cz. Obciążeniem tego filtru jest R2.

Dolną częstotliwość graniczną wyznaczają elementy R2C2. Jeśli zastosujemy - tak jak w modelu - jako C2 stały kondensator o pojemności 1μF, to R2 nie powinien być mniejszy niż 3,3kΩ.

Kondensator C2 zapewnia sprzężenie zmiennoprądowe, niezbędne przy zasilaniu modułu ze źródła u-

nipolarnego - C2 może być wtedy kondensatorem elektrolitycznym. Przy zasilaniu bipolarnym kondensator ten można zewrzeć - jednak na wyjściu pojawi się napięcie stałe równe napięciu niezrównoważenia wzmacniacza operacyjnego pomnożonemu przez współczynnik wzmocnienia układu (R3/R2).

Do obliczeń przyjęto wzmocnienie 100 (10kΩ, 1MΩ). Tak duże wzmocnienie nie jest zwykle potrzebne, można je zmieniać w zakresie 10...100x zmieniając wartości R2, R3. Elementy przewidziane w zestawie AVT-189 zapewniają wzmocnienie około 30x.



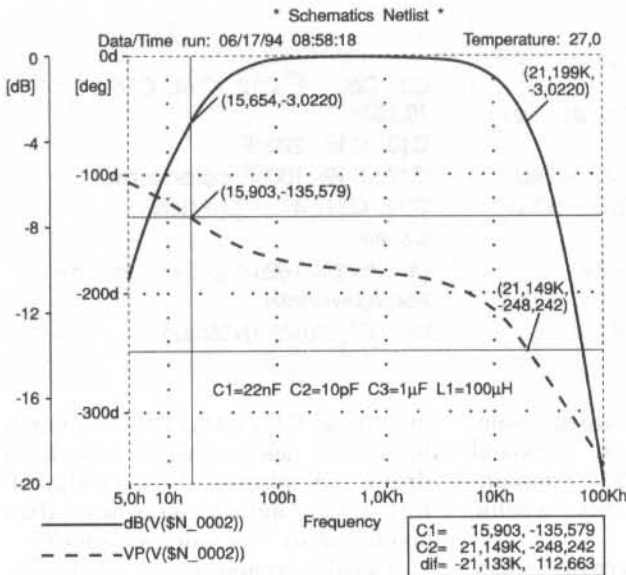
Rys. 2. Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza zasymulowana programem PSPICE: a) bez filtru, b) z dławikiem 100μH, c) z dławikiem 1mH

Kondensator C3 dodatkowo ogranicza pasmo samego wzmacniacza od strony wyższych częstotliwości.

Najważniejszą rolę pełni jednak filtr L1C1, który nie dopuszcza sygnałów w.cz. na wejście wzmacniacza.

Ideałem byłoby uzyskanie prostokątnej charakterystyki częstotliwościowej układu.

Rysunek 2a, b, c przedstawia przebieg charakterystyki układu przy różnych wartościach elementów L1,



Rys. 3. Charakterystyka amplitudowa i fazowa wzmacniacza

C1, C3. Do określenia przebiegu charakterystyk użyto shareware'owej wersji programu PSPICE, dostępnej na dyskietkach 1PE001 i 1PE002 z oferty AVT programów shareware.

Krzywa na rysunku 2a pokazuje charakterystykę układu bez elementów filtrujących.

Najkorzystniejszy przebieg ma krzywa na rysunku 2c. W praktyce może się jednak okazać, że użyty dławik 1mH (lub większy) będzie miał własny rezonans równoległy w zakresie występowania silnych stacji zakłócających i filtr zupełnie nie spełni swojej roli - dławik stanie się wręcz selektywnym obwodem antenowym. Z tego względu bezpieczniejsze jest zastosowanie dławika o nieco mniejszej indukcyjności, ale koniecznie nawiniętego jednowarstwowo na walcowym rdzeniu ferrytowym - wiele takich dławików przeznaczonych do sprzętu TV można znaleźć na giełdach.

Rysunek 2b pokazuje charakterystykę z dławikiem 100µH. Uzyskane wartości tłumienia sygnałów w.c.z. są bardzo dobre: 60dB (1000X) przy częstotliwości około 1MHz.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na kondensator C1 (oraz C4, C7, C10). Muszą to być kondensatory ceramiczne (np. KFP), nie mogą być foliowe (KSF, MKSE). Nie należy zwiększać C1 ponad podaną wartość 22nF, bo będzie on ograniczał od góry pasmo sygnałów użytecznych z mikrofonu (zakładamy tu, że użyty mikrofon ma impedancję co najwyżej 200Ω).

Wypadkowy przebieg charakterystyki w zakresie częstotliwości akustycznych modelu, z wartościami elementów jak na wykazie, jest pokazany na **rysunku 3**. Dodatkowo zaznaczono przebieg charakterystyki fazowej układu.

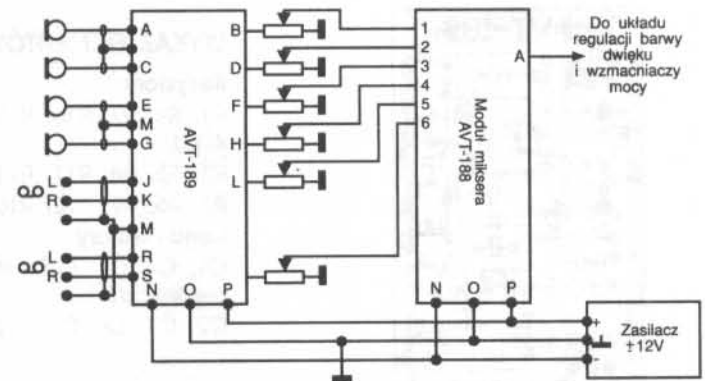
Wszystkie cztery kanały mikrofonowe są identyczne.

#### Wejście magnetofonowe

Dwa tory magnetofonowe mogą być używane w konfiguracji mono - sygnały obu kanałów stereo należy zsumować przez dołączenie do punktów J, K (lub R, S). W wersji stereo możliwe są różne połączenia.

Dodatkowo, każdy z czterech kanałów mikrofonowych może być w prosty sposób przerobiony na tor magnetofonu lub innego źródła liniowego: radia, kompaktu itd. Aby to uzyskać należy zewrzeć R2, zamiast C1 i L1 wlutować rezystory, przewidziano też miejsce na trzeci rezystor wejściowy - w pobliżu wejść A, C, E, G zaplanowano stosowne otwory (nie wykorzystane we wzmacniaczu mikrofonowym). Trzeba też wtedy przeciąć ścieżki znajdujące się na płytce pod literami A, C, E, G.

Ponieważ sygnały wyjściowe magnetofonu oraz podobnych źródeł mają napięcie 0,5...1V, więc w wielu wypadkach nie jest konieczne stosowanie wzmacniacza - sygnał taki może być podany wprost na potencjometr regulacyjny, a z niego na moduł miksera; wtedy tory magnetofonowe naszej płytki nie będą w ogóle wykorzystane.



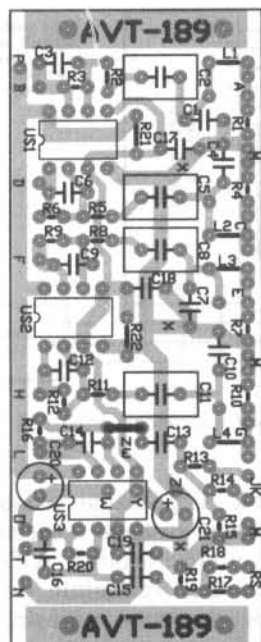
Rys. 4. Układ połączeń modułu wzmacniacza AVT-189 z mikserem AVT-188

**Rysunek 4** pokazuje układ połączeń prostego zestawu nagłośnienia w wersji mono. Moduł AVT-189 jest opracowany specjalnie do rozbudowanego systemu nagłośnienia, którego blokowy schemat był przedstawiony przy okazji prezentowania uniwersalnego kompendora audio (EP 6/94 str.28).

Płytkę umożliwia wykonanie wersji do zasilania unipolarnego, jak i bipolarnego. Druk zaprojektowany jest zasadniczo dla zasilania pojedynczym napięciem, ale w bardzo prosty sposób można go dostosować do zasilania bipolarnego. Niektórych Czytelników może zastanawiać sposób prowadzenia ścieżek minusa zasilania (od punktu N), ścieżek połowy napięcia zasilania/masy (od punktu O) oraz masy wejściowej (trzy punkty M). Taki układ ścieżek i zastosowanie trzech kondensatorów blokujących w. cz. (C17, C18, C19) ma duże znaczenie dla prawidłowej pracy układu. Duże znaczenie będzie też mieć prowadzenie przewodów masy w kompletnym urządzeniu. Powszechnie wiadomo, że początkujący elektronicy optymalny sposób połączenia mas określają zazwyczaj metodą prób i (wielokrotnych) błędów. W wykonanych dotychczas urządzeniach nie było kłopotów z modulem wzmacniacza wejściowego. Bliższe informacje na te tematy zamieścimy za jakiś czas, przy opisie kompletnego zestawu nagłaśniającego.

#### Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce, której ścieżki pokazano na wkładce; rozmieszczenie elementów przedstawia **rys. 5**. Montaż jest klasyczny, nie wymaga opisu. Na początku zawsze należy wykonać zwory - później dostęp do nich będzie utrudniony.



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

R1, R4, R7, R10, R13-R15, R17- R19:

47k $\Omega$

R2, R5, R8, R11, R21, R22: 4,7k $\Omega$

R3, R6, R9, R12, R16, R20: 150k $\Omega$

#### Kondensatory

C1, C4, C7, C10: 10...22nF

ceramiczne

C2, C4, C8, C10: 1 $\mu$ F stały

C3, C6, C9, C12, C14, C16:

10...33pF

C13, C15: 220nF

C17...C19: 100nF ceramiczne

C20, C21: 47...100 $\mu$ F/16V

#### Cewki

L1...L4: 22...100 $\mu$ H jednowarstwowy

#### Półprzewodniki

US1-US3: TL072 (NE5532)

Dla zasilania unipolarnego należy wykonać zworę między punktami W-Z (pod układem US3) i zamontować wszystkie elementy według wykazu.

Przy zasilaniu bipolarnym należy wykonać zworę między punktami W-Y oraz przeciąć w trzech miejscach ścieżki minusa zasilania - punkty cięcia są zaznaczone na schemacie i na płytce literami X. Nie należy

montować C17, C18, C19 - ich oczka lutownicze należy zewrzeć kawałkami drutu. W miejsce niepotrzebnych R21 i R22 należy włutować dwa kondensatory ceramiczne 100nF.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów od razu pracuje poprawnie, nie wymaga uruchamiania.

**Piotr Górecki, AVT**