



NA WARSZTACIE

STEREOFONIA NA SŁUCHAWKI

W ciągu ubiegłych dwóch lat w „Młodym Techniku”, w dziale „Na Warsztacie”, kilkakrotnie zamieszczone były opisy różnorodnych wzmacniaczy małej częstotliwości. Opisywane były układy proste, układy wyższej jakości wyposażone w kolumny głośnikowe o specjalnej konstrukcji itp. Wszystkie one jednak były zbudowane na lampach elektronowych, gdyż tylko takie konstrukcje można uruchomić w warunkach domowych bez specjalnych, trudnych do zdobycia i bardzo kosztownych przyrządów pomiarowych. W ostatnim czasie w sprzedaży ukazały się nowe przyrządy półprzewodnikowe — krzemowe tranzystory o mocy dochodzącej do 50 W. Są one jednak bardzo kosztowne (około 500 zł za sztukę) i trudno proponować majsterkowiczom inwestowanie takich sum w urządzenia elektroakustyczne, które nie spełnią warunków Hi-Fi, tzn. najwyższej jakości. Prócz tego trudno jest zdobyć odpowiedni zestaw głośników, których pasmo przenoszenia znajduje się w przedziale od 40 Hz do przynajmniej 15 kHz.

A jednak w warunkach domowych udało się wykonać tranzystorowy wzmacniacz stereofoniczny Hi-Fi i to stosunkowo niewielkim nakładem kosztów. Jest to wzmacniacz o bardzo małej mocy wyjściowej nie przekraczającej 10 mW

z każdego kanału. I to w zupełności wystarczy nawet do bardzo głośnego odbioru! Wprawdzie nie na głośniki, a na słuchawki stereofoniczne wysokiej jakości, jakie znajdują się w sprzedaży (patrz fotografia niżej). W Warszawie słuchawki takie można nabyć w Centralnej Składnicy Harcerskiej oraz w sklepach ZURT-u. Natomiast na terenie kraju słuchawki są do nabycia tylko w ZURT-ach. Nie należy liczyć na sprzedaż słuchawek przez Punkt Wysyłkowy CSH w Warszawie, bo tak precyzyjny i delikatny przyrząd nie może być wysłany przez pocztę.

Słuchawki stereofoniczne typu ARF-201



Sluchawki produkowane są jako monofoniczne, do odbioru stereo należy więc je odpowiednio przygotować. Przygotowanie polega na zamianie wtyku koncentrycznego na stereofoniczny wtyk typu magnetofonowego. Do każdej pary słuchawek dołączony jest ich opis oraz schemat połączenia ich dla odbioru stereofonicznego.

Dane techniczne tych słuchawek (ARF-201) produkowanych przez znaną firmę czechosłowacką Tesla są następujące:

Typ — słuchawki dynamiczne,
oporność wejściowa —

$2 \times 75 \text{ omów} + 15\% - 5\%$.

czułość przy częstotliwości 1 kHz —
105 dB/1 mW/1 słuchawkę,

różnica charakterystyk przenoszenia pasm obu słuchawek nie większa niż 6 dB,

znieskształcenia — 1%/1 mW/1 słuchawkę,

pasmo przenoszenia — 20 Hz — 15 kHz,
dopuszczalna moc wyjściowa —

10 mW/1 słuchawkę,
temperatura otoczenia w granicach od -10°C do $+55^{\circ}\text{C}$.

Z tych danych widać, że słuchawki spełniają rolę przetwornika elektroakustycznego wysokiej jakości, świadczą bowiem o tym szerokość przenoszonych pasm i szalenie małe zniekształcenia.

Rolę wzmacniacza o odpowiednio wysokich parametrach może spełnić układ przedstawiony na rys. 1.

Składa się on z dwóch, oddzielnych kanałów, symetrycznych względem siebie. Każdy kanał zawiera trzy tranzystory małej mocy, z których dwa są typu p-n-p, natomiast trzeci typu n-p-n, aby można było pominąć elementy pojemnościowe rozdzielające półprzewodniki.

Dzięki takiemu bezpośredniemu połączeniu zniekształcenia wzmacniacza są bardzo małe.

Układ przeznaczony jest zasadniczo do współpracy ze stereofonicznym gramofonem elektrycznym z wkładką kryształiczną. W związku z tym jego czułość wynosi około 200 mV.

Sygnal wejściowy dostaje się najpierw na potencjometry R_1 i R_{10} spełniające rolę regulatorów siły głosu.

Dla ułatwienia nabycia elementów, w układzie zastosowano dwa oddzielne potencjometry o oporności 1 megaoma każdy. W związku z tym odpada konieczność stosowania balansu, co oczywiście upraszcza konstrukcję.

Sygnal wzmacniony przez tranzystory doprowadzony jest do gniazda wyjściowego przez kondensatory elektrolityczne z emiterów tranzystorów T3 i T6. Z tego samego punktu odchodzi gałąź sprzężenia zwrotnego poprawiającego charakterystykę przenoszenia wzmacniacza.

Prostota układu i jego niezawodność pozwala na wykonanie urządzenia przez początkujących radioamatorów, bowiem do uruchomienia wzmacniacza wystarczy miliamperomierz o czułości do 20 mA i potencjometr około 5 kiloomów.

Elementy wzmacniacza są łatwe do nabycia i nie wymagają dużych nakładów finansowych.

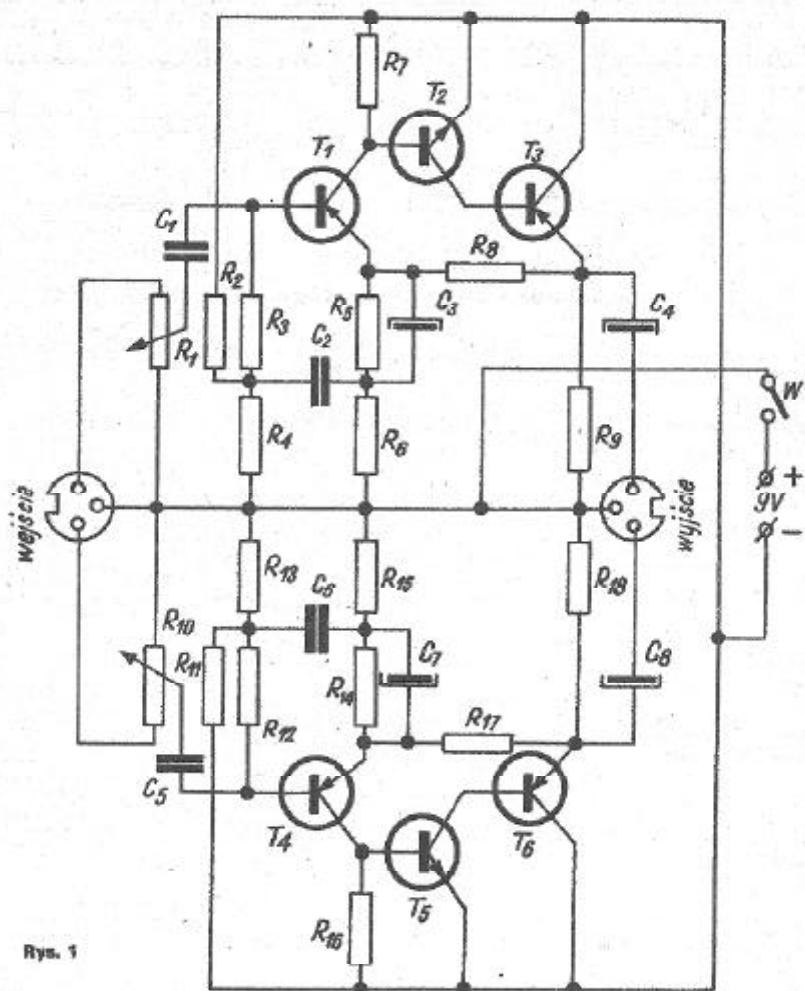
W urządzeniu prototypowym jako tranzystory T1, T3, T4 i T6 zastosowano radzieckie tranzystory MP 41, a jako T2 i T5 — tranzystory MP 35.

Do zasilania wzmacniacza można zastosować dwie baterie płaskie połączone szeregowo i dające napięcie 9V.

Układ najlepiej jest zmontować metodą druku lub pseudodruku na płytce izolacyjnej (rys. 2), którą można wykonać w sposób wielokrotnie opisywany w „Młodym Techniku”.

Płytką montażową ma wymiary $90 \times 100 \text{ mm}$ a na rysunku pokazana została od strony połączeń elektrycznych.

Linie łączące poszczególne punkty lutownicze przedstawiają w uproszczeniu elementy znajdujące się po drugiej stronie płytki.



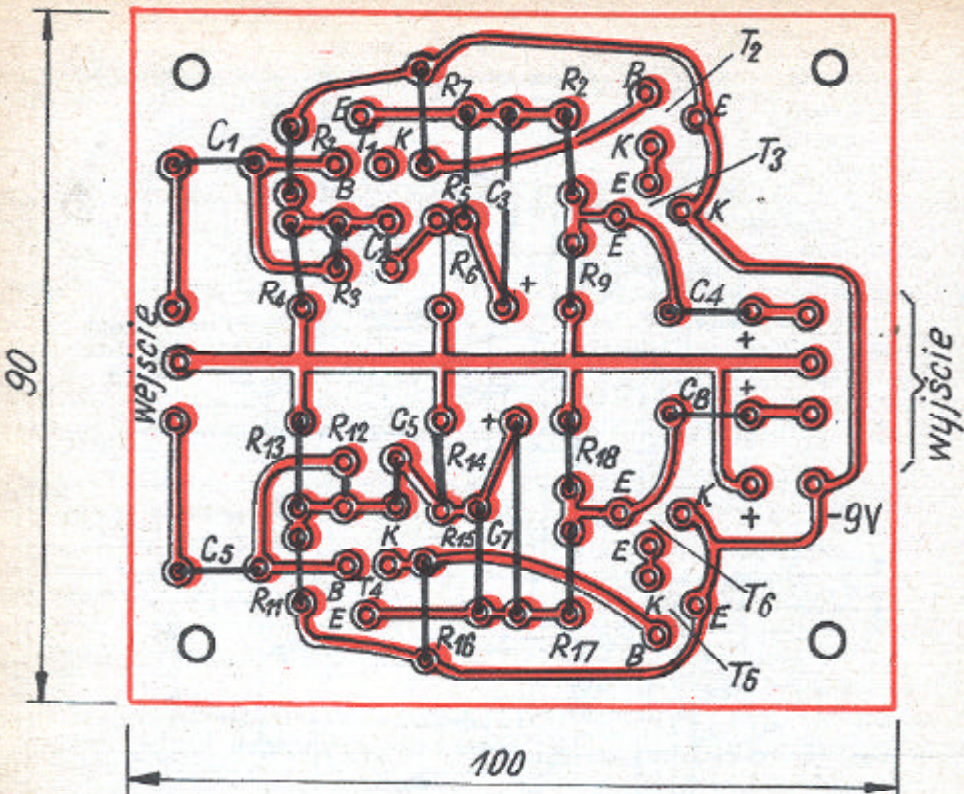
Rys. 1

Na obudowę wzmacniacza nadaje się dowolne pudełko z tworzywa sztucznego np. takie, jakich używa się na przybory do maszyn do szycia. Można je nabyć w sklepach z artykułami gospodarstwa domowego za 18 zł.

Wszystkie elementy wzmacniacza zmontowane są na płytce z wyjątkiem gniazd: wejściowego i wyjściowego, oraz oporników: R_1 i R_{10} — potencjometrów regulujących siłę głosu. Wewnątrz pu-

delka mieszczą się także baterie zasilające.

Po zmontowaniu wzmacniacza przystąpimy do jego regulacji. Najpierw sprawdzimy prawidłowość połączeń poszczególnych elementów. Następnie dołączymy słuchawki, a w obwód baterii zasilającej włączymy miliamperomierz prądu stałego. Jeżeli okaże się, że pobór prądu przez obydwa kanały nie przekracza 20 mA, to wszystko w porządku.



Rys. 2

Jeżeli jest inaczej, to należy zmierzyć natężenie prądu pobieranego przez każdy z kanałów i wyrównać je (w przybliżeniu — niewielkie odchyłki są dopuszczalne) przez dobranie oporników R_9 i R_{18} .

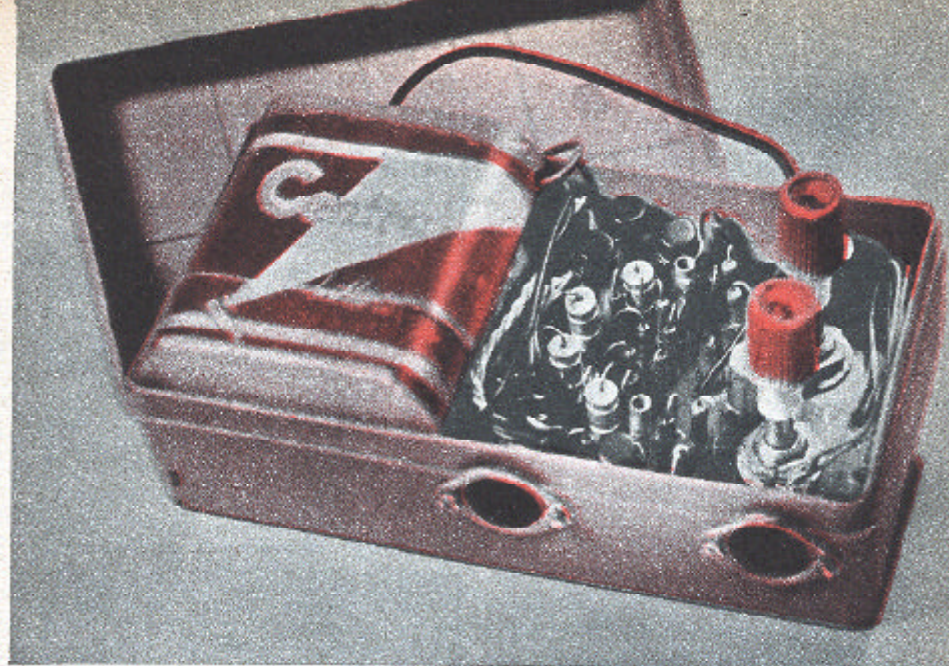
Dla wyjątkowo „wygodnickich” amatorów odbioru stereofonicznego na słuchawki proponujemy nieco odmienne rozwiązanie. Na oparciu fotela można zamocować proste urządzenie obejmujące obustronnie głowę tak, by zamontowane na wysokości uszu słuchawki pozwalały na wygodne słuchanie audycji bez konieczności nakładania na głowę całej konstrukcji nośnej słuchawek.

Na rys. 3 przedstawiony został sposób zamocowania konstrukcji nośnej słuchawek do oparcia fotela za pomocą sta-

lowego, sprężystego uchwytu. Oczywiście takie zamocowanie nie zawsze będzie możliwe. W takim więc wypadku wykonawca sam będzie musiał dostosować uchwyt do swojego fotela, w sposób najbardziej praktyczny.

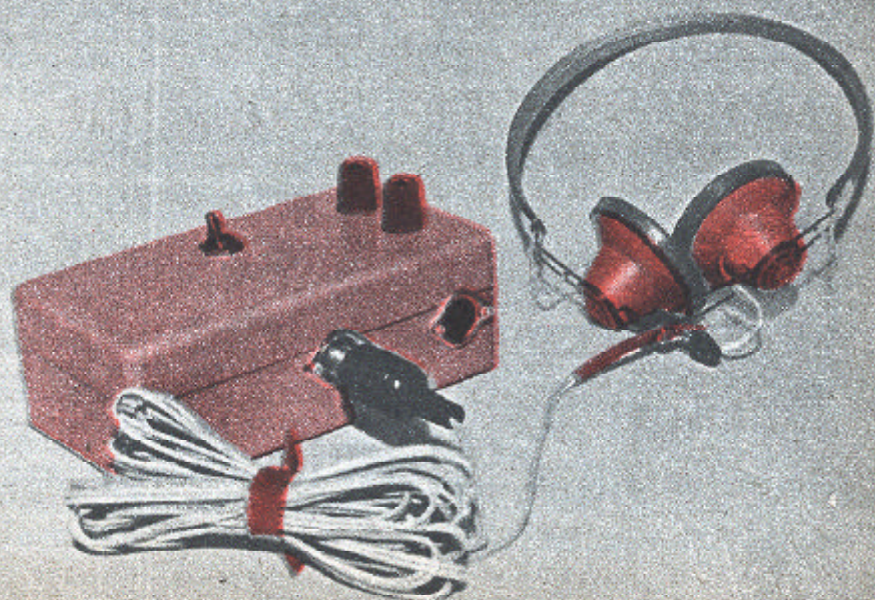
Obudowa głośników (bo słuchawki pełnią tu rolę miniaturowych głośników) ma kształt litery U obejmującej ramionami głowę słuchacza. W związku z tym odległość ramion obudowy powinna wynosić 160—200 mm (rys. 4), zależnie od potrzeby.

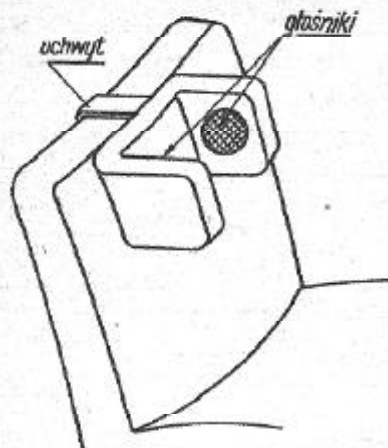
Do wykonania obudowy można użyć odpowiedniego paska blachy duraluminiowej grubości 2 mm. W ramionach blaszanych, na wysokości uszu należy wywiercić dwa symetryczne otwory



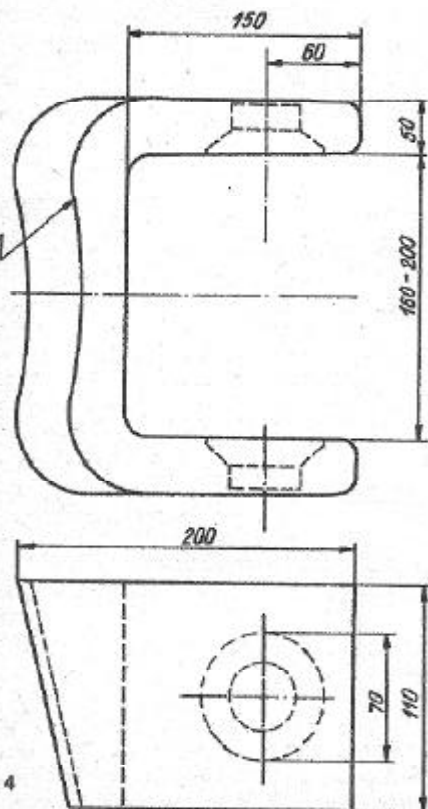
Płytkę montażową wzmacniacza zamontowaną we wnętrzu obudowy

Kompletny wzmacniacz stereo wraz ze słuchawkami





Rys. 3



Rys. 4

Wykaz elementów

- Tranzystory:
 T1, T3, T4, T6 — MP 41 (MP 42, TG 50—55, ASY 34—36)
 T2, T5 — MP 35 (P8, P11)
- Oporniki (miniaturowe lub dowolne):
 R₁, R₁₀ — potencjometr 1 MΩ
 R₂, R₁₁ — 1 MΩ
 R₃, R₁₂ — 300 kΩ
 R₄, R₁₃ — 1 MΩ
 R₅, R₁₄ — 22 kΩ
 R₆, R₁₅ — 22 kΩ
 R₇, R₁₆ — 8,2 kΩ
 R₈, R₁₇ — 22 kΩ
 R₉, R₁₈ — 1750 Ω
- Kondensatory:
 C₁, C₅ — 10 nF/250 V
 C₂, C₆ — 22 nF/250 V
 C₃, C₇ — 20 μF/15 V
 C₄, C₈ — 20 μF/15 V
- Gniazda: wejściowe i wyjściowe — pięciowtykowe gniazda magnetofonowe.
- Wyłącznik W — dowolny wyłącznik elektryczny.

o średnicy dopasowanej do średnicy słuchawek zdjętych z pałaka mocującego. W otwory te trzeba po prostu wcisnąć słuchawki i ewentualnie przykleić je. Czynność tę należy wykonać bardzo delikatnie ze względu na możliwość uszkodzenia słuchawek.

Tak zamocowane słuchawki należy okleić razem z metalowym uchwytem grubą warstwą gąbki syntetycznej. W miejscu wydobywania się dźwięków ze słuchawek powinny być w gąbce wycięte otwory o średnicy przynajmniej 30 mm.

Teraz całe urządzenie trzeba obszyć dekoracyjną tkaniną, najlepiej taką, jakiej użyto na obicie fotela.

Na rysunku podane zostały orientacyjne wymiary, gdyż dokładne wymiary należy ustalić indywidualnie dla każdego fotela (wygięcie oparcia, kąt oparcia w stosunku do poziomu itd.)

Jerzy Pietrzyk