

Wzmacniacz „Hi-Fi” polskiej produkcji



Rys. 1

W POLSCE produkujemy wzmacniacze Hi-Fi! Produkcję tę rozpoczęły Zakłady Wytwórcze Aparatów Telefonicznych w Łodzi. Wszystkie części i podzespoły są produkcji krajowej (z wyjątkiem kondensatorów elektrolitycznych). Należą się tu także słowa uznania dla Zakładu z Wrześni, którego głośniki eliptyczne oraz wysokotonowe są naprawdę dobre i tylko należy żałować, że nie ma ich dotąd w handlu.

Wzmacniacz Hi-Fi przeznaczony jest do nagłośnienia świetlic, salonów muzycznych, kawiarni itd. Urządzenie skła-

da się z dwóch zasadniczych części: z pulpitu zawierającego wzmacniacz i gramofon (rys. 1) oraz zespołu głośnikowego w specjalnej obudowie (rys. 2). Obudowa — skrzynia z głośnikami, połączona jest ze wzmacniaczem dwużyłowym przewodem, tak że może stać w innym niż wzmacniacz pomieszczeniu.

Do odtwarzania płyt zastosowany jest gramofon typu GE-56.

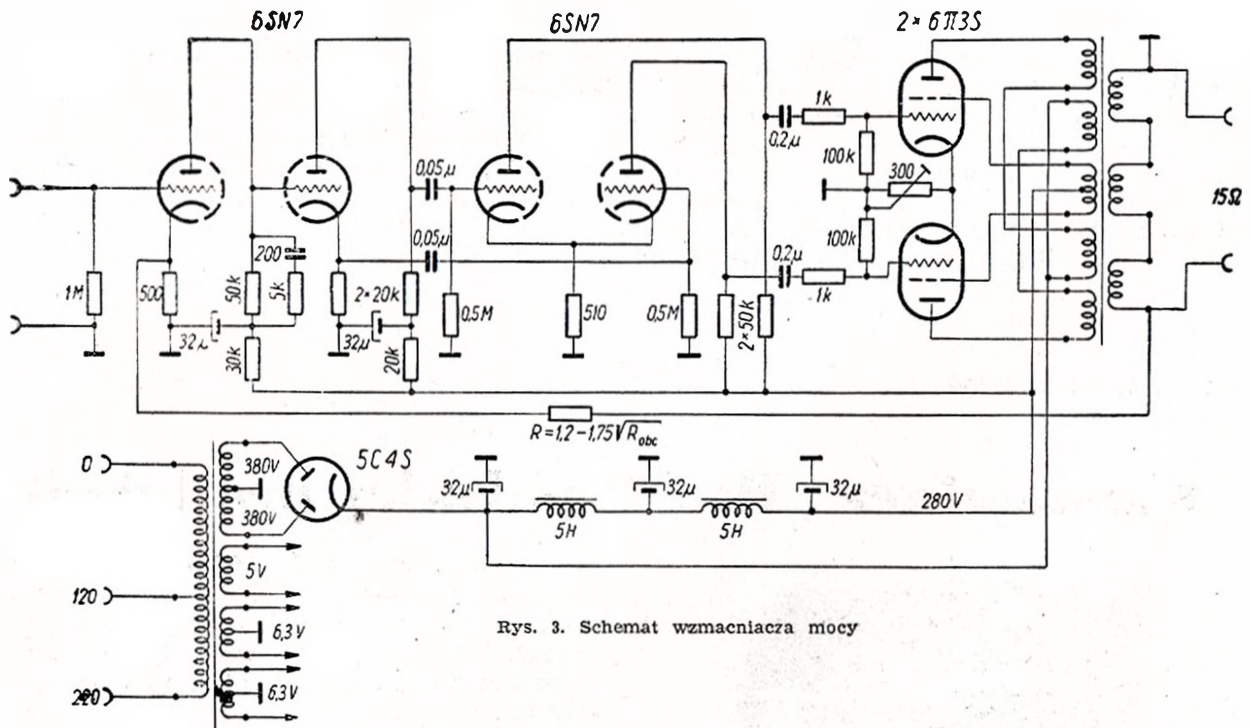


Rys. 2

Wzmacniacz składa się z dwóch zasadniczych części: przystawki korekcyjnej i wzmacniacza mocy z zasilaczem.

Wzmacniacz mocy (rys. 3) pracuje w zmodyfikowanym układzie Williamsona na lampach 6P3 w stopniu końcowym.

Czułość wzmacniacza mocy wynosi ok. 1 V, zniekształcenia nieliniowe są mniejsze od 2%, zniekształcenia liniowe w pasmie od 16 do 50 000 Hz zawierają się w granicach ± 1 dB. Poziom szumów własnych jest mniejszy od



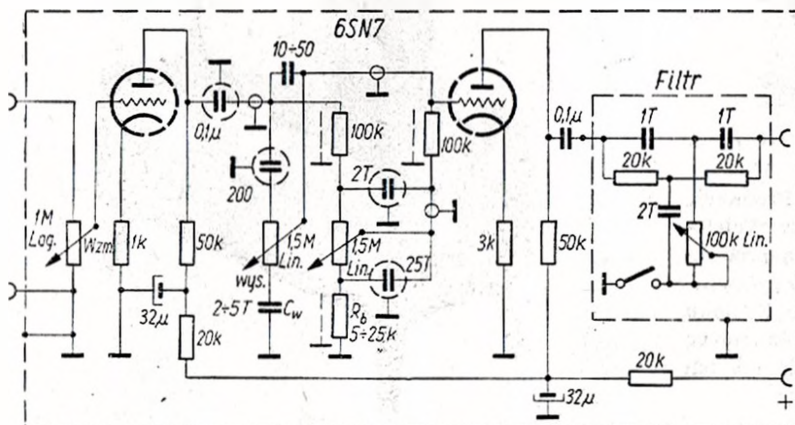
Rys. 3. Schemat wzmacniacza mocy

Na wejściu wzmacniacza znajduje się odwracacz fazy. Następnym stopniem jest stopień wzmocnienia napięciowego w układzie przeciwobnym, który steruje stopień końcowy. Całość, łącznie z transformatorem wyjściowym jest obciążona bardzo silnym sprzężeniem zwrotnym (ok. 25 dB), co zapewnia bardzo małe zniekształcenia liniowe i nieliniowe. Tego rodzaju sprzężenie zwrotne pozwala uzyskać bardzo małą oporność wewnętrzną wzmacniacza, co zwiększa tłumienie układów drgających głośników, wpływając korzystnie na jakość odtwarzania.

—70 dB. Podskok napięcia przy odłączeniu obciążenia jest mniejszy niż 0,1 dB.

Należy zwrócić uwagę na symetrię elektryczną żarzenia lamp. Do żarzenia odwracacza fazy przewidziane jest osobne uzwojenie. Indukcja w żelazie transformatora sieciowego nie powinna być zbyt duża, gdyż pojawienie się 3 i 5 harmonicznej powoduje znaczny wzrost szumów własnych.

Przystawka korekcyjna (rys. 4) jest wzmacniaczem dwulampowym zaopatrzonego w następujące organa regulacji: regulację wzmocnienia, regulację basów, regulację wysokich tonów i regulację wycinania szumów w zakresie 7—10 kHz. Regulacja basów jest możliwa w granicach ± 20 dB dla częstotliwości 30—50 Hz w zależności od wielkości opornika R_b . Zakres regulacji tonów wysokich dobiera się pojemnością C_w . Częstotliwością średnią jest 1000 Hz. Charakterystykę korektora pokazano na rys. 5.

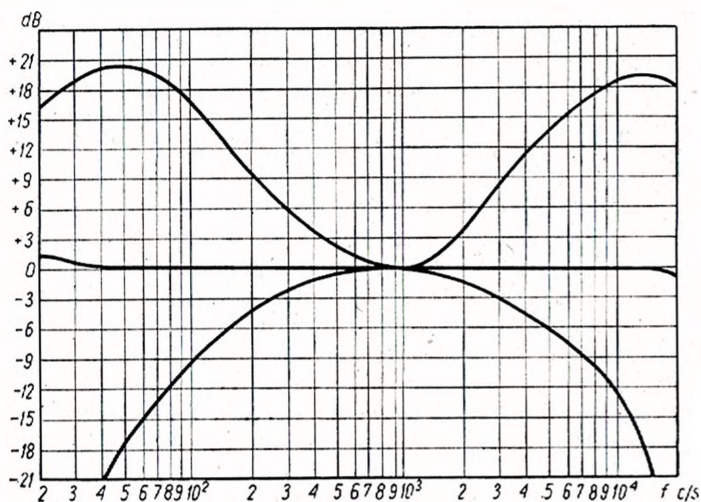


Rys. 4. Schemat przedwzmacniacza korekcyjnego

Na wyjściu korektora znajduje się filtr RC; można nim wycinać szumy płyt, które zawierają się głównie w pasmie 7—10 kHz. Dzięki stromej charakterystyce filtra wycina się tylko częstotliwości przeszkadzające bez szkody dla częstotliwości większych i mniejszych. Istnieje jednak możliwość wyłączania filtra wyłącznikiem potencjometra (rys. 4). Zastosowanie filtra RC tego typu jest do pewnego stopnia nowością, gdyż dotychczas

sowe filtry LC powodowały wycinanie wszystkich częstotliwości od pewnej częstotliwości wzwyż.

Oporność wejściowa wzmacniacza korekcyjnego jest rzędu $1 \text{ M}\Omega$ z powodu współpracy z adapterem krystalicznym.



Rys. 5. Charakterystyki wzmacniacza korekcyjnego

Przy budowie korektora wskazane jest ekranowanie poszczególnych elementów R i C oraz staranny montaż, gdyż przy podniesieniu charakterystyki dla 50 Hz niebezpieczeństwo przydźwięku sieci jest bardzo duże. Kable ekranowe, które służą do połączenia korektora ze wzmacniaczem mocy powinny posiadać jak najmniejszą pojemność. Charakterystyka przenoszenia korektora kończy się praktycznie na 20 kHz; natomiast wzmacniacz mocy przenosi prawie do 100 kHz i nie posiada żadnych przewodów ekranowanych.

Zasilacz wykonany jest w układzie konwencjonalnym. Zastosowano lampę z katodą pośrednio żarzoną ze względu na wysokie napięcie anodowe (450 V) i możliwość przebicia kondensatorów elektrolitycznych w chwili włączenia.

Od dokładności i sposobu nawinięcia transformatora wyjściowego wzmacniacza mocy zależy w dużym stopniu praca urządzenia. Uzwojenia powinny być symetrycznie rozmieszczone, dobrze izolowane i bardzo starannie nawinięte. Do wykonania transformatora potrzebny jest rdzeń płaskowy o przekroju ok. 15 cm^2 . Kolejność nawijania pokazano na rys. 6.

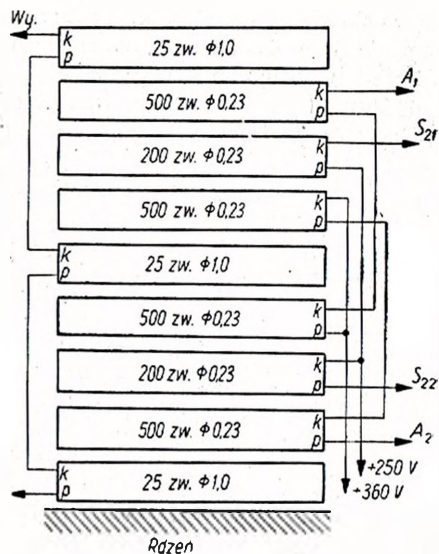
Sekcje uzwojenia wyjściowego można łączyć w szereg lub równolegle, zależnie od oporności głośników, należy jednak pamiętać, że dla każdego połączenia oporność w obwodzie sprzężenia zwrotnego należy dobierać każdorazowo według wzoru:

$$R = 1,2 \div 1,75 \sqrt{R_{obc}} \text{ [k}\Omega\text{]}$$

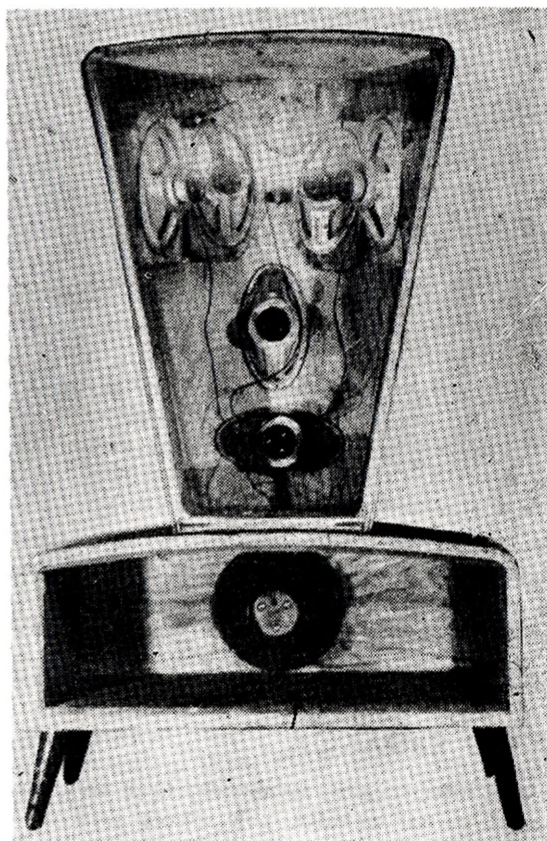
gdzie: R_{obc} — oporność przyłączonego do wyjścia obciążenia w Ω .

W opisywanym wzmacniaczu zespół głośników jest zasilany z szeregowo połączonych sekcji uzwojenia wyjściowego.

Zespół głośnikowy (rys. 7) składa się z następujących głośników: GD 29/10 — 1 szt., GD 29—15,5/3 (eliptyczny) — 6 szt., GDW 12,5/1,5 — 1 szt.



Rys. 6. Układ uzwojeń transformatora wyjściowego

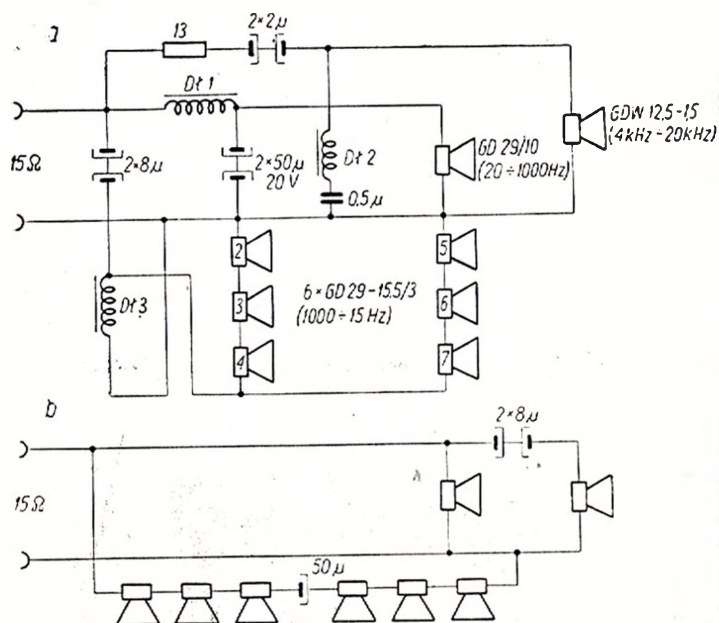


Rys. 7. Rozmieszczenie głośników w obudowie

Jako głośnika niskotonowego użyto głośnika o mocy 10 W typu GD 29/10. Pożądane jest obniżenie częstotliwości rezonansowej jego układu drgającego przez zwilżenie obwodu membrany (górne zawieszenie) olejem silikonowym lub przesylenie benzynowym roztworem kauczuku.

Częstotliwości większe od 1000 Hz są odtwarzane przez 6 głośników GD 29—15,5/3. Dla bardzo wielkich częstotliwości, których nie odtwarzają już dobrze głośniki eliptyczne, służy wysokotonowy głośnik GDW 12,5/1,5.

Głośniki są połączone z wyjściem wzmacniacza za pomocą kondensatorów i dławików stanowiących filtry rozdzielające. Schemat połączenia głośników z elementami filtra pokazany jest na rys. 8 a. Na rys. 8 b pokazano prostszy układ połączenia głośników za pomocą kondensatorów bez dławików.



Rys. 8.

Filtry są tak dobrane, że wypadkowa charakterystyka częstotliwości jest mniej więcej równomierna w granicach od 30 Hz do 15 kHz.

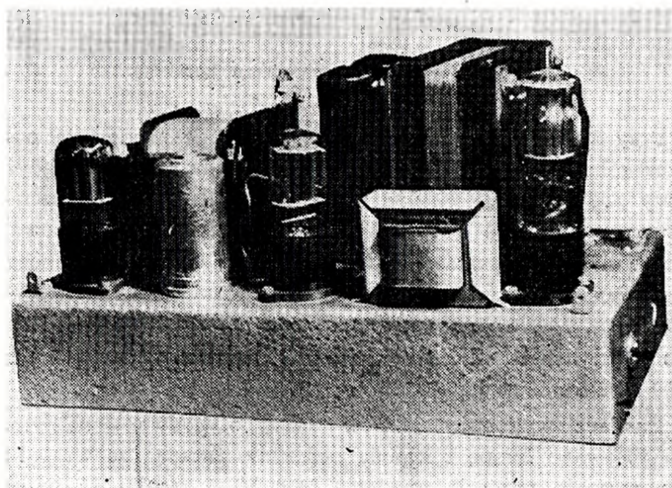
Obudowa akustyczna zespołu głośników wymaga dużego wkładu pracy i bez odpowiednich przyrządów pomiarowych jest dość trudna do wykonania. Zapalony amator Hi-Fi potrafi pokonać te trudności i wykonać obudowę zaspokajającą nawet stosunkowo wysokie wymagania.

Obudowa akustyczna (skrzynia) jest pudłem zamkniętym. Tylną ścianę należy wykonać z grubych desek, gdyż w przeciwnym razie drga ona silnie przy głośnej muzyce, dając niepożądane rezonanse i pogarszając właściwości obudowy.

Dotyczy to głównie dolnej części obudowy, w której znajduje się głośnik niskotonowy.

Dla uzyskania odpowiedniego efektu dźwiękowego — osie promieniowania głośników są skierowane w różnych kierunkach. Głośniki wysokotonowe rozmieszcza się na trzech ścianach górnej części obudowy. Dwa głośniki umieszczone są na ścianie czołowej, dwa następne mają osie skierowane o 15° na zewnątrz względem osi głośnika niskotonowego; pozostałe dwa głośniki są umieszczone na ścianach bocznych, mając osie promieniowania skierowane o 70° na zewnątrz względem osi głośnika niskotonowego. Mały głośnik wysokotonowy jest umieszczony w górnej części obudowy, jak to widać na rys. 7.

Należy również zwrócić uwagę na połączenie wszystkich głośników tak, aby faza ruchu ich membran była zgodna. Najprostszym sposobem uzgodnienia fazy poszczególnych głośników jest obserwacja ruchu membrany przy przyłączeniu do cewki drgającej głośnika baterii 4,5 V. Wystarczy wówczas zaznaczyć zaciąg głośnika, do którego dołączony był dodatni biegun baterii przy ruchu membrany w przód, aby móc prawidłowo połączyć wszystkie głośniki.



Rys. 9.

Zmontowany na chassis wzmacniacz mocy pokazany jest na rys. 9. Wzmacniacz korekcyjny jest zmontowany oddzielnie i umocowany w czołowej ścianie pulpitu, jak to widać na rys. 1.