

## PROSTY WZMACNIACZ DO GITARY

Samodzielne zbudowanie wzmacniacza — nawet najprostszego — nie jest łatwe, jednak wobec ogromnego zainteresowania podajemy opis konstrukcyjny takiego układu, jego schemat ideowy (rys. 5) i zestawienie części składowych. Jest on oparty o elementy łatwo osiągalne w sprzedaży, toteż ze skompletowaniem części nie powinno być kłopotu.

### ZESTAWIENIE CZĘŚCI SKŁADOWYCH

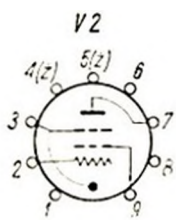
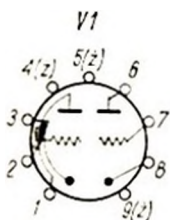
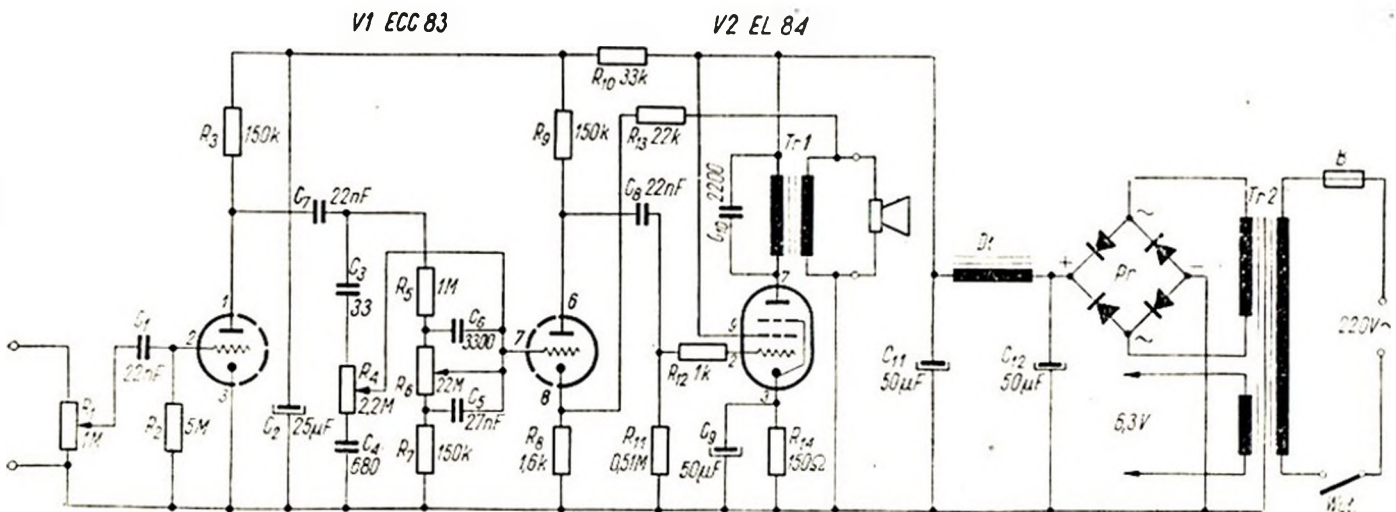
#### Oporniki

$R_1$  — potencjometr logarytm.  $0,5 \div 1,0 \text{ M}\Omega$

$R_2$  —  $3 \div 6 \text{ M}\Omega / 0,1 \div 0,5 \text{ W}$

$R_3, R_9$  —  $100 \div 200 \text{ k}\Omega / 0,25 \div 0,5 \text{ W}$

$R_4, R_6$  — potencjometr liniowy  $2,2 \text{ M}\Omega$



Rys. 5. Schemat ideowy prostego wzmacniacza m.cz.

$R_5$  —  $1 \text{ M}\Omega / 0,1 \div 0,5 \text{ W}$

$R_7$  —  $150 \text{ k}\Omega / 0,1 \div 0,5 \text{ W}$

$R_8$  —  $1,2 \div 2 \text{ k}\Omega / 0,1 \div 0,5 \text{ W}$

$R_{10}$  —  $22 \div 51 \text{ k}\Omega / 0,25 \div 0,5 \text{ W}$

$R_{11}$  —  $0,47 \div 0,68 \text{ M}\Omega / 0,1 \div 0,5 \text{ W}$

$R_{12}$  —  $0,51 \div 1,5 \text{ k}\Omega / 0,1 \div 0,5 \text{ W}$

$R_{13}$  —  $10 \div 51 \text{ k}\Omega / 0,1 \div 0,5 \text{ W}$

$R_{14}$  —  $140 \div 160 \Omega / 1 \div 2 \text{ W}$

## Kondensatory

- C<sub>1</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>** — styroleksowe 22÷50 nF/250÷500 V  
**C<sub>2</sub>** — elektrolityczny 20÷50 µF/375÷500 V  
**C<sub>3</sub>** — ceramiczny 33 pF  
**C<sub>4</sub>** — ceramiczny 680 pF  
**C<sub>5</sub>** — styroleksowy 27 nF/250÷500 V  
**C<sub>6</sub>** — „ „ 3300 pF/250÷500 V  
**C<sub>9</sub>** — elektrolityczny 20÷50 µF/8÷30 V  
**C<sub>10</sub>** — ceramiczny 2200 pF  
**C<sub>11</sub>, C<sub>12</sub>** — elektrolityczne 2 × 20÷50 µF/375÷500 V

## Lampy

- V1** — ECC 83  
**V2** — EL 84

## Transformatory

- Tr1** — głośnikowy (patrz tekst)  
**Tr2** — sieciowy (patrz tekst)

## Inne

- D1** — dławik filtru, dowolny typ (patrz tekst)  
**Pr** — prostownik suchy SPS-6B-250-85 (lub podobny)  
**W** — wyłącznik sieciowy (dowolny typ)

Ponadto potrzebne są elementy montażowe, jak podstawki lampowe, gniazda, bezpiecznik, przewód sieciowy, blacha na podstawę (chassis) itp.

Jako transformator sieciowy można zastosować transformator od dowolnego odbiornika produkcji krajowej z lampą głośnikową typu EL 84 („Tatry”, „Bolero”, „Karioka”, „Rumba”, „Sonata” itp.). Kto dysponuje odpowiednimi materiałami może transformator ten wykonać samodzielnie kierując się następującymi danymi:

- przekrój rdzenia: ok. 8 cm<sup>2</sup>  
 uzwojenie pierwotne: 1150 zw. Ø drutu 0,30÷0,35 mm  
 uzwojenie wtórne: 1300 zw. Ø drutu 0,20÷0,25 mm  
 uzwojenie żarzenia: 38 zw. Ø 0,7÷1,0 mm

Jako transformator głośnikowy można zastosować fabryczny transformator od każdego odbiornika produkcji krajowej z lampą głośnikową typu EL 84. Kto chciałby wykonać ten transformator samodzielnie powinien się kierować następującymi danymi:

- przekrój rdzenia: ok. 4 cm<sup>2</sup>  
 uzwojenie pierwotne: ok. 3000 zw. Ø drutu 0,16÷0,25 mm  
 uzwojenie wtórne: ok. 75 zw. Ø drutu 0,6÷1,0 mm

Jako dławik można zastosować dowolny dławik wykonany z drutu nie cieńszego niż 0,15 mm. Może to być dławik z odbiornika lub telewizora dowolnego typu, jak również jakikolwiek transformator sieciowy czy głośnikowy.

Orientacyjne dane dla samodzielnego wykonania dławika:

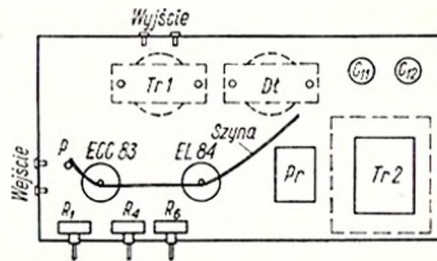
- przekrój rdzenia: około 2÷4 cm<sup>2</sup>  
 uzwojenie: około 1000÷3000 zw. drutu Ø 0,15÷0,25 mm.

## Montaż wzmacniacza

Poniższy opis montażu wzmacniacza przeznaczony jest dla mniej zaawansowanych radioamatorów. Opis ten stosunkowo dokładnie omawia zasadnicze czynności, jakie należy kolejno wyko-

nyać. Zwracamy uwagę właśnie na kolejność wykonywanych prac; jest to jedna z najlepszych dróg do uzyskania właściwych rezultatów. Wykonując zgodnie z opisem poszczególne czynności i natychmiast sprawdzając zmontowany fragment aparatury unikniemy wielu przykrych niespodzianek. Na inny sposób zmontowania całości mogą sobie pozwolić jedynie naprawdę zaawansowani radioamatorzy, dla których samodzielne znalezienie błędu, czy wadliwego elementu nie jest problemem.

Budowę wzmacniacza należy rozpocząć od wykonania podstawy z blachy aluminiowej lub żelaznej ocynkowanej o grubości około 0,5 mm. Przykładowe rozmieszczenie głównych części pokazano na rysunku 6. Montaż układu



Rys. 6. Przykładowe rozmieszczenie zasadniczych elementów wzmacniacza (widok od spodu chassis)

rozpoczynamy „od końca”, tj. od zasilacza i wykonujemy go stopniowo, natychmiast sprawdzając działanie wyekonanego fragmentu układu.

W przypadku nie uzyskania właściwych wyników tego sprawdzania bezwzględnie nie należy posuwać się z montażem dalej. Nie posiadający odpowiedniego doświadczenia radioamator staje bowiem zupełnie bezradny przed zmontowanym w całości wzmacniaczem, który „nie chce grać” — i po prostu nie wie co robić. Najczęściej kończy się na rozebraniu aparatury.

A więc montujemy wzmacniacz według następującego planu.

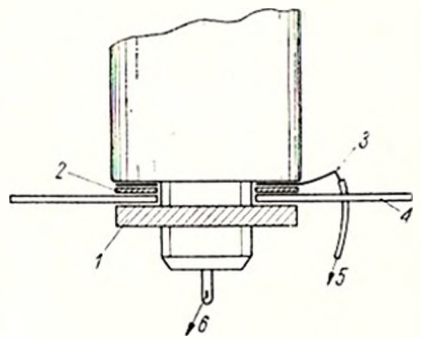
● Wykonać metalową podstawę i zamontować mechanicznie zasadnicze elementy aparatury, jak: podstawki lampowe, transformator sieciowy i głośnikowy, potencjometry, gniazda, wyłączniki itp. Stosować wszędzie śruby z nakrętkami. Zainstalować sznur sieciowy, zmontować obwód pierwotny transformatora sieciowego z wyłącznikiem. Wyłącznik może być dowolnego typu, również tzw. „przelotowy”, zainstalowany w sznurze sieciowym. Sznur zakończyć wtyczką sieciową.

● Wykonać obwód żarzenia lamp V1 i V2 z dwóch skręconych ze sobą dość grubych przewodów w izolacji igelitowej. Przewody te prowadzimy po blasze podstawy od odpowiednich końcówek transformatora sieciowego do nóżek 4 i 5 lampy V2, a następnie do lampy V1. W podstawie tej lampy jeden z przewodów żarzenia łączymy ze zwartymi nóżkami 4 i 5, natomiast drugi — z nóżką 9.

● Sprawdzić dotychczas wykonane prace. Sznur sieciowy włączyć do gniazda sieciowego. Przed włączeniem układu należy zwrócić uwagę, czy dotychczas nie wykorzystane, luźno wiszące

przewody transformatora sieciowego, niczego nie dotykają. Włączyć układ wyłącznikiem sieciowym. W podstawki lampowe wstawić na właściwe miejsce lampy ECC 83 i EL 84. Włókna żarzenia lamp i katody powinny się wkrótce rozżarzyć, co łatwo zaobserwować z zewnątrz (patrząc od góry lub od dołu lampy). Układ pozostawić włączony przez kilka minut, a następnie wyłączyć. Wyjąć sznur z gniazda sieciowego oraz lampy z podstawek.

● Zmontować zasilacz sieciowy, tj. umocować suchy prostownik śrubami (bezppośrednio na metalowej podstawie w celu odprowadzania ciepła), dławik i kondensatory elektrolityczne. Suchy prostownik połączyć zgodnie z oznaczeniem na jego obudowie: do małych „wężyków” oznaczających napięcie zmienne przyłączyć końcówki wtórnego uzwojenia transformatora, kontakty oznaczone „+” połączyć z „plusem” kondensatora elektrolitycznego, zaś kontakty oznaczone „-” z jego „minusem”. Kondensatory elektrolityczne umocowujemy stosując podkładki izolacyjne (rys. 7), aby ich obudowa nie



Rys. 7. Montaż kondensatora elektrolitycznego:

- 1 — nakrętka kondensatora, 2 — podkładka izolacyjna, 3 — podkładka kontaktowa, 4 — chassis, 5 — do szyny uzemiającej, 6 — do „+” prostownika

stykała się bezpośrednio z podstawą. Pozostałe połączenie wykonać zgodnie ze schematem ideowym, tj. przyłączyć końcówki dławika do kondensatorów.

● Zbadać działanie zasilacza, włączając prowizorycznie dwie żarówki 220 V/15 W załączone szeregowo do zasilacza sieciowego (tj. do biegunów kondensatora elektrolitycznego C<sub>11</sub>). Po włączeniu układu do sieci żarówki powinny rozżarzyć się w widoczny sposób; w przeciwnym razie należy sprawdzić poprawność dotychczasowych manipulacji.

● Wykonać tzw. szynę uzemiającą wzmacniacza. Jest to gruby przewód miedziany o średnicy około 1÷4 mm łączący trzpienie centralne obu podstawek lampowych. Przewód ten (rys. 6) jest połączony z podstawą wzmacniacza w punkcie P śrubą z nakrętką i przy zastosowaniu podkładki lutowniczej. Szyna kieruje się swym wolnym końcem w stronę kondensatorów elektrolitycznych. Do wykonanej szyny należy przyłączyć, tym razem już na stałe, „minus” prostownika i przewody biegnące od obudowy kondensatorów elektrolitycznych.

Ponadto z szyną należy połączyć nóżkę 9 lampy V1 (ECC 83), czyli jeden z przewodów obwodu żarzenia. Bez tego połączenia wzmacniacz nie może działać poprawnie (silny przydźwięk).

● Zamontować elementy należące do stopnia końcowego (lampa EL 84) aż do opornika siatkowego  $R_{11}$  lampy głośnikowej włącznie. Opornik i kondensator przylutować wprost do odpowiedniej nóżki podstawki lampowej i do szyny uziemiającej. Transformator głośnikowy łączymy z odpowiednimi nóżkami podstawki lampowej (według numeracji na schemacie) przewodem montażowym w izolacji igelitowej, a końcówki jego wtórnego uzwojenia z gniazdam i wyjściowymi wzmacniacza. Gniazda te mają odpowiednie podkładki izolacyjne, aby nie kontaktowały z metalową podstawą. Nie łączymy ich na razie ani z szyną uziemiającą ani z opornikiem  $R_{11}$ . Te połączenia wykonamy dopiero w końcowej fazie montażu, o czym będzie jeszcze wzmianka w dalszej treści opisu.

● Sprawdzić działanie stopnia końcowego. W tym celu należy wstawić na swe miejsce obie lampy, włączyć wzmacniacz do sieci i przyłączyć prowizorycznie przewody wyjściowe gramofonu elektrycznego do szyny uziemiającej i siatki sterującej lampy EL 84. Podczas odgrywania płyty powinna być słyszana z głośnika co prawda słaba, lecz wyraźna i czysta audycja. Przy odłączonym gramofonie powinien być słyszalny jedynie bardzo słaby, ledwo zauważalny szum.

Do omawianych prób można zastosować głośnik dowolnego typu o oporności cewki drgającej około  $4-15 \Omega$ . Głośnik przyłączamy do gniazd wyjściowych wzmacniacza przewodem dwużyłowym zakończonym wtyczkami bananowymi. Jeśli wzmacniacz nie działa, należy sprawdzić wszystkie połączenia wykonane w tym etapie, ewentualnie wymienić lampę EL 84.

● Zamontować elementy drugiego stopnia wzmocnienia (na schemacie ideowym prawa trioda ECC 83), tj. opornik  $R_{10}$ ,  $R_9$ ,  $R_8$  oraz kondensatory  $C_6$  i  $C_7$ . Siatkę sterującą triody łączymy prowizorycznie z masą poprzez opornik  $0,1-1 M\Omega$ . Elementy połączone na schemacie ideowym z masą układu dołączamy oczywiście do szyny uziemiającej. Wszystkie przewody łączące elementy tego stopnia powinny być krótkie i biec z dala od siebie i innych elementów.

● Włączyć wzmacniacz do sieci, a gramofon elektryczny dołączyć do masy i siatki sterującej triody. W głośniku powinna być słyszalna bardzo głośna i wyraźna audycja — bez zniekształceń. Nie wyjmować sznura z gniazda sieciowego, lecz wyłączyć wzmacniacz za pomocą wyłącznika.

● Połączyć prowizorycznie jedno gniazdo wyjściowe wzmacniacza z masą (szyną), a drugie poprzez opornik  $R_{13}$  z katodą triody już uprzednio włączonej do pracy. Włączyć wzmacniacz uważnie nasłuchując. Jeżeli po nagraniu się lampy wystąpi szybko narastający gwizd lub wycie, należy natychmiast wzmacniacz wyłączyć. Objawy te oznaczają, że układ nasz „wzbudził się” wskutek niewłaściwego połączenia ga-

ździ sprzężenia zwrotnego. Sprzężenie to jest w danym przypadku dodatnie.

W celu usunięcia tego zjawiska (gwizd, wycie), należy zmienić sposób przyłączenia gniazd wyjściowych wzmacniacza: gniazdo uziemione odłączyć od masy i połączyć poprzez opornik z katodą triody, natomiast drugie gniazdo uziemić. Po dokonaniu tego przełączenia uzyskujemy ujemne sprzężenie zwrotne i wówczas wzmacniacz po włączeniu do sieci nie powinien wykazywać żadnych objawów niestabilności. Przeprowadzamy wówczas ponownie próbę przegrania płyty gramofonowej. Audycja powinna być obecnie słyszana nieco ciszej, niż podczas poprzedniej próby (bez załączonego obwodu ujemnego sprzężenia zwrotnego), lecz za to zdecydowanie czystiej, bardziej „miękką”.

Można eksperymentalnie stwierdzić korzystne oddziaływanie dokonanego połączenia opornikiem gniazda wyjściowego z katodą triody, przesłuchując fragmenty płyty w obu przypadkach, tj. z załączonym i odłączonym obwodem ujemnego sprzężenia zwrotnego. Jeżeli dotychczasowe wyniki są zadowolające, to najtrudniejszą część pracy mamy już poza sobą.

● Zamontować wszystkie pozostałe elementy wzmacniacza, tj. regulatory barwy dźwięku i pierwszy stopień wzmocnienia. Wszelkie połączenia w tej części układu należy wykonywać możliwie krótkimi przewodami. Przewód biegnący do środkowego kontaktu potencjometru (od siatki lampy poprzez kondensator) można dodatkowo ekranować lub osłonić cały ten fragment wzmacniacza blaszką o niewielkich rozmiarach połączoną z masą układu. W przeciwnym przypadku może wystąpić niewielki „przydźwięk”, zakłócający normalną pracę wzmacniacza.

#### Uruchomienie wzmacniacza

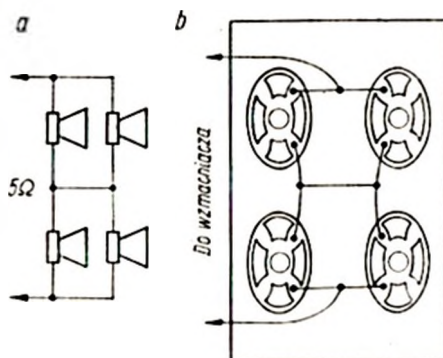
Wzmacniacz zmontowany ściśle według powyższych wskazówek powinien działać poprawnie natychmiast po zakończeniu montażu. Pierwsze próby najlepiej przeprowadzić pozostawiając gniazda wejściowe wolne. Jedynie z głośnikiem dołączonym do gniazd wyjściowych. Po włączeniu układu do sieci i nagraniu się lamp powinien być słyszalny lekki szum, zanikający po skręceniu „do zera” regulatora głośności.

Następnie sprawdzamy, czy wzmacniacz nie przejawia skłonności do oscylacji. W tym celu obracamy „na wszystkie strony” trzy pokręta wzmacniacza jednocześnie: pokrętkę regulacji barwy siły głosu i dwa regulacji barwy dźwięku. Poza wspomnianym już nieznacznym szumem nie powinny być słyszalne żadne odgłosy (gwizd, warczenie, pukanie itp.). Jeżeli tego rodzaju objawy wystąpią (co jest możliwe np. przy wadliwym, niestarannym montażu), można je usunąć bądź przez zwiększenie wartości opornika  $R_{10}$  do około  $50-60 k\Omega$ , bądź też zwiększenie pojemności kondensatora elektrolitycznego  $C_5$  — nawet do  $100 \mu F$ . O ile okaże się to bezskuteczne, można spróbować zastosować opornik w obwodzie katody pierwszego stopnia wzmocnienia (na schemacie ideowym lewa trioda lampy ECC 83). Katoda ta dotychczas była połączona wprost z szyną uziemiającą.

Opornik może mieć wartość w granicach  $500-2000 \Omega$ . Jednocześnie można zmniejszyć wartość opornika siatkowego tej lampy z  $5 M\Omega$  do  $1-2 M\Omega$ .

Pierwsze próby ze wzmacniaczem przeprowadzamy przy użyciu gramofonu elektrycznego przyłączonego do gniazd wejściowych. Sprawdzamy wówczas działanie wszystkich regulatorów. Fakt, że obecnie uzyskiwana głośność audycji nie jest wiele większa od poprzedniej, tłumaczy się tym, iż wzmocnienie wnoszone przez pierwszy stopień zostaje nieomal w całości stracone w układzie regulatorów barwy dźwięku, które wprowadzają znaczne tłumienie sygnałów.

Ze wzmacniaczem może współpracować głośnik o oporności cewki w gracach  $4-8 \Omega$ . Wszystkim, którym naprawę zależy na dobrych wynikach, polecamy stosowanie do wzmacniacza zestawu czterech głośników typu GD 18-13/2, połączonych szeregowo-równolegle. Sposób zamontowania i połączenia głośników przedstawiony jest na rysunku 8. Taki zespół głośników posiada oporność wypadkową około  $3 \Omega$  i łączną moc około  $8 W$ . Z opisanym wzmacniaczem, którego moc wyjściowa wynosi około  $3-4 W$ , zestaw ten będzie dobrze współpracował, zapewniając dobre nagłośnienie nawet dość dużej sali.



Rys. 8. Zestaw 4 głośników typu GD 18-13/2:

a — schemat ideowy, b — połączenie zapewniające pracę głośników we właściwej fazie

Czułość wzmacniacza jest odpowiednia dla współpracy z przeciętnym gramofonem elektrycznym. Dla współpracy z gitarą elektryczną czułość może być zbyt mała, należy więc zastąpić wstępny wzmacniacz tranzystorowy, o którym już wspomnieliśmy.

Po zestawieniu układu gitara-wzmacniacz-głośniki dokonujemy — nie bez pewnej śmiałości — pierwszych prób. Czułość wzmacniacza można wstępnie nieco wyregulować przez dobór wartości opornika  $R_{13}$ . Przy mniejszym oporniku czułość układu maleje, przy większym — wzrasta. Maksymalna czułość układu występuje przy całkowicie odłączonym oporniku  $R_{13}$  (maksymalna oporność). Właściwa czułość wzmacniacza jest taka, przy której pełne jegoysterowanie gitarą (gramofonem) następuje przy prawie krańcowym maksymalnym ustawieniu potencjometru regulującego głośność audycji. Jeżeli czułość wzmacniacza okaże się zbyt duża, nawet przy wartości opornika  $R_{13}$  około  $10 k\Omega$  (mniejszych wartości nie należy stosować), to można ją dodat-

kowo zmniejszyć przez włączenie pomiędzy katodę pierwszej triody i masę opornika o wartości w granicach 500-2000  $\Omega$  (na schemacie katoda ta jest połączona z masą bezpośrednio).

W warunkach amatorskich wspomniane wyżej „pełneysterowanie” jest trudne do ustalenia, nie dysponujemy bowiem odpowiednimi przyrządami po-

miarowymi. Dlatego też za pełneysterowanie można orientacyjnie przyjąć takieysterowanie wzmacniacza, przy którym pracuje on swą mocą maksymalną, lecz jeszcze bez zauważalnych uchem zniekształceń. Zwracamy tutaj uwagę że jest to słuszne jedynie w przypadku obciążenia wzmacniacza zestawem głośników o łącznej mocy

przewyższającej moc wzmacniacza. W przypadkach, gdy wzmacniacz jest obciążony głośnikami (zestawem głośników) o zbyt małej mocy, zniekształcenia występują wcześniej, przed osiągnięciem pełnegoysterowania wzmacniacza.