

# NA WARSZTACIE

## WZMACNIAJĄCY ZESTAW GITAROWY

Przedstawiony niżej wzmacniacz o mocy około 60 W, zabudowany w jednej obudowie z głośnikami, przeznaczony jest do współpracy z gitarą elektryczną. Ponieważ wyposażono go w pięciozakresowy korektor barwy dźwięku, regulator wzmocnienia sygnału oraz dodatkowe wyjście do nagrywania na magnetofon lub przekazywania sygnału do innego wzmacniacza w celu zwiększenia mocy, może z powodzeniem służyć amatorskiemu zespołowi muzycznemu.

### Zasada działania

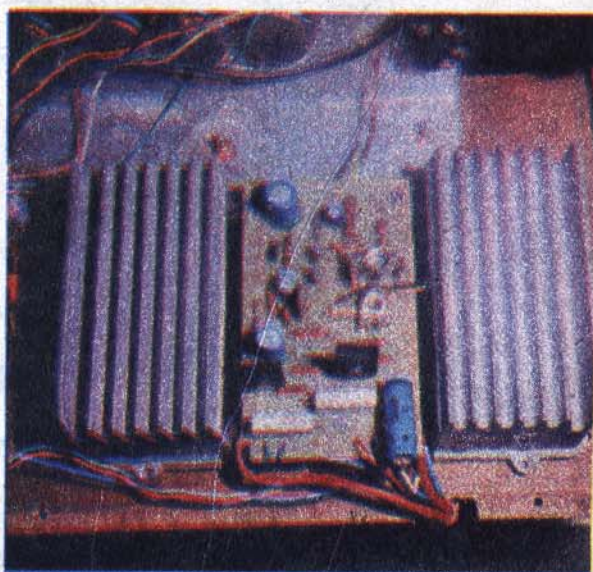
Układ elektroniczny zestawu można podzielić na cztery podstawowe bloki: blok przedwzmacniacza i korektora barwy (PK), blok wzmacniacza mocy (WM), blok zasilacza (ZS) i blok głośnikowy (GŁ) – rys. 1.

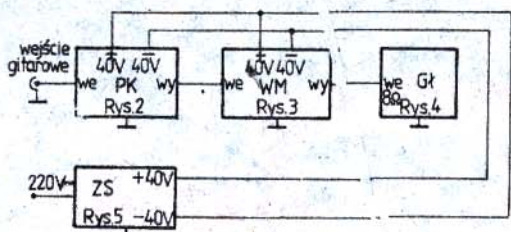
### Blok przedwzmacniacza i korektora PK

Zbudowany jest z układów scalonych ULY 7741, co w znacznym stopniu upraszcza jego konstrukcję. Układ US1 – wzmacniacz wstępny (rys. 2) ma tak dobraną wartość rezystencji  $R_2$  w sprzężeniu zwrotnym, aby nie występowało przesterowanie sygnału pochodzącego z gitary. Układ US2 pracuje w konfiguracji połączeń tak jak US1, w drugim stopniu przedwzmacniacza. Jego wyjście, poprzez opornik  $R_5$ , zasila pięciozakresowy korektor barwy dźwięku. Korekcyjny układ RC jest włączony w obwód sprzężenia zwrotnego układu scalonego US3, a regulacja barwy w poszczególnych zakresach realizowana jest potencjometrami  $R_8$ . Wyjście układu US3 jest dołączone do potencjometru

$R_9$  regulującego wzmocnienie. Stamtąd sygnał o ukształtowanej w bloku PK charakterystyce, kierowany zostaje do bloku wzmacniacza mocy WM i, poprzez opornik  $R_{13}$ , do dodatkowego wyjścia. Wartość oporności  $R_{13}$  należy ustawić doświadczalnie, w zależności od czułości wejścia wzmacniacza zewnętrznego. Warto przy tym wiedzieć, że w punkcie, z którego pobierany jest sygnał (potencjometr  $R_9$ ) panuje poziom napięcia około 2 V. Dodatkowe wyjście zostało zainstalowane na tylnej ścianie obudowy. Zastosowane w bloku PK układy scalone ULY 7741 można zastąpić innymi układami operacyjnymi. Bardzo dobre efekty daje zasto-

Płytką drukowaną wzmacniacza mocy WM





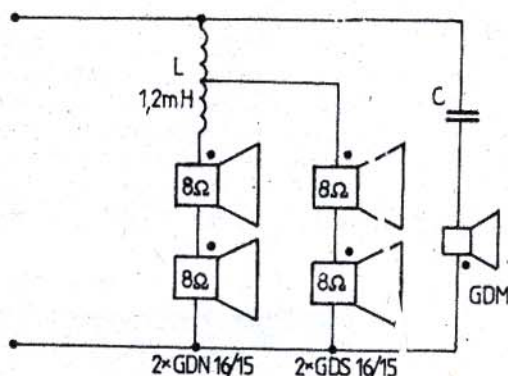
Schemat blokowy zestawu gitarowego WZG-60

Rys.1

sowanie układów ULY 7701 (mniej szumia). W tym przypadku połączenia na płycie drukowanej pozostają bez zmian. Należy jedynie przylutować pomiędzy wyprowadzającymi 1 i 8 zastosowanych układów, kondensatory o pojemności około 30 pF. Również wartość napięcia zasilającego moduł PK nie jest ostateczna i może wynosić od  $\pm 9\text{ V}$  do  $\pm 15\text{ V}$ .

### Blok wzmacniacza mocy WM

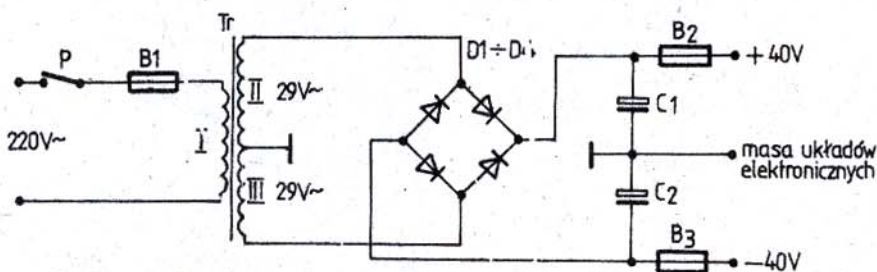
Tranzystory T1, T2, tworzące układ różnicowy o niesymetrycznym wejściu, pracują tu w gałęzi wzmacniacza napięciowego (rys. 3). Sygnał wejściowy z bloku PK doprowadzony jest do bazy T1, a do T2 sygnał sprzężenia zwrotnego. W przedstawionym układzie istnieje możliwość regulacji czułości wejścia wzmacniacza. Służy do niej potencjometr montażowy R<sub>6</sub>. Drugim stopniem wzmacniacza napięciowego jest tranzystor T3. Jego baza sterowana jest z kolektora T1, a obciążenie stanowi układ mocy złożony z pary komplementarnej T5, T6 i tranzystorów końcowych T7 i T8. Rolę stabilizatora prądu spoczynkowego wzmacniacza spełnia tranzystor T4 umieszczony bezpośrednio na radiatorze tranzystorów końcowych, a do regulacji prądu mierzonego w kolektorze T7 służy potencjometr montażowy R<sub>13</sub>. Prąd spoczynkowy powinien wynosić około 80 mA.



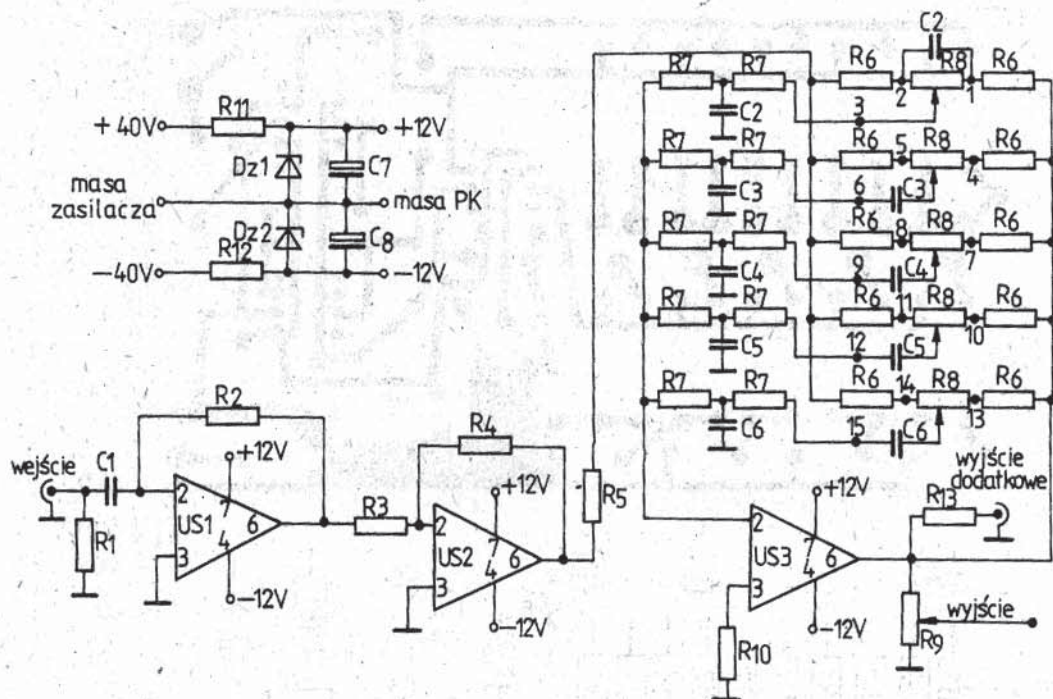
L - cewka powietrzna  
na karkasie  $\phi 25 \times 25\text{ mm}$   
200 zw. DNE 1  
z odczepem w środku  
C - 10  $\mu\text{F}$

Rys.4

Schemat zwrotnicy elektrycznej Gł

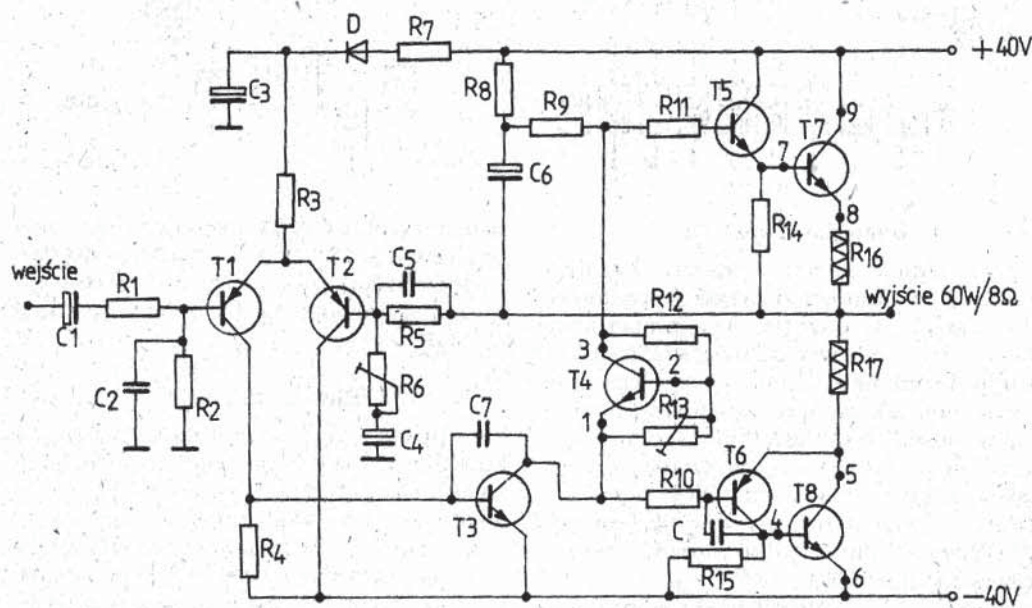


Rys.5 Schemat ideowy układu zasilacza ZS



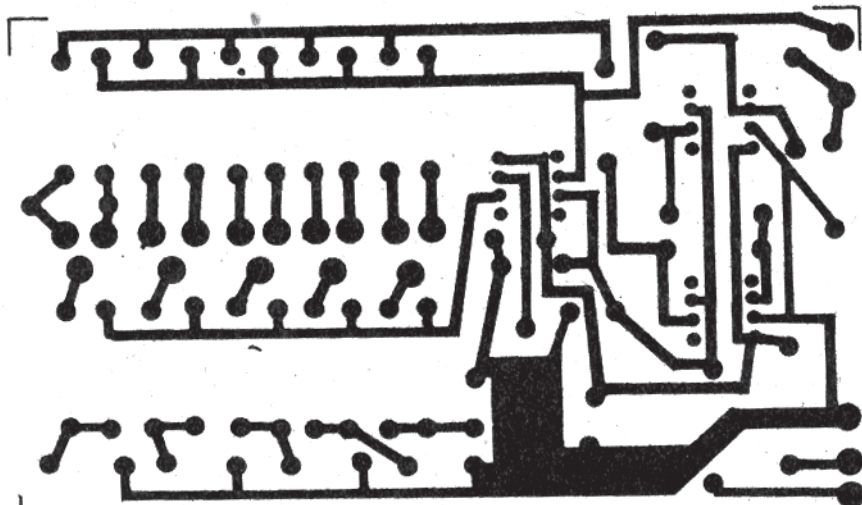
Schemat ideowy układu przedwzmacniacza i korektora barwy dźwięku PK

Rys. 2

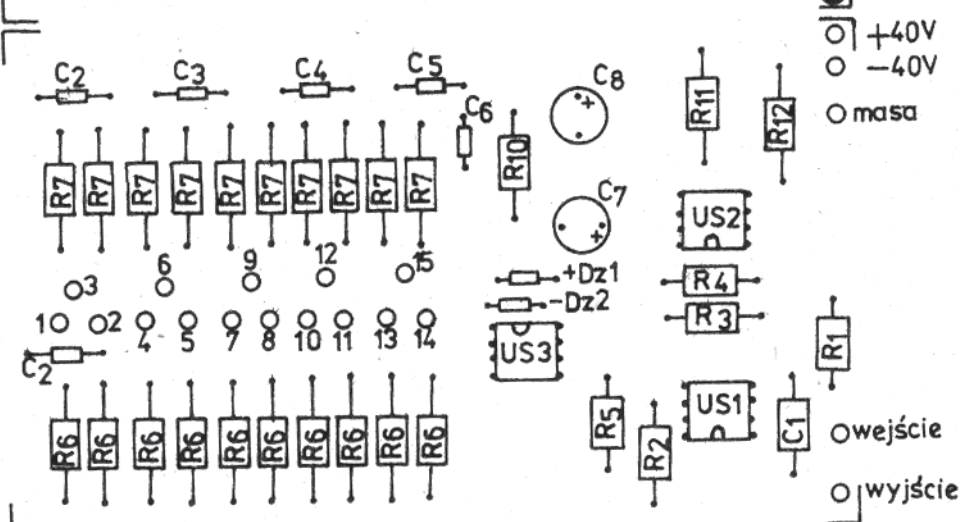


Schemat ideowy układu wzmacniacza mocy WM

Rys. 3



Rys.6



**Blok głośnikowy GŁ**

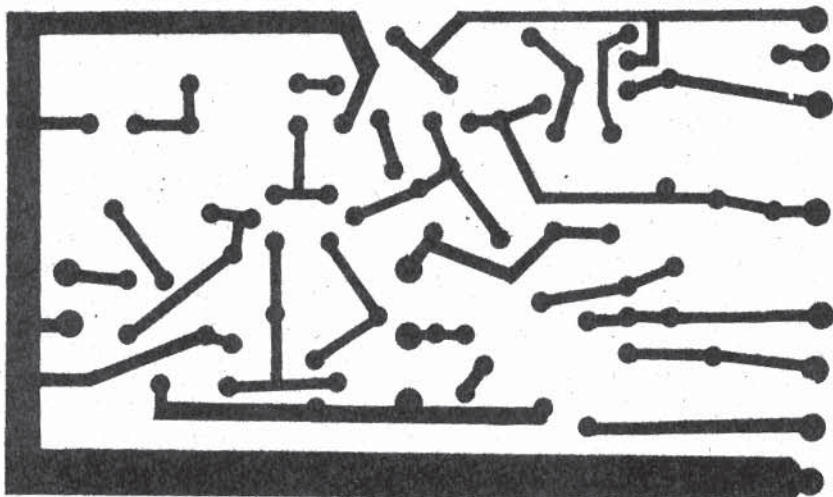
Obciążeniem wzmacniacza mocy są: dwa głośniki niskotonowe, dwa szerokopasmowe i jeden średniotonowy (rys. 4), o łącznej mocy 60 W i rezystancji wypadkowej 8 Ω. Zastosowanie głośników o podobnej mocy, lecz innej rezystancji tak, żeby rezystancja wypadkowa wynosiła 4 Ω, jest dopuszczalne, lecz wiąże się z koniecznością obniżenia napięcia zasilającego wzmacniacz mocy do około 2×30 V, zmianą tranzystorów końcowych z BDY24 na 2N3055 i kilku wartości oporników w module WM.

Głośniki w module GŁ podłączone są do wzmacniacza za pośrednictwem zwrotnicy LC. Zwrotnica składa się z dwóch elementów: filtru dolnoprzepustowego (zatrzymu-

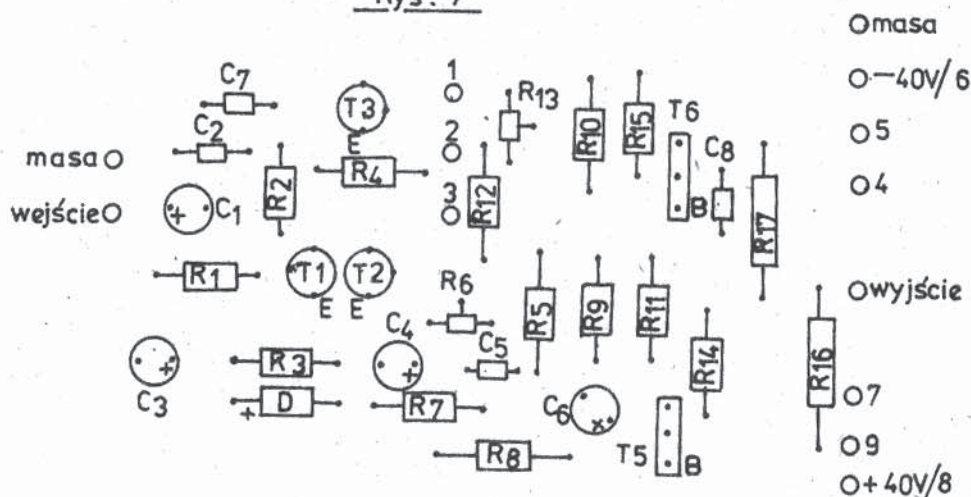
jącego wysokie częstotliwości), zbudowanego z cewki  $L=2 \times 0,6 \text{ mH}$  i filtru górnoprzepustowego (zatrzymującego niskie częstotliwości), zbudowanego z kondensatora  $C = 10 \mu\text{F}$ .

**Blok zasilacza ZS**

Napięcie zasilające przedwzmacniacz, korektor barwy i końcówkę mocy pochodzi z zasilacza ZS (rys. 5). Najważniejszym elementem zasilacza jest transformator sieciowy, od którego w dużej mierze zależy poprawna praca wzmacniacza, jego moc i dynamika. W opisywanym przypadku, przyjmując, że moc wzmacniacza będzie dochodziła do 60 W, moc transformatora powinna wynosić przynajmniej 100 VA. Napięcie



Rys. 7

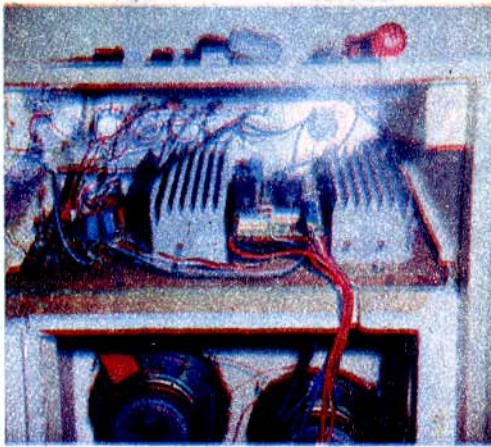


wyjściowe, ze skrajnych odczepów uzwojenia wtórnego, prostowane jest w mostku złożonym z czterech pięcioamperowych diod D1-D4 i filtrowane kondensatorami C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>. Środkowy odczep uzwojenia podłączony jest do masy, stanowiąc punkt zerowy układu. Zarówno wejście, jak i wyjście modułu ZS zabezpieczone jest bezpiecznikami, a po stronie sieciowej znajduje się wyłącznik napięcia zasilania 220 V. Zasilacz ZS przewidziany jest na maksymalne przeciążenia jednej gałęzi napięcia - 2 A.

### Budowa

Przedwzmacniacz, korektor barwy i wzmacniacz mocy montujemy na płytkach

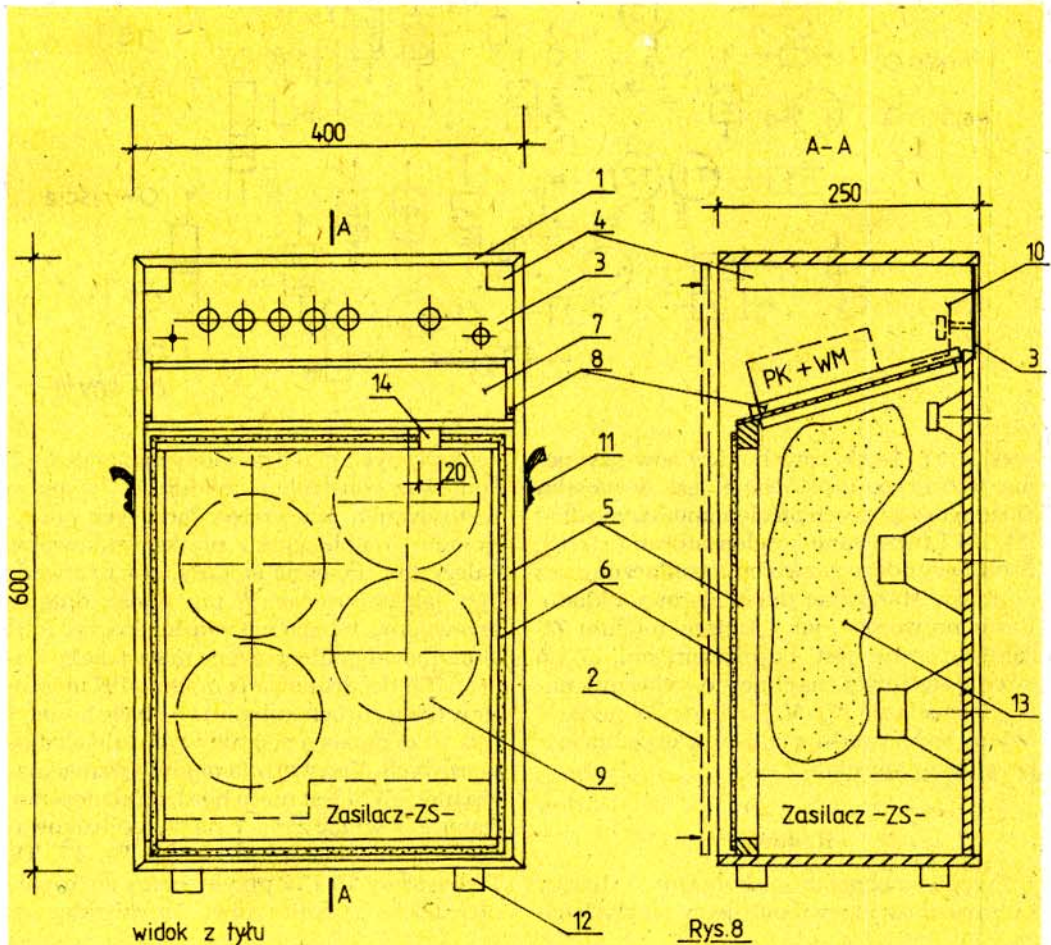
drukowanych przedstawionych na rys. 6 i 7. Ponieważ konstrukcja modułu PK wymaga zastosowania przewodów łączących potencjometry regulacyjne z płytką drukowaną, należy tak umieścić moduły, aby przewody były jak najkrótsze. W przypadku długich przewodów, można ich wiązkę otoczyć folią aluminiową podłączoną do masy (zaekranować). Płytkę drukowaną modułu PK montujemy (po jej uruchomieniu) na płycie nośnej 1 (rys. 9) za pomocą plastikowych tulejek dystansowych. Konstrukcja modułu wzmacniacza mocy WM jest nieco bardziej skomplikowana. Jak widać z rys. 7, na płycie drukowanej WM nie ma tranzystorów T4, T7, T8. Tranzystory T7 i T8 przykręcamy do dwóch, niezależnych radiatorów, przyklejając do



◀ Rozmieszczenie podzespołów na wysuwanej płycie nośnej

jednego z nich tranzystor T4. Powierzchnię styku tranzystorów z radiatorem dobrze jest posmarować pastą silikonową w celu polepszenia wymiany ciepła. Radiatory stanowiące dotychczas niezależne elementy, łączymy teraz ze sobą za pomocą nie przewodzących klocków zespalających 7 (rys. 9). Na klockach montujemy płytkę drukowaną wzmacniacza łącząc z nią tranzystory T4, T7 i T8. Takie rozwiązanie tworzy końcówkę mocy jako jednolity moduł, bez stosowania długich przewodów połączeniowych. W module GŁ zastosowaną cewkę L i kondensator

Rys. 8. Konstrukcja obudowy zestawu gitarowego: 1 – obudowa – płyta wiórowa, 2 – przykręcony tył – płyta wiórowa, 3 – aluminiowa płyta czołowa, 4 – klocki wzmacniające, 5 – klocki dystansowe, 6 – uszczelniająca gąbka samoprzylepna, 7 – wysuwana płyta nośna, 8 – prowadnice płyty nośnej, 9 – głośniki, 10 – uchwyt potencjometrów, 11 – uchwyty do przenoszenia zestawu, 12 – gumowe nóżki, 13 – gąbka tłumiąca, 14 – wycięcie na przewody



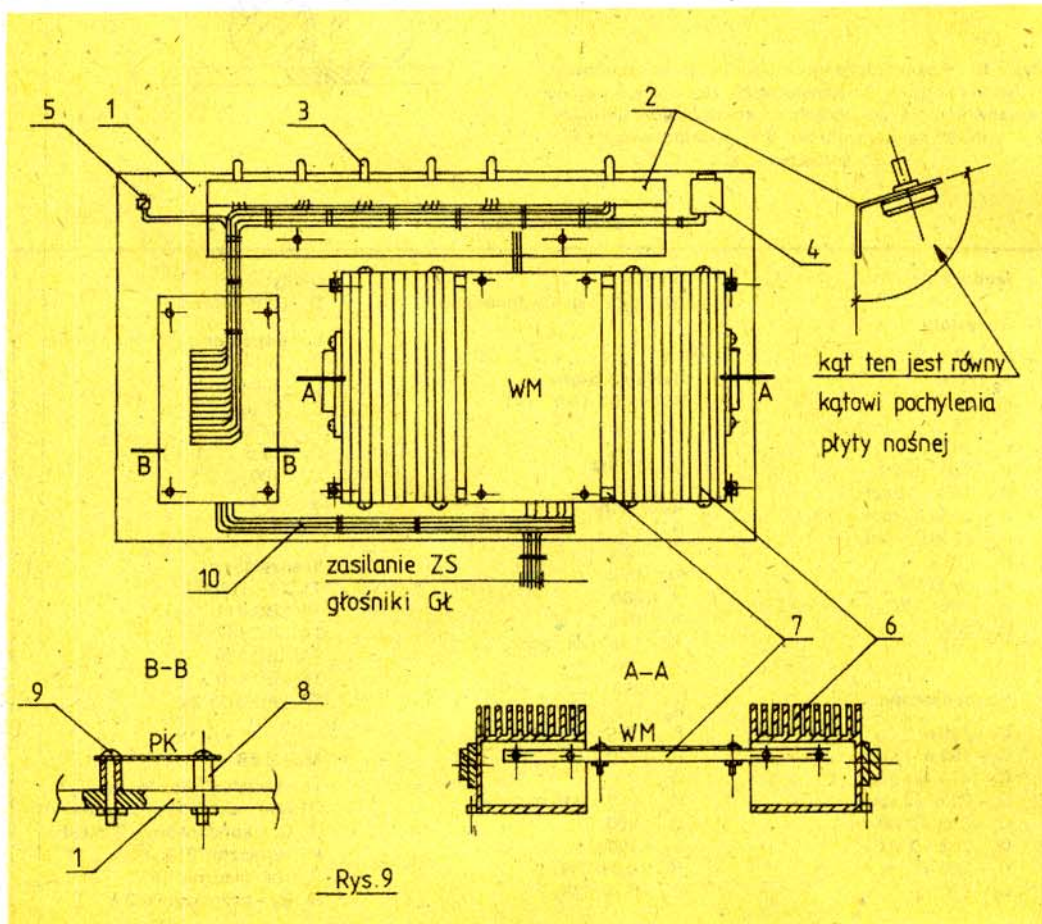
C można zamontować bezpośrednio przy głośnikach. Do wykonania cewki musimy przygotować odpowiedni kartonowy karkas o wymiarach  $\varnothing 25 \times 25$  mm, na którym nawijamy 200 zw. drutu DNE  $\varnothing 1$  mm. Ze środka uzwojenia, a więc po nawinięciu 100 zw. drutu, wyprowadzamy odczep, który wraz z początkiem i końcem cewki, podłączamy do głośników wg rys. 4. Nietypowym rozwiązaniem w omawianym zestawie jest usytuowanie bloku zasilacza ZS, spowodowane brakiem miejsca na wysuwanej płycie nośnej. Przyjmując ten wariant zasilacz montujemy w komorze głośnikowej na dnie obudowy zestawu (rys. 10). Rozwiązanie to jest niekorzystne ze względu na długie przewody

Tabela 1

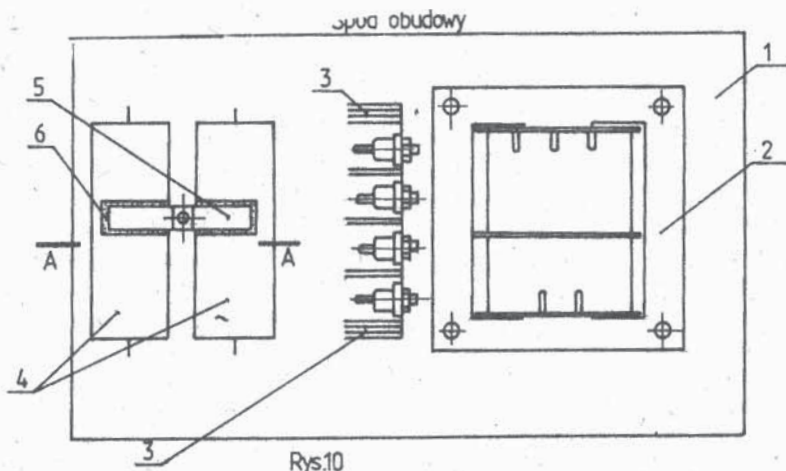
Transformator o przekroju 12 cm <sup>2</sup>			
	uzwojenie I	uzwojenie II	uzwojenie III
zwoje	880	120	120
drut	DNE 0,4	DNE 1	DNE 1

łączące wyjście zasilacza z modułami WM i PK, dlatego zastosowane przewody muszą mieć możliwie duży przekrój, a masę należy poprowadzić dwoma przewodami. Oprócz tego konieczne jest dokładne zaekranowanie komory wzmacniacza i przyłączenie ekranu np. z folii aluminiowej przyklejonej do we-

Rys. 9. Rozmieszczenie modułów PK i WM na płycie nośnej: 1 – płyta wysuwana, 2 – uchwyt potencjometrów, 3 – potencjometry, 4 – gniazdo wejściowe, 5 – dioda świecąca, 6 – radiatory, 7 – klocki zespalające, 8 – tulejki dystansowe, 9 – śruby mocujące, 10 – wiązki przewodów. Uwaga! Wszystkie połączenia śrubowe należy zaizolować lakierem w celu zabezpieczenia przed ewentualnym rozkręceniem

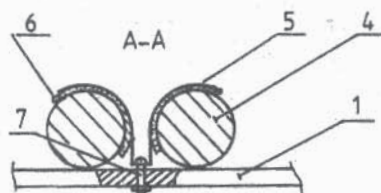


Rys. 9



Rys.10

Rys. 10. Rozmieszczenie modułu ZS w obudowie:  
 1 - spód obudowy, 2 - transformator zasilający, 3 - diody prostownicze na radiatorach, 4 - kondensatory filtrujące, 5 - uchwyt kondensatorów, 6 - podkładka izolująca, 7 - śruba mocująca



### Spis elementów

#### Moduł PK

##### Rezystory:

$R_1$  - 47 k,  
 $R_2$  - 33 k,  
 $R_3$  - 10 k,  
 $R_4$  - 75 k,  
 $R_5$  - 2k7,  
 $R_6$  - 430-10 szt.,  
 $R_7$  - 10 k - 10 szt.,  
 $R_8$  - 22 k/A - pot. - 5 szt.,  
 $R_9$  - 47 k/B - pot.,  
 $R_{10}$  - 10 k,  
 $R_{11}$  - 1k2/1W,  
 $R_{12}$  - 1k2/1 W,  
 $R_{13}$  - 100 k.

##### Kondensatory:

$C_1$  - 100 n  
 $C_2$  - 150 n - 2 szt.,  
 $C_3$  - 47 - n - 2 szt.,  
 $C_4$  - 22 n - 2 szt.,  
 $C_5$  - 6n8 - 2 szt.,  
 $C_6$  - 2n2 - 2 szt.,  
 $C_7$  - 220  $\mu$ ,  
 $C_8$  - 220  $\mu$ .

#### Diody:

DZ1, DZ2 - diody Zenera na 12 V

#### Układy scalone:

US1 + US3 - ULY 7741

#### Moduł WM

##### Rezystory:

$R_1$  - 1 k,  
 $R_2$  - 18 k,  
 $R_3$  - 15 k,  
 $R_4$  - 680,  
 $R_5$  - 18 k,  
 $R_6$  - 1 k - pot. mont.,  
 $R_7$  - 220,  
 $R_8$  - 3k9,  
 $R_9$  - 7k5,  
 $R_{10}$  - 220,  
 $R_{11}$  - 220,  
 $R_{12}$  - 2 k,  
 $R_{13}$  - 2k2 - pot. mont.,  
 $R_{14}$  - 100,  
 $R_{15}$  - 100,  
 $R_{16}$  - 0,39/2 W,  
 $R_{17}$  - 0,39/2 W.

#### Diody:

D - BYP 401/100.

#### Kondensatory:

$C_1$  - 10  $\mu$ ,  
 $C_2$  - 180 p,  
 $C_3$  - 47  $\mu$ ,  
 $C_4$  - 47  $\mu$ ,  
 $C_5$  - 33 p,  
 $C_6$  - 100  $\mu$ ,  
 $C_7$  - 68 p,  
 $C_8$  - 390 p.

#### Tranzystory:

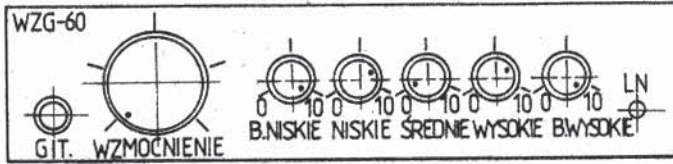
T1, T2 - BC 177,  
 T3 - BC 211,  
 T4 - BC 147,  
 T5 - BD 139,  
 T6 - BD 140,  
 T7, T8 - BDY 24

#### Moduł ZS

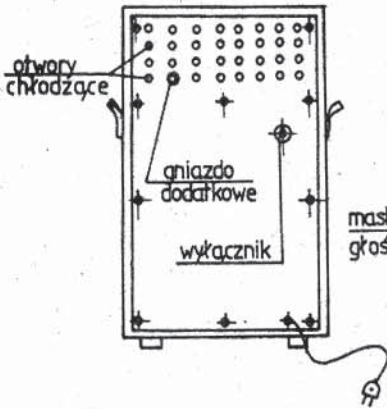
Tr - transformator wg tabeli 1  
 D1 + D4 - diody BYP 680-100,  
 $C_1, C_2$  - kondensatory 3300  $\mu$ F,  
 P - wyłącznik 250 v/2 A,  
 $B_1$  - bezpiecznik 1A,  
 $B_2, B_3$  - bezpieczniki 2 A



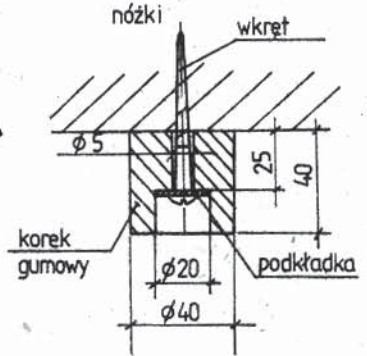
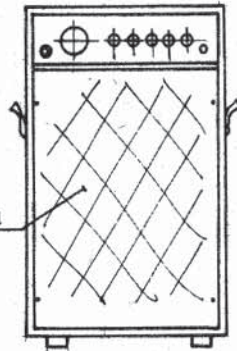
Płyta czołowa



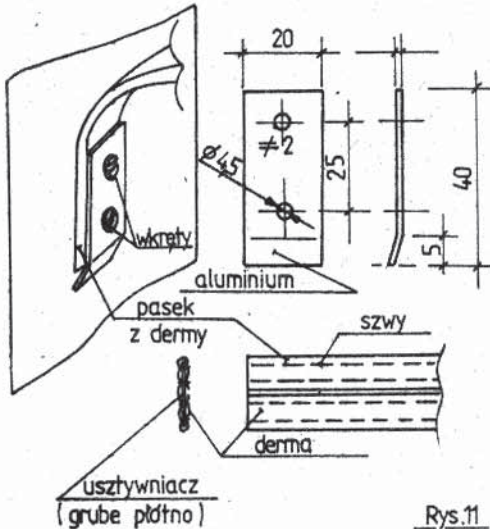
Widok tyłu



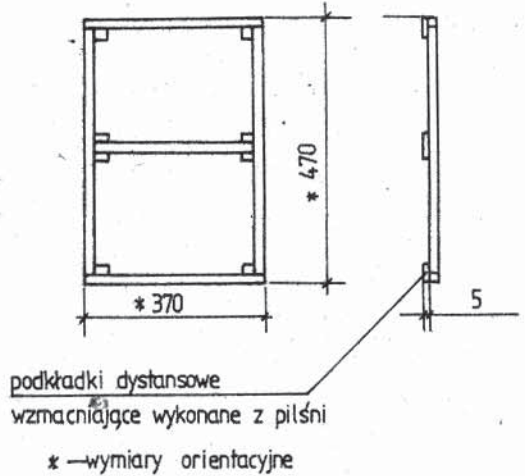
Widok przodu



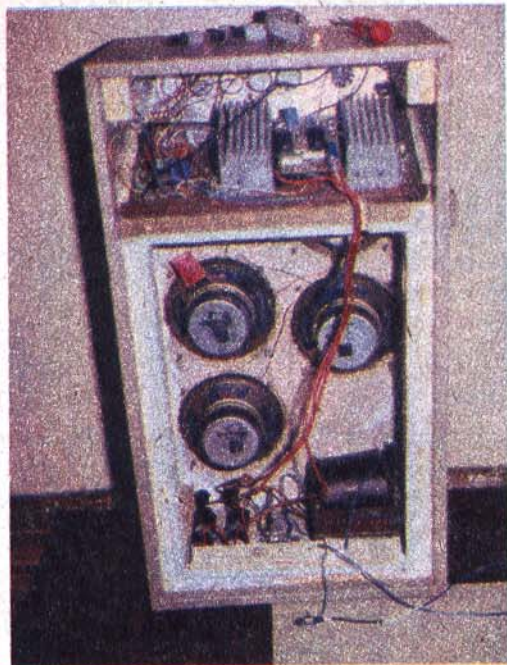
Uchwyty do przenoszenia



Maskownica głośników-szkielet



Rys.11



wewnętrznych ścianek obudowy do jednego, dobraneo doświadczalnie punktu masy. Po tych zabiegach wzmacniacz nie powinien wykazywać tendencji do szkodliwych wzbudzeń czy przydźwięków. Obudowa zestawu powinna być wykonana z płyty wiórowej i podzielona, jak już wspomniano, na dwie komory: komorę wzmacniacza i szczelną komorę głośnikową (rys. 8). Ściankę działową komór, wykonaną w formie wysuwanej szuflady, wykorzystujemy jako płytę nośną dla modułów PK i WM. Płytę, po zamontowaniu i uruchomieniu modułów, przykręcamy wkrętami do obudowy, zabezpieczając tym samym przed jej drzeniem spowodowanym wibracjami ciśnienia w komorze głośnikowej.

Komorę głośnikową wypełniamy materiałem dźwiękochłonnym np. gąbką. Do otwieranego tyłu obudowy przykręcamy wyłącznik napięcia, dodatkowe gniazdo wyjściowe oraz wiercimy w górnej jego części otwory chłodzące dla radiatorów stopnia końcowego WM. Całą obudowę oklejamy dermą, zapatrując w gumowe nóżki, uchwyty do przenoszenia i maskownicę głośników wykonaną z cienkiego płótna naciągniętego na drewniany szkielet. Przykłady poszczególnych rozwiązań konstrukcyjnych przedstawia rys. 11.

## Uruchomienie

Uruchomienie zestawu należy rozpocząć od zasilacza. Po nawinięciu transformatora i sprawdzeniu napięć wtórnych (zgodne z wartościami na rys. 5) włączamy w obwód uzwojenia mostek D1÷D4 i kondensatory C<sub>1</sub> i C<sub>2</sub>. Napięcia na wyjściach, mierzone w stosunku do masy, powinny wynosić ±40 V. Dopuszczalna jest odchyłka rzędu 2÷3 V. Podłączenie tych napięć do modułu WM może się odbyć tylko za pośrednictwem bezpieczników.

Kolejnym etapem uruchomienia jest wzmacniacz mocy. W przeciwieństwie do modułu PK, wzmacniacz mocy wymaga pewnych czynności regulacyjnych. Najważniejsze i chyba jedyne możliwe do przeprowadzenia w warunkach amatorskich to:

- sprawdzenie symetryczności napięcia zasilania po załączeniu wzmacniacza;
- ustawienie potencjometrem montażowym R<sub>10</sub> prądu spoczynkowego – mierzony w kolektorze tranzystora T7 powinien wynosić 80 mA;
- sprawdzenie napięcia stałego na wyjściu – jego występowanie świadczy o źle pracującym wzmacniaczu różnicowym T1, T2;
- kontrola stopnia nagrzewania się tranzystorów przy braku sygnału wejściowego – sprawdzenie elementów należy przeprowadzić ostrożnie, gdyż w zasadzie **nie wolno dotykać obudów pracujących jednocześnie**;
- odsłuchowa kontrola jakości wzmacnianego sygnału (audycji);
- ustawienie czułości wejścia – przy braku oscyloskopu potencjometr montażowy R<sub>6</sub> ustawić na maksymalną wartość rezystancji. W czasie uruchamiania dobrze jest posłużyć się opornikiem zastępującym głośniki modułu GŁ. Opornik ten, o mocy około 20 W i oporności około 10 Ω, należy przyłączyć do wyjścia wzmacniacza. Równoległe z nim, do celów kontrolnych, można włączyć mały głośnik o mniejszej oporności, lecz połączony szeregowo z opornikiem 30 ÷ 50 Ω. Taki układ, zastosowany w miejsce modułu GŁ, umożliwi ochronę drogich głośników dużej mocy w czasie uruchamiania wzmacniacza.

Wacław Bacik