

MAŁY ZESTAW STEREOFONICZNY

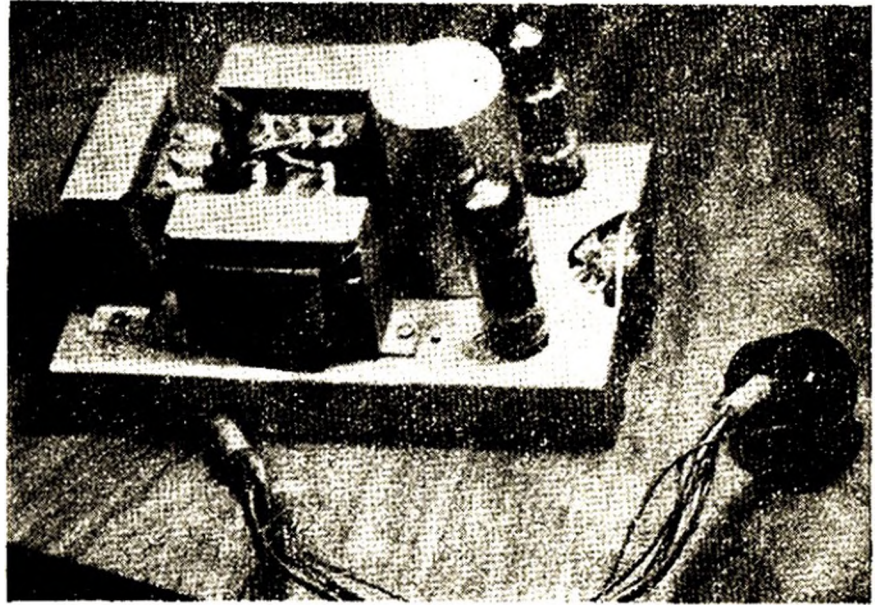
Stereofonia nie jest jeszcze zbyt popularna w naszym kraju. Jednym z czynników powodujących ten stan rzeczy jest z pewnością zbyt małe rozeznanie zagadnienia i wynikająca stąd obawa przed skomplikowanymi urządzeniami. Dlatego też, dla rozproszenia tych obaw, przedstawiamy naszym Czytelnikom najprostszy układ elektroniczny służący do reprodukcji płytowych nagrań stereofonicznych.

Pora ku temu jest jak najbardziej odpowiednia, bowiem aktualnie znajdują się już w sprzedaży zarówno adaptory jak i płyty stereofoniczne, a jednocześnie nasi młodzi konstruktorzy, wykorzystujący opisy zamieszczane w „Kąciku dla początkujących radioamatorów” są już na tyle zaawansowani technicznie, że mogą samodzielnie przystąpić do konstrukcji prostego zestawu stereofonicznego.

Dla pełnego naświetlenia zagadnienia dodamy, że w zestawie ta-

kim znakomicie pracują stereofoniczne adaptory „Ziphona”, masowo rozprowadzane w ubiegłym roku przez nasze placówki handlowe. Jeśli chodzi o płyty, to od około

dwóch lat są dostępne u nas nagrania stereofoniczne „Supraphon” (Czechosłowacja), a ponadto coraz liczniej pojawiają się polskie płyty stereofoniczne produkowane przez



Wzmacniacz dwukanałowy — widok z góry

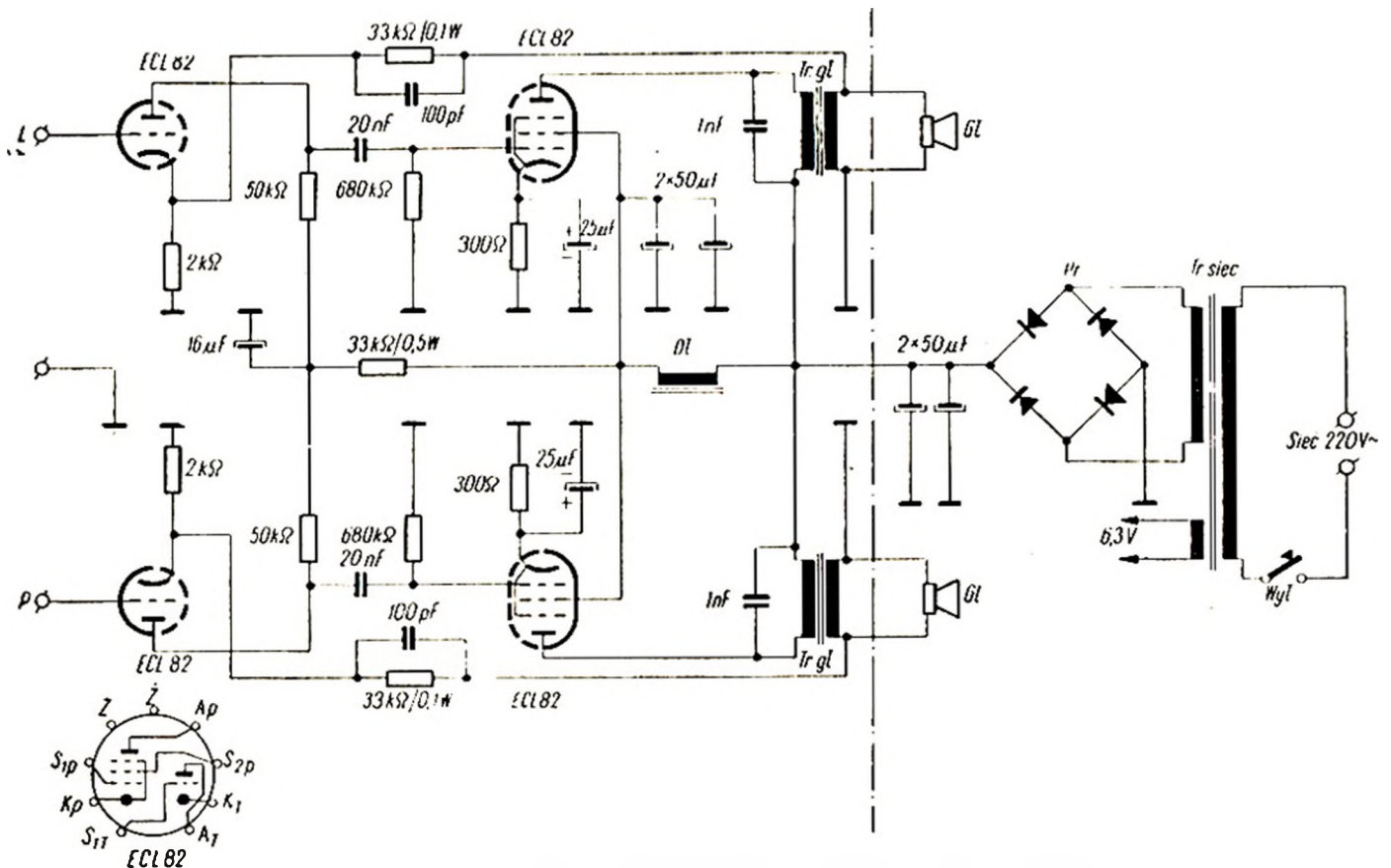
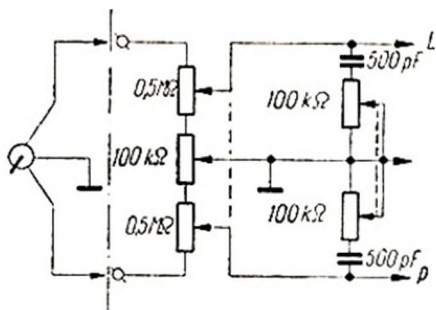


Fig. 1. Schemat ideowy wzmacniacza stereofonicznego



Rys. 2. Schemat ideowy układu regulacji

„Polskie Nagrania”. Te ostatnie wypuścili na rynek, poza nagraniami muzyki poważnej (Ø 30 cm) również stosunkowo tanie popularne „45-ki” (Ø 17 cm) z nagraniami muzyki rozrywkowej. Rzadziej spotykane są natomiast płyty stereofoniczne produkcji węgierskiej i niemieckiej.

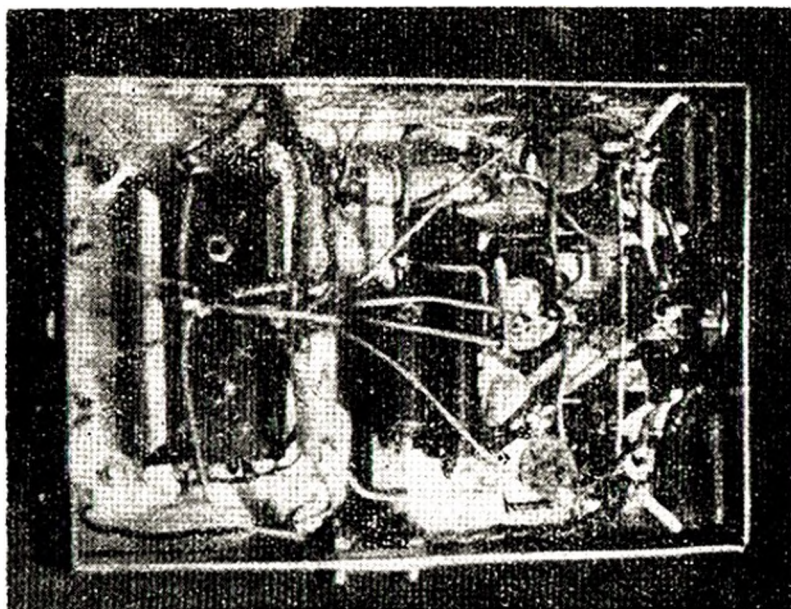
Schemat ideowy naszego wzmacniacza stereofonicznego jest przedstawiony na rysunku 1. Jest to bardzo prosty układ, składający się z dwóch dwustopniowych wzmacniaczy m.cz., z których każdy pracuje z jedną lampą typu ECL82. Pierwszy stopień pracuje z systemem triodowym lampy ECL82 jako wzmacniacz napięciowy, zaś drugi stopień z systemem pentodowym tej samej lampy, jako wzmacniacz mocy. Wzmacniacze nie posiadają żadnych pokręteł regulacyjnych i dlatego mogą być umieszczone w dowolnym miejscu nawet zupełnie niedostępnym. Schemat ideowy układu regulacji naszego zestawu stereofonicznego jest przedstawiony na rys. 2.

Układ ten, wykonany oddzielnie, może być zamontowany np. bezpośrednio w obudowie adapteru. Obydwa człony regulacyjne są oczywiście identyczne dla obu kanałów i sprzężone ze sobą mechanicznie, co jest zasadniczą cechą charakterystyczną każdego zestawu stereofonicznego.

Układ wzmacniacza jest nam już znany. Są to po prostu dwa identyczne schematy ze wspólnym zasilaczem (patrz RA nr 11/61 r.).

Zestawienie części i elementów

Lampa typu ECL82	2 szt.
Transformator głośnikowy, typu „Figaro”	2 „
Transformator sieciowy, typu „Bolero”	1 „
Prostownik selenowy w układzie mostkowym typu „Bolero”	1 „
Dławik m.cz. wg opisu	1 „



Wzmacniacz dwukanałowy — widok od spodu

Oporniki:	2 kΩ 0,5 W	2 „	tor samodzielnie, wg następujących danych:
	50 kΩ 0,5 W	2 „	— przekrój środkowej kolumny rdzenia — ok. 8 cm ²
	680 kΩ 0,1 W	2 „	— uzwojenie pierwotne (220 V) — ok. 1100 zwojów, Ø drutu 0,35 mm w em.
	300 Ω 0,1 W	2 „	— uzwojenie wtórne (200 V) — ok. 1000 zwojów, Ø drutu 0,2 mm w em.
	33 kΩ 0,1 W	2 „	— uzwojenie żarzeniowe (6,3 V) — ok. 32 zwoje, Ø drutu 0,8 mm w em.
	33 kΩ 0,5 W	1 „	
Kondensator	styrofleksowy	2 „	Dane do samodzielnego wykonania transformatorów głośnikowych: przekrój środkowej kolumny rdzenia — ok. 3 cm ²
	20 000 pF	2 „	uzwojenie pierwotne ok. 2100 zwojów, Ø drutu 0,15 mm w em.
Kondensator	styrofleksowy	2 „	uzwojenie wtórne: ok. 56 zwojów, Ø drutu 0,5 mm w em.
	1000 pF	2 „	
Kondensator	elektrolityczny	2 „	
	25 μF/12 V	2 „	
Kondensator	elektrolityczny	2 „	
	2 × 50 μF/350 V	2 „	
Kondensator	elektrolityczny	1 „	
	16 μF/350 V	1 „	
Kondensator ceramiczny		2 „	
	100 pF	2 „	
Głośniki (wg opisu)		2 „	
Wyłącznik błyskawiczny		1 „	
Podstawki lampowe		2 „	

Inne drobne części montażowe, jak gniazdka wtykowe, przewody itp.

Wszystkie części potrzebne do budowy wzmacniacza są łatwo dostępne na rynku. Nieco kłopotu może być jedynie z transformatorem zasilającym. A oto jego dane techniczne:

uzwojenie pierwotne — 220 V
uzwojenie wtórne I — 200 V, 80 mA
uzwojenie wtórne II — 6,3 V, 1,5 A.

W modelu wzmacniacza zastosowany został transformator sieciowy od radioodbiornika „Bolero”. Ponieważ dostarczane przez niego napięcie wtórne jest nieco za wysokie, odwinęto z niego około 350 zwojów z uzwojenia anodowego. Nie jest to zabieg trudny, gdyż rdzeń transformatora jest skręcany śrubami i łatwo go rozebrać. Kto dysponuje odpowiednimi materiałami może również nawinąć taki transforma-

dławik m.cz. pracujący w filtrze zasilacza sieciowego może być prawie całkiem dowolny. Przez uzwojenie jego płynie stosunkowo niewielki prąd, rzędu 15 mA, dlatego też uzwojenie to może być wykonane cienkim drutem. W modelowym wzmacniaczu zastosowano po prostu jeszcze jeden dodatkowy transformator głośnikowy typu „Figaro”, w którym wykorzystano uzwojenie pierwotne, posiadające wystarczającą indukcyjność dla zapewnienia poprawnego działania filtru. Kto dysponuje odpowiednimi materiałami, może wykonać taki dławik m.cz. samodzielnie, wg następujących danych:

— przekrój środkowej kolumny rdzenia — ok. 3 cm²
— uzwojenie ok. 2000 zwojów, Ø drutu 0,1 mm w emalii.

Montaż wzmacniacza jest prosty, nie przedstawia on specjalnych trudności nawet dla mniej zaawan-

sowanych. Rozdzielenie części składowych we wzmacniaczu jest bardzo mało krytyczne, jeśli część zasilającą zmontujemy osobno. W ten sposób właśnie wykonano wzmacniacz modelowy, przedstawiony na zdjęciach. Zasilacz wzmacniacza zamontowano na bardzo niewielkim chassis, na którym oprócz transformatora sieciowego znajduje się jedynie prostownik i pierwszy elektrolit ($2 \times 50 \mu\text{F}$ połączone równolegle). Oddzielenie transformatora sieciowego od reszty układu jest bardzo korzystne ze względu na powstawanie przydźwięku. Pożądanym jest również umieścić go w obudowie blaszanej połączonej z uziemieniem.

Schemat ideowy członu regulacyjnego jest przedstawiony na rysunku 2.

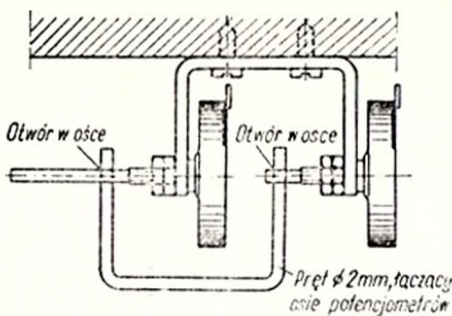
Dwa potencjometry logarytmiczne $0,5 \text{ M}\Omega$ służą do regulacji siły głosu. Ich „zimne końce” nie są dołączone — jak to zwykle bywa — do masy, lecz do końcówek potencjometru liniowego $100 \text{ k}\Omega$. Ślizgacz tego potencjometru, połączony z masą, umożliwia tzw. „wybalansowanie” układu, tj. uzyskanie właściwej siły głosu otrzymywanej z obu kanałów. Przy otwieraniu monofonicznej płyty gramofonowej obydwa kanały powinny pracować z jednakową głośnością, o czym będzie jeszcze mowa w końcowej części opisu.

Dwa potencjometry liniowe $100 \text{ k}\Omega$ służą do regulacji barwy tonu. Przy zmniejszaniu oporności włączonej w szereg z kondensatorami 500 pF następuje zmiana charakterystyki częstotliwościowej układu w zakresie tonów wysokich. Wyższe częstotliwości są wówczas częściowo, mniej lub więcej — zależnie od ustawienia ślizgaczy — osłabiane. Oczywiście obie pary potencjometrów są ze sobą sprzężone mechanicznie tak, jak to pokazano na rys. 2 liniami przerywanymi.

Zestawienie części i elementów

— potencjometr logarytmiczny		
0,5 ÷ 1 $\text{M}\Omega$	2 szt.	
— potencjometr liniowy 50 ÷		
÷ 100 $\text{k}\Omega$	2 „	
— potencjometr liniowy		
100 $\text{k}\Omega$	1 „	
— kondensator ceramiczny		
500 pF	2 „	

Najbardziej trudne i nie zawsze osiągalne jest dobranie pary jednakowych potencjometrów logarytmicznych. Jest to jedno z najważniejszych zadań, od którego zależy poprawne działanie całego układu.



Rys. 3. Sposób mechanicznego sprzężenia potencjometrów

W tym celu należy za pomocą ommetera przebadać kilka do kilkunastu potencjometrów logarytmicznych jednego typu, wykreślając ich charakterystykę, tj. uzyskiwaną oporność w funkcji kąta obrotu osi potencjometru. Nie jest to bynajmniej trudny zabieg, jeśli zastosujemy do tego celu choćby prowizoryczną skalę i pokrętko (gałkę) z przymocowaną wskazówką. Spośród przebadanych potencjometrów należy wybrać parę o najbardziej zbliżonych charakterystykach. Jeśli nie znajdziemy jednakowej pary potencjometrów odpowiednich do naszych potrzeb, nie pozostaje nic innego, jak zastosowanie dwu oddzielnych potencjometrów, z których każdy będzie regulowany oddzielnie. W tym przypadku nie jest potrzebny potencjometr $100 \text{ k}\Omega$ służący do balansowania kanałów. Para potencjometrów liniowych $100 \text{ k}\Omega$ nie musi być specjalnie dobraćana, gdyż charakterystyki tych potencjometrów są zwykle do siebie wystarczająco zbliżone. Należy jedynie „zgrać” ze sobą początki zakresu regulacji.

Potencjometry regulacji „siły głosu” i „barwy tonu” należy mechanicznie sprzężać parami. Jest to stosunkowo prosty zabieg, który wykonujemy zgodnie z rysunkiem 3. Po zmontowaniu potencjometrów na chassis wzmacniacza należy zespół regulacji siły głosu i barwy tonu ustawić w taki sposób, aby oporność suwak-ziemia wszystkich potencjometrów była mniej więcej jednakowa — przynajmniej na początku ich zakresu regulacji. Po właściwym ustawieniu potencjometrów (pokręcając obudowę) mocno dociągamy ich nakrętki. Połączenie regulatorów z adapterem i wzmacniaczem należy wykonać przewodem ekranowym.

Oddzielne zagadnienie stanowi zespół głośników, jaki zastosujemy do naszego zestawu stereofonicznego. W zasadzie można zastosować dowolne głośniki, pamiętając jedy-

nie o tym, że powinny one być jak najlepszej jakości. Ze wzmacniaczem modelowym współpracowały z powodzeniem popularne GD18-13/2. Każdy z nich zamontowany był na niewielkim ekranie. Jest to najprostsze, skromne i najtańsze rozwiązanie. Stosując inne głośniki (lub zespoły głośników) należy pamiętać, że wyjście z transformatorów naszych wzmacniaczy na cewkę drgającą głośników jest 4-omowe.

Szkic ustawienia głośników w pokoju jest przedstawiony na rys. 4. Widzimy na nim, że strefa odbioru stereofonicznego jest ograniczona. Sprawdzenia aparatury najlepiej jest dokonać za pomocą płyty monofonicznej (zwykłej). Przy poprawnie działających regulatorach siły głosu audycja powinna być słyszana najlepiej po środku, na osi pomiędzy głośnikami. Próbcę tę należy przeprowadzić przysłuchując się audycji z odległości 2 ÷ 3 m od głośników, przy czym słuchacz powinien znajdować się na osi symetrii układu elektroakustycznego. Jednocześnie należy sprawdzić działanie potencjometra „balansującego” obydwu kanały. Jego oddziaływanie na odbiór jest



Rys. 4. Rozmieszczenie głośników zestawu w małym pokoju mieszkalnym

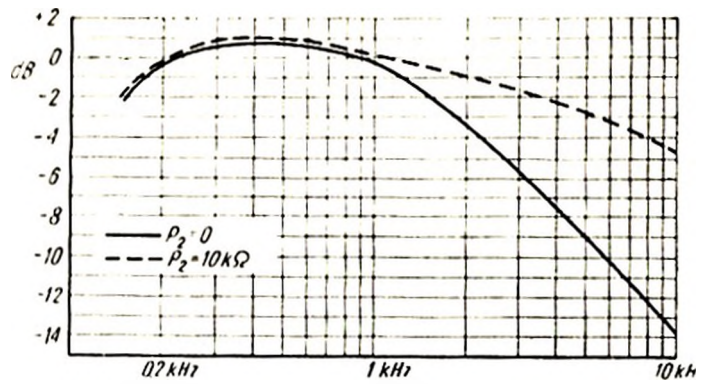
maksymalne przy małej sile głosu; powinien on wyraźnie przesuwając pozorne źródło dźwięku w kierunku jednego lub drugiego głośnika. Przy pierwszych próbach zestawu, należy jednocześnie zwrócić uwagę na właściwe podłączenie głośników. Powinny one pracować w jednakowej fazie. Niewłaściwe podłączenie do transformatorów głośnikowych końcówek cewek zestawu głośników poznamy po wyraźnym braku niskich tonów i nie-naturalnym brzmieniu audycji. W takim przypadku należy odwrócić końcówki jednego z głośników.

Pomimo prostoty układu, opisany zestaw stereofoniczny może w zupełności wystarczyć do poprawnego nagłośnienia przeciętnego pomieszczenia mieszkalnego. O jakości pracy układu decydują przede wszystkim źródła dźwięku, a więc

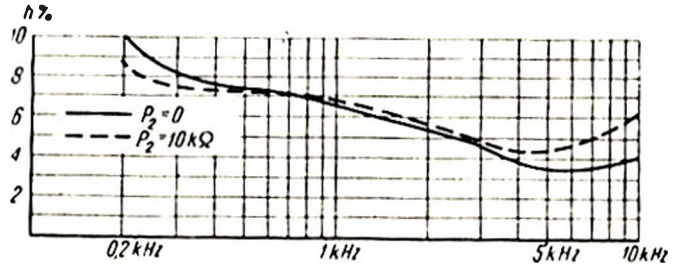
głośniki, dlatego też zainteresowanym w naprawie wysokojakościowym odtwarzaniu nagrań stereofonicznych radzimy zastosować jakieś zestawy głośnikowe, wykonane mniejszym lub większym nakładem pracy i gotówki.

Bardzo wiele pożytecznych i praktycznych informacji na ten temat można znaleźć w przystępnej książce inż. A. Witorta „Elektryka dźwiękowa dla wszystkich”, wydanej niedawno przez Wydawnictwa Komunikacji i Łączności i znajdującej się w sprzedaży.

W W



Rys. 2. Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza



Rys. 3. Charakterystyka współczynnika zawartości harmonicznych w zależności od częstotliwości

DANE TECHNICZNE WZMACNIACZA

Napięcie zasilania - 6 V
 Prąd zasilania dla $P_{100\text{m}}^{\text{max}}$ - 280 mA
 Moc wyjściowa - 500 mW
 Prąd kolektora w tranzystorze T4 - 265 mA
 Prąd kolektora w tranzystorze T3 - 8 mA
 Prąd w kolektorach tranzystorów T2 i T1 - 0,7 mA
 Oporność wejściowa - ok. 100 kΩ
 Oporność obciążenia - 5 Ω.

R_1 - 20 kΩ
 R_2 - 0,47 kΩ
 R_3 - 1,5 kΩ
 R_7 - 51 Ω
 R_8 - 30 Ω
 R_9 - 1 kΩ

Kondensatory
 C_1 - 4 μF/8 V
 C_2 - 4 μF/8 V
 C_3 - 4 μF/8 V
 C_4 - 4 μF/8 V
 C_5 - 0,01 μF

SPIS ELEMENTÓW

Tranzystory

T1 - TG2
 T2 - TG2
 T3 - TG2
 T4 - TG71

Oporniki

R_1 - 680 kΩ
 R_2 - 100 kΩ
 R_3 - 4,7 kΩ

Potencjometry

P_1 - 4,7 kΩ/0,5 W
 P_2 - 10 kΩ/0,5 W

Transformatory

Z_1 - 120 zw. Ø 0,5 mm
 Z_2 - 62 zw. Ø 0,7 mm
 Rdzeń o przekroju 4 cm²
 Blachy ze stali transformatorowej.