

WZMACNIACZ TRANZYSTOROWY

„EXTRA-WT-62”

Opisany poniżej wzmacniacz tranzystorowy godny jest uwagi ze względu na następujące cechy:

- znaczna moc wyjściowa (6 W),
- mały ciężar (około 600 G),
- oszczędne zużycie prądu ze źródła zasilania.

Te właśnie zalety określają jego zastosowania, np. w polowym radiowęzle przenośnym (przy współpracy z odbiornikiem „Eltra” lub „Koliber”) do radiofonizacji szkół nie zelektryfikowanych. Z dużym powodzeniem można go zastosować również do gitary elektrycznej i in. urządzeń.

Wzmacniacz tranzystorowy dzięki małym elementom można umieścić w niedużej obudowie. Prototypowy wzmacniacz zamontowano w pudełku plastycznym (zbędne ekranowanie). Pracochłonność znacznie niższa niż przy pracy z tradycyjnymi wzmacniaczami o lampach elektro- nowych.

Układ wzmacniacza

Schemat ideowy wzmacniacza widzimy na rys. 1. Już na pierwszy rzut oka zauważymy jego osobliwości: we wzmacniaczu tym nie ma transformatorów. Jest to jedna z jego zalet. Dzięki pominięciu transformatorów cały wzmacniacz można wykonać w małych wymiarach i będzie on lekki.

Moc wyjściowa wzmacniacza jest dość znaczna — 6 watów, przy stosunkowo niewielkich zniekształceniach (współczynnik nieliniowych zniekształceń nie przekracza 5%). Czułość wzmacniacza około 50 mV.

Zasilanie wzmacniacza przewidziane jest o napięciu 24 do 27 V

z baterii (od latarek kieszonkowych) lub za pośrednictwem prostownika z sieci. Pobór prądu ze źródła zasilania (27 V) przy pełnym wystereowaniu wynosi 350 mA, a w warunkach braku sygnału prąd maleje do 7,5 mA. Jest to niewątpliwa zaleta, gdyż pozwala uzyskać duże oszczędności w zużyciu prądu.

Zwróćmy uwagę na stopień końcowy. Zastosowano tu dwa tranzystory mocy (np. TG 70 lub π 201 — radzieckie). Pracują one w układzie przeciwobnym klasa — B. Obciążeniem stopnia końcowego są głośniki włączone za pośrednictwem kondensatora elektrolitycznego C_{13} (200 μ F). Stopień poprzedzający (T_5 i T_6) pracuje również w układzie przeciwobnym spełniając rolę odwracacza fazy. Zastosowano tu dwa tranzystory o różnym typie przewodności „p-n-p” i „n-p-n”. Stopnie te pracują bez kondensatorów sprzęgających. W celu zapewnienia stabilizacji temperaturowej włączono w obwód bazy tych tranzystorów diodę krystaliczną (np. radz. DGC-24). Stopień sterujący (T_1) pracuje w układzie z uziemionym emiterem. W celu zmniejszenia zniekształceń stopnie te wraz z końcowym są objęte sprzężeniem zwrotnym. Napięcie sprzężenia zwrotnego jest pobierane z opornika R_{24} .

Człony wejściowe wzmacniacza rozwiązane na tranzystorach T_{11} , T_2 , T_3 pracują w tradycyjnych układach. Potencjometr R_1 zastosowano do regulacji wzmocnienia (potencj. typu logarytmicznego). Regulacja barwy tonu została wprowadzona w drugim stopniu (T_2) dla niskich częstotliwości za pomocą potencjometru R_{14} , a dla wysokich R_{11} . Działanie regulato-

rów barwy tonu w obu przypadkach jest oparte o zmianę sprzężenia zwrotnego w pożądanym paśmie częstotliwości akustycznych. Dla częstotliwości niższych w obwodzie sprzężenia zwrotnego włączono komórkę L-C szeregowo złożoną z kondensatora C_3 i dławika D_1 . Indukcyjność dławika wybiera się w granicach 1 H (henr).

Regulację barwy w zakresie tonów wyższych uzyskuje się za pomocą zmniejszania lub zwiększania sprzężenia zwrotnego w obwodzie C_{10} , R_{11} , R_{13} i C_{11} . W górnym położeniu potencjometru R_{11} (wg rys. 1) otrzymujemy zmniejszenie wzmocnienia na szczytowych częstotliwościach, a w dolnym jego położeniu wzrost wzmocnienia.

Części składowe i montaż wzmacniacza

Wartości elektryczne części składowych podano na schemacie.

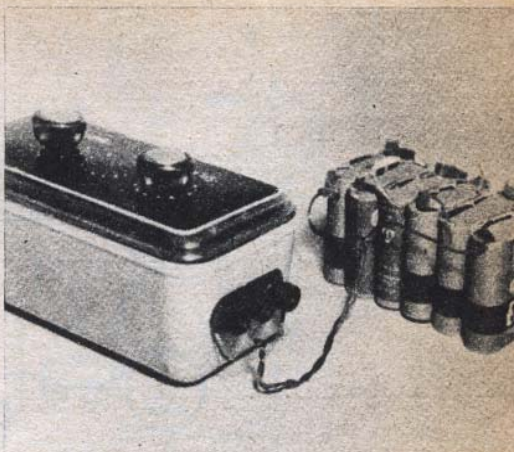
Oporniki zastosowane w układzie mogą być o obciążalności od 0,1 do 0,25 W; stosowanie większej mocy nie jest wskazane (ze względu na ich gabaryty).

Kondensatory stałe — elektrolytyczne (o pojemnościach podanych na schemacie) powinny być przewidziane na napięcie pracy w granicach 30 V / 35 V (napięcie robocze wzmacn. 24—27 V, prąd stały).

Tranzystory (z wyjątkiem jednego) typu p-n-p, mogą być krajowej produkcji, np. TG-5 (5 szt.) oraz dwa tranzystory końcowe TG 70 (mocy). Odpowiednikami tych tranzystorów mogą być radzieckie np. π -13 lub π -15 (5 szt.) oraz 2 szt. π -201.

Tranzystor zastosowany w czło nie odwracacza fazy powinien być typu n-p-n (np. radz. π -8 lub π -9, π -11).

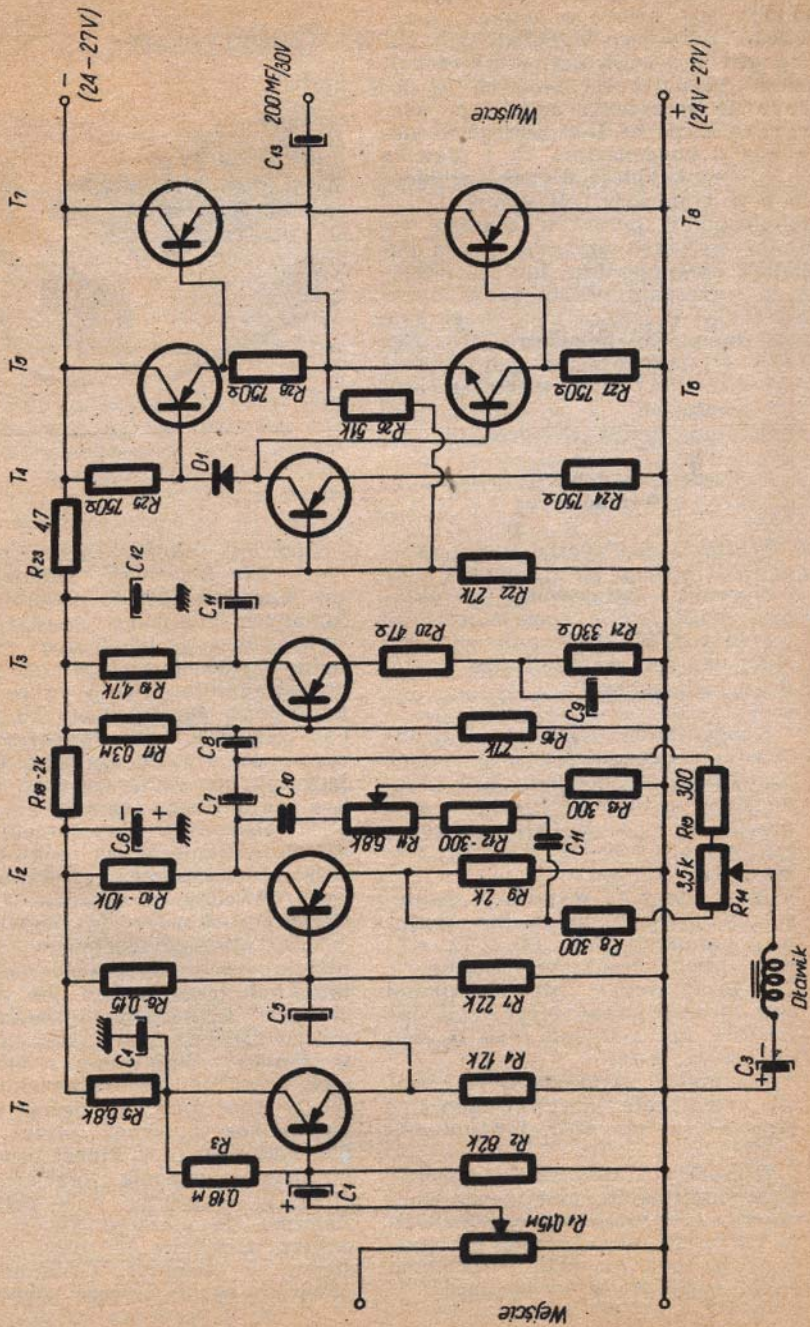
Wszystkie tranzystory z wyjątkiem końcowych montujemy bezpośrednio do otworów wykonanych w płytkach. Analogicznie postępujemy w toku montażu pozostałych części składowych wzmacniacza.

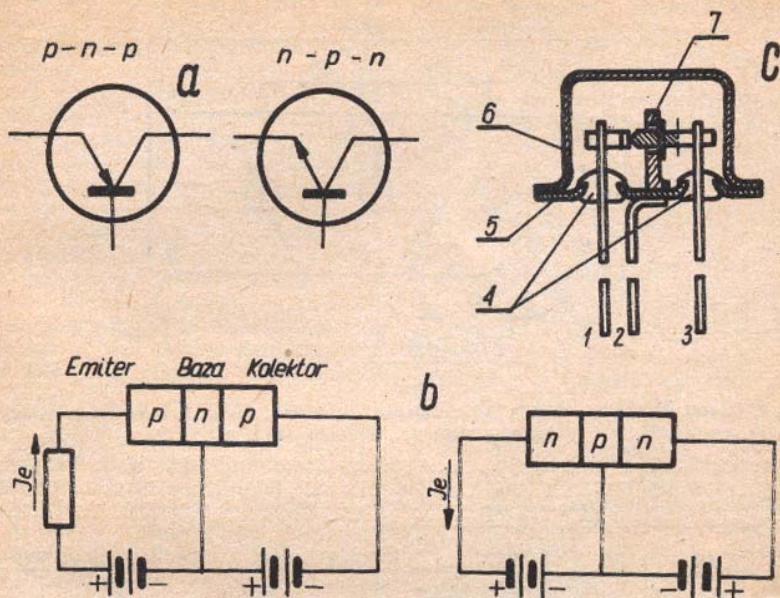


Oporniki i kondensatory, za pomocą ich końcówek, rozmieszcza my wprowadzając do otworów wykonanych w płytkach montażowych (wiertłem o \varnothing 1,8—2 mm). Znacznym ułatwieniem montażu będzie poprowadzenie dwóch centralnych przewodów łączeniowych od (+) i (—) zasilania. W rozmieszczeniu oporników i kondensatorów kierujemy się generalną zasadą: możliwie najbliższego usytuowania ich obok elementów współpracujących w celu osiągnięcia jak najkrótszych połączeń. Ekranowanie poszczególnych obwodów w układzie tranzystorowym okazuje się zbędne.

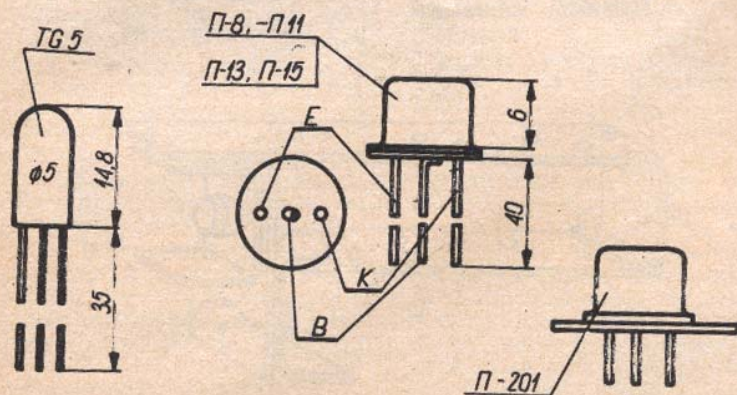
Kilka słów poświęcimy wyjaśnieniu najistotniejszych zagadnień dotyczących tranzystorów. We wzmacniaczu stosujemy tranzystory dwóch różnych typów, tzn. „n-p-n” i „p-n-p”. Wyjaśnimy znaczenie tych symboli. Półprzewodnikowe triody (tranzystory zawierają w sobie monokrystaliczną płytkę półprzewodnikową, w której utworzono dwa równoległe przejścia np. „p-n” (p — positiv, n — negativ). Założmy, że pierwsze przejście to emiter, środkowe — baza, a następne — kolektor. Grubość półprzewodnika, z którego wykonano

Pys, 1. Schemat ideowy wzmacniacza tranzystorowego „Extra-WT/62”

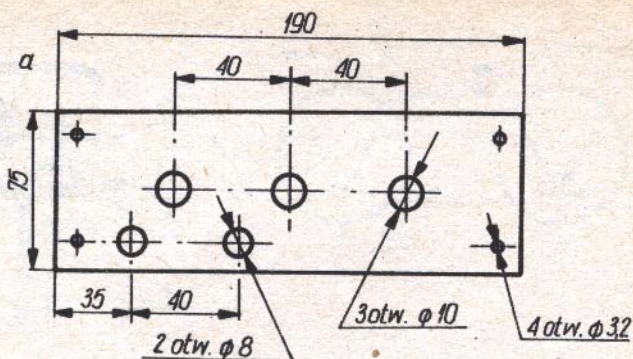




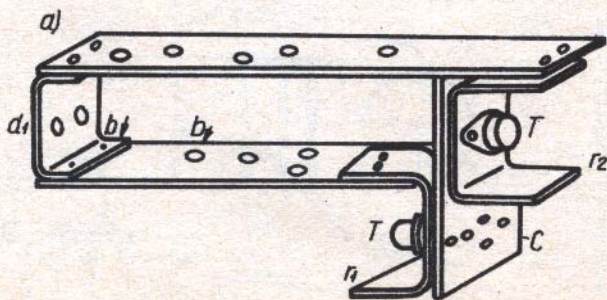
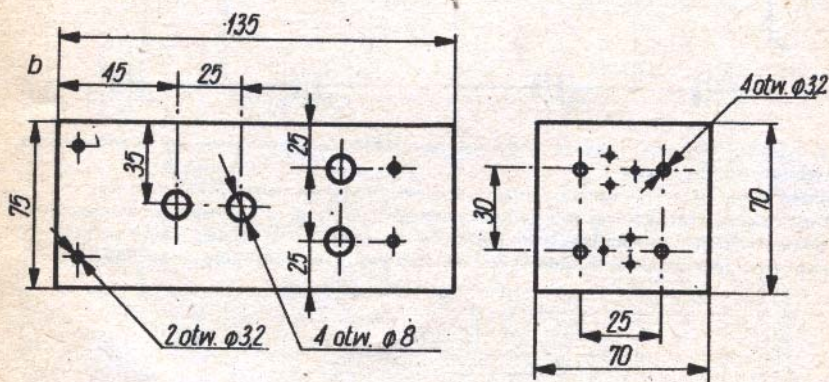
Rys. 2. Zasada działania i konstrukcja tranzystorów zastosowanych we wzmacniaczu
 a) symbole tranzystorów
 b) układ roboczy wyjaśniający polaryzację tranzystorów typu $p-n-p$ i $n-p-n$
 c) konstrukcja tranzystora: 1 — odprowadzenie emitera, 2 — odprowadzenie bazy, 3 — odprowadzenie kolektora, 4 — izolatory ze szkła, 5 — dolne części obudowy, 6 — kapturek (górną część obudowy), 7 — uchwyt kryształu półprzewodnika



Rys. 3. Wymiary zewnętrzne i połączenie elektrod tranzystorów



Rys. 4. Części składowe chassis wzmacniacza (materiał: płytki z materiału izolacyjnego — bakelit, tekstolit itp.)



Rys. 5. Sposób połączenia części składowych chassis i radiatorów do tranzystorów mocy: a, b, c — płytki bakelitowe, r_1 , r_2 — radiatorzy aluminiowe do tranzystorów mocy (o wym. $100 \times 45 \times 2$ mm), d — wspornik z blachy aluminiowej (2 mm)

bazę jest minimalna — wynosi kilka lub kilkadziesiąt mikronów. W zależności od kolejności ustawienia i rodzaju przewodności złączy ustalonych w tranzystorze wyróżniane są typy tranzystorów „p-n-p” lub „n-p-n”.

Na rysunku 2a podajemy schematy stosowane do oznaczania wspomnianych typów tranzystorów oraz zasadę ich włączenia do obwodów zasilania. Najczęściej stosowane są tranzystory typu „p-n-p”. W opisanym wzmacniaczu mamy tylko jeden tranzystor „n-p-n”, który pracuje w przedostatnim stopniu w roli odwracacza fazy (co umożliwia pominięcie transformatora).

Ze schematu (rys. 2b) wynika, że tranzystor „n-p-n” jest polaryzowany przeciwnie niż tranzystor „p-n-p”. Nie zatrzymując się nad szczegółami fizycznych zasad działania tych tranzystorów, podamy jeszcze kilka słów o konstrukcji tych przyrządów.

Zastosowane we wzmacniaczu tranzystory pod względem konstrukcji nazywane są warstwowymi (istnieje kilka ich odmian). Budowę tranzystora tego typu widzimy na rysunku 2c. Jeśli chodzi o technologię, to jeden ze sposobów sporządzania ich polega na metodzie wtapiania odpowiednich domieszek do jednorodnego kryształu półprzewodnika. Na płytkę np. z „n” germanu z dwóch stron (współosiowo) nakładane są dwie płytki indu. Następnie całość podgrzewa się do temperatury topnienia indu, dzięki temu z indem stapia się przylegająca doń warstewka germanu. W procesie oziębiania zachodzi rekrytalizacja germanu, jednak obszary nasycone indem uzyskują przewodność przeciwnego znaku (typu „p”). Na rys. 3 podano rozmieszczenie wyprowadzeń na tranzystorach zastosowanych w opisanym wzmacniaczu.

Konstrukcja wzmacniacza

Wzmacniacz tranzystorowy zmontowano na płytkach izolacyjnych.

Konstrukcja modelowego wzmacniacza widoczna jest na rys. 4 i 5 (rozwiązania mogą być różne, z powodzeniem cały układ da się rozmieścić na jednej większej płytce). Chassis wzmacniacza podzielono na kilka części. Na płytce „a” wykonano otwory dla dwóch tranzystorów (człon wejściowy) oraz potencjometrów, na płytce „b” rozmieszczono otwory dla czterech tranzystorów, oraz na płytce „c” zamocowano tranzystory mocy wraz z radiatorami służącymi do odprowadzenia ciepła. Radiatory te sporządza się z blaszek aluminiowych, wykonując w nich otwory do wyprowadzenia końcówek tranzystora. (Pamiętać należy o tym, że blaszki radiatorów łączą się z kolektorami tranzystorów).

Poszczególne części chassis wzmacniacza tworzą konstrukcyjnie jedną całość (łączymy je po wykonaniu montażu). Początkowo wykonujemy zamocowanie tranzystorów mocy wraz z radiatorami i płytką „c”, a następnie za pomocą wkrętów (z nakrętkami M3) łączymy je z płytką „b”. Dopiero po wykonaniu całkowitego montażu i sprawdzeniu działania członów wzmacniacza gniazdka wejściowe zostaną zamontowane do wspornika „d”, który wykonać należy z blachy aluminiowej lub mosiężnej. Jedno gniazdko należy odizolować.

Zaciski wyjściowe wzmacniacza można umieścić bezpośrednio na ścianie obudowy (we wzmacn. modelowym wykonano ją z tworzywa sztucznego).

Poprawnie zmontowany wzmacniacz działa bez dodatkowych regulacji. W toku próby na wyjście wzmacniacza należy dołączyć głośnik o oporności cewki drgającej 15 Ω lub 2 głośniki o oporności 8 Ω (bez transformatorów wyjściowych), łączna moc głośników około 6V/A (watów). Wejściem wzmacniacza możemy sterować za pomocą adaptera.

Inż. Witold Kozak