

NA WARSZTACIE NA NARODZAJCIE

PROSTE UKŁADY ELEKTRONICZNE

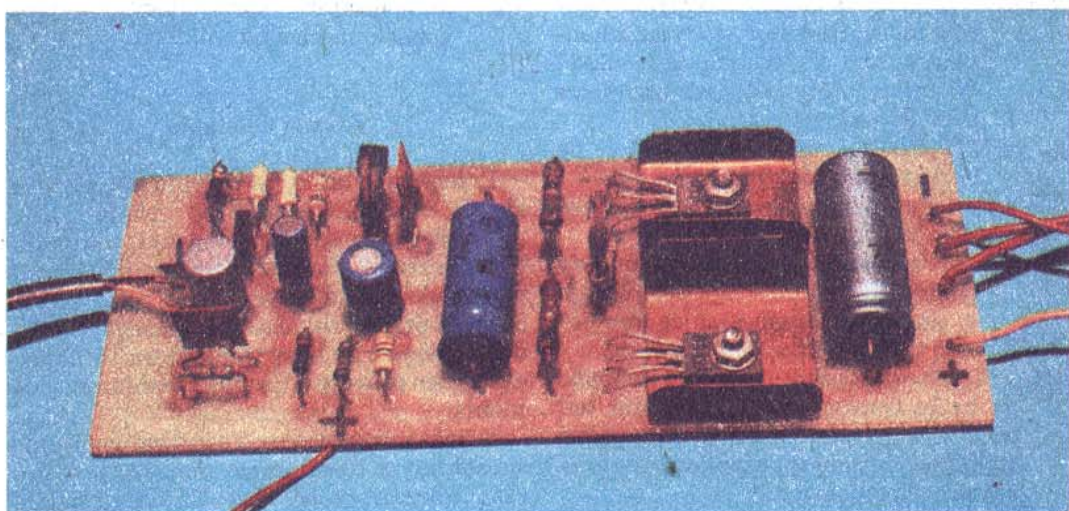
Zgodnie z życzeniami Czytelników nadsyłanymi do redakcji, pod tym zbiorczym tytułem będziemy drukowali opisy różnorodnych urządzeń elektronicznych, przeznaczonych do wykonania przez mało zaawansowanych majsterkowiczów-elektroników.

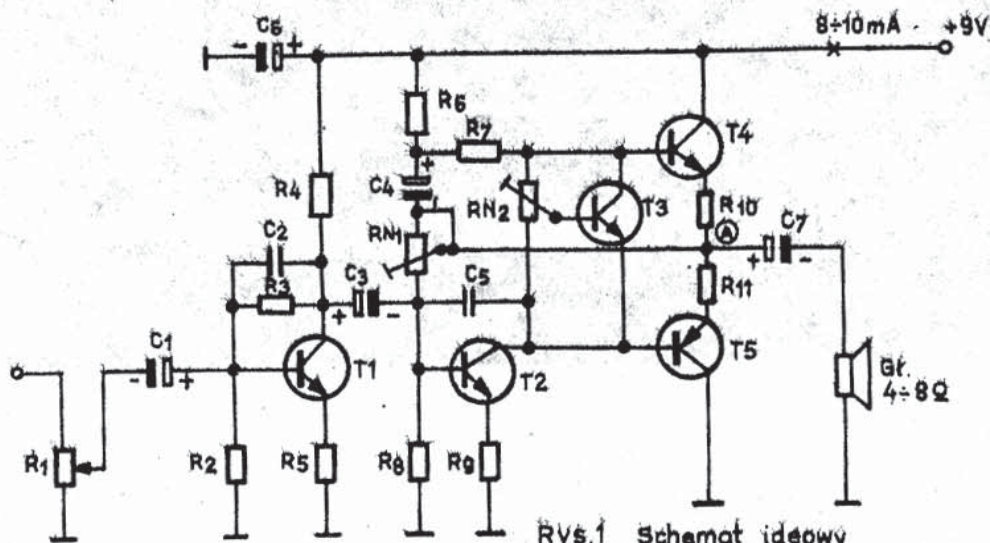
W bieżącym numerze zamieścimy opis uniwersalnego wzmacniacza tranzystorowego. W dalszej kolejności zajmiemy się omówieniem prostego zasilacza sieciowego, prostego odbiornika tranzystorowego AM (przystosowanego do odbioru stacji Warszawa I), regulatorów barwy dźwięku itp. Przy okazji zwracamy się do wszystkich Czytelników zainteresowanych naszym nowym cyklem, by zgłaszali korespondencyjnie zagadnienia, które ich zdaniem powinny znaleźć się w ramach opisów warsztatowych. Będziemy się starali uwzględnić zgłoszone tematy, chociaż nie będzie to możliwe natychmiast (długi cykl od zamówienia artykułu – do wydrukowania).

Uniwersalny wzmacniacz tranzystorowy

Opisany poniżej wzmacniacz można zasiląć z baterii 9 V lub zasilacza. Układ wykonany jest jako beztransformatorowy, z komplementarnymi tranzystorami mocy. Schemat ideowy wzmacniacza przedstawia rys. 1. Przy napięciu baterii 9 V wzmacniacz

może oddać do głośnika moc maks. około 1 W. Pobiera wtedy prąd o wartości około 350 mA. Natomiast zasilając wzmacniacz napięciem 12 V, np. z akumulatora samochodowego, będzie miał on maksymalną moc około 3 W, przy czym pobierze wtedy prąd do 0,8 A. Moc wyjściowa zależy również od poziomu sygnału sterującego, doprowadzonego do wejścia.





Rys.1 Schemat ideowy

A oto funkcje spełniane przez poszczególne elementy w układzie:

- T1 – wzmacniacz wejściowy,
- T2 – wzmacniacz sterujący stopniem końcowym mocy,
- T3 – stabilizator prądu spoczynkowego,
- T4 i T5 – stopień końcowy mocy,
- R₁ – regulator wzmocnienia,
- R₂ i R₃ – dzielnik ustalający napięcie na bazie tranzystora T1,
- R₄ – obciążenia tranzystora T2,
- R₅ – rezystor stabilizujący punkt pracy tranzystora T1, niezależnie od temperatury i napięcia zasilania,
- R₆ i R₇ – rezystory zasilające bazy tranzystorów mocy. Rezystory te wraz z kondensatorem C₄ tworzą tzw. układ bootstrap, który polepsza brzmienie niskich tonów,
- R₈ i RN₁ – dzielnik ustalający napięcie na bazie tranzystora T2,
- R₉ – rezystor stabilizujący punkt pracy tranzystora T2,
- R₁₀ i R₁₁ – rezystory stabilizujące punkty pracy tranzystorów mocy. Niwelują w pewnym stopniu różnicę wzmocnień tranzystorów T4 i T5,
- RN₂ – rezystor nastawny ustalający napięcie na bazie tranzystora T3. Rezystor ten wraz z tranzystorem T3 tworzą układ stabilizacji prądu spoczynkowego tranzystorów końcowych,

- C₁ – kondensator sprzęgający wejście wzmacniacza z pierwszym stopniem wzmocnienia,
- C₂ – kondensator ograniczający górną częstotliwość przenoszenia. Zapobiega on wzbudzeniu się wzmacniacza,
- C₃ – kondensator sprzęgający wyjście stopnia z tranzystorem T1 i wejście stopnia sterującego z tranzystorem T2,
- C₄ – bootstrap,
- C₅ – kondensator przeciwwzbudzeniowy,
- C₆ – kondensator blokujący baterię. Zapobiega wnoszeniu zniekształceń przy niepełnosprawnej baterii,
- C₇ – kondensator sprzęgający wyjście wzmacniacza z głośnikiem.

Zasada działania

Przebieg napięcia sygnału poprzez rezystor R₁ i kondensator C₁ dostaje się do pierwszego stopnia wzmocnienia, w którym pracuje tranzystor T1. Wzmocniony sygnał występuje na kolektorze tego tranzystora. Stąd poprzez kondensator sprzęgający C₂ dostaje się on do bazy tranzystora T2. Tranzystor ten pracuje w drugim stopniu wzmocnienia.

Kolektor tranzystora T2 jest galwanicznie sprzężony z bazą tranzystora końcowego (T5). Począwszy od bazy T2 układ działa

jako wzmacniacz prądu stałego, stąd konieczne jest zastosowanie na jego wyjściu kondensatora C_7 , który oddziela składową stałą napięcia na emiterach tranzystorów T4 i T5 od napięcia sygnału dostarczanego do głośnika. Wzmacniacz objęty jest pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego przez rezystor R_{N1} . Umożliwia on ustalanie punktu pracy tranzystorów końcowych, a ściślej, napięcia w punkcie „A” schematu ideowego.

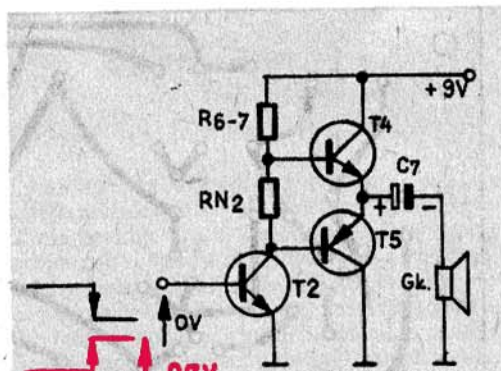
Dla zrozumienia działania stopnia końcowego, z tranzystorami komplementarnymi dobrze jest przyjąć, że do bazy tranzystora T2 doprowadza się napięcie o przebiegu prostokątnym. Rozważymy więc dwie możliwości posługując się schematami uproszczonymi. Na rys. 2 przedstawiony został schemat nieysterowanego wzmacniacza.

Ponieważ tranzystor T2 pracuje w układzie wspólnego emitera więc odwraca fazę sygnału o 180° (inaczej mówiąc, wzrostowi napięcia na bazie towarzyszy zmniejszenie napięcia na kolektorze i odwrotnie). Rezystancja między kolektorem a emiterem T2 jest bardzo duża (praktycznie przerwa w obwodzie). Na kolektorze tego tranzystora panuje pełne napięcie zasilania. Przewodzi tranzystor T4, ponieważ potencjał na jego bazie jest wyższy niż na emiterze. Kondensator C_7 (rys. 3) ładowany jest w obwodzie: +B; T4; C_7 ; Gł; -B. Membrana głośnika zostaje wypchnięta. Z chwilą wyrównania się napięcia na kondensatorze C_7 z napięciem baterii, prąd w obwodzie przestaje płynąć i membrana głośnika powraca do położenia spoczynkowego.

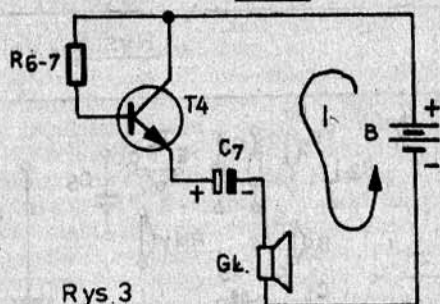
W przypadku wzmacniacza w pełni ysterowanego, na jego wejście (na bazę tranzystora T2 - rys. 2 - impuls oznaczony czerwonym kolorem) podany jest sygnał o wartości około 0,7 V.

Kondensator C_7 jest naładowany i tranzystor T2 przewodzi. Ponieważ potencjał na emiterze T5 jest wyższy niż na jego bazie, to tranzystor ten również przewodzi. Tranzystor T4 nie przewodzi, ponieważ potencjał emitera jest wyższy niż potencjał bazy.

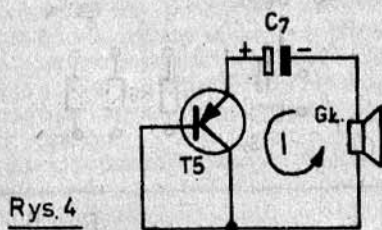
Kondensator C_7 (rys. 4) rozładowuje się w obwodzie: + C_7 ; T5; Gł; - C_7 . Membrana głośnika zostaje wciągnięta. Po rozładowaniu się kondensatora, prąd w obwodzie zanika i membrana głośnika wraca do położenia spoczynkowego.



Rys. 2



Rys. 3



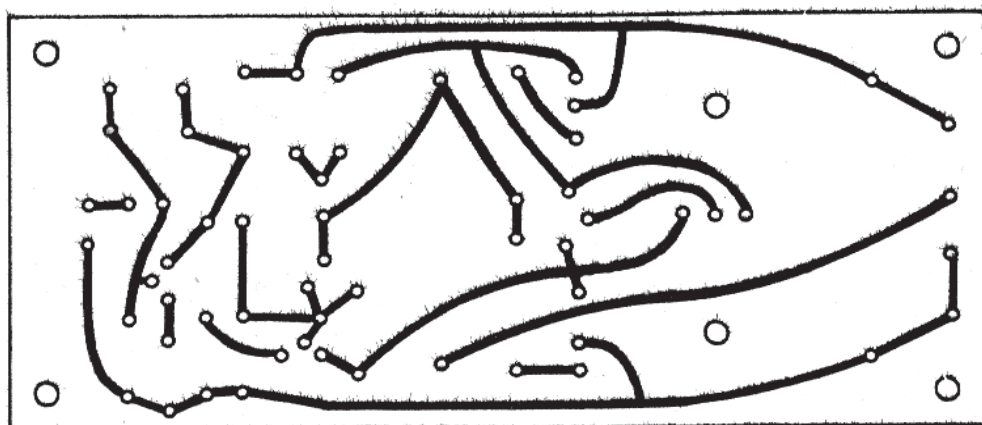
Rys. 4

Przy następnym skoku napięcia na bazie T2 do małej wartości (poniżej 0,6 V) cykl się powtarza.

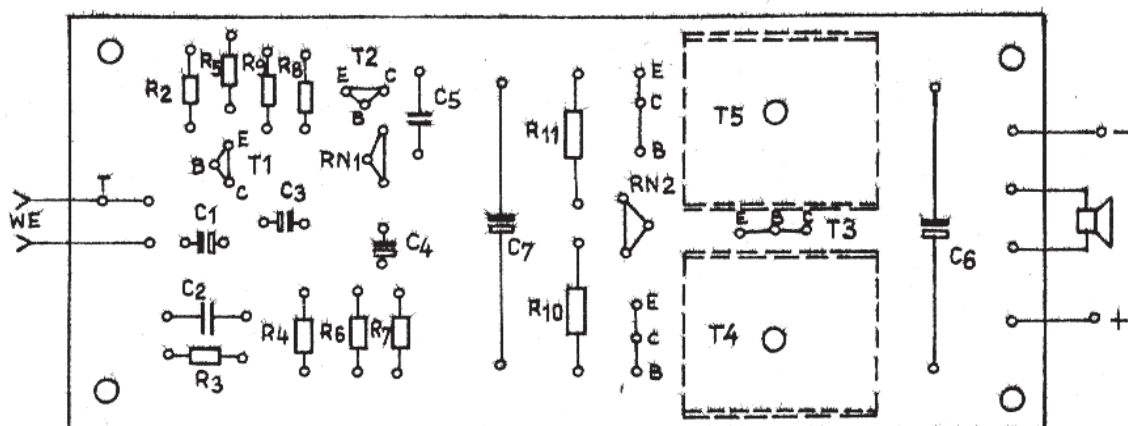
Szczegóły konstrukcyjne

Rysunek ścieżek przewodzących płytki drukowanej przedstawia rys. 5. Na rysunku 6 pokazane jest rozmieszczenie elementów na płytce. Tranzystory T4 i T5 umieszczone są na oddzielnych radiatorach wykonanych z wygiętej blaszki mosiężnej o wymiarach $45 \times 25 \times 0,5$ mm. Może też być użyta blacha miedziana lub aluminiowa.

Tranzystory końcowe poprzez radiatory są przykręcone do płytki drukowanej wkrętami M3 z nakrętkami. Tranzystor T3 znajduje się między radiatorami i jest przez nie



Rys. 5 Układ ścieżek



Rys. 6 Rozmieszczenie elementów

ściśnięty w celu uzyskania dobrego połączenia cieplnego. **UWAGA! Tranzystor T3 nie może mieć obudowy metalowej!**

W przypadku trudności ze zdobyciem rezystorów emiterowych R_{10} i R_{11} można je wykonać samodzielnie. Cienki drut oporowy, np. z wkładu grzejnego uszkodzonej lutownicy, należy nawinąć (około 10 zwojów) na rezystorze o mocy 0,5 W i dowolnej rezystancji. Poszczególne zwoje drutu nie mogą się ze sobą stykać! Końcówki drutu oporowego owijamy na wyprowadzeniach rezystora, a następnie wlotowujemy do płytki. W ostateczności punkty lutownicze rezystorów R_{10} i R_{11} można połączyć odpowiednio odcinkami drutu miedzianego. Należy się

jednak wówczas liczyć ze zwiększeniem zniekształceń wraz ze wzrostem mocy wyjściowej, szczególnie gdy tranzystory końcowe mają dużą różnicę wzmocnienia (tzw. współczynnik β ; h_{21E}). W takim przypadku należy odradzić użytkownikom zasilanie wzmacniacza napięciem 12 V ze względu na bezpieczeństwo tranzystorów końcowych.

Przy zasilaniu napięciem 9 V głośnik powinien mieć moc nie mniejszą niż 1,5 W, a przy zasilaniu z akumulatora 12 V – 4 W.

Uruchomienie

Do uruchomienia wzmacniacza potrzebny jest tylko miernik uniwersalny lub wolt-

mierz o zakresie do 12 V i miliamperomierz o zakresie 20–30 mA.

Pierwszą czynnością jest ustawienie ślizgacza R_{N1} w środkowym położeniu, a ślizgacza R_{N2} w lewym skrajnym (patrząc od strony radiatorów) położeniu. Następnie trzeba włączyć rezystor o wartości około 50 Ω szeregowo z miliamperomierzem, między „+” baterii i „+” zasilania wzmacniacza. Bieguny ujemne zaś połączyć przewodem. Jeżeli prąd wskazywany przez miliamperomierz ma wartość kilku miliamperów (w przeciwnym razie należy sprawdzić tranzystory i poprawność montażu) to rezystor można zewrzeć. Teraz rezystorem nastawnym R_{N2} ustawiamy prąd spoczynkowy (bez podawania sygnału na wejście), pobierany przez wzmacniacz, na 8–10 mA. Ostatnią czynnością jest ustawienie w punkcie (A) (tj. biegun „+” kondensatora C_7) napięcia o wartości równej połowie napięcia zasilania. Dokonuje się tego pokręcając ślizgaczem R_{N1} . Po wykonaniu tych czynności wzmacniacz jest gotowy do pracy.

Dariusz Polński

Spis elementów

Rezystory:

R_1 – 22 k Ω (potencjometr),

R_2 – 100 k Ω ,

R_3 – 510 k Ω ,

R_4 – 10 k Ω ,

R_5 – 51 Ω ,

R_6 – 330 Ω ,

R_7 – 3 k Ω ,

R_8 – 10 k Ω ,

R_9 – 51 Ω ,

R_{10} – 0,51 Ω /0,5 W,

R_{11} – 0,51 Ω /0,5 W,

R_{N1} – 100 k Ω ,

R_{N2} – 1 k Ω

Wszystkie rezystory mają moc 0,125 do 0,25 W, wyjątek stanowią rezystory drutowe R_{10} i R_{11} .

Kondensatory:

C_1 – 10 μ F/10 V,

C_2 – 580 pF (ceram),

C_3 – 10 μ F/10 V,

C_4 – 100 μ F/10 V,

C_5 – 150 pF (ceram),

C_6 – 1000 μ F/16 V,

C_7 – 1000 μ F/10 V.

Tranzystory:

T1, T2 – BC 107, 108, 109,

147, 148, 149

237, 238, 239

T3 – podobnie jak T1 i T2, oraz BC 211,

T4 – BD135, 137, 139.

T5 – BD136, 138, 140.