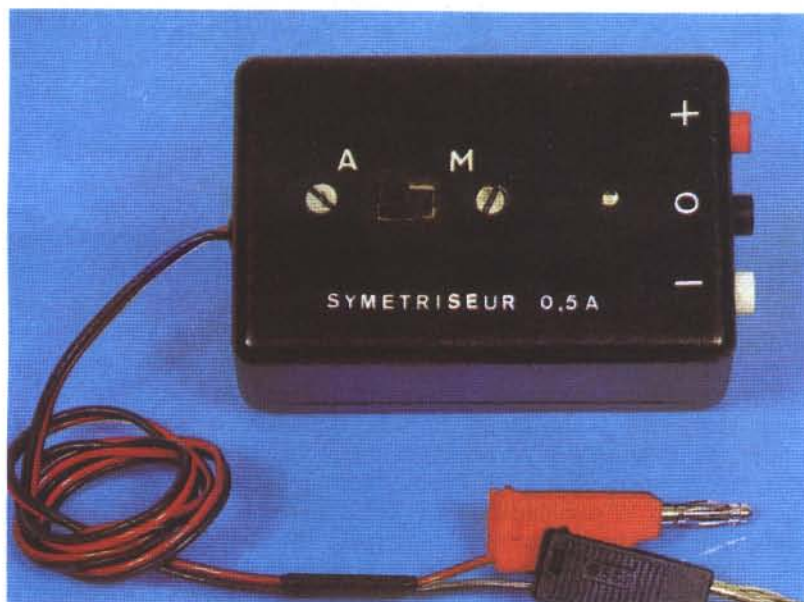


Przedstawione urządzenie przetwarza stałe napięcie o jednej polaryzacji na dwa równe napięcia o przeciwnych znakach, symetryczne względem wspólnego potencjału odniesienia.

Symetryzator napięć stałych

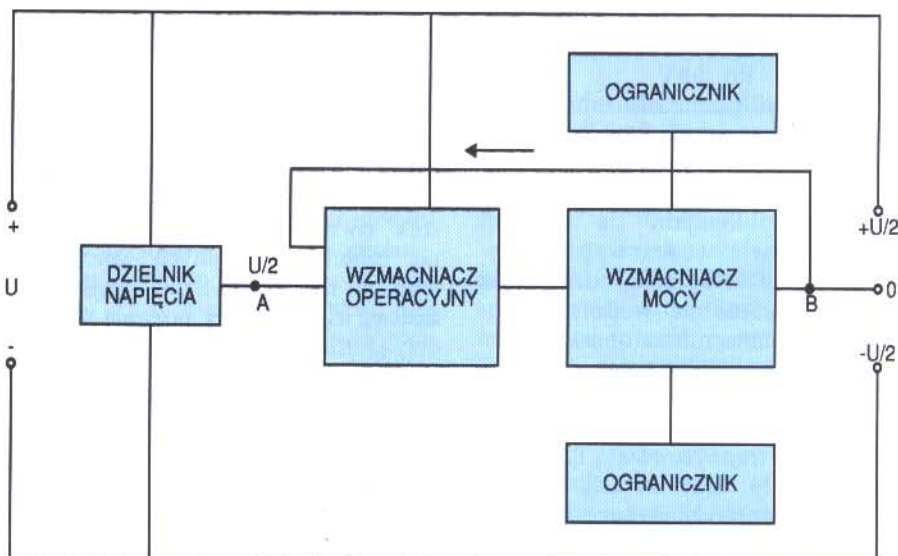


To urządzenie przetwarza stałe napięcie o jednej polaryzacji w dwa równe napięcia o przeciwnych znakach, symetryczne względem wspólnego potencjału odniesienia.

Wiele układów o budowie symetrycznej, jak np. pary kompletarne albo niemal wszystkie wzmacniacze operacyjne, wymaga symetrycznego zasilania, które nie zawsze zapewniają tradycyjne źródła zasilania. Gdy pobór prądu nie przekracza kilku mA, rozwiązanie jest proste i polega na stworzeniu wspólnego punktu odniesienia przy pomocy dwóch jednakowych rezystorów zbocznikowanych kondensatorami, zapewniającymi prawidłowe dynamiczne funkcjonowanie prostownika. W przypadku większego poboru prądu to rozwiązanie nie może być zastosowane. Należy wtedy użyć dwóch symetrycznych źródeł napięcia o małej rezystancji wewnętrznej, umożliwiających znaczny pobór prądu bez niekorzystnych konsekwencji. Ponadto, odpowiednia pętla sprzężenia zwrotnego winna utrzymywać

potencjał punktu odniesienia na poziomie zera. Symetryzator spełnia wszystkie te wymagania i pozwala uniknąć poważnego wydatku związanego z zakupem zasilacza symetrycznego.

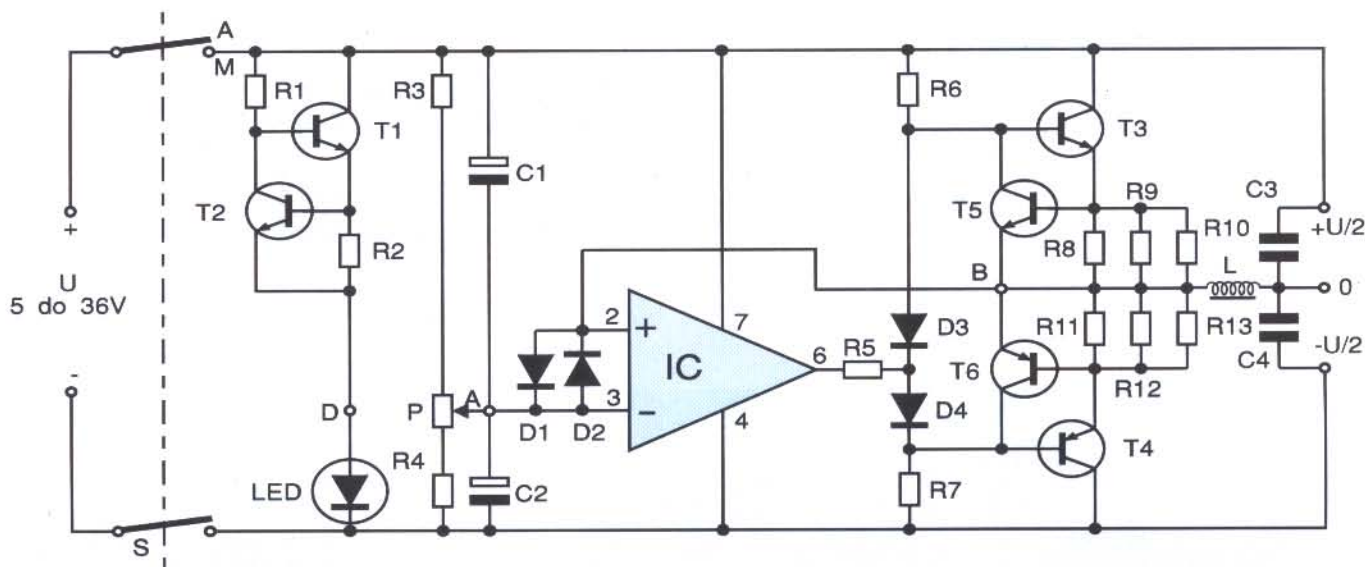
Rys.1. Schemat blokowy urządzenia.



Opis ogólny (rys.1)

Wejściowe napięcie U jest podawane na dzielnik napięciowy, dający w punkcie A napięcie $U/2$, które stanowi napięcie odniesienia symetryzatora. Napięcie to jest przykładane na wejście wzmacniacza operacyjnego, pracującego w układzie komparatora, a więc pobierającego znikomy prąd. Napięcie wyjściowe wzmacniacza operacyjnego steruje wzmacniacz mocy, którego sygnał wyjściowy jest podawany na drugie wejście wzmacniacza operacyjnego w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego utrzymującego potencjał w punkcie B równy potencjałowi w punkcie A . Potencjał w punkcie A oczywiście pozostaje stały.

Pobór prądu każdego z zasilających jest ograniczony ze względu na możliwość uszkodzenia wzmacniacza mocy. Stanowi to zarazem zabezpieczenie symetryzatora przed ewentualnym zwarcieniem. Urządzenie może funkcjonować w dużym zakresie zmian wartości napięć wejściowych.



Rys.2. Schemat ideowy urządzenia.

Opis szczegółowy

Napięcie wejściowe jest podawane na układ przez podwójny przełącznik. Fakt włączenia zasilania jest sygnalizowany przez diodę elektroluminescencyjną, sterowaną ze źródła o stałej wydajności prądowej, zbudowanego na tranzystorach T1 i T2, dzięki czemu intensywność świecenia nie jest zależna od wartości napięcia wejściowego. Tranzystor T1, którego baza jest połączona z dodatnim begunem zasilania przez R1, stanowi źródło prądowe sterujące diodę LED przez rezystor R2. Wzrost spadku napięcia na R2 powyżej 700mV powoduje przewodzenie tranzystora T2, co z kolei ograniczaysterowanie tranzystora T1. Sprzężenie to zapewnia stan równowagi przy wartości prądu około 10mA, przy zmianach napięcia wejściowego w zakresie od 5 do 36V.

Uzyskanie potencjału odniesienia zapewniają rezystory R3 i R4 o równych wartościach, oraz potencjometr P, służący do precyzyjnego ustawienia tego potencjału na wartość równą połowie wejściowego napięcia zasilania. Napięcie odniesienia jest przykładane na wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego. To samo napięcie występuje także na wejściu wzmacniacza mocy, zbudowanego z użyciem pary komplementarnej tranzystorów T3 i T4. Elementy R6, D3, D4 i R7 stanowią układ polaryzacji pary komplementarnej. Napięcie wyjściowe

wzmacniacza operacyjnego jest podawane na punkt wspólny diod D3 i D4. Rezystory emiterowe tranzystorów mocy służą do stabilizacji punktu pracy i zapewnienia występowania baz tranzystorów T5 i T6, ograniczających prąd. W przypadku wzrostu prądu jednego z tranzystorów pary komplementarnej, np T3, wzrasta również napięcie na rezystorze emiterowym tego tranzystora, co dla wartości powyżej 0.7V powoduje przewodzenie tranzystora T5, a w konsekwencji zmianę polaryzacji i ograniczenie prądu tranzystora T3. W przypadku zwarcia prąd ten jest ograniczony do 1A, co jest wartością znacznie niższą od odpowiedniego prądu granicznego tranzystora. Zasadniczym celem tego ograniczenia jest zapobieżenie przegrzaniu symetryzatora napięcia. Nie należy dopuszczać do obciążania układu takim prądem przez okres dłuższy niż około 10 sekund. Wartość maksymalna prądu obciążenia przy pracy ciągłej wynosi około 500mA, w zakresie napięć od +/-2.5V do +/-18V, co zapewnia zaspokojenie znacznej części potencjalnych zapotrzebowań, o ile oczywiście wejściowy zasilacz asymetryczny pozwala na takie obciążenia.

Należy zauważyć, że jeśli konsekwencje zwarcia jednego z symetrycznych napięć nie są groźne, to jednoczesne zwarcie obydwu zasilających może być niebezpieczne dla wejściowego zasilacza, gdyby nie był wy-

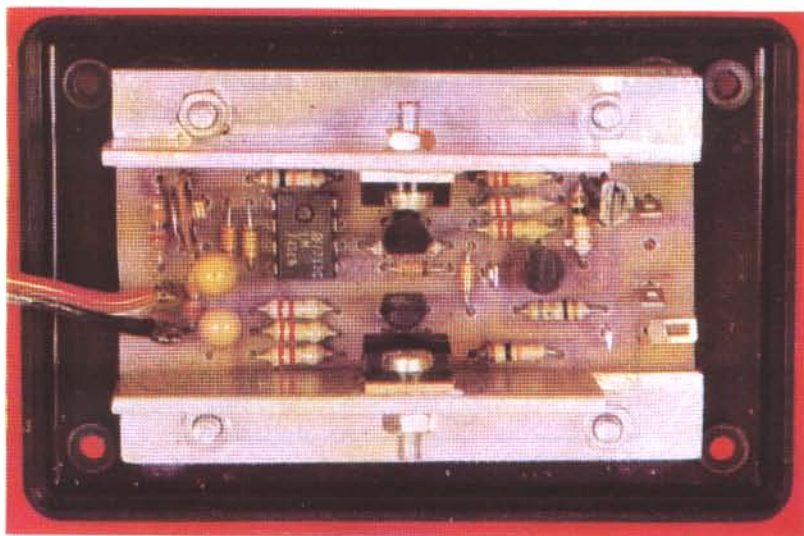
posażony w bezpiecznik lub ogranicznik prądu. Na szczęście tego typu zabezpieczenia są zazwyczaj stosowane.

Dla zapewnienia stabilnej pracy symetryzatora na wyjściu układu umieszczono indukcyjność L, tłumiącą oscylacje, które mogłyby wystąpić przy dużych obciążeniach (jest to rozwiązanie stosowane standardowo we wzmacniaczach mocy Hi-Fi). Indukcyjność ta winna mieć niewielką rezystancję dla prądu stałego, dlatego też użyto dławika o indukcyjności około 10μH. Kondensatory C3 i C4 także służą poprawie stabilności układu, zmniejszając jego impedancję wyjściową dla dużych częstotliwości.

Rezystancje emiterowe tranzystorów pary komplementarnej stanowią równoległe połączenia trzech rezystorów 2.2Ω, 0.5W, co ma na celu uzyskanie odpowiednio małej rezystancji (0.7Ω) przy dostatecznie dużej mocy i niewielkich rozmiarach.

Wybór wzmacniacza operacyjnego jest raczej arbitralny, ponieważ można zastosować wiele typów. Wybór padł na μA741, jednakże z równym powodzeniem można użyć wzmacniacza TL071, TL081, LF355 - 357 lub LM101.

Diody D1 i D2 chronią wejście wzmacniacza przed nadmiernymi napięciami różnicowymi. Kondensatory C1 i C2 ograniczają wejściową impedancję dynamiczną układu, zaś rezystor R5 ogranicza prąd wyjściowy



Fot.2. Urządzenie gotowe do pracy. Widoczne obydwa radiatory tranzystorów mocy.

wzmacniacza operacyjnego i stanowi zabezpieczenie przed ewentualnym wzbudzeniem.

Montaż i uruchomienie

Rysunki 3 i 4 przedstawiają mozaikę ścieżek i rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej. Tranzystory mocy są montowane na radiatorach przedstawionych na rys.5. Część pionową radiatora skrócono celem uniknięcia zwarcia z gniazdami wyjściowymi.

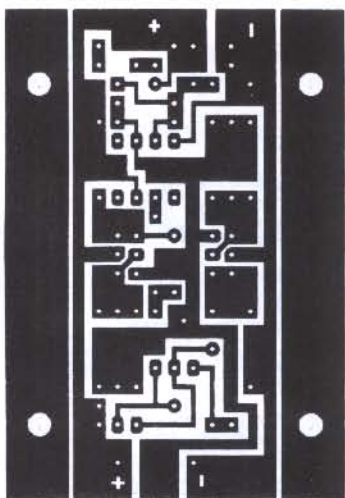
Całość można umieścić w plastikowej obudowie o minimalnych wymiarach wewnętrznych 80x45x35mm.

Rysunek 6 przedstawia sposób połączenia wejść i wyjść symetryzatora. Włącznik zasilania jest połączony z łączówkami na płytce drukowanej oraz z podwójnym kablem z wtykami bananowymi 4mm, do połączenia ze źródłem zasilania. Wyjścia 0, $+U/2$ oraz $-U/2$ są wyprowadzone na gniazda radiowe 2mm znajdujące się w bocznej ścianie obudowy. Kondensatory C3 i C4 są lutowane bezpośrednio do gniazd, zaś między węzłem B i gniazdem 0 umieszczony jest dławik.

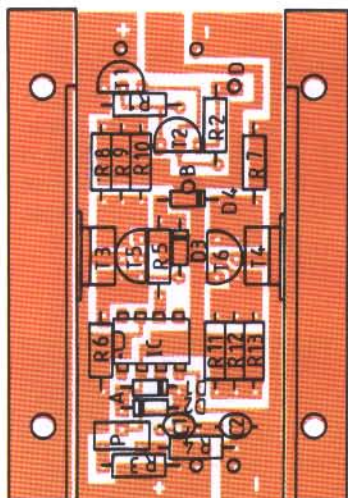
Diode LED sygnalizującą obecność napięcia wyjściowego należy wkleić w odpowiedni otwór obudowy, zaś jej końcówki połączyć kablem z węzłem D i gniazdem $U/2$.

Uruchomienie symetryzatora polega na sprawdzeniu wartości napięć między gniazdami wyjściowymi. Układ należy zasilć napięciem około 20V, a następnie dokonać pomiaru napięć między zaciskami $+U/2$ i $-U/2$, a następnie 0 i $-U/2$, przy czym po regulacji potencjometrem P wynik drugiego pomiaru powinien być dokładnie dwukrotnie mniejszy niż pierwszego. Istnieje także inna metoda sprawdzenia układu, polegająca na włączeniu szeregowo między wyjścia $+U/2$ i $-U/2$ dwóch jednakowych rezystancji i dokonaniu pomiaru różnicy napięć między wyjściami 0 symetryzatora a punktem środkowym połączonych rezystancji. Po regulacji różnica ta powinna oczywiście wynosić 0V.

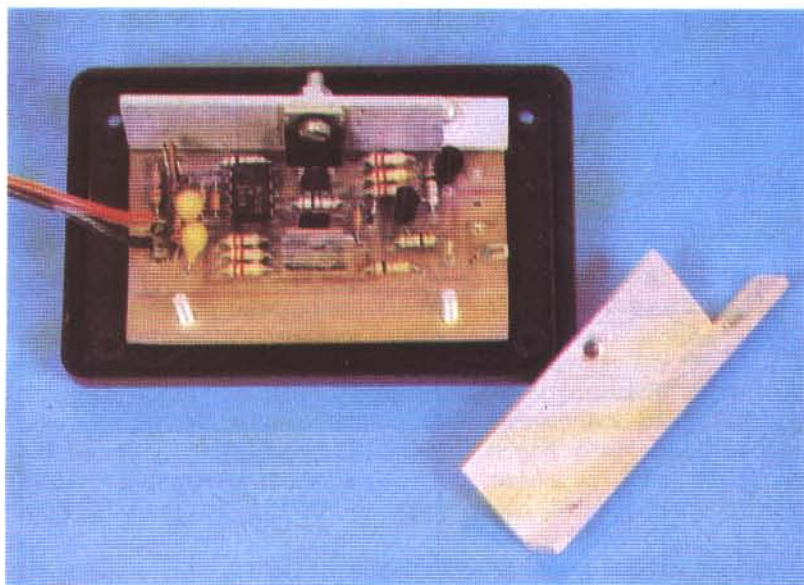
Pobór prądu nieobciążonego sy-

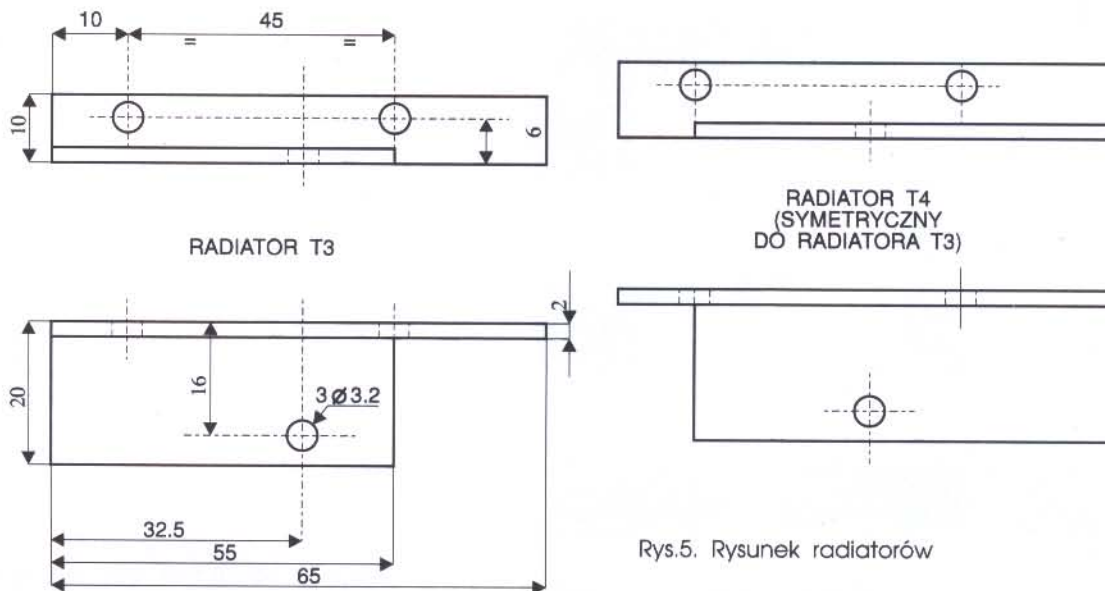


Rys.3/4. Mozaika ścieżek i rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.



Fot.3. Podkładka mikowa i smar silikonowy zapewniają izolację i prawidłowe odprowadzenie ciepła oraz izolację tranzystora od radiatora.





Rys.5. Rysunek radiatorów

metryzatora powinien wynosić około 20mA. Test prawidłowości funkcjonowania urządzenia polega na włączeniu jako obciążenia jednego z napięć wyjściowych rezystora umożliwiającego obciążenie prądem 200 - 400mA, co nie powinno wpływać na wartość drugiego napięcia wyj-

ściowego.

O ile istnieją po temu możliwości, symetryzator można umieścić w obudowie innego zasilacza, co pozwoli uniknąć użycia dodatkowej obudowy, narzuci jednak konieczność wykonania wyjścia 0V.

Jean Cerf, EP

WYKAZ ELEMENTÓW

- R1, R6, R7 - 10kΩ
- R2 - 68Ω
- R3, R4 - 27kΩ
- R5 - 100Ω
- R8 do R13 - 2.2Ω
- P - 1000 , potencjometr miniaturowy pionowy
- C1, C2 - 10μF/25V, tantalowy
- C3, C4 - 100nF, ceramiczny
- L - dławik 10μH
- D1 do D4 - 1N4148
- LED - dioda elektroluminescencyjna 3mm
- T1, T2 - BC238 lub odpowiednik

- T3 - TP121 lub BD241
- T4 - TP126 lub BD242
- T5 - BC546 lub odpowiednik
- T6 - BC556 lub odpowiednik
- IC - wzmacniacz μA741 lub odpowiednik
- S - podwójny przetącznik suwakowy
- plytka drukowana - laminat epoksydowy 65*45mm
- gniazda radiowe 2mm 3szt.
- podkładki mikowe pod tranzystory mocy 2 szt.
- kabel zasilający plus dwa wtyki bananowe 4mm (czarny i czerwony)

