

Wspólną cechą układów opisywanych w dziale "Miniprojekty" jest łatwość ich praktycznej realizacji. Na zmontowanie i uruchomienie układu w typowym przypadku wystarcza kwadranś. Mogą to być układy stosunkowo skomplikowane funkcjonalnie, niemniej proste w montażu i uruchomieniu, gdyż ich złożoność i inteligencja jest zwykle zawarta w układach scalonych. Wszystkie projekty opisywane w tej rubryce są praktycznie wykonane w laboratorium AVT. Większość z nich wchodzi do oferty kitów AVT jako wyodrębniona seria "Miniprojekty" o numeracji zaczynającej się na 1000.

Przystawka do pomiaru małych rezystancji

Popularne mierniki cyfrowe stosowane przez elektroników-amatorów, oprócz głównej zalety, jaką jest niska cena, posiadają szereg wad - m.in. małą dokładność pomiaru rezystancji, zwłaszcza na najniższym zakresie 200Ω. Także test diod, który z reguły jest zdublowanym zakresem 2kΩ, nie daje miarodajnych wyników. Co zatem zrobić, gdy zajdzie potrzeba dobrania dokładnej rezystancji bocznika lub rezystora do wzmacniacza czy zasilacza?



ci napięcia zasilającego, konieczne było zastosowanie prostego układu z diodą D1 i kondensatorem C2 do wytworzenia tzw. sztucznej masy (zasilanie wzmacniacza +5V, -0,7V).

Wzmacniacz operacyjny US1A łącznie z tranzystorem T1 tworzą precyzyjne źródło prądowe. Zasada działania źródła prądowego polega na stabilizacji spadku napięcia na rezystorze R3. Napięcie to jest porównywane z napięciem odniesienia dostarczanym z układu US2 poprzez dzielnik rezystancyjny R1, P1, R2. Potencjometr montażowy P1 umożliwia precyzyjne ustawienie prądu pomiarowego na poziomie 1mA. Kondensatory C5 i C6 odsprężają napięcie zasilające, a kondensatory C7 i C8, zapobiegają powstawaniu oscylacji.

W roli wzmacniacza pomiarowego pracuje wzmacniacz US1B łącznie z rezystorami R4..R11. Układ ten pracuje w konfiguracji wzmacniacza różnicowego przedstawiono na rys.2. Jego napięcie wyjściowe określone jest wzorem

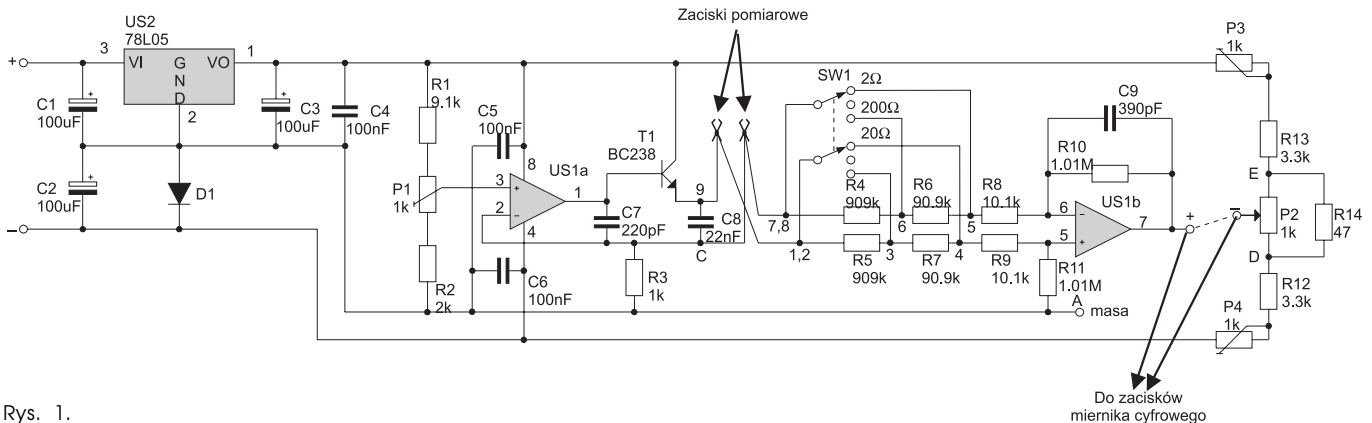
W praktyce pomiar małych rezystancji jest dość kłopotliwy. Znane są co prawda metody pomiaru rezystancji za pomocą woltomierza i amperomierza, ale metoda ta wymaga stosowania zasilacza o dużej wydajności prądowej. Dodatkowym skutkiem ubocznym jest fakt, iż przez badany element przepływa prąd o dużej wartości, co w niektórych przypadkach może spowodować zniszczenie mierzonego elementu.

Przedstawiona w artykule przystawka współpracuje z woltomierzem napięcia stałego 200mV i 2V i ma cztery zakresy pomiarowe: 2Ω, 20Ω, 200Ω i pomiar spadku napięcia na złączu półprzewodnikowym. Szczególny nacisk położono na zminimalizowanie prądu pomiarowego, który w omawianej przystawce wynosi 1mA. Pracując przy tak ma-

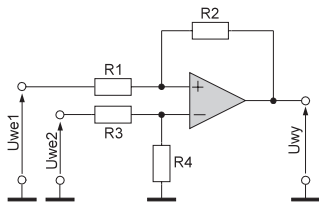
łym prądzie nie uszkodzi badanych elementów, a do zasilania całości wystarczy nawet bateria 9V, bowiem pobór prądu nie przekracza 7mA.

Schemat ideowy przystawki przedstawiony został na rys. 1. Układ możemy podzielić na trzy bloki funkcjonalne: stabilizator napięcia pracujący także jako źródło napięcia odniesienia, źródło prądowe stabilizujące prąd pomiaru na poziomie 1mA i wzmacniacz pomiarowy o przełączanym wzmocnieniu.

Omówimy je kolejno. Jako źródło napięcia odniesienia wykorzystany został stabilizator 78L05. Stabilizator zasilą także wzmacniacz operacyjny i źródło prądowe. Z uwagi na fakt, iż maksymalne napięcie wyjściowe wzmacniacza operacyjnego TL062 jest o ok. 650mV niższe od bezwzględnej wartoś-



Rys. 1.



Rys. 2.

W celu zmniejszenia wpływu prądów polaryzacji wejść na niezrównoważenie wzmacniacza w praktyce przyjmuje się $R1=R3$ oraz $R2=R4$. Wtedy:

W układzie pomiarowym z rys. 1 funkcję rezystora R1 (rys. 2) pełnią rezystory R4, R6 i R8, a rezystora R3 rezystory R5, R7 i R9. Wartości rezystorów zostały tak dobrane, aby przez ich zwieranie zmieniać dekadowo wzmacnienie układu. I tak, przy rozwartym przełączniku SW1 wzmacnienie wynosi 1, przy zwartych R4 i R5 wzmacnienie wynosi 10, a przy zwartych R4..R6 i R5..R7 wzmacnienie jest równe 100. Przykładowo, mierząc rezystor 1,5Ω na zakresie 2Ω, spadek napięcia na tym rezystorze wyniesie 1,5mV ($U_{we1} = 1V$, $U_{we2} = 1,0015mV$). Na wyjściu wzmacniacza pomiarowego uzyskamy napięcie 150 mV. Bardzo ważne jest, aby zaciski pomiarowe połączyć w taki sposób jak pokazano na schemacie (za pomocą przewodów dwużyłowych), w przeciwnym wypadku wynik pomiaru będzie obciążony błędem wywołanym spadkami napięć na przewodach. Kondensator C9 ogranicza pasmo przenoszenia układu, i zapobiega wzbudzeniu się wzmacniacza. Dzielnik rezystancyjny R12, R13, R14, P2, P3, P4 służy do wyzerowania wskazań woltomierza.

Na rys. 3 widoczne jest rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej. Montaż rozpoczynamy od wlotowania zwoń, później montujemy rezystory, kondensatory itd. Należy także połączyć punkty B-B kawałkiem przewodu izolowanego. Kondensatory C5..C9 powinny być ceramiczne. Pod układ scalony US1 warto zastosować podstawkę. Po zmontowaniu całości do układu podłączamy napięcie (9..20V). Następnie sprawdzamy napięcie na wyjściu stabilizatora, które powinno wynosić $5V \pm 5\%$ względem masy. Napięcie zasilające układ scalony powinno być o ok. 0,7V wyższe (5,7V między końcówkami 4 i 8). Po zamontowaniu US1 przystępujemy do kalibracji przystawki. Aby dokładnie ustawić prąd pomiaru będzie nam potrzebny dobrej klasy miliamperomierz, najlepiej 4,5-cyfrowy. W przypadku braku takiego można posłużyć się zwykłym 3,5-cyfrowym lub w ostateczności analogowym. Miliamperomierz należy ustawić na zakres 2mA (lub podobny) i dołączyć go do zacisków pomiarowych. Kręcąc potencjometrem P1 ustawiamy prąd pomiaru dokładnie na 1mA. Następnie do gniazda bananowych podłączamy woltomierz cyfrowy (minus do masy układu), a zaciski pomiarowe zwieramy. Jeżeli na poszczególnych zakresach wskazanie woltomierza bliskie jest zera, możemy przystąpić do montażu całości w obudowie. Jeżeli nie, należy wmontować elementy R12..R14 i P2..P4. Następnie za pomocą potencjometrów P3 i P4 ustalamy zakres regulacji P2 tak, aby na każdym z zakresów można było uzyskać wskazanie 0. Całość najlepiej umieścić

w typowej obudowie KM-35B, dostępnej także w sieci handlowej AVT. Płytkę mocujemy za pomocą czterech wkrętów M3. Na płytce czołowej należy wykonać dwa otwory o średnicy 8mm pod gniazda woltomierza i jeden o średnicy 6mm pod przełącznik zakresów.

Uwagi końcowe

Przy pomiarze rezystancji woltomierz należy ustawić na zakres 200mV. Na pierwszym zakresie (2Ω) na 0,1mV przypada 1mΩ, na drugim zakresie (20Ω) na 0,1mV przypada 10mΩ, a na trzecim zakresie (200Ω) 1 mV odpowiada 1Ω. Do pomiaru spadku napięcia na złączu półprzewodnikowym woltomierz należy przełączyć na zakres 2V. Wynik wskazywany na wyświetlaczu jest wartością rzeczywistą.

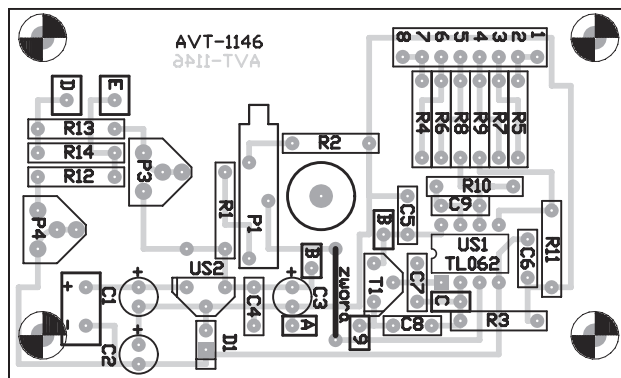
Przed dokonaniem pomiaru należy zewrzeć zaciski pomiarowe i wyzerować wskazanie. W przypadku korzystania z mierników analogowych należy zwrócić uwagę na wpływ rezystancji wejściowej przyrządu. Uwaga ta nie dotyczy mierników z wbudowanym wzmacniaczem pomiarowym. Jeżeli przewidujemy współpracę wyłącznie z miernikiem analogowym, można nie montować układu korekcji zera - minus miernika połączyć z masą układu. W takim przypadku wskazanie wyzerujemy bezpośrednio na woltomierzu, pozwala to także zaniedbać rezystancję wejściową woltomierza.

Sebastian Owsiak

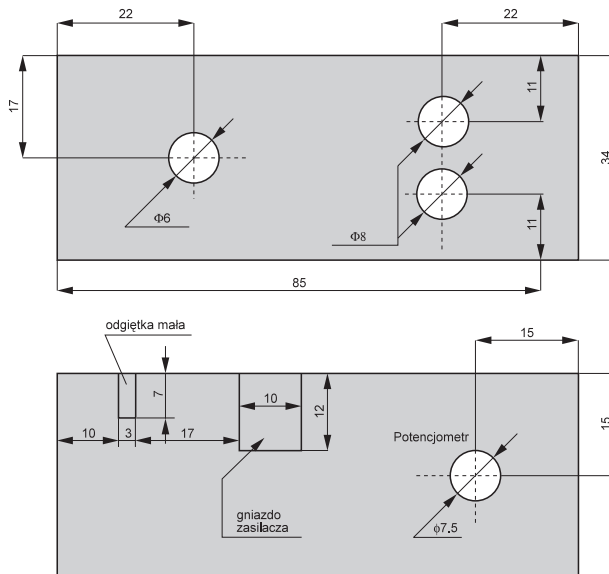
WYKAZ ELEMENTÓW

- Rezystory**
 R1: 9,1kΩ
 R2: 2kΩ
 R3: 1kΩ
 R4, R5: 909kΩ 1% metalizowane
 R6, R7: 90,9kΩ 1% metalizowane
 R8, R9: 10,1kΩ 1% metalizowane
 R10, R11: 1,01MΩ 1% metalizowane
 R12, R13: 3,3kΩ lub dobrać
 R14: 47Ω lub dobrać
 P1 : 1kΩ helitrim
 P2: 1kΩ/A
 P3, P4: 1kΩ potencjometr montażowy
- Kondensatory**
 C1, C2, C3: 100μF/16V
 C4, C5, C6: 100nF ceramiczne
 C7: 220pF
 C8: 22nF
 C9: 390pF
- Półprzewodniki**
 US1: TL062 (TL072)
 US2: LM78L05
 D1: LED zielona
 T1: BC238
- Różne**
 Obudowa KM-35B
 Gniazda bananowe małe 2 szt.
 Krokodyłki miniaturowe 2 szt.
 Gniazdo zasilacza
 Przełącznik MTS-203 (trójpozycyjny podwójny)
 Podstawka DIL-8

Kompletny układ i płytki drukowane są dostępne w ofercie AVT pod oznaczeniem AVT-1146.



Rys. 3.



Rys. 4.