

Próbnik stanów logicznych z woltomierzem

kit AVT-397



Projekt ten powstał z prawdziwej potrzeby konstruktora-elektronika. Opis konstrukcji tego prostego, lecz bardzo przydatnego, przyrządu autor przedstawia w artykule.

W laboratorium AVT mam co prawda wspaniałe warunki do pracy, ale czasami trzeba coś zmontować w domu. A tu kłopot. Miałem wprowadzić kiedyś mały warsztat w kuchni, ale żona wypędziła mnie stamtąd twierdząc, że ma już dość wyciągania obciążonych końcówek rezystorów z zupy! W pokoju do pracy wszystko jest zastawione sprzętem komputerowym i nie ma gdzie położyć nawet miernika uniwersalnego.

Właśnie, ale po co mi właściwie taki miernik? Robię prawie wyłącznie układy cyfrowe, na widok wzmacniacza operacyjnego dostaje gęziej skórki, a samo wspomnienie o strojonej indukcyjności może mnie przyprawić o kolejny atak serca. Potrzebny mi po prostu mały próbnik stanów logicznych! Nie, to jednak za mało. Mogę się w wyjątkowych sytuacjach obyć bez pomiaru prądu, rezystancji czy indukcyjności, ale trzeba mieć chociaż możliwość zmierzenia napięcia zasilania. Ponadto, kiedy w układzie cyfrowym wszystko „gra“, to można się posługiwać wyłącznie próbnikiem. Ale jeżeli np. na płytce powstało zwarcie pomiędzy wyjściami dwóch układów, to pomiar napięcia może okazać się bardzo potrzebny. A więc dobrze, zrobię sobie próbnik stanów logicznych zablokowany z prościutkim miernikiem napięcia o zakresie do 20V. Do cyfrowki wystarczy mi on całkowicie!

Powyższy tekst ma charakter żartobliwy, ale wyjaśnia jakie może być zastosowanie proponowanego układu. Tak więc wiemy już

do czego służy opisane niżej urządzenie. Zapoznajmy się więc z jego podstawowymi danymi technicznymi (tab. 1).

Opis działania układu

Schemat elektryczny proponowanego układu pokazany został na rys. 1.

Obie części układu: woltomierz i próbnik stanów logicznych mają wspólną tylko masę. Obydwa bloki funkcjonalne zostały na schemacie oddzielone od siebie przerywaną linią. Analizę układu rozpoczniemy od bloku woltomierza.

Woltomierz został skonstruowany z wykorzystaniem jednego z najpopularniejszych układów scalonych, jakie kiedykolwiek wyprodukowano. Mowa tu, oczywiście o popularnym układzie ICL7106, współpracującym z wyświetlaczem ciekłokrystalicznym 3,5 cyfry. Powszechnie wiadomo, jakie są wady i zalety tych wyświetlaczy. Podstawową zaletą jest pomijalnie mały pobór prądu, a główną wadą słaba czytelność wyświetlanej informacji.

Ponieważ nasz przyrząd będzie obserwowany wyłącznie z małej odległości, zdecydowaliśmy się na zastosowanie wyświetlacza ciekłokrystalicznego, co umożliwi zasilanie układu z baterii. Ważne jest też to, że ICL7106 jest zasilany napięciem pojedynczym, typowo 9VDC.

Szczegółowego omówienia wymaga jedynie fragment urządzenia z tranzystorem T1 i rezystorami R5 i R6. Układ scalony ICL7106 ma jedną wadę: nie daje możliwości

Tabela 1.

Woltomierz
Zakres pomiarowy: 0,01..19,99VDC (w wersji podstawowej).
Zasilanie: 9V (bateria).
Próbnik stanów logicznych
Wykrywanie: stanu wysokiego, niskiego, stanów zakazanych i wysokiej impedancji, krótkich impulsów ujemnych i dodatnich.
Zasilanie: z badanego układu.

Próbnik stanów logicznych z woltmierzem

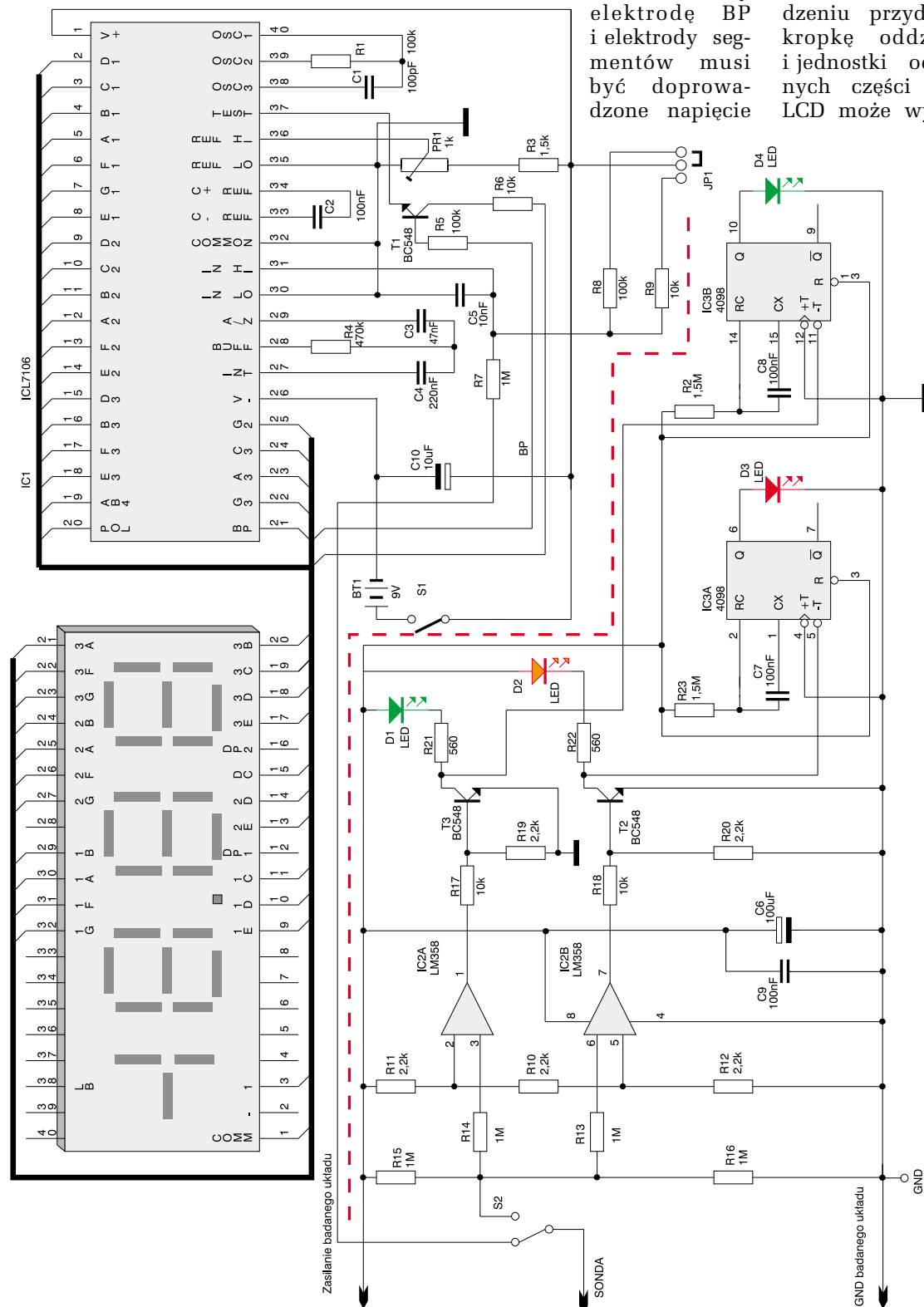
bezpośredniego sterowania kropkami dziesiętymi i innymi dodatkowymi elementami wyświetlacza. Na czym polega problem? Ano na tym, że jeżeli wyświetlacz LCD zasilimy napięciem stałym, to może on ulec zniszczeniu. Autor przestrzega przed takimi ekspery-

mentami. Wyświetlacze są wprawdzie dość tanie, ale po co je bez powodu narażać na uszkodzenie!

Wyświetlacz LCD posiada dwa rodzaje elektrod: elektrodę wspólną (ang. Back Plane) oraz elektrody segmentów i dodatkowych symboli umieszczonych na wyświetlaczu. Pomiedzy elektrodę BP i elektrody segmentów musi być doprowadzone napięcie

przemienne, zmieniające swą polaryzację z częstotliwością nie mniejszą niż ok. 50Hz. W przypadku segmentów cyfr i znaku polaryzacji nie mamy się o co martwić. ICL7106 dba o to, aby wyświetlaczowi zapewnić bezpieczeństwo i polaryzacja segmentów zmienia się nieustannie. W naszym urządzeniu przydałoby się „zapalić” kropkę oddzielającą dziesiątki i jednostki od dziesiątych i setnych części wolta. Wyświetlacz LCD może wyświetlić poza kropkami dziesiętymi jeszcze inne symbole (np. BATT LOW), które mogą znaleźć zastosowanie w bardziej rozbudowanych układach. Jednak dołączenie tych segmentów do plusa lub minusa zasilania spowodowałoby ich nieodwracalne uszkodzenie. Do rozwiązania tego problemu służy właśnie tranzystor T1. Odwraca on fazę sygnału pobieranego z wyjścia BP i z kolektora tego tranzystora możemy bezpiecznie zasilac segmenty kropek dziesiętnych i innych symboli.

Jak już wspomniano, woltmierz pracuje na zakresie pomiarowym 2V. Jest to jednak nieco za mało do wykonywania pomiarów napięcia w układach cyfrowych i dlatego zastosowano dzielnik napięcia wejściowego o współczynniku podziału 1:10. Zrealizowano go na rezystorach R7 i R8. Wprawdzie wydaje mi się wątpliwe, aby ktokolwiek potrzebował w takim przyrządzie zakresu do 200V, ale na wszelki wypadek dodany został jesz-



Rys. 1. Schemat elektryczny układu.

cze jeden rezystor o wartości 11kΩ - R9. Za pomocą zworki JP1 możemy wybrać jeden z dwóch zakresów pomiarowych: do 20 lub do 200V.

Drugą częścią układu jest próbnik stanów logicznych zrealizowany na układach IC2 i IC3. Dwa wzmacniacze operacyjne zawarte w strukturze układu scalonego IC2 zostały połączone w typowy i wielokrotnie już w naszych projektach stosowany sposób: pracują one jako komparator okienkowy. Jeden wzmacniacz sygnalizuje przekroczenie pewnego poziomu napięcia, a drugi spadek napięcia poniżej innego zadanego poziomu. Z wyjść wzmacniaczy wysterowywane są tranzystory T2 i T3 tak, że stan niski jest sygnalizowany świeceniem diody D2, a stan wysoki na wejściu spowoduje włączenie diody D1.

Na wejścia 6 IC2B i 3 IC2A podane zostały napięcia odniesienia wytwarzane przez dzielnik napięcia z rezystorami R11, R12 i R10. Tu właśnie zaczynają się pewne problemy. Dla wartości rezystorów podanych na schemacie, napięcie zasilania jest dzielone dokładnie na trzy równe części i poziomy graniczne wynoszą: 1,66 i 3,33V (oczywiście, przy napięciu zasilania 5V!). Są to poziomy do przyjęcia dla układów CMOS, ale nie odpowiadające normom stosowanym w standardzie TTL.

Autorowi, który praktycznie wszystkie swoje układy realizuje w technologii CMOS, zupełnie to nie przeszkadza, ale inni konstruktorzy mogą zmienić napięcia odniesienia, odpowiednio dobierając wartości rezystorów R10..R12. Można też niczego nie zmieniając używać przyrządu do badania układów TTL. Wprawdzie w układach TTL napięcie np. 2,9V jest uznawane za stan wysoki, ale w po-

prawnie wykonanym układzie stan wysoki powinien jednak zawsze wynosić ok. 3,6V, a stan niski ok. 0,2V i nasz próbnik okaże się w pełni użyteczny.

Kolejny fragment układu - dwa uniwersalne zrealizowane na układzie 4098 - służy do detekcji krótkich impulsów. Przedłużają one ich czas trwania, umożliwiając wizualną obserwację. Ten blok układu nie jest jego najmniejszą stroną: zastosowanie stosunkowo wolnego wzmacniacza operacyjnego spowodowało, że wykrywane będą wyłącznie impulsy dłuższe od ok. 2μs. Musimy się jednak z tym pogodzić, ponieważ zastosowanie szybkiego wzmacniacza znacząco podwyższyłoby koszt wykonania układu. Przełącznik S2 pozwala na wybranie aktualnego trybu pracy układu: jako woltmierz lub jako próbnika stanów logicznych.

Montaż i uruchomienie

Na rys. 2 przedstawiono rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej, a widok ścieżek znajduje się na wkładce wewnątrz numeru.

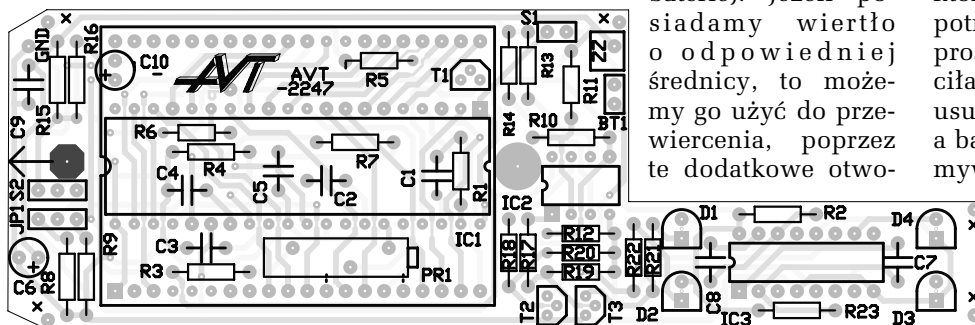
Dość dziwaczny kształt płytki został podyktowany koniecznością dopasowania jej do obudowy typu Z14 i maksymalnym wykorzystaniu miejsca w jej wnętrzu. Zanim jednak rozpoczniemy montaż, musimy najpierw wykorzystać płytkę drukowaną jako matrycę do wywiercenia otworów w obudowie. Z pewnością wielu Czytelników zauważyło dziwaczne, pozornie niczemu nie służące, otworki umieszczone na płytce pomiędzy wyprowadzeniami diod LED. Za chwilę dowiemy się, że ich umieszczenie na płytce było absolutnie konieczne. Płytkę wkładamy do obudowy (do bardziej płaskiej jej części, tej bez pojemnika na baterie). Jeżeli posiadamy wiertło o odpowiedniej średnicy, to możemy go użyć do przewiercenia, poprzez te dodatkowe otwo-

ry, otworów w obudowie. Jeżeli nie mamy takiego wiertła, to możemy jedynie napunktować obudowę za pomocą cienkiej igły krawieckiej. Następnie w zaznaczonych miejscach wiercimy w obudowie otwory o średnicy 5mm, przeznaczone na włożenie w nie czterech diod LED. W ten sposób mamy absolutną pewność, że diody LED idealnie będą pasować do obudowy.

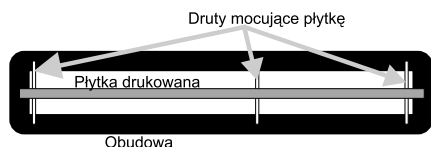
Nieco gorzej wygląda sprawa z wykonaniem otworu pod wyświetlacz, co jednak bynajmniej nie oznacza, że nie poradzimy sobie i z tym problemem. Tak się szczęśliwie składa, że otwór, przez który będziemy obserwować wyświetlacz, może być dokładnie takich samych wymiarów co 40-nóżkowa kostka ICL, która na płytce została umieszczona dokładnie pośrodku wyświetlacza. Zatem do zaznaczenia punktów bazowych, które następnie posłużą do wytrasowania okienka, użyjemy czterech skrajnych punktów lutowniczych układu IC1! Czynność tę wykonamy identycznie jak w przypadku zaznaczania punktów pod diody LED. Czytelnicy, którzy do tej operacji będą używać wiertła, z pewnością będą się obawiać o całość metalizacji wewnątrz punktów lutowniczych. Nie obawiajcie się, ostrożność wprawdzie nie zawadzi, ale płytka została tak zaprojektowana, że ewentualne uszkodzenie metalizacji tych czterech otworów niczym nie grozi: ścieżki zostały do nich doprowadzone wyłącznie od strony lutowania, a nawet została wykonana jedna dodatkowa, pozornie niepotrzebna ścieżka i przelotka.

Zanim zajmiemy się montażem układu, pozostaniemy jeszcze chwilę przy obudowie. Druga jej część posiada pojemnik na baterię 9V, który został zaprojektowany z niepotrzebnym rozmachem - jest po prostu za duży i płytka nie zmieściłaby się w obudowie. Musimy go usunąć za pomocą kombinerek, a bateria będzie dobrze przytrzymywana przez krawędź płytki.

Montaż układu rozpoczniemy od wlutowania podstawki pod układ IC1. W kicie znajduje się jeszcze jedna podstawka 40-nóżkowa. Tę podstawkę musimy przeciąć,



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.



Rys. 3. Sposób montażu płytki w obudowie.

tak aby powstały jedynie dwa rzędy z otworami na nóżki wyświetlacza. Operację na podstawie najlepiej wykonać za pomocą brzeszczota od piłki do metalu, zachowując dużą ostrożność (podstawka łatwo pęka). Ewentualne nierówności należy wygładzić pilnikiem. Uzyskane listwy z otworami wlotujemy w oznaczone miejsca i dopiero teraz montujemy pozostałe elementy. Niektóre z nich należy pracownicie „upchać” wewnątrz podstawki pod układ scalony i na przestrzeni pomiędzy tą podstawką i dwoma złączami do zamocowania wyświetlacza. Przy odrobinie zręczności operacja ta powinna nam się udać, a zawsze pozostaje możliwość zamocowania niektórych elementów od strony druku. Po wlutowaniu wszystkich elementów wkładamy układy scalone w podstawki i montujemy wyświetlacz. Jego pierwszy pin nie jest wyraźnie zaznaczony i dlatego może się zdarzyć, że włożymy go w podstawkę odwrotnie. Nie grozi to jednak żadnymi przykrymi konsekwencjami: po prostu wyświetlacz będzie pokazywał kompletne bzdury!

Kolejną czynnością jest prosta regulacja miliwoltomierza, polegająca na ustawieniu za pomocą potencjometru montażowego PR1 napięcia 1000mV pomiędzy wprowadzającymi REF LO i REF HI. Do wykonania regulacji będzie nam potrzebny woltomierz cyfrowy dobrej klasy.

Nadeszła teraz pora na wyjaśnienie kolejnej tajemnicy, jaką kryje płytkę naszego przyrządu: dziwnych, nie połączonych z niczym punktów oznaczonych literami „X”. Zmontowany i wyregulowany układ musimy teraz zamontować w obudowie, w której producent nie

umieścił jakichkolwiek kołków mocujących. Może to nawet lepiej, zajmowałyby niepotrzebnie miejsce, a my i tak znakomicie poradzimy sobie bez nich.

Zmontowaną płytkę wkładamy do tej części obudowy, w której wykonaliśmy otwory do obserwacji wyświetlacza i na diody LED. Sprawdzamy, czy płytkę leży równo w obudowie i następnie w otwory oznaczone „X” wkładamy odcinki srebrzanki lub obcięte końcówki rezystorów. Końce tych drutów powinny dotykać wewnętrznej płaszczyzny obudowy i wystawać ponad powierzchnię płytki na ok. 12mm. Przylutowujemy druciki i następnie składamy razem dwie części obudowy z umieszczoną wewnątrz płytką. Najprawdopodobniej nie uda się to nam, ponieważ w złożeniu obudowy będą przeszkadzać zbyt jeszcze długie końcówki drutów wlutowanych w punktach „X”. Przycinamy teraz po kawałku te końcówki, aż do momentu, kiedy obudowa da się złożyć, a płytkę będzie pewnie umocowana w jej wnętrzu. Opisany sposób montażu ilustruje rys. 3.

Jako sondę pomiarową najlepiej wykorzystać grubą igłę krawiecką. Do układu należy jeszcze dołączyć dwa przewody: jeden służący do dołączenia próbnika do masy badanego układu, a drugi doprowadzający napięcie do bloku próbnika stanów logicznych. Obydwa te przewody najwygodniej jest zakończyć małymi krokodylkami, tak jak to zostało zrobione w układzie modelowym.

Pozostały nam jeszcze dwie sprawy do poruszenia. W układzie modelowym jako przełącznik S2 i włącznik S1 zastosowano miniaturowe przełączniki dźwigienkowe. Nie wyglądało to zbyt estetycznie i dlatego w kicie dostarczane będą miniaturowe przełączniki hebelkowe, zapewniające znacznie bardziej elegancki wygląd zbudowanego urządzenia. Należy na nie wyciąć otwory w „wolnym” miejscu obudowy, najlepiej na jej bocznych ściankach. Drugą sprawą jest zamocowanie baterii 9V.

Mieści się ona doskonale w obudowie i jej położenie jest stabilizowane przez płytkę obwodu drukowanego. Niestety,

niektóre rodzaje klipsów od przewodów zasilających mogą zawadzać o krawędź płytki, uniemożliwiając złożenie przyrządu. W takim wypadku musimy po prostu przylutować końcówki przewodów zasilających bezpośrednio do styków baterii. Biorąc pod uwagę, że bateria alkaliczna dobrej jakości powinna wystarczyć nawet na kilka lat eksploatacji naszego przyrządu, i to, że będzie on używany wyłącznie w pracowni elektronicznej, konieczność lutowania przewodów podczas wymiany baterii nie wydaje się być zbyt uciążliwa.

Pozostaje mi już tylko życzyć Czytelnikom, aby wykonane urządzenie pomogło Im w budowie nowych, wyjątkowo ciekawych układów elektronicznych.

Zbigniew Raabe, AVT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

PR1: 1kΩ
R1, R5: 100kΩ
R2, R23: 1,5MΩ
R3: 1,5kΩ
R4: 470kΩ
R6, R17, R18: 10kΩ
R7: 1MΩ/1%
R8: 100kΩ/1%
R9: 10kΩ/1%
R10, R11, R12, R19, R20: 2,2kΩ
R13, R14, R15, R16: 1MΩ
R21, R22: 560Ω

Kondensatory

C1: 100pF
C2, C7, C8, C9: 100nF
C3: 47nF
C4: 220nF
C5: 10nF
C6: 100μF/16V
C10: 10μF/16V

Półprzewodniki

D1, D2, D3, D4: LED φ5,
2 czerwone, 2 zielone
IC1: ICL7106
IC2: LM358
IC3: 4098
T1, T2, T3: BC548 lub odpowiednik

Różne

DP1: wyświetlacz LCD 3,5 cyfry
S1, S2: przełącznik miniaturowy 2-pozycyjny
przewód z kontaktami do baterii 9V

dwa krokodylki miniaturowe
podstawki pod układy scalone
gniazdo LPV20 - 2 szt.

Uwaga! Rezystory R7, R8, R9 mogą mieć wartości zbliżone do podanych. Ważne jest, aby ich stosunek był równy jak 100:10:1.

