

ISBN 83-206-1029-X

1-57006



K.T.Widelski

ELEKTRONIKA



dla

NAJMLĘDSZYCH

R. B.



KONRAD T. WIDELSKI



ELEKTRONIKA

dla

NAJMKODSZYCH



ILUSTROWAŁ
WŁODZIMIERZ
W. WAJNERT

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI
I ŁĄCZNOŚCI WARSZAWA



Opiniodawca *dr Witold Kozak*
 Okładkę, stronę przedtytułową i tytułową
 oraz ilustracje wykonał *Włodzimierz Wajnert*
 Układ typograficzny opracował *Tadeusz Pietrzyk*
 Redaktor *mgr inż. Leokadia Kapuściarek*
 Redaktor techniczny *Alicja Jabłońska-Chodzeń*
 Makietę techniczną wykonała *Maria Łakomy*
 Korekta *Maria Matulewicz*

W książce podano podstawowe informacje o częściach składowych układów elektronicznych oraz zasady i wskazówki zestawienia z nich — w warunkach amatorskich — prostych urządzeń. Następujące po tym szczegółowe opisy, schematy i rysunki montażowe dwudziestu modeli przeznaczonych do samodzielnego zmontowania umożliwią praktyczne zaznajomienie się z elektroniką. Proponowane do budowy radioodbiorniki, gry i zabawki mają pełną wartość użytkową, jednocześnie są ciekawe i nowoczesne.

Zarówno zakres informacji technicznych, jak i omówienie pojęć i zjawisk fizycznych są dostosowane do poziomu młodszych nastolatków.

ISBN 83-206-1029-X

© Copyright by Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
 Warszawa 1992

SPIS TREŚCI

OD AUTORA	7
KILKA POJĘĆ PODSTAWOWYCH	9
ELEMENTY UKŁADÓW ELEKTRONICZNYCH	12
Rezystory	12
Kondensatory	16
Cewki i dławiki	21
Właściwości elementów <i>RLC</i>	28
Transformatory	32
Elementy półprzewodnikowe	35
Diody	36
Tranzystory	38
Układy scalone	40
Przetworniki elektroakustyczne	41
Źródła zasilania	44
O SCHEMATACH I BUDOWIE URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH	48
Schemat zasadniczy	48
Schemat połączeń	50
Jak zmontować urządzenie elektroniczne? ..	52
Lutowanie	56
MODELE DO ZBUDOWANIA	58
Tranzystorowy wartownik	60
Kolumna głośnikowa	66
Odbiornik detektorowy	71
Próbnik zručności	81
Próbnik refleksu	85
Gwiazda betlejemska	88

Usprawnienie oświetlenia roweru	92
Gra losowa	98
Tranzystorowy minutnik	103
Tranzystorowe banjo	107
Mrugająca choinka	112
Głodny Azor	116
Rowerowy licznik kilometrów	122
Tranzystorowe ucho	127
Elektroniczna broszka	136
Wzmacniacz małej częstotliwości	141
Uniwersalny zasilacz sieciowy	146
Kapusta, koza i wilk	154
Inteligentny automat	158
Słoneczny radiodbiornik	163
DODATEK	171
Warsztat elektronika-amatora	171
Obwody drukowane	173
Obudowa urządzenia	179
TABLICE	181
Diody	181
Tranzystory	184
Transformatory	189

OD AUTORA



Technika towarzyszy człowiekowi od pierwszych chwil życia. Już z kołyski przecież widać światło żarówki i słycać dźwięk dzwonka. Dziecko rośnie otoczone na co dzień różnymi urządzeniami elektrycznymi. Telefon dzwoni, radiodbiornik gra, ekran telewizora migoce różnymi barwami. Nic też dziwnego, że już w bardzo młodym wieku w wielu umysłach powstają pytania: co to za urządzenie? jak ono działa? jak to jest możliwe?

To właśnie wtedy budzi się pierwsze zainteresowanie elektroniką. Na ogół przynosi ono bardzo niedobre efekty: „rozebrany” radiodbiornik lub — co gorsze — telewizor. Sprzętu tego najczęściej nie można już naprawić, a i o wypadek nietrudno. Bo z prądem elektrycznym żartów nie ma. Równie groźny jest kineskop telewizora, który podczas niewłaściwego obchodzenia się z nim potrafi wybuchnąć.

Znacznie lepszą drogę wybierają ci, którzy starają się samodzielnie zbudować jakieś urządzenie elektroniczne. Najczęściej korzystają oni z opisów konstrukcyjnych, jakich wiele w popularnych czasopismach i książkach technicznych. Niestety, pierwsze próby rzadko kiedy przynoszą dobre rezultaty. I nie można zbyt dziwić się temu, ponieważ zbudowanie choćby prostego urządzenia elektronicznego wcale nie jest łatwe. Nawet wówczas, gdy korzysta się z dokładnego opisu. Jest to oczywiste, ponieważ budujący montuje układ nie rozumiejąc wiele z tego, co podaje opis.

Co więcej — nie zna nawet części potrzebnych do budowy. Napotyka więc trudności już podczas ich kompletowania, nie umiając w razie potrzeby zastąpić wartości podanej w spisie podobną, również dobrą.

A przecież elektronika wcale nie jest trudna. Naprawdę. Wszystkie urządzenia elektroniczne, nawet te największe, są zawsze zestawione z kilku rodzajów podstawowych części (elementów). Tyle tylko, że są one łączone z sobą w różny sposób, w rozmaitych układach. Właśnie dlatego działają raz tak, a raz inaczej — zależnie od zamierzeń konstruktora.

A więc elektronika jest łatwa? Doprawdy trudno w to uwierzyć. A już z całą pewnością nie uwierzą ci wszyscy, którzy wzięli kiedyś do ręki jakąkolwiek książkę z tej dziedziny techniki i nie mogli przebrnąć przez choćby jedną stronę. Jednak wbrew tym pozorom elektronika naprawdę nie jest trudna. Jest tylko jeden zasadniczy warunek: należy mówić i pisać o niej w łatwy, przystępny sposób. Tak, aby każdy bez trudu mógł zrozumieć.

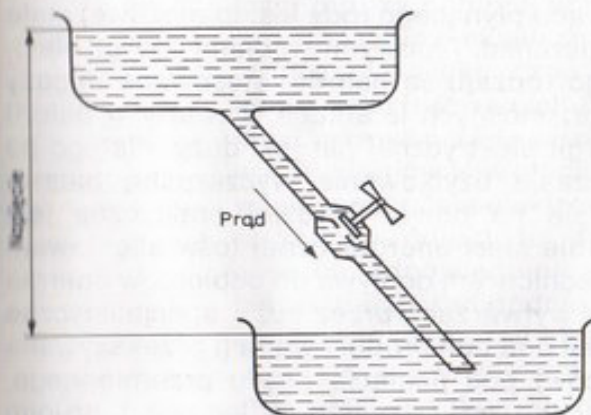
Z takim właśnie założeniem została przygotowana ta książka. Z jej pomocą można zaznajomić się z elementami elektroniki i zestawić z nich różne ciekawe urządzenia. Jest wśród nich bardzo wiele zabawek dla tych, których nie interesują już drewniane klocki i pluszowe misie. To właśnie dla nich jest przeznaczona ta książka. Dla najmłodszych — choć z pewnością nie tylko.

KILKA POJĘĆ PODSTAWOWYCH



Elektronika jest wspaniałą, nowoczesną dziedziną techniki. Jest „młodszą siostrą” nauki o elektryczności, nic też dziwnego, że rządzą nią te same prawa. Występują też te same podstawowe pojęcia, z którymi warto zaznajomić się już na samym wstępie.

Dla wielu Czytelników będzie to tylko przypomnieniem, lecz trzeba zacząć od powszechnie używanych określeń: napięcie elektryczne i prąd elektryczny. Pełne zrozumienie tych pojęć nie jest łatwe



Różnica poziomów i prąd spływającej wody to obraz podobnych zjawisk elektrycznych

między innymi dlatego, że zarówno napięcie, jak i prąd są niewidoczne. Można jednak zbliżyć się do tych zagadnień przyjmując, że zjawiska elektryczne są nieco podobne do zjawisk obserwowanych w zbiornikach z wodą. Napięcie źródła energii elektrycznej można porównać do różnicy poziomów wody w dwóch zbiornikach pokazanych na rysunku.

Masa wody znajdującej się w górnym zbiorniku dąży do spłynięcia w dół. Przy niewielkiej różnicy poziomów dążność ta jest mała (niskie napięcie), przy większej — duża (wysokie napięcie). Istotne jest także natężenie przepływu wody. Jest ono oczywiście zależne od różnicy poziomów wody, lecz jednocześnie i od istniejących możliwości jej przepływu. W rurze o dużej średnicy natężenie prądu wody jest znaczne, w cienkiej rurce — małe. A jeśli w rurce znajduje się odpowiedni zawór, to za jego pomocą można przepływ wody w ogóle zamknąć. Wówczas, choć istnieje nawet znaczne napięcie (duża różnica poziomów), woda nie płynie, bo po prostu nie ma którędy. Podobnie jest z elektrycznością. Prąd elektryczny także lepiej płynie (jest większy), gdy wywołuje go wyższe napięcie. Wielkość prądu zależy również od tego, jak łatwą znajduje on dla siebie drogę.

Wnikliwi Czytelnicy domyślą się, że omówione zbiorniki z wodą to przykład występowania napięcia stałego i prądu płynącego (gdy jest to możliwe) stale w jednym kierunku. Typowymi źródłami energii elektrycznej tego rodzaju są baterie, stosowane między innymi w przenośnych latarkach. Zawarty w baterii zasób energii elektrycznej nie jest duży, dlatego po pewnym czasie użytkowania wyczerpaną baterię wymienia się na nową. Bardziej praktyczne jest wykorzystanie sieci energetycznej (oświetleniowej). Za jej pośrednictwem dopływa do odbiorców energia elektryczna wytwarzana przez duże, specjalistyczne zakłady. Jest ona tam produkowana (i przekazywana do odbiorców) pod postacią prądu przemiennego, czyli płynącego na przemian w jednym i drugim kierunku. Zmiany kierunku przepływu prądu są bardzo szybkie, a przez to dla wielu odbiorników energii elektrycznej zupełnie nieistotne. Tak na przykład żarówka może być z powodzeniem zasilana zarówno prądem stałym, jak i przemiennym. Domowa sieć oświetleniowa ma napięcie 220 V (220 woltów = 220 jednostek napięcia) i częstotliwość 50 Hz (50 herców = 50 jednostek częstotliwości).

Częstotliwość 50 Hz jest zwana częstotliwością przemysłową (sieciową). Z pewnością słusznie, bo przecież wytwarzanie i przekazywanie do odbiorców ogromnych ilości energii elektrycznej jest potężnym przemysłem decydującym o rozwoju i dobrobycie kraju. Współczesne urządzenia elektryczne, a w szczególności elektroniczne, potrafią jednak wytwarzać prądy nie tylko o tej, lecz praktycznie o dowolnej częstotliwości. Poza tym bardzo różne sygnały elektryczne uzyskuje się w wyniku przekształcania na napięcie (lub prąd) dźwięków mowy i muzyki. A są to przebiegi przeważnie bardzo skomplikowane, o częstotliwościach mieszczących się w zakresie słyszalności ucha ludzkiego (20 ÷ 20 000 Hz). W zakresie tych częstotliwości działają rozmaite urządzenia elektroakustyczne (gramofony elektryczne, magnetofony, urządzenia nagłaśniające itd.). Sygnały tego rodzaju można bez trudu przekazywać przewodami nawet na znaczne odległości (np. za pomocą urządzeń telefonicznych).

Znacznie ciekawsze właściwości mają przebiegi (drgania) elektryczne o jeszcze większych częstotliwościach (zwanymi częstotliwościami radiowymi). Ciekawe przede wszystkim dlatego, że można je wypromieniować w otaczającą przestrzeń. Powstała w ten sposób fala elektromagnetyczna rozchodzi się na znaczne odległości i tam może być „złapana” za pomocą odpowiedniej anteny. To właśnie dzięki temu działają radioodbiorniki i telewizory oraz wiele innych urządzeń radiokomunikacyjnych.

Tyle — w wielkim skrócie — teoretycznych informacji. I chyba każdy przyzna, że zgodnie ze wstępnym ustaleniem zostały one podane w sposób łatwy i przystępny. Tak, aby każdy bez trudu mógł zrozumieć.

ELEMENTY UKŁADÓW ELEKTRONICZNYCH



w układach elektronicznych występują specyficzne elementy, typowe dla tej dziedziny techniki. Podstawowe informacje o nich są podane w sposób uproszczony, a więc łatwo zrozumiały dla początkujących. Uzyskany w ten sposób zasób wiedzy jest konieczny dla praktyki każdego elektronika — amatora.

Rezystory

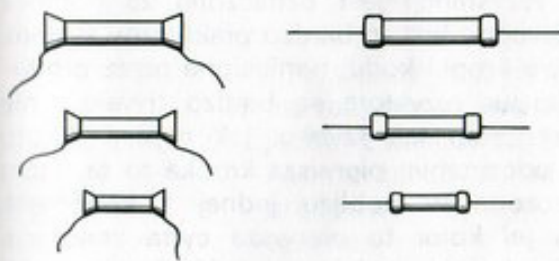


Prąd elektryczny z łatwością przepływa przez wszystkie metale. To właśnie dlatego przewody i kable stosowane w instalacjach i urządzeniach elektrycznych są najczęściej wykonywane z miedzi, która jest jednym z najlepszych przewodników prądu. Natomiast w układach elektronicznych prawie zawsze są potrzebne elementy o wręcz przeciwnych właściwościach: ich zadaniem jest utrudnianie przepływu prądu, stawianie mu pewnego oporu. Dlatego elementy takie od dawna nazywano opornikami. Obecnie elektrownicy stosują nową, międzynarodową nazwę: rezystory.

Dla potrzeb elektroniki są produkowane rezystory bardzo różnych rodzajów. Najbardziej typowe, popularne egzemplarze, z jakimi można najczęściej spotkać się w praktyce, są pokazane na rysunku. Wszystkie mają po dwie końcówki przeznaczone do

połączenia (najczęściej przez zlutowanie) z innymi elementami układu.

Nietrudno jest zauważyć, że pokazane na rysunku rezystory są różne: mniejsze i większe. Jest to związane z jedną z podstawowych cech rezystorów, tak zwaną mocą strat. Prąd, przepływając przez rezystor (z pewnym trudem), nagrzewa go. Podobnie nagrzewa się zbudowany specjalnie dla tego celu grzejnik elektryczny. Aby podwyższona tem-



Tak wyglądają typowe rezystory

peratura nie zniszczyła rezystora, musi on mieć odpowiednie rozmiary, które zapewniają mu lepsze chłodzenie. Dlatego — warto pamiętać — rezystory dużych rozmiarów mają większą moc znamionową, a małe — mniejszą. Co to jest moc znamionowa? Jest to charakteryzująca rezystor wielkość mocy elektrycznej, której w praktyce nie należy przekraczać, gdyż grozi to jego zniszczeniem (spaleniem). Nic natomiast nie szkodzi, jeśli w działającym urządzeniu rezystor jest obciążony prądem nawet znacznie mniejszym niż dopuszczalny. Pozostaje on wówczas całkowicie zimny i może spełniać swe zadanie przez wiele, wiele lat.

Moc rezystora można bez trudu określić (przynajmniej z grubsza) na podstawie jego rozmiarów, po prostu na oko. Jak natomiast dowiedzieć się, jaka jest wartość jego rezystancji? Tutaj nie pomoże nawet najlepsze oko, gdyż rezystancji nie widać. Można oczywiście pomierzyć ją odpowiednim przyrządem, lecz dla wygody wszystkich (w tym szcze-

gólnie początkujących) jest ona przez producenta oznaczona. Istnieją dwa sposoby oznaczania:

— wartość rezystancji i moc znamionowa rezystora są wydrukowane na jego korpusie (jeśli tylko pozwalają na to rozmiary elementu). Przykład: na rezystorze widnieje napis „1kΩ/2 W”. Zaczy on, że rezystancja ma wartość 1 kΩ (1 kΩ = 1 kiloom = 1000 omów = 1000 jednostek rezystancji), a moc znamionowa rezystora to 2 W (2 W = 2 waty = dwie jednostki mocy);

— wartość rezystancji jest oznaczona za pomocą kodu kolorowego. Jest to bardzo praktyczny system. Trzy kolorowe kropki kodu, naniesione przez producenta na korpus rezystora są bardzo trwale i nie ulegają zniszczeniu tak szybko, jak napisy. A oto sposób ich odczytania: pierwsza kropka to ta, która jest umieszczona w pobliżu jednej z końcówek rezystora, a jej kolor to pierwsza cyfra znacząca. Kolor drugiej kropki podaje wartość drugiej cyfry znaczącej, kolor zaś trzeciej wskazuje liczbę zer, jaka po tych cyfrach następuje.

Znaczenie kolorów:

czarny	0
brązowy	1
czerwony	2
pomarańczowy	3
żółty	4
zielony	5
niebieski	6
fioletowy	7
szary	8
biały	9

Kto ma pod ręką choć kilka rezystorów może samodzielnie rozszyfrować ich wartości. Przekona się przy sposobności, że przeważnie są spotykane dość dziwne liczby: 33, 47, 68 (z pewną liczbą zer), brak natomiast typowych, „okrągłych” wartości, jak na przykład 30, 60 lub 80. Wynika to stąd, że produkuje się jedynie rezystory o pewnych wy-

branych wartościach, które — z uwzględnieniem dokładności wykonania („rozrzutu rezystancji”) — są w praktyce wystarczające. W tabeli są zestawione typowe rezystancje elementów produkowanych z różną dokładnością.

Dokładność wykonania	Produkowane wartości nominalne											Z odpowiednią liczbą zer	
20%	10	15	22	33	47	68							
10%	10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82	

Przykłady odczytywania wartości rezystancji:

1) na rezystorze widnieją kolejno (począwszy od jednej z końcówek) trzy kropki: brązowa, czarna i pomarańczowa. Odczyt:

brązowa — 1
czarna — 0
pomarańczowa — 000

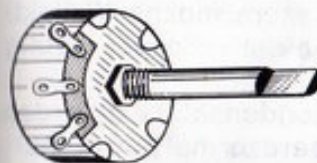
Jest to więc rezystor o wartości 10 000 Ω (10 000 Ω = 10 kΩ);

2) na rezystorze widać trzy czerwone kropki.

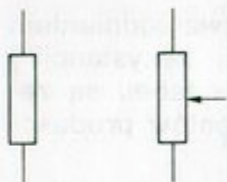
Odczyt:
czerwona — 2
czerwona — 2
czerwona — 00

A więc jest to rezystor o wartości 2200 Ω (2200 Ω = 2,2 kΩ = 2,2 tysiąca jednostek rezystancji).

Prócz poznanych już typowych rezystorów istnieją także — i są często stosowane — rezystory regulowane (nastawne). Ich wygląd zewnętrzny jest pokazany na rysunku. Są one tak zbudowane, że po ścieżce o odpowiedniej rezystancji można przemieszczać suwak wprowadzający do obwodu jej mniej-



A tak wyglądają rezystory regulowane (nastawne)



Symbole graficzne rezystorów: o rezystancji stałej i regulowanej (nastawnej)

szą lub większą część, zawartą pomiędzy wykorzystywaną końcówką i suwakiem. Rezystory regulowane są jednak przede wszystkim stosowane jako tak zwane potencjometry, czyli dzielniki napięcia (z ruchomego suwaka można przecież uzyskać dowolnie dobraną część napięcia istniejącego pomiędzy nieruchomymi wyprowadzeniami rezystora). Typowym przykładem takiego zastosowania jest regulator siły głosu (głośności audycji) w każdym radioodbiorniku.

Na schematach urządzeń elektronicznych z zasady stosuje się umowne symbole graficzne przyjęte dla poszczególnych elementów. Kreślenie ich naturalnego wyglądu byłoby przecież zbyt skomplikowane i trudne. Symbole graficzne rezystorów są pokazane na rysunku. Widząc taki symbol na schemacie każdy bez wahania pozna, że to nie co innego, tylko stary znajomy — rezystor.

Kondensatory

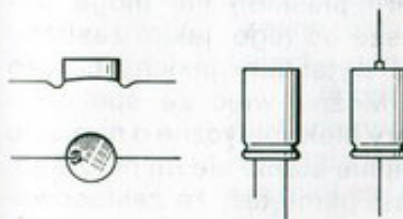
oczatkujący elektronicy wyobrażają sobie czasem, że prąd elektryczny płynie przewodem podobnie jak woda rurą. Mają oni nieco racji: pewne podobieństwo — choć dość odległe — między tymi zjawiskami istnieje. Lecz jeśli tak, to czy prąd elektryczny można zatrzymać, zmagazynować, tak jak na przykład szklankę można napełnić wodą wypływającą z kranu i przechować ją na potem? Owszem, można. W elektronice funkcję pojemników elektryczności pełnią kondensatory.

W praktyce spotyka się kondensatory o bardzo różnych pojemnościach, od bardzo małych do bar-

dzo dużych. Małe pojemności są określone w jednostkach zwanych pikofaradami (pF), w przypadku bardzo dużych są stosowane mikrofarady (μF). Aby uniknąć nieporozumień warto zapamiętać, że:

$$1\,000\,000\text{ pF} = 1\,000\text{ nF} = 1\ \mu\text{F}$$

Elektronicy — amatorzy mają do czynienia z kondensatorami o pojemności od ok. 10 pF do 10 000 μF . Jest to bardzo szeroki zakres wartości. Wynika stąd bardzo różnorodna budowa kondensatorów i ich mocno zróżnicowany wygląd zewnętrzny.



Tak wyglądają typowe kondensatory

Pewnym, choć bardzo umownym, punktem podziału może być pojemność 1 μF (jednego mikrofarada). Wszystkie kondensatory o pojemności mniejszej mają bardzo różną budowę. Są to — w zależności od rodzaju zastosowanego materiału — na przykład kondensatory ceramiczne, tantalowe, foliowe, papierowe i inne. Natomiast zdecydowana większość kondensatorów o pojemności powyżej 1 μF to tak zwane kondensatory elektrolityczne (produkowane metodą elektrolizy). Odznaczają się one dużymi pojemnościami przy stosunkowo niewielkich rozmiarach. Natomiast ich wspólną cechą jest biegunowość: mają one określone — i oznaczone na obudowie — bieguny: dodatni i ujemny. Biegun dodatni przyłącza się oczywiście do tego punktu układu, w którym występuje wyższe napięcie, a ujemny — gdzie niższe. Wszystkie inne kondensatory (te o pojemnościach poniżej 1 μF) najczęściej można przyłączyć do układu w dowolny sposób bez obawy uszkodzenia.

Drugą cechą kondensatorów, jaką jest napięcie pracy, należy rozumieć jako napięcie maksymalnie



dopuszczalne. Przekroczenie tego napięcia (tj. przyłączenie końcówek kondensatora do punktów układu, pomiędzy którymi istnieje napięcie wyższe) najczęściej powoduje uszkodzenie („przebicie”) kondensatora. W typowych układach współczesnej elektroniki amatorskiej są przeważnie stosowane bardzo niskie napięcia zasilające: kilka, a co najwyżej kilkanaście woltów. Niebezpieczeństwo przebicia kondensatorów nie występuje więc zbyt często. Wszak w układzie zasilanym na przykład z baterii 4,5 V (popularnej baterii płaskiej) nie mogą występować napięcia wyższe od tego, jakim zasilane jest całe urządzenie (z wyjątkiem jakichś bardzo specjalnych układów). Można więc ze spokojem zastosować kondensatory elektrolityczne o napięciu pracy 6 V, a z pewnością nie stanie się im nic złego.

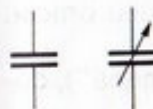
Warto jest natomiast pamiętać, że zastosowanie w budowanym układzie kondensatora o napięciu pracy wyższym niż to podano na schemacie (lub w zestawieniu elementów) nie jest błędem. Bez żadnych obaw można na przykład zastosować kondensator elektrolityczny o cechach 100 $\mu\text{F}/25\text{ V}$ zamiast — jak podano w opisie — 100 $\mu\text{F}/16\text{ V}$. Co więcej, zastosowany kondensator o wyższym napięciu pracy znajduje w budowanym układzie bardzo korzystne, łagodne warunki „bytowania” (nie jest wykorzystywany w pobliżu granicy swych możliwości) i sprawuje się dobrze przez wiele lat. Z drugiej jednak strony ma on przeważnie nieco większe rozmiary, co dla urządzenia zminiaturyzowanego może mieć istotne znaczenie.

Bardziej wnikliwi Czytelnicy niewątpliwie zauważają istotne podobieństwo problemów napięcia pracy kondensatorów i mocy znamionowej rezystorów. Domyślają się chyba także że, podobnie jak rezystory, również kondensatory są produkowane zgodnie z przyjętym szeregiem wartości, który — z uwzględnieniem rozrzutu pojemności — wystarcza dla wszelkich celów. Dla kondensatorów elektrolitycznych, których dokładność wykona-

nia nie jest duża (a pojemność bywa zmienna w czasie), został przyjęty zupełnie prosty szereg wartości: 10 – 22 – 47 (z odpowiednią liczbą zer).

Poza kondensatorami o określonej, stałej pojemności, są także stosowane — choć niezbyt często — kondensatory skonstruowane w sposób pozwalający na ręczne regulowanie ich pojemności. Występują one przede wszystkim w obwodach wejściowych radioodbiorników i służą tam do dostrajania aparatu do odbioru żądanej radiostacji. Obecnie coraz częściej funkcję tę spełniają bardziej nowoczesne układy elektroniczne wybierające, często nawet automatycznie, żadaną stację.

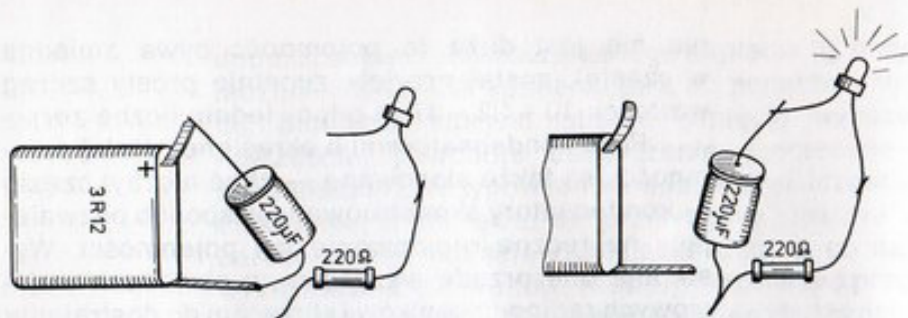
Pomimo znacznej różnorodności wykonania kondensatorów, ich symbol graficzny stosowany do kreślenia schematów, jest zawsze taki sam. Najczęściej spotykane symbole są pokazane na rysun-



Podstawowe symbole graficzne kondensatora: o pojemności stałej i regulowanej (nastawnej)

ku. W praktyce można spotkać się z drobnymi różnicami, szczególnie w przypadku schematów pochodzących ze źródeł zagranicznych. Pomimo to, widząc na rysunku dwie zbliżone do siebie krótkie kreski należy zawsze pamiętać, że element ten to nie co innego, jak kondensator. Czasem w pobliżu jednej z jego elektrod można ponadto zauważyć znak „+”. Nietrudno domyślić się, że wskazuje on elektrodę dodatnią kondensatora elektrolitycznego.

Dla naprawę ciekawych. Pojemność naczynia lub zbiornika z wodą to pojęcie zrozumiałe dla każdego. Natomiast trudniej jest sobie wyobrazić pojemność elektryczną, czyli pojemność kondensatora. Dlatego wszyscy, którzy wątpią, czy taka pojemność istnieje, mogą samodzielnie przeprowadzić proste doświadczenie. Wystarczy zestawić układ pokazany na rysunku. Skompletowanie po-



W taki sposób można wykazać istnienie pojemności elektrycznej

trzebnych elementów nie powinno nastęrczać większych trudności, ponieważ mogą one nie być dokładnie takie same, a mianowicie:

- kondensator elektrolityczny $100 \div 1000 \mu\text{F}/6 \text{ V}$ (a więc może to być kondensator o dowolnej wartości mieszczącej się w granicach pomiędzy 100 i 1000 mikrofaradów, napięcie pracy 6 V lub wyższe),
- rezystor $220 \div 1000 \Omega$ (od 220 do 1000 omów, dowolna moc),
- dioda elektroluminescencyjna („świecząca”), dowolny typ,
- bateria 4,5 V (tzw. płaska).

Zestawiając układ należy zwrócić uwagę na biegunowość elementów. Jeśli chodzi o baterię, jest to proste: dłuższa blaszka to minus, a krótsza — jej plus. Na kondensatorze elektrolitycznym widnieje wyraźne oznaczenie przynajmniej jednego z biegunów (najczęściej ujemnego). Rezystor można oczywiście włączyć w dowolny sposób: jego końcówki są zawsze identyczne. Natomiast dioda świeci tylko wtedy, gdy jest włączona w kierunku przewodzenia. Jeśli włączona przez rezystor w obwód baterii nie świeci, należy zamienić miejscami jej końcówki.

Aby stwierdzić, że kondensator rzeczywiście ma pewną pojemność elektryczną, należy dotknąć na krótką chwilę jego końcówki do biegunów baterii (rysunek z lewej strony). W ten sposób kondensator zostaje naładowany pewną ilością energii elektrycz-

nej, która wpływa do jego wnętrza. Przykładając następnie końcówki kondensatora do zestawu rezystor — dioda, można zauważyć jej krótkie świecenie (rysunek z prawej strony). To właśnie energia, zmagazynowana wewnątrz kondensatora, powoduje błysk diody. Błysk ten jest tym dłuższy, im większa jest pojemność kondensatora. Doświadczenie można przeprowadzać wielokrotnie bez żadnej szkody dla zastosowanych elementów. Zainteresowani mogą ponadto zmienić kondensator elektrolityczny na inny, o większej pojemności, i samodzielnie stwierdzić, że czas świecenia diody jest istotnie związany z pojemnością kondensatora. Po przeprowadzeniu tego ciekawego doświadczenia łatwo zapamiętać, że kondensator jest zbiornikiem, w którym można zmagazynować pewną ilość energii elektrycznej. Tym większą, im — przy danym napięciu — większa jest jego pojemność.

Cewki i dławiki



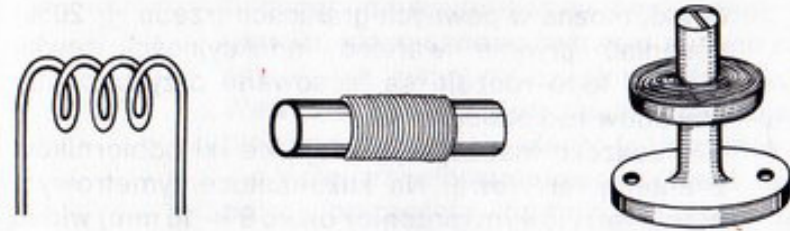
Rezystory i kondensatory są masowo stosowane w aparaturze elektronicznej wszelkiego rodzaju. Dlatego są one produkowane przez specjalistyczne zakłady w takich ilościach, że wystarcza dla wszystkich. Jednocześnie elementy te są produkowane w tak szerokim asortymencie, że zaspokaja one wszelkie potrzeby, w tym także radioamatorów i elektroników — hobbystów. Nabywają oni bez trudności potrzebne im rezystory i kondensatory w sklepach detalicznych. Nikt natomiast nie produkuje „na skład” podzespołów trzeciego rodzaju, to jest cewek i dławików. I to nie dlatego, że potrzeba ich (liczbowo) znacznie mniej. Rzecz przede wszystkim w tym, że są one projektowane indywidualnie, stosownie do potrzeb konkretnego, aktualnie produkowanego urządzenia. Tak więc, na przykład, fabryka radioodbierników sprowadza potrzebne jej rezys-

tory i kondensatory ze specjalistycznych zakładów produkcyjnych, cewki zaś — dla potrzeb własnej produkcji — przygotowuje we własnym zakresie. W takiej samej sytuacji są elektrycy — amatorzy. Rezystory i kondensatory kupują oni w sklepach z częściami radiowo-telewizyjnymi, cewki zaś przeważnie wykonują samodzielnie. Przeważnie, ponieważ w pewnych przypadkach jest możliwe zastosowanie w budowanym urządzeniu gotowego wyrobu (w postaci części zamiennej do konkretnego urządzenia, np. radioodbiornika). W opisie konstrukcyjnym modelu, przeznaczonego do zbudowania przez amatorów, jest więc podany sposób samodzielnego wykonania cewki (liczba zwojów, wymiary i rodzaj przewodu, kształt korpusu) albo nazwa handlowa podzespołu (np. cewka długofalowa obwodu wejściowego radioodbiornika).

Jest to w sumie dość zawile. Czyż nie lepiej byłoby określać cewki podobnie jak rezystory i kondensatory? Na przykład podając konkretną wartość ich ... Ano właśnie: wartość czego? Część Czytelników pewnie już wie, że podstawową cechą charakterystyczną cewki jest jej tak zwana indukcyjność. Stąd właśnie wywodzi się często spotykany termin: cewka indukcyjna. Jednostką indukcyjności jest henr (H). Jest to dość duża jednostka, dlatego w praktyce często są stosowane jednostki pochodne:

- milihenr (mH) = $1 \cdot 10^{-3}$ H = jedna tysięczna część henra,
- mikrohenr (μ H) = $1 \cdot 10^{-6}$ H = jedna milionowa część henra.

Jak dotąd nie jest to nawet zbyt zawile. Znacznie bardziej zawile natomiast jest praktyczne ustalanie wartości indukcyjności danej cewki. W warunkach początkującego amatora jest to praktycznie niewykonalne. To właśnie z tych powodów elektrycy budując układy zawierające cewki, budują je (i to możliwie dokładnie) według danych zawartych w opisie. Ale nawet zawodowi elektrycy — konstruktorzy także bardzo często podają (np. w doku-



Tak wyglądają typowe cewki stosowane w radioodbiornikach

mentacji technicznej) nie cyfrową wartość indukcyjności cewki, lecz rysunek techniczny tego elementu i dodatkowe dane konieczne dla jego dokładnego wykonania. Jest to może mniej wygodne, lecz za to dokładne i pewne. Tym bardziej, że taką samą wartość indukcyjności mogą mieć dwie zupełnie odmiennie wykonane cewki.

Na rysunku są pokazane cewki różnego rodzaju. Pierwsza z nich (z lewej) to typowa tzw. cewka krótkofalowa, która jest stosowana w radioodbiorniku dla zakresu fal krótkich. Ma ona niewielką liczbę zwojów, stąd też jej indukcyjność nie jest wielka. Patrząc na rysunek można domyślić się, że cewka jest wykonana z dość grubego drutu. Nie ma żadnego korpusu, gdyż twardy drut znakomicie: „trzyma wymiary” sam. Zastosowany do wykonania cewki drut to oczywiście przewód miedziany, o dobrej przewodności (najczęściej pokryty emalią izolacyjną). W środku jest pokazana cewka o znacznie większej liczbie zwojów, stąd też jej indukcyjność jest większa. Jest ona nawinięta na korpusie z materiału izolacyjnego. Nie ma on żadnego wpływu na własności cewki, służy jedynie do jej trwałego uformowania mechanicznego. Cewki tego rodzaju są stosowane w radioodbiornikach dla zakresu średniofalowego. Trzecia cewka (z prawej), nawinięta na korpusie z masy plastycznej, ma znaczną liczbę zwojów (i znaczną indukcyjność). Wewnątrz korpusu znajduje się niewielki gwintowany rdzeń ferrytowy, spreparowany z drobno sproszkowanego tlenku żelaza. Pokręcając go wkrętkiem, a więc wprowadzając mniej lub bardziej w głąb

cewki, można w pewnych granicach (rzędu $\pm 20\%$) zmieniać płynnie wartość indukcyjności cewki. Zabiegi tego rodzaju są stosowane przy strojeniu obwodów radioodbiornika.

Jeszcze inaczej wyglądają cewki odbiorników z anteną ferrytową. Na kilkunastocentymetrowym pręcie ferrytowym (średnicy około $8 \div 10$ mm) widać dwie cewki: o mniejszej (dla fal średnich) i większej



A tak wygląda antena ferrytowa małego radioodbiornika

(dla fal długich) liczbie zwojów. Indukcyjność tak jednej, jak i drugiej cewki można w pewnych granicach zmieniać — podczas strojenia układu — przemieszczając je wzdłuż pręta. Sama nazwa „antena ferrytowa” wywodzi się stąd, że układ tego rodzaju skutecznie wychwytuje sygnały radiowe z przestrzeni. Anteny ferrytowe są stosowane w większości odbiorników przenośnych.

Wszystkie dotychczas omówione cewki znajdują zastosowanie w radioodbiornikach. Współpracują one tam z kondensatorami o odpowiednio dobranej pojemności, tworząc tak zwane obwody rezonansowe. Niekiedy podobne cewki występują samodzielnie, pełniąc zupełnie odmienną funkcję: utrudniają one przepływ prądom wielkiej częstotliwości i stąd są zwane dławikami. Na rysunku jest

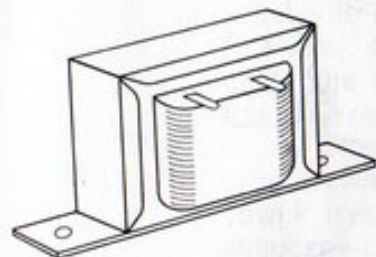


Dławik wielkiej częstotliwości może być nawinięty na rezystorze

pokazany dławik wykonany w postaci cewki (o znacznej liczbie zwojów) nawiniętej na rezystorze. Dławiki tego rodzaju są spotykane na przykład w odbiornikach telewizyjnych.

Zupełnie odmienną grupą cewek są elementy

o dużej indukcyjności, w tym przede wszystkim dławiki, stosowane w zakresie małych częstotliwości — tak zwanych częstotliwości akustycznych. Wewnątrz ich uzwojeń zawsze znajduje się rdzeń złożony z cienkich blach (z kształtek wyciętych z blachy transformatorowej). Cewki tego rodzaju pełnią najczęściej funkcję dławików w układach zasilających aparaturę. Są to z zasady podzespoły o dużych rozmiarach i znacznej masie. Bardzo podobne dławiki są powszechnie stosowane w opra-



Dławik małej częstotliwości

wach typowych świetlówek. W tym przypadku są one nazywane przez techników statecznikami.

Jak wynika z tego krótkiego przeglądu, w praktyce można spotkać się z cewkami o bardzo różnym wyglądzie zewnętrznym. Bardzo różna bywa ich konstrukcja. Natomiast symbol graficzny cewki jest tylko jeden, z tym że w razie potrzeby oznacza się obok niego taki lub inny rdzeń. Na rysunku są pokazane (od lewej do prawej) trzy typowe przy-
pa-



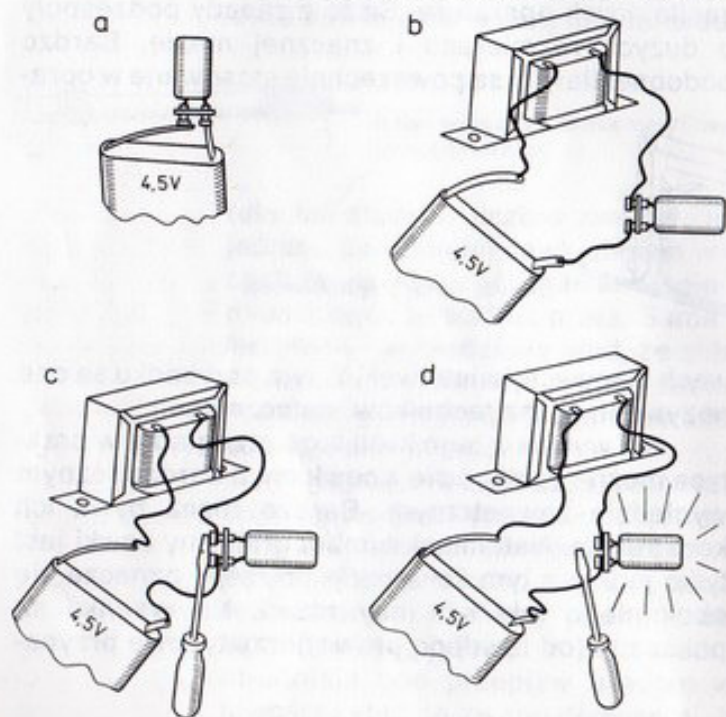
Symbol graficzny cewki (od lewej): bez rdzenia, z rdzeniem ferrytowym i z rdzeniem z blachy transformatorowej

dki: cewka bez jakiegokolwiek rdzenia (tak zwana powietrzna), cewka z rdzeniem ferrytowym i z rdzeniem z blachy transformatorowej.

Krótkie omówienie oczywiście nie wyczerpuje tak obszernego tematu, jakim są cewki i dławiki. Mimo to, nawet to, co podano, powinno ułatwić pierwsze kroki każdemu elektronikowi — amatoro-

wi. Bowiem wykonując według opisu lub rysunku taką czy inną cewkę, będzie patrzył na nią jak na podzespół już trochę znajomy.

Dla naprawdę ciekawych. Wszystkim, którzy przebrnęli przez zawilosci cewek i dławików, należy się jakaś nagroda. To dla nich właśnie jest przeznaczony opis bardzo ciekawego doświadczenia po-



Doświadczenie potwierdzające istnienie indukcyjności

kazanego na rysunku. Pozwala ono na zaobserwowanie zjawiska indukcyjności. Do przeprowadzenia doświadczenia są potrzebne:

- jakakolwiek cewka o znacznej indukcyjności (np. dławik z rdzeniem stalowym, transformator nie miniaturowych rozmiarów itp.),
- zapłonnik do świetlówki (jakikolwiek, może być nawet popsuty),
- bateria 4,5 V (płaska).

Zapłonnik należy rozebrać. W tym celu odgina się wkrętakiem zaczepy aluminiowej obudowy i wyjmuje jej zawartość. Jest to mała neonówka z przyłączonym równolegle niewielkim kondensatorem. Neonówka, zwana także wskaźnikiem jarzeniowym, świeci pomarańczoworóżowym blaskiem wówczas, gdy do jej elektrod jest doprowadzone napięcie o wartości przynajmniej $70 \div 80$ V. Nic też dziwnego, że bateria 4,5 V przyłączona do jej końcówek nie wywołuje zapłonu (rys. a). Nie zmienia też sytuacji włączenie w szereg z baterią dużej indukcyjności (dławika), neonówka nadal nie świeci (rys. b). Teraz następuje najciekawsza część doświadczenia: ostrzem wkrętaka zwiera się końcówki neonówki (rys. c) i...? Oczywiście nic, ponieważ neonówka jest po prostu zwarta. Za to w momencie rozwarcia końcówek (rys. d) rozbłyśka ona w sposób wyraźnie widoczny. „Zapalenie” neonówki można powtarzać wielokrotnie.

Jest to dość ciekawe zjawisko, które można łatwo wyjaśnić. Zapłon neonówki powoduje nie co innego, tylko duża indukcyjność dławika. Znaczy to, że w momencie gdy przez dławik przestaje płynąć prąd (płynie on przecież z pewnością, gdy neonówka jest zwarta), z jego uzwojenia „wyskakuje” impuls dość wysokiego napięcia. Znacznie wyższego od napięcia 4,5 V, którym jest zasilany cały układ. Skąd bierze się ta nagle pojawiająca się energia? Jest ona zmagazynowana w polu magnetycznym powstającym wokół dławika w wyniku przepływu prądu (stałego) przez jego uzwojenie. Gdy prąd przestaje płynąć, pole magnetyczne gwałtownie zanika, a jego energia wyładowuje się wewnątrz neonówki.

A więc magazynem energii może być nie tylko kondensator. Również cewka o dużej indukcyjności potrafi zebrać jej pewną ilość. Skupia ją jednak nie tak jak kondensator w „pojemnym wnętrzu”, lecz w postaci pola magnetycznego wytworzonego wokół swego uzwojenia. Ciekawe, prawda?

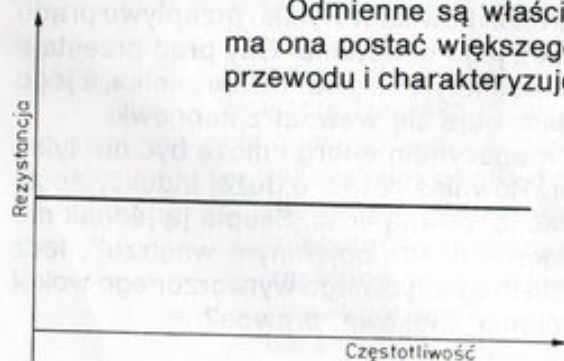
Właściwości elementów RLC



Znajomość trzech podstawowych elementów stosowanych w elektronice, to jest rezystorów (oznaczanych skrótowo dużą literą R), cewek (L) i kondensatorów (C), nie byłaby kompletna bez poznania ich właściwości. A warto wiedzieć, że to one właśnie są podstawą zjawisk zachodzących w układach (obwodach) elektrycznych i elektronicznych. Bez ich znajomości pełne zrozumienie elektroniki nie jest po prostu możliwe. Nie są to sprawy łatwe, dlatego — zgodnie ze wstępną umową — zostaną podane jedynie rzeczy zasadnicze i to w znacznym uproszczeniu.

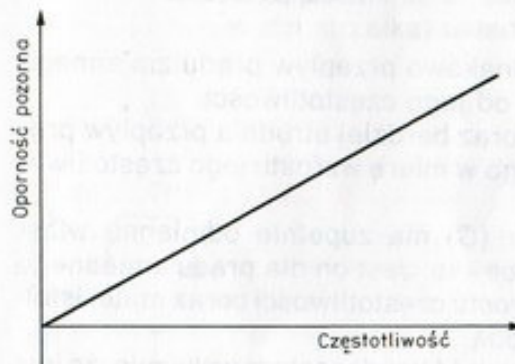
Najprościej przedstawia się sprawa rezystorów (R). Utrudniają one przepływ prądu elektrycznego zawsze jednakowo. Są więc taką samą przeszkodą na drodze prądu stałego, płynącego na przykład z baterii, jak i prądu przemiennego — i to niezależnie od jego częstotliwości. A więc zarówno prądu pobieranego z sieci oświetleniowej (50 Hz), jak i przebiegów radiowych (np. indukowanych w antenie) oraz wszelkich innych. Najlepiej przedstawia to prosty wykres, na którym widać wyraźnie, że wartość rezystancji jest stała w całym widmie częstotliwości.

Odmienne są właściwości cewki. Wiadomo, że ma ona postać większego lub mniejszego „kłębaka” przewodu i charakteryzuje się pewną indukcyjnością



Rezystor utrudnia przepływ prądu zawsze jednakowo, niezależnie od częstotliwości

(tym większą, im więcej ma zwojów). Jednak taki nawet najbardziej poplątany przewód nie przeszkadza przepływowi prądu stałego. Indukcyjność kryjąca się w zwojach cewki, jest przeszkodą tylko dla prądów przemiennych (i zmiennych wszelkiego rodzaju). Można się domyślić, że utrudnienie to jest tym większe, im większa jest częstotliwość zmian prądu. Dlatego oporność pozorną cewki (pozorną, bo przecież w istocie ona nie istnieje) można przedstawić na wykresie tak, jak to pokazano na rysunku. Oporność pozorną cewki technicy nazywają impedancją.



Oporność pozorną cewki (dławika) utrudnia przepływ prądu zmiennego coraz bardziej w miarę wzrostu jego częstotliwości

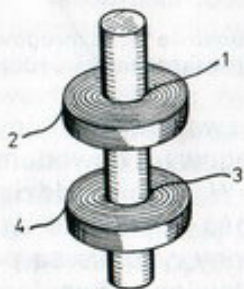
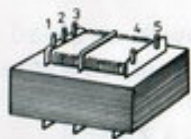
Pozostaje do omówienia trzeci element — kondensator (C). Po pierwotnym jego naładowaniu (tj. wypełnieniu pojemności) jest on dla prądu stałego przeszkodą nie do przebycia. Jednak w miarę wzrostu częstotliwości kondensator w obwodzie staje się coraz mniejszą przeszkodą dla prądu. No, bo jeśli przy każdej zmianie biegunowości pewien ładunek elektryczny wpływa do jego wnętrza i wypływa z niego, to dla wielkich częstotliwości (radiowych) kondensator jest już niewielką przeszkodą. Oporność pozorną kondensatora maleje więc wraz ze wzrostem częstotliwości tak, jak to pokazano na rysunku. Wykres zaczyna się od nieskończoności, ponieważ dla prądu stałego (częstotliwość równa zero) kondensator jest po prostu izolatorem.

Z rozważań tych warto zapamiętać, że: — rezystor (R) zachowuje się zawsze tak samo,

są powszechnie stosowane w urządzeniach radiowych. Z ich pomocą można wybrać żądany sygnał spośród wielu zaindukowanych w antenie odbiorczej lub uformować częstotliwość sygnału w celu wypromieniowania go w przestrzeń przez antenę nadajnika.

Transformatory

W układach elektronicznych często stosuje się dwie cewki umieszczone przy sobie tak blisko, że na siebie wzajemnie oddziałują magnetycznie. Są one z sobą w ten sposób sprzężone i tworzą transformator. Na rysunku jest pokazany transformator wielkiej częstotliwości zestawiony z dwóch cewek, bez rdzenia, a obok transformator małej częstotliwości. Ma on odpowiedni rdzeń stalowy, jego uzwojenia zaś są umieszczone jedno na drugim lub obok siebie na środkowej kolumnie rdzenia.



Transformator wielkiej częstotliwości jest zestawiony z dwóch cewek. Uzwojenia transformatora małej częstotliwości są umieszczone na rdzeniu z blachy transformatorowej

Niezależnie od rodzaju i budowy transformatora przebiegi elektryczne doprowadzane do jednego z uzwojeń, zwanego pierwotnym, przenoszą się — w postaci strumienia magnetycznego — do drugiego zwanego wtórnym, przez magnetowód. W przypadku małych częstotliwości magnetowodem jest rdzeń z blachy transformatorowej. W przypadku

wielkich („radiowych”) częstotliwości jest nim powietrze lub (częściej) rdzeń ferrytowy. Transformator może mieć także kilka uzwojeń wtórnych. W każdym jednak przypadku obowiązuje zasada tak zwanej przekładni transformatora. W praktyce oznacza to, że wartość napięcia pojawiającego się w uzwojeniu wtórnym zależy od liczby jego zwojów. Jeśli jest ona taka sama co w uzwojeniu pierwotnym, napięcie wtórne ma taką samą wartość. Uzwojenie o większej liczbie zwojów daje napięcie wyższe, o mniejszej — niższe.

Na tej właśnie zasadzie działają powszechnie stosowane transformatory sieciowe. Nazwa ta wywodzi się stąd, że ich uzwojenie pierwotne jest zasilane bezpośrednio z sieci oświetleniowej, to jest napięciem przemiennym 220 V/50 Hz (czyli o napięciu 220 woltów i częstotliwości 50 herców, czyli 50 cykli na sekundę). Uzwojenie wtórne takiego transformatora może mieć oczywiście mniejszą lub większą liczbę zwojów — zależnie od wymaganej wartości napięcia. Niezależnie od tego, transformator spełnia drugą bardzo istotną funkcję, a mianowicie oddziela elektrycznie (separuje) zasilane urządzenie od sieci oświetleniowej. Dzięki temu w urządzeniu tym nie występuje jakiejkolwiek napięcie w stosunku do ziemi (i obiektów uziemionych, jak rury wodociągowe, kanalizacyjne, instalacje centralnego ogrzewania itp.). Napięcie takie w przypadku sieci oświetleniowej 220 V bywa groźne nawet dla życia człowieka.

W praktyce amatorskiej wykonuje się cewki i dławiki jedynie wielkiej częstotliwości — i to niezbyt często. Samodzielne zbudowanie dławika lub transformatora z rdzeniem stalowym (np. transformatora sieciowego) nie wchodzi w rachubę, a to przede wszystkim z braku odpowiednich materiałów (np. drutu nawojowego). W sprzedaży dość często są spotykane transformatory sieciowe produkcji fabrycznej. Ich asortyment jest bardzo szeroki. Trudności polegają jedynie na tym, że w typowych sklepach z częściami

radiowo-telewizyjnymi najczęściej brak jest — poza symbolem i ceną — pełnych informacji o parametrach technicznych sprzedawanych transformatorów. Sprawie tej warto poświęcić nieco uwagi.

Transformatory produkcji krajowej są fabrycznie oznaczane symbolem TS (od Transformator Sieciowy), po którym następują dwie liczby rozdzielone skośną kreską. Pierwsza z nich określa moc znamionową transformatora (w jednostkach zwanych woltoamperami — $V \cdot A$) i ma bardzo istotne znaczenie. Bowiem moc transformatora to jednocześnie jego wymiary (i masa). Transformator małej mocy jest niewielki i lekki, dużej — duży i ciężki. Co najważniejsze jednak, to fakt, że określona dla danego transformatora moc znamionowa jest jednocześnie granicą, której w praktyce nie należy przekraczać (pod groźbą jego zniszczenia). Nic natomiast nie stoi na przeszkodzie, aby z transformatora pobierać moc mniejszą od znamionowej. A nawet więcej: transformator nie w pełni wykorzystany nagrzewa się znacznie mniej, często w sposób prawie niezauważalny. Dlatego może pracować spokojnie przez wiele lat bez obawy uszkodzenia (podwyższona temperatura jest „wrogiem numer 1” każdego transformatora). Stąd też pewien „margines mocy” transformatora zasilającego, rzędu chociaż $20 \div 25\%$, jest bardzo wskazany, szczególnie w przypadku urządzeń działających przez wiele godzin bez przerwy.

Cyfry występujące w symbolu transformatora po skośnej kresce tworzą jedynie numer fabryczny (produkcyjny), który nie zawiera w sobie bezpośrednio żadnej informacji technicznej. Pozwala on natomiast na identyfikację transformatora i odnalezienie jego danych w odpowiednim katalogu. I tu oczywiście powstaje pytanie: jak i gdzie można znaleźć taki katalog? Niestety, początkujący elektronik najczęściej nie ma dostępu do wydawnictw fachowych tego rodzaju. Dotyczy to w szczególności zamieszkałych poza dużymi skupiskami ludności. Dlatego chyba dla

wielu Czytelników okaże się przydatna tablica, w której zestawiono podstawowe parametry techniczne transformatorów produkcji krajowej. Obejmuje ona najbardziej popularne transformatory małej mocy, a więc często stosowane w praktyce amatorskiej i jest zamieszczona na końcu książki („Tablice”).

Różnorodność wykonania transformatorów nie ma wpływu na ich ujednolicony symbol graficzny stosowany do określenia schematów urządzeń elektrycznych (w tym także elektronicznych). Symbole najczęściej spotykane w kraju są pokazane na



Symbole graficzne transformatorów (od lewej): wielkiej częstotliwości (bez rdzenia i z rdzeniem ferrytowym) oraz małej częstotliwości (z rdzeniem z blachy stalowej)

rysunku. W schematach pochodzenia zagranicznego mogą występować pewne drobne rozbieżności. Mimo to, patrząc na nie trudno zaprzeczyć, że transformator to nie co innego, jak dwie lub większa liczba sprzężonych z sobą cewek.

Elementy półprzewodnikowe



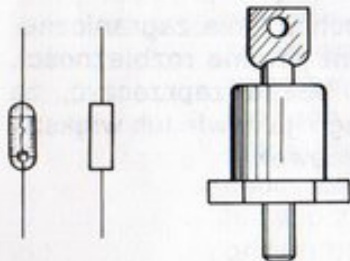
oziom współczesnej techniki ustalają elementy półprzewodnikowe. Pod tą ogólną nazwą kryją się bardzo różne, specjalistyczne wyroby. Poznanie ich wszystkich nie jest konieczne. Początkującemu amatorowi wystarczy znajomość — i to dość ogólna — diod i tranzystorów. Poza tym warto wiedzieć — przynajmniej z grubsza — co to są układy scalone. Informacje na ten temat zostały przygotowane w sposób możliwie prosty i przystępny.

Diody



Są to najprostsze elementy półprzewodnikowe. Najprostsze między innymi dlatego, że mają tylko dwie końcówki. Są to wyprowadzenia (z wnętrza obudowy) dwóch elektrod: katody (oznaczanej skrótowo literą *K*) i anody (oznaczanej literą *A*). Obudowy są różnych kształtów, bowiem diody mają różne zastosowania, a stąd odmienną konstrukcję.

Wygląd zewnętrzny kilku najbardziej popularnych diod jest pokazany na rysunku. Pierwsza z nich (z lewej) to typowa dioda, tak zwana ostrzowa (mogąca służyć do wielu różnych zadań). Jej dwie końcówki z cienkiego drutu są wyprowadzone z wnętrza szklanej obudowy. Można przez nią nieraz obejrzeć (najlepiej za pomocą lupy) wewnętrzną budowę diody, rozróżniając niewielki fragment kryształu (katoda) oraz dotykający do niego sprężynujący drucik (anoda). Diody tego rodzaju są przeznaczone do przewo-



Tak wyglądają popularne diody

dzenia niezbyt wielkiego prądu rzędu kilkudziesięciu miliamperów. Obecnie nie są już produkowane w kraju, jednak spotyka się je bardzo często jeszcze w działającym sprzęcie radiowo-telewizyjnym wyprodukowanym w latach ubiegłych. Ponadto bardzo wielu amatorów ma je w swoich zapasach.

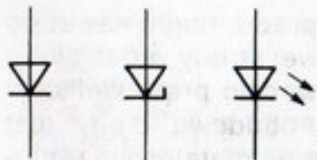
Druga, pośrodku rysunku, to dioda średniej mocy. Jest ona umieszczona w korpusie z tworzywa sztucznego, z którego są wyprowadzone dwie końcówki z drutu. Diody tego rodzaju są przystosowane

do przewodzenia większego prądu, rzędu nawet do około 1 A (A — amper). Z prawej strony widać diodę dużej mocy. Może ona przewodzić prąd wielkości kilku amperów. Jak widać, obudowa diody jest przystosowana do mocowania na metalowym radiatorze za pomocą nakrętki. Radiator, wykonany z grubej blachy miedzianej lub aluminiowej, przejmuje ciepło z obudowy diody i przez to zapobiega jej przegrzaniu (spaleniu). Górna końcówka diody (często z „oczkiem”) jest przystosowana do przylutowania jednego z przewodów montażowych, drugi łączy się z radiatorem. Produkowane są także diody przystosowane do przewodzenia bardzo dużego prądu (nawet 100 A), ale w praktyce amatorskiej nie mają one zastosowania.

Nawet przy najbardziej drastycznych różnicach w wyglądzie zewnętrznym diody mają one jedną wspólną cechę, o której należy bezwzględnie pamiętać: przewodzą prąd praktycznie tylko w jednym kierunku. Jest w tym duże podobieństwo do popularnego wentyla, przez który pompuje się oponę (dokładniej dętkę) roweru. Powietrze można wtłoczyć za pomocą pompki do wnętrza, natomiast droga powrotna jest dla niego zamknięta. Chyba wszyscy znają to zjawisko.

Spomiędzy wielu rodzajów diod o specjalnym zastosowaniu należy zawrzeć znajomość z diodą Zenera, zwaną także przez techników stabilitronem. Ma ona ciekawą właściwość utrzymywania na swych końcówkach napięcia o stałej wartości nieomal całkowicie niezależnie od wielkości prądu przepływającego przez jej wnętrze. Zjawisko to jest wykorzystywane w praktyce do stabilizacji (utrzymywania stałej wartości) napięcia zasilającego układy elektroniczne. Jeszcze bardziej interesujące są diody elektroluminescencyjne, zwane także świecącymi. Są one stosowane do bardzo różnych celów i stąd ich popularność jest znaczna.

Pomimo dużej różnorodności diod ich symbol graficzny jest zawsze taki sam, z tym że w niektó-

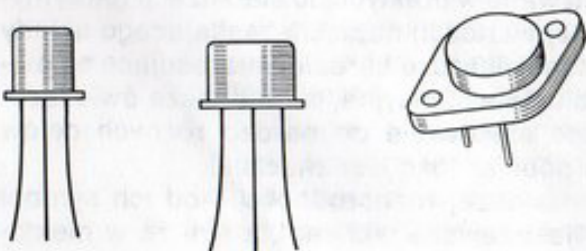


Symbole graficzne diod (od lewej): prostowniczej, diody Zenera i diody świecącej (elektroluminescencyjnej)

rych wypadkach bywa uzupełniany szczegółami niosącymi dodatkową informację. Trzy najczęściej spotykane symbole są pokazane na rysunku. Już sam ich kształt sugeruje, że są to elementy łatwo przepuszczające prąd elektryczny tylko w jednym kierunku. A to jest przecież podstawową cechą każdej diody.

Tranzystory

Są to elementy półprzewodnikowe nieco bardziej złożone niż diody. Między innymi mają nie po dwie, lecz po trzy końcówki (wyprowadzenia elektrod zamkniętych w obudowie). Wewnętrzne elektrody tranzystora to baza (oznaczana skrótowo literą *B*), emiter (*E*) i kolektor (*K*). Wygląd zewnętrzny kilku typowych tranzystorów jest pokazany na rysunku. Podobnie jak w przypadku diody, przez tranzystor małych rozmiarów może płynąć, bez obawy jego zniszczenia, jedynie niewielki prąd, przez tranzystory o rozmiarach średnich — większy, przez duże zaś — bardzo duży. Prąd ten płynie w obwodzie emiter (*E*) — kolektor (*K*). Najbardziej istotne jednak



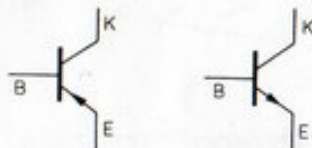
Tak wyglądają typowe tranzystory

jest to, że trzecia elektroda tranzystora, zwana bazą (*B*) umożliwia sterowanie wielkością prądu płynącego w obwodzie *E — K*. Co więcej: do sterowania nawet dużym prądem wystarcza jedynie bardzo niewielki prąd bazy. Zjawisko to jest praktycznie wykorzystywane do wzmacniania sygnałów.

Jeszcze nie tak dawno symbolem nowoczesności w elektronice były opracowane jako pierwsze tranzystory germanowe (produkowane z pierwiastka zwanego germanem — *Ge*). Obecnie wszyscy mają do czynienia wyłącznie z tranzystorami krzemowymi (produkowanymi z pierwiastka zwanego krzemem — *Si*). Istnieją dwa rodzaje tranzystorów krzemowych różniące się zasadniczo między sobą: — o przewodności *n-p-n*, zasilane (najczęściej) napięciem dodatnim, — o przewodności *p-n-p*, zasilane (najczęściej) napięciem ujemnym.

W praktyce amatorzy mają do czynienia przeważnie z tranzystorami typu *n-p-n*, typy o przewodności *p-n-p* są stosowane znacznie rzadziej. Występują one przede wszystkim wraz z takim samym tranzystorem o przewodności *n-p-n*, tworząc tak zwaną parę komplementarną (wzajemnie się uzupełniającą).

Rodzaj przewodności tranzystora jest z zasady uwidoczniiony na symbolu graficznym, co bardzo ułatwia „czytanie” schematów. Ostrze strzałki umieszczone w środku kreski odpowiadającej emiterowi tranzystora jest zwrócone w kierunku wnętrza w przypadku tranzystora o przewodności *p-n-p*. Strzałka odwrotnie skierowana, na zewnątrz — to tranzystor o przewodności *n-p-n*. Symbole tranzystorów o takiej przewodności są pokazane na rysun-



Symbole graficzne tranzystorów: typu *p-n-p* (z lewej) i *n-p-n* (prawej). Symbolami literowymi oznaczono ich poszczególne elektrody: *B* — baza, *E* — emiter, *K* — kolektor

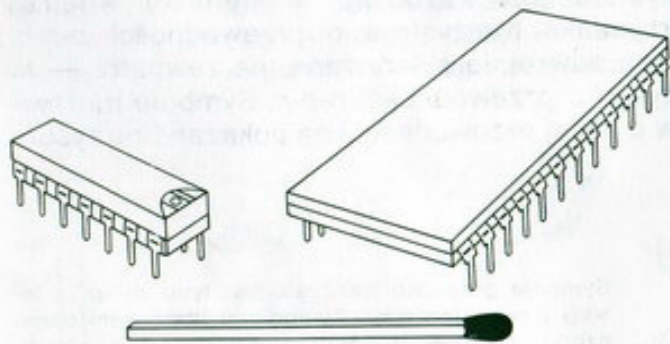
ku. Często można spotkać się także z symbolami tranzystorów, w których ponadto pokazany jest zamknięty obwód symbolizujący obudowę.

Szczegółowe dane techniczne wszelkich elementów półprzewodnikowych można znaleźć w odpowiednich katalogach. Dla początkujących amatorów są to materiały trudno dostępne. Dlatego na końcu książki („Tablice”) są zamieszczone podstawowe dane techniczne diod i tranzystorów najczęściej spotykanych w praktyce.

Układy scalone



Niezbyt zaawansowani elektronicy spotykają się z układami scalonymi niezbyt często. Ale nawet wtedy nie interesują się tym, co tam „siedzi” w ich wnętrzu. Mimo to warto wiedzieć, że te najbardziej nowoczesne elementy elektroniczne zawierają w swym wnętrzu co najmniej kilkanaście, kilkadziesiąt, a w wielu przypadkach nawet setki i tysiące tranzystorów i diod (wraz z uzupełniającymi schemat rezystorami). Z obudowy układu scalonego są wyprowadzone na zewnątrz jedynie końcówki głównych obwodów w postaci „nózek”. W małych układach scalonych jest ich 14 lub 16, w bardziej złożonych



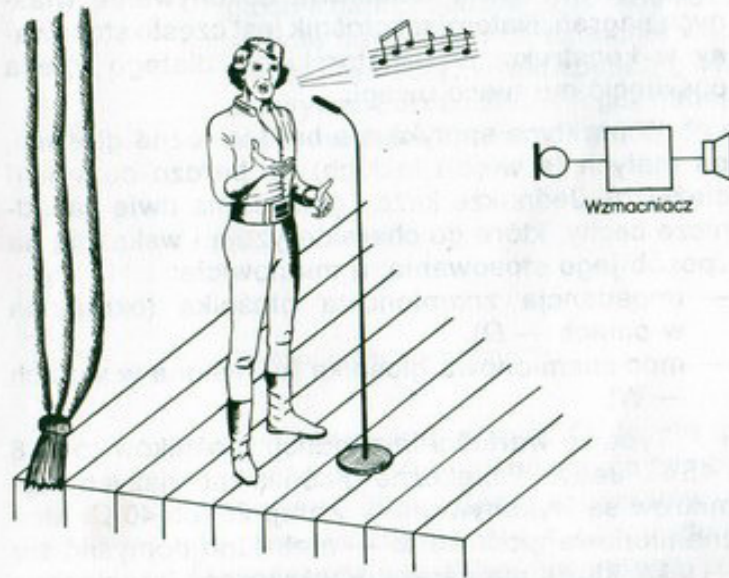
Tak wyglądają typowe układy scalone (porównanie z zapalką)

nawet kilkadziesiąt. To właśnie te ostatnie umożliwiły zbudowanie komputera osobistego niewielkich rozmiarów. Dwa typowe układy scalone są pokazane na rysunku. Z pewnością warto przyjrzeć się im, ponieważ do nich należy przyszłość elektroniki.

Przetworniki elektroakustyczne



Pod tą sucho brzmiącą nazwą kryją się popularne urządzenia umożliwiające człowiekowi korzystanie z aparatury elektronicznej (dokładniej: elektroakustycznej). Najlepiej wyjaśnia to przykład pokazany na rysunku. Widać tam artystę śpiewającego przed mikrofonem. Jego głos wzmocniony w urządzeniu elektronicznym dociera do publiczności za pomocą odpowiednio umieszczonego głośnika. Obok jest pokazany schemat funkcjonalny aparatury (czyli



Typowe zastosowanie aparatury elektroakustycznej i jej schemat funkcjonalny

taki, który w ogólny sposób pokazuje zestaw urządzeń w postaci współpracujących z sobą bloków).

Jak widać, zestaw składa się z:

- mikrofonu, który zamienia wytwarzane przez artystę drgania powietrza (jego głos) na odpowiadające im przebiegi elektryczne,
- wzmacniacza, który wzmacnia słabe sygnały elektryczne powstające w mikrofonie, a wzmożonym sygnałem zasilają głośnik,
- głośnika, który przetwarza otrzymany sygnał elektryczny na mechaniczne drgania powietrza (fale akustyczne).

Jak z pewnością większość czytających już się domyśla, mikrofon i głośnik to nie co innego, jak wymienione w tytule przetworniki elektroakustyczne. Przetworniki, ponieważ przetwarzają (zamieniają) drgania mechaniczne na elektryczne (mikrofon) lub odwrotnie — elektryczne na mechaniczne (głośnik). Z mikrofonami amatorzy mają niewiele do czynienia, co najwyżej w przypadku użytkowania magnetofonu, który umożliwia dokonywanie własnych nagrań. Natomiast głośnik jest często stosowany w konstrukcjach amatorskich i dlatego trzeba poświęcić mu nieco uwagi.

W praktyce spotyka się bardzo różne głośniki, od małych (a więc i lekkich) do bardzo dużych (i ciężkich). Jednakże każdy głośnik ma dwie zasadnicze cechy, które go charakteryzują i wskazują na sposób jego stosowania, a mianowicie:

- impedancja znamionowa głośnika (określona w omach — Ω),
- moc znamionowa głośnika (określona w watach — W).

Typowe wartości impedancji głośników to 4, 8 i 15 Ω . Jedynie nieliczne głośniki mniejszych rozmiarów są wykonywane w wersji 25 lub 40 Ω . Moc znamionowa głośnika to — nietrudno domyślić się — taka, której nie należy przekraczać. Przeciążony (zasilany zbyt dużą mocą) głośnik ulega uszkodze-

niu. Impedancja głośnika natomiast jest istotna dla tak zwanego dopasowania urządzeń elektroakustycznych. Zasadą jest, że do wzmacniacza (którego wyjście ma określoną impedancję) należy przyłączyć głośnik o takiej samej (lub zbliżonej) wartości impedancji. Zestaw nie dopasowany nie działa prawidłowo, po prostu zniekształca.

Głośniki są urządzeniami dość kosztownymi i — co gorsze — niezbyt często spotykanymi w sprzedaży. Stąd też popularnym „źródłem zaopatrzenia” amatorów w głośniki są ... stare radioodbiorniki. Gdy po latach pracy odmawiają one posłuszeństwa, ich głośniki są przeważnie jeszcze w dobrym stanie i nadają się do dalszego wykorzystania. Należy jedynie pamiętać, że z głośnikami należy obchodzić się bardzo ostrożnie i chronić je od uszkodzeń mechanicznych (np. podczas wymontowywania z już nie używanego sprzętu). Najbardziej wrażliwa na uszkodzenia jest delikatna membrana. Trzeba także pamiętać, że największym wrogiem głośnika jest kurz i pył, szczególnie opiłki metalu. Dlatego posiadany głośnik należy starannie opakować i schować w miejscu nie narażonym na działanie wilgoci lub nietypowej temperatury. W ten sposób głośnik można przechowywać bardzo długo. A gdy nadejdzie pora, okaże się on w pełni sprawny i gotów do działania.



Symbol graficzny głośnika

Nietrudno domyślić się, że pomimo wielkiej różnorodności głośników ich symbol graficzny, stosowany do kreślenia schematów, jest zawsze taki sam. Można go sobie bez trudu przyswoić, gdyż w zasadzie jest to nie co innego, jak bardzo uproszczony rysunek głośnika.

Źródła zasilania



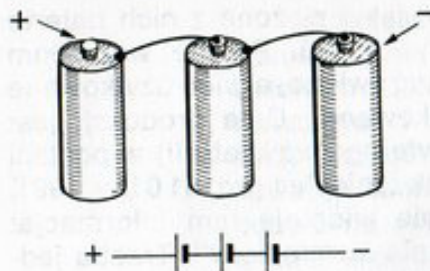
Początkujący elektronicy najczęściej zasilają swe urządzenia w sposób najprostszy, a więc stosują ogniwa galwaniczne. W tabelicy zestawiono dane techniczne trzech najbardziej popularnych ogniw, pokazanych na rysunku.

Typ ogniwa	Napięcie znamionowe [V]	Masa [g]	Wymiary [mm]
R6	1,5	16	∅ 14 × 50
R14	1,5	50	∅ 26 × 50
R20	1,5	85	∅ 33 × 60



Tak wyglądają typowe ogniwa galwaniczne

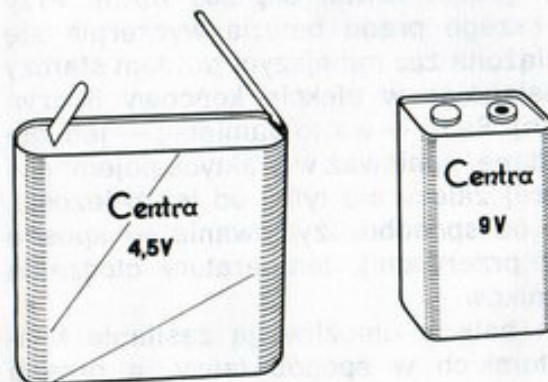
Napięcie jednego ogniwa (1,5 V) jest w większości przypadków zbyt niskie dla zasilania typowych urządzeń elektronicznych. Dlatego w praktyce do jednego urządzenia stosuje się kilka ogniw połączonych w taki sposób, że ich napięcia sumują się. Obsługę ułatwia specjalny pojemnik, w którym umieszcza się odpowiednią ilość ogniw. Ma on fabrycznie wykonane punkty kontaktowe dla biegunów poszczególnych ogniw i takie połączenia pomiędzy nimi, że ogniwa są zestawione — jak to nazywają technicy — w szereg. Na rysunku są pokazane trzy ogniwa o napięciu 1,5 V połączone w szereg. Na końcówkach takiego zestawu występuje napięcie równe 4,5 V (ponieważ $1,5\text{ V} + 1,5\text{ V} + 1,5\text{ V} = 4,5\text{ V}$).



Trzy ogniwa zestawione w szereg: schemat połączeń i schemat zasadniczy zestawu

Ten sam zestaw jest pokazany powyżej za pomocą symboli graficznych. Jak widać, symbol ogniwa jest bardzo prosty i łatwy do wykreślenia — choć w zasadzie w niczym nie przypomina prawdziwego ogniwa.

Zestaw kilku ogniw (we wspólnej obudowie) to już jest bateria. Na rysunku są pokazane dwie najbardziej popularne baterie produkowane w kraju. Ich podstawowe parametry techniczne podaje tablica.



Tak wyglądają typowe baterie ogniw

Typ baterii	Napięcie znamionowe [V]	Masa [g]	Wymiary [mm]
3R12	4,5	110	62 × 22 × 62
6R22	9,0	37	26 × 17 × 48

Zarówno ogniwa, jak i złożone z nich baterie mają ograniczoną żywotność. Przede wszystkim jednak powinny one być świeże, a więc użytkowane wkrótce po wyprodukowaniu. Data produkcji jest podawana na obudowie ogniwa (baterii) w postaci cyfr oznaczających rok i miesiąc (np. 91 01 = 1991, styczeń). Jednocześnie widnieje tam informacja: „Okres przechowywania ... miesięcy”. Trzeba jednak wiedzieć, że w końcu tego okresu ogniwa (baterie) jeszcze działają, lecz są niewiele warte. Dlatego trudno jest podać bardzo interesujący każdego parametr, jakim jest tak zwana pojemność ogniwa. Jest ona określona — podobnie jak w przypadku akumulatora samochodowego — w amperogodzinach (Ah). Można jednak orientacyjnie przyjąć, że dość świeża bateria typu 3R12 ma pojemność około 0,5 Ah (czyli 500 mAh). Znaczący to w praktyce, że z baterii takiej można pobierać prąd o wartości 50 mA przez 10 godzin (ponieważ 50 mA pomnożone przez 10 godzin równa się 500 mAh). Przy poborze większego prądu bateria wyczerpie się szybciej, obciążona zaś mniejszym prądem starczy na dłużej (osiągając w efekcie końcowy iloczyn około 500 mAh). Są to — warto pamiętać — jedynie orientacyjne dane, ponieważ w praktyce pojemność ogniwa (baterii) zależy nie tylko od jej świeżości, lecz ponadto od sposobu użytkowania (w sposób ciągły, czy z przerwami), temperatury otoczenia i innych czynników.

Ogniwa i baterie umożliwiają zasilanie konstrukcji amatorskich w sposób łatwy, a przede wszystkim bezpieczny. Są one jednak dość drogie. Dlatego urządzenia elektroniczne często użytkowane wygodniej byłoby zasilać energią z sieci oświetleniowej (stosując odpowiedni zasilacz sieciowy). Ale uwaga: najmłodszy nie powinni mieć nic wspólnego z urządzeniami sieciowymi. Napięcie sieci oświetleniowej jest równe 220 V. Jest to napięcie groźne nawet dla życia człowieka i trzeba o tym bezwzględnie pamiętać.

Istnieją jeszcze inne, rzadziej spotykane źródła zasilania urządzeń elektronicznych, jak na przykład baterie miniaturowe (stosowane w zegarkach elektronicznych i minikalkulatorach), akumulatory różnych rodzajów, w tym także miniaturowe („pastylkowe”), baterie słoneczne i inne, jeszcze mniej popularne. Ale z nimi najlepiej zaznajomić się nie tylko teoretycznie, z kart książki, lecz przez praktykę. Dlatego na tym kończy się nie tylko omówienie źródeł zasilania, lecz także cały przegląd elementów układów elektronicznych. A z uzyskanym zasobem wiadomości można już przejść do praktyki elektronika — amatora.

O SCHEMATACH I BUDOWIE URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH

Schemat zasadniczy





























Każde urządzenie techniczne powstaje przede wszystkim na papierze jako mniej lub bardziej szczegółowy projekt. A więc i urządzenie elektroniczne „zamyślane” w głowie konstruktora musi zostać opracowane w postaci odpowiedniego rysunku. Jest to tak zwany schemat zasadniczy. Przedstawia on wszystkie elementy urządzenia i połączenia pomiędzy nimi za pomocą umownych symboli graficznych. Jest to — nawiasem mówiąc — jedyny praktycznie możliwy sposób przedstawienia na papierze większego urządzenia elektronicznego. System ten ma dwie zasadnicze zalety:

- symbole graficzne poszczególnych elementów są jednoznaczne i łatwe do kreślenia,
- symbole są przyjęte międzynarodowo, co w znakomity sposób ułatwia wymianę informacji (dokumentacji technicznej) pomiędzy specjalistami z całego świata.

Symbole elementów występujących najczęściej w prostych urządzeniach elektronicznych są zestawione w tabeli. Obok każdego symbolu jest uwidoczniony — zamiast kolejnego numeru — umowny skrót literowy. Poniżej są podane znaczenia poszczególnych symboli. Skróty literowe uwidocznione na rysunkach stworzone dla potrzeb tej tabeli mogą być dodatkowo pomocne (jako rodzaj „podpowiedzi”) podczas przyswajania sobie znaczenia poszczególnych symboli elektroniki.

AD — antena dipolowa (UKF)

AN — antena (symbol ogólny)

 AD	 AN	 BE	 BO	 CF	 CI	 DI
 DŚ	 DZ	 GL	 KE	 KO	 KZ	 ŁA
 MA	 OF	 PO	 PR	 RE	 RP	 SI
 SŁ	 TN	 TP	 TR	 UZ	 WG	 ŻA

Symbole graficzne popularnych elementów elektroniki

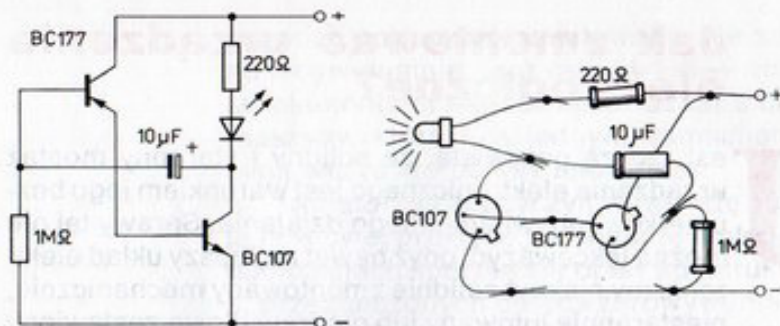
- BE — bezpiecznik
- BO — bateria (zestawiona z dwóch ogniw)
- CF — cewka z rdzeniem ferrytowym
- CI — cewka (indukcyjność L)
- DI — dioda
- DŚ — dioda świecąca (elektroluminescencyjna)
- DZ — dioda Zenera
- GL — głośnik
- KE — kondensator elektrolityczny
- KO — kondensator (symbol ogólny)
- KZ — kondensator nastawny (np. obrotowy)
- ŁA — łącznik (wyłącznik)
- MA — masa, połączenie z masą urządzenia
- OF — ogniwo fotoelektryczne
- PO — połączenie przewodów
- PR — przewód
- RE — rezystor
- RP — rezystor nastawny (potencjometr)
- SI — silnik prądu stałego

- SL — słuchawka
- TN — tranzystor typu *n-p-n*
- TP — tranzystor typu *p-n-p*
- TR — transformator z rdzeniem stalowym
- UZ — uziemienie
- WG — wtyczka i gniazdo wtykowe
- ZA — żarówka

Znajomość symboli graficznych to dopiero pierwszy krok w dziedzinę kreślenia i rozumienia schematu zasadniczego. Mniej więcej taki, jak poznanie poszczególnych liter alfabetu podczas nauki czytania i pisania. Bowiern z nich trzeba umieć zestawiać (i odczytywać) całe słowa i zdania. Nieomal identycznie jest ze schematem: patrząc na schemat trzeba nie tylko rozróżniać poszczególne elementy, lecz także wzajemnie je kojarzyć, rozumieć ich współdziałanie i — w efekcie końcowym — określić funkcję pełnioną przez urządzenie. To dopiero jest prawdziwym, pełnym „odczytaniem” schematu, i określenie to jest jak najbardziej zasadne. Do takiego czytania schematu zasadniczego można dojść dopiero po pewnym czasie interesowania się elektroniką.

Schemat połączeń

Niewątpliwe zalety schematu zasadniczego nie mogą przesłonić faktu o istotnym znaczeniu: operowanie nim jest — dla początkujących — po prostu trudne. Dlatego w materiałach przeznaczonych dla mniej zaawansowanych można znaleźć (obok schematu zasadniczego) tak zwany schemat połączeń. Cóż to jest takiego? Najlepiej wyjaśni to przykład. Na rysunku pokazany jest schemat zasadniczy bardzo prostego urządzenia elektronicznego zestawionego z zaledwie kilku elementów. Obok widać schemat połączeń tego samego urządzenia. Jest to nie co innego, jak cały układ pokazany tak, jak on w rzeczywistości wygląda. Same elementy składowe układu mogą



Schemat zasadniczy prostego urządzenia elektronicznego i schemat połączeń tego samego urządzenia

być (i przeważnie są) na takim rysunku pokazane z pewnym uproszczeniem. Natomiast bezwzględnie dokładnie są pokazane połączenia pomiędzy nimi i to w sposób możliwie jasny i przejrzysty. Jest to konieczne, ponieważ właśnie połączenia mają być ściśle odwzorowane przez amatora zestawiającego całe urządzenie.

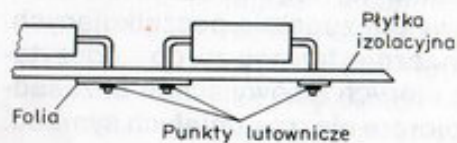
Jest oczywiste, że w taki sposób można przedstawić na rysunku jedynie urządzenia niewielkie i niezbyt skomplikowane. Pokazanie układu bardziej złożonego jest znacznie trudniejsze lub wręcz niemożliwe. Przede wszystkim jednak trzeba podkreślić — i to z całym naciskiem — sprawę zasadniczą: pokazany prowizoryczny montaż może być dokonany jedynie w celu szybkiego sprawdzenia prawidłowości układu i jakości skompletowanych elementów. Można także w takiej „konstrukcji” dobrać wartość któregoś z elementów tak, aby układ działał stosownie do potrzeb. Ze sprawdzonych w ten sposób części należy potem z całym spokojem starannie i solidnie zbudować model użytkowy urządzenia. Ponieważ pokazany na rysunku układ próbny nie jest do niczego innego potrzebny — jest po prostu nietrwały. Mimo to, tego rodzaju schemat połączeń jest ciekawy dla zupełnie początkujących. Jest on przecież znacznie łatwiejszy do „odczytania” przez tych, dla których typowy schemat zasadniczy jest jedynie zbiorem niezrozumiałych symboli.

Jak zmontować urządzenie elektroniczne?



Jest rzeczą oczywistą, że solidny i staranny montaż urządzenia elektronicznego jest warunkiem jego bezusterkowego, wieloletniego działania. Sprawy tej nie można lekceważyć, gdyż nawet najlepszy układ elektroniczny niezbyt solidnie zmontowany mechanicznie, niestarannie lutowany lub nieprawidłowo zestawiony jest mało odporny na działania zewnętrzne. Przesłanie on funkcjonować już wkrótce na skutek wpływu drgań mechanicznych (które często — jak na przykład radioodbiernik — sam wytwarza), działania temperatury, wpływów atmosferycznych, a nawet działania czasu. Jednym ze sposobów dobrego montażu mechanicznego układów elektronicznych jest stosowanie specjalnie dla danego układu przygotowanej płytki z tak zwanym obwodem drukowanym. Jest to nic innego, jak gotowy układ połączeń (z metalowej folii naniesionej na płytkę) dla wszystkich elementów wchodzących w skład danego urządzenia (lub podzespołu w przypadku dużej aparatury). W otwory przygotowane w płytce wprowadza się końcówki skompletowanych elementów, obcina ich nadmiar i lutuje. Urządzenie, którego elementy są zamontowane w płytce tak, jak to pokazuje rysunek, odznacza się dużą odpornością mechaniczną i — co również ważne — solidnym, estetycznym wyglądem.

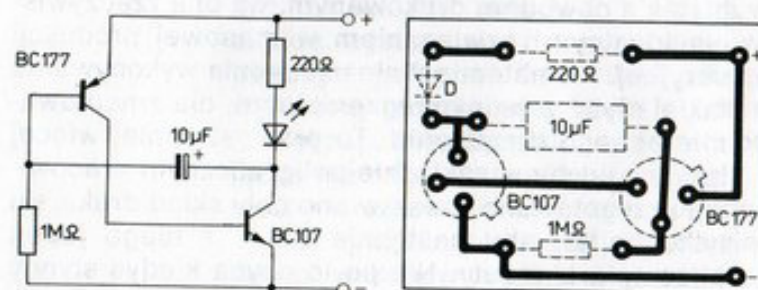
Metoda płytek z obwodem drukowanym jest z powodzeniem stosowana — i to od wielu lat — w przemyśle. Tam, gdzie produkuje się jedno i to samo urządzenie w tysiącach egzemplarzy, jest to doprawdy znakomite rozwiązanie. Ułatwia ono montaż i wprowadza daleko idącą automatyzację. Tak na



Tak są mocowane elementy na płytce z obwodem drukowanym

przykład poszczególne lutowania nie są wykonywane indywidualnie, lecz cała płytkę — po obsadzeniu jej elementami — jest wprowadzana do specjalnej maszyny, która „za jednym zamachem” pokrywa cyną wszystkie punkty lutownicze.

Amatorzy zapożyczyli tę metodę i często stosują ją w swej praktyce. To właśnie dlatego w licznych publikacjach spotyka się opisy konstrukcyjne modeli, przeznaczonych do odwzorowywania przez amatorów, w których jest jednocześnie podawany wygląd płytki z obwodem drukowanym, przygotowanym specjalnie dla danego układu. Na rysunku jest przykładowo pokazany schemat zasadniczy prostego urządzenia elektronicznego, a obok — odpowiednia płytkę z obwodem drukowanym; liniami przerywanymi zaznaczono rozmieszczenie elementów po jej drugiej stronie. Bardziej wnikliwie czytają-



Proste urządzenie elektroniczne zmontowane na płytce z obwodem drukowanym. Z lewej jego schemat zasadniczy

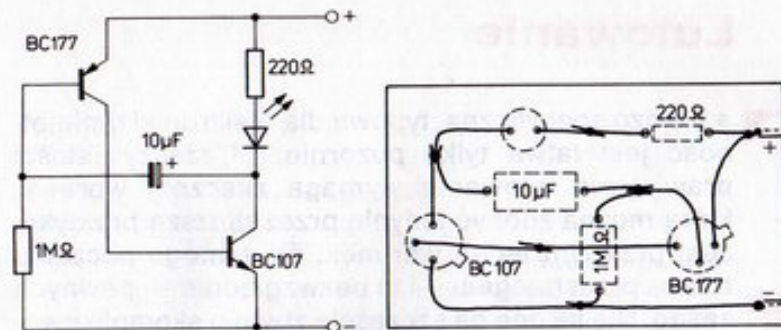
cy z pewnością spostrzegą, że jest to urządzenie pokazane niedawno jako przykład schematu połączeń. Różnica w wykonaniu obu modeli jest aż nadto wyraźna. Jest to przecież zupełnie inna jakość.

Cóż jednak ma począć amator, który nie potrafi samodzielnie przygotować płytki z obwodem drukowanym? Nie jest to przecież takie zupełnie proste. Poza tym same umiejętności to jeszcze nie wszystko, potrzebne są ponadto odpowiednie materiały,

a więc płytka z dobrego materiału izolacyjnego pokryta folią miedzianą — tak zwana płytka laminowana — oraz farby i odczynniki do wykreślenia i wytrawienia schematu. W sumie nie jest to łatwe, w szczególności dla osób działających samodzielnie, z dala od większych miast, a więc przy mocno ograniczonych możliwościach zaopatrzeniowych.

Drugi, bardzo istotny problem, to skompletowanie elementów dokładnie takich, z jakich zestawiono model. Z tym są z zasady bardzo poważne trudności. Często przecież trzeba zastosować rezystory o większych wymiarach (większej mocy), dwa rezystory połączone w szereg (przy braku właściwej wartości), kondensator o inaczej wyprowadzonych końcówkach i tak dalej. W tej sytuacji ściśle kopiowanie płytki z obwodem drukowanym nie na wiele się przydaje. Najważniejszą jednak sprawą to — tak na zdrowy rozsądek — w ogóle wypaczenie samej idei płytek z obwodem drukowanym. Są one rzeczywiście idealnym rozwiązaniem w masowej produkcji seryjnej. Nic natomiast nie uzasadnia wykonywania takiej płytki w jednym egzemplarzu, dla zmontowania jednego urządzenia. To przecież mniej więcej tak, jak gdyby w zakładzie poligraficznym pracownice przygotowano i zestawiono cały skład drukarski tylko po to, aby następnie odbić z niego jeden egzemplarz gazety. Nie po to chyba kiedyś słynny Gutenberg wynalazł znakomitą metodę druku. Z tych właśnie powodów na kartach tej książki nie są zamieszczone rysunki płytek z obwodem drukowanym. Kto czuje się zawiedziony, niech czyta dalej.

Jak w takim razie ma montować układy elektroniczne początkujący amator? Najlepiej pokazuje to rysunek. Widać tam ten sam układ co poprzednio, zmontowany metodą początkującego elektronika. Jest to płytka (z dowolnego materiału izolacyjnego) z przygotowanymi otworami. Poszczególne elementy układu są poukładane na płytce, a ich końcówki przeprowadzone na drugą stronę. Tam są one pozaginane, ułożone płasko i skierowane tak, aby tworzyły



Proste urządzenie elektroniczne (pokazane na schemacie zasadniczym) zmontowane metodą początkującego amatora

wzajemne połączenia. Zbyt długie końcówki obcina się. W odpowiednich punktach są wykonane połączenia za pomocą lutownicy i cyny. Na rysunku są one pokazane w postaci ciemnych punktów. Warto zauważyć, że własne końcówki elementów składowych układu wystarczają do wykonania wszystkich potrzebnych połączeń. Z odcinków „obcego” przewodu wykonano jedynie połączenia z baterią zasilającą. Nawet zupełnie początkujący amator potrafi — stosując tę metodę — zmontować niewielki układ elektroniczny w czasie nie dłuższym od jednej godziny.

Oczywiście nie należy namawiać nikogo, kto potrafi wykonywać płytki z obwodem drukowanym, do zaniechania tej praktyki. Daje ona — przy znacznym nakładzie pracy — bardzo dobre wyniki. Natomiast podane uwagi i opisana metoda prostego montażu przydadzą się z pewnością tym wszystkim, którzy nie mają materiałów do samodzielnej wykonywania płytek. Bo przecież byłoby naprawdę szkoda, gdyby ktokolwiek zniechęcił się do elektroniki tylko dlatego, że nie ma z czego przygotować płytki z obwodem drukowanym. Tym bardziej, że metoda amatorskiego montażu pod względem elektrycznym daje równie dobre wyniki. A model wykonany starannie i estetycznie tą metodą może swoim wyglądem zaspokoić wymagania nawet bardzo wybrednych.

Lutowanie



Ta bardzo specyficzna, typowa dla elektroniki umiejętność jest łatwa tylko pozornie. W rzeczywistości prawidłowe lutowanie wymaga znacznej wprawy, którą można zdobyć jedynie przez dłuższą praktykę. Jest przy tym jeden warunek: od samego początku trzeba przestrzegać — i to bezwzględnie — pewnych zasad. Nie są one na szczęście zbytnio skomplikowane, dlatego zaznajomienie się z nimi nie powinno nikomu przysporzyć jakichkolwiek trudności.

Przed wszystkim należy pamiętać, że lutowanie (łączenie przez lutowanie) jest prawidłowe tylko wówczas, gdy obydwa łączone elementy, np. końcówki przewodów, są dokładnie pokryte cyną, a odległość pomiędzy ich powierzchniami jest bardzo niewielka (zaledwie około 0,1 mm). W praktyce elementy zestawia się „na styk”, a wspomniana odległość wynika jedynie z nierówności powierzchni. Końcówki elementów elektronicznych (rezystorów, kondensatorów, tranzystorów itd.) są odpowiednio przygotowane fabrycznie do lutowania i nie wymagają żadnych wstępnych zabiegów. Natomiast z innych elementów, np. z odcinków przewodu montażowego, trzeba usunąć wszelkie zanieczyszczenia, a więc tłuszcze, tlenki metali, lakiery, emalie, a nawet resztki starego spoiwa. Używa się do tego niewielkiego pilnika. Nie jest wskazane stosowanie papieru ściernego, ponieważ jego drobiny wbijają się w czyszczoną powierzchnię i następnie utrudniają lutowanie.

Zbliżone do siebie końcówki pokrywa się spoiwem. Z zasady jest to specjalna cyna do lutowania (osiągalna w Składnicy Harcerskiej) w postaci drutu z rdzeniem („nadzieniem”) zawierającym kalafonię. Nie jest wskazane przykładanie grotu lutownicy bezpośrednio do nagrzewanego miejsca. Spowodowałoby to powstanie tlenku utrudniającego lutowanie. Lepiej jest operować lutownicą przez końcówkę drutu rdzeniowego, tak jak to pokazano na rysunku.



Prawidłowe operowanie lutownicą

Łączone odcinki przewodów nagrzewają się w ten sposób znacznie skuteczniej ciepłem przenoszonym z lutownicy przez wypływającą kalafonię i topioną cynę. Lekkie pocieranie lutowanego miejsca grotem bywa pomocne jedynie w przypadku dość dużych złączy.

Podczas nagrzewania cyna początkowo ma konsystencję dość gęstą, a następnie szybko przechodzi w stan płynny. Nieco matowa powierzchnia metalu staje się przy tym wyraźnie błyszcząca. To właśnie w tym momencie cyna oblewa przewody i wnika do szczelin połączenia. Dłuższe nagrzewanie jest już nie tylko niepotrzebne, lecz wręcz szkodliwe. Przegrzana (choć o kilka sekund) cyna ulega „spaleniu”, traci połysk, a złącze staje się praktycznie bezwartościowe.

Żaden, nawet najlepszy opis procesu lutowania nie może zastąpić praktyki. Jednak od samego początku powinno uzyskiwać się dobre, mocne, trwałe i dobrze wyglądające złącza. W przypadku przegrzania (złącze matowe) warto dołożyć nieco pracy, rozlutować połączenie i — po oczyszczeniu końcówek — powtórzyć operację. Początkującym można ponadto polecić metodę wstępnego „pobielania” cyną łączonych końcówek (każdej oddzielnie), której — po nabraniu pewnej wprawy — można już nie stosować. W każdym jednak przypadku warto pamiętać, że do oceny jakości wykonania konstrukcji amatorskiej przeważnie wystarcza jedno fachowe spojrzenie na punkty lutowania.

MODELE DO ZBUDOWANIA



Do samodzielnej budowy nawet prostych urządzeń elektronicznych jest potrzebna pewna, choćby skromna, znajomość części (elementów), z jakich się one składają. Bardzo przydatne są także praktyczne informacje o zestawieniu układów i ich montażu. Dlatego tym wszystkim, w szczególności początkującym „od zera”, którzy chcą rozpocząć znajomość z elektroniką, poczynając od tej (lub następnej) strony, trzeba wyraźnie powiedzieć: nie tędy droga. Nietrudno to uzasadnić.

Wstępnie, choćby niewielkie zaznajomienie się z elementami elektroniki bardzo ułatwia zadanie. A nawet więcej jest doprawdy konieczne. Dlaczego? Odpowiedź jest prosta. Prawdziwy amator działa samodzielnie. A więc musi sam uporać się z trudnościami, które go czekają. Może ich było sporo. Rezystor, który „na oko” wygląda całkiem dobrze, może być niesprawny. Z kondensatorami jest podobnie, nawet z tymi pochodzącymi wprost ze sklepu. Szczególnie wówczas, gdy były składowane dość długo. Elementy półprzewodnikowe (diody i tranzystory) można mimo woli uszkodzić — nawet o tym nie wiedząc — podczas montażu. Szkodzi im zbyt wysoka temperatura, szczególnie diodom germanowym. Kłopotliwe sytuacje powodują drobne usterki występujące czasem w materiałach źródłowych: w schematach, rysunkach i opisach konstrukcyjnych. Bywa, że pomyli się autor — też przecież jest człowiekiem. Jedna kropka na schemacie, lub jej brak, może spowodować nie-

działanie układu. Czasem przeoczy ją kreślarz przygotowujący ilustrację, czasem „połknie” ją przysłowiowy chochlik drukarski. A jeśli w tekście omyłkowo złożono 100 μ F zamiast 100 nF — to nawet najlepsza korekta nie zawsze to wykryje. Dlatego od samego początku warto przyjąć generalną zasadę: zamiar według sił. Co prawda wieszcz narodowy głosił wręcz przeciwny pogląd, lecz nie dotyczyło to elektroniki. Choćby dlatego, że jej wówczas jeszcze nie było. A więc początkujący nie powinien przeceniać swych sił i przystępować do budowy układów zbyt skomplikowanych i trudnych. Zaczynać trzeba od konstrukcji prostych i łatwych, które nie przekraczają indywidualnych możliwości. Pierwszy sukces w postaci dobrze działającego, samodzielnie wykonanego urządzenia znakomicie zachęci do dalszych działań. Porażka może spowodować istotne straty — i to nie tylko materialne.

Z myślą o tym opisane modele zostały odpowiednio uszeregowane. Są to propozycje początkowo nieomal elementarnie proste, a następnie nieco trudniejsze. Końcowe propozycje co prawda również nie są zbyt trudne, lecz układy te są już nieco bardziej skomplikowane. Pewnym utrudnieniem jest ponadto ich miniaturyzacja, wymagająca precyzyjnego i wprawnego operowania narzędziami. A więc w żadnym przypadku nie należy zaczynać „od końca”, tym bardziej, że zasada ta jest słuszna nie tylko w technice.

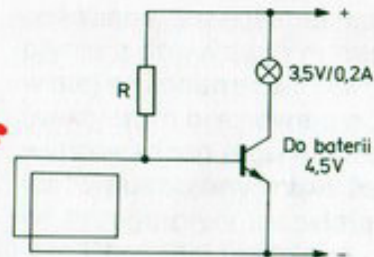
Wszystkie modele proponowane Czytelnikom będą miały — po ich prawidłowym wykonaniu — istotną wartość użytkową. Dla większości konstruktorów właśnie to jest najbardziej cenne. Bowiem nic tak nie cieszy, jak użytkowanie urządzenia nietypowego, innego niż widziane dookoła, a przede wszystkim samodzielnie wykonanego. I chyba właśnie to ostatnie daje najwięcej zadowolenia.



TRANZYSTOROWY WARTOWNIK

Jednym z licznych zastosowań elektroniki są różnego rodzaju urządzenia zabezpieczające, ostrzegawcze i alarmowe. Są to bardzo rozmaite układy. Dla czuwania nad obiektami „dużego kalibru” (np. nad działaniem elektrowni atomowej) jest potrzebna bardzo skomplikowana, a jednocześnie całkowicie niezawodna aparatura. Mniej istotne zadania może wypełniać urządzenie proste, nieskomplikowane, jeśli nie wręcz prymitywne.

Takim jest właśnie tranzystorowy wartownik, którego schemat zasadniczy pokazano na rysunku. Jest to układ elementarnie prosty, mimo to zawiera wszystkie potrzebne do działania człony. Pierwszy z nich to czujnik w postaci pętli (z cienkiego przewodu) zainstalowanej wokół strzeżonego obiektu, np. namiotu lub obozu. Z pętlą współpracuje układ elektroniczny zestawiony z tranzystora z rezystorem w obwodzie bazy. Układ ten uruchamia sygnalizator,



Schemat zasadniczy tranzystorowego wartownika

którym jest żarówka miniaturowa. Całość jest zasilana z baterii 4,5 V.

Gdy pętla zabezpieczająca jest cała, jej niewielka rezystancja praktycznie zwiiera bazę tranzystora z masą układu. Przez tranzystor płynie wówczas znikomo mały prąd, a więc żarówka nie świeci. Gdy pętla zostaje przerwana (przez intruza, który nie wie o jej istnieniu), baza jest zasilana niewielkim prądem płynącym przez rezystor R . W wyniku tego przez obwód kolektora tranzystora płynie znaczny prąd, który rozjaśnia żarówkę.

Do zestawienia tranzystorowego wartownika są potrzebne:

- tranzystor dużej lub średniej mocy, dowolnego typu o powszechnie spotykanej przewodności $n-p-n$,
- rezystor (o wartości dobranej wg opisu),
- żarówka miniaturowa 3,5 V/0,2 A (do latarki kieszonkowej),
- pętla z cienkiego przewodu (wg opisu),
- bateria zasilająca 4,5 V.

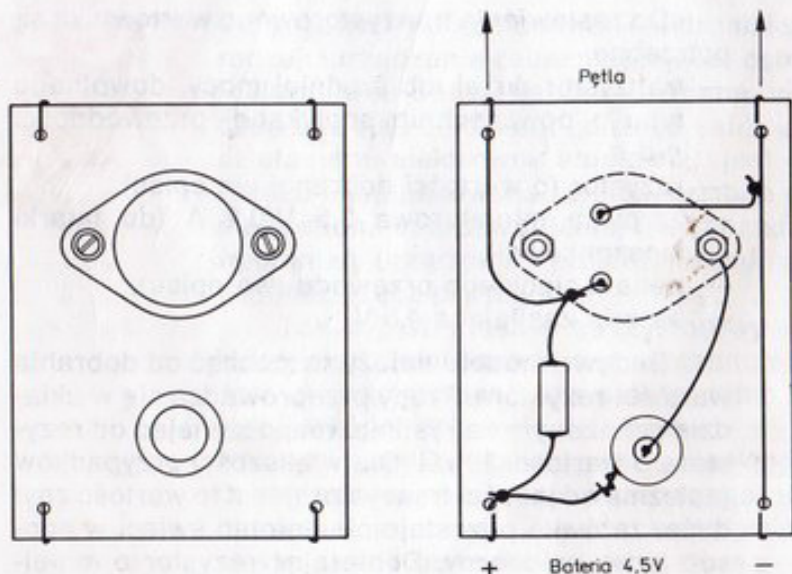
Budowę modelu należy rozpocząć od dobrania wartości rezystora. Próby przeprowadza się w układzie pokazanym na rysunku rozpoczynając od rezystora o wartości 10 k Ω . Dla większości przypadków (zależnie od jakości tranzystora) jest to wartość zbyt duża, żarówka pozostaje ciemna lub świeci w sposób ledwo widoczny. Dobierając rezystor o mniejszej wartości uzyskuje się świecenie bardziej inten-



Schemat połączeń układu do doboru wartości rezystora w obwodzie bazy tranzystora

sywne. Zmniejszając stopniowo wartość dobieranego rezystora znajduje się taki, który powoduje jasne, wyraźnie widoczne świecenie żarówki.

Z dobranych elementów zestawia się model użytkowy urządzenia. Na rysunku poglądowym jest



Model użytkowy urządzenia widziany od strony elementów i od strony montażu

pokazane urządzenie zamontowane na niewielkiej płytce z dowolnego materiału izolacyjnego. Zostały w niej wykonane dwa otwory o $\varnothing 4$ mm do mocowania tranzystora oraz dwa o $\varnothing 2$ mm do przeprowadzenia wyprowadzeń jego emitera i bazy. Ponadto w płytce jest wpuszczony trzon żarówki. Dodatkowe otwory na brzegu płyty ułatwiają montaż całości.

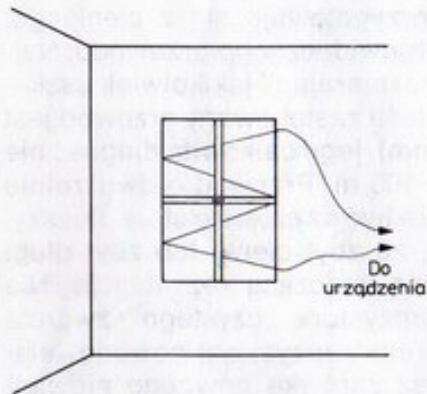
Obok jest pokazane urządzenie od strony montażu. Do gwintu żarówki jest zamocowany przewód łączący ją z plusem zasilania. Do centralnego punktu trzonka żarówki jest przyłutowany krótki przewód łączący ją z obudową tranzystora (która jest wewnętrznie połączona z jego kolektorem). Rezystor jest przyłutowany bezpośrednio do plusa zasilania i wyprowadzenia bazy. Dwa przewody doprowadzone do otworów przy brzegu płytki są przez nie dwukrotnie przeplecione i formują w ten sposób punkty przyłączenia pętli ochronnej.

Pętlę ochronną przygotowuje się z cienkiego, w terenie praktycznie niewidocznego przewodu. Najłatwiej pozyskać go „rozbierając” jakikolwiek uszkodzony transformator. Jeśli zastosowany przewód jest bardzo cienki ($\varnothing 0,15$ mm), jego całkowita długość nie powinna przekraczać 100 m. Przewód o dwukrotnie większej średnicy może być aż czterokrotnie dłuższy. Jest to o tyle istotne, że zbyt cienki lub zbyt długi przewód ma już pewną znaczącą rezystancję. Nie zapewniając bazy tranzystora „czystego” zwarcia z masą układu (emiterem tranzystora) powodowałaby ona przepływ przez żarówkę pewnego niewielkiego prądu. Byłby on co prawda zbyt mały dla jej rozświetlenia, lecz zupełnie niepotrzebnie obciążałby baterię podczas długich godzin czuwania. Prawdopodobnie zestawiony tranzystorowy wartownik nie pobiera podczas czuwania prawie żadnego prądu z baterii. Jedna bateria zasilająca może w takiej sytuacji wystarczyć na cały sezon letni.

Przed zainstalowaniem pętli w terenie trzeba urządzenie sprawdzić. Polega to na kilkukrotnym zwarciu punktów przyłączenia pętli ostrzem wkręta-

ka. Zwarcie wyłącza świecenie żarówki, rozwarcie ją rozjaśnia. Dokładnie tak samo działa pętla zabezpieczająca zerwana przez nieproszzonego gościa. Przewód pętli rozmieszcza się w terenie na niewielkiej wysokości wokół chronionego obszaru, bez żadnych specjalnych wsporników, wykorzystując drzewa, krzaki, a nawet wysoką trawę. Bardzo wygodne jest zakończenie pętli dwoma metalowymi klipsami („krokodylkami”). Nadmiar długości przygotowanej pętli można pozostawić na szpuli. Samo urządzenie sygnalizacyjne umieszcza się nieopodal stanowiska kierującego lub w innym miejscu według własnego uznania.

To samo urządzenie może współpracować z czujnikiem innego typu. Dla przykładu na rysunku jest pokazane zabezpieczenie okna. Jedna pętla



Tranzystorowy wartownik na straży okna

o znacznej długości może wystarczyć dla kilku okien. Nieco odmiennie można zabezpieczyć drzwi. Stosuje się w takim przypadku dwa elementy stykowe, np. przygotowane z końcówek zużytej baterii 4,5 V. Jeden z nich, nieruchomy, mocuje się na ościeżnicy, a drugi, ruchomy — na skrzydle drzwi. Do tak wykonanego zestawu należy doprowadzić nieco grubszy przewód w izolacji, aby nie uległ uszkodzeniu.

Żarówka, stosowana jako sygnalizator, ma tę wadę, że wymaga częstej, jeśli nie stałej, obserwacji. Zamiast niej można z powodzeniem zastosować dzwonek działający przy napięciu zasilania 4 V. W tym samym układzie można również zastosować sygnalizator (czyli żarówkę lub dzwonek) wymagający nieco wyższego napięcia zasilającego. Odpowiednią baterię można zestawić z kilku ogniw 1,5 V lub dwóch baterii 4,5 V połączonych szeregowo. Nietrudno domyślić się, że w takim przypadku rezystor w obwodzie bazy tranzystora powinien mieć odpowiednio większą wartość, którą należy dobrać doświadczalnie.

KOLUMNA GŁOSIĄCOWA

W tym miejscu zamieszczamy krótkie wiadomości o nowościach w dziedzinie elektroniki, które mogą być przydatne dla czytelników. W tym celu prosimy o przesyłanie informacji o nowościach w dziedzinie elektroniki, które mogą być przydatne dla czytelników. W tym celu prosimy o przesyłanie informacji o nowościach w dziedzinie elektroniki, które mogą być przydatne dla czytelników.



KOLUMNA GŁOŚNIKOWA

Liczne urządzenia elektroniczne są wyposażone w głośniki. Odtwarzają one audycje radiowe lub muzykę z taśmy magnetofonowej. Nietrudno jest zauważyć, że jakość muzyki odtwarzanej przez te urządzenia bywa bardzo różna. Duży odbiornik, często z głośnikiem (lub dwoma) w oddzielnej skrzynce, daje znakomite wrażenie akustyczne. Mały, przenośny aparat zaledwie cicho „brzęczy” przy uchu. Jego kiepskie działanie można znakomicie poprawić stosując do współpracy z nim samodzielnie wykonaną kolumnę głośnikową, czyli duży głośnik w przestronnej drewnianej obudowie.

Temu, że niewielki radioodbiornik lub magnetofon brzmi nienajlepiej, nie można się dziwić. Aparat niewielkich rozmiarów z konieczności ma w swym wnętrzu miniaturowy głośnik. Co gorsze, jest on tam ciasno obudowany innymi elementami i dlatego nie ma możliwości swobodnego działania. To właśnie dlatego bardzo wiele urządzeń jest wyposażonych fabrycznie w gniazdo do przyłączenia dużego, zewnętrznego głośnika. Można to stwierdzić ogląda-

jąc tył aparatu, bowiem przeważnie tam są umieszczone elementy tego rodzaju. Wygląd typowego gniazda głośnikowego jest pokazany na rysunku. Widoczne obok gniazda oznaczenie (np. $4\ \Omega$) podaje wartość impedancji głośnika zewnętrznego. W radioodbiorniku niewielkich rozmiarów gniazdo wyjściowe może mieć formę gniazda wtykowego dla słuchawek. To właśnie dlatego obok gniazda widnieje ich symbol. Obydwa wyjścia nadają się do wykorzystania przy zastosowaniu odpowiedniego wtyku. Jest on tak skonstruowany, że współpracując z gniazdem automatycznie odłącza wewnętrzny głośnik urządzenia.



$4\ \Omega$

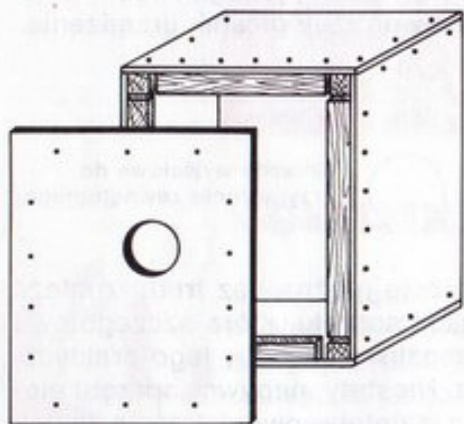


Gniazda wyjściowe do przyłączenia zewnętrznego głośnika

Te same informacje można bez trudu znaleźć w fabrycznej instrukcji sprzętu, która szczegółowo omawia wszystkie możliwe sposoby jego praktycznego wykorzystania. Niestety, nabywcy sprzętu elektronicznego nie są zainteresowani treścią takich instrukcji. Przeważnie też chowają je tak pieczołowicie, że wszelki ślad po nich ginie.

Do budowy kolumny głośnikowej nadaje się każdy głośnik o przynajmniej średnich rozmiarach (im większy tym lepiej). Tak więc membrana głośnika powinna mieć średn. nie mniejszą od $10 \div 12$ cm. W przypadku głośnika z membraną eliptyczną wymiar ten dotyczy jej dłuższej osi. Jest tylko jeden warunek: impedancja głośnika powinna odpowiadać wymaganiom aparatu, a więc być równa tej wartości, jaką podaje oznaczenie gniazda wyjściowego. W przeciwnym przypadku kolumna głośnikowa, nie dopasowana do aparatu, będzie działać nieprawidłowo, a więc niezbyt głośno i ze zniekształceniami. W krańcowym przypadku może to doprowadzić do uszkodzenia urządzenia.

Niezależnie od rozmiarów głośnika, jego obudowa powinna być możliwie duża. Można stwierdzić, bez żadnej przesady, że im większa obudowa, tym lepiej. Na rysunku jest pokazana bardzo prosta obudowa typu otwartego. Określenie to oznacza, że nie jest ona zamknięta, ponieważ nie ma ścianki tylnej. Warto wyjaśnić, że celem tego nie jest oszczędność materiału, chociaż i to się liczy. Obudowa typu otwartego jest najłatwiejsza do wykonania, ponieważ działa niezawodnie i dobrze bez jakiegokolwiek



Prosta kolumna głośnikowa (głośnik celowo umieszczono niesymetrycznie)

dobierania lub specjalnego wymiarowania jej elementów. Jednocześnie jest ona wysoko sprawna — właśnie dzięki temu, że jest otwarta — co umożliwia dobrą współpracę z urządzeniami o niewielkiej mocy wyjściowej. Takie właśnie są urządzenia małych rozmiarów, w szczególności przenośne.

Elementy obudowy przygotowuje się ze sklejki grubości nie mniejszej niż $6 \div 8$ mm i listew (o przekroju 20×20 mm). Przygotowując części konstrukcji trzeba zwrócić szczególną uwagę na bardzo dokładne zachowanie kątów prostych. Istotne jest także prawidłowe zwymiarowanie płyty frontowej, która jest nieco dłuższa (o dwie grubości zastosowanej sklejki) niż elementy boczne. Otwór dla membrany najłatwiej jest wyznaczyć obrysowując kosz

głośnika ołówkiem, a następnie wykreślając wewnątrz podobną linię w odstępie około 1 cm. Wykonanie okrągłego lub eliptycznego otworu nie jest łatwe. W warunkach amatorskich wierci się wzdłuż wyznaczonej linii szereg małych otworów wiertłem $2 \div 3$ mm, możliwie gęsto. Po wybraniu zbędnych fragmentów materiału za pomocą dłuta, wybija się cały otwór młotkiem. Bardzo nierówne obrzeże wyrównuje się początkowo pilnikiem (tarnikiem), a następnie papierem ściernym.

Przygotowane elementy łączy się z sobą wkrętami do drewna. Głośnik przykręca się do wewnętrznej płaszczyzny płyty czołowej. Do jego końcówek lutowniczych przyłącza się miękki dwużyłowy przewód w izolacji długości $2 \div 3$ m, zakończony odpowiednim wtykiem, zakupionym w sklepie z elementami teleradiotechnicznymi. Przewód należy dodatkowo przymocować do tyłu obudowy, aby w czasie użytkowania nie został przypadkowo oderwany od delikatnych końcówek głośnika.

Zewnętrzne wykończenie kolumny głośnikowej zależy tylko od pomysłowości konstruktorów i ich możliwości warsztatowych. Nie bez znaczenia jest jednak również strona finansowa przedsięwzięcia. Warto przy tej sposobności pamiętać, że przód kolumny powinien być pokryty delikatną tkaniną, np. cienkim wzorzystym kretonem, która nie tłumi zbyt wysoko tonów. Boki obudowy można pokryć dowolnym materiałem. Bardzo dobrze wygląda obudowa z ciemnymi bokami. Jeśli kolumna jest na tyle duża, że może być sprzętem wolnostojącym, wówczas celowe jest wykonanie czterech niewielkich, lekko skośnych nóżek. Sprawy te warto dobrze przemyśleć, ponieważ wygląd zewnętrzny kolumny ma bardzo istotne znaczenie. Model wykonany na zasadzie „aby tylko grało” zeszpeci całe pomieszczenie. Natomiast zgrabna kolumna o ciekawej kolorystyce i — co najważniejsze — starannie wykończona może być elementem dekoracyjnym każdego współczesnego wnętrza.

Uwaga: głośnik zewnętrzny, przyłączony dodatkowo do urządzenia powinien mieć ponadto (tj. poza wymaganą impedancją) moc znamionową nie mniejszą od mocy wyjściowej (maksymalnej) urządzenia, z którym współpracuje. Można na to jednak nie zwracać uwagi, ponieważ aparatura elektroakustyczna niewielkich rozmiarów (np. przenośny magnetofon zasilany z baterii) ma z zasady niewielką moc wyjściową. Najczęściej nie przekracza ona 1 W. Natomiast moc znamionowa głośników średnich i dużych rozmiarów (takie właśnie są zalecane do pracy w kolumnie) jest nie mniejsza od $2 \div 3$ W.

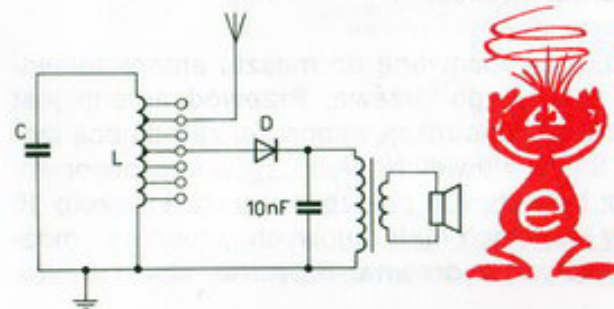


ODBIORNIK DETEKTOROWY



Nazwa ta pochodzi z czasów stosowania prostych radioodbierników, które „grały za darmo”. To niezbyt eleganckie wyrażenie znakomicie określa sytuację. Bowiem odbiornik detektorowy nie miał w swoim wnętrzu ani tranzystorów, ani lamp, ani nawet baterii zasilającej. A mimo to jego słuchawki odtwarzały audycję. Czy warto dzisiaj zajmować się takim przestarzałym układem odbiorczym? Tak, bowiem odbiornik detektorowy zestawiony z nowoczesnych elementów może odtwarzać audycję za pomocą głośnika.

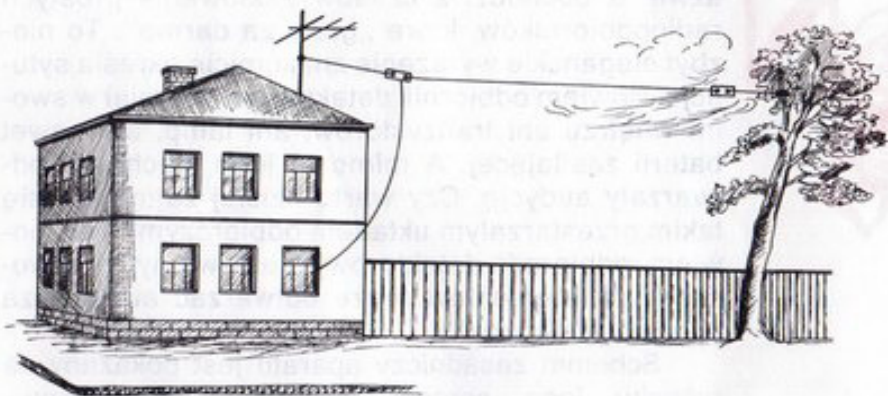
Schemat zasadniczy aparatu jest pokazany na rysunku. Jego „sercem” jest obwód rezonansowy



Schemat zasadniczy odbiornika detektorowego

(zestawiony z cewki i kondensatora) z przyłączoną anteną — zewnętrzną, dość długą — i uziemieniem. Do odczepu cewki jest przyłączona dioda zwana — od funkcji jaką spełnia — diodą detekcyjną. Pobrany z obwodu sygnał radiowy przechodząc przez nią przekształca się w przebiegi nadawanej audycji (mowy i muzyki), te zaś uruchamiają głośnik. Transformator i przyłączony do niego równolegle kondensator służą jedynie do usprawnienia działania układu.

Z opisu wynika, że antena (z uziemieniem) wychytująca sygnał radiowy z przestrzeni jest źródłem energii dla całego układu. Dlatego jej długość powinna być znaczna, przynajmniej około $20 \div 30$ m. Spełnienie tego warunku w praktyce jest trudne. Antena wykonana amatorsko może więc być kilkunastometrowym przewodem podwieszonym możliwie wysoko na istniejących podporach. Na rysunku widać antenę zrobioną z dowolnego przewodu mie-

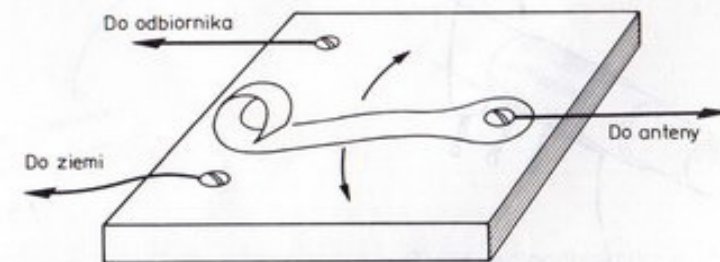
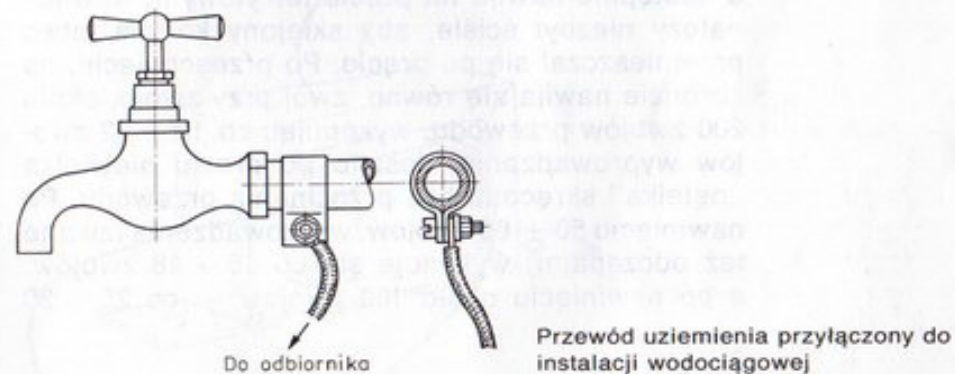


Typowa antena dla odbiornika detektorowego

dzianego, przymocowaną do masztu anteny telewizyjnej i pobliskiego drzewa. Przewód anteny jest oddzielony od konstrukcji wsporczej za pomocą izolatorów. Są to niewielkie płytki z dwoma otworami wycięte z bakelitu lub preszpanu grubości około 10 mm. Przy kłopotach materiałowych „izolatory” można przygotować z drewna. Przycięte klocki trzeba

dobrze wygładzić papierem ściernym i wygotować w parafinie. Projektując antenę należy pamiętać, że nie powinna ona — pod żadnym pozorem — być instalowana w pobliżu przewodów energetycznych lub telefonicznych, ponad jezdnią lub w miejscach utrudniających ruch pieszki. Dlatego najlepiej poradzić się kogoś dorosłego, a prace montażowe, szczególnie na wysokości, wykonać pod jego nadzorem.

Jako uziemienie najprościej jest wykorzystać istniejącą sieć wodociagową. Można przyłączyć się do niej za pomocą grubego przewodu miedzianego i obejmy z blachy, jak pokazano na rysunku. Przewód uziemienia doprowadza się w rejon okna, przez które jest wprowadzony do pomieszczenia przewód anteny. Dobrym rozwiązaniem jest zamocowanie końcówek obu przewodów do samodzielnie wykonanego przełącznika antenowego. Jak widać z rysunku, jego ruchome metalowe ramię pozwala na łatwe uziemia-



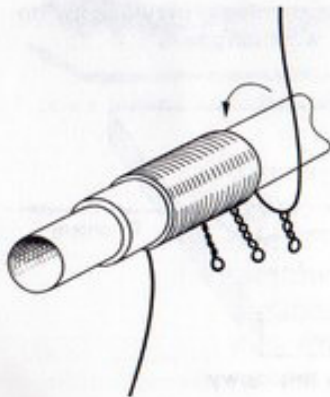
Samodzielnie wykonany przełącznik antenowy

nie anteny (wyłączania radioodbiornika). Przełącznik można wykonać z paska jakiegokolwiek blachy. Trzeba jedynie zwrócić uwagę, aby jego ruchome ramię pewnie dociskało do wybieranych styków.

Do budowy odbiornika trzeba przygotować:

- cewkę nawiniętą samodzielnie na pręcie ferrytowym (potrzeba ok. 6 m przewodu \varnothing 0,15 ÷ 0,20 mm w emalii),
- kondensator ceramiczny 220 pF,
- diodę germanową dowolnego typu (np. AAP153),
- transformator głośnikowy (z jakiegokolwiek starego radioodbiornika lampowego),
- kondensator 10 nF (dowolne napięcie pracy),
- głośnik dużych lub średnich rozmiarów o impedancji 4 ÷ 15 Ω .

Do nawinięcia cewki należy przede wszystkim przygotować odpowiedni korpus. W tym celu pas papieru szerokości 8 ÷ 10 cm smaruje się klejem, a następnie nawija na pręcie ferrytowym. Nawijać należy niezbyt ściśle, aby skleiony korpus łatwo przemieszczał się po pręcie. Po przeschnięciu, na korpusie nawija się równo, zwoj przy zwoju, około 200 zwojów przewodu, wykonując co 10 ÷ 12 zwojów wyprowadzenie. Jest to po prostu niewielka „pętelka” skręcona bez przecinania przewodu. Po nawinięciu 50 ÷ 60 zwojów, wyprowadzenia (zwane też odczepami) wykonuje się co 15 ÷ 18 zwojów, a po nawinięciu około 100 zwojów — co 25 ÷ 30

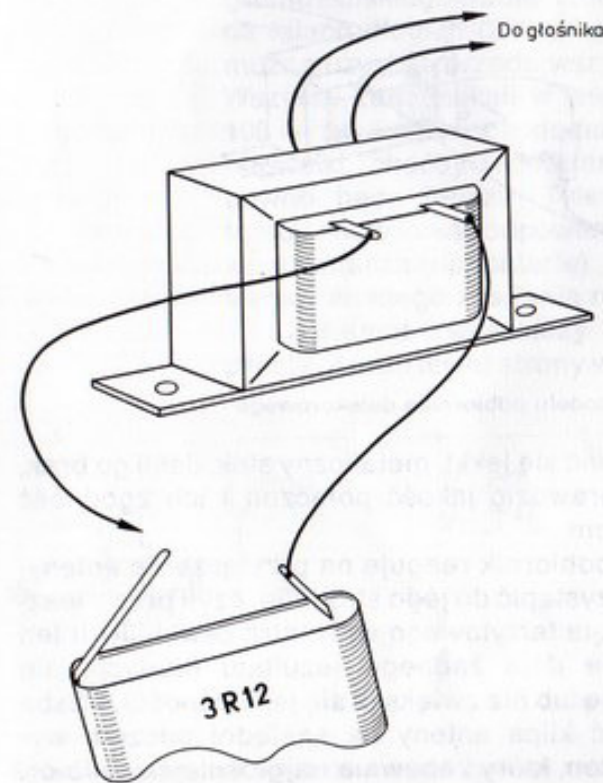


Cewka z odczepami w trakcie nawijania

zwojów. Końce nawiniętej cewki należy zabezpieczyć przed „rozsypaniem się” za pomocą kleju, lakieru, przylepca lub nici.

Typowy transformator głośnikowy (ze starego odbiornika lampowego) ma kilkadziesiąt zwojów nawiniętych dość grubym przewodem (0,5 ÷ 1,0 mm) oraz znacznie większą liczbę zwojów nawiniętych cieńszym przewodem (około 0,15 mm). Trzeba pamiętać, że w każdym przypadku głośnik przyłącza się do końcówek uzwojenia wykonanego grubszym przewodem, o mniejszej liczbie zwojów.

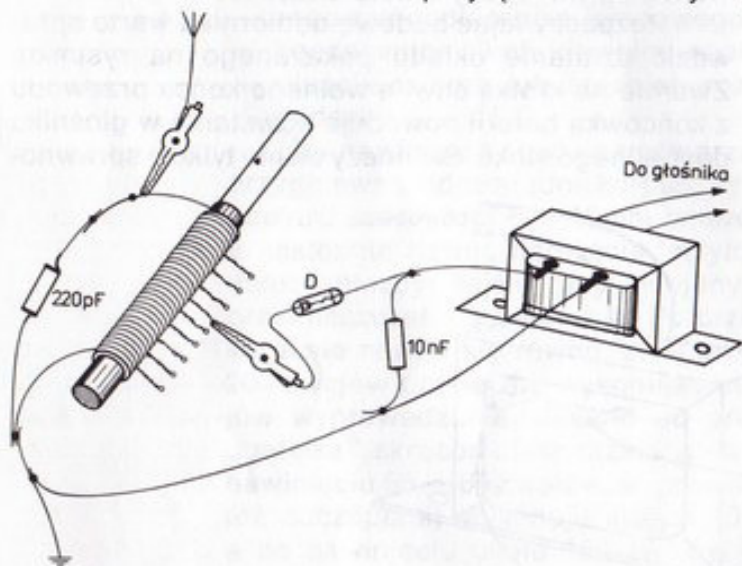
Rozpoczynając budowę odbiornika warto sprawdzić działanie układu pokazanego na rysunku. Zwarcie na krótką chwilę wolnego końca przewodu z końcówką baterii powoduje powstanie w głośniku dość silnego stuku. Świadczy on nie tylko o sprawno-



Część radioodbiornika zestawiona do pierwszych prób

ści transformatora i głośnika, lecz także o prawidłowym ich zestawieniu.

Do tak sprawdzonych głównych części aparatu przyłącza się pozostałe elementy. Model zestawiony na próbę jest pokazany na rysunku. Jak widać, przewody anteny i diody są zakończone metalowymi klipsami („krokodylkami”), co pozwala bez trudu wybierać odpowiednie odczepy, uprzednio oczyszczone z emalii. Klips diody przyłącza się początkowo do 5. lub 6. odczepu licząc od strony masy. W momencie przyłączenia anteny w głośniku powi-



Schemat połączeń próbnego modelu odbiornika detektorowego

nien pojawić się lekki, metaliczny stuk. Jeśli go brak, należy sprawdzić jakość połączeń i ich zgodność z rysunkiem.

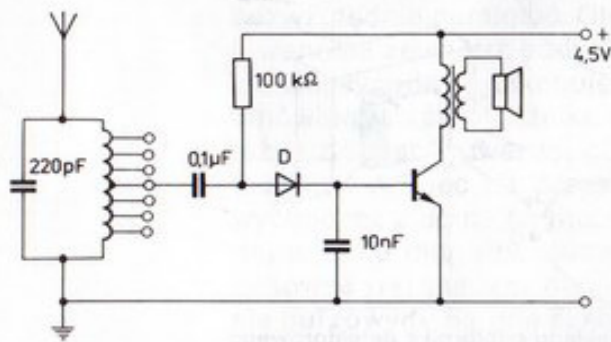
Gdy odbiornik reaguje na przyłączanie anteny, można przystąpić do jego strojenia, czyli przemieszczania pręta ferrytowego wewnątrz cewki. Jeśli ten zabieg nie daje żadnego rezultatu (audycja nie pojawia się lub nie zwiększa się jej głośność), trzeba przełączyć klips anteny na sąsiedni odczep, wyszukując ten, który zapewnia najgłośniejszy odbiór.

Jeśli zachodzi to przy usytuowaniu cewki na środku rdzenia, trzeba wymienić kondensator 220 pF na inny, o większej pojemności. Jeśli natomiast maksymalna głośność występuje przy rdzeniu wysuniętym z cewki niemal całkowicie, trzeba zastosować kondensator o pojemności mniejszej, np. 150 lub 120 pF i powtórzyć zabieg strojenia.

Po uzyskaniu dostrojenia obwodu rezonansowego trzeba jeszcze dopasować do niego obwód detekcyjny. W tym celu przemieszcza się klips diody na kolejne odczepy cewki. Można stwierdzić wówczas, że jeden z nich jest najbardziej odpowiedni, gdyż zapewnia najgłośniejsze działanie głośnika. Dostrojenie obwodu nie ulega przy tym zauważalnym zmianom.

Odbiornik jest przystosowany do odbioru I programu Polskiego Radia nadawanego w centrum kraju na falach długich (225 kHz). Dlatego dużą głośność można uzyskać przede wszystkim w tamtym rejonie. Wszyscy zamieszkali w większej odległości (ponad 100 — 150 km) mogą dodać do niego wzmacniacz, niewielki, choćby jednorozystorowy, a wyniki na pewno będą lepsze. Tyle tylko, że jednocześnie trzeba zastosować odpowiednie źródło zasilania tego wzmacniacza (np. baterię). Typowy odbiornik detektorowy żadnego zasilania nie wymaga.

Schemat zasadniczy odbiornika jest bardzo prosty. Z jego lewej strony widać kilka już poznanych



Schemat zasadniczy odbiornika detektorowego ze wzmacniaczem



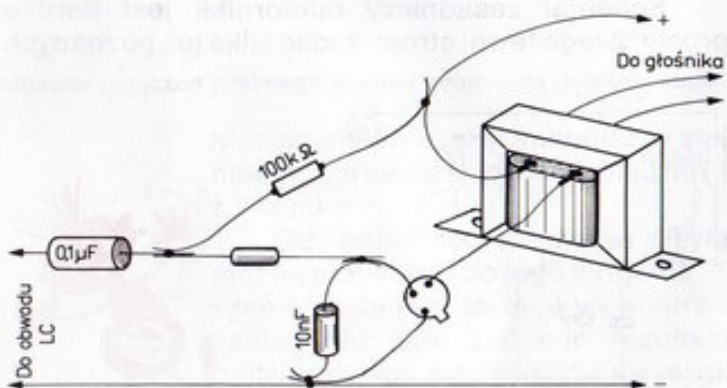
elementów, to jest obwód rezonansowy z przyłączoną anteną i uziemieniem. Sygnał radiowy pobrany z obwodu jest doprowadzony przez kondensator do diody detekcyjnej, która — wraz z kondensatorem 10 nF — formuje z niego sygnał audycji. Tranzystor wzmacnia go i przekazuje, przez transformator, do głośnika. Całość jest zasilana z baterii 4,5 V. Widoczny ponadto na schemacie rezystor 100 k Ω doprowadza przez diodę *D* pewien niewielki prąd z baterii do obwodu bazy tranzystora. Jest to potrzebne dla prawidłowego działania układu wzmacniającego.

Części potrzebne do budowy odbiornika:

- antena, uziemienie, cewka z odczepami, kondensatory o pojemności 220 pF i 10 nF, dioda germanowa i głośnik z transformatorem — jak w odbiorniku detektorowym bez wzmacniacza,
- tranzystor krzemowy małej mocy (dowolny typu *n-p-n*, np. BC107),
- rezystor 100 k Ω (dowolna moc),
- kondensator 0,1 μ F (dowolne napięcie pracy),
- bateria 4,5 V.

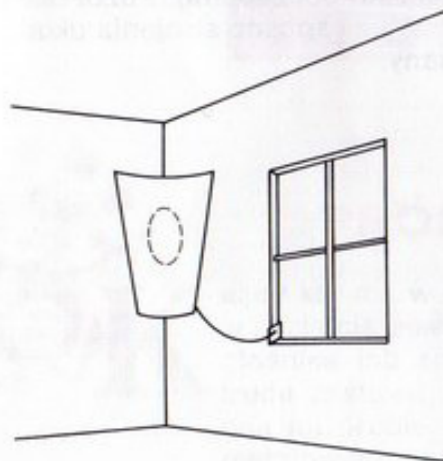
Przygotowane części warto sprawdzić w układzie próbnym.

Wszystkie części odbiornika i połączenia między nimi są pokazane na rysunku. Zmontowany układ



Schemat połączeń próbnego układu odbiornika detektorowego ze wzmacniaczem

zestrajają się (dobiera odczepy cewki) dokładnie tak samo, jak w przypadku już poznanego odbiornika detektorowego. Po uzyskaniu dobrych wyników można ze sprawdzonych części zmontować aparat w sposób solidny i trwały, a jednocześnie estetyczny. Prosty i tanim rozwiązaniem jest konstrukcja pokazana na rysunku. Jest to obudowa głośnika składająca się jedynie z wąskiej, skośnej płyty frontowej i trójkątnego denka, na którym mocuje się elementy aparatu. Utworzona w ten sposób — wraz ze ścianami i sufitem pomieszczenia — tuba, w zauważalny sposób poprawia nagłośnienie pokoju.



Obudowa głośnika odbiornika detektorowego

Jest jeszcze jedna sprawa, o której należy bezwzględnie pamiętać. Otóż każda antena zainstalowana na zewnątrz budynku powinna być uziemiona. Najwygodniej dokonuje się tego za pomocą już omówionego przełącznika antenowego. Antenę należy uziemiać wówczas, gdy nie korzysta się z odbiornika. A więc na przykład na okres nocny lub wychodząc z domu na dłuższy czas. W nie uziemionej antenie mogą powstawać (technicy mówią: indukować się) znaczne napięcia, szczególnie w okresie burzowym. Są one szkodliwe dla aparatu, a mogą także być groźne dla otoczenia. Natomiast antena

uziemiona jest niegroźna i nie może wyrządzić nikomu żadnej szkody.

Pojawiające się podczas słuchania audycji trzaski w głośniku świadczą o zbliżaniu się burzy, choć często nie jest ona jeszcze widoczna. W takich przypadkach każdy rozsądny radiostuchacz wyłącza odbiornik i uziemia swoją antenę.

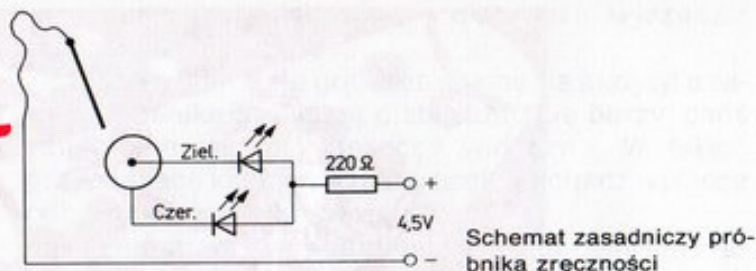
Uwaga: wszyscy zamieszkali poza centrum kraju (a więc w większej odległości od radiostacji długofalowej) mogą także przeprowadzić próby odbioru pobliskiej stacji średniofalowej. W takim przypadku przygotowana cewka powinna mieć tylko około 80 zwojów (z kilkoma odczepami). Pozostałe części aparatu oraz montaż i sposób strojenia układu pozostają bez zmiany.



PRÓBNIK ZRĘCZNOŚCI

Każdy kto ma w swych zasobach ferrytowy magnes w kształcie pierścienia, pochodzący z rozebranego głośnika lub złomowanego telewizora, może bez trudu zestawić prostą grę zręcznościową. Polega ona na próbie wprowadzenia stalowego pręta do metalowego pojemnika w taki sposób, aby dotknął on styku ulokowanego na dnie. Oczywiście nie wolno jest przy tym dotknąć ścianki pojemnika. Próby są automatycznie oceniane przez świecące diody. Każdy, kto sądzi, że jest to zbyt łatwe zadanie, przekona się, jak jest w rzeczywistości po zbudowaniu i wypróbowaniu modelu.

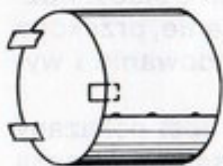
Schemat zasadniczy urządzenia jest pokazany na rysunku. Widoczne tam koło to metalowa ścianka pojemnika w kształcie walca, punkt w środku jest stykiem znajdującym się w jego wnętrzu. Do każdego z tych elementów jest przyłączona dioda świecąca (czerwona — do obudowy, zielona — do centralnego styku). Diody są włączone w obwód baterii 4,5 V przez



Schemat zasadniczy próbnika zręczności

rezystor 220Ω , który ogranicza wartość prądu płynącego przez jedną lub drugą diodę. Obwód włącza się przez dotknięcie stalowym prętem punktu centralnego (dobrze) lub obudowy (źle).

Budowę modelu najlepiej rozpocząć od przygotowania pojemnika. W tym celu wycina się z cienkiej blachy stalowej (wykorzystując np. puszkę po zielonym groszku) pas szerokości kilku centymetrów. Jego długość dobiera się tak, aby po zwinięciu w walec można było nasunąć na niego posiadany pierścień magnetyczny. Stykające się ze sobą krawędzie blachy można połączyć (zlutować) ze sobą w kilku punktach, choć nie jest to konieczne. Dodatkową czynnością jest przygotowanie paska blachy szerokości kilku milimetrów. Trzy jego odcinki przyłutowane do obrzeża walca posłużą do montażu urządzenia. Gotowy pojemnik (walec) jest pokazany na rysunku.



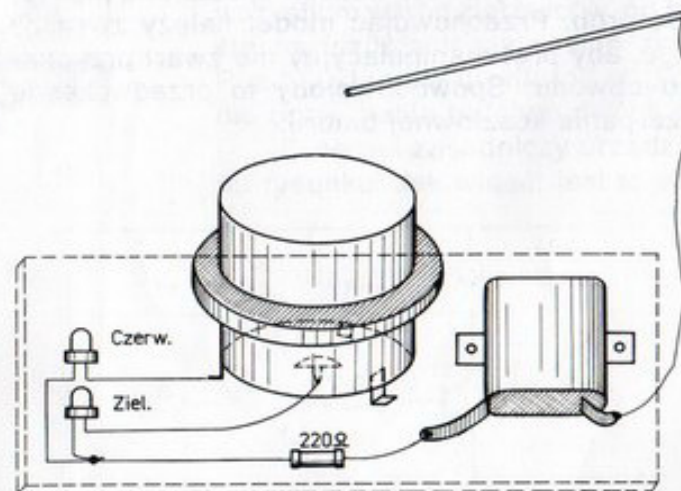
Walec z blachy tworzący boki pojemnika

Ponadto do budowy modelu są potrzebne:

- dioda świecąca zielono (dowolny typ),
- dioda świecąca czerwono (dowolny typ),

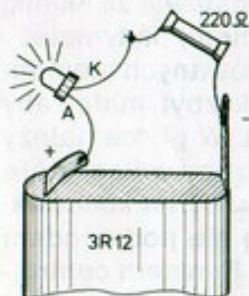
- rezystor 220Ω (dowolna moc),
- bateria 4,5 V (płaska),
- pinezka,
- szprycha rowerowa,
- około 0,5 m giętkiego przewodu (w izolacji).

Urządzenie montuje się na podstawie ze sklejki dowolnej grubości. Wymiary przyciętej płyty należy dostosować do wielkości skompletowanych elementów. Nie powinny one być jednak zbyt małe, aby podczas prób całość była stabilna. W płytce należy przygotować trzy szczeliny na zaczepty walca, które zagina się pod spodem, i małe otwory na końcówki diod. Baterię płaską 4,5 V mocuje się pod spodem płyty za pomocą obejmy z blachy. Punktem centralnym w dnie pojemnika jest duża pinezka. Pręt manipulacyjny, połączony dość długim, giętkim przewodem z jednym z biegunów baterii to odcinek szprychy rowerowej. Jego długość nie powinna być większa niż dwie głębokości pojemnika. Schemat połączeń kompletnego urządzenia jest pokazany na rysunku.



Schemat połączeń kompletnego urządzenia

Uwaga: przed montażem diody należy zbadać i ustalić prawidłowy kierunek ich włączenia do obwodu. W tym celu zestawia się układ próbny pokazany na rysunku. Jak widać, dioda jest przyłą-



Ustalenie kierunku włączenia diody świecącej

czona do baterii przez rezystor 220 Ω. Bezpośrednie przyłączenie diody do biegunów baterii (bez rezystora) powoduje natychmiastowe zniszczenie („spalenie”) diody.

Próby zręczności można przeprowadzać samodzielnie. Ciekawsze są jednak zawody zorganizowane w gronie rówieśników, podczas których każdy z zawodników wykonuje wcześniej ustaloną (np. 10) liczbę prób. Przechowując model należy zwracać uwagę, aby pręt manipulacyjny nie zwął przypadkowo obwodu. Spowodowałoby to przedwczesne wyczerpanie kosztownej baterii.

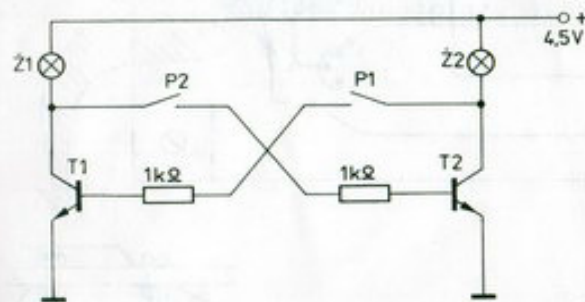


PRÓBNIK REFLEKSU



chyba wszyscy wiedzą, co to określenie oznacza. Dobry refleks ma po prostu ten, kto potrafi szybko, i do tego prawidłowo, zareagować na każde nieoczekiwane wydarzenie. Jest to umiejętność bardzo przydatna w życiu i dlatego wysoko ceniona. Przede wszystkim wśród kierowców, od których zachowania się na jezdniach tak często zależy życie ludzkie. Prosty układ elektroniczny pozwala na bezpośrednie porównanie refleksu dwóch partnerów.

Schemat zasadniczy urządzenia jest pokazany na rysunku. Jak widać, jest to elementarnie prosty



Schemat zasadniczy gry elektronicznej „dobry refleks”

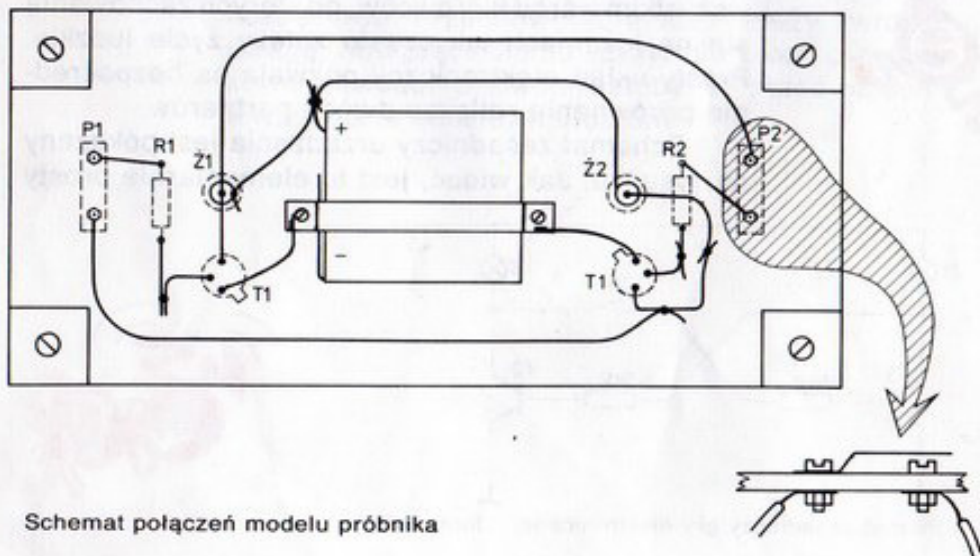


układ zawierający dwa szeregowe zestawy tranzystor — żarówka, zasilane z baterii 4,5 V. Przyciski *P1* i *P2* włączają żarówki przez podanie napięcia do bazy „swego” tranzystora. Napięcie jest pobierane jednak nie z baterii, lecz z kolektora tranzystora przeciwnika. Dlatego gracz, który spóźni się tylko o ułamek sekundy, nie może już załączyć swej żarówki, ponieważ napięcie na kolektorze, w uruchomionym wcześniej szeregowym zestawieniu żarówka — tranzystor, jest bliskie zeru.

Do zbudowania próbnika są potrzebne następujące elementy:

- dwa jednakowe tranzystory (dowolne typu *n-p-n*),
- dwa rezystory 1 k Ω (dowolna moc),
- dwie żarówki miniaturowe 3,5 V/0,2 A,
- dwa przyciski (wykonane wg opisu),
- bateria zasilająca 4,5 V,
- płyta montażowa (sklejka o wymiarach około 200 × 300 mm) dowolnej grubości.

Po skompletowaniu elementów rozmieszcza się je na płycie montażowej i nanosi ołówkiem miejsca ich mocowania oraz obrys potrzebnych otworów. Warto przy tym skorzystać z rysunku, na



Schemat połączeń modelu próbnika

którym jest pokazany wygląd modelu gry. Jak widać, bateria jest przymocowana do podstawy za pomocą obejm z blachy. Jest ona jednocześnie masą całego układu, ponieważ są do niej przyłączone emitory obu tranzystorów. Najlepiej wykonać ją z paska wyciętego z puszek po konserwach (np. po zielonym groszku), ponieważ jego pocynowana powierzchnia ułatwia lutowanie. W miejscu styku obejm z ujemnym biegunem baterii (dłuższa końcówka) obydwie metalowe powierzchnie należy dobrze oczyścić. Sposób wykonania przycisków *P1* i *P2* — najlepiej z dobrze sprężynującej końcówki zużytej baterii płaskiej — jest pokazany na rysunku pomocniczym. Montaż całości jest poza tym na tyle prosty, że nie wymaga dodatkowych objaśnień. Warto jedynie pamiętać, że pomimo prostoty układu jego montaż powinien być wykonany solidnie i starannie. A więc jak zwykle należy wprawnie operować lutownicą i cyną, wszelkie inne próby, np. skręcanie przewodów, nie przyniosą dobrych rezultatów.

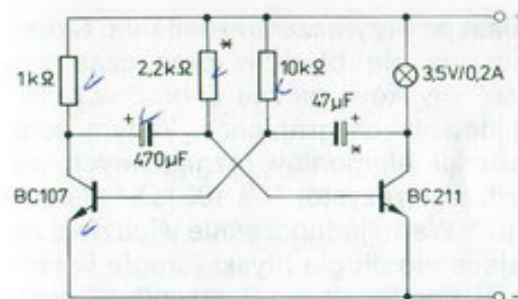
Zasady gry. W grze bierze udział dwóch zawodników pod nadzorem sędziego. Siadają oni po przeciwległych stronach niedużego stołu trzymając ręce pod blatem, najlepiej na kolanach, model gry spoczywa dokładnie na środku stołu. Na znak sędziego (np. klaśnięcie) każdy z grających stara się jak najszybciej nacisnąć swój przycisk. Przed tym, który dokonał tego pierwszy, zaświeca się żarówka sygnalizująca wygraną. Najlepiej jest grać seriami, na przykład 3 razy po 10 prób. Wygrywa oczywiście ten, kto więcej razy wyprzedził swego partnera.



GWIAZDA BETLEJEMSKA

Nawet mało zaawansowany amator potrafi zestawić generator impulsów świetlnych. Jest to prosty układ z dwoma tranzystorami, który zasila miniaturową żarówkę regularnymi, krótkimi impulsami prądu. Częstotliwość powtarzania impulsów oraz czas ich trwania, a więc tym samym częstotliwość i „długość” impulsów świetlnych wytwarzanych przez żarówkę, można ustalić w niemal dowolnych granicach. W tym celu jedynie dobiera się odpowiednio elementy (rezystory i kondensatory) układu. Takie „mrużące światło” jest często stosowane w różnych zabawkach, modelach i makietach. Przykładem może być ozdoba choinkowa w kształcie gwiazdy wyposażona w tego rodzaju „aparaturę” tranzystorową. Zabawkę taką można z powodzeniem nazwać gwiazdą betlejemską.

Schemat zasadniczy tranzystorowej części gwiazdy nie jest zbyt skomplikowany. Jak widać



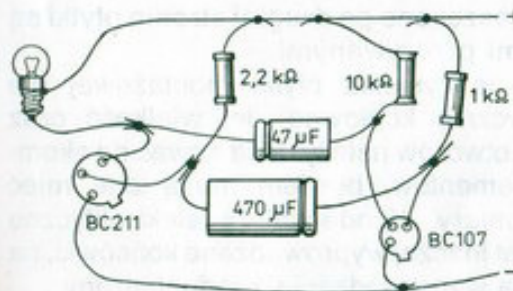
Schemat zasadniczy generatora impulsów świetlnych



z rysunku, składa się ona z niewielkiej liczby elementów. Są to elementy typowe, a więc łatwo osiągalne. Do budowy zabawki należy skompletować:

- tranzystor typu BC107 (lub podobny),
- tranzystor typu BC211 (lub podobny),
- rezystor 1 kΩ (dowolna moc),
- rezystor 2,2 kΩ (dowolna moc),
- rezystor 10 kΩ (dowolna moc),
- kondensator elektrolityczny 47 μF (dowolne napięcie pracy),
- kondensator elektrolityczny 470 μF (dowolne napięcie pracy),
- żarówka miniaturowa 3,5 V/0,2 A,
- bateria 4,5 V (płaska).

Skompletowane elementy warto zestawić — w celu sprawdzenia ich jakości — w układzie próbnym pokazanym na rysunku. Widać tam wszystkie elementy składowe i połączenia pomiędzy nimi tak, jak one w rzeczywistości wyglądają. Jeśli wszystkie części są pełnosprawne, to generator zaczyna

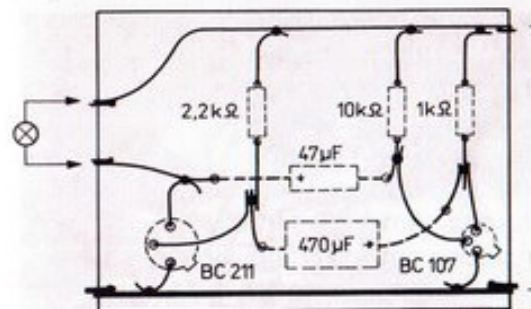


Schemat połączeń próbnego układu generatora

działać natychmiast po przyłączeniu zasilania. Częstotliwość powtarzania się błysków oraz czas ich trwania („długość” błysków) można dobrać w praktycznie niemal dowolnych granicach. W tym celu dobiera się wartości elementów oznaczonych na rysunkach gwiazdkami (rezystor $1 \div 100 \text{ k}\Omega$, kondensator: $4,7 \div 470 \mu\text{F}$). Warto jednocześnie wiedzieć, że często powtarzające się długie błyski (długie w stosunku do przerwy pomiędzy nimi) powodują dość szybkie zużycie baterii zasilającej. Jest to przecież pobór energii zbliżony do typowego bezpośredniego zasilania żarówki przez baterię. Natomiast do generowania krótkich, rzadko występujących błysków potrzebna jest znacznie mniejsza ilość energii. W takim przypadku jedna bateria zasilająca wystarcza na znacznie dłuższą pracę generatora. Warto o tym pamiętać, ponieważ koszt baterii jest dość duży.

Po sprawdzeniu jakości działania i dobraniu wartości elementów układu trzeba wszystkie jego części zmontować w sposób solidny i trwały. W tym celu najlepiej jest przygotować niewielką płytkę z dowolnego materiału izolacyjnego z nawierconymi otworami. Elementy generatora (bez żarówki i baterii) rozmieszcza się po jednej stronie płytki, a ich końcówki — przełożone przez otwory — wygina się i układa na płasko, odpowiednio kierując — po drugiej. Zbyt długie końcówki obcina się, ewentualnie braki uzupełnia obcym przewodem i wykonuje połączenia za pomocą lutownicy i cyny. Płytkę z otworami i wykonane na niej połączenia (duże czarne punkty lutownicze) są pokazane na rysunku. Elementy rozmieszczone po drugiej stronie płytki są pokazane liniami przerywanymi.

Pokazanej na rysunku płytki montażowej nie należy bezkrytycznie kopiować. Jej wielkość oraz rozmieszczenie otworów należy dostosować do skompletowanych elementów, bowiem mogą one mieć nieco inne rozmiary. Kondensatory elektrolityczne mogą mieć nawet inaczej wyprowadzone końcówki, na przykład obydwa wyprowadzenia z jednej strony.



Schemat połączeń użytkowego modelu urządzenia

Prawidłowo działający i wyregulowany stosownie do własnych potrzeb generator umieszcza się (wraz z baterią zasilającą) z tyłu gwiazdy wykonanej z metalowej folii, np. po czekoladzie. W centralnym otworze gwiazdy umieszcza się miniaturową żarówkę i całość instaluje na szczycie chonki. Raz uruchomiona gwiazda nie wymaga wyłączania, ponieważ przy „rzadkich” błyskach jedna bateria wystarcza na wiele dni dziełania ozdoby. **Wesołych Świąt!**



USPRAWNIENIE OŚWIETLENIA ROWERU



Instalacja oświetleniowa typowego roweru jest zasilana przez prądnicę. Obudowa tego niewielkiego urządzenia jest przymocowana do przedniego widelca. Obracający się wewnątrz prądnicy wirnik jest napędzany przez rolkę dociśniętą do opony przedniego koła. W ten sposób rower jadąc sam wytwarza pewną ilość energii potrzebnej do oświetlenia pojazdu. Ten prosty i powszechnie stosowany system ma jednak zasadniczą wadę: oświetlenie przestaje działać, gdy pojazd stoi lub jedzie z bardzo małą prędkością. Stwarza to bardzo niebezpieczne sytuacje, gdyż rowerzysta stojąc lub zwalniając na środku jezdni (np. podczas skrętu w lewo) jest niewidoczny dla innych kierowców. Odpowiednia zmiana systemu oświetlenia może zapobiec nieszczęściu.

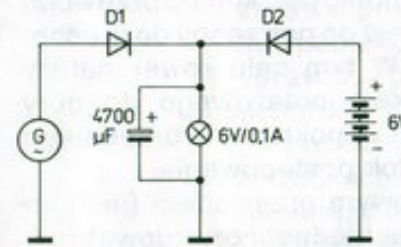
Usprawnienie polega na zastosowaniu dodatkowego źródła zasilania oświetlenia roweru, zestawionego z czterech popularnych ogniwi 1,5 V. Są one połączone w szereg i tworzą w ten sposób baterię o napięciu 6 V. Jest ona przyłączona do instalacji

oświetlenia roweru w ten sposób, że zasila żarówkę reflektora pojazdu tylko wtedy, gdy napięcie dostarczane przez prądnicę jest zbyt małe lub nie ma go wcale. Oczywiście całość jest pomyślana w ten sposób, że przełączanie źródeł zasilania (prądnica — bateria) następuje samoczynnie, bez udziału jadącego.

Schemat zasadniczy układu jest pokazany na rysunku. Jak widać, napięcie przemienne wytwarzane przez prądnicę *G* jest doprowadzone do typowego układu prostowniczego złożonego z diody *D1* i kondensatora o znacznej pojemności. W ten sposób żarówka jest zasilana napięciem stałym proporcjonalnym do chwilowej wydajności prądnicy, czyli do prędkości jazdy. Gdy napięcie to jest dostatecznie duże (około 6 V lub więcej) blokuje ono dopływ prądu z baterii. Natomiast gdy jest niższe lub nie ma go wcale, żarówkę zasila prąd z baterii. Dopływa on do niej przez diodę *D2*, która przewodzi właśnie w tym kierunku. W ten sposób żarówka świeci stale, niezależnie od prędkości jazdy, a źródła zasilania przełączają się samoczynnie. BOWIEM działa tylko to źródło, które w danym momencie dostarcza wyższego napięcia. Napięcie to automatycznie blokuje dopływ prądu z drugiego źródła.

Do budowy układu usprawniającego są potrzebne (poza rowerem z prawidłowo działającą instalacją oświetleniową) następujące elementy:

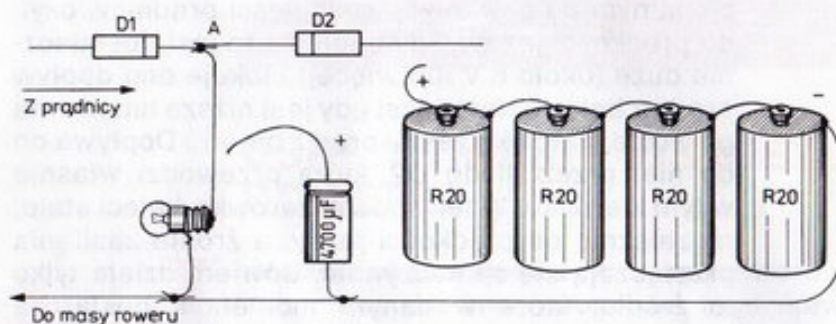
- dwie diody typu BYP4001-50,
- kondensator elektrolityczny 4700 μ F/10 V,
- cztery ogniwa 1,5 V typu R20.



Schemat zasadniczy usprawnionej instalacji oświetlenia roweru



Pracę należy rozpocząć od zestawienia na stole montażowym układu próbnego pokazanego na rysunku. Jak widać, układ nie jest całkowicie połączony, ponieważ będzie to przeprowadzane stopniowo. W ten sposób bowiem można najlepiej sprawdzić jakość i prawidłowość działania poszczególnych elementów składowych układu, co w inny sposób nie jest — dla początkujących — możliwe. Montaż części jest na razie prowizoryczny, jedynie cztery ogniwa są ze sobą połączone solidnie za pomocą krótkich odcinków przewodu montażowego. Punkty



Schemat połączeń próbnego układu instalacji oświetleniowej

lutowania (styki centralne i obrzeża kubków) ogniw należy starannie oczyścić ostrym narzędziem aż do uzyskania metalicznego połysku. Lutować należy szybko, gdyż przegrzewanie ogniw nie jest dla nich korzystne. Żarówka miniaturowa zastosowana w modelu oczywiście pochodzi z reflektora roweru. Trzeba z niego także wymontować koniec przewodu zasilającego, ponieważ jest on potrzebny do uruchomienia i prób modelu. W tym celu rower należy ustawić obok stanowiska montażowego do góry kołami tak, aby było możliwe pokręcanie przedniego koła ręką. A oto dalszy tok postępowania.

1. Połączyć dodatkowym przewodem (jeśli instalacja oświetleniowa jest jedнопrzewodowa) masę roweru z masą zestawionego układu.

2. Przyłączyć na chwilę dodatni biegun zestawu ogniw do punktu A modelu. Żarówka powinna zaświecić ze średnią jasnością.

3. Przyłączyć na chwilę dodatni biegun zestawu ogniw do wolnej końcówki diody D1. Świecenie żarówki powinno teraz być nieco mniej intensywne niż w poprzedniej próbie. Jeśli żarówka nie świeci, należy sprawdzić prawidłowość włączenia diody do układu (kolorowym paskiem do punktu A). Jeśli dioda nie przewodzi prądu (żarówka nie świeci) przy obu kierunkach włączenia diody, należy ją wymienić na inną, pełnosprawną i powtórzyć próby.

4. Przyłączyć na chwilę końcówkę przewodu prądnicy do punktu A modelu. Pokręcając przednie koło roweru ręką uzyskuje się świecenie żarówki tym jaśniejsze, im większa jest prędkość obrotowa przedniego koła.

5. Przyłączyć — tym razem na stałe — końcówkę przewodu prądnicy do wolnej końcówki diody D1. Świecenie żarówki podczas napędzania koła przedniego ręką powinno być teraz wyraźnie słabsze niż w poprzedniej próbie.

6. Przyłączyć na stałe do punktu A wolną końcówkę (dodatnią) kondensatora elektrolitycznego. Świecenie żarówki powinno być teraz bardziej intensywne niż w poprzedniej próbie.

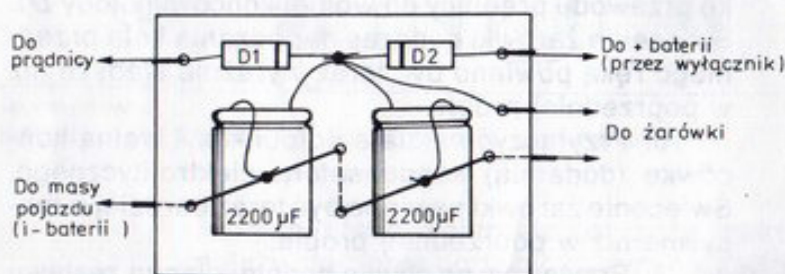
7. Przyłączyć na chwilę dodatni biegun zestawu ogniw do punktu A (koło roweru i prądnica nieruchoma). Żarówka powinna świecić ze średnią jasnością.

8. Przyłączyć na stałe dodatni przewód zestawu ogniw do wolnej końcówki diody D2. Świecenie żarówki powinno być teraz nieco mniej intensywne, niż poprzednio. Jeśli żarówka nie świeci, należy sprawdzić prawidłowość włączenia diody do układu (kolorowym paskiem do punktu A). Jeśli dioda nie przewodzi prądu (żarówka nie świeci) przy obu kierunkach włączenia w obwód, należy ją wymienić na inną, pełnosprawną.

Ostateczne sprawdzenie działania zestawionego modelu przeprowadza się obserwując wnikliwie

intensywność świecenia żarówki. Podczas postoju (koło przednie nie napędzane) żarówka powinna świecić ze średnią jasnością. Wzrost intensywności świecenia przy pewnej, niezbyt dużej, prędkości obrotowej przedniego koła świadczy o tym, że napięcie wytwarzane przez prądnicę zaczyna przewyższać napięcie dostarczane przez baterię ogni. Jeszcze większą jasność świecenia uzyskuje się przy dużej prędkości jazdy, podczas normalnego użytkowania pojazdu.

Z części sprawdzonych w układzie próbnym można z całym spokojem zbudować model użytkowy urządzenia. Tym razem jednak powinno to być bardzo solidne i starannie wykonane. Na rysunku jest pokazany model zmontowany na niewielkiej płytce z cienkiej sklejkki. Zastosowano w nim zamiast kondensatora o pojemności 4700 μF dwa kondensatory 2200 μF połączone równolegle. Końcówki



Schemat połączeń użytkowego modelu urządzenia

części składowych są przewleczone przez otwory przygotowane na obrzeżu i tworzą tam punkty lutowicze. Dodatkowy gruby przewód masy jest przewleczony przez płytkę montażową tak, że mocuje do niej obudowę kondensatorów.

Układ elektroniczny wraz z zestawem ogni trzeba umieścić w pojemniku dowolnego rodzaju. Może to być na przykład uszyta „na miarę” torebka z grubego płótna, podwieszona następnie do ramy roweru. Dodatkowo należy zainstalować wyłącznik oświetlenia. Najczęściej są spotykane wyłączniki tak

zwane przelotowe, stosowane w sznurach lamp biurowych i nocnych. Wyłącznik taki należy zainstalować w przewodzie zasilającym reflektor pojazdu.

Konstruktorzy mający zamiłowanie do prac mechanicznych mogą myśleć o zbudowaniu typowego pojemnika dla ogni, z odpowiednimi stykami sprężynującymi. Nie byłoby to jednak uzasadnione, ponieważ pod względem elektrycznym lutowane połączenia są znacznie pewniejsze, a raz przygotowany zestaw wystarcza na cały sezon letni.

Podczas użytkowania roweru z usprawnioną instalacją oświetleniową należy bezwzględnie pamiętać o tym, że powinna ona być wyłączona niezwłocznie po zakończeniu jazdy. Nieprzestrzeganie tego może szybko doprowadzić do przedwczesnego zużycia drogiej baterii. Przede wszystkim jednak należy zawsze — z instalacją usprawnioną lub tradycyjną — pamiętać o bezwzględnym przestrzeganiu przepisów ruchu drogowego, pojazdów bowiem na naszych drogach i szosach jest z każdym dniem coraz więcej, a — jak mówi stare porzekadło — złe nie śpi.

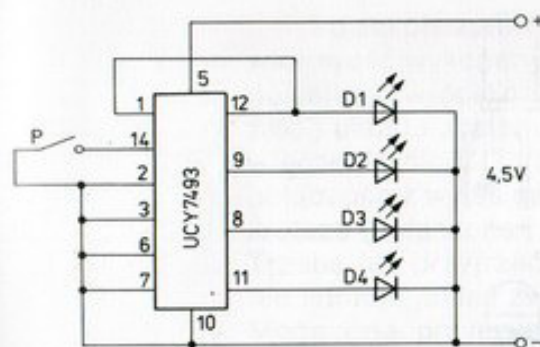


GRA LOSOWA



Typowe wyłączniki i przyciski stosowane w instalacjach elektrycznych wytwarzają w momencie działania zakłócenia elektryczne. Można to bez trudu zaobserwować w postaci trzasków powstających w głośnikach pobliskich radioodbiorników. Zakłócenia takie to zupełnie nie uporządkowane impulsy elektryczne. Ich liczba zależy od różnych czynników, a w szczególności od stanu technicznego styków wyłącznika. Najczęściej bywa tak, że mniej zakłócają wyłączniki nowe, mało używane, znacznie więcej stare, mocno zużyte. Wynika z tego, że każdy przycisk, wyłącznik lub jakiegokolwiek inne urządzenie ze stykami elektrycznymi jest gotowym generatorem impulsów. I to generatorem tak zwanym losowym, ponieważ liczba powstałych każdorazowo impulsów jest niezależna od użytkownika i zupełnie nie znana. Dzięki temu jest możliwe zbudowanie wyjątkowo prostej gry elektronicznej.

Schemat zasadniczy urządzenia jest pokazany na rysunku. W jego skład oprócz przycisku wchodzi tylko układ scalony i cztery diody elektrolumines-



Schemat zasadniczy gry losowej



cencyjne, zwane popularnie świecącymi. Układ scalony to tak zwany 4-bitowy licznik dwójkowy. Zlicza on impulsy docierające do jego wejścia, a wynik wyświetla na diodach w zakodowanej postaci. Zakodowanej, ponieważ stosowany jest do tego tak zwany kod dwójkowy.

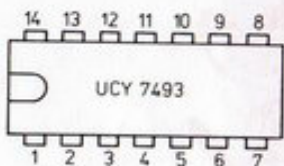
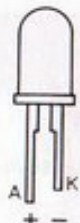
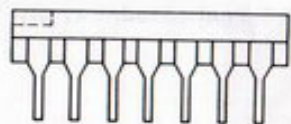
Po każdym naciśnięciu przycisku do wejścia licznika dociera przypadkowa liczba impulsów. Powoduje to świecenie jednej lub kilku diod. Bywa też, że wszystkie diody pozostają ciemne. Każdej diodzie jest przypisana określona wartość liczbowa, a mianowicie:

- diodzie *D1* — 1,
- diodzie *D2* — 2,
- diodzie *D3* — 4,
- diodzie *D4* — 8.

Suma punktów daje wynik próby, zawierający się w przedziale $0 \div 15$. Zwycięża oczywiście ten, kto w umówionej liczbie prób (np. 10) zdobędzie łącznie więcej punktów.

Do zbudowania gry losowej potrzebne są następujące elementy:

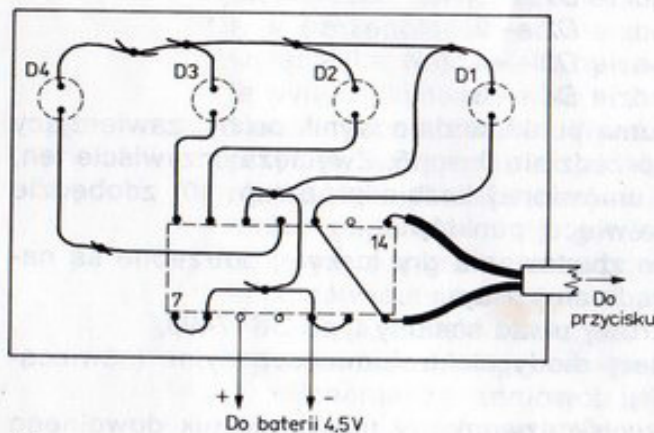
- cyfrowy układ scalony typu UCY7493,
- cztery diody elektroluminescencyjne („świecące”), dowolne,
- przycisk dzwonekowy lub wyłącznik dowolnego typu,



Tak wyglądają części składowe gry

- odcinek (około 0,5 m) dwużyłowego przewodu w izolacji,
- bateria 4,5 V.

Model urządzenia jest pokazany na rysunku. Wszystkie elementy (układ scalony i diody) są rozmieszczone na niewielkiej płytce z grubej tektury. Ich końcówki przełożone przez przygotowane otwory na drugą stronę są tam pozaginane i połączone z sobą za pomocą lutownicy i cyny.



Schemat połączeń części elektronicznej urządzenia

Po zakończeniu montażu należy sprawdzić prawidłowość wykonanych połączeń. Szczególną uwagę należy zwrócić na numerację wyprowadzeń („nóżek”) układu scalonego. Istotny jest także kierunek włączenia diod. Ich dłuższe końcówki powinny być połączone z wyjściami układu scalonego, natomiast krótsze (połączone razem) — z minusem zasilania. Trzeba też przyrzeć się wnikliwie, czy w układzie nie istnieją jakieś zwarcia lub niepewne lutowania. Mogą one przyczynić się nawet do uszkodzenia kosztownych elementów.

Po sprawdzeniu układu można do niego przyłączyć baterię zasilającą 4,5 V. Jej dłuższa końcówka to minus, a krótsza — plus zasilania. Po naciśnięciu przycisku powinna zaświecić jakaś kombinacja diod. Po powtórnym naciśnięciu przycisku diody powinny zaświecić w innym, losowym układzie. Jeśli stale nie świeci żadna z diod, może to być spowodowane zużyciem baterii, odwrotnym przyłączeniem jej końcówek, odwrotnym przyłączeniem diod lub zastosowaniem do budowy uszkodzonego układu scalonego. Gdy wszystko wypada pomyślnie, model jest gotowy do gry. Po jej zakończeniu warto odłączyć baterię od układu, gdyż w przeciwnym przypadku szybko rozładuje się. Dlatego najwygodniej jest zastosować w obwodzie baterii jakikolwiek wyłącznik. Może on ponadto być wykorzystany w czasie gry do „zerowania” układu, czyli do kasowania wskazań diod, choć nie jest to konieczne.

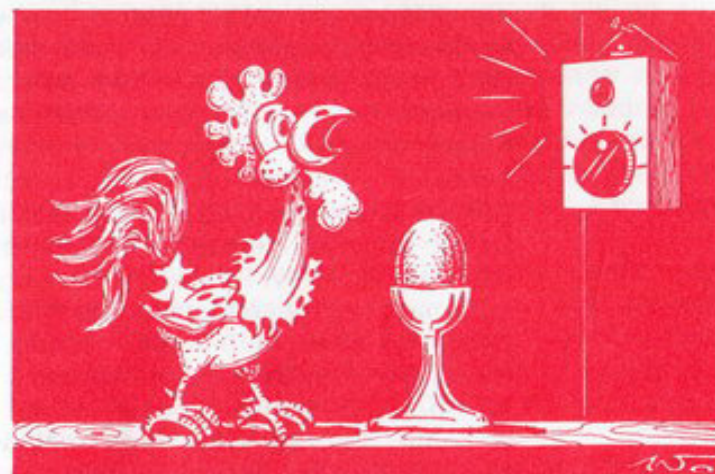
Uwaga: do budowy gry można z powodzeniem zastosować także układ scalony typu UCY7490 (bez żadnych zmian montażowych). W tym przypadku jednak wskazania diod będą obejmować liczby tylko w zakresie od 0 do 9.

Niezależnie od rodzaju zastosowanego układu scalonego warto pamiętać, że wewnątrz jego obudowy znajduje się bardzo złożona, precyzyjna i delikatna struktura półprzewodnikowa. Dlatego podczas pracy należy z układem scalonym obchodzić się ostrożnie. Jego końcówki trzeba lutować szybko,

unikając przegrzania całości, gdyż może to spowodować wewnętrzne uszkodzenie i w konsekwencji złe działanie zbudowanego modelu.

Dla pełnej jasności w tabeli są zestawione wszystkie możliwe wskazania zestawu czterech diod:

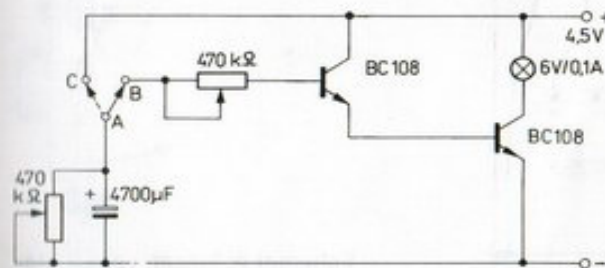
Dioda 4	Dioda 3	Dioda 2	Dioda 1	Wynik
-	-	-	-	0
-	-	-	+	1
-	-	+	-	2
-	-	+	+	3
-	+	-	-	4
-	+	-	+	5
-	+	+	-	6
-	+	+	+	7
+	-	-	-	8
+	-	-	+	9
+	-	+	-	10
+	-	+	+	11
+	+	-	-	12
+	+	-	+	13
+	+	+	-	14
+	+	+	+	15



TRANZYSTOROWY MINUTNIK

Tradycyjne urządzenia tego rodzaju to typowe mechanizmy zegarowe napędzane sprężyną. W dobie zegarków elektronicznych ich stosowanie jest już chyba przeżytkiem. Analogicznie działające urządzenie można bez trudu zestawić z kilku typowych części elektronicznych.

Schemat zasadniczy minutnika jest pokazany na rysunku. Jest to prosty układ z baterią i żarówką załączaną przez zestaw dwóch tranzystorów. W sta-



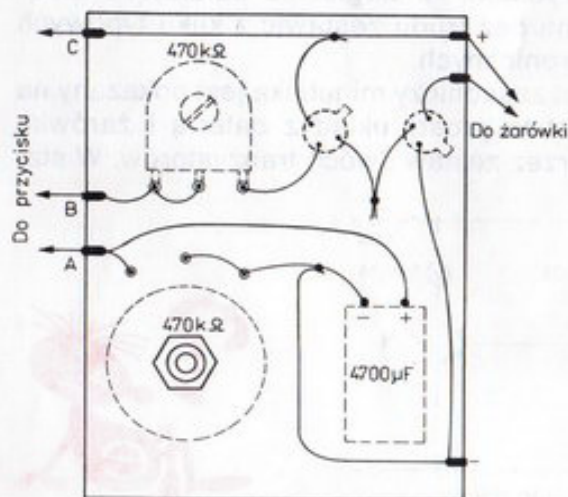
Schemat zasadniczy tranzystorowego minutnika



nie pokazanym na schemacie żarówka nie świeci, ponieważ baza pierwszego tranzystora jest połączona z masą układu (przez dwa połączone w szereg zmienne rezystory). Można jednak nacisnąć sprężynujący przycisk i przyłączyć na chwilę zestaw kondensator — rezystor do plusa napięcia zasilającego (tak, jak to pokazano na schemacie linią przerywaną). Dzięki temu kondensator (o dużej pojemności) zostaje naładowany. Po zwolnieniu przycisku napięcie zgromadzone na kondensatorze zasila bazę tranzystora. Wywołuje to przepływ prądu przez obydwa tranzystory i żarówkę, która rozjaśnia się. Świeci ona aż do wyczerpania zapasu energii zgromadzonej w kondensatorze. Czas tego rozładowania można regulować przez dobranie innej wartości rezystora równoległego, który na rysunku ma wartość 470 k Ω .

Do zestawienia modelu są potrzebne:

- dwa tranzystory typu BC108 (lub podobne),
- potencjometr montażowy 470 k Ω ,
- potencjometr 470 k Ω (obrotowy),
- kondensator elektrolityczny 4700 μ F/10 V,
- żarówka miniaturowa 6 V/0,1 A,
- przycisk przełączający (wykonany wg opisu),
- bateria 4,5 V.

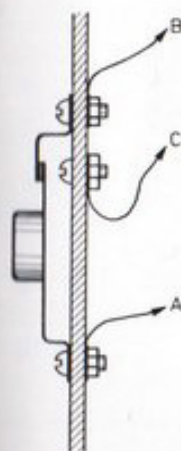


Schemat połączeń części elektronicznej minutnika

Elementy urządzenia rozmieszcza się na niewielkiej płytce z grubej tektury. Ich końcówki, przełożone na drugą stronę przez przygotowane otwory układu się na płasko i łączy z sobą zgodnie ze schematem. Schemat połączeń urządzenia modelowego jest pokazany na rysunku. Zestawienie tak prostego układu nie jest trudne, dlatego nie wymaga bardziej szczegółowych objaśnień.

Zmontowany układ elektroniczny należy wypróbować, wyregulować i w końcu wyskalować. Przede wszystkim należy ustawić potencjometr montażowy na maksymalną wartość rezystancji. Następnie trzeba zewrzeć (odcinkiem przewodu) punkty A i B przeznaczony do przyłączenia przycisku (prowizorycznie). Po przyłączeniu baterii zasilającej (uwaga na plus i minus baterii!) żarówka nie powinna świecić. Natomiast rozjaśnia się ona w trakcie powolnego zmniejszania wartości rezystancji włączonej w obwód bazy pierwszego tranzystora. Suwak potencjometru należy pozostawić w tej pozycji (najczęściej około połowy ścieżki oporowej).

Tak przygotowany układ można zestawić w kompletny minutnik. Najlepiej jest zmontować wszystkie elementy w obudowie z tworzywa sztucz-



Przycisk sprężynujący

nego, np. w pudełku do mydła. Jego wielkość powinna jednak być dostosowana do wielkości i rozmieszczenia skompletowanych części. Elementy elektroniczne uzupełnia się przyciskiem sprężynującym o konstrukcji pokazanej na rysunku. Jak nie trudno się domyślić, jest on wykonany z końcówek zużytej baterii płaskiej. Na wystającej osi potencjometru obrotowego mocuje się pokrętło („gałkę”).

Końcową czynnością jest wyskalowanie minutnika. W tym celu za pomocą zegarka z sekundnikiem mierzy się czas świecenia żarówki uruchamianej przez chwilowe naciśnięcie przycisku. Pomiaru dokonuje się przynajmniej 8 ÷ 10 razy w różnych położeniach osi potencjometru obrotowego. Położenia osi i czasy świecenia nanosi się na obudowie wokół pokrętła.

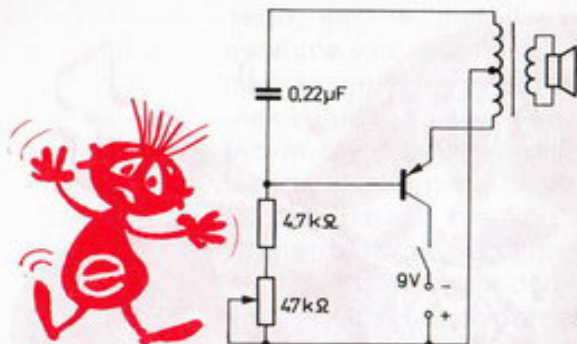


TRANZYSTOROWE BANJO



Dla elektroników o zamiłowaniach muzycznych został przygotowany model ciekawego instrumentu. Nie ma on odpowiednika pomiędzy „normalnymi” instrumentami, dlatego można by w zasadzie wykonać go w zupełnie dowolnej postaci. Jednakże modelowi nadano kształt i wygląd zbliżone do banjo (czytaj: bandžo), co okazało się bardzo praktyczne i wygodne. Model może być odwzorowany przez nawet zupełnie początkujących amatorów.

Schemat zasadniczy instrumentu jest pokazany na rysunku. Czytelnicy nieco zaznajomieni z elektroniką niewątpliwie zauważą, że jest to rodzaj generatora tranzystorowego z głośnikiem. Częstotliwość jego drgań — a więc wysokość tonu wytwarzanego przez instrument — jest regulowana za pomocą potencjometru (wykorzystywanego jako rezystor o regulowanej rezystancji). Drgania wytwarzane przez generator są odtwarzane przez głośnik.



Schemat zasadniczy instrumentu

Do budowy modelu są potrzebne następujące elementy:

- tranzystor krzemowy (dowolny, typu *n-p-n*), najlepiej średniej lub dużej mocy,
- głośnik dowolnego typu (średnich rozmiarów),
- transformator głośnikowy (wg opisu),
- potencjometr 47 kΩ (z gałką do pokręcania),
- rezystor 4,7 kΩ (dowolna moc),
- kondensator (dowolny typ) $0,047 \div 0,47 \mu\text{F}$,
- dwie baterie 4,5 V,
- materiały na obudowę instrumentu (sklejka, tektura itp.).

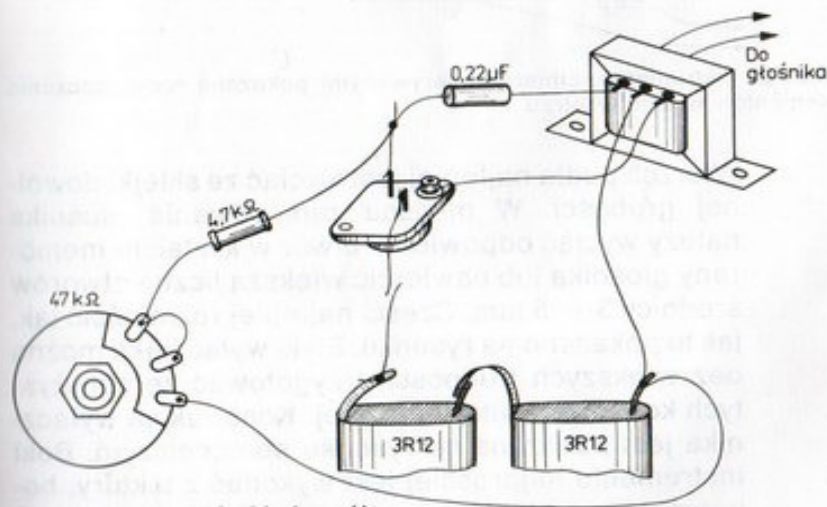
Pracę należy rozpocząć od przygotowania transformatora. Jest on bardzo nietypowy, a więc nie spotykany w sprzedaży. Do jego wykonania jest potrzebny jakikolwiek stary transformator głośnikowy pochodzący z już nie używanego radioodbiornika lampowego. Wielu elektroników-amatorów ma takie aparaty w swoich zasobach, gdyż jest to znakomite źródło zaopatrzenia w najrozmaitsze elementy i materiały. Transformator trzeba przede wszystkim wydemontować z aparatu i — w razie potrzeby — nieco oczyścić.

Typowy transformator głośnikowy tego rodzaju ma przeważnie około 100 zwojów nawiniętych grubszym przewodem w emalii oraz większą liczbę zwojów z cieńszego przewodu. Po „rozebrianiu” rdzenia i oswobodzeniu korpusu z uzwojeniami należy je starannie zdjąć przewijając na przyczo-

waną na oczekaniu (choćby z gazety) dużą szpulę. Warto przy tej sposobności starannie zdjąć oryginalne przekładki izolacyjne — wierzchnią i pomiędzy uzwojeniami — do dalszego wykorzystania. Na oswobodzonym korpusie transformatora nawija się: — 400 zwojów cienkiego przewodu z wyprowadzonym na zewnątrz środkiem uzwojenia (a więc 200 + 200 zwojów); trzeba jedynie pamiętać, aby obydwie połowy uzwojenia nawijać w tym samym kierunku, — cały zasób grubszego przewodu.

Końce przewodów doprowadza się do końcówek lutowniczych istniejących na korpusie, a następnie starannie składa się rdzeń.

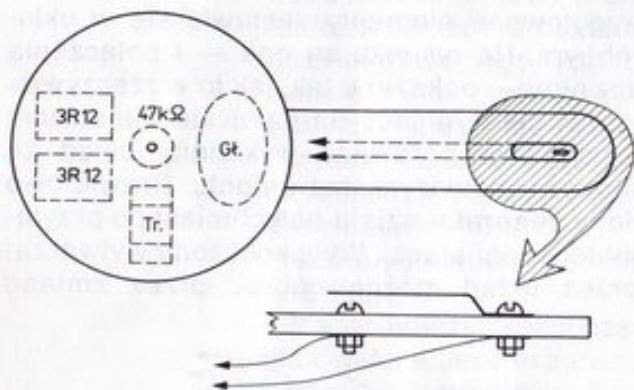
Przygotowane elementy zestawia się w układzie próbnym. Na rysunku są one — i połączenia pomiędzy nimi — pokazane tak, jak to w rzeczywistości naprawdę wygląda. Bardziej zaawansowani mogą oczywiście porównać wykonany układ ze schematem zasadniczym instrumentu. Prawidłowo zestawiony generator działa natychmiast po przyłączeniu baterii zasilającej. Wysokość tonu wytwarzanego przez układ można dobrać przez zmianę



Schemat połączeń układu próbnego

pojemności kondensatora (w granicach podanych w spisie części). Zwiększenie pojemności powoduje obniżenie tonów, zmniejszenie — podwyższenie. Podczas tych prób potencjometr powinien być ustawiony w położeniu mniej więcej środkowym. Pokręcając jego osią uzyskuje się następnie (w sposób ciągły) zmianę tonów w zakresie około trzech oktaw. Podczas gry na instrumencie jedną ręką operuje się potencjometrem, drugą zaś naciska się wyłącznik zasilania umieszczony na gryfie.

Po uzyskaniu poprawnych wyników w układzie próbnym można śmiało przystąpić do budowy „pudła” instrumentu o wyglądzie pokazanym na rysunku.



Wygląd gotowego instrumentu. Liniami przerywanymi pokazano rozmieszczenie głównych elementów w jego wnętrzu

Wierzch pudła najlepiej jest wyciąć ze sklejki dowolnej grubości. W miejscu zamocowania głośnika należy wyciąć odpowiedni otwór w kształcie membrany głośnika lub nawiercić większą liczbę otworów średnicy $3 \div 5$ mm. Części najlepiej rozmieścić tak, jak to pokazano na rysunku. Styki wyłącznika można bez większych trudności przygotować ze sprężystych końcówek baterii płaskiej. Konstrukcja wyłącznika jest pokazana na rysunku pomocniczym. Boki instrumentu najprościej jest wykonać z tektury, bowiem można z niej łatwo uformować koło o wymaga-

nej średnicy. Wierzch pudła instrumentu pokrywa się barwną tkaniną, a na osi potencjometru osadza pokrętło (gałkę).

Gra na instrumencie nie jest trudna, jednak wymaga pewnej wprawy. Bardzo wiele zależy od indywidualnego przygotowania muzycznego, a przede wszystkim słuchu. Bez tego ostatniego nawet najwytrwalsze ćwiczenia nie mogą przynieść dobrych rezultatów.

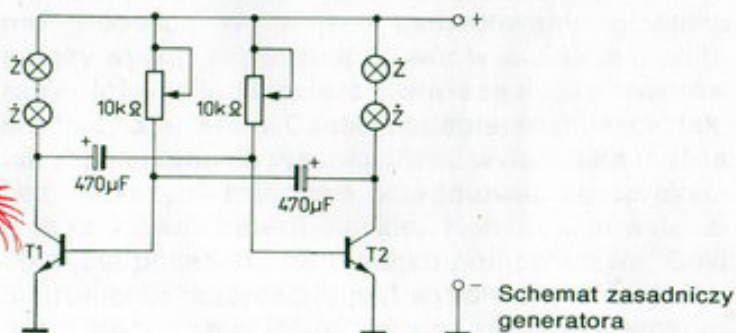
Uwaga: do budowy instrumentu można z powodzeniem zastosować tranzystor krzemowy o przewodności $p-n-p$, a nawet jakikolwiek pochodzący z dawnej produkcji — germanowy. Należy jedynie zamienić miejscami końcówki zestawu baterii łącząc plus zasilania z emiterem tranzystora.



MRUGAJĄCA CHOINKA

Przygotowanie w okresie przedświątecznym zabawek na choinkę jest ulubionym zajęciem najmłodszych. Czyż jednak może być coś bardziej interesującego niż samodzielne zainstalowanie na niej efektownego oświetlenia? Oto sposób wykonania prostego urządzenia, które samoczynnie przełącza dwa szeregi miniaturowych żarówek.

Układ przełączający przepuszcza impulsy prądu z baterii na przemian przez lewą i prawą gałąź żarówek. Czas trwania poszczególnych impulsów,

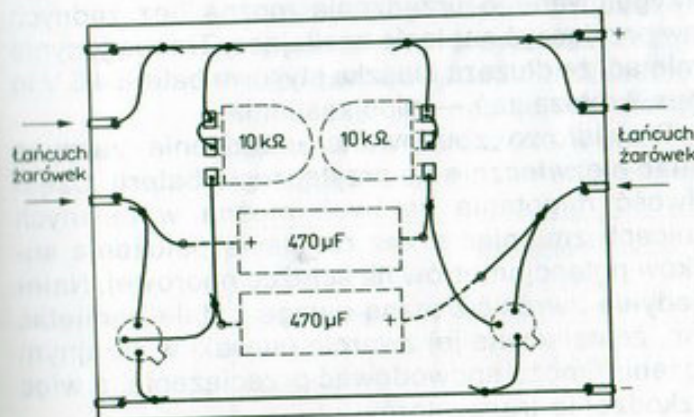


a więc czas świecenia jednego lub drugiego łańcucha żarówek, zależy przede wszystkim od wartości zastosowanych pojemności i rezystancji. Im wartości te są większe, tym wytwarzane impulsy świetlne są dłuższe. Dzięki temu „mrużenie” choinki można dostosować do własnego gustu.

Do budowy urządzenia są potrzebne następujące elementy:

- dwa jednakowe tranzystory (dowolne, typu *n-p-n*),
- dwa potencjometry montażowe 10 kΩ,
- dwa kondensatory elektrolityczne 100 ÷ 1000 μF / 16 V,
- cztery żarówki miniaturowe 2,5 V/0,1A,
- bateria 4,5 V.

Skompletowane elementy rozmieszcza się na niewielkiej płytce z grubej tektury i oznacza ołówkiem miejsca wykonania potrzebnych otworów. Bardzo pomocny przy tym może być pokazany na rysunku wygląd modelu. Nie należy go jednak dokładnie kopiować, ponieważ indywidualnie skom-



Schemat połączeń modelu generatora

pletowane części mogą mieć nieco inne rozmiary. Dotyczy to w szczególności kondensatorów elektrolitycznych (o pojemności wybranej w granicach od 100 do 1000 μF), które ponadto mogą mieć odmiennie

wyprowadzone końcówki (obie z jednej strony). Warto natomiast zauważyć, że montaż modelu próbnego został ułatwiony przez zastosowanie dwóch linii zbiorczych z „gołego” przewodu (u góry i dołu rysunku), do których przyłącza się zasilanie całości. Linie są przymocowane do płyty montażowej przez zawinięcie ich końcówek do jej obrzeży. Podobnie są wykonane punkty lutownicze przeznaczone do przyłączenia w końcowej fazie pracy dwóch szeregów żarówek.

Po zmontowaniu układu należy go jeszcze raz dokładnie sprawdzić. W tym celu porównuje się wykonany układ z modelem pokazanym na rysunku. Bardziej doświadczeni mogą wykorzystać do tego celu także schemat zasadniczy urządzenia. Po upewnieniu się, że układ został przygotowany prawidłowo, ustawia się suwaki obu potencjometrów, wykorzystywanych w tym przypadku jako rezystory zmienne, w środkowym położeniu. Znaczący to, że punkty styku suwaków ze ścieżkami oporowymi znajdują się w pobliżu ich połowy. Dopiero do tak sprawdzonego i przygotowanego urządzenia można bez żadnych obaw przyłączyć napięcie zasilające. Trzeba jedynie pamiętać, że dłuższa blaszka stykowa baterii 4,5 V to minus, krótsza zaś — plus zasilania.

Prawidłowo zbudowane urządzenie zaczyna działać niezwłocznie po przyłączeniu baterii. Częstotliwość migotania żarówek można w pewnych granicach zmieniać przez regulację położenia suwaków potencjometrów na ścieżce oporowej. Należy jedynie zwrócić baczną uwagę i stale pamiętać o tym, że całkowite jej zwarcie (suwaki w skrajnym położeniu) może spowodować przeciążenie, a więc i uszkodzenie tranzystorów.

Do zainstalowania dwóch łańcuchów żarówek na choince potrzebny jest cienki izolowany przewód w ilości zależnej przede wszystkim od rozmiarów drzewka. Dla żarówek najlepiej jest przygotować prymitywne, lecz estetycznie wyglądające korpusy z krótkich odcinków plastikowej rurki. Jak widać na



Zarówka oprawiona w plastikowy korpus

rysunku, żarówka jest umieszczona w niej „na wcisk”, a wychodzące dołem przewody mocują całość na gałązce.

Zestaw modelowy z czterema żarówkami może być przydatny jedynie dla ozdobienia bardzo małej choineczki. W przypadku zastosowania większej liczby żarówek trzeba urządzenie zasiląć odpowiednio większym napięciem stosując dwie lub trzy baterie 4,5 V połączone w szereg. Dla pełnej jasności odpowiednie dane są zestawione w tabeli.

Liczba baterii	Napięcie robocze [V]	Liczba żarówek 2,5 V/0,1 A
1	4,5	2 × 2 szt.
2	9,5	2 × 5 szt.
3	13,5	2 × 8 szt.

Mrugający komplet choinkowy świeci z niezbyt dużą jasnością, lecz dzięki temu jedna bateria lub ich zestaw wystarcza na około 5 godzin działania układu.

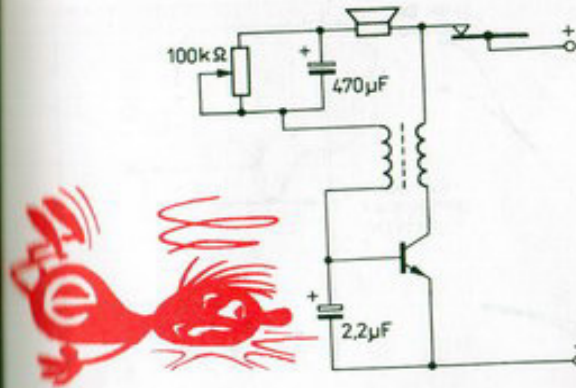


GŁODNY AZOR

Jest to bardzo oryginalna zabawka dla każdego, niezależnie od wieku. Bowiem każdego zainteresuje pies bacznie pilnujący swojej kości. Mając przed sobą swój przysmak pies siedzi spokojnie. Wystarczy jednak zabrać mu kość, aby natychmiast zaczął wyc — i chyba słusznie. Gdy kość zostaje położona z powrotem, pies niezwłocznie milknie. Nie trzeba chyba dodawać, że kość zabierana psu nie ma żadnego połączenia z podstawą zabawki (za pomocą przewodów, kontaktów itp.). I na tym właśnie polega jej dowcip.

Zabawka działa w stosunkowo prosty sposób. W psiej budzie znajduje się układ tranzystorowy z niewielkim głośnikiem. Jego schemat zasadniczy jest pokazany na rysunku. Jest to dość nietypowy generator wytwarzający dźwięki imitujące wycie psa. Pracę należy rozpocząć od zestawienia tego generatora. Potrzebne są do tego następujące elementy:

- tranzystor krzemowy (typu *n-p-n*) małej lub średniej mocy,
- potencjometr montażowy 100 k Ω ,

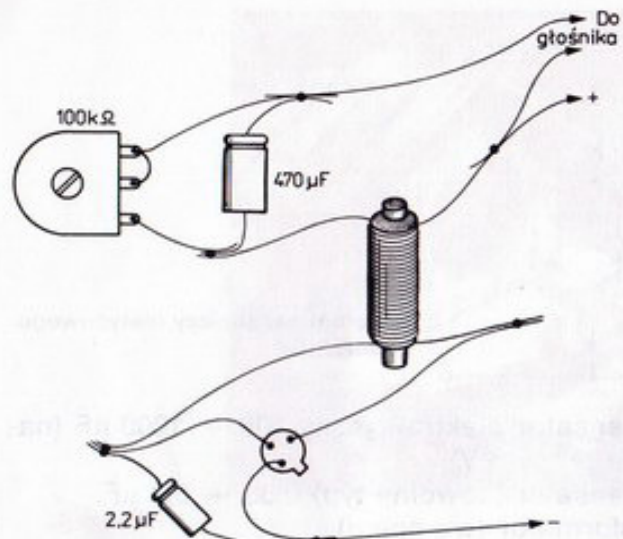


Schemat zasadniczy nietypowego generatora

- kondensator elektrolityczny 100 ÷ 1000 μF (napięcie pracy 6 V),
- kondensator (dowolny typ) 0,33 ÷ 3,3 μF ,
- transformator (wg opisu),
- głośnik niewielkich rozmiarów (impedancja 25 ÷ 40 Ω),
- bateria 4,5 V.

Do wykonania nietypowego transformatora potrzebny jest krótki odcinek pręta ferrytowego dowolnej średnicy, pochodzący na przykład z uszkodzonej (połamanej) anteny ferrytowej jakiegokolwiek radiodbiornika, długości 4 ÷ 5 cm. Na pręcie nawija się przewodem w emalii o średnicy 0,15 ÷ 0,25 mm dwa uzwojenia, każde po 200 zwojów. Gotowe uzwojenia warto zabezpieczyć przed „rozsypaniem się” odrobiną kalafonii, lakieru lub parafiny.

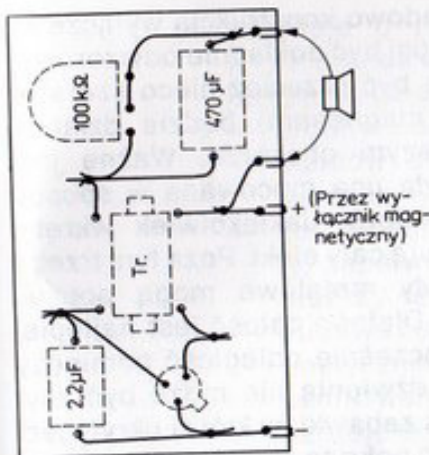
Montaż generatora jest łatwy, nie wymaga żadnych specjalnych zabiegów. Rozmieszczenie elementów i długość połączeń nie mają wpływu na jakość działania układu. Dla mniej zaawansowanych może być przydatny pokazany na rysunku schemat połączeń. Taki próbnie zestawiony układ pozwala na sprawdzenie działania układu i jakości skompletowanych części. Uruchamia się go przez przyłączenie baterii zasilającej (uwaga na plus i minus baterii). Poprawnie zmontowany układ działa natychmiast, to jest wytwarza trudne do nazwania odgłosy przypominające wycie lub pischczenie, Ich charakter można



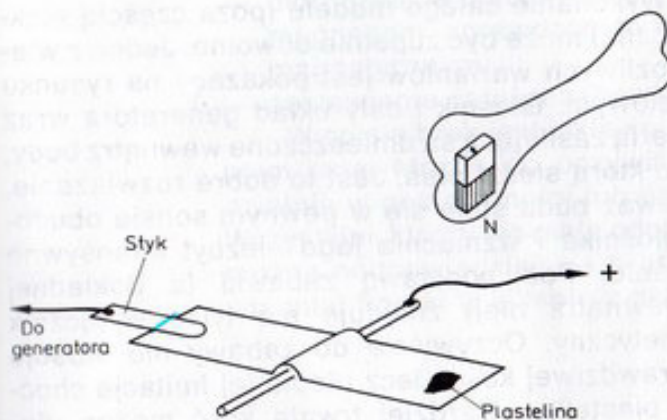
Schemat połączeń układu próbnego

dobrać stosownie do własnego gustu przez zmianę pojemności kondensatorów (w granicach podanych w spisie elementów), a także przez regulację potencjometru. Jeśli układ nie działa, tj. nie generuje żadnych przebiegów elektrycznych, należy sprawdzić prawidłowość montażu. Jeśli i to nie poprawi sytuacji, trzeba zamienić miejscami końcówki jednego z uzwojeń transformatora (dowolnego). Sprawdzone, dobrze działające, części należy starannie i solidnie zmontować na jakiegokolwiek płycie izolacyjnej. Prawidłowo zmontowany układ elektroniczny modelu zabawki jest pokazany na rysunku.

„Dowcip” zabawki polega przede wszystkim na zastosowaniu w niej wyłącznika magnetycznego pokazanego na rysunku. Widać tam dźwignię z blachy stalowej o szerokości około 1 cm i długości około 5 cm. Jest ona zawieszona w swym środku na osi z drutu miedzianego (bez izolacji) o średnicy $1 \div 2$ mm. Dźwignia jest dokładnie „wyważona” (np. przez obciążenia jej ramienia odrobiną kalafonii lub plasteliny) w ten sposób, że lekko dotyka do styku (blaszki ze starej baterii) połączonego z generato-



Schemat połączeń modelu użytkowego generatora



Wyłącznik magnetyczny

rem. Do osi wyłącznika doprowadza się przewód dodatniego bieguna baterii zasilającej. Ujemny biegun baterii (dłuższej blaszki) łączy się z masą układu. W takiej sytuacji generator jest załączony i pies wyje. Jeśli teraz przed jego nosem znajdzie się kość, w której ukryty jest niewielki, lecz silny magnes — dźwignia wyłącznika przechyli się „na drugą stronę” i wyłączy zasilanie. Oczywiście kość z magnesem powinna być zmieszczona możliwie blisko cięższego końca dźwigni.

Pokazana przykładowo konstrukcja wyłącznika magnetycznego nie musi być dokładnie odwzorowywana. Dźwignia może być przecież nieco szersza, a wówczas kość (z magnelem) będzie działała prawidłowo na większym obszarze. Ważne jest natomiast, aby nie była ona mocowana w sposób widoczny dla obserwatora. Jakiegokolwiek wkrety, śruby i gwoździe popsują cały efekt. Poza tym trzeba pamiętać, że elementy metalowe mogą popsuć działanie urządzenia. Dlatego całość jest najlepiej po prostu kleić. Jednocześnie odległość pomiędzy magnesem (kością) i dźwignią nie może być zbyt duża. A więc podstawa zabawki, w której ukryty jest wyłącznik, powinna być pokryta cienkim materiałem (choćby nawet kartonem).

Wykonanie całego modelu (poza częścią elektroniczną) może być zupełnie dowolne. Jeden z wielu możliwych wariantów jest pokazany na rysunku winietowym. Głośnik i cały układ generatora wraz z baterią zasilającą są umieszczone wewnątrz budy, przed którą siedzi pies. Jest to dobre rozwiązanie, ponieważ buda staje się w pewnym sensie obudową głośnika i wzmacnia jego niezbyt intensywne działanie. Pod podstawą zabawki (a dokładniej — wewnątrz niej) znajduje się tylko wyłącznik magnetyczny. Oczywiście do zabawy nie stosuje się prawdziwej kości, lecz ulepia jej imitację choćby z plasteliny. Bardziej trwałą kość można ulepić z dobrze wygniecionego w palcach kawałka chleba.

Wszystkim mniej zaawansowanym w elektronice warto zaproponować rozpoczęcie całej pracy od skompletowania części i zbudowania oraz wyregulowania poprawnie działającego układu imitującego wycie psa. Mając to za sobą jest już pewność, że zabawka będzie działała prawidłowo. Dopiero wówczas warto poświęcić nawet sporo trudu i pracy na jej zbudowanie w ładnej, pracochłonnej, formie. Poza tym wielkość części elektronicznej zabawki

decyduje o rozmiarach pozostałych elementów, w tym przede wszystkim budy. Tak więc prawidłowa kolejność działania jest następująca:

- próbny montaż generatora i dobranie jego elementów dla uzyskania odpowiednich efektów akustycznych,
- zestawienie generatora w sposób solidny i trwały, zapewniający pewne działania układu przez dłuższy czas,
- budowa i sprawdzenie działania wyłącznika magnetycznego (z odpowiednio dobranym magnesem trwałym),
- zaprojektowanie i zbudowanie budy wraz z podstawą dostosowaną do ukrycia w niej wyłącznika magnetycznego,
- uformowanie imitacji kości (z ukrytym wewnątrz magnesem, sprawdzonym wraz z wyłącznikiem magnetycznym),
- zestawienie całości zabawki.

W opisie brak jest jakiegokolwiek wzmianki o samym psie. Można go oczywiście wykonać samodzielnie w postaci mniej lub bardziej udanej kukły. Wszystkim, którzy nie mają odpowiednich zdolności, można podpowiedzieć po prostu zakupienie odpowiedniej figurki w sklepie z zabawkami.



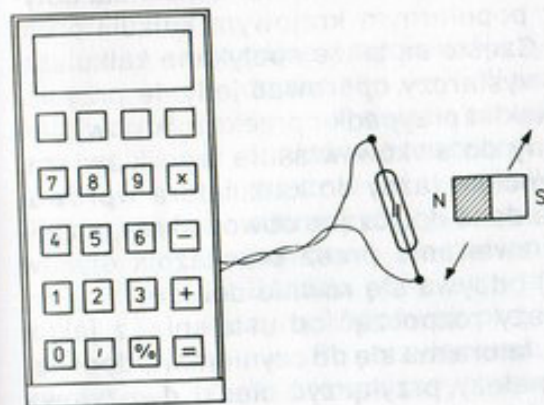
ROWEROWY LICZNIK KILOMETRÓW

Elektroniczne kalkulatory są od lat użytkowane przez wszystkich, niezależnie od wieku. Wiele z nich jest nie wykorzystywanych, gdyż stały się już przestarzałe konstrukcyjnie lub mają jakieś mniejsze lub większe uszkodzenia mechaniczne. Kto ma takie jeszcze czynne urządzenie, może bez większych trudności przekształcić je w licznik kilometrów do swego roweru. Licznik elektroniczny, a więc nowoczesny i bardzo dokładny. Takie ciekawe urządzenie z pewnością przyda się każdemu rowerzyście.

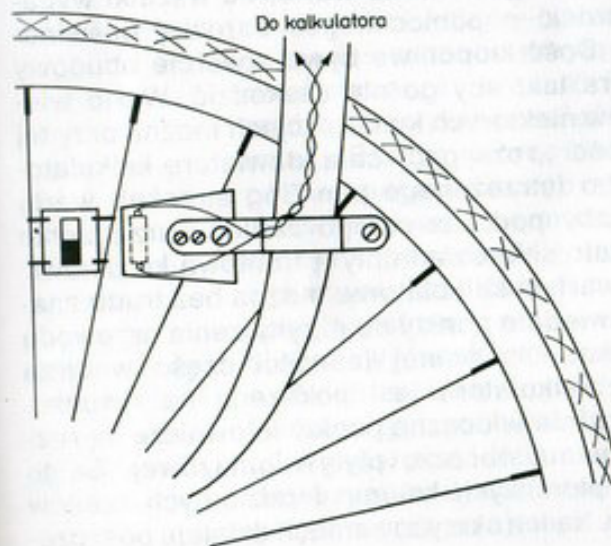
Działanie licznika jest proste. Do styków przycisku „=” (wewnątrz kalkulatora) jest przyłączony dwużyłowy przewód tak zwany kontaktron (fachowa nazwa: przekaźnik pręcikowy). Jest to miniaturowy przekaźnik elektromagnetyczny wykonany w postaci cienkiej rurki szklanej, długości (zależnie od typu) 20 ÷ 50 mm. Wewnątrz niej znajduje się para styków uruchamianych z zewnątrz polem magnetycznym. Wytwarza się je przeważnie za pomocą

wielozwojowej cewki nawiniętej na rurce. Z równym powodzeniem można sterować stykami przekaźnika operując w pobliżu obudowy kontaktronu — jak na rysunku — dość silnym magnesem trwałym.

Elementy zestawu są zamocowane na rowerze. Kontaktron jest przymocowany do przedniego widelca pojazdu, magnes zaś wiruje wraz z kołem (przemieszczając się za każdym jego obrotem możliwie blisko przekaźnika). W ten sposób każdy obrót



Próbny zestaw elementów licznika



Elementy urządzenia zamontowanego na rowerze

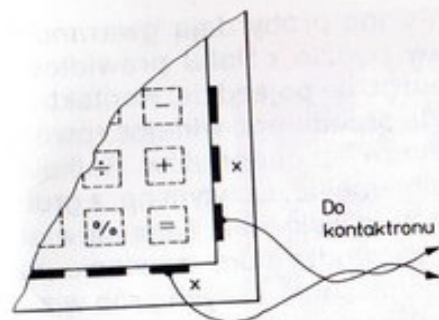
koła powoduje jedno krótkie zwarcie styków przełącznika, co jest jednoznaczne z naciśnięciem klawisza „=”. Przed rozpoczęciem jazdy naciska się klawisz „+”, a następnie wprowadza (za pomocą klawiatury) do kalkulatora liczbę odpowiadającą obwodowi koła (przeważnie około 2 m). Dzięki temu podczas jazdy uzyskuje się automatyczne dodawanie (co jeden obrót koła), a na wyświetlaczu urządzenia jest widoczna suma wskazująca przejechany dystans.

Uwaga: opisany sposób działania licznika dotyczy modelu z popularnym krajowym kalkulatorem typu „Bolek”. Często są także spotykane kalkulatory, w których wystarczy operować jedynie przyciskiem „+”. W takim przypadku przełącznik powinien być przyłączony do styków właśnie tego klawisza. Przed rozpoczęciem jazdy do kalkulatora wprowadza się jedynie dane dotyczące obwodu koła, a zaliczanie (przez zwieranie przez przełącznik styków klawisza „+”) odbywa się równie dobrze.

Pracę należy rozpocząć od ustalenia, z jakim rodzajem kalkulatora ma się do czynienia. Odpowiednio do tego należy przyłączyć cienki dwużyłowy przewód do styków klawisza „=” lub „+”. Nie jest to trudny zabieg, mimo to warto, na wszelki wypadek, poprosić o pomoc kogoś bardziej doświadczonego. Dość kłopotliwe bywa otwarcie obudowy kalkulatora tak, aby go nie uszkodzić. Warto wiedzieć, że w niektórych konstrukcjach można przy tej sposobności „rozsypać” całą klawiaturę kalkulatora. Dlatego (strzeżonego pan Bóg strzeże!) warto uważać, aby podczas całego zabiegu urządzenie pozostawało skierowane płytą frontową ku dołowi.

W otwartym kalkulatorze można bez trudu znaleźć odpowiednie punkty do przyłączenia przewodu przełącznika. Dla pełnej jasności część wnętrza typowego kalkulatora jest pokazana na rysunku. Duże, wyraźnie widoczne punkty lutownicze są rozmieszczone na obrzeżu płyty montażowej. Są to końcówki pionowych kolumn i poziomych rzędów klawiatury. Na ich skrzyżowaniach działają poszczególne przyciski. Na rysunku pokazano przyłączenie do zacisku „=”. W przypadku korzystania z przycisku „+” należy przewód kontaktronu przyłączyć do punktów oznaczonych literami „x” (lub innych, zależnie od typu kalkulatora). Samo lutowanie powinno być wykonane szybko, aby nastąpiło jedynie punktowe nadtopienie dość dużego bloku cyny. Bardzo wskazane jest wcześniejsze „pobielenie” cyną końcówek przyłączonego przewodu.

Po przyłączeniu kontaktronu do przewodów wyprowadzonych z wnętrza kalkulatora trzeba przeprowadzić próbę działania licznika. W tym celu należy włączyć i odpowiednio zaprogramować kalkulator (naciskając — zależnie od rodzaju kalkulatora, a więc sposobu przyłączenia kontaktronu — na klawiaturze „+” oraz „2” lub tylko „2”) i przemieszczać w poprzek przełącznika dość silny magnes trwały. Bardzo dobrze nadaje się do tego magnes zamka magnetycznego stosowanego w konstrukcjach meblowych, tym bardziej że jest on umieszczony w plastikowej obudowie nadającej się do wykorzystania. Każde przesunięcie magnesu (w dowolną stronę) powinno powodować pojawienie się na wyświetlaczu kalkulatora liczby większej o 2 lub o inną uprzednio nastawioną wartość. Podczas tych prób ustala się warunki optymalnego (pewnego) współdziałania elementów, a więc przede wszystkim dystans pomiędzy kontaktronem a magnesem oraz wzajemne ich usytuowanie.



Miejsce przyłączenia przewodów przełącznika we wnętrzu kalkulatora

Pomyślnie zakończone próby dają gwarancję, że sprawdzony zestaw będzie działał prawidłowo także po zainstalowaniu go na pojeździe. Kontaktron należy przymocować do przedniego widelca roweru za pomocą niemagnetycznych materiałów. Kalkulator można umieścić w pojemniku, uszytym np. z grubszego płótna, z otworem na wskaźnik. Taką niewielką torebkę można z powodzeniem zawiesić na kierownicy pojazdu. Podczas pierwszych prób w zupełności wystarcza umieszczenie go w kieszeni koszuli lub kurtki.

Dokładność działania licznika wymaga precyzyjnego określenia dystansu pokonywanego przez jeden obrót przedniego koła roweru. Pomiar obwodu, np. za pomocą centymetra krawieckiego, nie jest zbyt dokładny, ponieważ podczas jazdy zawsze występuje pewne niewielkie ugięcie opony. W efekcie tego zmniejsza się średnica, a więc i obwód koła. Dlatego lepiej jest dokonać tego pomiaru w sposób „elektroniczny”. W tym celu do kalkulatora wprowadza się liczbę 1 i przejeżdża dystans równy dokładnie 1 km, np. między słupkami, którymi jest oznaczone poboczne szosy. Może być też inny, lecz dokładnie znany dystans. Ponieważ w tym przypadku zestaw działa jako licznik obrotów zrobionych przez koło (zaprogramowano przecież 1), dla ustalenia obwodu wystarczy podzielić przejechany dystans (w metrach) przez liczbę, jaką wskazuje kalkulator. Szerokiej drogi!

Uwaga: kontaktrony są często spotykane w postaci kompletnych przekaźników. Znaczący to, że na szklanej rurce ze stykami znajduje się wielozwojowa cewka, a całość jest zamknięta w obudowie. Te dodatkowe elementy nie są dla licznika rowerowego potrzebne, należy więc je delikatnie zdjąć (ostrożnie, aby niczego nie uszkodzić) i schować — bo mogą jeszcze kiedyś się przydać.



TRANZYSTOROWE UCHO



Każdy, kto interesuje się elektroniką, nieraz myśli o zbudowaniu samodzielnie „swojego” radioodbiornika. Najczęściej chodzi o mały lub wręcz miniaturowy aparat, który można by mieć w każdej chwili pod ręką. Radioodbiorniki spotykane w sprzedaży nie zawsze te warunki spełniają. Przede wszystkim jednak nie dają one takiej satysfakcji, jaką zapewnia słuchanie audycji za pomocą aparatu zbudowanego samodzielnie.

Dla takich właśnie amatorów został specjalnie opracowany model miniaturowego odbiornika. Jego samodzielne skonstruowanie nie przekracza możliwości mało zaawansowanych elektroników. Trzeba jedynie skompletować potrzebne części (podzespoły) i dokładnie odwzorować układy pokazane na rysunkach. Szczegółowy opis działania układu odbiorczego ułatwia uruchomienie i wyregulowanie (dostrojenie) zestawionego modelu.

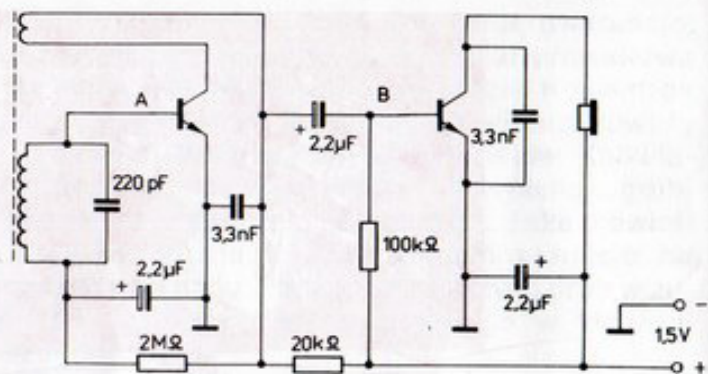
Schemat zasadniczy aparatu jest pokazany na rysunku. Jest to dwutranzystorowy układ przystosowany do zasilania napięciem około 1,5 V. Tranzystory — szczególnie pierwszy z nich, ten z lewej



Schemat zasadniczy radioodbiornika. Dla lepszej przejrzystości rysunku masę układu pokazano nie linią ciągłą, lecz za pomocą jej trzech odcinków (por. schemat połączeń)

strony schematu — pobierają ze źródła bardzo niewiele prądu. Dzięki temu jedno ogniwo zasilające może wystarczyć na wiele tygodni użytkowania radioodbiornika.

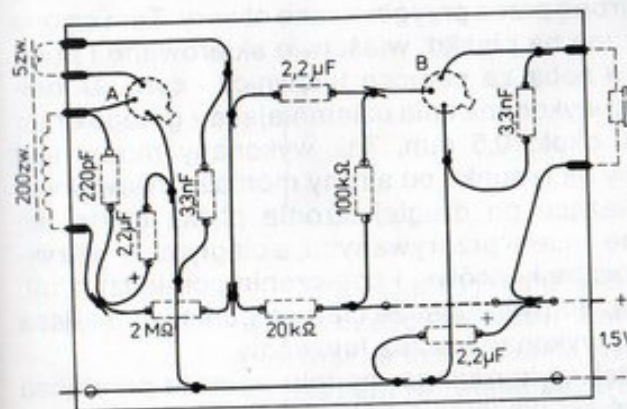
Sygnal radiowy jest wychwytywany z przestrzeni przez antenę ferrytową. Jest ona dostrojona (wraz z kondensatorem 220 pF) do częstotliwości roboczej odbieranej radiostacji. Uzyskany w ten sposób sygnał jest doprowadzony do bazy pierwszego tranzystora i tam wzmacniany. Jednocześnie w układzie tego tranzystora dokonuje się tak zwana detekcja, czyli wydzielenie z sygnału radiowego (wielkiej częstotliwości) przebiegów akustycznych (o częstotliwościach mowy i muzyki). Przebiegi te są — już nieco wzmacnione — pobierane z rezystora 20 kΩ i przez kondensator 2,2 μF przekazywane do bazy drugiego tranzystora. Sygnal wzmacniony w tym stopniu zasila słuchawkę. Na schemacie zasadniczym można ponadto zauważyć (u góry rysunku, ponad pierwszym tranzystorem) jeszcze jedną cewkę. Zwiększa ona dodatkowo czułość aparatu, potrzebną do usprawnienia działania układu pracującego w większej odległości od stacji nadawczej, gdzie odbierany sygnał jest słaby. Będzie o tym jeszcze mowa w dalszej części opisu omawiającej uruchomienie układu.



Pracę należy rozpocząć od zebrania wszystkich elementów składowych radioodbiornika. W ich zestawieniu podano w nawiasach (tam, gdzie jest to dopuszczalne) wartości „od — do”, co ułatwia skompletowanie elementów:

- tranzystor typu BC109 grupy C (lub odpowiednik, np. BC149, BC239 itp. grupy C, czyli o dużym wzmacnieniu) — 2 sztuki,
- rezystor 2 MΩ (1,8 ÷ 3,3 MΩ),
- rezystor 100 kΩ,
- rezystor 20 kΩ (18 ÷ 22 kΩ),
- (wszystkie rezystory o jak najmniejszej mocy, a więc o minimalnych rozmiarach),
- kondensator 220 pF,
- kondensator 2,2 μF (1 ÷ 10 μF) — 3 sztuki,
- kondensator 3,3 nF (1,6 ÷ 4,7 nF) — 2 sztuki,
- (wszystkie kondensatory na dowolne napięcie pracy, lecz o możliwie małych rozmiarach),
- pręt anteny ferrytowej o średnicy 6 ÷ 10 mm (z uzwojeniem wykonanym samodzielnie wg opisu),
- słuchawka miniaturowa o impedancji 100 ÷ 200 Ω,
- ogniwo 1,5 V (do pierwszych prób o dowolnych rozmiarach).

Model aparatu najlepiej jest budować w dwóch etapach. Jako pierwszy zestawia się model próbny pokazany na rysunku. Jest on zmontowany w prosty



Schemat połączeń próbnego modelu aparatu

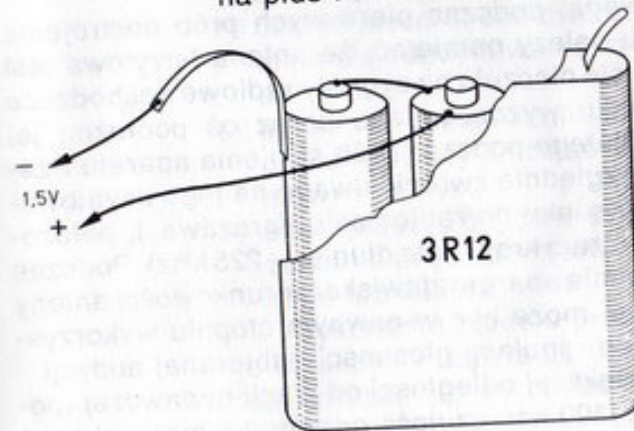
sposób na dość dużej płytce z grubej tektury. Model ten służy jedynie do sprawdzenia jakości skompletowanych części. Służy on również do sprawdzenia własnych umiejętności montażu oraz do oceny uzyskanych wyników (jakości odbieranej audycji). Z kompletu sprawdzonych w ten sposób elementów buduje się następnie znacznie bardziej pracochłonny, miniaturowy model użytkowy aparatu w postaci nasadki na muszlę uszną (stąd tytułowa nazwa „ tranzystorowe ucho”).

W skład próbnego modelu radioodbiornika wchodzi antena ferrytowa, którą należy przygotować samodzielnie. W tym celu na pręcie ferrytowym wykonuje się korpus sklejony z kilku warstw papieru. Korpus nie powinien być zbyt ściśle dopasowany, ponieważ musi się dać przesuwac wzdłuż pręta (także po nawinięciu uzwojenia). Po przeschnięciu korpusu nawija się na nim około 200 zwojów drutu w emalii średnicy 0,12 ÷ 0,16 mm (uzwojenie wykonane grubszym przewodem byłoby zbyt duże). Nawijać należy możliwie starannie i równo, układając kolejno trzy warstwy zwojów. Kompletną cewkę długości około 15 ÷ 25 mm trzeba zabezpieczyć przed „rozsypaniem się” za pomocą kleju, lakieru lub parafiny.

Poszczególne elementy odbiornika układa się po jednej stronie płytki. Ich końcówki są przełożone na drugą stronę przez przygotowane otwory. Tam są one poukładane na płasko, właściwie skierowane i połączone ze sobą za pomocą lutownicy i cyny. Dodatkowo jest wykonana linia uziemiająca z gołego drutu średnicy około 0,5 mm. Tak wykonany model jest pokazany na rysunku od strony montażu. Niewidoczne, bo leżące po drugiej stronie płytki, części są pokazane liniami przerywanymi, a ciągłymi — wszystkie widoczne końcówki i połączenia pomiędzy nimi. Nietrudno domyślić się, że ciemne punkty to miejsca połączeń wykonane przez lutowanie.

Do tak wykonanego modelu aparatu przyłącza się końcówki uzwojenia anteny ferrytowej (w punk-

tach lutowniczych połączonych z kondensatorem 220 pF). Warto zwrócić uwagę, aby do bazy tranzystora (punkt A) został przyłączony koniec wierzchniej warstwy uzwojenia, a więc odległy od pręta. Dwa punkty lutownicze u góry rysunku są przeznaczone do przyłączenia dodatkowej cewki, koniecznej w przypadku odbioru słabych sygnałów. Podczas pierwszych prób nie jest ona potrzebna, dlatego punkty te należy zewrzeć ze sobą za pomocą krótkiego odcinka przewodu. Punkty lutownicze z prawej strony rysunku są przeznaczone do przyłączenia słuchawki i ogniwa zasilającego. Do pierwszych prób warto jest zastosować słuchawkę nie miniaturową, lecz normalnych rozmiarów (impedancja około 200 Ω), gdyż działa ona efektywniej (głośniej). Do przewodu masy i „+” zasilania przyłącza się źródło napięcia zasilającego. Najwygodniej jest zastosować jedno ogniwo popularnej płaskiej baterii 4,5 V, bowiem można do niej bez większych trudności przylutować przewody. Sposób połączenia (uwaga na plus i minus baterii!) jest pokazany na rysunku.



Bateria 4,5 V przygotowana do zasilania aparatu napięciem 1,5 V

Prawidłowo zmontowany układ próbny (ze sprawnymi częściami) powinien od razu działać poprawnie. Można to sprawdzić dotykając trzymanym w ręku ostrzem wkrętaka baz tranzystorów, to jest punktów oznaczonych na rysunkach literami A i B. Do-

tknięcie punktu *B* powinno wywołać cichy warkot w słuchawce (typowy przydźwięk sieciowy), punktu zaś *A* — głośniejszy (przed przyłączeniem cewki — bardzo głośny). By jednak uzyskać odbiór audycji, trzeba ponadto bardzo dokładnie dostroić obwód anteny ferrytowej do częstotliwości roboczej radiostacji Warszawa I (zakres fal długich — 225 kHz). W tym celu należy delikatnie przemieszczać uzwojenie wzdłuż pręta ferrytowego (od końca pręta do jego środka) aż do usłyszenia w słuchawce choćby cichej mowy lub muzyki. Punkt dostrojenia powinien być wyraźnie zauważalny („ostry”). Jeśli dostrojenie występuje wtedy, gdy cewka znajduje się blisko środka pręta, należy ją uzupełnić dodatkowymi $10 \div 20$ zwojami (nawiniętymi w tym samym kierunku co dotychczasowe) i starannie zlutować odpowiednie końcówki. Jeśli natomiast dostrojenie jest zauważalne przy cewce nieomal całkowicie zsuniętej z pręta ferrytowego — z wykonanej cewki należy odwinąć $10 \div 20$ zwojów i odciąć je. Potem oczywiście cewkę przyłącza się do układu.

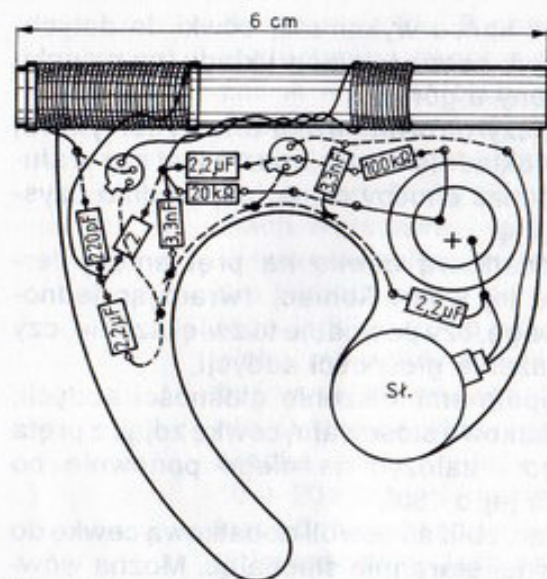
Uwaga: podczas pierwszych prób dostrojenia aparatu należy pamiętać, że antena ferrytowa jest całkowicie nieczuła na sygnały radiowe dochodzące z kierunku wyznaczonego przez oś podłużną jej pręta. Dlatego podczas prób strojenia aparatu trzeba bezwzględnie zwrócić uwagę na jego usytuowanie w stosunku do radiostacji Warszawa I, położonej w centrum kraju (fale długie — 225 kHz). Podczas użytkowania aparatu zjawisko kierunkowości anteny ferrytowej może być w pewnym stopniu wykorzystywane do regulacji głośności odbieranej audycji.

W większej odległości od stacji nadawczej (ponad $50 \div 100$ km) czułość odbiornika może okazać się zbyt mała do uzyskania wystarczająco głośnego odbioru. Należy wówczas:

- 1) wykonać dodatkowe uzwojenie (na drugim niewielkim ruchomym korpusie) nawijając $4 \div 5$ zwojów jakiegokolwiek przewodu w izolacji,

- 2) przylutować końce wykonanej cewki do dotychczas zwartych z sobą punktów układu (na rysunku z lewej strony u góry),
- 3) sprawdzić, czy główna cewka anteny ferrytowej pozostaje dokładnie dostrojona, to jest czy w słuchawce słychać choćby cichą, poprzednio uzyskaną, audycję,
- 4) założyć dodatkową cewkę na pręt anteny ferrytowej (na jej wolny koniec) zwracając jednocześnie uwagę, czy powoduje to zwiększenie, czy też zmniejszenie głośności audycji,
- 5) jeśli występuje zmniejszenie głośności audycji, należy dodatkowo stosowaną cewkę zdjąć z pręta ferrytowego i założyć na niego ponownie po odwróceniu jej o 180° ,
- 6) przesuwając, zbliżać powoli dodatkową cewkę do cewki głównej starannie słuchając. Można wówczas zaobserwować, że w miarę zmniejszania się odległości pomiędzy cewkami głośność audycji wyraźnie wzrasta — aż do powstania silnych zniekształceń,
- 7) cofnąć nieco dodatkową cewkę tak, aby audycja stała się zdecydowanie czysta, lecz niezbyt słaba,
- 8) delikatnie ostatecznie skorygować położenie cewki głównej kierując się jakością brzmienia mowy i muzyki,
- 9) zabezpieczyć obydwie cewki przed zmianą położenia na pręcie ferrytowym za pomocą odrobiny kleju lub lakieru.

Wykonanie modelu próbnego, sprawdzenie jego działania i uzyskanie dobrych wyników odbioru daje gwarancję, że zbudowany następnie (z tych samych, już sprawdzonych elementów) radioodbiornik będzie działał prawidłowo. Można go wykonać w postaci pokazanej na rysunku. Jest tam przykładowo pokazane rozmieszczenie części składowych aparatu typu „tranzystorowe ucho” oraz połączenia pomiędzy nimi. Część z nich, biegnąca po drugiej stronie płytki montażowej, jest przedstawio-



Rozmieszczenie elementów składowych radioodbiornika typu „ tranzystorowe ucho”

na liniach przerywanymi. Jak widać, w odbiorniku zastosowano miniaturową słuchawkę oraz miniaturowy akumulator typu KBL16/7. Jest to tak zwany akumulator „pastylkowy” o napięciu znamionowym 1,2 V. Ma on średnicę 15,6 mm, grubość 6 mm oraz masę około 3 g. Słuchawka i akumulator są wsunięte na wcisk w dokładnie dopasowane otwory przygotowane w płycie montażowej. Tak wykonany radioodbiornik zakłada się i nosi bezpośrednio na muszli usznej. Chyba każdy przyzna, że tytułowa nazwa aparatu jest całkowicie uzasadniona.

Miniaturowy radioodbiornik można także zbudować jako model użytkowy w postaci zbliżonej do układu próbnego. W tym przypadku wystarczy jedynie odpowiednio „zagęścić” zestawiane elementy i uzyskać w ten sposób aparat niewielkich rozmiarów. Do zasilania układu najwygodniej jest zastosować popularne ogniwo 1,5 V typu R6, które, wlutowane do układu na stałe, wystarczy na kilka

miesiący. Tak wykonany model można nosić pod pagonem bluzy, kurtki lub koszuli stosując krótki przewód słuchawkowy.

Uwaga: wszyscy zamieszkali poza centrum kraju, gdzie sygnał radiostacji długofalowej jest słaby, mogą przeprowadzić próbę odbioru pobliskiej stacji średniofalowej. W takim przypadku przygotowana cewka powinna mieć tylko około 80 zwojów. Pozostałe części aparatu oraz montaż i sposób strojenia pozostają bez zmiany.

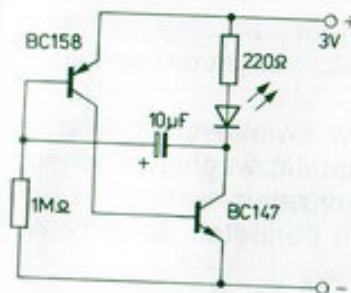


ELEKTRONICZNA BROSZKA



spółczesne miniaturowe elementy elektroniczne umożliwiają zestawienie układów o niewielkich rozmiarach i nowatorskich zastosowaniach. Przykładem może być broszka w kształcie serca, wysyłająca rytmicznie krótkie impulsy świetlne. Tego rodzaju nietypowa ozdoba wzbudza powszechne zainteresowanie. Jej model został zestawiony z elementów łatwo osiągalnych w kraju i praktycznie wypróbowany na różnego rodzaju spotkaniach towarzyskich.

„Sercem” broszki jest generator impulsów świetlnych z diodą elektroluminescencyjną („świecąca”). Jego schemat zasadniczy jest pokazany na rysunku. Jak widać, w układzie zastosowano dwa popularne tranzystory niewielkich rozmiarów o odwrotnej przewodności (*p-n-p* i *n-p-n*). Pozwala to na ograniczenie liczby elementów składowych generatora do rzadko spotykanego minimum. Rezystor $1\text{ M}\Omega$ i kondensator elektrolityczny $10\ \mu\text{F}$ ustalają częstotliwość błysków diody na około 15 na minutę. Rezystor $220\ \Omega$ ogranicza prąd diody, a więc tym



Schemat zasadniczy generatora z diodą świecącą

samym jasność jej świecenia. Całość jest zasilana z dwóch miniaturowych („pastylkowych”) ogniów typu SR44 połączonych szeregowo. Dają one w sumie napięcie około 3 V, wystarczające do prawidłowego działania układu.

Pracę należy rozpocząć od skompletowania elementów składowych broszki. Jest ich bardzo niewiele:

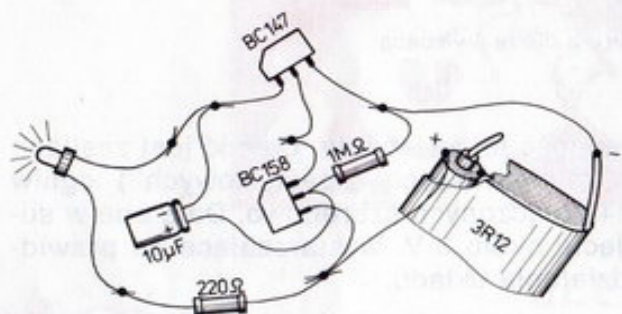
- tranzystor typu BC158,
- tranzystor typu BC147,
- dioda świecąca (czerwona, dowolny typ),
- rezystor $220\ \Omega$ (dowolna moc),
- rezystor $1\ \text{M}\Omega$ (dowolna moc),
- kondensator elektrolityczny $10\ \mu\text{F}$ (dowolne napięcie pracy),
- dwa ogniwa typu SR44.

Warto jest dolożyć starań i znaleźć kondensator elektrolityczny $10\ \mu\text{F}$ i obydwaj rezystory o możliwie małych wymiarach. Pozostałe elementy są standardowe, ich rozmiarów zmniejszyć nie można.

Skompletowane elementy trzeba sprawdzić w układzie próbnym. Do jego zasilania nie warto jednak stosować kosztownych i niezbyt wygodnych w montażu miniaturowych ogniów. Znacznie łatwiej, a przede wszystkim oszczędniej, jest użyć dwóch ogniów popularnej baterii płaskiej. Wystarczają one na wiele godzin prób. Układ próbnny, zestawiony

całkowicie prowizorycznie, jest pokazany na rysunku. Widać tam wszystkie części tak, jak one w rzeczywistości wyglądają.

Intensywność impulsów świetlnych wytwarzanych przez diodę można ustalić według własnego uznania dobierając doświadczalnie wartość rezystora 220 Ω . Warto przy tym pamiętać, że przy za-

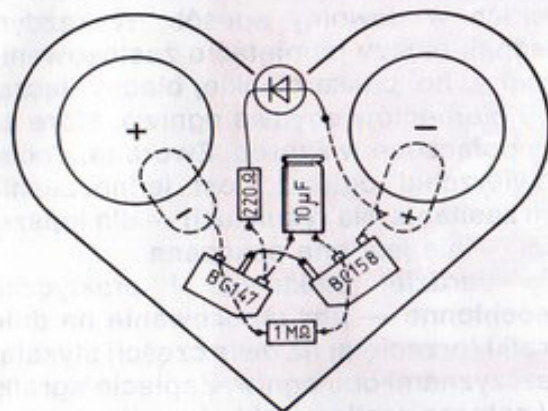
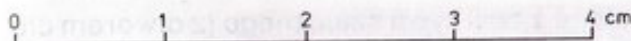


Schemat połączeń układu próbnego

stosowaniu rezystora o niewielkiej wartości (100 Ω), gdy błyski są bardziej intensywne, komplet miniaturowych baterii wystarcza zaledwie na około 30 godzin działania układu. Z rezystorem o wartości 470 Ω (błyski znacznie słabsze) zasób energii zawartej w zestawie ogniw wystarcza na około 100 godzin nieprzerwanej pracy urządzenia. Przy użytkowaniu broszki z przerwami żywotność ogniw jest dłuższa.

Elementy sprawdzone w układzie próbnym można zmontować na stałe w postaci modelu użytkowego. W tym celu rozmieszcza się je na niewielkiej płytce z dowolnego materiału izolacyjnego, której następnie nadaje się kształt serca. Rozmieszczenie elementów w układzie modelowym jest pokazane na rysunku. Jak widać, uzyskano bardzo zwartą konstrukcję o minimalnych wymiarach oraz krótkie i przejrzyste połączenia pomiędzy poszczególnymi elementami.

Do ogniw umieszczonych na wcisk w dopasowanych otworach (o średnicy 11,4 mm) są przyłożone



Schemat połączeń modelu użytkowego elektronicznej broszki

dwie blaszki stykowe. Ich końcówki to „+” i „-” całego układu. W odpowiednim wycięciu w płytce montażowej jest także umieszczony kondensator elektrolityczny, którego średnica jest zbliżona do grubości ogniw zasilających. Tranzystory są ułożone płasko, a ich odpowiednie końcówki są zagięte i przechodzą na drugą stronę płytki. Tam są wykonane połączenia pomiędzy poszczególnymi końcówkami elementów składowych generatora. Jedyne dwa wyprowadzenia tranzystorów pozostają po stronie elementów i są tu z sobą bezpośrednio połączone przez lutowanie. Ułatwia to bardzo montaż układu i czyni go bardziej przejrzystym. Instalując diodę świecącą należy zwrócić uwagę, aby wyprowadzenie jej anody było skierowane w stronę plusa zasilania, gdyż inaczej nie będzie ona działać prawidłowo (błyskać).

Zmontowany układ elektroniczny można umieścić w obudowie dowolnego rodzaju. Jedyнным warunkiem jest estetyka całości, gdyż broszka ma być przecież elementem dekoracyjnym. Można więc zastosować niewielkie, ściśle dopasowane pudeł-

czko sklejone z tworzywa sztucznego (z otworem dla wierzchołka diody). Mniej pracochłonne jest przygotowanie jedynie dwóch okładek w kształcie serduszka i spięcie ich w dowolny sposób. W każdym przypadku jednak należy pamiętać o zastosowaniu metalowej zwory, np. paska cienkiej blachy, łączącej po stronie elementów obydwu ogniwa, które są w ten sposób połączone w szereg. Zwora ta, dociskana do powierzchni ogniwa, jest jednocześnie wyłącznikiem zasilania. Na rysunkach — dla lepszej przejrzystości — nie jest ona pokazana.

Znacznie bardziej efektowne i praktyczne — choć pracochłonne — jest umocowanie na dnie obudowy agrafki (przeciętej na dwie części) stykającej się z płaszczyznami obu ogniw. Zapięcie agrafki w tej sytuacji załącza zasilanie układu, zaś odpięcie je wyłącza.

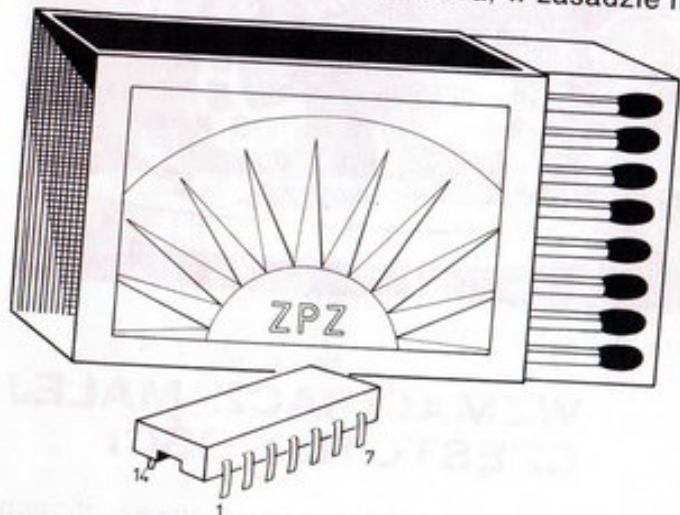


WZMACNIACZ MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

szystkie urządzenia elektroniczne powszechnego („domowego”) użytku z zasady zawierają wzmacniacz małej częstotliwości. Wzmacniacz taki jest częścią składową każdego radioodbiornika, magnetofonu i telewizora. Bo przecież ten ostatni odzwierciedla nie tylko obraz, lecz także towarzyszący mu dźwięk. Samodzielne zbudowanie dobrze działającego wzmacniacza małej częstotliwości nie jest łatwe. A dokładniej: nie było łatwe. Bowiem obecnie, gdy są „pod ręką” nowoczesne układy scalone, zupełnie niezły wzmacniacz może być zestawiony nawet przez początkującego amatora. I to bez większych trudności, ponieważ wewnątrz układu scalonego jest zawarty — co prawda miniaturowy, lecz nieomal kompletny — układ wzmacniający. Trzeba go uzupełnić jedynie kilkoma typowymi elementami.

Wygląd zewnętrzny popularnego układu scalonego UL1490N w typowej obudowie z 14 wyprowadzeniami („nóżkami”) jest pokazany (dla porów-

niania wraz z pudełkiem zapalek) na rysunku. Może nie wszyscy uwierzą, ale wewnątrz tego niewielkiego urządzenia znajduje się ponad 20 tranzystorów, 10 rezystorów i jak by to jeszcze było mało — jeden kondensator. Ale konstruktora, a w szczególności amatora, w zasadzie nie interesuje co tam

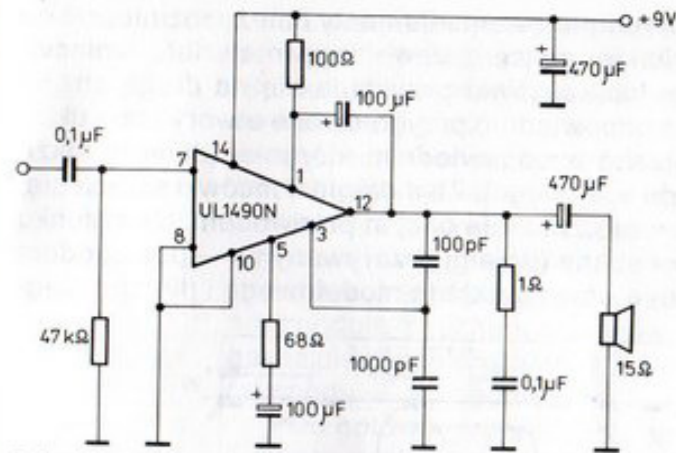


Wygląd zewnętrzny układu scalonego UL 1490N

„siedzi” wewnątrz obudowy. Dla niego przede wszystkim ważne jest, jak taki czy inny układ scalony można praktycznie wykorzystać. Dlatego każdy producent sam opracowuje i podaje do wiadomości wszystkim zainteresowanym tak zwane schematy aplikacyjne wytwarzanych układów scalonych. Schemat taki dla układu scalonego UL1490N jest pokazany na rysunku. Nietrudno domyślić się, że widoczne tam numery wyprowadzeń odpowiadają numeracji przyjętej na pozostałych rysunkach.

Do budowy wzmacniacza należy skompletować następujące elementy:

- układ scalony UL1490N,
- rezystor 1 Ω (dowolna moc),
- rezystor 68 Ω (dowolna moc),
- rezystor 100 Ω (dowolna moc),



Schemat aplikacyjny dla układu scalonego UL1490N

- rezystor 47 k Ω (dowolna moc),
- kondensator 100 pF (dowolne napięcie pracy),
- kondensator 1000 pF (dowolne napięcie pracy),
- kondensator 0,1 μ F (dowolne napięcie pracy)
- 2 sztuki,
- kondensator 100 μ F/10 V — 2 sztuki,
- kondensator 470 μ F/16 V — 2 sztuki,
- głośnik o impedancji 15 Ω ,
- bateria zasilająca 9 V.

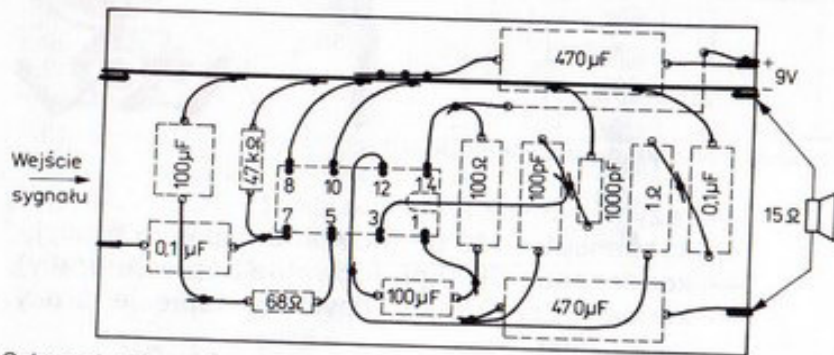
W spisie elementów występuje dość nietypowa pozycja: rezystor o wartości 1 Ω . W przypadku kłopotów z jego pozyskaniem można przygotować go samodzielnie z odcinka drutu nawojowego, który ma przecież jakąś rezystencję. Dla uzyskania wartości równej 1 Ω należy zastosować:

- przewód \varnothing 0,10 mm — odcinek o długości 45 cm,
- przewód \varnothing 0,12 mm — odcinek o długości 60 cm,
- przewód \varnothing 0,15 mm — odcinek o długości 100 cm.

Przewód najwygodniej jest nawinąć na jakimkolwiek rezystorze o nieco większych rozmiarach. W przypadku trudności z przygotowaniem rezystora można go (dla przyspieszenia pierwszych prób) pominąć. Różnica w działaniu układu z rezystorem i bez niego jest w praktyce trudna do zauważenia „na ucho”.



Skompletowane elementy należy rozmieścić na niewielkiej płytce z dowolnego materiału izolacyjnego. Ich końcówki przekłada się na drugą stronę przez odpowiednio przygotowane otwory i tam układa płasko w odpowiednim kierunku (dotyczy także układu scalonego). Zbyt długie końcówki skraca się, niedobór uzupełnia obcym przewodem. Na rysunku są pokazane (liniami przerywanymi — pod spodem płytki) elementy układu modelowego i (liniami ciąg-



Schemat połączeń modelu wzmacniacza

lymi — na wierzchu płytki) wszystkie połączenia pomiędzy nimi. Dokładne kopiowanie modelu nie jest konieczne. W większości przypadków nie byłoby to zresztą możliwe, ponieważ indywidualnie skompletowane elementy mają odmienne wymiary, a nawet inaczej wyprowadzone końcówki (dotyczy kondensatorów). W razie potrzeby można wymiar płytki nieco zwiększyć i rozmieścić na niej wszystkie części nie tak bardzo gęsto. W każdym jednak przypadku konieczne jest przestrzeganie następujących zasad montażu:

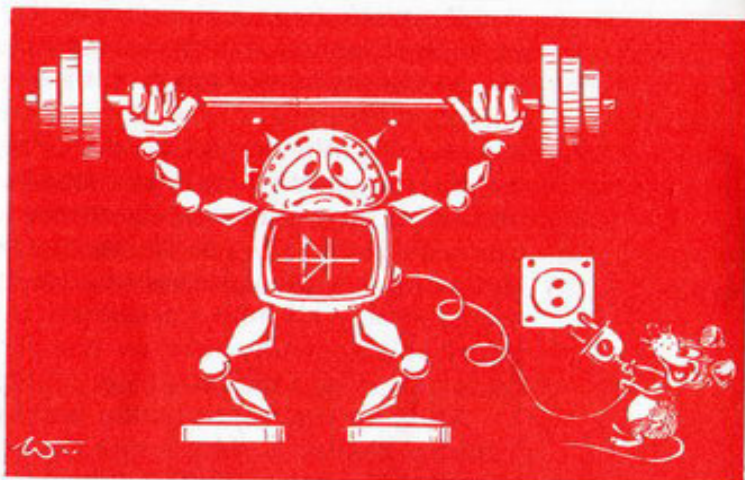
- 1) pokazana grubą linią masa układu jest przygotowana z odcinka grubego przewodu o średnicy nie mniejszej od 1 mm,
- 2) wszystkie punkty lutownicze (pokazane na rysunku w postaci ciemnych punktów) powinny być wykonane precyzyjnie, solidnie i szczególnie starannie.

Z rysunku wynika jednocześnie, że do montażu są wykorzystywane jedynie niektóre wyprowadzenia układu scalonego (co drugie). A więc niepotrzebne końcówki (nr 2, 4, 6, 9, 11 i 13) można po prostu wyciąć, aby nie przeszkadzały. Przygotowując się do tej nietypowej operacji trzeba bezwzględnie pamiętać, że numeracja końcówek z zasady rozpoczyna się i kończy w pobliżu fabrycznego wgłębienia (znacznika) w plastikowej obudowie układu i biegnie zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Ale uwaga: na układ scalony należy w tym przypadku patrzeć od spodu — a więc od strony montażu.

Do gotowego urządzenia przyłącza się głośnik i źródło zasilania. Może nim być niewielkich rozmiarów bateria typu 6F22 lub dwie (połączone w szereg — plus z minusem) baterie 4,5 V. Prawidłowo zmontowany układ, z pełnosprawnymi częściami, działa niezwłocznie, bez potrzeby przeprowadzania jakichkolwiek regulacji. Można to sprawdzić praktycznie zbliżając palec do wejścia układu, tj. do kondensatora o pojemności $0,1 \mu\text{F}$, przyłączonego do nóżki nr 7. Nietrudno domyślić się, że w głośniku pojawia się wówczas charakterystyczny przydźwięk („warczenie”).

Ostateczna próba to oczywiście doprowadzenie do wejścia wzmacniacza jakiegoś „prawdziwego” sygnału. Najbardziej odpowiedni do tego jest gramofon elektryczny.

Wzmacniacz można użytkować w zupełnie dowolny sposób. Można do jego wejścia doprowadzić sygnał z odbiornika detektorowego (nawet z bardzo krótką anteną). Wzmacniacz może także być częścią składową większego urządzenia, na przykład radioodbiornika, magnetofonu lub telewizora. Takie modele wykonują bardziej zaawansowani amatorzy. Dla uzyskania możliwości regulacji głośności urządzenia trzeba na miejsce rezystora $47 \text{ k}\Omega$ zastosować potencjometr (o charakterystyce logarytmicznej, a więc z oznaczeniem C) o tej samej wartości rezystancji.



UNIWERSALNY ZASILACZ SIECIOWY



Początkujący amatorzy najczęściej budują proste urządzenia zasilane z baterii. Umożliwia to praktykę elektroniczną nawet najmłodszym, ponieważ baterię można nabyć bez większych trudności, a jej użytkowanie jest całkowicie bezpieczne. W praktyce jednak okazuje się, że zasilanie urządzeń z baterii ma także swoje wady. Są to: wysoki koszt i krótka żywotność baterii. Nie pozwalają one na intensywne użytkowanie urządzenia baterijnego.

Nic też dziwnego, że elektroniczne urządzenia powszechnego użytku są najczęściej zasilane energią pobieraną z sieci oświetleniowej. Służą do tego tak zwane zasilacze sieciowe. W typowych urządzeniach domowego użytku (radioodbiorniki, telewizory, magnetofony itp.) są one po prostu wbudowane do wnętrza aparatury. Natomiast urządzenia przenośne, a więc zasilane z wewnętrznych baterii, można użytkować w domu stosując odpowiedni zasilacz sieciowy. Zasilacz taki pobiera energię z sieci oświetleniowej i przetwarza ją na energię

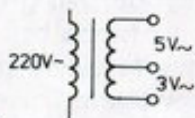
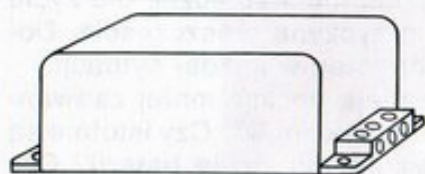
prądu stałego o napięciu kilku — kilkunastu woltów. Była o tym już nowa w rozdziale „Źródła zasilania”, do którego warto wrócić na chwilę. Warto, ponieważ stwierdzono tam przy sposobności, że najmłodszy nie powinien mieć do czynienia z urządzeniami zasilanymi napięciem sieciowym. Bowiem napięcie to (220 V) jest bardzo groźne, niebezpieczne dla życia człowieka i może być przyczyną nieszczęścia. Do prawdy warto o tym pamiętać w każdej sytuacji.

Cóż w takim razie mają począć mniej zaawansowani, młodzi amatorzy elektroniki? Czy istotnie są oni skazani na stosowanie wyłącznie baterii? Czy nie ma dla nich jakiegoś wyjścia? Na szczęście odpowiedź na te pytania jest pozytywna. Przy pewnej dozie rozsądku i pomocy kogoś bardziej doświadczonego, oni także mogą zbudować zasilacz sieciowy. Taki, który zastąpi każdą potrzebną im baterię. To właśnie dlatego opis ten zatytułowano „Uniwersalny zasilacz sieciowy”. Uniwersalny, czyli do zastosowania w każdym przypadku.

Jak wiadomo, podstawowym elementem zasilacza sieciowego jest odpowiedni transformator. Jego uzwojenie pierwotne (o dużej liczbie zwojów) jest załączone do sieci 220 V i pobiera z niej pewną ilość energii. Jest ona przenoszona (dzięki tak zwanej indukcji) do uzwojenia wtórnego transformatora, o niewielkiej liczbie zwojów, w postaci napięcia o wartości kilku, a co najwyżej kilkunastu woltów. To niskie napięcie nie jest niebezpieczne — podobnie jak bateria. Bardziej wnikliwi Czytelnicy z pewnością już domyślają się, na czym polega cała sprawa. Trzeba zabezpieczyć pierwotną stronę transformatora (tę z napięciem 220 V) przed niepotrzebnymi manipulacjami, a wtedy można go użytkować całkowicie bezpiecznie.

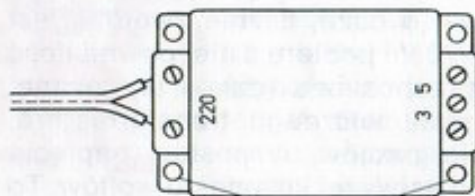
Istnieją bardzo różne rodzaje transformatorów sieciowych przeznaczonych specjalnie do stosowania w zasilaczach. Jednak najbardziej popularne wśród amatorów są tak zwane transformatory dzwonekowe (w różnych wykonaniach). Wygląd ze-

wewnętrzny i schemat zasadniczy jednego z nich są pokazane na rysunku. Jak widać ze schematu, jego uzwojenie wtórne ma dwie sekcje połączone szeregowo. Jedna z nich dostarcza napięcia 3 V, druga 5 V, a obydwie razem (w sumie) 8 V.



Wygląd zewnętrzny i schemat zasadniczy transformatora dzwonekowego (pokazano jeden z kilku typów spotykanych w sprzedaży)

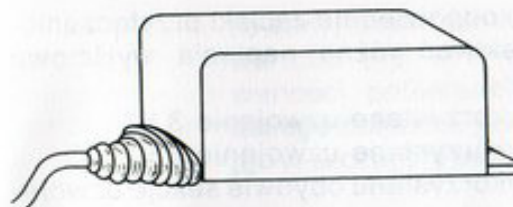
„Zabezpieczenie” transformatora nie jest trudne. Do zacisków uzwojenia pierwotnego trzeba przyłączyć typowy sznur sieciowy (nie zniszczony!) z wtyczką. W tym celu usuwa się izolację z końcówek sznura na długości zaledwie kilku mm i umieszcza je w śrubowych zaciskach połączeniowych tak, jak to pokazuje rysunek. Śruby zaciskowe należy starannie i mocno „dociągnąć”. I teraz następuje najbar-



Otwory dla wkrętów mocujących

Przyłączenie sznura sieciowego do zacisków uzwojenia pierwotnego transformatora

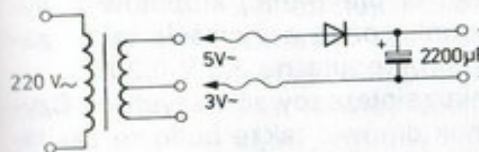
dziej istotny zabieg: zaciski uzwojenia pierwotnego i końcówkę sznura owija się ściśle przynajmniej kilkoma warstwami typowej taśmy izolacyjnej stosowanej przez elektryków. Z równym powodzeniem można zastosować popularny przyłepiec opatrunkowy szerokości 10 ÷ 15 mm, klei się on równie dobrze, a nawet lepiej. Jest bardzo wskazane, aby cały ten zabieg został wykonany przez kogoś z pewnym doświadczeniem monterskim lub przynajmniej pod jego nadzorem.



Transformator dzwonekowy z zabezpieczonym obwodem pierwotnym. Transformator innego typu należy zabezpieczyć podobnie

Transformator z tak zaizolowanym obwodem pierwotnym (220 V) jest bezpieczny w użytkowaniu. Nie stwarza on przecież większego zagrożenia niż typowa lampa biurkowa lub nocna z podobnym sznurem przyłączeniowym. Mimo to należy stale pamiętać, że jednak jest to urządzenie sieciowe, i dbać o całość zarówno zastosowanej izolacji, jak i samego sznura. Przede wszystkim zaś stale znać, pamiętać i przestrzegać w praktyce podstawową zasadę: **jakiegokolwiek zabiegi, nawet najdrobniejsze, można przeprowadzić na urządzeniu zasilanym z sieci oświetleniowej dopiero po wyjęciu jego wtyczki z gniazda ściennego.** Zasada ta obowiązuje w przypadku wszelkich urządzeń elektrycznych i warto sobie ją przyswajać od najmłodszych lat.

Zabezpieczony transformator mocuje się wkrętami do drewna na niewielkiej płycie wyciętej ze sklejki. Ponadto na płycie montuje się układ prostowniczy złożony z diody typu BYP401-50 (lub podobnej) oraz kondensatora elektrolitycznego 2200 μ F/16 V. Schemat zasadniczy tak zestawionego zasilacza jest pokazany na rysunku. Jak widać, dioda i kondensator nie są przyłączone do transformatora na stałe. Ich giętkie końcówki można łączyć z wtórnym uzwojeniem transformatora w dowolny sposób. Dzięki



Schemat zasadniczy prostego zasilacza

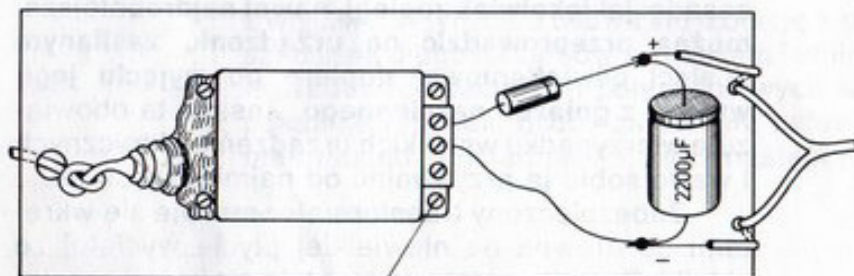


temu wybierając odpowiednie zaciski przyłączeniowe można uzyskiwać różne napięcia wyjściowe zasilacza:

- 1) około 4 V (wykorzystane uzwojenie 3 V),
- 2) około 7 V (wykorzystane uzwojenie 5 V),
- 3) około 10 V (wykorzystane obydwie sekcje uzwojenia).

Wartości napięcia stałego na wyjściu zasilacza są określone „około”, ponieważ w tak prostym układzie zasilającym napięcie to jest zależne od obciążenia (czyli wielkości prądu pobieranego z zasilacza). Im większy jest pobór prądu, tym mniejsze napięcie wyjściowe zasilacza.

Model zasilacza jest pokazany na rysunku. Jego ściśle odwzorowywanie nie jest konieczne, warto



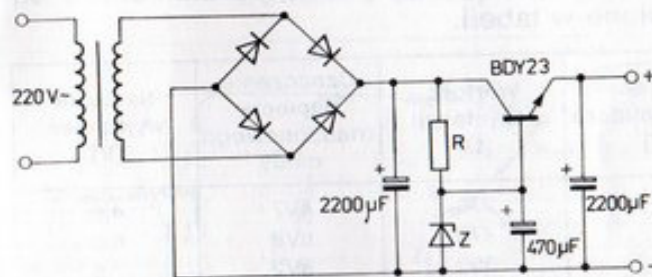
Wkręt mocujący

Schemat połączeń użytkowego modelu zasilacza

jedynie podobnie zastosować dwużyłowy sznur dla napięcia wyjściowego (stałego). Prawdliwość montażu i działania układu można bez trudu sprawdzić za pomocą żarówki miniaturowej 12 V/0,1 A lub dwóch żarówek 6 V/0,1 A połączonych szeregowo. Napięcie o wartości 4 V rozżarza jej włókno w sposób ledwie widoczny. Napięcie 7 V daje słabe, a 10 V znacznie jaśniejsze świecenie. W przypadku kłopotów z wymienionymi żarówkami można oczywiście także zastosować inne typy, np. popularne 3,5 V/0,2 A.

Dla zaspokojenia zainteresowań wszystkich Czytelników trzeba jednak omówić także budowę zasilacza lepszej klasy. Jest nim tak zwany zasilacz stabili-

zowany, czyli taki, który dostarcza napięcie o stałej wartości (np. 6 V) niezależnie od obciążenia, czyli wartości pobieranego prądu. Schemat zasadniczy takiego zasilacza jest pokazany na rysunku. Nie wnikając w szczegóły można powiedzieć, że jego właściwo-



Schemat zasadniczy zasilacza stabilizowanego



ści stabilizacyjne wynikają z zastosowania specjalnej diody, zwanej diodą Zenera (lub stabilitronem). Na jej końcówkach utrzymuje się — w pewnym sensie „automatycznie” — nie zmieniające się napięcie stałe. Doprowadzone do bazy tranzystora regulacyjnego zapewnia ono stałość napięcia wyjściowego układu.

Elementy potrzebne do budowy zasilacza:

- transformator dzwonekowy (zabezpieczony wg opisu),
- diody typu BYP401-50 (lub podobne) — 4 sztuki,
- tranzystor dużej mocy (dowolny, typ *n-p-n*, np. BDY23),
- kondensatory elektrolityczne 2200 µF/16 V — 2 sztuki,
- kondensator 470 µF/10 V,
- rezystor *R* (wartość wg opisu, dowolna moc),
- dioda Zenera (napięcie znamionowe wg opisu).

Z przystosowanym (zabezpieczonym izolacją wg opisu) transformatorem dzwonekowym można zestawić zasilacz stabilizowany w jednej z trzech wersji: o napięciu wyjściowym 4,5 V, 6 V lub 7,5 V. Jest to więc także model w pewnym sensie uniwersalny, zgodny z tytułem opisu. We wszystkich przypadkach schemat zasadniczy układu jest taki sam,

należy jedynie przyjąć odpowiednią wartość rezystora R i diodę Zenera o wymaganym napięciu znamionowym (występującym w końcówce oznaczenia diody). Dodatkowo trzeba wykorzystać odpowiednią część lub całość wtórnego uzwojenia transformatora. Szczegółowe dane elementów są zestawione w tabeli.

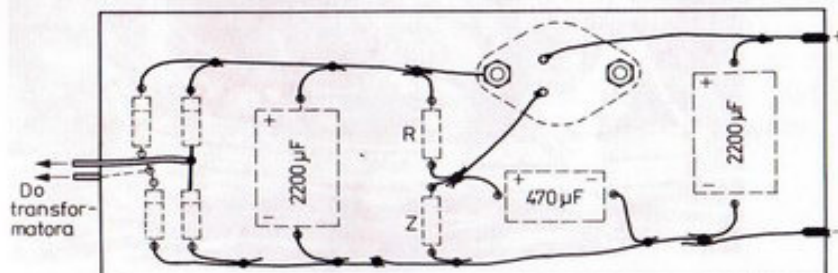
Uzwojenie transformatora [V]	Wartość rezystancji [Ω]	Oznaczenie napięcia znamionowego diody	Napięcie wyjściowe [V]
5	270	4V7	4,5
8	470	6V8	6,0
8	390	8V2	7,5

Trzeba podkreślić, że podane w tabeli znamionowe napięcie wyjściowe zasilacza odpowiada cyfrowo wartościom napięć stosowanych przy typowym zasilaniu bateryjnym (4,5 V — bateria „płaska”, 6 V — 4 ogniwa i 7,5 V — 5 ogniw 1,5 V połączonych w szereg). Nie znaczy to jednak, że napięcie wyjściowe zasilacza jest dokładnie właśnie takie. W praktyce są to napięcia około 4 V, około 6 V i prawie 8 V. Dzięki temu zasilacz może być z powodzeniem stosowany także do współpracy np. z radioodbiornikiem zasilanym z baterii 9 V.

Elementy zasilacza należy zamontować na niewielkiej płytce z dowolnego materiału izolacyjnego. Rozmieszcza się je po jednej stronie płytki (z przygotowanymi otworami), po drugiej zaś układa się na płasko ich końcówki i łączy ze sobą zgodnie ze schematem ideowym. Schemat połączeń zasilacza jest pokazany na rysunku. Jego dokładne odwzorowanie nie jest konieczne. Rozmieszczenie części i długość połączeń nie mają wpływu na jakość działania urządzenia. W przypadku skompletowania elementów o nieco większych rozmiarach można bez żadnych obaw „rozgęścić” cały układ. Warto jedynie pamiętać, że wszystkie punkty lutownicze

(pokazane na rysunku ciemnymi kropkami) powinny być uformowane starannie i solidnie.

Prawidłowo zestawiony układ działa niezwłocznie po włączeniu zasilacza do sieci (za pomocą wtyczki sieciowej). Dla pewności warto jednak przeprowadzić prostą próbę przyłączając do wyjścia



Schemat połączeń zasilacza stabilizowanego

układu odpowiednią żarówką miniaturową. W przypadku zasilacza o napięciu znamionowym 4,5 V powinna to być żarówka 6 V/0,1 A. Świeci ona oczywiście nie z pełną jasnością, gdyż dostarczane przez zasilacz napięcie jest dla niej zbyt niskie. Pełnym blaskiem zaświeci taka żarówka po przyłączeniu jej do wyjścia zasilacza w wersji 7,5 V (a nawet może „przepalić się”). Dlatego w tym przypadku lepiej zastosować dwie żarówki 3,5 V/0,2 A połączone w szereg.

Uwaga: w przypadku wykorzystania zasilacza do współpracy z radioodbiornikiem może okazać się, że podczas odbioru audycji stacji lokalnej występuje na jej tle charakterystyczny przydźwięk sieciowy („warkot”). W takiej sytuacji trzeba do każdej z czterech diod prostowniczych przyłączyć równolegle kondensator o pojemności w granicach $10 \div 47$ nF. Maks. prąd pobierany przez dłuższy czas nie powinien przekraczać $100 \div 150$ mA niezależnie od wersji zasilacza.

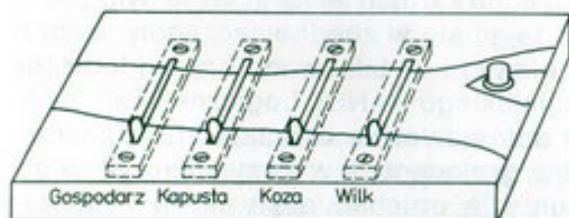


KAPUSTA, KOZA I WILK

Dzisiaj mało kto już pamięta tę zagadkę. Ale dawniej była ona powszechnie znana i przysparzała kłopotów nie tylko najmłodszym. Bowiem rozwiązanie problemu gospodarza, który przewozi przez rzekę kapustę, kozę i wilka wcale nie jest łatwe. Może on jednorazowo zabrać do swej małej łódki tylko jedno ze zwierząt albo główkę kapusty. A więc jak należy zorganizować przeprawę? Nie można przecież pozostawić razem — ani na jednym, ani na drugim brzegu — kozy z wilkiem. Wilk tylko na to czeka i natychmiast pożre kozę. Nie można także zostawić kapusty razem z kozą, gdyż zje ona natychmiast swój przysmak. Obecność gospodarza oczywiście utrzymuje ład i porządek, likwiduje każde niebezpieczeństwo. Trzeba jednak pokonać rzekę niewielką łódeczką i ... Ano właśnie: jak ma postępować gospodarz, który co prawda może przeprować się przez rzekę dowolną ilość razy, ale co ma zabrać z sobą, a co zostawić? I tak źle, i tak niedobrze. Problem na pozór nie do rozwiązania, mimo to myśląc logicznie można znaleźć wyjście z tej sytuacji. I to nie tylko jedno.

Mylą się jednak ci Czytelnicy, którzy spodziewają się znaleźć tutaj rozwiązanie tego problemu. Byłoby to co prawda najprostsze, lecz mało ciekawe. Z pewnością znacznie bardziej zainteresuje wszystkich model urządzenia elektronicznego, które automatycznie ocenia i sygnalizuje błędne poczynania gospodarza (a dokładniej: rozwiązującego zagadkę). Czy możliwe jest zbudowanie takiego modelu? Tak, jest możliwe. Kto nie wierzy, niech czyta dalej.

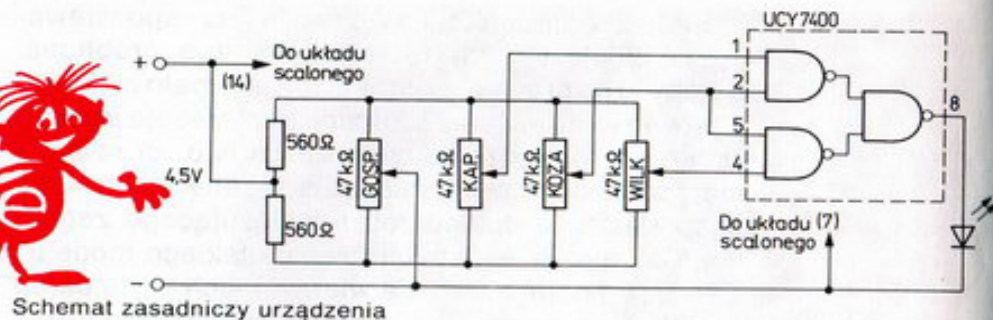
Wygląd zewnętrzny urządzenia jest pokazany na rysunku. Widać tam (linie przerywane, pod płytą



Rysunek poglądowy modelu „kapusta, koza i wilk”

montażową) cztery potencjometry suwakowe. Ich ruchome (przesuwne) styki imitują gospodarza, kapustę, kozę i wilka. Pomiedzy skrajnymi końcówkami potencjometru „wije się” rzeka. A więc ruchome styki określają usytuowanie elementów zadania: na tym lub — po przesunięciu — na przeciwległym brzegu rzeki. Obok jest widoczna dioda sygnalizacyjna (czerwona). Świeci ona wówczas, gdy po wykonaniu przez użytkownika modelu nieprawidłowego ruchu (a nawet już w trakcie jego wykonywania) zaistnieje niewłaściwa (niebezpieczna) sytuacja. Mając takie urządzenie można bez trudu, nie wyężdżając głowy, przeprowadzić dowolną ilość prób i znaleźć w końcu rozwiązanie.

Jak jest zbudowane to urządzenie? Nie ma żadnych tajemnic — jego schemat zasadniczy jest pokazany na rysunku. Widać tam między innymi cztery potencjometry suwakowe i baterię 4,5 V. Zasila ona cały układ. Suwaki potencjometrów imitujących kapustę, kozę i wilka są połączone z jakimiś trzema elementami o nieznanym symbolach grafi-



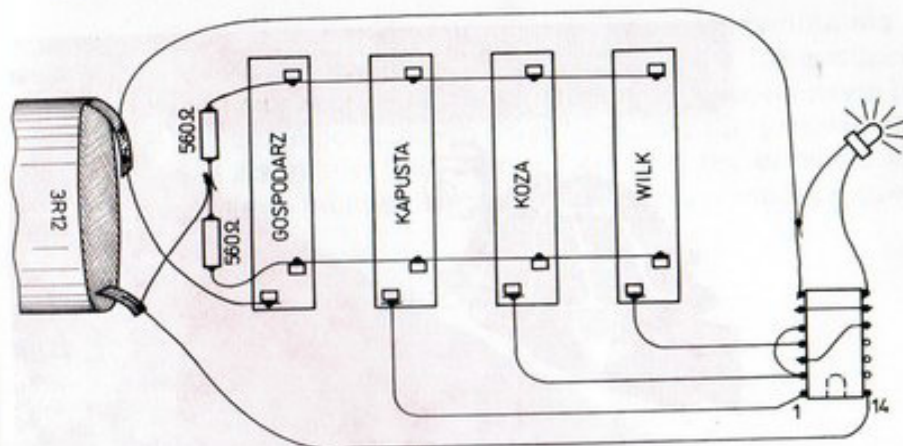
Schemat zasadniczy urządzenia

cznych. Istotnie, na kartach tej książki nie było o nich mowy. Nie wdając się w zbędne szczegóły wystarczy podać, że są to trzy tak zwane bramki logiczne (zwane z angielskiego NAND). Logiczne? Tak, bo to właśnie one automatycznie oceniają prawidłowość postępowania grającego i w przypadku niewłaściwego posunięcia uruchamiają wskaźnik niebezpieczeństwa (czerwoną diodę). Więcej na ten temat powiedzieć nie można nie dlatego, że jest to zbyt trudne, lecz dla zasady. Bowiem od początku jest omawiana zagadka, niech więc pewne jej elementy pozostaną nie wyjaśnione do końca. Bardziej dociekliwym można podać jedynie, że elektroniczne elementy logiczne tego rodzaju są szeroko stosowane w komputerach.

Dla wszystkich natomiast jest przeznaczony zestaw elementów potrzebnych do budowy modelu:

- cyfrowy układ scalony UCY7400,
- potencjometry suwakowe o rezystancji 47 kΩ — 4 sztuki,
- rezystory 560 Ω — 2 sztuki,
- dioda świecąca czerwono (dowolny typ),
- bateria zasilająca 4,5 V.

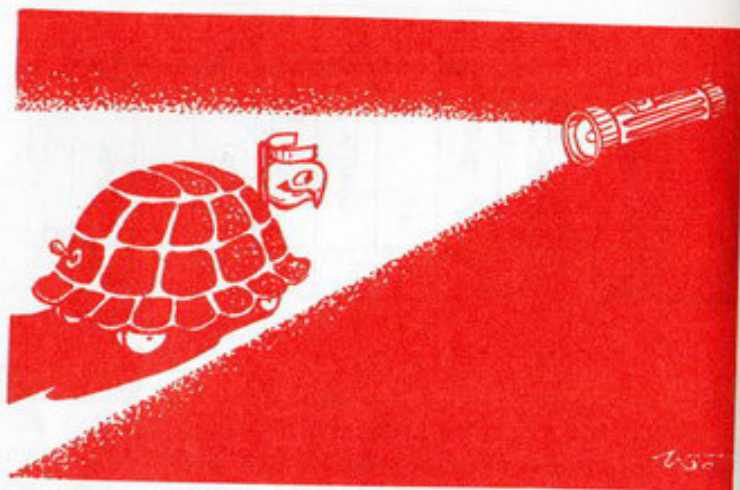
Schemat połączeń urządzenia jest pokazany na rynku. Wszystkie części są zainstalowane na niewielkiej płytce z dowolnego materiału izolacyjnego, np. z cienkiej sklejk. Potencjometry (mają odpowiednie, gwintowane otwory) są przymocowane śrubkami, dla baterii przygotowano obejmę z cienkiej blachy.



Schemat połączeń modelu „kapusta, koza i wilk”

Wyprowadzenia układu scalonego są wpuszczone w 14 precyzyjnie przygotowanych otworów i po drugiej stronie zagięte na płasko.

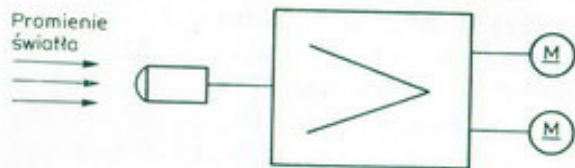
Model jest na rysunkach pokazany na tyle przejrzysto, że prawidłowe zmontowanie samodzielnie budowanego urządzenia nie powinno nikomu przysporzyć trudności. Podczas pracy warto natomiast pamiętać, że cały montaż, a w szczególności lutowane połączenia pomiędzy elementami, należy wykonać możliwie starannie i solidnie. Urządzenie działa prawidłowo niezwłocznie po przyłączeniu baterii zasilającej. Próbuąc model warto zwrócić uwagę, że układ działa „w obie strony”, to jest niezależnie od tego, z którego brzegu rzeki rozpoczyna się przeprawę. Jest to logicznie uzasadnione, ponieważ sposób postępowania gospodarza — przewoźnika nie może być zależny od kierunku podróży. Wszystkim, którzy zbudują własny model urządzenia, można z góry życzyć dobrej zabawy.



INTELIGENTNY AUTOMAT

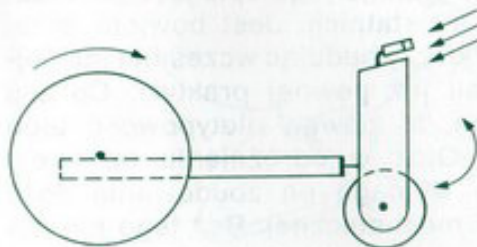
Ten tytuł może zdziwić niektórych Czytelników. Bo przecież automat to urządzenie, które wykonuje taką lub inną funkcję automatycznie, czyli mówiąc bardziej codziennym językiem po prostu bezmyślnie. Czyż więc może istnieć „myślący” automat? Myślący — na pewno nie, a jednak... Aby rozwiązać wszelkie wątpliwości, najlepiej przyjrzeć się urządzeniu.

Schemat strukturalny elektronicznej części automatu jest pokazany na rysunku. Widać tam fotodiode (diodę, która przewodzi prąd pod wpływem światła, a po ciemku — nie) przyłączoną do wejścia elektronicznego układu wzmacniającego. Do jego wyjścia są przyłączone dwa miniaturowe silniki. Całość jest zestawiona w taki sposób, że jeden z silników działa przy braku oświetlenia. Gdy na



Schemat strukturalny części elektronicznej urządzenia

diodę padnie strumień światła, zatrzymuje się. Zaczyna natomiast działać drugi silnik. Tak zestawione urządzenie jest zainstalowane na trójkołowym pojeździe pokazanym schematycznie na rysunku. Jeden z silników (ten, który działa przy braku oświetlenia) jest mechanicznie sprzężony z przednią częścią



Uproszczony rysunek poglądowy mechanizmu jeźdnego automatu

pojazdu i powoduje jej powolne skręcanie (wraz z kołem) w lewo i prawo. Natomiast drugi silnik (ten, który działa przy oświetlonej fotodiodzie) jest sprzężony z tylnymi kołami napędzającymi pojazd.

Jak działa takie urządzenie? Wyjaśnić nietrudno. Przy braku oświetlenia (punktowego) pojazd stoi, ponieważ tylne koła nie są napędzane. Działa natomiast silnik skręcający przednie koło (na przemian w lewo i prawo), a także zamontowaną na części ruchomej fotodiode. A więc urządzenie stojąc w miejscu nieomal rozgląda się za światłem. Gdy je zobaczy (tj. gdy na fotodiode padnie promień świetlny) przednie koło nieruchomieje, zaś pojazd rusza. I kieruje się oczywiście tam, gdzie prowadzi go przednie koło, czyli w kierunku światła. Gdy źródło światła szybko zmieni położenie, urządzenie zatrzymuje się i ponownie rozgląda wokół. Tak zaprogramowany mechanizm w istocie zachowuje się jak żywe stworzenie. Potrafi na przykład „iść za nogą” prowadzone, nawet z dużymi zakrętami, ręczną latarką. Można nawet bawić się z nim w przyciemnionym pomieszczeniu „nęcać” światłem latarki z różnych miejsc. Czyżby więc istotnie inteligentny automat? Z całą pewnością tak. Bowiem zachowuje

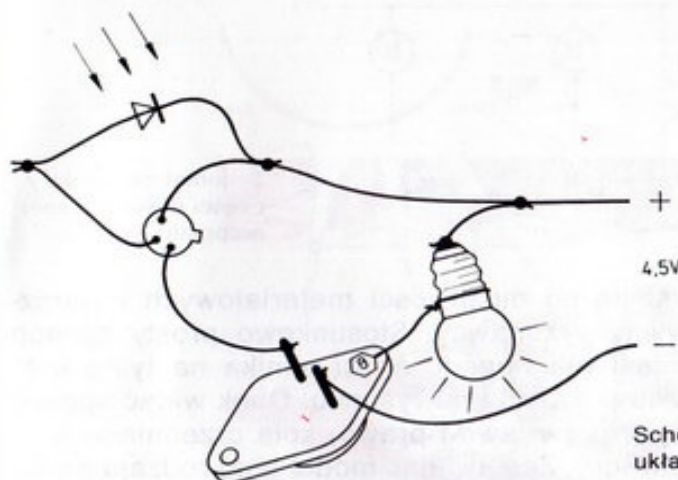
się on nietypowo, za każdym razem inaczej, zależnie od sytuacji.

Powstaje zatem pytanie: czy jest możliwe zbudowanie takiego automatu w warunkach elektronika-amatora? Owszem, jest możliwe. Jest tylko jedna zasadnicza uwaga: nie jest to model łatwy i prosty. To właśnie dlatego jego opis jest zamieszczony jako jeden z ostatnich. Jest bowiem przeznaczony dla tych, którzy budując wcześniej łatwiejsze modele nabrali już pewnej praktyki. Co zaś szczególnie istotne, to pewna nietypowość tego modelu-automatu. Otóż w odróżnieniu od wielu innych konstrukcji wymaga on zbudowania dość precyzyjnej części mechanicznej. Bez tego nie ma sukcesu, ponieważ właśnie w mechanizmie mieści się znaczna część programu działania urządzenia. Część uzupełniająca, elektroniczna, jest łatwiejsza do wykonania.

Do zestawienia układu elektronicznego są potrzebne:

- dwa tranzystory dużej mocy (dowolnego typu, lecz jednakowe),
- tranzystor małej mocy (dowolny typ, o tej samej przewodności co tranzystory dużej mocy),
- fotodioda (dowolny typ, np. BPYP30),
- dwa silniki miniaturowe (zabawkowe) 4,5 V,
- rezystor 680 Ω (dowolna moc).

Na rysunku jest pokazany prowizorycznie zestawiony (dla pierwszych prób) układ elektroniczny modelu. Zamiast miniaturowego silnika jest żarówka 3,5 V/0,2 A. Jasność jej świecenia obrazuje wielkość prądu płynącego w obwodzie tranzystora mocy. Warto zwrócić uwagę, że diodę fotoelektryczną włącza się do układu w kierunku zaporowym. W praktyce oznacza to, że jej bardzo duża rezystancja (dla tego kierunku przepływu prądu) ogranicza prąd bazy pierwszego, a tym samym i drugiego tranzystora. W tej sytuacji żarówka nie powinna świecić, ponieważ przez obwód kolektora tranzystora mocy płynie znikomo mały prąd. Skierowanie światła (np. z pobliskiej

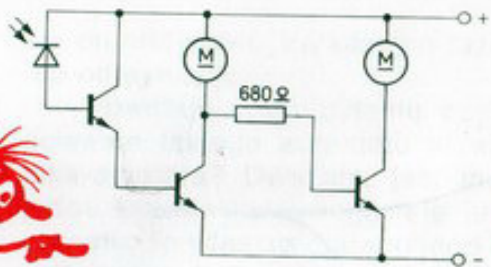


Schemat połączeń próbnego układu elektronicznego

lampy biurkowej) na fotodiode powoduje przepływ pewnego niewielkiego prądu przez pierwszy tranzystor i znacznie większego (dzięki wzmacniającym właściwościom układu) przez drugi. Powoduje to pełne rozjaśnienie żarówki. Jeśli czułość układu jest zbyt mała (zmiany jasności są niewielkie), można pierwszy tranzystor zastąpić podobnym egzemplarzem o większym wzmocnieniu, np. tranzystorem typu BC108 lub BC109 z grupy C. Podobnie można wymienić tranzystor mocy (na przykład na egzemplarz typu BDY23 z grupy C). Zbyt dużą czułość można ograniczyć przyłączając pomiędzy bazę i emiter pierwszego tranzystora odpowiednio dobrany rezystor (o rezystancji w granicach 10 ÷ 100 k Ω). Rezystor ten pobierze część prądu płynącego przez fotodiode i tym samym osłabi jej wpływ na działanie układu zasilającego żarówkę.

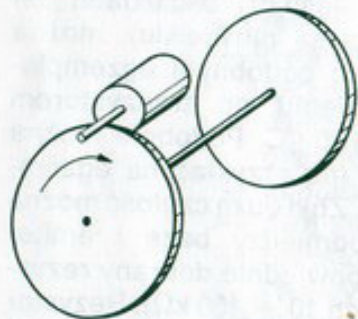
Po uzyskaniu prawidłowego działania układu z żarówką trzeba zbudować kompletny model użytkowy według schematu zasadniczego pokazanego na rysunku. Jak to już było wcześniej wspomniane, w układzie tym silniki działają na przemian, a przeląca się je światłem padającym na fotodiode.

Część mechaniczną urządzenia można zbudować w bardzo różny sposób. Zależy to przede

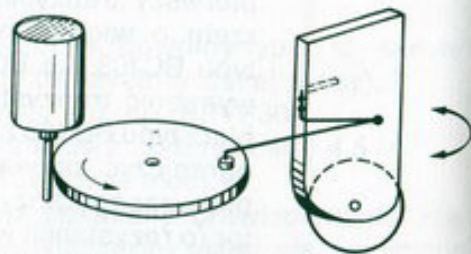


Schemat zasadniczy części elektronicznej automatu

wszystkim od możliwości materiałowych i warsztatowych wykonawcy. Stosunkowo prosty sposób przeniesienia napędu z osi silnika na tylne koła pojazdu pokazano na rysunku. Obok widać sposób wychylania (w lewo i prawo) koła przedniego (kierunkowego). Zestawiając model tego rodzaju z całą pewnością warto wykorzystać niektóre części jakiejś już zbędnej, popsutej zabawki. Zaoszczędzi to wiele pracy związanej z poprawnym wykonaniem przynajmniej kół pojazdu.



Przykład prostego sposobu napędu kół tylnych



Przykład prostego sposobu kierowania kołem przednim

Ostateczne próby przeprowadza się instalując na pojeździe wszystkie elementy, to jest układ elektroniczny z fotodiodą na przedniej części mechanizmu i baterię zasilającą. Znając zasadę działania „inteligentnego automatu” nie napotyka się przy tym większych trudności. Urządzeniu można nadać zupełnie dowolną formę zewnętrzną (np. psa, żółwia, pojazdu księżycowego itp.) wykonując odpowiednią obudowę.



SŁONECZNY RADIOODBIORNIK

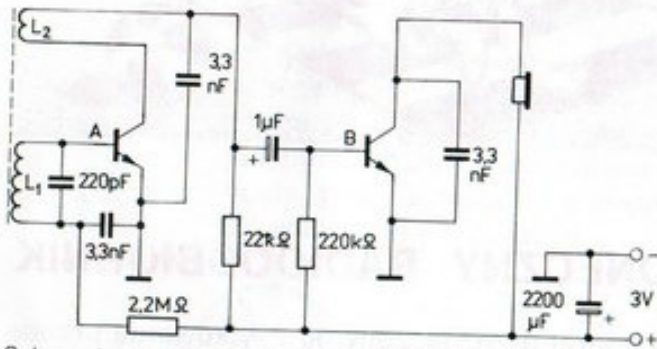


Jest to aparat przeznaczony do użytkowania przede wszystkim na plaży. Z tego względu został zaprojektowany i wykonany bardzo nietypowo. Nie ma żadnych elementów regulacyjnych (nawet wyłącznika zasilania), które ulegają zużyciu, starzeją się lub psują. Przede wszystkim jednak jest zasilany energią słoneczną, która jest bezpłatna. Nie przysparza więc kłopotów związanych z zakupem i wymianą baterii zasilających. Aparat tego rodzaju zamknięty w szczelnej, nierozbieralnej obudowie nie zniszczy się i może służyć przez wiele, wiele lat.

Model odbiornika był z powodzeniem użytkowany w terenie przez sezon letni. Ponadto podczas całego roku był wykorzystywany w świetle lampy biurkowej przy wykonywaniu wszelkich prac nie wymagających intensywnego skupienia. Wszystkie elementy składowe radioodbiornika są łatwo dostępne. Baterię słoneczną (nieosiągalną w kraju) zestawiono we własnym zakresie z kilku sztuk tranzystorów typu 2N3055. Mogą to być egzemplarze

niepełnowartościowe, a nawet częściowo uszkodzone. Istotne jest jedynie, aby miały jeszcze sprawne złącza baza — kolektor.

Schemat zasadniczy radioodbiornika jest pokazany na rysunku. Jest to układ specjalnie przystosowany do współpracy z baterią słoneczną niewielkiej mocy. Dlatego w pierwszym stopniu radioodbiornika jest zastosowany jako detektor tranzystor małej częstotliwości. Poza detekcją sygnału indukowanego w obwodzie anteny ferrytowej tranzystor ten wzmac-



Schemat zasadniczy radioodbiornika. Dla lepszej przejrzystości rysunku masę układu pokazano za pomocą trzech poziomych odcinków wspólnego przewodu

nia sygnał uzyskanej audycji. Dla zwiększenia czułości aparatu w stopniu tym zastosowano ponadto dodatkowo sprzężenie zwrotne. W sumie wzmocnienie tego stopnia jest bardzo znaczne, a prąd pobierany z baterii — znikomo mały (rzędu $0,05 \div 0,10$ mA). Dzięki temu cała energia uzyskiwana z baterii słonecznej może być wykorzystywana przez typowy stopień wyjściowy zasilający słuchawkę.

Do budowy modelu są potrzebne następujące elementy:

- tranzystory typu BC109 (grupy C) — dwie sztuki,
- rezystor $22\text{ k}\Omega$ (dowolna moc),
- rezystor $220\text{ k}\Omega$ (dowolna moc),
- rezystor $2,2\text{ M}\Omega$ (dowolna moc),
- kondensator ceramiczny 220 pF ,
- kondensator $3,3\text{ nF}/6\text{ V}$ — trzy sztuki,

- kondensator $1\text{ }\mu\text{F}/6\text{ V}$,
- kondensator $2200\text{ }\mu\text{F}/6\text{ V}$,
- słuchawka $2000\text{ }\Omega$,
- antena ferrytowa (wykonana wg opisu),
- bateria słoneczna (wykonana wg opisu).

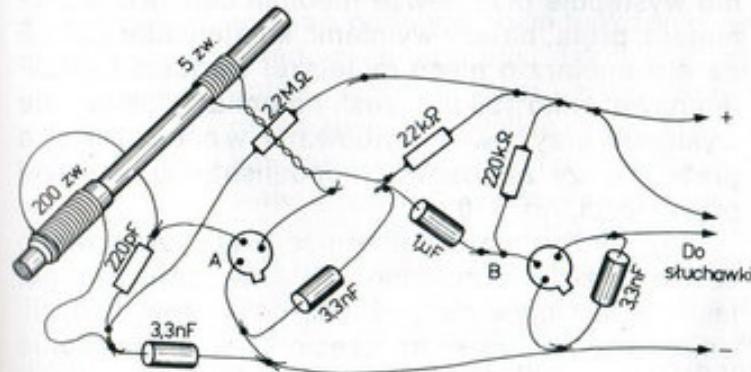
Do wykonania anteny ferrytowej potrzebny jest typowy pręt $\varnothing 8 \div 10\text{ mm}$ i długości około 100 mm . Należy na nim wykonać dwa uzwojenia:

L_1 — uzwojenie obwodu rezonansowego (200 zwojów nawiniętych drutem w emalii $\varnothing 0,12 \div 0,15\text{ mm}$, długość nawinięcia — około 25 mm),

L_2 — uzwojenie sprzężenia zwrotnego (5 zwojów drutu w emalii $\varnothing 0,12 \div 0,30\text{ mm}$).

Obydwa uzwojenia nawija się na prowizorycznych korpusach sklejonych z kilku warstw papieru tak, aby było możliwe ich przesuwanie wzdłuż pręta.

Pracę najlepiej jest rozpocząć od zestawienia skompletowanych części w układzie próbnym pokazanym na rysunku. Jak widać, wszystkie elementy są umieszczone pomiędzy dwoma przewodami, z których dolny to masa układu, górny zaś — plus zasilania. Poszczególne elementy są na rysunku pokazane tak, jak w rzeczywistości wyglądają. Połączenia pomiędzy nimi są oczywiście zgodne ze schematem zasadniczym aparatu. Dla pierwszych



Schemat połączeń próbnego układu radioodbiornika. Na rysunku nie pokazano kondensatora $2200\text{ }\mu\text{F}$, który do pierwszych prób (ze świeżą baterią) nie jest konieczny

prób najwygodniej jest zastosować źródło zasilania w postaci dwóch typowych ogniw galwanicznych 1,5 V połączonych szeregowo. Do budowy baterii słonecznej należy przystąpić dopiero po uzyskaniu prawidłowego działania układu odbiorczego. Postępowanie odwrotne, tj. rozpoczynanie od budowy baterii słonecznej, byłoby nieporozumieniem.

Jakość działania prowizorycznie zestawionego układu można w prosty sposób sprawdzić dotykając trzymanym w rękę wkrętakiem do odpowiednich punktów układu. Są one oznaczone na schematach literami *A* i *B*. Dotykając punktu *B* słyszy się w słuchawce cichy „warkot” (typowy przydźwięk sieciowy), dotykając zaś punktu *A* — znacznie głośniejszy. Znaczy to, że cały układ wzmacniający odbiornika działa prawidłowo. Dla uzyskania odbioru audycji konieczne jest ponadto dokładne dostrojenie anteny ferrytowej. W tym celu należy bardzo starannie przeprowadzić następujące zabiegi:

1) zsunąć z pręta anteny cewkę sprzężenia zwrotnego (L_2),

2) delikatnie przemieszczać uzwojenie obwodu rezonansowego (L_1) wzdłuż pręta ferrytowego (od końca pręta do jego środka) — aż do usłyszenia choćby cichej audycji. Punkt dostrojenia powinien być wyraźnie zauważalny („ostry”). Jeśli dostrojenie występuje przy cewce niemal całkowicie zsunętej z pręta, należy wymienić kondensator 220 pF na egzemplarz o nieco mniejszej wartości (180 pF lub nawet tylko 150 pF). Jeśli natomiast dostrojenie występuje przy cewce usytuowanej w pobliżu środka pręta, należy zastosować kondensator o większej pojemności, np. 270 pF,

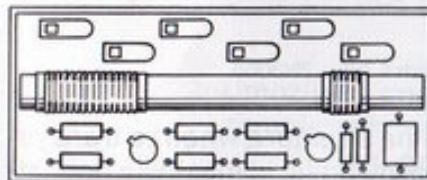
3) założyć na drugi koniec pręta ferrytowego cewkę sprzężenia zwrotnego (L_2) zwracając uwagę, jaki ma to wpływ na głośność odbieranej audycji. Umieszczenie cewki na pręcie i jej przesuwanie może powodować zmniejszenie lub — po odwrotnym założeniu cewki L_2 — zwiększenie głośności audycji. Cewkę należy ostatecznie założyć tak, aby

jej obecność zwiększała wzmocnienie aparatu, i ulokować dość blisko środka pręta, co powoduje wyraźne zniekształcenia odbioru,

4) bardzo delikatnie — najlepiej za pomocą elementu z materiału izolacyjnego, aby uniknąć wpływu ręki — ostatecznie skorygować usytuowanie na pręcie cewki obwodu rezonansowego (uzyskać maksymalną głośność),

5) oddalić nieco od środka pręta cewkę sprzężenia zwrotnego tak, aby uzyskać czysty, nie zniekształcony odbiór audycji.

Z elementów sprawdzonych w układzie próbnym można zestawić aparat przeznaczony do użytkowania w terenie. Przykład takiej konstrukcji jest pokazany na rysunku. Ścisłe odwzorowanie tego modelu nie jest konieczne. W większości przypad-



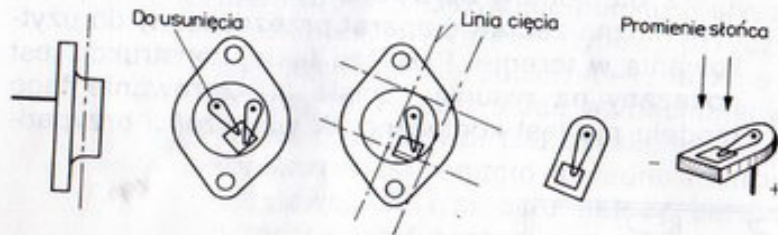
Rysunek poglądowy modelu użytkowego aparatu

ków nie byłoby to nawet możliwe ze względu na inne rozmiary skompletowanych części. Warto natomiast przyjąć podobne rozmieszczenie głównych części składowych aparatu. Jak widać z rysunku, pręt anteny ferrytowej jest umieszczony w środku płyty montażowej. Wszystkie części elektroniczne są ulokowane poniżej pręta ferrytowego, ponad nim pozostaje miejsce dla baterii słonecznej.

Samodzielne zbudowanie baterii słonecznej nie jest zbyt trudne. Kłopotliwe jest jedynie skompletowanie odpowiedniej liczby tranzystorów typu 2N3055. Te właśnie okazały się — w wyniku wielu przeprowadzonych prób — najbardziej wydajne. Bardzo wskazane jest wykorzystanie do tego celu egzemplarzy niepełnowartościowych lub częściowo

uszkodzonych (z wewnętrznym zwarcieniem złącza baza — emiter). Bowiem przygotowanie elementów baterii słonecznej jest — nie da się ukryć — jednoznaczne z całkowitym zniszczeniem tranzystorów. Trudno jest więc kogokolwiek namawiać do rozmyślnego niszczenia kosztownych elementów półprzewodnikowych.

Sposób wyodrębnienia z tranzystora (typu 2N3055) złącza baza — kolektor potrzebnego do zestawienia baterii słonecznej jest pokazany na rysunku. Widoczne tam operacje są dość brutalne

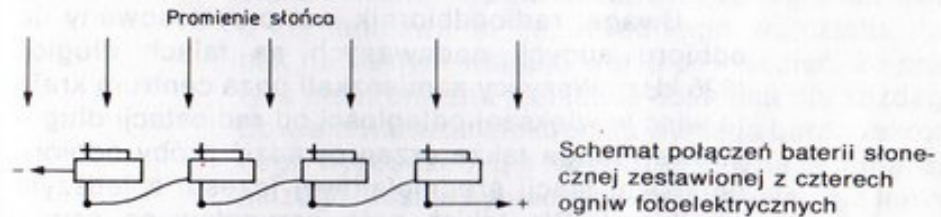


Wydzielenie złącza baza — kolektor z tranzystora typu 2N3055

w zestawieniu z delikatną strukturą wnętrza tranzystora. Należy więc przeprowadzić je możliwie delikatnie. Szczególną ostrożność należy zachować podczas likwidowania zbędnego dla baterii doprowadzenia emitera, które częściowo przesłania światłoczułą strukturę krzemu. Doprowadzenie to należy po prostu delikatnie wyrwać ze środka kwadratowej płytki półprzewodnikowej, podważając je małym wkrętkiem. Wyodrębnione elementy warto wstępnie sprawdzić za pomocą omomierza lub wprost przez pomiar napięcia występującego pomiędzy pozostawionymi elektrodami (bazą i kolektorem) pod wpływem światła. W niewielkiej odległości od żarówki o mocy $60 \div 100$ W napięcie to powinno zawierać się w granicach od 0,25 do 0,50 V (zależnie między innymi od rezystancji wewnętrznej woltomierza). Nie mając odpowiednich przyrządów można z pomiarów zrezygnować. W każdym natomiast przypadku trzeba pamiętać, że minusem ogniwa

słonecznego jest pozostałość po płytce obudowy, plusem zaś — wyprowadzenie bazy.

Umieszczenie wewnątrz aparatu baterii słonecznej zestawionej z kilku elementów światłoczułych nie jest trudne. Należy zastosować przynajmniej cztery elementy zestawione w szereg tak, jak to pokazuje rysunek. Z taką baterią odbiornik jednak nie będzie działał zbyt głośno nawet przy bardzo intensywnym oświetleniu. Bardzo dobre wyniki daje zastosowanie baterii zestawionej z sześciu ogniw.



Schemat połączeń baterii słonecznej zestawionej z czterech ogniw fotoelektrycznych

Umożliwia ona słuchanie audycji nawet przy nieco zamglonym niebie.

Dobrze działający aparat warto umieścić w jakiejś estetycznej obudowie. Jej wierzch powinien być przezroczysty, aby promienie słoneczne mogły padać na elementy baterii. Dlatego już od samego początku wskazane jest przyjęcie rozmiarów i kształtu budowanego aparatu tak, aby było możliwe wykorzystanie (ewentualnie z niewielkimi przeróbkami) jakiegoś pojemnika produkcji fabrycznej. Tak właśnie został zbudowany radioodbiornik modelowy, dostosowany do umieszczenia w nieco tylko skróconym etui długopisu. W przypadku trudności z umieszczeniem wszystkich elementów w niewielkiej obudowie można zastosować pręt anteny ferrytowej o mniejszej długości niż w modelu, jednak nie krótszy niż $6 \div 7$ cm. Mając zapas miejsca warto natomiast wykonać antenę nieco dłuższą, co poprawi jakość działania układu.

Dla oszczędności miejsca można by zlikwidować kondensator elektrolityczny przyłączony równo-

legle do baterii słonecznej (2000 μ F). Nie jest to jednak wskazane. Kondensator ten jest bardzo przydatny w praktyce, gdyż zapewnia działanie aparatu podczas krótkotrwałych (kilkusekundowych) zaników oświetlenia spowodowanych na przykład niewielką chmurą, cieniem użytkownika lub innymi przyczynami. Głośność odbieranej audycji można w pewnych granicach regulować przez usytuowanie odbiornika wraz z jego anteną skośnie do kierunku, w którym znajduje się położona w centrum kraju radiostacja.

Uwaga: radioodbiornik jest przystosowany do odbioru audycji nadawanych na falach długich (225 kHz). Wszyscy zamieszkali poza centrum kraju (a więc w większej odległości od radiostacji długofalowej) mogą także przeprowadzić próby odbioru pobliskiej stacji średnifalowej (często z lepszym wynikiem). Dla takich prób przygotowana cewka anteny ferrytowej powinna mieć tylko około 80 zwojów. Pozostałe części aparatu oraz montaż i sposób strojenia pozostają bez zmiany.

DODATEK

Warsztat elektronika-amatora

Wszystkim, którzy dopiero rozpoczynają praktykę elektroniczną, z pewnością przyda się kilka uwag o zorganizowaniu odpowiedniego warsztatu. Jednak na samym wstępie warto powiedzieć, że praktyka elektroniczna jest łatwo dostępna dla każdego. Bowiem warsztat elektronika wymaga bardzo skromnego wyposażenia, a rozpocząć można niemal bez niczego. Jest to sytuacja nieporównywalna z innymi dziedzinami twórczości amatorskiej, gdzie bez pewnego zasobu kosztownych narzędzi i urządzeń warsztatowych (np. dla prac w drewnie lub metalu) nie są możliwe jakiegokolwiek dokonania. Jednocześnie elektronika nie wymaga specjalnych pomieszczeń do pracy i składowania materiałów. Jej elementy (części i podzespoły) są z zasady bardzo małych rozmiarów.

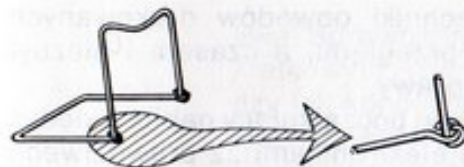
Mimo to praktykę elektroniczną również trzeba rozpocząć w sensowny sposób. A więc przede wszystkim trzeba zorganizować jakieś — choćby niewielkie — miejsce do pracy, aby nie działać „na kolanie”. Najlepszym rozwiązaniem jest niewielki stół lub biurko o typowej wysokości 75 cm. Aby uchronić jego blat przed uszkodzeniem, należy na nim położyć niewielki arkusz twardej płyty pilśniowej. Początkujący, którzy nie mają swojego przysłowiowego kąta, kończąc pracę schowają go po prostu za szafę.

Szczególnie ważną sprawą jest oświetlenie miejsca pracy. Elektronik ma najczęściej do czynienia z elementami miniaturowymi, dla których oświetlenie naturalne nie zawsze jest wystarczające. Naj-

lepszym rozwiązaniem jest lampa warsztatowa (na przegubach) umożliwiająca dowolne ustawienie źródła światła. W oprawie należy stosować żarówkę o mocy 60 do 100 W, najlepiej matową. Nie jest wskazane stosowanie do bezpośredniego oświetlenia miejsca pracy świetlówek, bowiem ich migotanie szybko męczy oczy.

Kompletowanie narzędzi i przyrządów należy rozpocząć od lutownicy. Bez niej po prostu nie można wystartować, gdyż elementy elektroniczne są łączone z sobą z zasady przez zlutowanie końcówek. Jakikolwiek inne metody montażu nie dają (w warunkach amatorskich) dobrych rezultatów. Do montażu nowoczesnych układów z miniaturowymi elementami najbardziej odpowiednia jest mała lutownica o mocy w granicach 14 ÷ 20 W. Mając ją można już rozpocząć praktykę posługując się ponadto jedynie... starymi nożyczkami. To „uniwersalne narzędzie” może służyć nieomal do wszystkiego: cięcia przewodów, zdejmowania z nich izolacji, czyszczenia końcówek przed lutowaniem, cięcia niezbyt twardych materiałów konstrukcyjnych, a nawet do wykonywania w nich otworów. Jednakże prawdziwy amator na tym nie poprzestanie, gdyż już wkrótce okaże się potrzebny choćby niewielki wkrętak. Najlepiej mieć „pod ręką” dwa wkrętaki elektrotechniczne (tj. z uchwytem izolującym z tworzywa sztucznego) o szerokości ostrza 3 i 5 mm. Poza tym warto mieć niewielkie płaskoszczepy uniwersalne („kombinerki”) i niewielką pęsetę. Taki doprawdy skromny zestaw to podstawowe wyposażenie warsztatu. Stopniowo można je oczywiście zwiększać stosownie do potrzeb, a przede wszystkim do możliwości zaopatrzeniowych (czytaj: finansowych). Szczytowym osiągnięciem amatora byłby uniwersalny przyrząd pomiarowy wielozakresowy, lecz jest to sprzęt bardzo kosztowny.

Niezależnie od stopnia wyposażenia warsztatu, już od samego początku warto pamiętać o tym, że prawdziwy fachowiec to tylko taki, który dba o swoje narzędzia i utrzymuje je w odpowiednim stanie.



Samodzielnie wykonana podstawka do lutownicy

Dotyczy to w szczególności lutownicy, z którą należy obchodzić się szczególnie starannie. W jej wnętrzu znajdują się kruche kształtki ceramiczne, bardzo wrażliwe na urazy. A więc już nawet przypadkowy upadek ze stołu warsztatowego na podłogę może doprowadzić do uszkodzenia tego kosztownego narzędzia. Nie jest także wskazane nadmierne przegrzewanie lutownicy. Dlatego warto pamiętać o jej wyłączeniu z sieci na czas trwania innych prac montażowych. Ponowne nagrzanie się grotu doprawdy nie trwa zbyt długo. Prawidłowo użytkowana, przygotowana do pracy lutownica powinna spoczywać na podstawce, którą można bez trudności samodzielnie wykonać z dowolnego drutu o średnicy 2 ÷ 3 mm. Po zakończeniu pracy złożoną podstawkę przechowuje się wraz z narzędziami. Kto nie ma odpowiedniego miejsca, np. szuflady, może do tego celu wykorzystać jakiegokolwiek dość mocne pudełko. W każdym jednak przypadku narzędzia przed schowaniem powinny być oczyszczone, a drobniejsze (delikatniejsze) zawinięte w miękką szmatkę.

Obwody drukowane

W zasadzie tematu tego można by nie poruszać. Ustalono przecież, że wykonywanie płytek z obwodem drukowanym nie jest zajęciem dla nowicjuszy. Nie można go jednak pominąć z dwóch powodów.

1) Metoda płytek z obwodem drukowanym jest powszechnie stosowana w przemyśle. Jego wyroby bardzo często trafiają do rąk elektroników-amato-

rów. Znajomość techniki obwodów drukowanych ułatwia dokonanie przeglądu, a czasem i niezbyt skomplikowanej naprawy.

2) Nawet zupełnie początkujący nabiorą kiedyś praktyki i staną się elektronikami „z prawdziwego zdarzenia”. A wtedy zawarta wcześniej znajomość z obwodami drukowanymi bardzo się przyda.

Obwód drukowany jest to odpowiednio przygotowany układ połączeń pomiędzy poszczególnymi elementami urządzenia (lub zespołu — w przypadku większej aparatury). Rolę przewodów połączeniowych spełnia cienka warstwa folii na płytce epoksydowej, która jest bardzo dobrym izolatorem. Płytkę podłoża ma grubość $1 \div 2$ mm, a folia miedziana $35 \div 70$ μm (mikrometrów). Na odpowiednio wymiarowanym kawałku takiej płyty przygotowuje się nakreślony na niej obwód (często bardzo skomplikowany) usuwając zbędne fragmenty folii.

Wykonanie płytki z obwodem drukowanym składa się z dwóch zupełnie odmiennych etapów pracy:

— teoretycznego opracowania schematu płytki, czyli siatki połączeń pomiędzy końcówkami wszystkich części budowanego układu,

— praktycznego wykonania płytki z zaprojektowaną siatką połączeń.

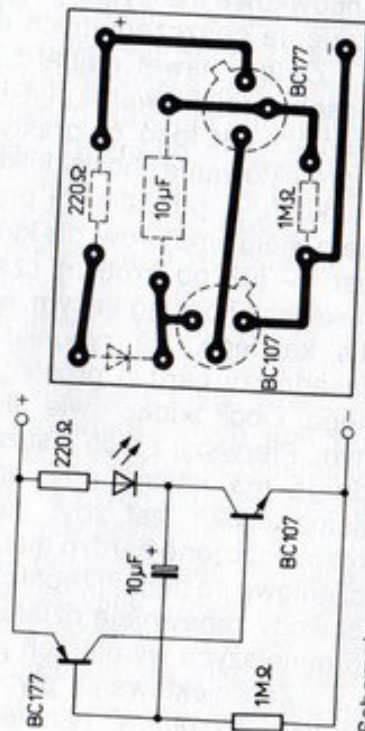
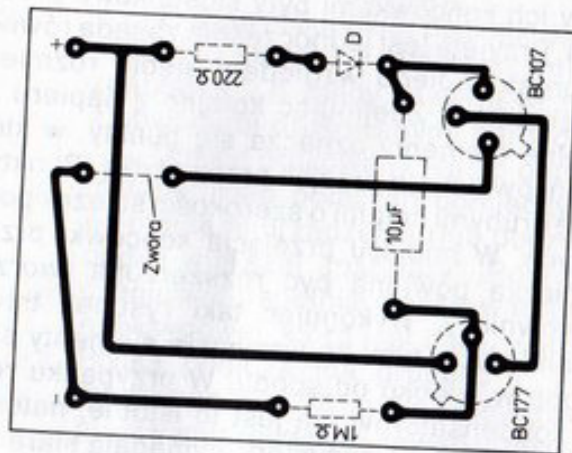
Prawidłowe rozpracowanie układu ścieżek na płytce wcale nie jest łatwe. Rutyniarze kreślą nawet dość skomplikowane płytki wręcz „na poczekaniu”, dla mniej doświadczonych jest to zadanie często ponad siły. Mimo to rozpoczynając od najprostszych, nieskomplikowanych układów można po jakimś czasie nabrać doświadczenia. W każdym jednak przypadku metoda postępowania jest taka sama.

Przede wszystkim należy skompletować zestaw elementów wchodzących w skład urządzenia (zespołu). Polega to nie tylko na zebraniu, lecz także na praktycznym sprawdzeniu ich działania w układzie. Jest to bezwzględnie konieczne, ponieważ dokonanie ewentualnych poprawek po wykonaniu płytki jest już bardzo trudne, a często wręcz niemoż-

liwe. Sprawdzone elementy układa się na papierze kratkowym i rozmieszcza tak, aby połączenia pomiędzy ich końcówkami były stosunkowo proste i krótkie. Przyjęta jest jednocześnie zasada równoległego i prostopadłego względem siebie rozmieszczania elementów. Zdejmując kolejno z papieru poszczególne elementy oznacza się punkty, w których ich końcówki mają przejść przez płytkę. Punkty te łączy się grubymi liniami o szerokości ścieżek połączeniowych. W miejscu przejścia końcówki przez płytkę ścieżka powinna być rozszerzona tworząc punkt lutowniczy. Wykonując taki rysunek trzeba stale pamiętać o tym, że wszystkie elementy są wykreślone w widoku od spodu. W przypadku rezystorów i kondensatorów nie jest to istotne, natomiast trójkońcówkowe tranzystory wymagają starannego rozróżnienia poszczególnych elektrod.

Żadne, nawet najbardziej dokładne omówienie sposobu projektowania płytki z obwodem drukowanym nie może dać tego, co praktyka. Dopiero samodzielne zaprojektowanie choćby kilku płytek — z jakimkolwiek skutkiem — pozwala na poznanie tego procesu. Istnieje wielu amatorów, dla których projektowanie płytek jest — już po krótkim czasie — zajęciem bardzo ciekawym i pociągającym. Mimo to początki są trudne dla każdego. Na rysunku jest pokazany schemat zasadniczy bardzo prostego urządzenia elektronicznego. Obok widać dwie płytki z obwodem drukowanym. Pierwsza z nich jest zaprojektowana poprawnie, druga ma istotne mankamenty. Przede wszystkim sama płytka jest zbyt duża, elementy są na niej rozmieszczone bardzo nierównomiernie, ścieżki połączeniowe są niepotrzebnie długie. Co prawda obydwa obwody zapewniają działanie urządzenia, lecz płytka o mniejszych wymiarach jest zdecydowanie lepsza.

Zaprojektowanie płytki to dopiero pierwszy etap pracy. Wykonany rysunek ścieżki trzeba przecieżyć przeniesić na płytkę laminowaną folią (po przycięciu jej na odpowiedni wymiar). W tym celu płytkę trzeba przede wszystkim starannie oczyścić delikatnie operu-

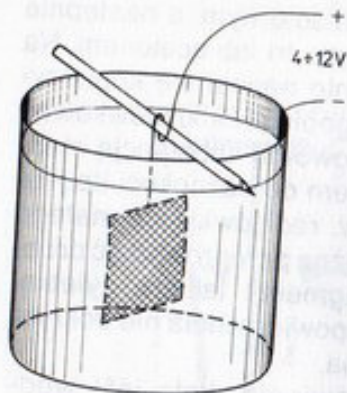


Schemat zasadniczy prostego urządzenia elektronicznego i przygotowane dla niego płytki z obwodem drukowanym: zaprojektowana poprawnie (mniejsza) i niewłaściwie (większa)

jąc bardzo drobnym papierem ściernym, a następnie odtłuścić rozpuszczalnikiem typu tri lub acetonem. Na tak przygotowaną powierzchnię nanosi się kopię rysunku ścieżek za pomocą długopisu i kalki ołówkowej. Zarys ścieżek pokrywa się dowolną substancją maskującą (lakierem nitro, lakierem do paznokoci itp.) za pomocą pisaka do tuszu (tzw. redisówki) lub małego pędzelka. Po wyschnięciu można przeprowadzić drobną korektę zeszkrobując fragmenty lakieru żyletką. Warto przy tym pamiętać, że powierzchnia nie pokryta lakierem zostanie wytrawiona.

Amatorzy stosują do trawienia około 35% wodny roztwór chlorku żelazowego (FeCl_3). Proces trawienia przeprowadza się w płaskim naczyniu powszechnie stosowanym w ciemni fotograficznej (kubecie). Płytkę zanurza się tak, aby folia była skierowana do góry. Naczyniem należy lekko poruszać, aby płyn przemieszczał się nad powierzchnią płytki. Po zakończeniu kąpieli trawiącej (co trwa kilkanaście minut) płytkę wyjmuje się, płucze pod bieżącą wodą i suszy. Lakier maskujący zmywa się odpowiednim rozpuszczalnikiem. Na koniec w środku każdego punktu lutowniczego wykonuje się (małą wiertarką) otwór o średnicy $1 \div 1,5$ mm.

Stosowanie chlorku żelazowego jest bardzo niebezpieczne. Jest to substancja żrąca, działająca nie tylko na ubranie i skórę, lecz także na drogi oddechowe. Trzeba o tym bezwzględnie pamiętać. Konieczne są więc odpowiednie środki zabezpieczające (ubiór ochronny, rękawice gumowe, okulary), a pracę należy prowadzić pod wyciągiem lub na wolnym powietrzu. Z tych właśnie powodów wszystkim początkującym warto polecić inną metodę, tym bardziej, że z nabyciem chlorku żelazowego są istotne kłopoty. Otóż wytrawienie ścieżek można przeprowadzić całkowicie bezpiecznie — i bez trudności — w sposób pokazany na rysunku. Widać na nim blaszaną puszkę, np. po konserwach, w której jest zawieszona na metalowym przewodzie przygotowana płytki. Przewody należy przymocować do puszek i płytki tak, aby



Zestaw urządzeń do elektrolitycznego trawienia płytek z obwodem drukowanym

uformować dobry obwód elektryczny. Można więc zastosować śrubę z podkładką na obrzeżu puszkii albo przylutować do niej przewód za pomocą lutownicy nieco większej mocy. Przylutowanie przewodu do skraju płytki nie nastęca trudności. Puszczkę napelnia się wodą i dosypuje 1 ÷ 2 łyżeczki zwykłej soli kuchennej (dobrze wymieszać). Do końcówek przewodów przyłącza się kilkuwoltowe (4 ÷ 10 V) źródło napięcia stałego (uwaga na znaki „+” i „-” pokazane na rysunku). Najlepiej nadaje się do tego jakikolwiek zasilacz sieciowy, np. do przenośnego radioodbiornika, minikalkulatora itp. Prostsze byłoby użycie popularnej baterii 4,5 V („płaskiej”), lecz jest ona dość kosztowna.

Proces elektrolityczny trwa przeważnie — w zależności od wartości napięcia zasilania, stężenia roztworu, temperatury itp. — nie dłużej niż godzinę. Ubytek nie zabezpieczonych lakierem fragmentów folii ocenia się przez oględziny powierzchni płytki. Po zakończeniu procesu wyjmuje się ją z roztworu, płucze w wodzie i suszy. Następnie delikatnie czyści się drobnziarnistym papierem ściernym te powierzchnie, z których usunięto folię, ponieważ mogą tam jeszcze istnieć pozostałości miedzi. Dalsze postępowanie jest dokładnie takie samo jak w przypadku trawienia płytki niebezpiecznym chlorkiem żelazowym.

Obudowa urządzenia

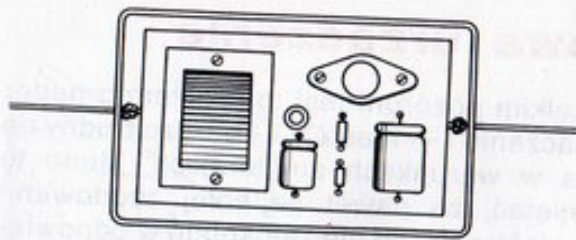
Wbrew wszelkim pozorom jest to problem o nader istotnym znaczeniu i — niestety — bardzo trudny do rozwiązania w warunkach amatorskich. Mimo to trzeba pamiętać, że nawet najlepiej zbudowane urządzenie elektroniczne nie zamknięte w odpowiedniej obudowie jest praktycznie bezwartościowe. Nie nadaje się przeważnie do użytkowania w normalnym trybie, gdyż byłoby narażone na uszkodzenia mechaniczne. Poza tym nic nie chroni go przed kurzem. A jest to — warto wiedzieć — jeden z najgorszych wrogów aparatury.

Opisy konstrukcyjne urządzeń, jakie spotyka się na łamach prasy popularnotekniczej, sprawę obudowy najczęściej pomijają. Trudno dziwić się temu, gdyż nawet najlepiej przygotowany opis jej wykonania (z rysunkami) przeważnie byłby mało przydatny. Zasadniczą przeszkodą są trudności w pozyskaniu dokładnych takich samych materiałów i odmienne możliwości warsztatowe. Stąd też elektronik-amator jest w tym zakresie z konieczności zdany jedynie na swoje własne umiejętności i pomysłowość. Mimo to wszystkim może przydać się kilka ogólnych uwag o samodzielnie wykonywanych obudowach urządzeń elektronicznych.

Rozpocząć trzeba od przypomnienia, że obudowa powinna jednocześnie:

- chronić urządzenie przed uszkodzeniami mechanicznymi i wpływami zewnętrznymi (w tym temperatury),
- nie utrudniać działania i użytkowania urządzenia,
- umożliwić łatwy dostęp do wnętrza (w celu naprawy lub okresowej regulacji),
- mieć estetyczny i — w miarę możliwości — „fabryczny” wygląd.

Spełnienie tych warunków wcale nie jest łatwe, szczególnie przy najczęściej ograniczonych możliwościach materiałowych i warsztatowych. Taka jest przecież przeważnie rzeczywistość typowego amatora. Dlatego w przypadku modeli o niewielkich



Zasilacz sieciowy małej mocy w obudowie z tworzywa sztucznego (mydelniczce)

rozmiarach jest powszechnie stosowana metoda wykorzystywania różnego rodzaju pojemników z tworzywa sztucznego, jakich wiele na rynku. Najczęściej do tego celu są stosowane plastikowe pudełka do mydła, w których można ulokować niewielkie urządzenie. Na rysunku jest pokazane przykładowe rozmieszczenie we wnętrzu takiego pudełka elementów składowych małego zasilacza sieciowego. Warto zwrócić uwagę, że całe zmontowane na płycie urządzenie jest ulokowane w podstawie pojemnika. Pozwala to na swobodne operowanie pokrywą, co zapewnia łatwy dostęp do wnętrza. Dioda świecąca sygnalizująca działanie urządzenia jest umieszczona na dłuższych, sztywnych przewodach tak, że trafia w przygotowany dla niej otwór w pokrywie. Obydwa giętkie przewody (sznur sieciowy i przewód niskiego napięcia stałego) są zabezpieczone przed wyrwaniem z obudowy przez zaplecione na nich węzły. Po ostatecznym zamknięciu pojemnika całą linię styku jego obu części (dolnej i górnej) okleja się mocno taśmą izolacyjną.

Obudowa urządzeń z elementami wydzielającymi ciepło (np. z dużym transformatorem sieciowym, tranzystorem większej mocy itp.) nie powinny utrudniać chłodzenia aparatury. Dlatego na przykład w przypadku zasilacza sieciowego dużej mocy obudowa nie powinna być szczelna. Należy wykonać w niej odpowiednie otwory wentylacyjne, a jednocześnie zastosować niewielkie nóżki umożliwiające wlot powietrza przez spód obudowy.

TABLICE Diody

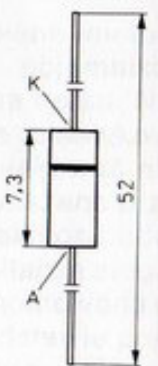
Wartości podane w tablicach należy rozumieć następująco:

- maksymalne napięcie wsteczne jest to napięcie (przyłożone w kierunku nieprzewodzenia), którego przekroczenie może doprowadzić do nieodwracalnego zniszczenia („przebiecia”) diody,
- maksymalny prąd przewodzenia jest to największa wartość prądu, jaki może płynąć przez diodę w sposób ciągły bez obawy jej uszkodzenia.

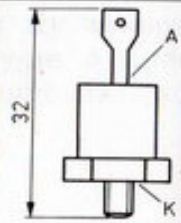
DIODY GERMANOWE

Typ	Wartości maksymalne		Obudowa [mm]
	Napięcie wsteczne [V]	Prąd przewodzenia [mA]	
AAP120	70	25	
AAP152	10	16	
AAP153	10	16	
AAP155	35	16	
AAP161	10	16	
AAP162	10	16	

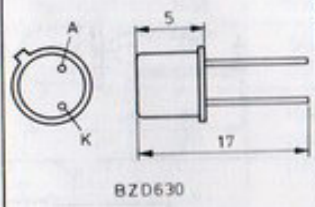
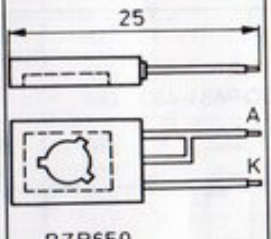
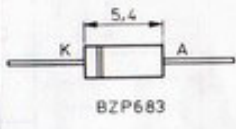
DIODY PROSTOWNICZE MAŁEJ MOCY

Typ	Wartości maksymalne		Kolor paska	Obudowa [mm]
	Napięcie wsteczne [V]	Prąd przewodzenia [A]		
BYP401-50	50	1	szary	
BYP401-100	100	1	czerwony	
BYP401-200	200	1	żółty	
BYP401-400	400	1	zielony	
BYP401-600	600	1	niebieski	
BYP401-800	800	1	biały	
BYP401-1000	1000	1	brązowy	

DIODY PROSTOWNICZE DUŻEJ MOCY

Typ	Wartości maksymalne		Obudowa [mm]
	Napięcie wsteczne [V]	Prąd przewodzenia [A]	
BYP680-50	50	5	
BYP680-100	100	5	
BYP680-300	300	5	
BYP680-500	500	5	
BYP680-600	600	5	

DIODY ZENERA

Typ	BZP630	BZP650	BZP683
Prąd przewodzenia [A]	0,2	3	0,2
Moc strat [W]	0,25	1,2	0,4
Obudowa [mm]			

Napięcie stabilizacji diody jest zawarte w jej pełnym symbolu, który składa się z trzech członów:

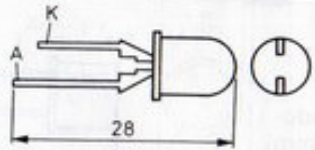
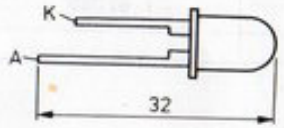
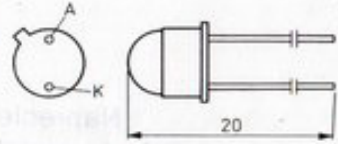
- typu diody (np. BZP650),
- litery określającej dokładność wykonania („rozrzut” napięcia stabilizacji), gdzie $C = \pm 5\%$, $D = \pm 10\%$,
- wartości napięcia stabilizacji, w której litera V jest stosowana (w razie potrzeby) jako przecinek dziesiętny.

Przykład: BZP630C6V8 — dioda o podstawowych parametrach podanych w tabeli (BZP 630) przystosowana do stabilizacji (z dokładnością $\pm 5\%$) napięcia stałego o wartości 6,8 V. Producenci oferują diody Zenera dla praktycznie wszystkich napięć w granicach od około 3 do 30 V.

DIODY ELEKTROLUMINESCENCYJNE

Wszystkie diody tego rodzaju mają podobne parametry elektryczne, a mianowicie:

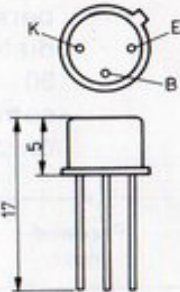
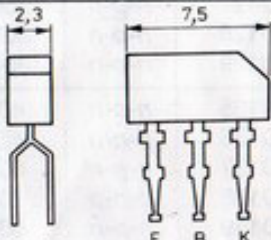
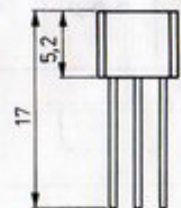
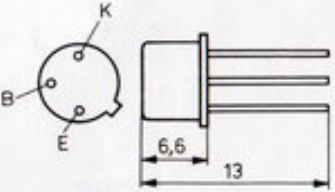
- maksymalny prąd przewodzenia (świecenia) 30 mA,
- napięcie robocze: diody czerwone 2 V,
diody zielone i żółte 3 V.

Typ diody	Obudowa (mm)
CQP431-433	
CQP441-443	
CQYP33-40	

TRANZYSTORY

Podstawowe dane techniczne tranzystorów najczęściej spotykanych w konstrukcjach amatorskich są zestawione (wraz z wyglądem i wymiarami obudowy) w tablicach. Podane tam wartości należy rozumieć jako maksymalne. Ich przekroczenie grozi nieodwracalnym zniszczeniem tranzystora.

TRANZYSTORY MAŁEJ MOCY, MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

Typ	Przewodność	Napięcie K-E [V]	Prąd kolektora [mA]	Moc strat [mW]	Obudowa [mm]
BC107 BC108 BC109	<i>n-p-n</i> <i>n-p-n</i> <i>n-p-n</i>	45 20 20	100 100 100	300 300 300	
BC177 BC178 BC179	<i>p-n-p</i> <i>p-n-p</i> <i>p-n-p</i>	45 25 20	100 100 100	300 300 300	
BC393	<i>p-n-p</i>	180	100	400	
BC527 BC528	<i>n-p-n</i> <i>n-p-n</i>	45 20	50 50	300 300	
BC147 BC148 BC149	<i>n-p-n</i> <i>n-p-n</i> <i>n-p-n</i>	45 20 20	100 100 100	300 300 300	
BC157 BC158 BC159	<i>p-n-p</i> <i>p-n-p</i> <i>p-n-p</i>	45 25 20	100 100 100	300 300 300	
BC237 BC238 BC239	<i>n-p-n</i> <i>n-p-n</i> <i>n-p-n</i>	45 20 20	100 100 100	300 300 300	
BC307 BC308 BC309	<i>p-n-p</i> <i>p-n-p</i> <i>p-n-p</i>	45 25 20	100 100 100	300 300 300	
BC337 BC338	<i>n-p-n</i> <i>n-p-n</i>	45 25	800 800	500 500	
BC413 BC414	<i>n-p-n</i> <i>n-p-n</i>	30 45	100 100	300 300	
BC415 BC416	<i>p-n-p</i> <i>p-n-p</i>	30 45	100 100	300 300	
BC211 BC313	<i>n-p-n</i> <i>p-n-p</i>	40 40	1000 1000	800 800	

TRANZYSTORY DUŻEJ MOCY, MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

Podaną w tabelicy wartość mocy strat należy rozumieć jako maksymalną i dopuszczalną jedynie w przypadku zamontowania tranzystora na odpowiednio dużym, efektywnie działającym radiatorze. Temperatura obudowy typowego tranzystora mocy z radiatorzem nie powinna w takim przypadku przekraczać $30 \div 40^{\circ}\text{C}$. W praktyce znaczy to, że dotykając palcami do obudowy tranzystora nie wyczuwa się, że jest on zauważalnie nagrany.

Typ	Przewodność	Napięcie K-E [V]	Prąd kolektora [A]	Moc strat [W]	Obudowa [mm]
BD127	<i>n-p-n</i>	250	0,5	17,5	
BD128	<i>n-p-n</i>	300	0,5	17,5	
BD129	<i>n-p-n</i>	350	0,5	17,5	
BD135	<i>n-p-n</i>	45	0,5	6,5	
BD136	<i>p-n-p</i>	45	0,5	6,5	
BD137	<i>n-p-n</i>	60	0,5	6,5	
BD138	<i>p-n-p</i>	60	0,5	6,5	
BD139	<i>n-p-n</i>	80	0,5	6,5	
BD140	<i>p-n-p</i>	80	0,5	6,5	
BD354	<i>n-p-n</i>	40	3	12,5	
BD355	<i>p-n-p</i>	40	3	12,5	

Typ	Przewodność	Napięcie K-E [V]	Prąd kolektora [A]	Moc strat [W]	Obudowa [mm]	
BD643	<i>n-p-n</i>	45	8	62,5		
BD644	<i>p-n-p</i>	45	8	62,5		
BD645	<i>n-p-n</i>	60	8	62,5		
BD646	<i>p-n-p</i>	60	8	62,5		
BD647	<i>n-p-n</i>	80	8	62,5		
BD648	<i>p-n-p</i>	80	8	62,5		
BD649	<i>n-p-n</i>	100	8	62,5		
BD650	<i>p-n-p</i>	100	8	62,5		
BDP281	<i>n-p-n</i>	30	7	40		
BDP282	<i>p-n-p</i>	30	7	40		
BDP283	<i>n-p-n</i>	50	7	40		
BDP284	<i>p-n-p</i>	50	7	40		
BDP285	<i>n-p-n</i>	70	7	40		
BDP286	<i>p-n-p</i>	70	7	40		
BDP391	<i>n-p-n</i>	40	15	75		
BDP392	<i>p-n-p</i>	40	15	75		
BDP393	<i>n-p-n</i>	60	15	75		
BDP394	<i>p-n-p</i>	60	15	75		
BDP395	<i>n-p-n</i>	80	15	75		
BDP396	<i>p-n-p</i>	80	15	75		
BDP491	<i>n-p-n</i>	40	15	125		
BDP492	<i>p-n-p</i>	40	15	125		
BDP493	<i>n-p-n</i>	60	15	125		
BDP494	<i>p-n-p</i>	60	15	125		
BDP495	<i>n-p-n</i>	80	15	125		
BDP496	<i>p-n-p</i>	80	15	125		
BDY23	<i>n-p-n</i>	60	6	87,5		
BDY24	<i>n-p-n</i>	90	6	87,5		
BDY25	<i>n-p-n'</i>	140	6	87,5		
BU326	<i>n-p-n</i>	375	8	60		

Typ	Przewodność	Napięcie K-E [V]	Prąd kolektora [mA]	Moc strat [mW]	Obudowa [mm]	
BF167*	<i>n-p-n</i>	30	25	150		
BF173*	<i>n-p-n</i>	25	25	230		
BF180	<i>n-p-n</i>	20	20	150		
BF181	<i>n-p-n</i>	20	20	150		
BF182	<i>n-p-n</i>	20	20	150		
BF183	<i>n-p-n</i>	20	20	150		
BF200	<i>n-p-n</i>	20	20	150		
BF214*	<i>n-p-n</i>	30	30	165		
BF194	<i>n-p-n</i>	20	30	160		
BF195	<i>n-p-n</i>	20	30	160		
BF196	<i>n-p-n</i>	30	25	160		
BF197	<i>n-p-n</i>	25	25	250		
BF240	<i>n-p-n</i>	40	25	300		
BF241	<i>n-p-n</i>	40	25	300		
BF314	<i>n-p-n</i>	30	25	300		
BF414	<i>p-n-p</i>	30	25	300		
BF440	<i>p-n-p</i>	40	25	300		
BF441	<i>p-n-p</i>	40	25	300		
BF519	<i>n-p-n</i>	50	50	300		
BF520	<i>n-p-n</i>	30	50	300		
BF521	<i>n-p-n</i>	15	50	300		

Transformatory

W tabelicy zestawiono podstawowe dane techniczne transformatorów sieciowych (produkcji krajowej) przydatnych w praktyce amatorskiej. Są to transformatory niewielkiej mocy stosowane do budowy zasilaczy dostarczających napięcie stałe (o wartości kilku-, kilkunastu woltów) do zasilania układów tranzystorowych.

Typ transformatora	Napięcie zasilania uzwojenia pierwotnego [V]	Uzwojenie wtórne	
		Napięcie znamionowe [V]	Prąd znamionowy [V]
TS1/1	220	25	0,04
TS2/14	220	8,2	0,22
TS2/15	220	10,1	0,18
TS2/16	220	6,0	0,22
TS3/3	110/220	4,2	0,35
		4,2	0,35
TS4/7	220	7,0	0,3
TS5/3	220	10,0	0,5
TS5/5	220	15,6	0,3
TS5/6	220	10,0	0,5
TS6/3	110/220	8,5	0,7
TS6/5	220	5,5	1,0
TS6/12	220	8,5	0,7
TS6/15	220	6,0	1,0
TS8/1	220	11,5	0,6
TS8/3	110/220	10,1	0,37
		10,1	0,37
TS8/8	220	6,8	1,1
TS8/12	110/220	7,5	0,9
TS10/3	110/220	9,1	1,0
TS10/4	220	13,5	0,65
TS10/5	110/220	9,1	1,0
TS12/1	110/220	5,5	2,0
TS12/2	110/220	9,1	1,2

Uwaga: podane w tabelicy napięcie zasilania uzwojenia pierwotnego 110/220 V oznacza, że uzwojenie to można zasilac z sieci oświetleniowej 220 V lub — korzystając z dodatkowo wyprowadzonego środka tego uzwojenia — napięciem 110 V. Podwójna informacja o uzwojeniu wtórnym występuje w przypadku, gdy transformator ma dwa takie uzwojenia (często jednakowe).

INTERESUJĄCE PUBLIKACJE Z TEMATYKI

TRANSPORTU I ŁĄCZNOŚCI

- popularne
- popularnonaukowe
- naukowe
- zawodowe

dla hobbistów i fachowców

**początkujących i zaawansowanych
amatorów i profesjonalistów**

**oferują
Wydawnictwa Komunikacji i Łączności**

informacja – sprzedaż

**ul. Kazimierzowska 52 róg Madalińskiego
02-546 Warszawa**

tel. 49-23-45, 49-23-04, 49-20-32

centr. 49-27-51...6 w. 261, 262, 267, 268

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI I ŁĄCZNOŚCI

zapraszają do

KSIĘGARNI

w Warszawie przy ul. Kazimierzowskiej 52
(róg Madalińskiego)

W KSIĘGARNI można kupić

- książki wydane przez WKŁ

oraz uzyskać informacje o nowościach, zamierzeniach
wydawniczych, publikacjach wydawanych w latach
ubiegłych.

ATRAKCYJNA SPRZEDAŻ TANICH KSIĄŻEK

KSIĘGARNIA jest czynna w godzinach 10⁰⁰-18⁰⁰,

Telefony: 49-20-32, 49-27-51 wew. 292

KSIĘGARNIA prowadzi sprzedaż wysyłkową

Dojazd do KSIĘGARNI autobusami: 502, 504, 511,
(5 przystanków z Dworca Centralnego w kierunku
Ursynowa) oraz 112, 117, 168, 182.

