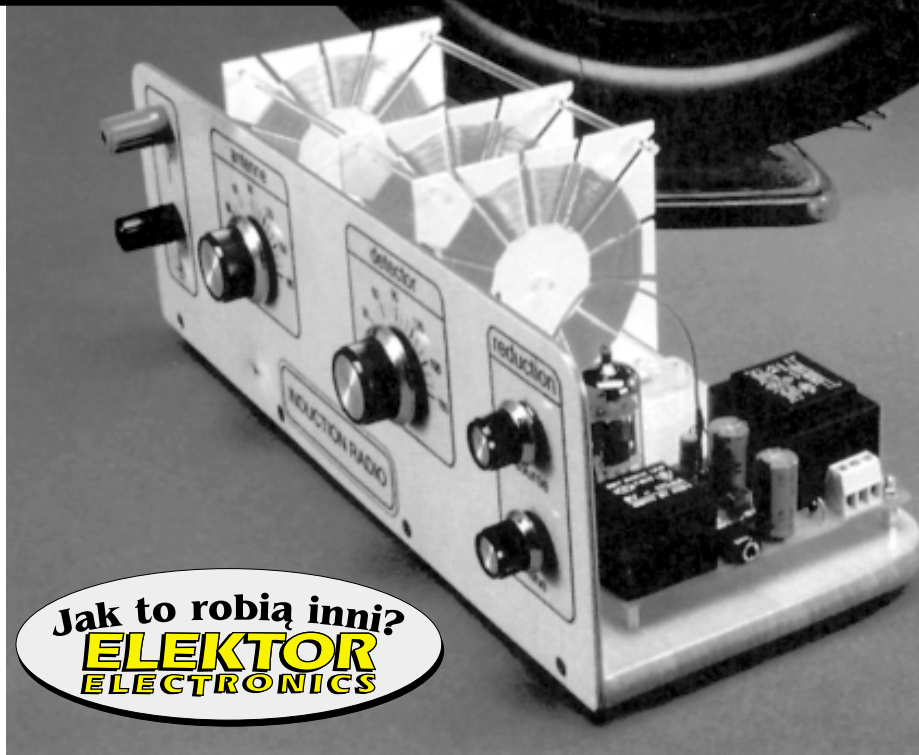


# Radio reakcyjne

## Słuchanie w stylu retro

*Lza się w oku kręci.  
Imponujące cewki, jarząca się  
lampa, zadziwiające drewniane  
chassis. Czyżby kolekcjonerski  
odbiornik z dawnych czasów?*

*Nie, to radio można  
z łatwością zbudować  
w domu i używać do  
odbioru na falach średnich.*



Jak to robią inni?  
**ELEKTOR  
ELECTRONICS**

W latach 1930...1960 popularnym zajęciem majsterkowiczów było samodzielne budowanie własnego radioodbiornika. Początkowo wszystko trzeba było wykonywać samemu, ale wraz ze zwiększaniem się liczby radiostacji można było nabyć coraz więcej gotowych podzespołów. Zmontowanie odbiornika kryształkowego, lub jednolampowego, stało się wtedy bardzo łatwe. Wysypywało się oszczędności, kupowało wszystkie części i montowało odbiornik według jednego ze sprawdzonych schematów.

Teraz, amator chcący zbudować proste, średniofalowe radio lampowe napotyka na ścianę. Potrzebne podzespoły są niemal nie do zdobycia. Transformator sieciowy, transformator głośnikowy, cewki średniofalowe, kondensator strojeniowy - skąd je wziąć? W opisanym odbiorniku zastosowano kombinację starego z nowym. Buduje się go według starego schematu, ale z nowych elementów. Potrzebne podzespoły są dostępne, a konstrukcja prosta.

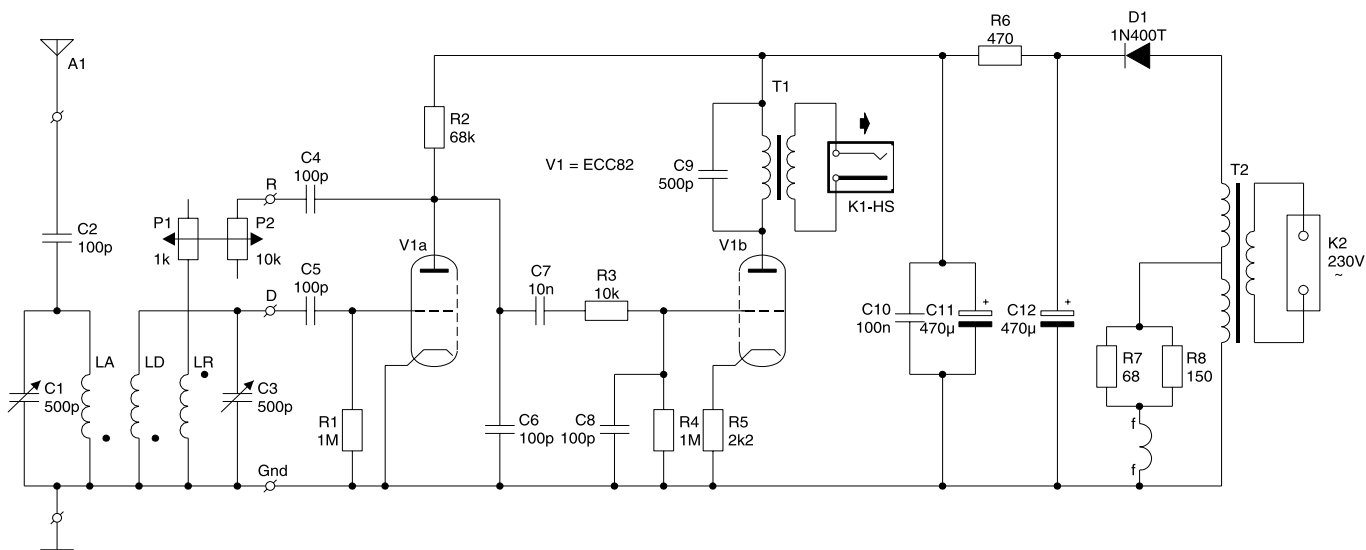
### Podzespoły

Jak już wspomniano, wysokonapięciowe transformatory lampowe są obecnie trudno osiągalne. Można jednak zastosować zwykły transformator niskonapięciowy. Również słuchawki o impedancji 2000Ω stały się rzadkością. Ale współczesne słuchawki do „walkmana“ (32Ω) nie są drogie, a ich jakość jest niezła. W opisanym układzie napięcie anodowe nie musi być wysokie, użyto więc zwykłego, niskonapięciowego transformatora sieciowego. Dzięki temu nie jest w nim potrzebna szczelina magnetyczna.

Do strojenia najlepiej nadają się kondensatory obrotowe z powietrznym dielektrykiem, jednak znalezienie takiego jest obecnie niemal niemożliwe. Są jednak na szczęście niskoprofilowe kondensatorki strojeniowe z plastikowym dielektrykiem. Szkoda, że mają wykrój kołowy, o liniowej zależności pojemności od kąta obrotu. Dawne kondensatory obrotowe miały wykrój „nerkowy“, o liniowej zależności długości odbieranej fali od kąta obrotu.

*Artykuł publikujemy na podstawie umowy z wydawcą miesięcznika "Elektor Electronics".*

*Editorial items appearing on pages 27...32 are the copyright property of (C) Segment B.V., the Netherlands, 1998 which reserves all rights.*



Rys. 1. Sercem odbiornika jest podwójna trioda ECC82.

Wiele kłopotów nastęrczają cewki. Po eksperymentach zdecydowano się na stary, ale sprawdzony rodzaj cewek „pajęczynowych”. Są one łatwe do nawinięcia, ich dobroć jest niezła, a pojemność własna mała. Pojemność ta jest ważna, ponieważ pasmo fal średnich rozciąga się od 550kHz do 1600kHz (545...187m) i duża pojemność własna skróciłaby zakres strojenia. Na decyzję o wyborze tych cewek wpłynął także ich imponujący wygląd.

### Schemat

Dla odbiornika wybrano staroświecki i prosty schemat układu reakcyjnego, z podwójną triodą ECC82 (rys. 1). Włókna żarzenia obu połówek tej lampy są połączone szeregowo z odczepem w środku na 6,3V. W szeregowym połączeniu napięcie żarzenia wynosi 12,6V, przy prądzie 150mA. Do zasilania odbiornika użyto transformatora z podwójnym uzwojeniem wtórnym 2 x 18V, 133mA. Jedna z połówek uzwojenia służy do zasilania żarzenia lampy poprzez rezystory R7 i R8 obniżające napięcie do 12,6V. Nie wielkie przekroczenie nominalnego prądu w jednej połówce uzwojenia jest rekompensowane bardzo małym (kilkumiliamperowym) obciążeniem drugiej.

Wykorzystanie wtórnego uzwojenia w połączeniu szeregowym z prostownikiem D1 i filtrem C12, R6, C11, pozwala uzyskać napięcie stałe 50V. Napięcie pracy kondensatorów elektrolitycznych

może zatem wynosić 63V. Kondensator C10 służy do tłumienia wysokich częstotliwości.

Trioda V1a pracuje jako detektor siatkowy. Obwód detekcyjny (LD, C3) jest połączony z siatką lampy kondensatorem sprzęgającym o małej pojemności, a siatka z masą poprzez rezystor polaryzujący R1. Katoda jest bezpośrednio połączona z masą.

W czasie odbioru, sprzężony z anteną strojony obwód rezonansowy (LA, C1) indukuje w obwodzie detekcyjnym sygnał wielkiej częstotliwości. Dzięki ładunkowi przestrzennemu przy braku sygnału, potencjał siatki triody wynosi około 0V. Przy wystąpieniu sygnału w.c.z. kondensator C5 w czasie każdego dodatniego półokresu nieco ładuje się ujemnie, ponieważ układ siatki działa jak prostownik. Jej średni potencjał staje się równy szczytowemu napięciu sygnału w.c.z. Jak wiadomo, sygnały radiofoniczne na falach średnich są modulowane amplitudowo. Kondensator C5 rozładowuje się przez rezystor R1, dzięki czemu średni potencjał siatki odwzorowuje obwiednię sygnału w.c.z. Zatem, prąd anodowy lampy zmienia się wraz z modulacją, a na rezystorze R2 pojawia się wzmacniony sygnał, zarówno małej, jak i wielkiej częstotliwości.

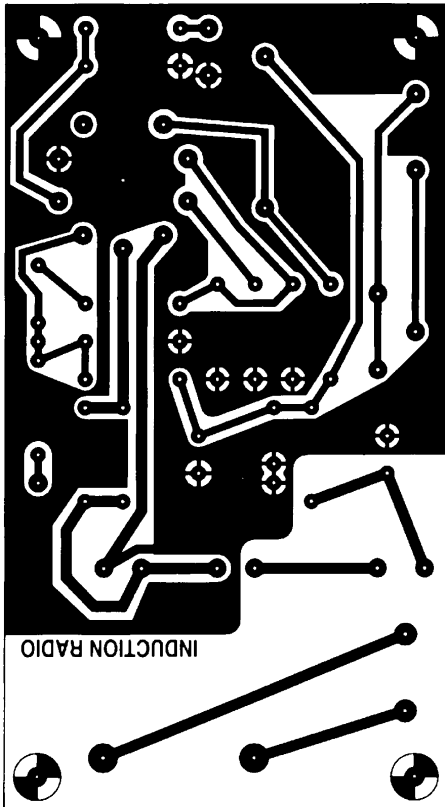
Składowa w.c.z., w odwróconej w stosunku do obwodu siatkowego fazie, poprzez P1 i P2 jest kierowana do cewki reakcyjnej LR. Cewka ta jest włączona odwrotnie w stosunku do LD, dzięki czemu sygnał anodowy jest w fa-

zie z sygnałem siatkowym, zapewniając dodatkowo sprzężenie zwrotne zwiększające wzmacnienie i podwyższające dobroć Q obwodu rezonansowego. Jeżeli jednak jego tłumienie zostanie zbyt mocno zredukowane, układ zaczyna oscylovac i odbiornik staje się nadajnikiem, a inne znajdujące się w pobliżu odbiorniki (nastrojone na tę samą radiostację) zaczną odbierać irytujące gwizdy. Trzeba się więc starać, aby do tego nie dochodziło. Przy właściwym ustawieniu P1 i P2 wzrasta czułość odbiornika, i równocześnie selektywność. Jeżeli obwód nie został idealnie dostrojony, wtedy sygnał maleje. Optymalne warunki odbioru otrzymuje się więc manipulując równocześnie strojeniem i sprzężeniem zwrotnym, zwanym przed laty reakcją.

Sygnał audio jest kierowany przez C7 i R3 do triody V1b, wzmacniacza niskiej częstotliwości. Filtr C6, R3, C8 tłumi składową w.c.z., pozostawiając sygnał audio. Przetransformowana impedancja anodowa tego stopnia wynosi około 10kΩ, a C9 uwydatnia nieco charakterystykę przeniesienia przy 5kHz. W celu utrzymania niskiego poziomu zniekształceń nieliniowych ujemne sprzężenie zwrotne występujące na nie blokowanym rezystorze katodowym.

### Montaż

Do radioodbiornika zaprojektowano płytkę drukowaną, przedstawioną na rys. 2. Mieszczą się na niej niemal wszystkie elementy.



Rys. 2. Widok płytki drukowanej.

Jeżeli użyje się zalecanych elementów, wszystko będzie dokładnie pasować, wystarczy tylko staranne lutowanie. Aby zapewnić płytce niewielkie rozmiary, dwa z otworów (dla mocujących ją śrub) znalazły się na skośnie przeciwnych jej rogach, pod transformatorami. Otwory te należy pogłębić stożkowo, aby można było w nich umocować śruby M3 z łbem stożkowym (długości 5mm) płasko z powierzchnią płytki. Płytke należy zapełnić elementami, za wyjątkiem transformatorów.

W otwory oznaczone *Gnd*, *D* i *R*, o średnicy 1,3mm, wlotowuje się szpilkowe końcówki kontaktowe. W standardowym gniazdku K1 dla słuchawek (3,5mm) lewy i prawy kanał łączy się szeregowo, otrzymując impedancję 16Ω. Złącze K2 jest blokiem śrubowym do druku o rozstawie 10mm. Rezystory R7 (pionowo!) i R8 montuje się w pewnej odległości od płytki, wydziela się w nich bowiem sporo ciepła.

Po wmontowaniu wszystkich elementów, od strony lutowania dwoma wpuszczanymi wkrętami przykręca się dwa słupki dystansowe (M3x10mm). Wtedy można do płytki umocować transformatory

i przykręcić nakrętkami z podkładkami pozostałe dwa słupki dystansowe. Na rys. 3 pokazano schemat montażowy płytki drukowanej.

Zestaw cewek montuje się na chassis, a kondensatory obrotowe, potencjometry reakcji (P1 dokładnie i P2 zgrubnie) oraz gniazdka anteny i uziemienia na płycie czołowej.

Dobrym materiałem na chassis jest bukowa deska do krajania chleba o wymiarach około 33x20x1,2cm. Trzeba od niej odciąć 7-centymetrowy pasek, zostawiając 33x13cm. Sklejkową deseczkę bukową płyty czołowej przykręca się do przyciętego boku chassis. Górne narożniki płyty czołowej należy zaokrąglić papierem ściernym. W ten sam sposób wygładza się całą drewnianą konstrukcję i lakieruje lakierem bezbarwnym. Zestaw cewek przykręca się z lewej strony chassis, a płytkę drukowaną z prawej.

Cewkę antenową (LA) i cewkę detekcyjną (LD) łączy się końcami A, a cewkę reakcyjną (LR) końcem B bezpośrednio ze zwartymi rotorami kondensatorów C1 i C3. Rotory zaś łączy się następnym drutem z masą na płycie drukowanej za pośrednictwem końcówek wsuwanej na szpilkę *Gnd*. Końcówką wsuwaną łączy się także koniec B cewki LD oraz stator C3 ze szpilką D na płycie. Koniec A cewki LR łączy się z potencjometrem P1, a suwaki P1 i P2 ze sobą. P2 natomiast ze szpilką R na płycie drukowanej. Na koniec gniazdko wejściowe anteny łączy się kondensatorem z końcem B cewki LA i statorom C1.

Potencjometry P1 i P2 powinny być tak połączone, aby przy pokręcaniu w prawo, ich rezystancja malała.

### Obsługa

W ciągu dnia autor odbierał (używając kaloryfera jako uziemienia i linki powieszony na balkonie jako anteny) w swoim mieszkaniu niedaleko Amsterdamu w Holandii około sześciu stacji. Odbiór wszystkich stacji holenderskich i BBC był dobry, Brukseli średni. Przy umiarkowanym użyciu reakcji jakość dźwięku była zaskakująco dobra.

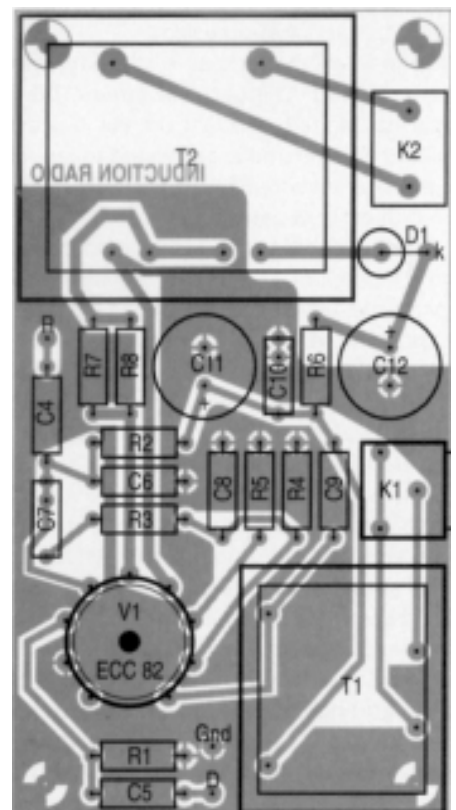
Przy użyciu dwóch obwodów strojonych oraz redukcji tłumienia

można regulować głośność odbioru, a selektywność pozwala odbierać słabe stacje w pobliżu silnych lokalnych. Wieczorem i w nocy liczba odbieranych stacji ogromnie rośnie.

Słuchanie tego radia dostarcza jedynych w swoim rodzaju wrażeń. Przy kręceniu jego gałkami doświadcza się uczucia, jakiego nie daje żadne nowoczesne radio. Tak brzmiało i było strojone tuż po narodzinach.

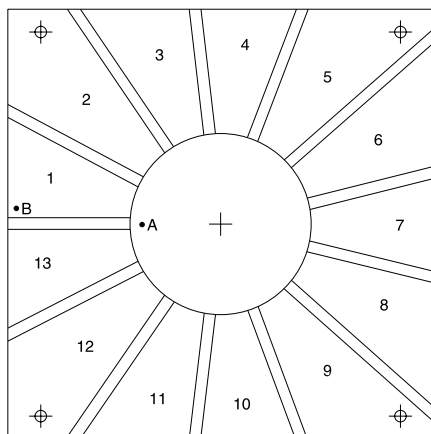
### Cewki pajęczynowe

Dla otrzymania rozsądnego współczynnika dobroci Q, cewka powietrzna musi być duża i nawinięta stosunkowo grubym drutem. Częstotliwości średniofalowe nie są bardzo duże, nie zachodzi więc potrzeba używania licy. Pojemność własna cewki powietrznej jest mała, gdy zawiera ona możliwie dużo powietrza, a taką właśnie jest cewka pajęczynowa, podobnie jak cewka ulowa, którą jednak jest znacznie trudniej wykonać. Do opisywanego radia można użyć trzech identycznych cewek zmieniając tylko odległość, a zatem sprzężenie, pomiędzy nimi.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.





Rys. 4. Widok szablonu do wykonania karkasów cewek.

Do wykonania cewek będzie potrzebna szpulka drutu emalowanego o średnicy 0,4mm i płyta z ABS grubości 1,5mm. Płytę taką można dostać w sklepach modelarskich. Karkasy cewek wykonuje się łatwo posługując się zamieszczonym na rys. 4 szablonem. Należy wykonać trzy jego kserokopie i przykleić do płyty za pomocą dwustronnej taśmy samoprzylepnej lub kleju. Następnie z płyty wycina się wyrzynarką trzy kwadratowe karkasy cewek. Każdy z nich trzeba przeciąć wzdłuż 26 linii od zewnątrz do koła w środku i za pomocą dwumilimetrowego śrubokręta usunąć powstałe paski. Otrzymuje się karkasy o 13 segmentach. W ich narożnikach i w środku należy wywiercić otwory o średnicy 3mm oraz dwa mniejsze otwory w miejscach A i B do przewlekania drutu. Usuwa się teraz papierowe szablony (i klej lub etykiety), a brzegi nacięć starannie wygładza nożem. Po umyciu w wodzie z mydłem karkasy są gotowe do użycia.

Drut wsuwa się w otwór A od tyłu płytki, pozostawiając po przedniej stronie koniec około 16cm długości, który należy zwinąć i przycisnąć płasko do płytki, aby nie przeszkadzał. Od tyłu drut przekłada się następnie przez wycięcie pod segmentem 1 na przednią stronę, a potem pod segmentem 2 na tylną i tak kolejno wielokrotnie, nawija się drut ściśle naokoło karkasu. Przez każde kolejne przecięcie przechodzi on na przeciwną stronę płytki, aż do 53 pełnych zwojów. Liczba segmentów karkasu jest nieparzysta,

więc w każdej szczelinie kolejne zwoje krzyżują się ze sobą, a dzięki stosowaniu silnego naciągu drutu całość cewki tworzy płaską, ścisłą i sztywną konstrukcję. Po nawinięciu 53. zwoju drut należy uciąć, pozostawiając 16cm odcinek, który trzeba przewlec przez otwór B. Oba końce drutu cewki należy tak nagiąć, aby nie miały tendencji do wysuwania się z otworów A i B. Muszą one wystawać z tej samej, przedniej strony cewki. Jeśli tak nie jest, to znaczy, że nastąpiła pomyłka w liczeniu zwojów.

Nawinięte trzy cewki mają indukcyjność 200 $\mu$ H, małą pojemność własną (dodaje się ona do pojemności kondensatora strojeninowego) i niezłą dobroć Q, wynoszącą około 60.

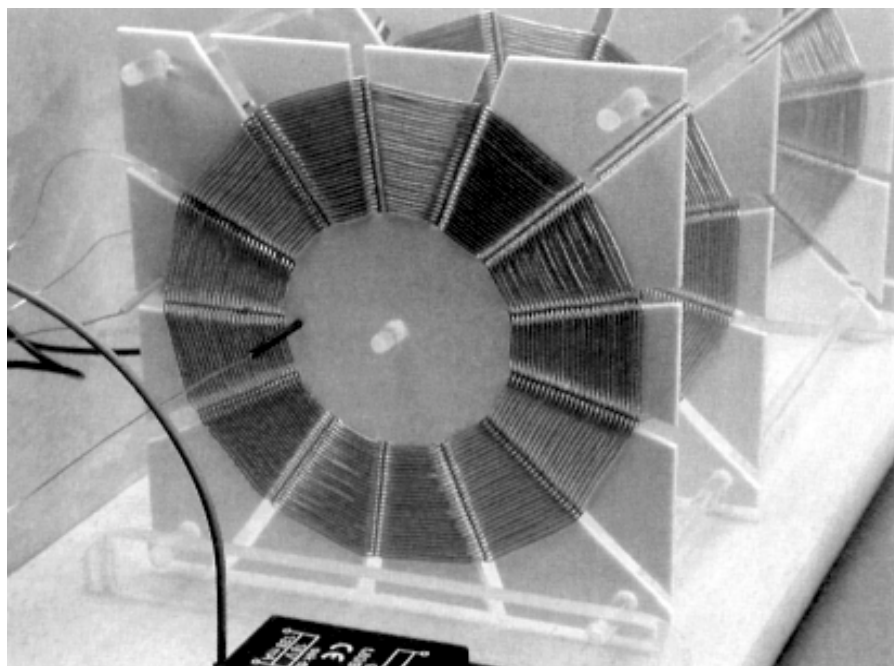
Cewki montuje się w taki sposób, aby były sprzężone indukcyjnie. Po lewej stronie odbiornika znajdzie się cewka antenowa (LA), 10cm od niej w prawo cewka detekcyjna (LD), a 5cm od niej dalej w prawo cewka reakcyjna (LR). Dla uproszczenia konstrukcji zespołu cewek robi się dla nich drewniany uchwyt. Do drewnianej podstawy, w odstępach 10cm i 5cm, przykleja się trzy pary drewnianych listewek (0,5x0,5x10cm) tworzących szczeliny o szerokości 1,5mm. W szczeliny te wstawia się cewki wyprowadzeniami z przodu, skierowanymi w prawo. W środkowy i górne narożne otwory karkasów wsuwa się trzy pręty pleksiglasowe

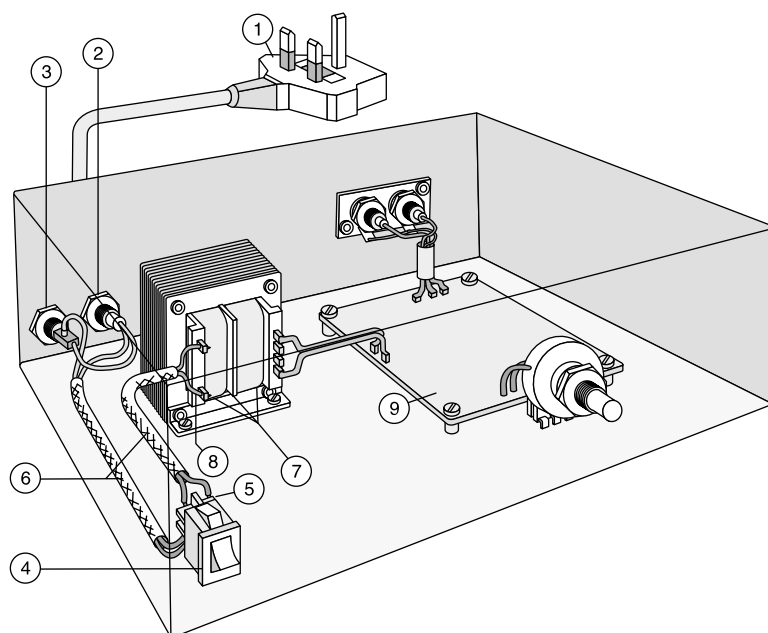
średnicy 3mm (można je dostać w sklepach modelarskich) i długości około 18cm i przykleja kropkami kleju. Po jego stwardnieniu cewki odwraca się i w podobny sposób wkłada dwa pręty w pozostałe otwory karkasów. Zespół cewek przytwierdza się do chassis za pośrednictwem dwóch listewek pleksiglasowych (110 x 5 x 10mm) w sposób widoczny na fotografii zamieszczonej w artykule.

### Przepisy bezpieczeństwa

Wszystkie urządzenia zasilane z sieci energetycznej muszą spełniać określone wymagania bezpieczeństwa. Odpowiednia norma, obejmująca większość urządzeń audio, dotyczy bezpieczeństwa urządzeń technologii informatycznej (*European Harmonized British Standard BS EN 60950:1992*). Bezpieczeństwo elektryczne według tej normy odnosi się do zabezpieczenia przed:

- niebezpiecznym napięciem, czyli większym od wartości szczytowej napięcia zmiennego 42,4V, albo 60V napięcia stałego,
- niebezpieczną energią, zdefiniowaną jako zmagazynowana energia o wartości >20J, albo stała energia 240 lub więcej VA, pod napięciem 2V lub więcej,
- jednostkową wadą izolacji, mogącą wywołać niebezpieczeństwo ze strony elementu przewodzącego,
- pierwotnym źródłem niebezpiecznego napięcia,





Rys. 5. Zasady bezpiecznego wykonania odbiornika.

1. Użyć kabla sieciowego z zaprasowaną wtyczką.
2. Użyć zgiętki do kabla.
3. Na zewnątrz obudowy, koło wprowadzenia kabla sieciowego, nakleić etykietkę z typem urządzenia, napięciem lub zakresem napięcia, częstotliwością lub zakresem częstotliwości oraz poborem lub zakresem poboru prądu.
4. Użyć dwuobwodowego wyłącznika sieciowego, będącego „urządzeniem odłączającym”.
5. Przewody przed przyłutowaniem powinny być wsunięte w oczko lutownicze.
6. Dla dodatkowej ochrony należy używać koszulek osłonnych.
7. Odległość końcówek transformatora od jego rdzenia i innych części nie powinna być mniejsza niż 6mm.
8. Należy używać odpowiednich wymiarów i przekrojów kabli sieciowych i przewodów montażowych.
9. Płytkę drukowaną, podobnie jak inne podzespoły, powinna być dobrze zabezpieczona. Wszystkie złącza i połączenia powinny być dobrze wykonane i starannie przyłutowane, wytrzymałe mechanicznie i elektrycznie. Przewody sieciowe nigdy nie powinny być lutowane do płytki drukowanej bez pośrednictwa końcówek lutowniczych. Dobrą praktyką jest także stosowanie końcówek zaciskanych.

Nawet w przypadku użycia transformatora Klasy II, zadaniem wyłącznika sieciowego urządzenia pozostaje izolowanie niebezpiecznego napięcia (czyli wejścia sieciowego) od obwodu pierwotnego. Izolacja obwodu pierwotnego od obwodu wtórnego transformatora nie pełni i pełnić nie może tego zadania.

- wtórnym źródłem niebezpiecznego napięcia, izolowanym od pierwotnego i zasilanym z dowolnego wewnętrznego źródła, także napięcia stałego.

Zabezpieczenie przed wstrząsem elektrycznym osiąga się przez użycie wyposażenia dwóch klas.

W wyposażeniu Klasy I używa się izolacji podstawowej, a części przewodzące urządzenia, które w razie gdy ta izolacja zawiedzie, mogą się stać niebezpieczne, muszą być połączone z uziemieniem ochronnym zasilacza.

W wyposażeniu Klasy II, gdy brak ochronnego uziemienia zasilacza, używa się podwójnej lub

wzmocnionej izolacji (stosuje się w elektronarzędziach, rzadziej w urządzeniach elektronicznych).

Preferowane jest używanie transformatorów izolacyjnych Klasy II, ale trzeba pamiętać, że stosowanie ich do urządzeń Klasy I samo w sobie nie zapewnia im Klasy II.

Przewodzące obudowy, używane do izolacji i ochrony napięciowo niebezpiecznych zasilaczy przed dostępem użytkownika, muszą być ochronnie uziemiane, niezależnie od tego, czy transformator sieciowy jest klasy I czy II.

Odległość części pozostających pod napięciem od innych części

powinna być możliwie największa i nigdy mniejsza niż konieczna.

Jeśli tylko możliwe, należy używać gniazdek sieciowych zintegrowanych z oprawą bezpiecznika i wyłącznikiem. Jeśli nie jest to możliwe, należy w miejscu wprowadzenia przewodu zastosować zgiętkę wejściową (rys. 5, uwaga 2). W takim przypadku bezpiecznik powinien zostać włączony za dwubiegunowym wyłącznikiem sieciowym, chyba, że jest on typu *Touchproof* lub podobny. Przy każdej oprawie bezpiecznika musi być umieszczona etykieta z typem i nominałem bezpiecznika.

Oddzielny wyłącznik (rys. 5, uwaga 4), musi być dwubiegunowym odłącznikiem (do odłączania fazy i zera zasilania jednofazowego). W przypadku zasilania trójfazowego wszystkie trzy fazy i zero (jeśli użyte) muszą być odłączane równocześnie. Jako element odłączający może być uznany włączany wtyczką aparatuowy kabel sieciowy. W pozycji rozwarcia wyłącznika odległość pomiędzy jego stykami nie może być mniejsza od 3mm.

Wyłącznik sieciowy musi być połączony możliwie najkrótszym przewodem z punktem wprowadzenia sieci do obudowy. Wszystkie elementy pierwotnego obwodu transformatora, jak oddzielny bezpiecznik sieciowy i oddzielne elementy filtru sieciowego, muszą się mieścić w odłączanej części obwodu pierwotnego. W przeciwnym wypadku elementy umieszczone przed wyłącznikiem, po wyłączeniu urządzenia znalazłyby się pod niebezpiecznym napięciem.

Jeżeli w urządzeniu znajduje się otwarty zasilacz, nieosłonięty uziemionym ekranem metalowym ani osłoną izolacyjną, wszystkie jego przewodzące elementy muszą być uziemione zielonym przewodem z żółtymi wąskimi paskami. Przewody uziemiające nie mogą być łączone łańcuchowo od jednej uziemianej części do drugiej. Każda przewodząca część musi być oddzielnie, bezpośrednio połączona z jednym głównym punktem uziemiającym, umieszczonym możliwie najbliżej wejściowego gniazda sieciowego, albo wprowadzenia kabla sieciowego. Dzięki temu odłączenie uziemienia jednej z przewodzących części nie

spowoduje odłączenie uziemienia od innych elementów.

Trzeba zwrócić szczególną uwagę na metalowe osie przełączników i potencjometrów. Jeśli można ich dotknąć, muszą zostać uziemione. Trzeba jednak wiedzieć, że te podzespoły, które zostały wykonane zgodnie z normami brytyjskimi, w pełni spełniają wszystkie wymagania izolacyjne.

Temperatura dających się dotknąć części nie może być na tyle wysoka, aby powodować niebezpieczeństwo pożaru lub oparzenia.

Większość niebezpieczeństw da się wyeliminować przez użycie odpowiednich bezpieczników, dostatecznie wytrzymałej konstrukcji, poprawnego doboru i użycia materiałów izolacyjnych i dostatecznego chłodzenia odpowiednimi radiatorami i wentylatorami wywiewnymi.

Urządzenie musi być wytrzymałe. Kilkakrotne zrzucanie go z wysokości 50mm nie może powodować uszkodzeń. Silniejsze uderzenia nie powinny luzować transformatora sieciowego, kondensatorów elektrolitycznych, ani innych podzespołów. Nie należy używać niepewnych lub łatwopalnych materiałów, uwalniających trujące gazy.

Należy skrócić śruby, które zbliżają się za bardzo do innych podzespołów.

Części i przewody, znajdujące się pod napięciem sieci, nie powinny znajdować się w pobliżu otworów wentylacyjnych, aby przypadkowo wprowadzony śrubokręt lub upadający metalowy przedmiot nie mógł ich dotknąć.

Otwarcie urządzenia naraża nas na liczne niebezpieczeństwa. Większość nich można wyeliminować przez odłączenie urządzenia od sieci przed jego otwarciem. Jeżeli jednak sprawdzanie wymaga jego ponownego włączenia, dobrze jest (i bezpiecznie) użyć w obwodzie sieciowym RCD (*residual current device*) o nominale nie większym niż 30mA (czasem można je umieścić wewnątrz obudowy złącza sieciowego albo wielowłóki gniazdka).

Powyższe wskazówki zostały zestawione przez zespół redakcyjny miesięcznika Elektor Electronics. Autorzy nie biorą na siebie żadnej odpowiedzialności za ja-

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1, R4: 1M $\Omega$   
R2: 68k $\Omega$   
R3: 10k $\Omega$   
R5: 2,2k $\Omega$   
R6: 470 $\Omega$   
R7: 68 $\Omega$ , 1W  
R8: 150 $\Omega$ , 0,5W  
P1: 1k $\Omega$ , potencjometr liniowy  
P1: 10k $\Omega$ , potencjometr liniowy

### Kondensatory

C1, C3: kondensator strojeniowy płaski 500pF (np. Conrad Electronics # 482323, Digital Electronics (Holland) #02.84.500p  
C2, C4...C6, C8: 100pF polistyrenowy albo polipropylenowy (np. Conrad Electronics # 458686)  
C7: 10nF, MKT (Siemens), rozstaw 7,5 lub 10mm  
C9: 500pF (470pF) 100pF polistyrenowy albo polipropylenowy (np. Conrad Electronics # 458767)  
C10: 100nF, MKT (Siemens) rozstaw 7,5 lub 10mm  
C11, C12: 470 $\mu$ F/63V

### Różne

D1: 1N4001  
LA, LD, LR: indukcyjności (zobacz opis)  
V1: ECC82  
T1: transformator sieciowy 230/9V, 1,5VA  
T2: transformator sieciowy 230/2 x 18V, 4,8VA  
K1: gniazdko słuchawkowe stereo do druku 3,5mm  
K2: blok śrubowy do druku, rozstęp 10mm  
podstawka lampowa 9-stykowa Noval do druku  
Zacisk antenowy czerwony  
Zacisk uziemienia czarny  
2 pokrętła wskazujące 15 x 33mm do osi 6mm  
2 pokrętła wskazujące 13 x 20mm do osi 6mm  
Przewód sieciowy  
Słuchawki 32 $\Omega$

kierunkowo straty lub szkody, bezpośrednio lub pośrednio, spowodowane przez błędne odczytanie tych wskazówek lub ich zaniechanie, a wynikłych z zaniedbania, przypadku lub innych przyczyn.  
**B. Stuurman, EE**