



Samodzielna budowa odbiornika radiofonicznego jest atrakcyjna właściwie dla każdego elektronika-amatora. Naturalnie bardziej zaawansowani majsterkowicze podejmują pracę przy wykonaniu przeważnie bardzo skomplikowanych układów, często klasy Hi-Fi. Urządzenia takie, oprócz skomplikowanej budowy, wymagają również precyzyjnego strojenia przy użyciu odpowiednich przyrządów pomiarowych, a także dokładnej regulacji (patrz fotografia). Jednakże początkujący radioamatorzy z pewnością zainteresują się budową miniaturowego odbiornika, mieszczącego się w pudełku od zapalek, którego opis zamieszczamy na sąsiedniej stronie.

# NA WAPSTACIE NA PAROLIACIE

## ODBIORNIK RADIOWY W... PUDEŁKU OD ZAPALEK

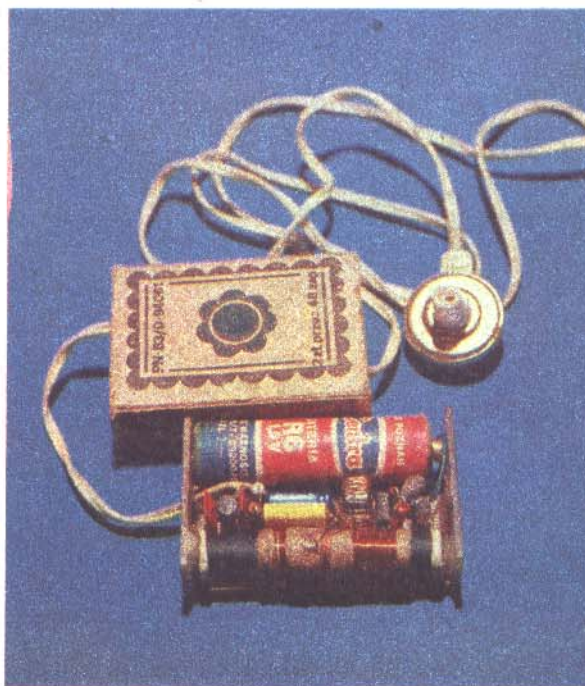
Zaprezentowany w poniższym artykule mini-odbiorniczek przeznaczony jest do odbioru audycji lokalnej stacji radiowej na falach długich lub średnich. Przy zastosowaniu miniaturowej słuchaweczki noszonej bezpośrednio w uchu zapewnia on dobry odbiór nawet w sporej odległości od nadajnika. Niewielka liczba łatwo dostępnych elementów sprawia, że odbiornik jest tani i łatwy do wykonania także przez początkującego radioamatora. Ponieważ urządzenie zasilane jest z pojedynczej bateryjki 1,5 V typu R6, jego eksploatacja jest bardzo ekonomiczna, nawet przy pracy ciągłej. Zminiaturyzowana konstrukcja umożliwia umieszczenie kompletnego odbiornika wraz z baterijką w typowym pudełeczku po zapalce (oczywiście bez słuchawki).

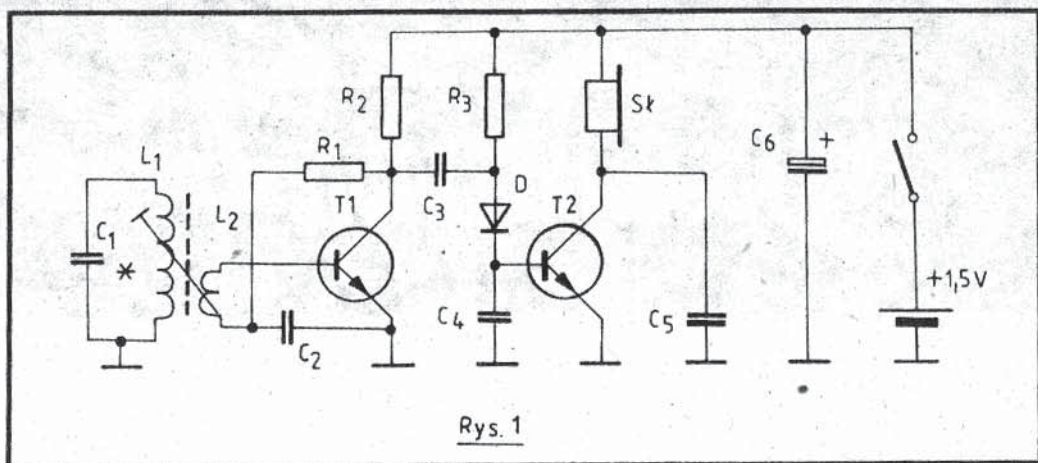
Schemat ideowy odbiornika przedstawia rys. 1. Odbiornik pracuje w tzw. układzie o bezpośrednim wzmacnieniu, obejmującym jeden stopień wzmacniacza wielkiej częstotliwości (w.cz); detektor i jednostopniowy wzmacniacz małej częstotliwości (m.cz).

Pod wpływem zewnętrznego pola elektromagnetycznego w cewce  $L_1$ , nawiniętej na odcinku antenowego pręta ferrytowego, indukują się drgania w.cz. Cewka  $L_1$  wraz z kondensatorem  $C_1$  tworzy obwód rezonansowy, nastrojony na częstotliwość miejscowej radiostacji. Właśnie drgania o tej częstotliwości osiągają w obwodzie rezonansowym maksymalną amplitudę. Część energii drgań w.cz. pobierana jest z obwodu za pośrednictwem cewki sprzęgającej  $L_2$  i doprowadzana do bazy tranzystora T1. Cewka  $L_2$  realizuje tu tzw. transformatorowe dopasowanie wysokiej impedancji obwodu rezonansowego (około 50–100 kiloomów) do ni-

skiej impedancji wejściowej obwodu bazy tranzystora. Rezystor  $R_1$  zapewnia automatyczną polaryzację bazy tranzystora T1 prądem stałym, stabilizując jego punkt pracy. Kondensator  $C_2$  likwiduje wpływ ujemnego sprzężenia zwrotnego dla napięć w.cz.

Wzmocniony sygnał w.cz., wydzielony na obciążeniu kolektora tranzystora T1, którym jest rezystor  $R_2$ , przez kondensator  $C_3$  podawany jest na detektor diodowy (D). Aby zwiększyć czułość detektora, zapewniono diodzie wstępną polaryzację niewielkim prądem płynącym przez rezystor  $R_3$ . Prąd ten równocześnie jest prądem bazy tranzystora





Rys. 1

T2 ustalając jego punkt pracy. Kondensator  $C_4$  odfiltrowuje po detekcji pozostałości składowej wielkiej częstotliwości. Obciążeniem wzmacniacza m.cz. z tranzystorem T2 jest słuchawka miniaturowa, włączona bezpośrednio w obwód kolektora. Kondensator  $C_5$  zwiera do masy ewentualne pozostałości napięć w.cz., zapobiegając wzbudzeniu się odbiorniczka przy zbliżeniu przewodu słuchawki do anteny. Kondensator  $C_6$  zwiera do masy przebiegi w.cz. i m.cz. występujące w obwodzie zasilania, umożliwia też wykorzystanie baterii o dużym już stopniu zużycia i, co za tym idzie, większej oporności wewnętrznej.

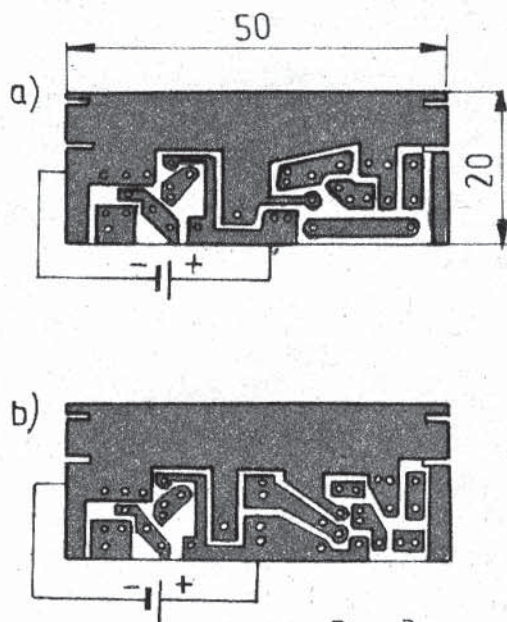
Odbiornik w proponowanym układzie dobrze nadaje się do odbioru silnej stacji lokalnej w niezbyt wielkiej odległości. Chcąc zapewnić sobie poprawny odbiór w nieco większym promieniu, trzeba zastosować wzmacniacz w.cz. o większym wzmocnieniu. Najprostszym wyjściem jest zastąpienie rezystora  $R_2$  dławikiem (rys. 2). Oporność dławika dla prądu stałego jest pomijalna, nie jest więc już potrzebna stabilizacja punktu pracy tranzystora T1 – polaryzację jego bazy zapewnia teraz rezystor  $R_4$  dołączony wprost do plusa zasilania. Konieczny jest jednak rezystor  $R_5$ , zabezpieczający układ przed wzbudzeniem w zakresie bardzo wielkich częstotliwości.

Dla przebiegów wielkiej częstotliwości impedancja dławika jest duża – dochodząca nawet do kilkudziesięciu kiloomów, co z jednej strony umożliwia optymalne wykorzystanie wzmacniających właściwości tranzy-

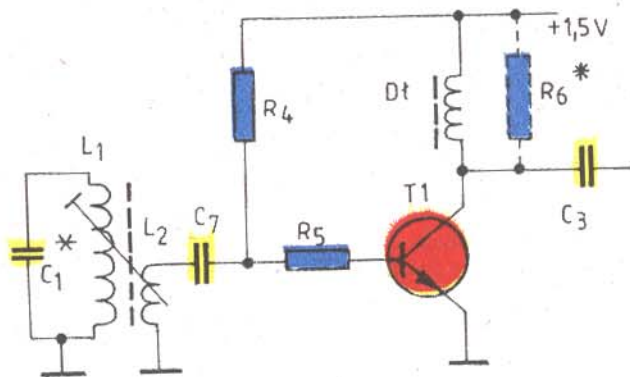
stora T1, a z drugiej zaś – dopasowanie się do dość dużej impedancji wejściowej detektora.

Wzmacniacz w.cz. z rys. 2 ma jeszcze jedną zaletę – zapewnia odbiornikowi mniejsze szумы własne (w układzie z rys. 1 szумы m.cz. z kolektora tranzystora T1 przenoszą się siłą rzeczy przez  $C_3$  i D do bazy tranzystora T2).

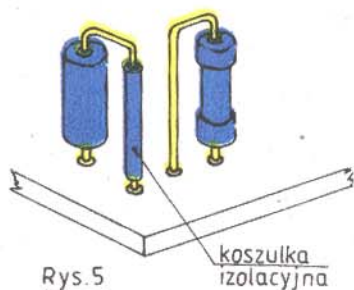
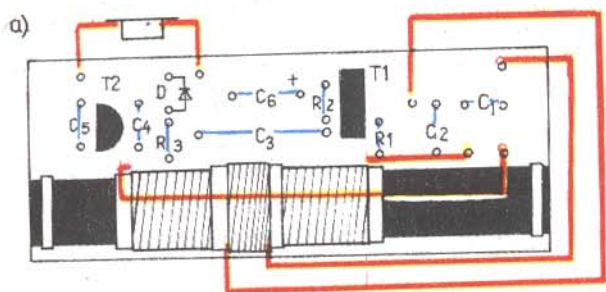
Obydwa warianty odbiorniczka wykonano techniką obwodów drukowanych jednostronnie, przy użyciu laminatu grubości



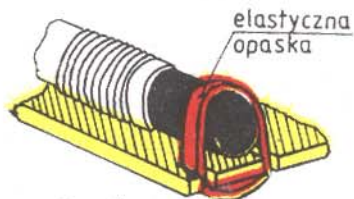
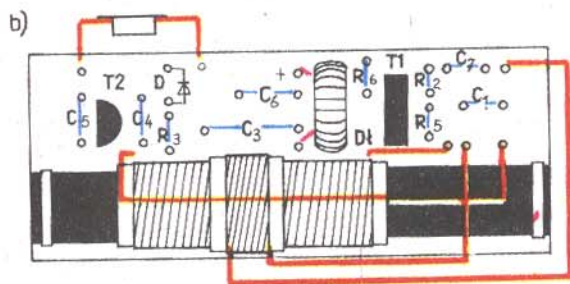
Rys. 3



Rys. 2



Rys. 5



Rys. 6

Rys. 4

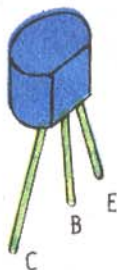
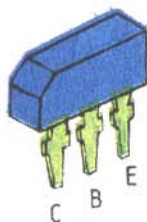
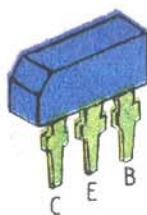


Lutować ścianki boczne od spodu do płytki montażowej

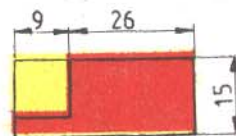
BF 194

BC 109

BC 413



Rys. 7



ścianka boczna (druga jest lustrzanym odbiciem)

Rys. 8

około 1,5 mm. Najlepszy jest laminat epoksydowo-szkłany, można jednak użyć dowolnego innego.

Schemat połączeń drukowanych pokazuje rys. 3. Płytkę montażową zamieszczona na rys. 3a wykonana została dla odbiornika ze schematu rys. 1, natomiast rys. 3b przedstawia wersję z dławikowym wzmacniaczem w.c.z. Otworki w płytce montażowej najlepiej wywiercić wiertłem  $\varnothing 0,8$  mm i to przed nanoszeniem rysunku druku na płytkę. Pozwala to dokładniej i oszczędniej wykonać druk.

Z uwagi na szczupłość miejsca zastosowano pionowy montaż większości elementów. Przy montażu pionowym należy pamiętać by nie wyginać końcówek rezystorów, diod itp. tuż przy obudowie – należy uczynić to w odległości minimum 1 mm. W przeciwnym razie może nastąpić odlamanie końcówki lub skruszenie obudowy. Nie należy też elementów dociskać bezpośrednio do płytki montażowej, zanurzając w otworze wyprowadzenia aż do miejsca łączenia z korpusem. Przy niewielkim nieuchronnym przy montażu – przechyleniu elementów grozi to urwaniem końcówek lub uszkodzeniem elementu.

Rozmieszczenie elementów odbiornika na płytkach montażowych przedstawia rys. 4a wersja bez dławika i rys. 4b – wersja z dławikiem.

Tam, gdzie odizolowane wyprowadzenia przebiegają w bezpośrednim sąsiedztwie, dla uniknięcia przypadkowych zwarcień należy na jedno z wyprowadzeń nałożyć izolacyjną koszulkę, ściągniętą np. z odcinka przewodu (rys. 5).

Dławik D1 (wariant z rys. 2) należy obojętnie nawinąć na rdzeniu toroidalnym (pierścieniowym). W prototypie zastosowano rdzeń o zewnętrznej średnicy 10 mm i przekroju  $10 \text{ mm}^2$ . Na rdzeń należy nawinąć około 60 zwojów drutu DNE  $\varnothing 0,1-0,2$  mm. Można zastosować rdzeń o mniejszej średnicy, lub mniejszym przekroju – w tym ostatnim wypadku wskazane jest zwiększenie liczby zwojów do 90, zwłaszcza przy odbiorze fal długich.

Zwoje należy rozmieścić możliwie równomiernie na obwodzie rdzenia. Nawijanie najłatwiej przeprowadzić, ucinając odcinek drutu długości około 1,1 m, jeden koniec

wiążąc na rdzeniu, drugi przewlekając przez ucho grubej igły. Ułatwia to przeciąganie drutu przez środkowy otwór rdzenia.

Rdzeń trzeba przykleić bezpośrednio do płytki montażowej dowolnym klejem uniwersalnym (najlepsza jest żywica epoksydowa). Oś otworu rdzenia powinna być równoległa do osi anteny ferrytowej, co zabezpiecza przed wzbudzeniem się układu.

Antena ferrytowa wraz z cewkami jest identyczna w obu wersjach mini-odbiorniczka. Użyto pręta ferrytowego o średnicy 7 mm, z którego odcięto odcinek długości 49 mm. Pręt najprościej można odciąć drogą wypilowania trójkątnym pilnikiem-igłą rowka na obwodzie pręta w miejscu cięcia, a następnie ostrożnym przełamaniu go. Uzwojenie cewki  $L_1$  nawinięto na papierowej tulejce, sklejonej bezpośrednio na pręcie z kilku warstw grubego papieru pakowego. Tulejka powinna być nawinięta bez luzu, ale musi dość swobodnie się przesuwac. Liczba zwojów cewki  $L_1$ , zależy od zakresu fal, pojemności kondensatora  $C_1$ , parametrów użytego rdzenia – dokładnie dobrać można ją będzie w trakcie uruchomienia. Orientacyjna liczba zwojów cewki  $L_1$  dla zakresu fal średnich – około 70 zwojów drutu DNE  $\varnothing 0,2-0,3$  mm. Dla zakresu fal długich przy zamierzonym odbiorze Warszawy I, cewka  $L_1$  powinna mieć około 140 zwojów drutu DNE  $\varnothing 0,1-0,13$  mm. Uzwojenie należy nawinąć starannie, zwoj przy zwoju. Końcówki uzwojeń mocujemy papierową banderolą lub kroplą kleju, nie wykorzystaną część papierowego korpusu odcinamy bezpośrednio na rdzeniu żyłką, by uniknąć deformacji uzwojeń.

W środku uzwojenia  $L_1$  nawijamy jedną warstwę papierowego paska szerokości około 6 mm, na którym następnie, drutem DNE  $\varnothing 0,1-0,2$  mm nawijamy uzwojenie  $L_2$ . Dla fal średnich powinno ono mieć 10 zwojów, dla fal długich – 15 zwojów.

Pręt antenowy mocujemy do płytki za pomocą pierścieni odciętych z końca plastikowego węża o średnicy wewnętrznej 7-8 mm (rys. 6).

Na rys. 7 przedstawiony został wygląd

i kolejność wyprowadzeń elektrod tranzystorów BF 194, BC 109 i BC 413.

Boczne ścianki obudowy odbiornika lutujemy do płytki od spodu. Dla wzmocnienia można połączenie zalać od góry żywicą epoksydową. Montaż ścianek bocznych należy przeprowadzić dopiero po uruchomieniu odbiornika, ze względu na ewentualną konieczność demontażu anteny w celu korekcji liczby zwojów cewki  $L_1$ .

W jednej ze ścianek bocznych wiercimy otwór  $\varnothing 3$  mm dla przewodu słuchawki. Po uruchomieniu całość wsuwamy jako „szufładkę” do zewnętrznej części pudełka po zapalkach (rys. 8).

W rozwiązaniu prototypowym zrezygnowano z wyłącznika zasilania z uwagi na mały pobór prądu. Baterijkę dołączono bezpośrednio za pomocą przylutowanych przewodów do układu. W słuchawce miniaturowej ostrożnie rozebrano wtyk koncentryczny, odlutowano przewody i po przepuszczeniu ich przez otwór w ścianie bocznej wlutowano je w przygotowane otwory w płycie montażowej.

### Uruchomienie

Poprawnie zmontowany układ nie wymaga regulacji – doboru punktów pracy itp. – oczywiście pod warunkiem użycia właściwych i sprawdzonych elementów. Konieczne jest jednak dostrojenie obwodu rezonansowego  $L_1$ ,  $C_1$  do częstotliwości lokalnej stacji. Można tego dokonać metodą prób i błędów, zmieniając pojemność kondensatora  $C_1$  (oznaczonego gwiazdką) w zakresie 50–500 pF (fałe średnie) lub 100–1000 pF (długie), zaś dokładnego dostrojenia dokonując przemieszczaniem cewki  $L_1$  wzdłuż rdzenia anteny (uwaga – nie dotykać przy tym uzwojenia  $L_1$ !).

Lepsze rozwiązanie polega na początkowym dołączeniu w miejsce kondensatora  $C_1$  kondensatora obrotowego (zmiennego) o pojemności maksymalnej około 500 pF. Rotor kondensatora powinien być dołączony do masy układu. Pokręcając kondensatorem dostrajamy się do stacji, po czym zgrubnie

### Spis elementów

R <sub>1</sub>	– 22 kiloohmy.
R <sub>2</sub>	– 3,3 kiloohm.
R <sub>3</sub>	– 100 kiloohmów.
R <sub>4</sub>	– 82 kiloohmy.
R <sub>5</sub>	– 270 omów.
R <sub>6</sub>	– 2,7 – 15 kiloohmów.
Wszystkie rezystory o mocy jak najmniejszej, np. 0,125 W.	
C <sub>1</sub>	– 50 – 500 pF.
C <sub>2</sub>	– 3,3 nF ceramiczny.
C <sub>3</sub>	– 68 nF ceramiczny lub styrofleksowy.
C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub>	– 10 nF ceramiczny.
C <sub>6</sub>	– 4,7 nF/3 V.
C <sub>7</sub>	– 1,6 nF.
L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , D1	– według opisu w tekście.
T1	BF194.
T2	BC149C, BC413C lub odpowiedniki.
D	DG 51 lub dowolna inna germanowa dioda detekcyjna o małym prądzie wstępnym, np. AAP153.
Sl	dowolna słuchawka miniaturowa o rezystancji 100–200 omów.

szacujemy potrzebną w obwodzie pojemność. Równolegle do kondensatora obrotowego włączamy kondensator stały o pojemności o około 50 pF mniejszej od wyliczonej i dostrajanie powtarzamy. Teraz możemy już dość dokładnie ustalić potrzebną w obwodzie pojemność. Zastępujemy kondensator obrotowy kondensatorem o wyliczonej pojemności i dalsze dostrajanie wykonujemy przesuując cewkę po rdzeniu. Uwaga! Aby zapewnić sobie wymagany zakres strojenia, w trakcie manipulacji kondensatorem obrotowym cewka  $L_1$ , powinna znajdować się w około 1/3 długości rdzenia anteny (środek cewki).

Po znalezieniu właściwego położenia cewki  $L_1$ , zapewniającego najgłośniejszy odbiór, ustalamy cewkę względem rdzenia za pomocą kropli kleju lub kalafonii.

Przy niezbyt dużej odległości od stacji czułość odbiorniczka z dławikowym wzmacniaczem w.c.z., może okazać się za duża. Objawia się to zniekształceniami bardzo głośnego sygnału w słuchawce. Czułość odbiorniczka można wtedy zredukować dołączając równolegle do dławika rezystor  $R_6$  o wartości dobranej eksperymentalnie.

Prototypowy odbiorniczek ze wzmacniaczem dławikowym zapewniał wystarczająco głośny odbiór Warszawy I w odległości do 150 km od stolicy.

**Roland Waclawek**