

6

KONSTRUKCJE KRÓTKOFALARSKIE

6.1. Wyposażenie warsztatu

Krótkofalowiec-amator jest równocześnie konstruktorem sprzętu nadawczo-odbiorczego i pomiarowego. Praca z urządzeniami własnej konstrukcji daje nieporównanie większą satysfakcję niż używanie — tak obecnie modnych w krajach zachodnich — fabrycznych transceiverów produkcji japońskiej czy amerykańskiej.

W każdym krótkofalowcu tkwi zarazem żyłka eksperymentatora. Stara się on wciąż udoskonalać, usprawniać swe urządzenia, nie tylko w celu osiągania coraz lepszych wyników sportowych, ale i dla przeprowadzania różnych doświadczeń w dziedzinie układów elektronicznych czy propagacji fal radiowych.

Naszym pierwszym zadaniem będzie skonstruowanie kilku urządzeń radiowych, które umożliwią nam start krótkofalarski i pozwolą spróbować własnych sił jako krótkofalowcy-konstruktorzy. Urządzenia te opisano w następnych rozdziałach. Zanim jednak przystąpimy do ich wykonania, musimy skompletować niezbędne narzędzia i materiały, a także poznać zasady prawidłowego montażu mechanicznego i elektrycznego.

Nasz warsztat nie będzie wymagał osobnego pomieszczenia, specjalnych mebli czy kosztownego wyposażenia. Do prac mechanicznych wystarczy deska czy płyta wiórowa o grubości 15÷20 mm i wymiarach około 300×600 mm, na której będziemy wykonywać takie operacje jak: obróbka blachy, wiercenie czy gwintowanie. Płyta — położona na stole kuchennym czy parapecie okna — uchroni je od zniszczenia. Do deski tej będziemy mogli zamocować również

imadło. Prace elektryczne (montaż elementów urządzeń, lutowanie) można przeprowadzić na stole przykrytym kawałkiem starego koca lub grubą tekturą.

Do prowadzenia prac konstrukcyjnych są potrzebne narzędzia. Niektóre z nich na pewno są w domu, pozostałe można stopniowo kupować w sklepach Centralnej Składnicy Harcerskiej lub sklepach z artykułami metalowymi. A oto wykaz potrzebnych narzędzi:

Wkrętak 3 mm (liczba 3 określa szerokość ostrza) — do wkręcania małych wkrętów, mocowania gałek.

Wkrętak 5 mm — do wkręcania większych wkrętów.

Szczypce uniwersalne — do gięcia drutów, przytrzymywania nakrętek.

Szczypce płaskie wydłużone — do zginania końcówek rezystorów i kondensatorów, przytrzymywania elementów podczas lutowania.

Szczypce do cięcia boczne — do obcinania przewodów i końcówek elementów po przylutowaniu.

Nożyce do blachy — do wycinania z blachy aluminiowej czy miedzianej różnych kształtów.

Pinceta — do przytrzymywania drobnych elementów podczas lutowania (np. wyprowadzeń tranzystorów i diod) celem odprowadzenia ciepła.

Rysik — wykonany ze stali, służy do wyznaczania (trasowania) na obrabianych przedmiotach otworów, linii zagięć itp. Rysik można wykonać samodzielnie, wykorzystując np. złamany pilnik — iglak i ostrząc jego końcówkę.

Młotek 0,3 kg — do prostowania i zaginania drutów, blach.

Wiertarka ręczna lub elektryczna — z uchwytem do wiertel o średnicy do 6 mm.

Wiertła o średnicach: 1; 1,2; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,3; 4; 5 i 6 mm.

Ramka do piłek włośnicowych — wraz z kilkoma tuzinami piłek do cięcia metalu — do wycinania otworów w podstawach i obudowach blaszanych, do cięcia laminatu na obwody drukowane.

Gwintowniki ręczne M3 i M4 wraz z oprawką (pokrętle) — do gwintowania otworów w blasze, słupkach dystansowych.

Pilnik płaski zdzierak — do zgrubnej obróbki blach, prętów i płyt.

Pilnik płaski gładzik — do obróbki wykończeniowej obrabianych elementów.

Pilnik okrągły gładzik — do obróbki wykończeniowej wykonanych otworów.

Imadło stołowe o szerokości szczęk 40—60 mm, do przytrzymywania obrabianych elementów, gięcia blach.

Lutownica elektryczna 15 W — do montażu elektrycznego obwodów drukowanych.

Lutownica elektryczna 100 W — do lutowania większych podzespołów elektrycznych, lutowania blach.

Potrzebne będą nam również niektóre materiały konstrukcyjne i pomocnicze. Można je nabyć w uspołecznionych sklepach z artykułami metalowymi, w Centralnej Składnicy Harcerskiej oraz w sklepach z artykułami chemicznymi. Oto niektóre z materiałów potrzebnych w naszej pracowni:

Blacha aluminiowa o grubości 1 i 1,5 mm — do wykonywania podstaw, obudów i płyt czołowych.

Blacha mosiężna o grubości 0,5 mm — do wykonywania lutowanych pudełek, ekranów.

Laminat foliowany miedzią o grubości 1÷1,5 mm, do wykonywania obwodów drukowanych.

Spoiwo cynowo-ołowiane z kalafonią — do lutowania.

Wkręty z nakrętkami M3 i M4 o różnych długościach — do łączenia i montażu elementów urządzeń.

Wkręty samogwintujące do blachy — do łączenia obudów, pokryw blaszanych.

Drut miedziany srebrzony lub cynowany o średnicy około 1 mm — do wykonywania cewek, połączeń i końcówek lutowniczych.

Przewody i linki montażowe różnych średnic w izolacji polwinylowej.

Kalafonia lub pasta do lutowania — do pokrywania miejsc połączeń i obwodów drukowanych przed lutowaniem.

Lakier bezbarwny szybko schnący — do pokrywania obudów i płyt czołowych, zabezpieczania zmontowanych obwodów drukowanych itp. Doskonale nadaje się samochodowy lakier zabezpieczający przed korozją „Chronizol” w aerozolu.

Chlorek żelazowy FeCl_3 — do trawienia obwodów drukowanych.

Poza materiałami konstrukcyjno-mechanicznymi będą nam potrzebne elementy i podzespoły elektroniczne, takie jak: *rezystory, kondensatory, cewki, układy scalone, tranzystory, diody* itp.

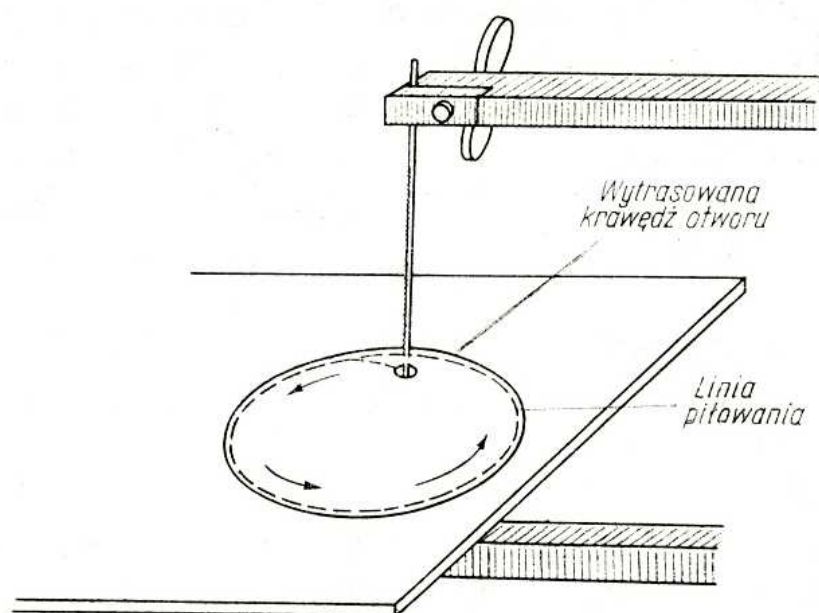
Do przechowywania elementów wyposażenia naszego warsztatu potrzeba kilku drewnianych pudełek lub szuflad, bądź półek. W jednej z nich umieścimy narzędzia, w drugiej materiały mechaniczne (blachy, pręty, druty), w innych — posegregowane i poukładane w kartonowych pudełeczkach podzespoły elektroniczne.

6.2. Prace mechaniczne

Wśród prac mechanicznych wykonywanych w naszym warsztacie można wymienić: cięcie blachy, wykonywanie otworów o różnych kształtach, wyginanie blachy, wiercenie i gwitowanie otworów, wykonywanie obudów urządzeń, wykonywanie i opisywanie płyt czołowych.

Do cięcia blachy o grubości do 1 mm używamy nożyc do blachy. Przed przystąpieniem do cięcia należy na arkuszu blachy dokładnie wytrasować potrzebny kształt i zaznaczyć go rysikiem. Ponieważ w czasie cięcia blacha zawsze ulega pewnym odkształceniom, elementy blaszane szczególnie odpowiedzialne, bądź takie na wyglądzie których szczególnie nam zależy, lepiej jest wykonać za pomocą piłki włośnicowej. Zajmie to co prawda znacznie więcej czasu, lecz za to wykonana część będzie idealnie płaska, bez śladów zagięć.

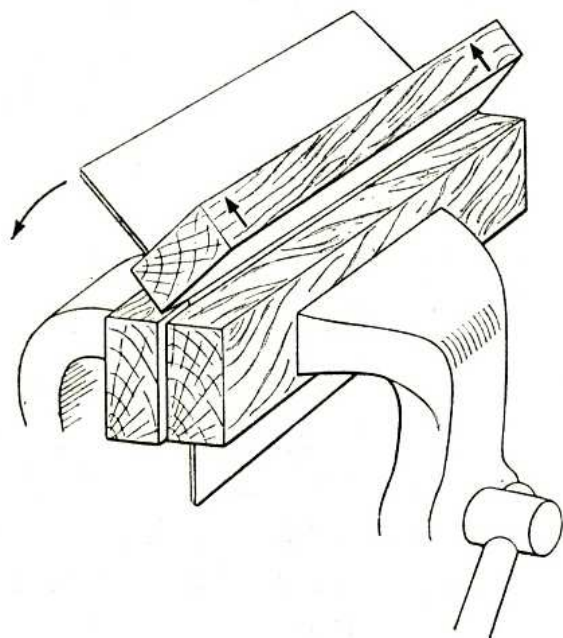
Również za pomocą piłki włośnicowej wykonujemy wszystkie otwory w podstawach, obudowach i płytach czołowych. I tu należy najpierw starannie wytrasować kształty otworów i zaznaczyć je rysikiem. Następnie wewnątrz każdego otworu, w odległości $2 \div 3$ mm od wytrasowanej linii, należy wywiercić otwór o średnicy $1,5 \div 2$ mm, służący do przeprowadzenia piłki. Piłować trzeba spokojnymi, rytmicznymi ruchami, trzymając ramkę tak, aby piłka zawsze była prostopadła do powierzchni blachy. Linia piłowania powinna przebiegać zawsze wewnątrz wytrasowanej krawędzi otworu. Przy wykonywaniu otworów w blasze aluminiowej miejsce piłowania należy zwilżać spirytusem denaturowanym; przyspieszy to całą operację i oszczędzi połamanych piłek. Po wykonaniu otworu i wy-



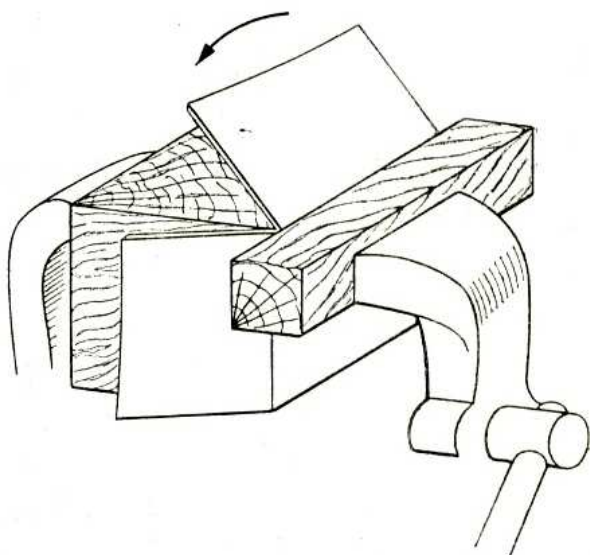
Rys. 6.1
Wykonywanie otworów

jęciu piłki należy pilnikiem (okrągłym lub płaskim, zależnie od kształtu otworu) wyrównać krawędzie i doprowadzić je do wytrasowanej linii (rys. 6.1).

Wyginanie blachy jest wbrew pozorom czynnością niełatwą. Potrzebne nam tu będzie imadło i kilka podłużnych klocków z twardego drewna. Stosunkowo prostą sprawą jest wykonanie tylko jednego zagięcia (rys. 6.2). Po wytrasowaniu linii gięcia mocujemy



Rys. 6.2. Zaginanie blachy



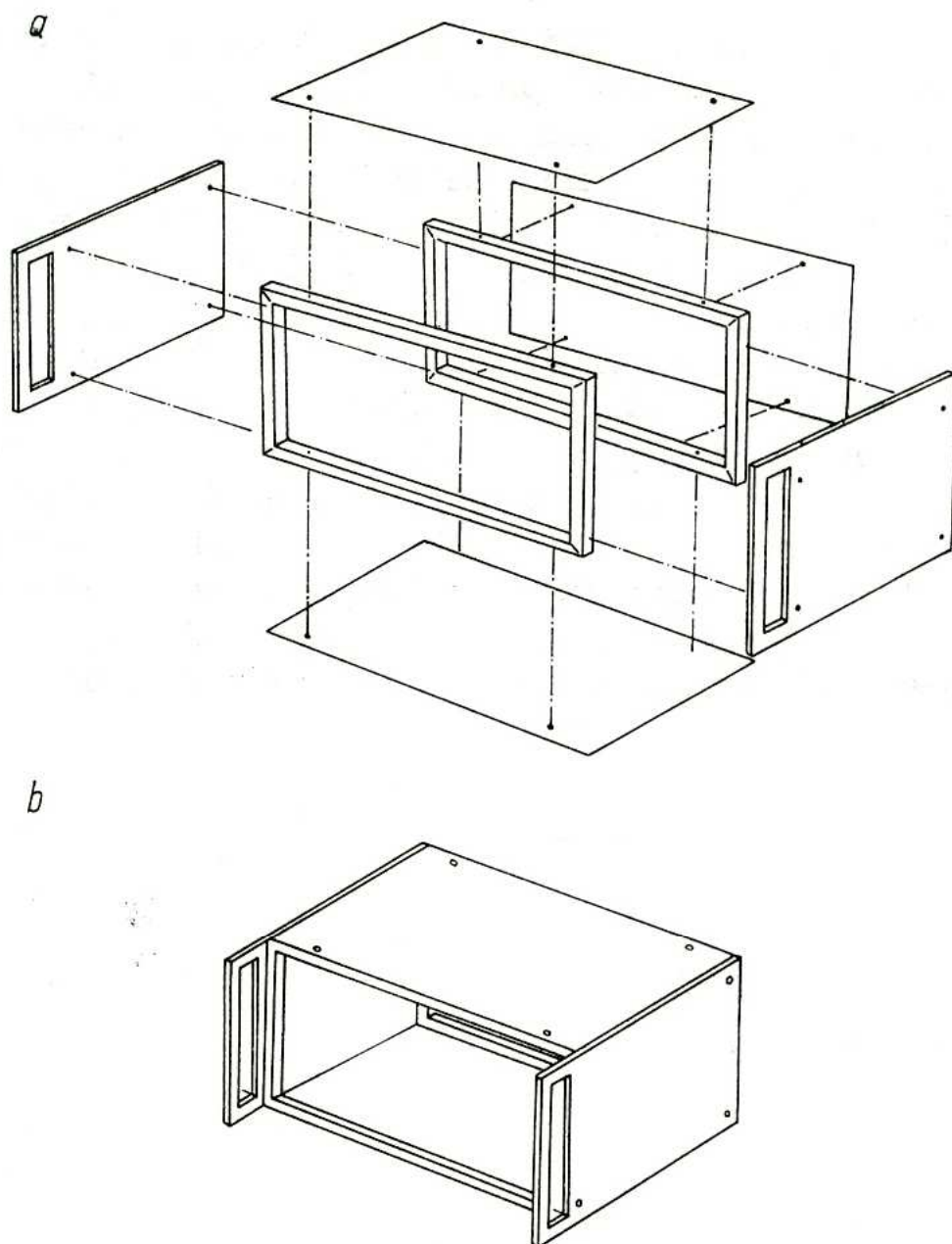
Rys. 6.3. Wykonywanie pudełka z blachy

blachę w imadle pomiędzy dwoma klockami drewnianymi tak, aby wytrasowana linia wypadła na wysokości górnej krawędzi klocków. Trzecim klockiem dociskamy blachę w kierunku gięcia, aż do uzyskania kąta prostego. Jeśli zależy nam na ostrej krawędzi, można (nie wyjmując blachy spomiędzy mocujących ją klocków) wzdłuż linii gięcia, uderzyć kilka razy młotkiem — zawsze przez kawałek twardego drewna.

Trudniejsze jest wykonywanie kilku gięć na jednym kawałku blachy, np. przy robieniu blaszanego pudełka. W tym przypadku musimy wykonać specjalną formę drewnianą o wymiarach równych wnętrzu pudełka (rys. 6.3).

Zanim przystąpimy do wiercenia otworów, trzeba je wytrasować i oznaczyć (za pomocą rysika, punktaka lub gwoździa). Lekkie wgłębienia w blasze zapobiegają przesuwaniu się wiertła. Szczególnie ostrożnie wiercimy otwory o średnicach mniejszych niż 2 mm, nie naciskając zbyt mocno wiertarki, a nawet podtrzymując ją jedną ręką. Wiertło powinno być zawsze prostopadłe do powierzchni, w której wykonujemy otwór. Przy wierceniu otworów w blasze należy zawsze podłożyć pod spód gruby kawałek drewna, uchroni to stół przed zniszczeniem. Mniejsze elementy należy przy wierceniu umocować w imadle. Przy wykonywaniu otworów w blasze aluminiowej należy miejsce wiercenia zwilżyć spirytusem denaturowanym, a przy wierceniu mosiądku czy stali — oliwą lub olejem wrzecionowym.

Podobne zasady obowiązują przy gwintowaniu otworów. Używamy gwintowników ręcznych, umocowanych w odpowiedniej oprawce. Do nagwintowania otworu potrzebny będzie komplet 3 gwintowników o coraz głębszym profilu gwintu. Kolejno gwintujemy: gwintownikiem nr 1, nr 2 i nr 3. Numer gwintownika odpowiada ilości nacięć (pierścieni) na jego obwodzie. Należy gwintować bardzo delikatnie, unikając nacisku w kierunku prostopadłym do osi otworu. Po wykonaniu każdego pełnego obrotu (w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara) należy wykonać pół obrotu w kierunku przeciwnym. Miejsce gwintowania trzeba zwilżać, tak jak przy wierceniu otworów. Po wykonaniu gwintu wszystkimi trzema numerami gwintowników należy wyrównać powstałe wióry i zadry pilnikiem lub ostrzem wiertła. W przypadku zacięcia się (zakleszczenia) gwintownika trzeba gwintowany otwór obficie zwilżyć



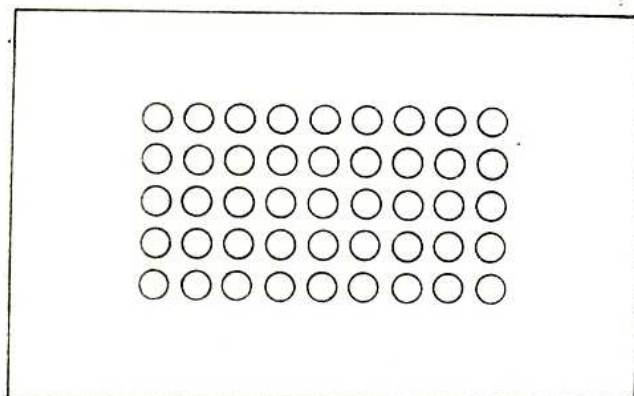
Rys. 6.4. Wykonywanie obudowy większego urządzenia
a — części składowe obudowy, b — zmontowana obudowa bez płyty czołowej

olejem i bardzo delikatnie wykonywać pokrętle małe ruchy obrotowe w obydwu kierunkach. Po pewnym czasie doprowadzi to do uwolnienia gwintownika i umożliwi jego wykręcanie.

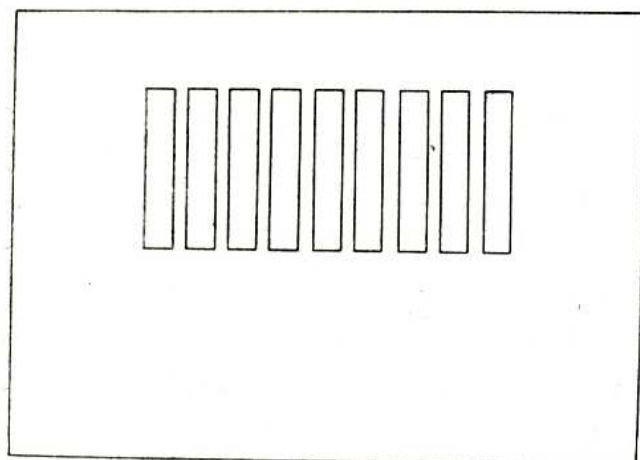
Ważnym elementem wykonywanych urządzeń są obudowy, decydujące zarówno o stronie elektrycznej, użytkowej jak i estetycznej urządzenia. Obudowa powinna zapewniać doskonale ekranowanie. Powinna też zapewniać wygodną obsługę urządzenia oraz mieć estetyczny, nowoczesny wygląd.

Obudowy większych urządzeń wykonujemy z kilku elementów. Jedno z możliwych rozwiązań przedstawiono na rys. 6.4. Elementem nośnym są tu dwie prostokątne ramy wykonane z kątowników lub prostokątnych rurek, złączone dwiema ściankami bocznymi z grubej ($2\div 3$ mm) blachy aluminiowej. Do ramy przykręcamy wkrętami samogwintującymi płytę czołową i tylną (z blachy aluminiowej $1\div 1,5$ mm) oraz pokrywy; spodnią i wierzchnią, z cieńszych blach aluminiowych. Jeżeli urządzenie zawiera elementy wydzielające więcej ciepła (zasilacze, nadajniki), to w pokrywie wierzchniej i spodniej należy wywiercić otwory wentylacyjne (rys. 6.5). Dla zapewnienia swobodnej cyrkulacji powietrza obudowa powinna być oparta na klockach lub na nóżkach gumowych o wysokości $10\div 15$ mm, umocowanych w dolnych rogach obudowy. Poszczególne elementy urządzenia mocujemy wkrętami do płytek, kątowników i wsporników przykręcanych do ram obudowy od wewnątrz.

a



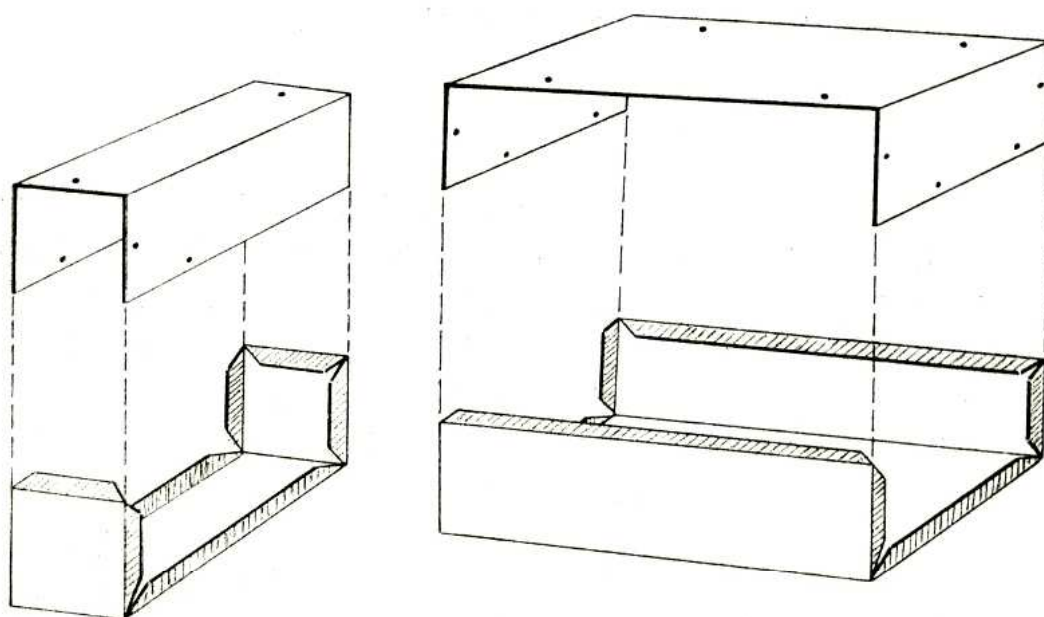
b



Rys. 6.5. Wykonywanie otworów wentylacyjnych

a — otwory wykonane wiertłem,
b — otwory wycięte piłką włośnicową

Obudowy mniejszych urządzeń wykonujemy z dwóch kawałków blachy aluminiowej lub mosiężnej. Na rysunku 6.6 pokazany jest sposób wykonania takiej obudowy. Nadaje się ona znakomicie do pomieszczenia przyrządów pomiarowych (np. falomierza-generatora), małych odbiorników i urządzeń pomocniczych. Obie części obudowy są łączone za pomocą stalowych wkrętów samogwintujących. Zewnętrzne powierzchnie obudowy należy pokryć lakierem.



Rys. 6.6. Dwa przykłady obudowy do małych urządzeń

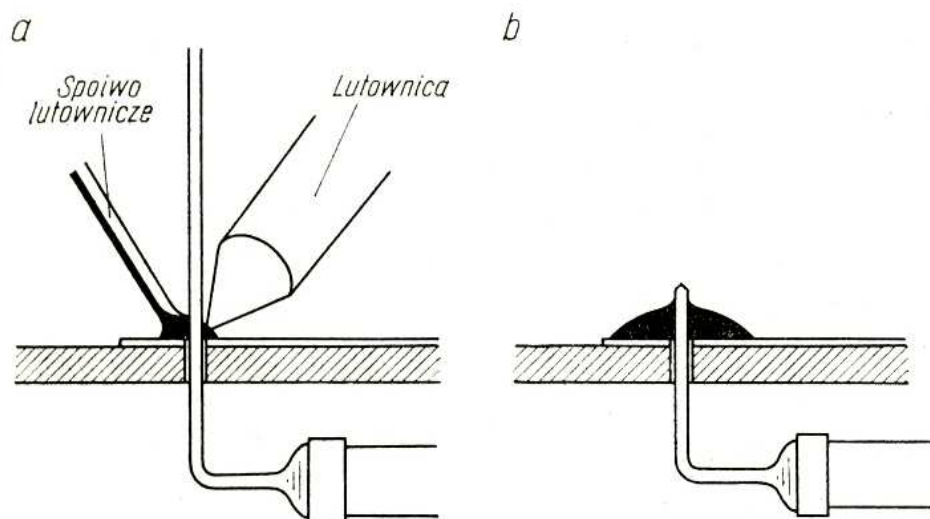
Można tu zastosować lakier bezbarwny (położony na odpowiednio odtłuszczonej i przygotowanej blachę) lub lakier kolorowy. Bardzo dobre efekty plastyczne daje zastosowanie obudowy dwubarwnej, np.: płyta czołowa w kolorze kremowym, zaś pokrywy i ścianki boczne szare lub błękitne. Do lakierowania obudów znakomicie nadają się samochodowe lakiery renowacyjne w aerozolu, sprzedawane w sklepach motoryzacyjnych. Ciekawe efekty plastyczne daje również pokrycie ścianek obudowy samoprzylepną folią imitującą okleinę drewnianą lub skórę.

Płytę czołową urządzenia można wykonać w naturalnym srebrzystym kolorze aluminium. Gotową płytę (po wykonaniu wszystkich potrzebnych otworów) zwilżamy spirytusem denaturowanym i czyszcimy drobnym papierem ściernym, zachowując kierunek czyszczenia wzdłuż dłuższego boku płyty. Po oczyszczeniu zmywamy płytę ciepłą wodą z mydłem i suszymy. Teraz należy nanieść

na płytę czołową napisy. Bardzo estetycznie wyglądają napisy wykonane tak zwaną suchą kalkomanią. Arkusze liter i cyfr do wykonywania napisów metodą suchej kalkomanii produkowane są w Polsce przez Wojskowe Zakłady Kartograficzne w Warszawie, również w sklepach komisowych można czasami nabyć arkusze suchej kalkomanii firm zachodnich (Chartpak, Letraset itp.). Napisy można również wykonać tuszem. Po wykonaniu napisów płytę czołową należy zabezpieczyć przez dwukrotne natryskiwanie bezbarwnym lakierem „nitro” w aerozolu (np. Chronizolem).

6.3. Prace elektryczne

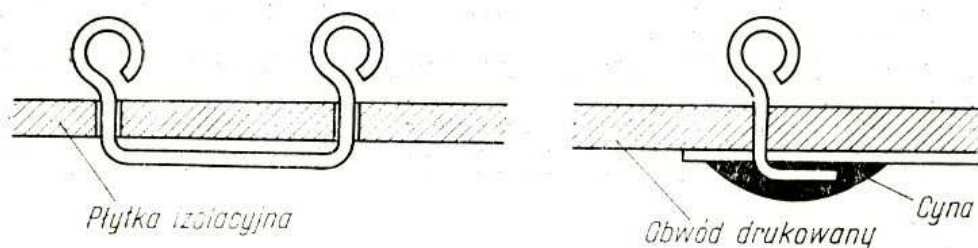
Prace elektryczne — to przede wszystkim lutowanie elementów elektronicznych i łączenie przewodami poszczególnych płytek i bloków urządzenia. Większość urządzeń będziemy wykonywać z zastosowaniem obwodów drukowanych. Płytki drukowane przed przystąpieniem do montażu powinny mieć powiercone wszystkie otwory, powierzchnia ścieżek miedzianych powinna być oczyszczona do połysku proszkiem ściernym (można też użyć proszku do czyszczenia naczyń kuchennych) i pokryta roztworem kalafonii w spirytusie denaturowanym. Kalafonia zabezpiecza ścieżki miedziane przed utlenianiem i ułatwia lutowanie. Podzespoły elektroniczne przygotowujemy odginając końcówki w wymaganej odległości i wsuwając je w otwory w płytce drukowanej. Końcówek nie obcinamy, lecz ob-



Rys. 6.7. Lutowanie podzespołów do płytki drukowanej
a — połączenie w trakcie lutowania, b — gotowe połączenie

lutujemy wokół łącząc je z powierzchnią miedzianą na płytce. Dopiero po ostygnięciu miejsca lutowania i sprawdzeniu jego trwałości obcinamy nadmierną długość końcówki cążkami do cięcia (rys. 6.7).

Niekiedy zachodzi konieczność wykonania końcówek do lutowania, służących jednocześnie do zamocowania podzespołów czy przewodów. Jeśli nie dysponujemy gotowymi końcówkami lutow-



Rys. 6.8. Wykonywanie końcówek lutowniczych

niczymi, możemy je łatwo zastąpić końcówkami wykonanymi z drutu miedzianego posrebrzonego lub pocynowanego. Sposób wykonania takich końcówek pokazano na rys. 6.8.

Poszczególne płytki lub bloki urządzenia łączymy przewodami w izolacji polwinitowej. Przy ściąganiu izolacji z końców



Rys. 6.9. Wykonywanie wiązki przewodów

przewodów należy zachować ostrożność, aby nie przeciąć ani nie nadciąć samego przewodu. Przekrój przewodu dobieramy w zależności od wielkości płynącego w obwodzie prądu. Do połączenia np. obwodów żarzenia lamp w nadajniku używamy przewodu grubszego niż w przypadku zasilania płytki tranzystorowego oscylatora sterującego.

Do połączeń, którymi przesyłane są sygnały akustyczne czy napięcia wielkiej częstotliwości, używamy przewodów ekranowanych. Ekran przylutowujemy do masy urządzenia tylko z jednej strony — unikniemy przez to zakłóceń wnoszonych przez przypadkowe prądy płynące przez ekran.

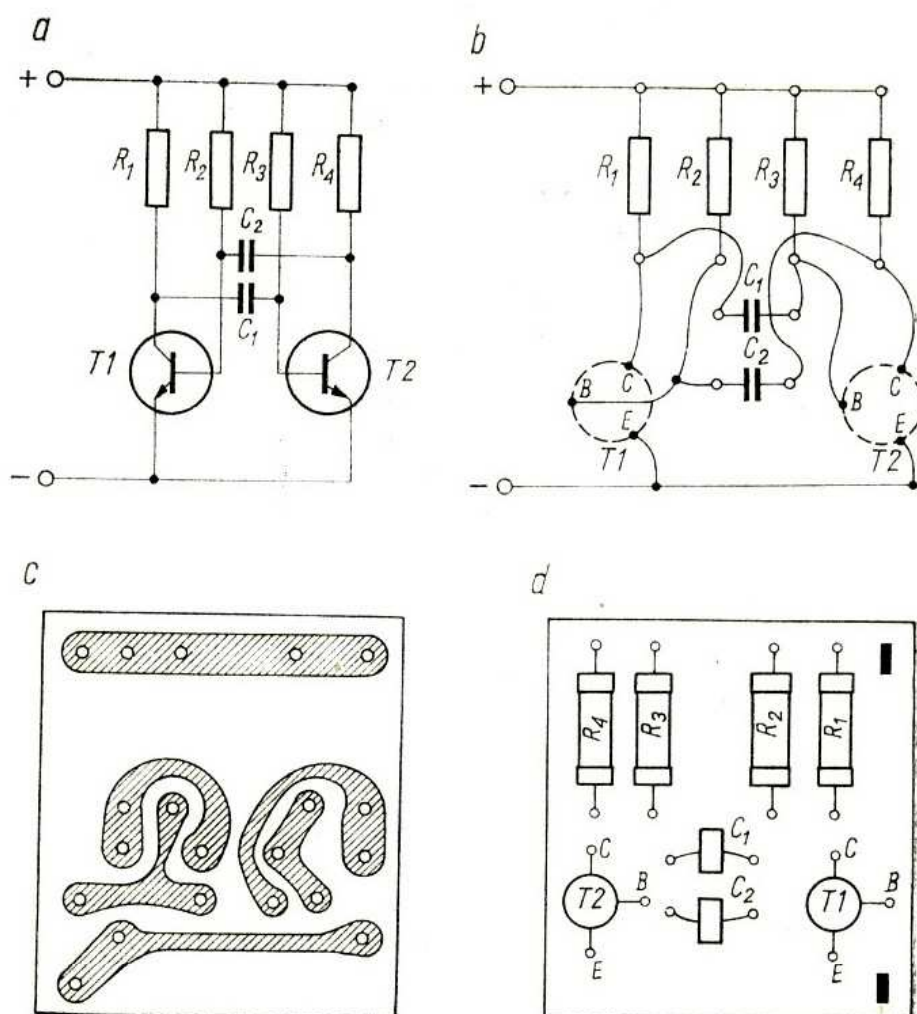
Jeśli bloki czy płytki urządzenia są połączone równolegle prowadzonymi kilkoma czy kilkunastoma przewodami, można je związać razem w wiązkę. Przewody wiążemy grubą nicią lub żyłką rybacką, w sposób pokazany na rys. 6.9.

6.4. Wykonywanie obwodów drukowanych

Obwody drukowane mają, w porównaniu z tradycyjnym sposobem montażu, szereg istotnych zalet, z których wymienimy tylko niektóre: krótsze połączenia, uproszczony montaż, mniejsze pojemności i indukcyjności szkodliwe, wysoki stopień niezawodności. Również w praktyce krótkofalarskiej opłaca się stosować ten sposób wykonywania urządzeń.

Wykonanie obwodu drukowanego rozpoczynamy od rozplanowania połączeń. Na arkuszu papieru kratkowanego lub milimetrowego rysujemy wszystkie elementy układu w skali 1:1, a następnie staramy się połączyć liniami końcówki wszystkich elementów zgodnie ze schematem ideowym. Jeśli linie przecinają się — stosujemy inne rozmieszczenie elementów. Nieraz kilkakrotnie musimy rozpoczynać pracę, aż do znalezienia optymalnego układu elementów na płytce. Następnie, zachowując ustalone rozmieszczenie elementów i układ połączeń rysujemy na papierze (również w skali 1:1) punkty lutowania i ścieżki. Po oczyszczeniu do połysku przygotowanej płytki (laminat foliowany miedzią) наносimy na nią za pomocą kalki rysunek obwodu. Cienkim pędzelkiem malujemy lakierem spirytusowym (może być również lakier „nitro” lub asfaltowy) ścieżki i powierzchnie, które powinny zostać niewytrawione. Przygotowujemy teraz roztwór trawiący. W szklanym naczyniu rozpuszczamy kryształki chlorku żelazowego FeCl_3 w stosunku: 40% chlorku i 60% przegotowanej wody. Chlorek żelazowy wsypujemy powoli ciągle mieszając, gdyż przy jego rozpuszczaniu wydziela się ciepło.

Przygotowany roztwór wlewamy do płaskiego naczynia (najlepsza jest polistyrenowa kuweta (fotograficzna). Płytkę ze ścieżkami pokrytymi lakierem zanurzamy w roztworze (warstwą miedzi do góry). W czasie trawienia, które trwa kilkadziesiąt minut, za pomocą drewnianego patyczka poruszamy płytką, spłukując z niej wytrawiony osad. Po całkowitym wytrawieniu nie zamalowanych



Rys. 6.10. Projektowanie obwodu drukowanego

a — schemat ideowy, b — projekt układu ścieżek, c — rysunek druku, d — rozmieszczenie elementów

powierzchni płytkę dokładnie płuczemy bieżącą wodą i suszymy. Rozpuszczalnikiem lub spirytusem zmywamy lakier chroniący ścieżki i wiercimy otwory. Po pokryciu roztworem kalafonii płytka jest gotowa do montażu.

Wszystkie prace z chlorkiem żelazowym wykonujemy bardzo ostrożnie, chroniąc oczy, skórę, ubranie i sprzęty przed popłamieniem. Po zakończeniu pracy roztwór zlewamy do szklanego naczynia i starannie zakrywamy.

6.5. Generator i klucz do nauki telegrafii

Opisany generator i klucz telegraficzny są przeznaczone do nauki alfabetu Morse'a. Umożliwiają samodzielne nadawanie tekstów tele-

graficznych, słyszanych równocześnie w dołączonych do generatora słuchawkach. Generator pracuje w układzie astabilnego multiwibratora sterującego wzmacniacz słuchawkowy. Kluczowanie odbywa się przez przerywanie obwodu zasilania.

Schemat ideowy generatora oraz wygląd płytki drukowanej i schemat montażowy przedstawiono na rys. 6.11. W układzie pracują tranzystory BC107 lub podobne tranzystory *n-p-n*. W przypadku zastosowania tranzystorów *p-n-p* (np. BC177) należy zamienić końcówki baterii zasilającej. Wszystkie rezystory są typu MŁT 0,125 W, a potencjometry nastawne typu TVP114. Potencjometr 100 kΩ służy do ustawienia symetrii generowanego przebiegu, potencjometrem 10 kΩ reguluje się wysokość tonu.

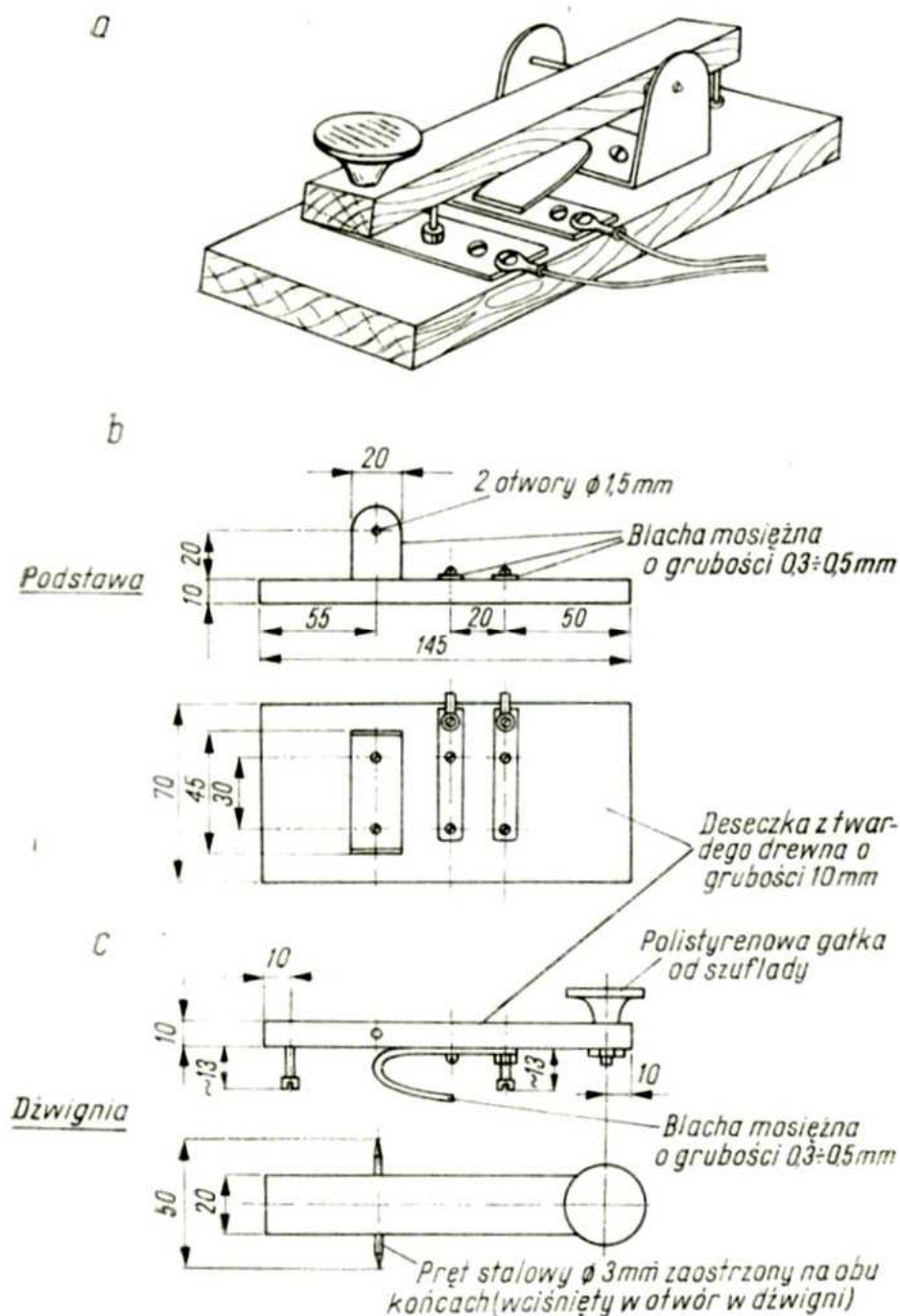
Zmontowaną płytkę można umieścić w dowolnym pudełku, np. w polistyrenowej mydelniczce, umieszczając na bocznej ścianie pudełka 6 gniazdek radiowych służących do dołączenia klucza, słuchawek i baterii. Generator można zasilać z płaskiej baterii 3R10 o napięciu 4,5 V lub z zasilacza opisanego w rozdziale 6.18.

Do wykonania klucza potrzebna będzie deseczka z twardego drewna o grubości 10 mm, kawałek sprężystej blachy mosiężnej o grubości 0,3÷0,5 mm oraz kilka wkrętów i małych śrub do drewna. Na rysunku 6.12 pokazana jest konstrukcja klucza. Podstawę stanowi deseczka o wymiarach 145×70 mm. Do podstawy za pomocą wkrętów do drewna przymocowano: dwie płaskie blaszki stanowiące styki elektryczne klucza (do blaszek tych doprowadzony będzie dwużyłowy kabel zakończony z przeciwnej strony wtyczkami bananowymi) oraz wspornik dźwigni. Wspornik dźwigni jest wykonany z paska blachy o szerokości 20 mm i wygięty w kształcie litery U; w dwóch ramionach wywiercono małe otworki o średnicy 1,5 mm, stanowiące łożyska dla osi dźwigni.

Dźwignię stanowi podłużny klocek drewniany o wymiarach 10×20×145 mm. W odległości 55 mm od jednego z końców dźwigni wklejona jest (w uprzednio wywiercony otwór) oś wykonana z pręta stalowego lub gwoźdźcia o średnicy 3 mm. Oś powinna stanowić z dźwignią jedną całość i nie może się w niej przesuwąć ani obracać. Końce osi są zastrzone za pomocą pilnika. Operację tę najlepiej wykonać mocując pręt w wiertarce i obrabiając końce pilnikiem podczas ruchu wiertarki.

W dolnej części dźwigni przymocowany jest pasek blachy

wygięty w kształt litery J, o wymiarach 15×70 mm. Pasek ten stanowi część obwodu elektrycznego klucza i jednocześnie jest sprężyną powodującą odpychanie przedniej części dźwigni ku górze. Końiec sprężyny opiera się na jednej z blaszek kontaktowych pod-



Rys. 6.12. Konstrukcja klucza telegraficznego

a — widok ogólny, b — szczegóły konstrukcyjne podstawy,
c — szczegóły konstrukcyjne dźwigni

stawy, do drugiej blaszki w chwili naciśnięcia klucza dotyka główka wkrętu M3, który równocześnie mocuje sprężynę do dźwigni.

W tylnej części dźwigni umieszczony jest drugi wkręt M3 (lub śruba do drewna), który stanowi oparcie dźwigni w chwili jej podniesienia (spoczynku). Wkręcanie lub wykręcanie tej śruby umożliwia regulację skoku klucza, który mierzony pomiędzy stykami roboczymi powinien wynosić około 0,5 mm.

W przedniej części dźwigni, w odległości 10 mm od jej końca, umocowana jest polistyrenowa gałka — np. od szuflady — stanowiąca przycisk klucza. Gałki takie można nabyć w sklepach „1001 drobiazgów”, można też użyć dużego guzika z wywierconym w środku otworem.

Po wykonaniu obu części klucza, tj. podstawy i dźwigni, łączymy je ze sobą wsuwając zaostrome końce osi w otwory wspornika. Ramiona wspornika powinny być wygięte nieco ku sobie, aby po osadzeniu w nich osi obracała się ona bez luzów (przy wsuwaniu osi w otwory należy lekko odgiąć ramiona od siebie). Przez odpowiednie odgięcie sprężyny w kształcie litery J reguluje się siłę nacisku potrzebną do uruchomienia klucza.

Po dołączeniu do klucza kabla łączącego wkładamy jego wtyczki w gniazda generatora. Naciśnięcie klucza powinno spowodować wydanie przez generator czystego, miłego dla ucha dźwięku o częstotliwości $600 \div 800$ Hz.

6.6. Odbiornik krótkofalowy

Opisany odbiornik jest przeznaczony do odbioru sygnałów CW i SSB w pasmie 80 metrów, pracuje on w układzie z bezpośrednią przemianą częstotliwości. Może on też zostać wykorzystany jako tor pośredniej częstotliwości, współpracujący z konwerterami na wyższe pasma amatorskie, a po odpowiednim zwiększeniu liczby zwojów cewek w obwodach wejściowym i oscylatora, może pracować w pasmie 160 metrów.

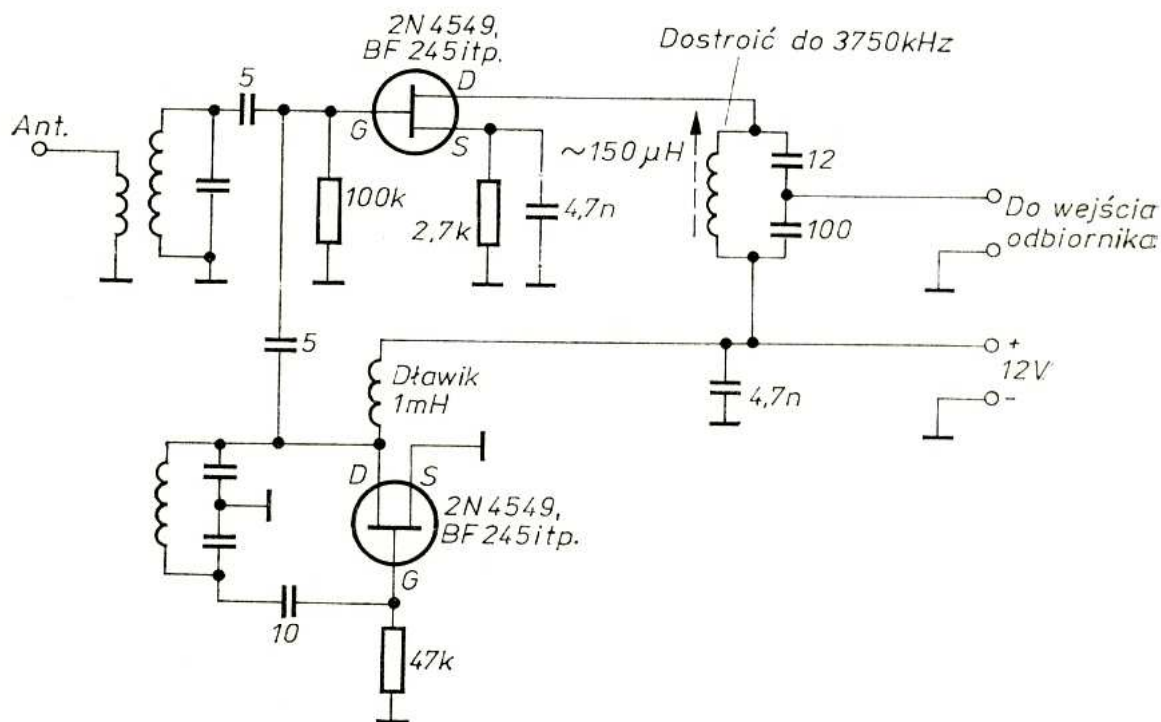
Schemat odbiornika przedstawiono na rys. 6.13. Równolegle do gniazda antenowego dołączone są dwie przeciwnie spolaryzowane diody krzemowe, zabezpieczające wejście odbiornika przed zbyt silnymi sygnałami, np. z pobliskiego nadajnika. Obwody wejściowy i oscylatora nawinięto na pierścieniowych rdzeniach ferrytowych.

[illegible]

padku braku podwójnego kondensatora zmiennego 2×50 pF, można zastosować kondensator większy, zmniejszając pojemność jego sekcji do 50 pF przez szeregowie włączenie odpowiednich kondensatorów. I tu również pomocny będzie falomierz-generator. Zmieszania sygnału wejściowego i oscylatora dokonuje się w układzie scalonym CA3028A. Jest to podwójnie zrównoważony mieszacz, można tu również zastosować mieszacz produkcji krajowej UL1042N. Oscylator pracuje w układzie Meissnera z tranzystorem polowym. Dioda Zenera w obwodzie drenu zwiększa stabilność częstotliwości. Na wyjściu mieszacza włączony jest filtr pasmowy nie przepuszczający częstotliwości akustycznych wyższych od 2,5 kHz. Stopień końcowy odbiornika — to wzmacniacz niskiej częstotliwości

wzmacniający odfiltrowany sygnał z mieszacza do poziomu niezbędnego do zasilania słuchawek.

Na rysunku 6.14 przedstawiono układ mogącego współpracować z odbiornikiem konwertera na jedno z pozostałych pasm amatorskich. Można wykonać komplet takich konwerterów na każde z pasm, można też jeden konwerter wyposażać w przełącznik za-



Rys. 6.14. Schemat przystawki (konwertera) do odbiornika krótkofalowego

kresów lub wymienne cewki. Ilości zwojów cewek i pojemności kondensatorów w obwodach wejściowych i oscylatora są zależne od odbieranego pasma i zastosowanych rdzeni. Kondensator w obwodzie wejściowym ma pojemność 33 pF dla pasma 7 MHz, 25 pF dla pasma 14 MHz i 15 pF dla pasm 21 i 28 MHz. Kondensatory w obwodzie oscylatora mają pojemność (na pierwszym miejscu kondensator od strony drenu) 220 i 150 pF dla pasm 7 i 14 MHz oraz 100 i 100 pF dla pasm 21 i 28 MHz.

W pasmie 7 MHz oscylator konwertera pracuje na częstotliwości wyższej od odbieranej, dlatego też początek pasma będzie odpowiadał najwyższej częstotliwości (4 MHz) na skali odbiornika. Na pozostałych pasmach początek każdego z nich będzie się pokrywał z częstotliwością 3,5 MHz na skali odbiornika.

6.7. Nadajnik krótkofalowy

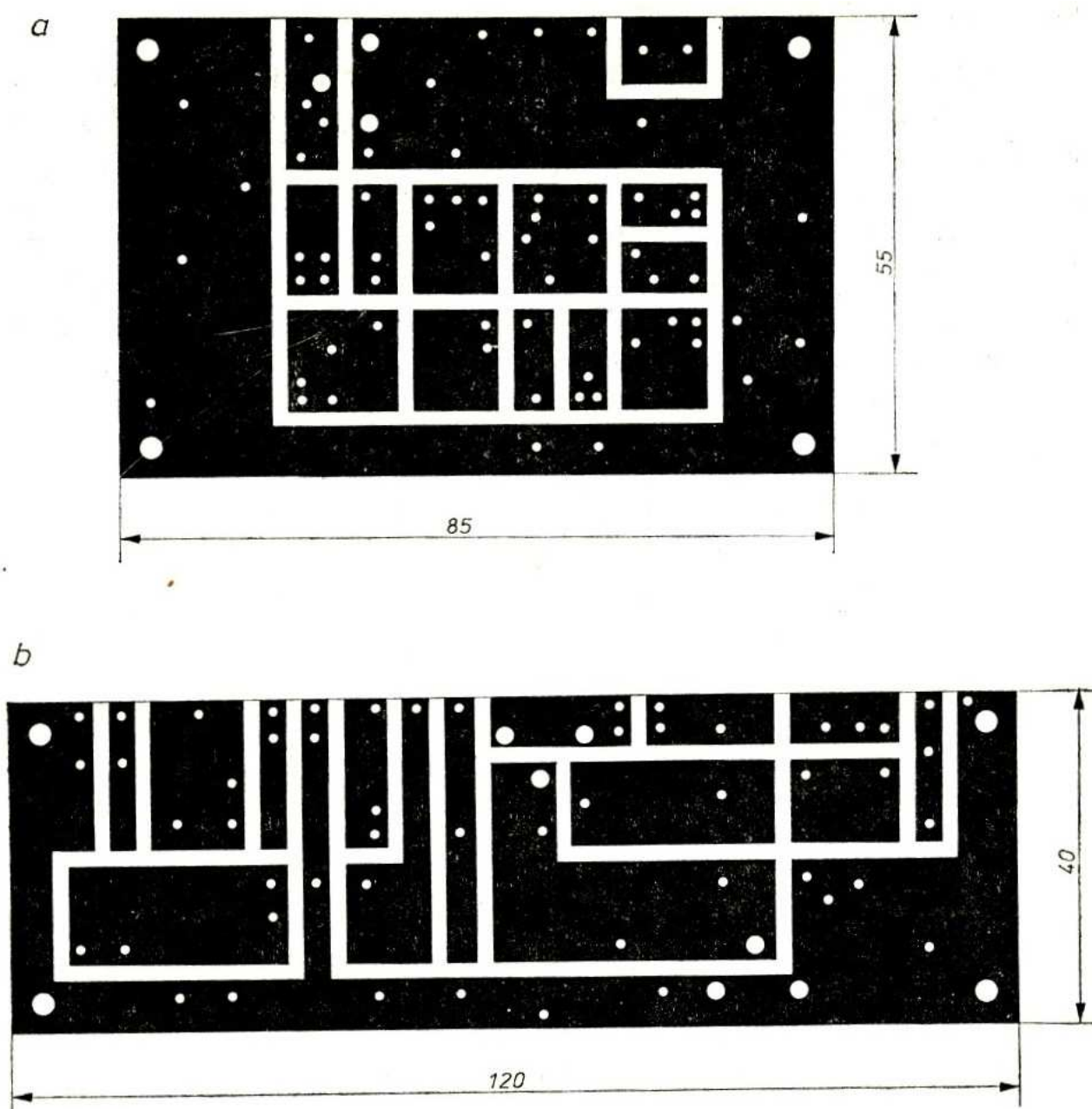
Opisany nadajnik jest przeznaczony do pracy emisją A1A w pasmach 3,5 i 7 MHz. Został on skonstruowany przez szwedzkiego krótkofalowca SM3CFV. Moc doprowadzona do stopnia końcowego nadajnika jest rzędu 10 W. Na rysunku 6.15 przedstawiono schemat ideowy nadajnika. Zawiera on łącznie 5 tranzystorów. Oscylator w układzie Seilera pracuje na tranzystorze polowym, zakres przestrajania pokrywa telegraficzną część pasma 80 m, a więc 3500÷3600 kHz. Kluczowanie odbywa się przez przerywanie obwodu źródła tranzystora polowego.

Dwa następne tranzystory stanowią stopień izolujący (separator), pracujący w układzie wtórnika emiterowego. Dla uzyskania wysokiej stabilności pracy i dobrego „tonu” nadajnika, napięcie zasilające wstępne stopnie nadajnika jest stabilizowane diodami Zenera. W stanie spoczynkowym (przy podniesionym kluczu) napięcie na rezystorze emitera trzeciego tranzystora powinno wynosić około 5,5 V.

Kolejny tranzystor spełnia funkcję stopnia sterującego. W pasmie 80 m pracuje on jako wzmacniacz, zaś w pasmie 40 m jako podwajacz częstotliwości. Obwód rezonansowy w kolektorze zawiera tę samą cewkę dla obu pasm, przy pracy w pasmie 80 m przy pomocy przełącznika dołączana jest do obwodu dodatkowa pojemność. Stopień końcowy pracuje w klasie C, tu również przejście z pasma 40 na 80 m uzyskuje się przez dołączenie dodatkowej pojemności do obwodu wyjściowego. Bezpiecznik 0,5 A w obwodzie emitera tranzystora końcowego zabezpiecza go przed uszkodzeniem przy nadmiernym prądzie, ponadto powoduje niewielkie ujemne prądowe sprzężenie zwrotne.

W stopniu mocy są włączone dwa mierniki. Jeden z nich mierzy prąd stały doprowadzony do stopnia mocy, wychylenie drugiego jest proporcjonalne do mocy wielkiej częstotliwości doprowadzonej do anteny.

Nadajnik wykonano na dwóch jednostronnych płytkach drukowanych, których wygląd przedstawiono na rys. 6.16. Zamiast trawienia płytek, można tu wykonać druk przez wycinanie nożem przerw między poszczególnymi płaszczyznami. Na jednej płytce jest umieszczony oscylator wraz ze stopniem izolującym, na drugiej zaś wzmacniacz sterujący i wzmacniacz mocy. Schemat montażowy obu



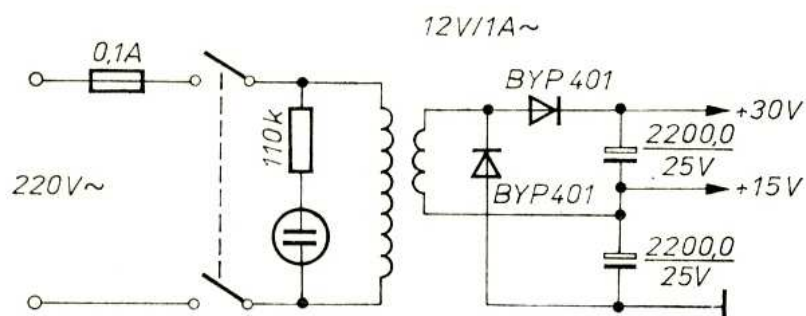
Rys. 6.16. Płytki drukowane nadajnika krótkofalowego

a — płytka oscylatora i separatora, b — płytka wzmacniacza sterującego i końcowego

płytek przedstawiono na rys. 6.17. Wszystkie cewki nadajnika wykonano na rdzeniach pierścieniowych. Konstruktor zastosował rdzenie T-50-2 firmy Amidon, jednak można też zastosować rdzenie pierścieniowe Polfer, np. typ RP 12,5×7,5 z materiału F82. Cewka oscylatora ma 35 zwojów drutu nawojowego CuEm o średnicy 0,4 mm. Uzwojenie pierwotne cewki stopnia sterującego liczy 31 zwojów drutu CuEm o średnicy 0,4 mm, zaś uzwojenie wtórne 4 zwoje takiego samego drutu. Odczep na uzwojeniu pierwotnym

wykonano na 9 zwoju licząc od „zimnego” końca (końcówka 1). Cewka wzmacniacza mocy ma trzy uzwojenia. Uzwojenie obwodu rezonansowego (3—4) nawinięto równolegle dwoma drutami CuEm o ϕ 0,4 mm, liczy ono 2×28 zwojów. Uzwojenie kolektorowe (1—2) liczy 7 zwojów, zaś uzwojenie antenowe (5—6) — 6 zwojów, również drutu CuEm o ϕ 0,4 mm.

Na rysunku 6.18 pokazano schemat zasilacza sieciowego do nadajnika. Zasilacz pracuje w układzie podwajacza napięcia. Na-



Rys. 6.18. Schemat zasilacza sieciowego do nadajnika krótkofalowego

pięcie 15 V zasilą stopnie wstępne, zaś napięcie 30 V zasilą wzmacniacz mocy. W zasilaczu zastosowano transformator sieciowy z jednym uzwojeniem wtórnym 12 V/1 A. Można tu użyć krajowy transformator typu TS 12/3, TS 18/2 czy TS 18/5.

Nadajnik wraz z zasilaczem można umieścić w obudowie z blachy aluminiowej, wykonanej według wskazówek podanych w rozdziale 6.2. Na płycie czołowej obudowy umieszczamy wyłącznik sieciowy wraz z neonówką wskazującą załączenie, pokrętła strojenia oscylatora (VFO) i stopnia mocy, przełącznik zakresów 40/80 metrów, przełącznik praca/strojenie oraz oba mierniki: prądu wzmacniacza końcowego oraz mocy wyjściowej. Dla zmniejszenia wymiarów obudowy można tu zastosować miniaturowe mierniki wychyłowe używane jako wskaźniki wysterowania w magnetofonach. Można ostatecznie zrezygnować w ogóle z mierników, włączając w szereg z obwodem kolektora tranzystora wyjściowego (w miejsce rezystora 1 Ω) umieszczoną na płycie czołowej żarówkę 2,5 V/0,5 A, zaś miernik mocy wyjściowej zastępując wskazaniem dołączonego do gniazda antenowego reflektometru (rozdział 6.14).

Na tylnej ścianie obudowy znajduje się gniazdo anteny i uziemienia, bezpiecznik sieciowy i wyprowadzenie sznura sieciowego. Przy rozmieszczaniu elementów wewnątrz obudowy należy

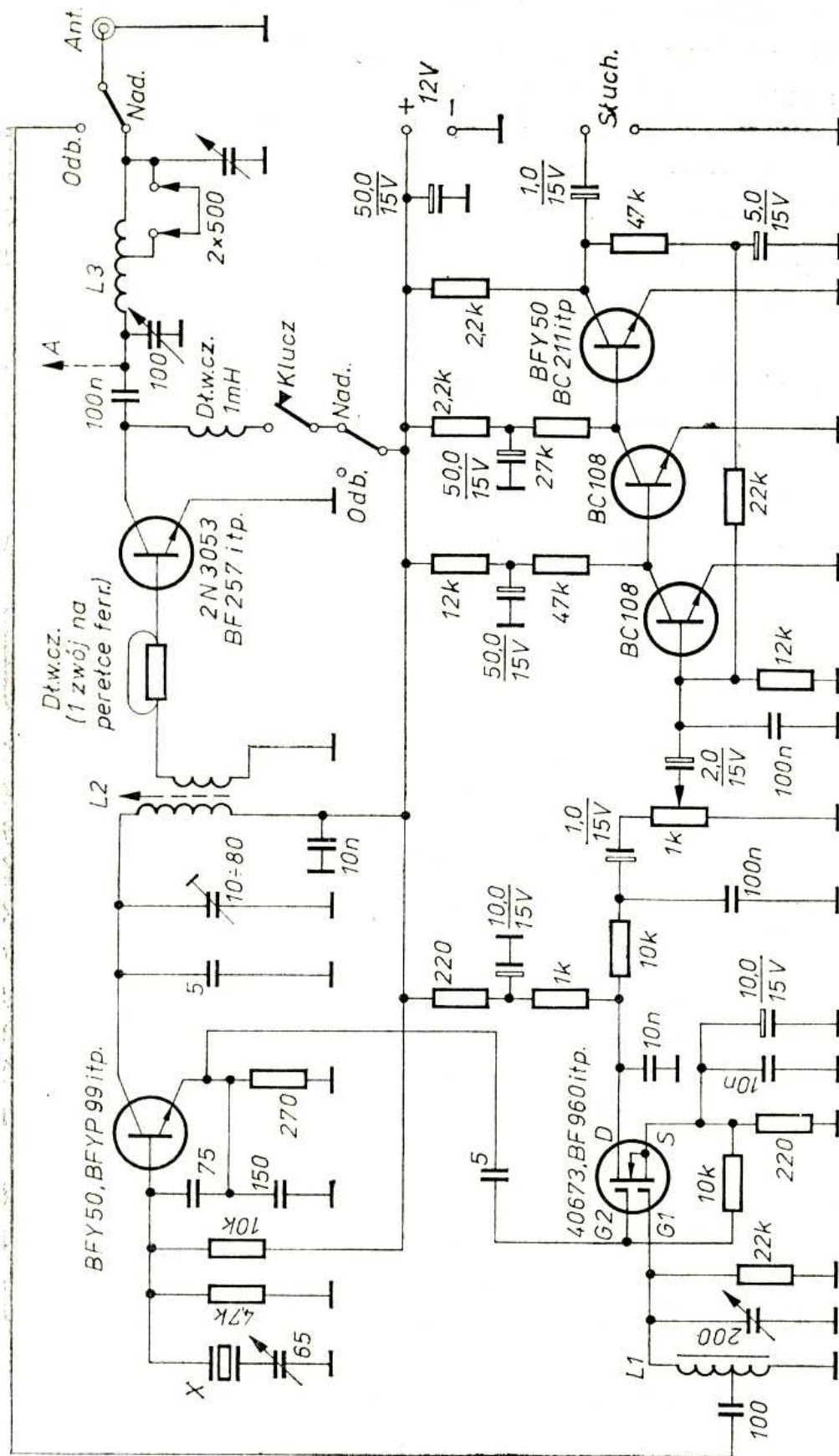
tak ulokować płytki drukowane, aby tranzystor końcowy BD139 mógł być przykręcony do ścianki obudowy, służącej tu jako radiator odprowadzający wydzielane w tranzystorze ciepło. Ponieważ płytka tranzystora odprowadzająca ciepło jest połączona z kolektorem, należy pomiędzy tranzystor i obudowę włożyć przekładkę izolującą z płatka miki lub folii styrofleksowej.

Uruchomienie nadajnika rozpoczynamy od dostrojenia VFO do telegraficznej części pasma 80 m, przez odpowiednie ustawienie trymera $5 \div 25$ pF, a w razie konieczności przez zmianę liczby zwojów cewki. Następną czynnością jest przełączenie nadajnika w pozycję „Praca”, dołączenie sztucznej anteny i po naciśnięciu klucza dostrojenie pokrętkiem kondensatora 100 pF obwodu wyjściowego do uzyskania maksimum mocy. Równocześnie trymerami $10 \div 40$ pF należy dostroić obwód stopnia sterującego (również na maksimum mocy wyjściowej) do częstotliwości 7020 kHz w pasmie 40 m, a następnie do częstotliwości 3550 kHz w pasmie 80 m.

6.8. Transceiver krótkofalowy

Przedstawiony w tym rozdziale transceiver QRP został opisany przez angielskiego krótkofalowca G3DOP. Transceiver pracuje emisją A1A w dwóch pasmach amatorskich 7 i 14 MHz, a przy odpowiednim zwiększeniu liczby zwojów cewek, w pasmach 3,5 i 7 MHz. Schemat transceivera przedstawiono na rysunku 6.19. Nadajnik jest dwustopniowy, składa się z oscylatora (VFO) i wzmacniacza mocy w klasie C. Zastosowano oscylator kwarcowy z przeciąganiem częstotliwości kwarcu (VXO). Kwarc oscyluje na częstotliwości wyjściowej nadajnika. Przy częstotliwości 7 MHz można uzyskać zakres przestrajanego 3 ÷ 4 kHz, a w pasmie 14 MHz — zakres przestrajanego około 7 kHz. W stopniu mocy zastosowano filtr typu II, pozwalający na lepsze wytłumienie częstotliwości harmonicznych i umożliwiającą dopasowanie do anten o różnej impedancji.

Oscylator jest wspólny dla nadajnika i odbiornika, dlatego pracuje on bez przerwy przy nadawaniu i odbiorze. Odbiornik transceivera pracuje w układzie bezpośredniej przemiany częstotliwości. Mieszanie sygnałów VFO i odbieranego odbywa się w dwubramkowym tranzystorze polowym typu MOS-FET. Wytworzony sygnał niskiej częstotliwości jest odfiltrowany przez dolnoprzepusto-



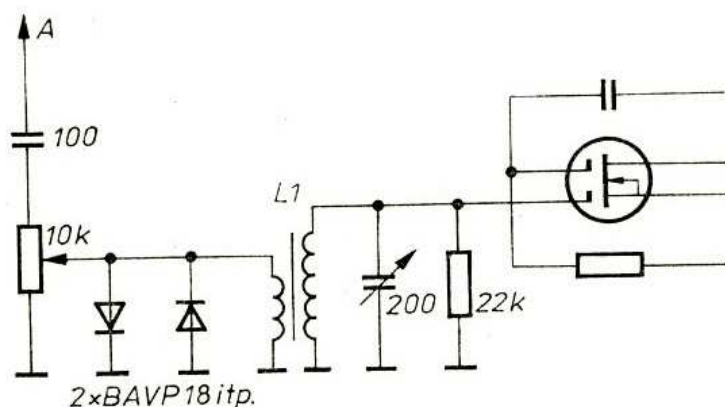
Rys. 6.19. Schemat transceiwa krótkofalowego

wy filtr RC, a następnie wzmacniony w trzystopniowym wzmacniaczu o sprzężeniu bezpośrednim, zasilającym słuchawki.

Transceiver jest zmontowany na jednej płytce drukowanej, której zaprojektowanie pozostawiamy inwencji Czytelników, w oparciu o wskazówki podane w rozdziale 6.4. Cewka wejściowa odbiornika jest nawinięta na rdzeniu pierścieniowym. W modelu pracującym w pasmach 7 i 14 MHz cewka ta liczyła 22 zwoje drutu Cu Em o ϕ 0,7 mm, nawinięte równomiernie na rdzeniu T-50-2 firmy Amidon. Odczep wykonano na około 1/5 liczby zwojów, od strony masy. Duży kondensator zmienny (200 pF) pozwala na pokrycie dwu sąsiednich pasm amatorskich bez zmiany cewki.

Cewka wyjściowa VXO została nawinięta na karkasie o średnicy 7 mm z rdzeniem ferrytowym. W transceiverze modelowym uzwojenie pierwotne liczyło 11 zwojów a wtórne 5 zwojów drutu CuEm o ϕ 0,4 mm. Ten obwód dostraja się do częstotliwości środkowej danego pasma przy pomocy trymera 10÷80 pF. Cewka obwodu wyjściowego, nawinięta na karkasie bez rdzenia o średnicy 25 mm, liczyła 20 zwojów drutu CuEm o ϕ 0,7 mm, z odczepem dla pasma 14 MHz pośrodku (na 10 zwoju). Przy uruchamianiu transceivera i dobieraniu ilości zwojów cewek (np. dla pasma 3,5 MHz) pomocny będzie falomierz-generator opisany w rozdziale 6.16.

Transceiver jest umieszczony w obudowie z blachy aluminiowej. Na płycie czołowej znajdują się pokręta VXO, obu kondensatorów filtra wyjściowego i kondensatora obwodu wejściowego odbiornika, potencjometr regulacji wzmacnienia, przełącznik nadawanie/odbiór oraz gniazda słuchawek. Z tyłu obudowy umieszczono gniazda anteny i uziemienia oraz gniazda zasilania 12 V. Do zasilania



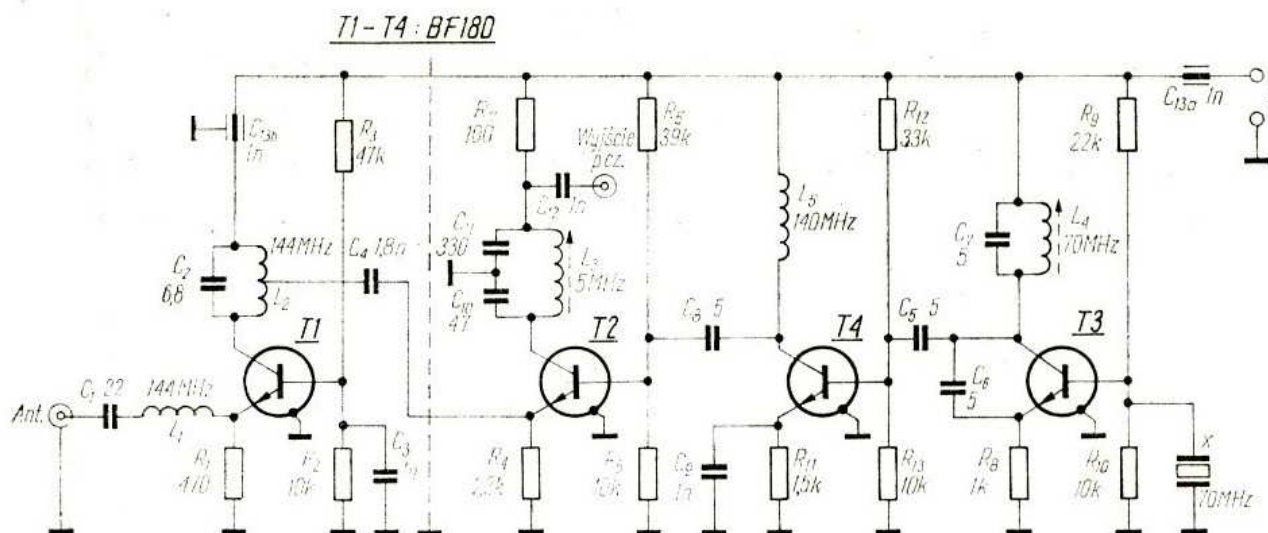
Rys. 6.20. Modyfikacja wejścia odbiornika w transceiverze krótkofalowym

lania można użyć zasilacz stabilizowany opisany w rozdziale 6.18. Dostrajanie transceivera do anteny najlepiej przeprowadzać przy pomocy reflektometru włączonego pomiędzy wyjście transceivera a antenę. Przy zbyt małej czułości reflektometru, można w szereg z anteną włączyć żaróweczkę od latarki kieszonkowej i stroić urządzenie na maksimum świecenia żarówki.

Możliwą do wykonania modyfikacją transceivera jest zastąpienie przełącznika nadawanie/odbiór automatycznym przełącznikiem diodowym. Schemat tak zmodyfikowanego wejścia odbiornika pokazano na rys. 6.20. Dodany do układu potencjometr regulacji poziomu wejściowego w.cz. może się okazać pomocny przy odbiorze silnych sygnałów, a także przy podsłuchu własnego nadawania. Sygnał w.cz. nie jest tu pobierany bezpośrednio z anteny, a z punktu łączącego kondensator 100 nF z cewką filtru wyjściowego II. Do cewki L_1 dowinięto uzwojenie wejściowe liczące 3 zwoje drutu CuEm o ϕ 0,7 mm.

6.9. Przystawka (konwerter) ultrakrótkofalowa

Opisana przystawka jest łatwa do wykonania i uruchomienia. Została skonstruowana przez angielskiego krótkofalowca G5UM, który twierdzi, że przystawka jest połączeniem prostoty, niskich kosztów budowy i dobrych parametrów technicznych. Przystawka zawiera cztery jednakowe tranzystory BF180 (rys. 6.21). Pierwszy z nich pracuje jako wzmacniacz wielkiej częstotliwości z uziemioną dla prądów wielkiej częstotliwości bazą, drugi jako mieszacz, trzeci jako oscylator kwarcowy, czwarty zaś jako podwajacz częstotliwości oscylatora kwarcowego. Sygnał z anteny dostaje się do emitera tranzystora T_1 poprzez cewkę L_1 , dopasowującą linię 75 omów do rezystancji wejściowej wzmacniacza w.cz. W kolektorze tegoż wzmacniacza jest umieszczony obwód L_2-C_2 , podobnie jak L_1 dostrojony do środka pasma 2 m. W tranzystorze T_2 ulegają zmieszaniu: częstotliwość odbierana, doprowadzona do emitera oraz częstotliwość oscylatora lokalnego (heterodyny), doprowadzona do bazy. Częstotliwość heterodyny — to podwojona częstotliwość oscylatora kwarcowego na tranzystorze T_3 . Zastosowano kwarc harmoniczny 70 MHz, co po podwojeniu daje 140 MHz. Tak więc częstotliwość pośrednia odbierana przez współpracujący z przystawką odbiornik wynosi



Rys. 6.21. Schemat ideowy przystawki ultrakrótkofalowej

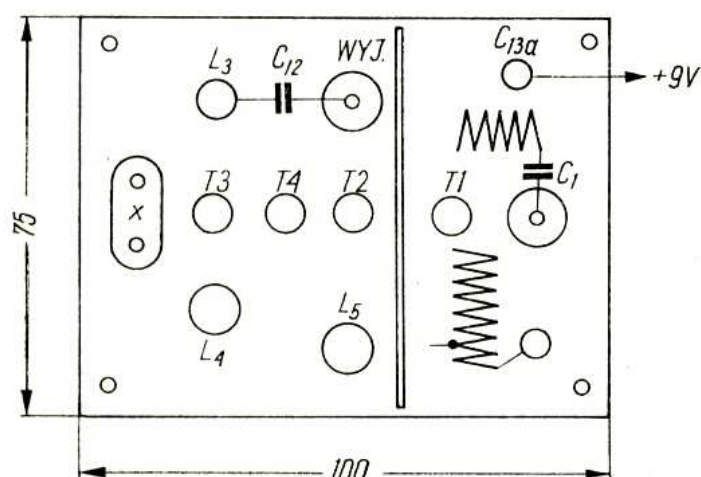
L_1 — 7 zwojów drutu CuEm 0,5 mm, średnica wewn. 6 mm, długość 10 mm,
 L_2 — 6 zwojów drutu CuEm 0,5 mm, średnica wewn. 6 mm, długość 18 mm, odczep na 1 zwoju od strony C13b, L_3 — ok. 60 zwojów drutu CuEm 0,3 mm na karkasie o \varnothing 10 mm z rdzeniem, długość uzwojenia 16 mm, L_4 — 12 zwojów drutu CuEm 0,5 mm na karkasie o \varnothing 4 mm z rdzeniem nawinięte ściśle, L_5 — 5 zwojów drutu CuEm, średnica wewn. 6 mm, długość 6 mm

4÷6 MHz. Jeśli dysponujemy odbiornikiem odbierającym tylko pasmo amatorskie 80 m (3,5÷3,8 MHz), to możemy zastosować kwarc dający po powieleniu częstotliwość heterodyny 140,5 MHz. Będziemy wówczas odbierać początek pasma dwumetrowego (144,0÷144,3 MHz). Jeśli przystawka ma współpracować z odbiornikiem odbierającym inny zakres częstotliwości, to możemy stosownie do potrzeb wybrać inną częstotliwość pośrednią, co jednak pociągnie za sobą konieczność zastosowania innego kwarcu i skorygowania liczby zwojów cewek L_3 , L_4 i L_5 .

Obwód w kolektorze mieszacza T2 jest dostrojony do środkowej częstotliwości pośredniej, a więc 5 MHz. Obwód ten ma postać filtra Π , który dopasowuje wyjście mieszacza do małej impedancji przewodu współosiowego łączącego przystawkę z odbiornikiem.

Przystawkę zmontowano na płycie z laminatu jednostronnego do obwodów drukowanych o wymiarach 75×100 mm. Dla uproszczenia konstrukcji nie wykonano na płycie ścieżek, lecz wykorzystano ją jako swego rodzaju chassis. Cały montaż przystawki wykonano „w powietrzu”, od strony przeciwnej do folii miedzianej, z tym że wszystkie elementy mające być jednym końcem uziemione

zamocowano przekładając ich końcówki przez otwory w płytce i lutując te końcówki do folii miedzianej. W ten sposób elementy te pełnią funkcję wsporników, umożliwiających dalszy montaż. Dalszymi „wspornikami” są: kondensatory przepustowe C_{13a} i C_{13b} , gniazda wejściowe i wyjściowe, a także tranzystory, których obudowy wciśnięto w dopasowane otwory, wywiercone w płytce. Po między wzmacniaczem w.c.z. ($T1$) a mieszaczem ($T2$) umieszczono ekran, wykonany również z laminatu foliowanego. Ekran umocowa-



Rys. 6.22. Płyta montażowa przystawki ultrakrótkofalowej

no przez lutowanie do kołeczków z gołego drutu miedzianego o średnicy $1,5 \div 2$ mm, przetkniętych przez otwory w płytce głównej i przylutowanych do folii miedzianej.

Rozmieszczenie ważniejszych elementów na płytce przedstawiono na rys. 6.22. Pozostałe elementy należy montować przez lutowanie do elementów już zamocowanych na płytce, posługując się schematem ideowym i pamiętając o łączeniu poszczególnych punktów jak najkrótszą drogą.

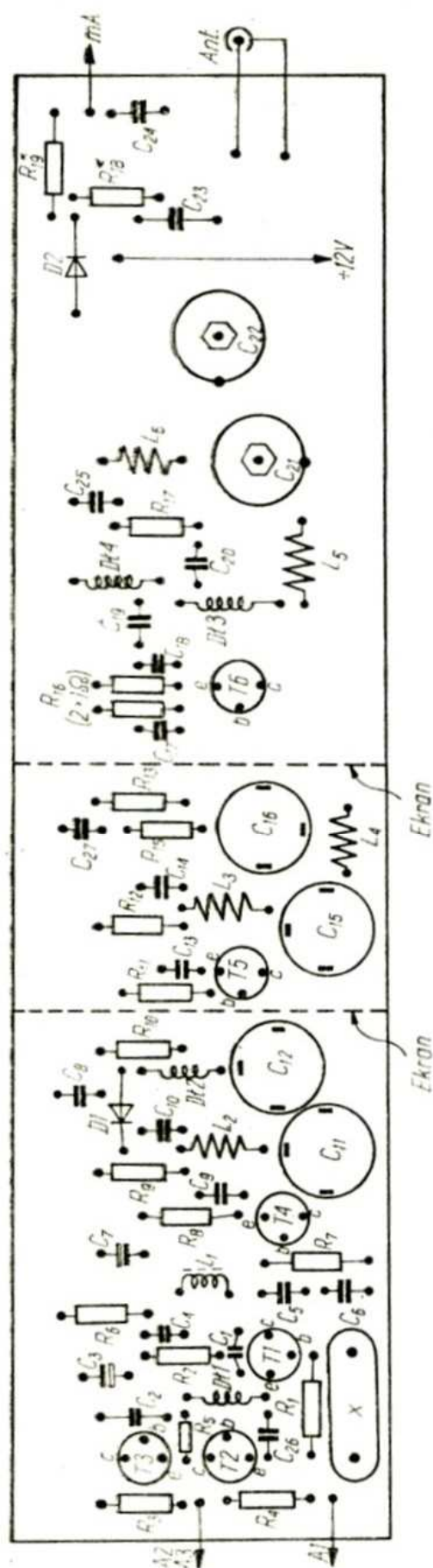
Uruchomienie przystawki rozpoczynamy od sprawdzenia, czy pracuje oscylator kwarcowy na tranzystorze $T3$. W tym celu zasilanie 9 V włączamy poprzez miliamperomierz o zakresie 10 mA. Przy oscylatorze pracującym prawidłowo pobór prądu wyniesie około 5 mA i spadnie o około 0,5 mA przy wyjęciu kwarcu. Jeśli oscylator nie pracuje, to należy doregulować indukcyjność cewki $L4$ przez ściskanie lub rozciąganie zwojów, a na końcu — przez pokręcanie rdzeniem.

Dostrajamy współpracujący odbiornik do częstotliwości 5 MHz i do jego wejścia dołączamy kabel współosiowy połączony z przystawką (gniazdo „wyjście p.cz.”). Szum słyszany w głośniku lub słuchawkach powinien wzrosnąć, co jest objawem prawidłowej pracy mieszacza przystawki. Po dołączeniu anteny na pasmo 144 MHz, dostrajamy kolejno cewki: L_3 (przez pokręcanie rdzeniem), ponownie L_4 (również przez pokręcanie rdzeniem), L_5 , wreszcie L_1 i L_2 (przez ściskanie lub rozciąganie zwojów) — dążąc do uzyskania jak najgłośniejszego szumu na wyjściu odbiornika. Końcową korektę dostrojenia przeprowadzamy już po odebraniu jakiegoś sygnału — w miarę możliwości słabego — w pasmie dwumetrowym. Strojenie w granicach pasma przeprowadza się przestrajając współpracujący z przystawką odbiornik. Częstotliwości 4 MHz na skali odbiornika odpowiada 144 MHz, a 6 MHz odpowiada 146 MHz.

6.10. Nadajnik ultrakrótkofalowy

Opisany nadajnik na pasmo 2 m został skonstruowany przez polskiego krótkofalowca SP3HHO. Schemat ideowy nadajnika jest przedstawiony na rys. 6.23. Oscylator kwarcowy zbudowany na tranzystorze $T1$ pracuje na częstotliwości 48 MHz.

Częstotliwość pracy nadajnika telegraficznego należy wybrać zgodnie z podziałem pasma dwumetrowego, zaleconym przez Międzynarodową Unię Radioamatorską, a więc pomiędzy 144,010 a 144,850 MHz. Tak więc użyty kwarc powinien mieć częstotliwość w granicach $48,003 \div 48,283$ MHz. Drugi w torze nadajnika tranzystor, $T4$ — pracuje jako potrajacz częstotliwości z 48 na 144 MHz. Tranzystor $T5$ pracuje jako stopień sterujący, a tranzystor $T6$ jako wzmacniacz mocy. Obwód wyjściowy nadajnika (L_5 , L_6 , C_{21} , C_{22}) dopasowuje stopień mocy do linii antenowej o impedancji 75Ω . Do gniazda antenowego jest dołączony układ pomiarowy z diodą $D2$, umożliwiający pomiar mocy wyjściowej nadajnika i prawidłowości jego zestrojenia. Tranzystory $T2$ i $T3$ służą do manipulacji nadajnika. Ponieważ nadajnik został skonstruowany z myślą zarówno o pracy telegraficznej w pasmie 2 m, jak i o użyciu go do zawodów w amatorskiej radiolokacji sportowej, przewidziano i możliwość



Rys. 6.25. Schemat montażowy nadajnika ultrakrótkofalowego

kluczowania telegraficznego i modulacji częstotliwością akustyczną. Manipulacja odbywa się napięciami stosowanymi w technice cyfrowej TTL — z myślą o zastosowaniu do nadajnika automatycznego kluczowania. Przy pracy emisją A1, do rezystora R_4 dołączamy poprzez klucz telegraficzny napięcie dodatnie rzędu 5 V, np. z baterii płaskiej 3R12.

Nadajnik jest zmontowany na płytce drukowanej o wymiarach 45×180 mm (rys. 6.24). Do płytki pomiędzy stopniami na tranzystorach T4 i T5 oraz T5 i T6 przytwierdzono ekrany z cienkiej blachy, o wysokości 25 mm. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej jest pokazane na rys. 6.25. Na tranzystor T6 należy nałożyć niewielki radiator, np. ze zwiniętego paska blachy aluminiowej.

Moc wyjściowa nadajnika jest rzędu $1 \div 2$ watów, co przy zastosowaniu anteny opisanej w p. 6.13 umieszczonej odpowiednio wysoko, umożliwia nawiązywanie łączności na odległość kilkudziesięciu, a przy sprzyjających warunkach ponad stu kilometrów. Przy zastosowaniu kwarcu o odpowiedniej częstotliwości (patrz p. 4.7) nadajnik może być użyty do prowadzenia łączności satelitarnych.

Uruchomienie nadajnika jest proste. Po sprawdzeniu prawi-

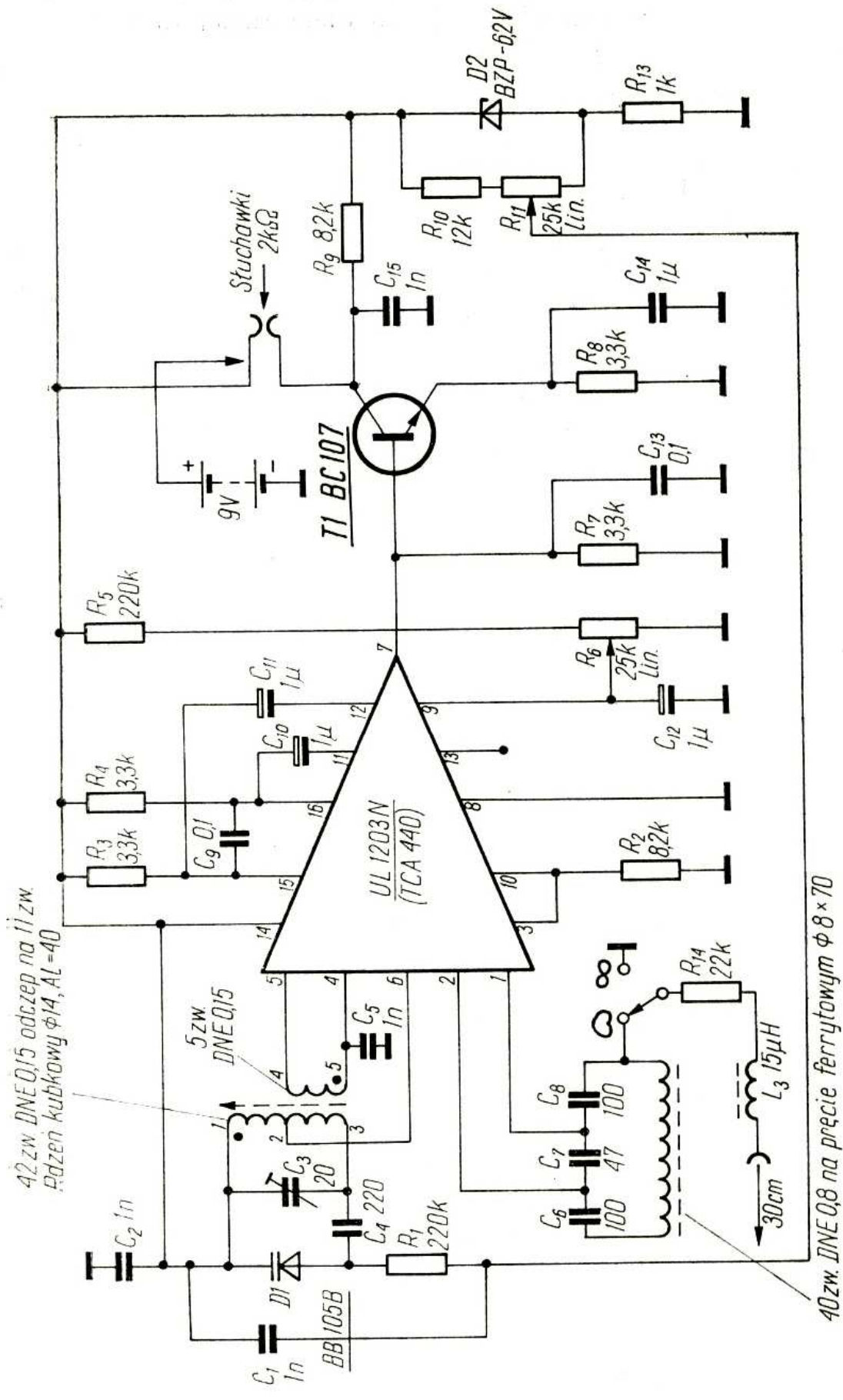
długości montażu, posługując się falomierzem-generatorem dostajemy zgrubnie obwód w kolektorze tranzystora $T1$ do częstotliwości 48 MHz, a pozostałe obwody do częstotliwości 114 MHz. Następnie dołączamy do gniazda antenowego rezystor $75\ \Omega/2\ W$ i włączamy zasilanie. Posługując się miliamperomierzem, mierząc moc wyjściową, korygujemy dostrojenie obwodów nadajnika aż do uzyskania największego wychylenia miliamperomierza. Rezystory R_{18} i R_{19} w układzie pomiarowym — rzędu kilkudziesięciu do kilkuset omów — należy dobrać tak, aby przy pracującym dostrojonym nadajniku obciążonym anteną $75\ \Omega$, miliamperomierz wychylał się do około $\frac{3}{4}$ skali. Jeśli dysponujemy dobrze wyskalowanym woltomierzem z sondą w.cz., to możemy — mierząc napięcie na rezystorze $75\ \Omega$ zastępujących antenę — wyskalować nasz miliamperomierz w watach bądź miliwatach mocy wyjściowej.

Obudowę nadajnika — o dowolnych kształtach — można wykonać z blachy aluminiowej lub laminatu do obwodów drukowanych.

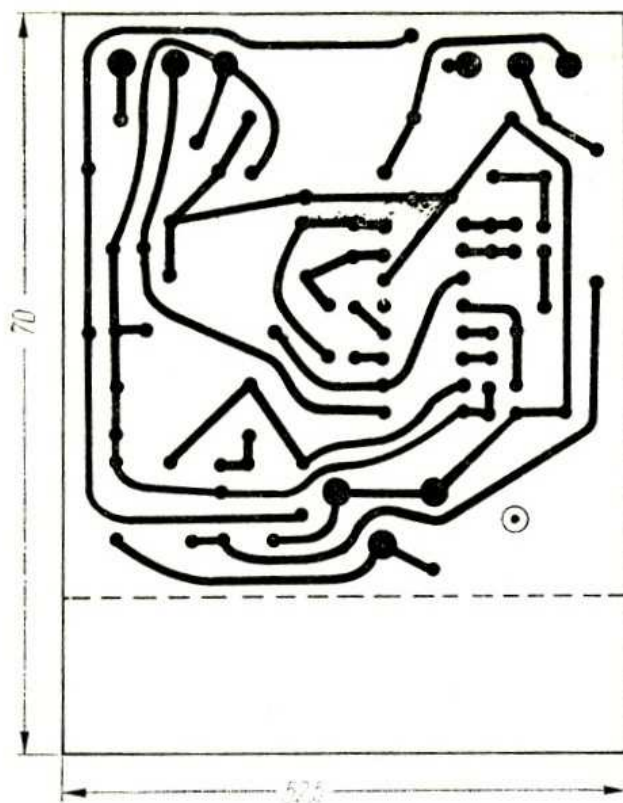
6.11. Odbiornik radiolokacyjny

Odbiornik jest przeznaczony do prowadzenia treningów i udziału w zawodach radiolokacyjnych. Może on współpracować np. z nadajnikiem małej mocy, opisanym w rozdziale 6.10. Odbiornik został skonstruowany przez niemieckiego krótkofalowca DL9FX. Głównym elementem odbiornika jest układ scalony UL1203 N, będący odpowiednikiem układu TCA440 produkcji zachodnioeuropejskiej. Pełni on funkcje wzmacniacza wielkiej częstotliwości, mieszacza i oscylatora lokalnego. Dodatkowe wzmocnienie małej częstotliwości odbywa się na tranzystorze BC107. Jak widać ze schematu ideowego (rys. 6.26), jest to odbiornik z bezpośrednią przemianą częstotliwości. Obwód wejściowy składa się z cewki L_1 nawiniętej na skróconym do 70 mm pręcie anteny ferrytowej i kondensatorów C_6 , C_7 i C_8 . Dołączona antena prętowa o długości około 30 cm (np. szprycha rowerowa) służy do określania właściwego kierunku, spośród dwóch, ustalonych za pomocą anteny ferrytowej.

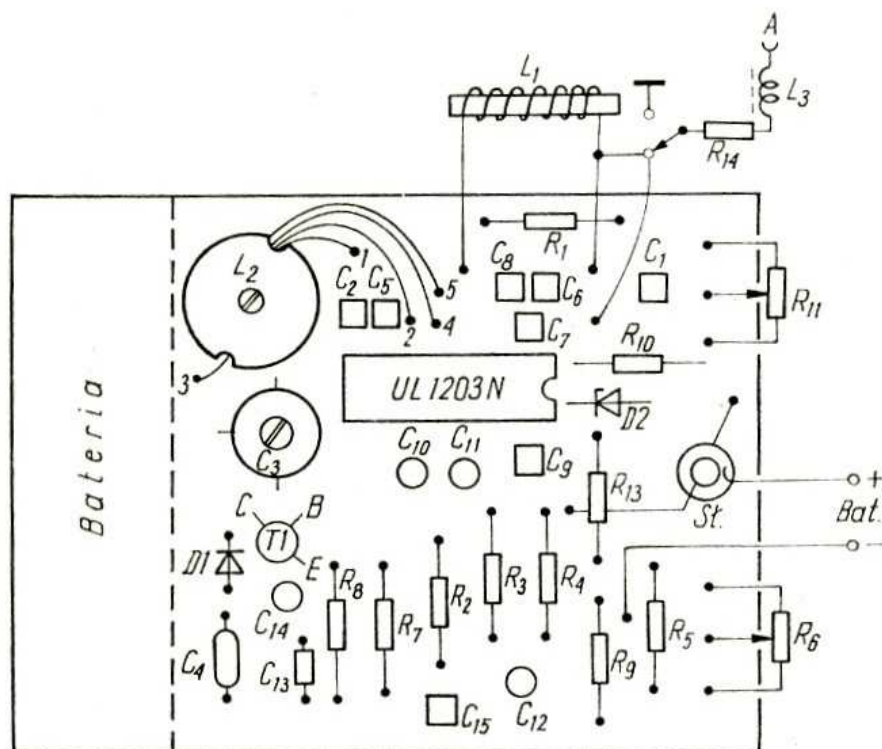
Obwód oscylatora lokalnego jest strojony za pomocą diody pojemnościowej (warikapu). Pozwala to uniknąć stosowania kondensatora zmiennego, a dostrojenie do żądanej częstotliwości odbywa



Rys. 6.26. Schemat ideowy odbiornika radiolokacyjnego



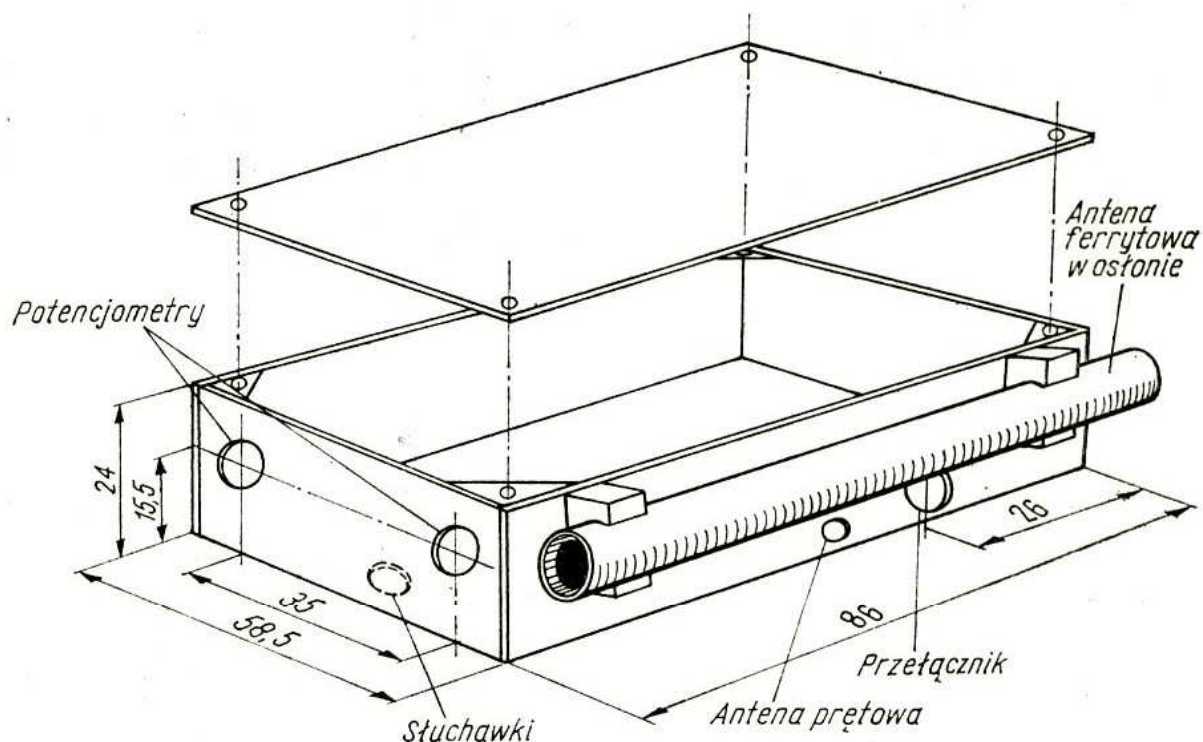
Rys. 6.27. Płytką drukowaną
obiornika radiolokacyjnego



Rys. 6.28. Schemat montażowy odbiornika
radiolokacyjnego

się przez pokręcenie potencjometrem R_{11} . Drugi taki sam potencjometr (R_6) służy do regulacji wzmacnienia, bardzo skutecznej, bo o zakresie ponad 100 dB.

Odbiornik jest zasilany z baterii 9 V typu 6F22 i nie jest wyposażony w oddzielny wyłącznik zasilania, gdyż włączenie odbywa się przez włożenie do gniazda wtyczki słuchawek. Odbiornik



Rys. 6.29. Obudowa odbiornika radiolokacyjnego

jest zmontowany na płytce z laminatu jednostronnie foliowanego miedzią, o wymiarach $70 \times 52,5$ mm. Na rysunku 6.27 pokazano wygląd płytki od strony ścieżek, a na rys. 6.28 położenie elementów na płytce.

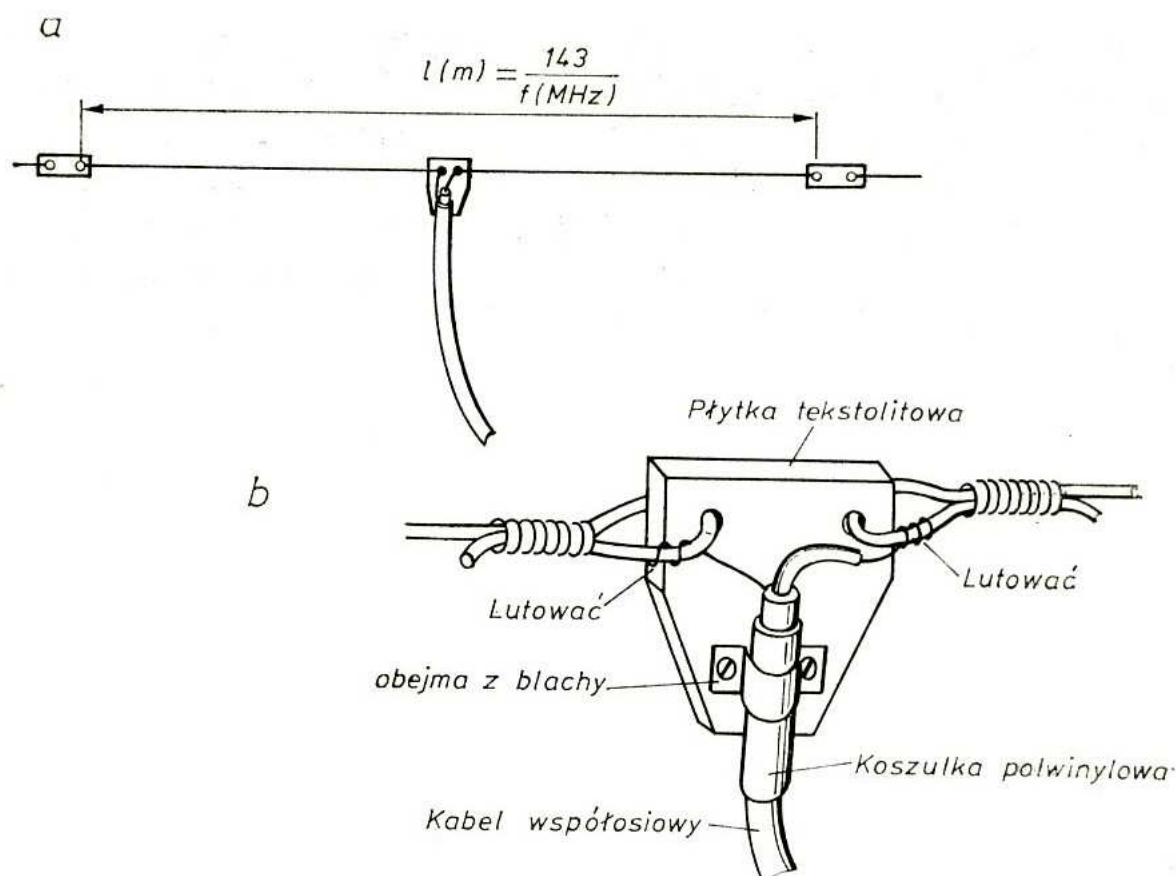
Obudowę odbiornika najlepiej wykonać z kawałków laminatu do obwodów drukowanych. Po wycięciu kawałków odpowiedniej wielkości i oszlifowaniu krawędzi papierem ściernym obudowę należy zlutować umieszczając folię miedzianą od środka. Wykonana w ten sposób obudowa jest sztywna i wytrzymała, a dodatkowo zapewnia ekranowanie umieszczonych wewnątrz elementów. Obudowę z jej orientacyjnymi wymiarami przedstawiono na rys. 6.29. Antena ferrytowa została umieszczona wewnątrz odcinka rurki winidurowej o średnicy zewnętrznej 12 mm.

Uruchomienie odbiornika rozpoczynamy od dostrojenia obwodu oscylatora. Po włączeniu zasilania i ustawieniu potencjometru R_{11} w lewym skrajnym położeniu dostrajamy rdzeniem cewki L_2 częstotliwość oscylatora nieco przed początkiem pasma 80 m, np. do 3490 kHz, posługując się — jako falomierzem — dobrze wyskalowanym odbiornikiem komunikacyjnym. Następnie, obróciwszy potencjometr R_{11} w prawe skrajne położenie, należy trymerem C_3 dostroić oscylator do górnego skraju pasma 80 m. Czynności te należy powtórzyć kilkakrotnie. Po dostrojeniu oscylatora należy odebrać dowolną stację w okolicy 3550 kHz i przesuwając cewkę L_1 wzdłuż pręta ferrytowego uzyskać najgłośniejszy odbiór. Z uwagi na różne gatunki spotykanych w handlu prętów ferrytowych może się okazać konieczne nieznaczne zwiększenie lub zmniejszenie liczby zwojów cewki L_1 .

6.12. Antena krótkofalowa

Antena lub zespół kilku anten stanowią niezwykle ważną część wyposażenia radiostacji amatorskiej. Rodzaj i sposób zawieszenia anteny decydują nieraz o dojściu do skutku dx-owej łączności czy o dokonaniu nasłuchu rzadkiego kraju. Na nic się nie zdadzą dodatkowe wzmacniacze mocy dołączane do nadajnika (oczywiście zgodnie z warunkami licencji!) albo małoszumiające wzmacniacze antenowe w odbiorniku, jeśli zastosujemy antenę niekorzystnie zawieszoną i nie dopasowaną do linii przesyłowej i nadajnika. Antena przeznaczona do łączności dx-owych powinna charakteryzować się skupieniem maksimum promieniowanej mocy w pożądanym kierunku. Takie właściwości mają wieloelementowe krótkofalowe anteny obrotowe, których jednak nie będziemy tu opisywać z uwagi na złożoną konstrukcję i wysoki koszt wykonania. Opiszemy za to kilka prostych anten drutowych, przy pomocy których, szczególnie w dobrych warunkach propagacyjnych, również można prowadzić dx-owe łączności i nasłuchy.

Najprostszą anteną jest drutowa antena półfalowa, zwana też dipolem półfalowym. Jest ona przedstawiona na rysunku 6.30. Antena dipolowa powinna być zawieszona możliwie z dala od budynków i metalowych konstrukcji, wysokość anteny od ziemi powinna być co najmniej równa długości anteny. Można na przykład za-



Rys. 6.30. Dipol półfalowy

a — widok ogólny anteny, b — sposób zamocowania kabla zasilającego

wiesić antenę pomiędzy dwoma wysokimi budynkami lub pomiędzy budynkiem a wysokim drzewem.

Fizyczna długość anteny jest nieco mniejsza od połówki fali w wolnej przestrzeni. Wpływa na to średnica użytego na antenie przewodu i pojemność własna anteny. Z wystarczającą w praktyce dokładnością długość anteny dipolowej można obliczyć ze wzoru:

$$l(m) = \frac{143}{f(MHz)}$$

Do obliczenia należy przyjmować środkową częstotliwość interesującego nas pasma. Na przykład dipole półfalowe do pracy telegraficznej w pasmach 160, 80 i 40 metrów będą miały długości:

1840 kHz: 77,72 m

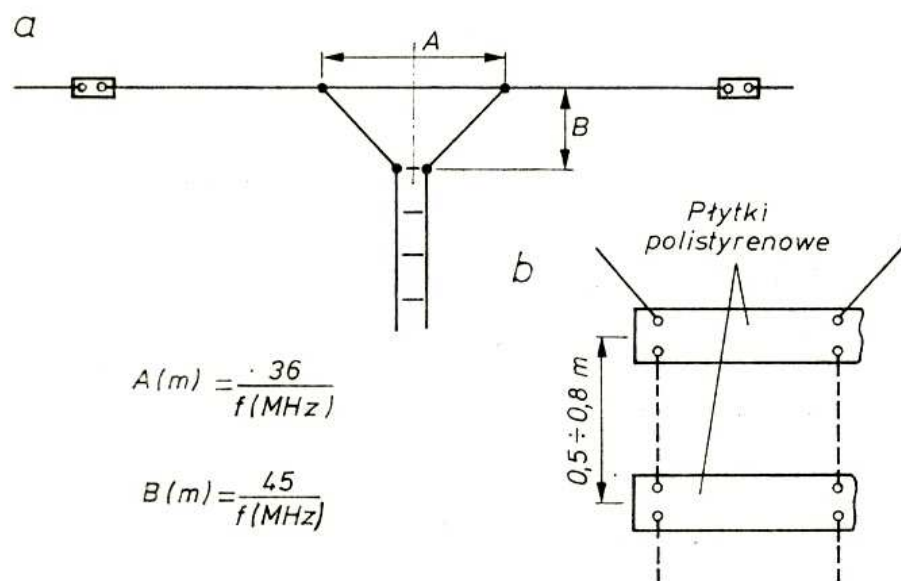
3550 kHz: 40,28 m

7020 kHz: 20,37 m

Do wykonania anteny należy użyć dostatecznie grubego i wytrzymałego drutu czy linki, aby uniknąć kłopotu z ponownym zawie-

szaniem anteny po pierwszej wichurze. Impedancja anteny półfalowej zasilanej pośrodku wynosi około 75Ω , dlatego można ją bezpośrednio zasilać telewizyjnym kablem współosiowym.

Inną możliwością zasilania anteny półfalowej jest dołączenie do niej własnoręcznie wykonanej linii dwuprzewodowej o impedancji 600Ω . W tym przypadku przewód anteny nie jest przecięty pośrodku, a dopasowanie linii do anteny odbywa się jak pokazano na

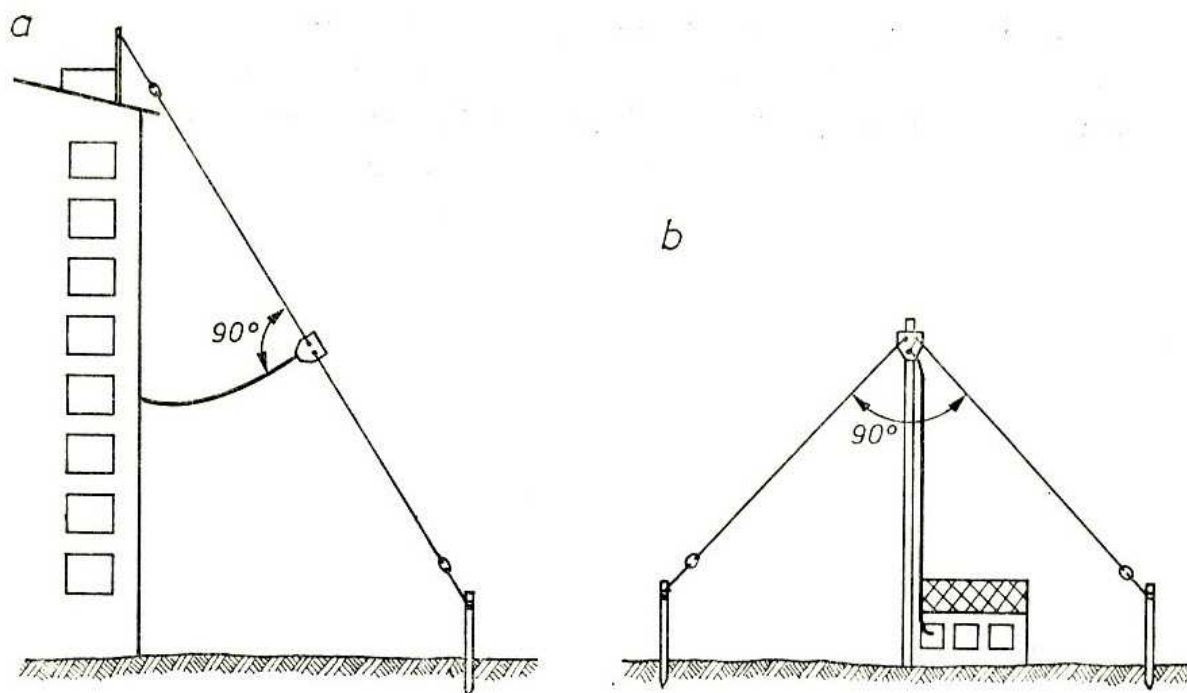


Rys. 6.31. Dipol półfalowy zasilany linią symetryczną

a — widok ogólny anteny, b — sposób wykonania linii zasilającej

rys. 6.31. Tak wykonana antena wymaga również odpowiedniego dopasowania linii zasilającej do wyjścia nadajnika. Sposób takiego dopasowania opisano w rozdziale 6.14. Na rysunku 6.31b pokazano sposób wykonania linii symetrycznej. Ma ona postać drabinki, której „szczebelkami” są polistyrenowe płytki utrzymujące odległość pomiędzy przewodami. Dla uzyskania impedancji 600Ω odległość pomiędzy osiami obu przewodów powinna wynosić $74 d$, gdzie d jest średnicą przewodu.

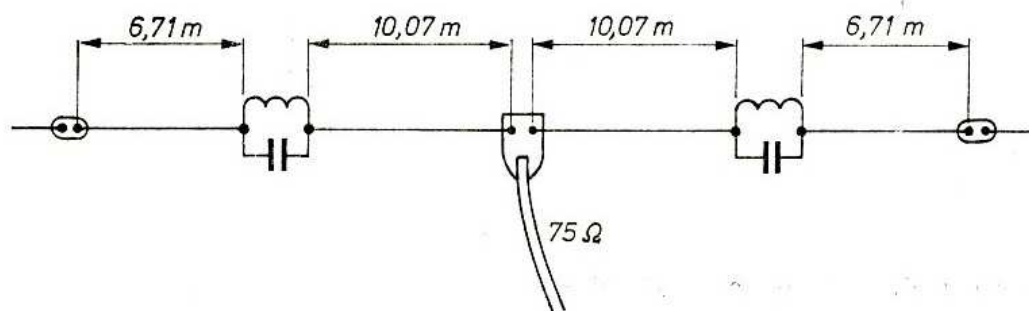
W przypadku braku drugiego, odpowiednio wysokiego punktu do zaczepienia anteny można ją zawiesić ukośnie, np. między dachem budynku a kołkiem wbitym w ziemię czy słupkiem ogrodzenia. Należy jednak tak wybrać dolny punkt zaczepienia anteny, aby był on niedostępny dla dzieci i przechodniów. Tak zawieszona



Rys. 6.32. Inne sposoby zawieszenia anteny dipolowej
a — zawieszenie skośne, b — antena „odwrócona V”

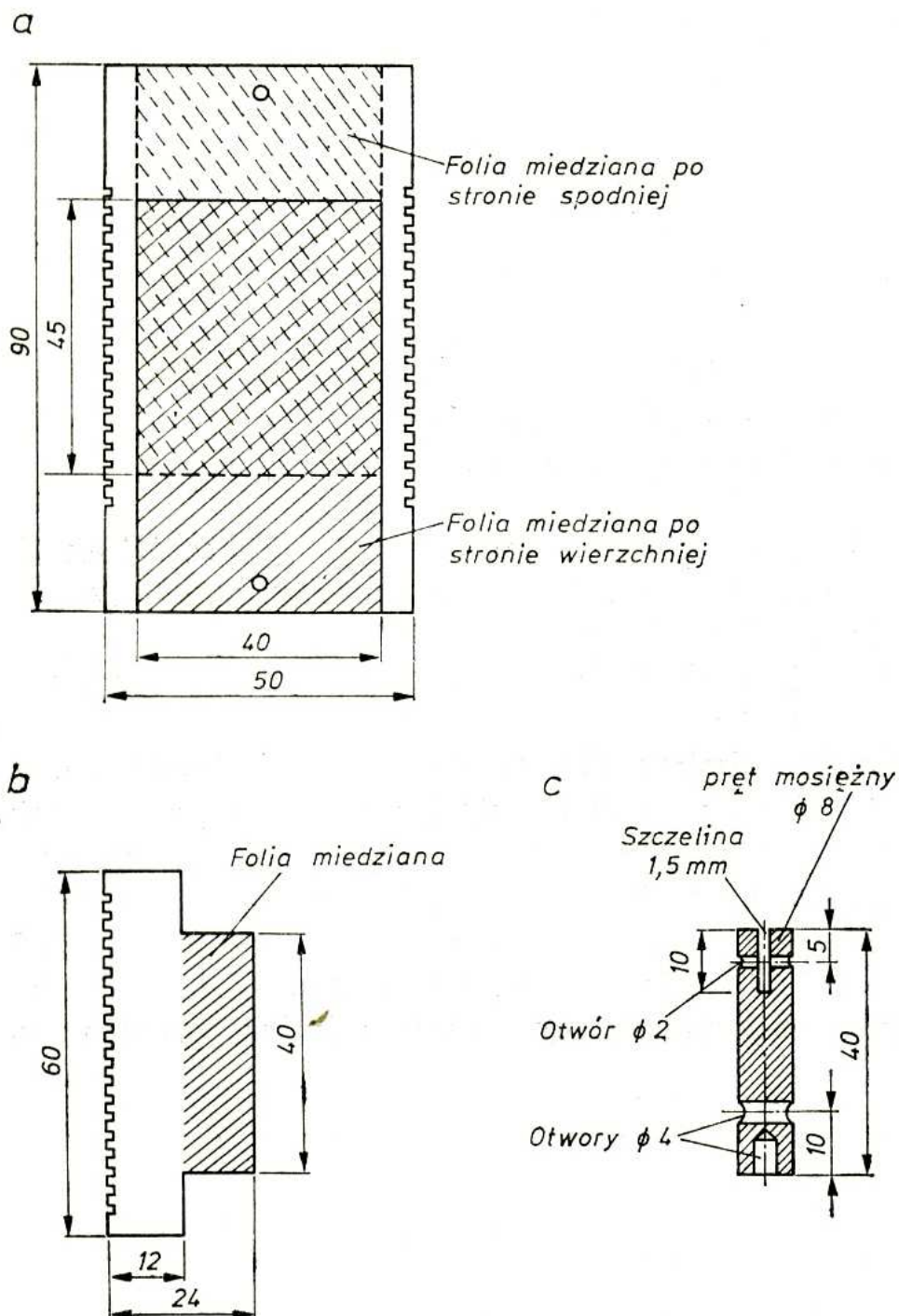
antena będzie się bardzo dobrze sprawować w łącznościach dx-owych. Jeśli mieszkamy w niskim budynku, a dysponujemy jedynie średniej wysokości drzewem czy masztem, możemy naszą antenę zawiesić w postaci odwróconej litery V. Oba te sposoby przedstawiono na rysunku 6.32.

Opisane wyżej odmiany dipolowej anteny półfalowej są w zasadzie antenami jednopasmowymi. Gdy brak jest miejsca na zainstalowanie kilku osobnych anten na różne pasma, rozsądnym rozwiązaniem jest zainstalowanie anteny wielopasmowej. Popularnym typem takiej anteny jest konstrukcja przedstawiona na rys. 6.33, opracowana przez krótkofalowca amerykańskiego W3DZZ. Podane na rysunku wymiary dotyczą pracy anteny w dwóch pasmach ama-



Rys. 6.33. Antena wielopasmowa W3DZZ

torskich: 80 i 40 m, jednak antena W3DZZ pracuje również zadowalająco w pasmach 20, 15 i 10 m. W pasmie 40 m pracuje jedynie środkowa część anteny, gdyż odcinki skrajne są odcięte przez równoległe obwody rezonansowe, tak zwane trapy (ang. *trap* — pu-

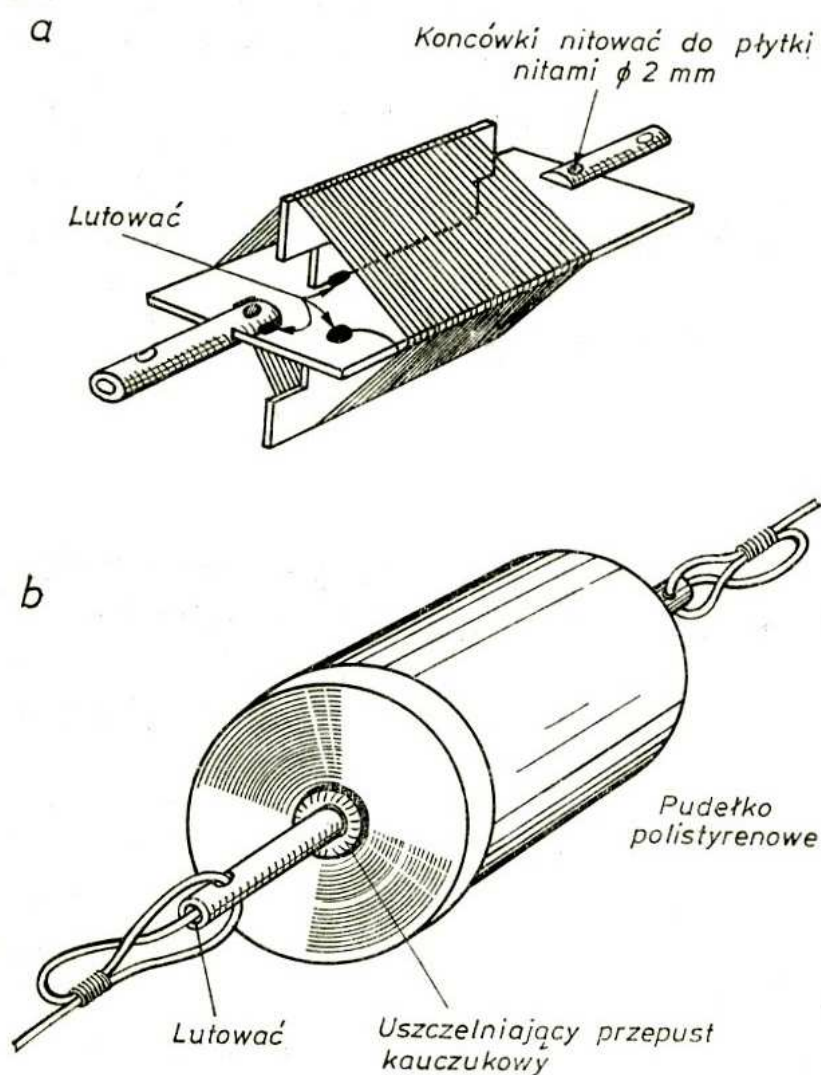


Rys. 6.34. Elementy obwodu anteny W3DZZ

a — płytka kondensatora 60 pF, b — skrzydełko karkasu,
c — końcówka

łapka). Są one zestrojone na środkową częstotliwość pasma 40 m tj. 7050 kHz. Pojemność każdego obwodu wynosi 60 pF, a indukcyjność 8,48 μ H.

Obwody rezonansowe anteny W3DZZ należy wykonać i zestroić bardzo starannie. Jeden z wielu sposobów wykonania obwodów pokazano na rys. 6.34. Kondensator 60 pF jest tu wykonany z dwustronnie foliowanego laminatu szklano-epoksydowego o grubości 1,5 mm. Warstwy folii miedzianej tworzą okładki kondensatora, a odpowiednie marginesy na skrajach płytki nie pozwalają na przebicie. Wzdłuż osi płytki zamocowano mosiężne końcówki, służące do dołączenia przewodów anteny. Wzdłuż dłuższych krawędzi płytki kondensatora wykonano w odstępach 3 mm kilkanaście nacięć, ustalających położenie zwojów cewki. Do obu okładek tak wykonanego kondensatora przylutowano małe płytki z usuniętą do połowy folią, tworzące skrzydełka karkasu cewki. Wokół kondensa-



Rys. 6.35. Obwód anteny W3DZZ

a — obwód przygotowany do zestrojenia, b — gotowy obwód dołączony do anteny

tora nawija się drutem miedzianym o średnicy 1 mm cewkę, układając zwoje w wycięciach karkasu. W trakcie nawijania należy drut naciągnąć tak, że wykonana cewka ma przekrój kwadratowy, a nie okrągły. Przy wymiarach jak na rysunku cewka liczy 18 zwojów. Końce cewki należy przylutować do obu okładzin kondensatora. Na rysunku 6.34 przedstawiono wygląd i wymiary elementów obwodu rezonansowego. Należy przygotować dwie płytki kondensatorów oraz po cztery skrzydełka karkasu i końcówki.

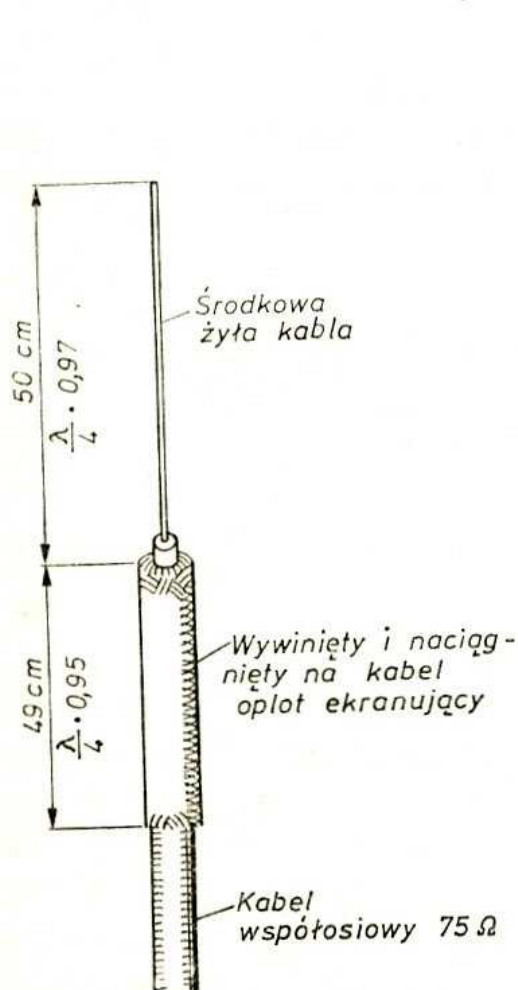
Wygląd zmontowanego obwodu jest pokazany na rysunku 6.35a. Po nawinięciu cewki można przystąpić do zestrojenia obwodu. W tym celu należy obwód umieścić z dala od przedmiotów metalowych, np. na dużym tekturowym pudełku i przy możliwie luźnym sprzężeniu mierzyć częstotliwość własną obwodu przy pomocy falomierza-generatora. Częstotliwość falomierza-generatora trzeba kontrolować falomierzem cyfrowym lub odbiornikiem dostrojonym dokładnie do częstotliwości 7050 kHz. Dostrojenia dokonuje się przez odginanie na zewnątrz lub do wewnątrz skrajnych zwojów cewki. Po dostrojeniu obwodu należy jego elementy pomalować lakierem bezbarwnym i umieścić w polistyrenowej obudowie, np. w zakręcanym okrągłym pudełku o objętości 300 cm³. Otwory na końcówki obwodu uszczelnia się kauczukowymi przepustami, a gwint pokrywki smaruje przed zakręceniem klejem do polistyrenu. Gotowy obwód w pudełku i sposób jego dołączenia do anteny pokazano na rysunku 6.35b.

6.13. Antena ultrakrótkofalowa

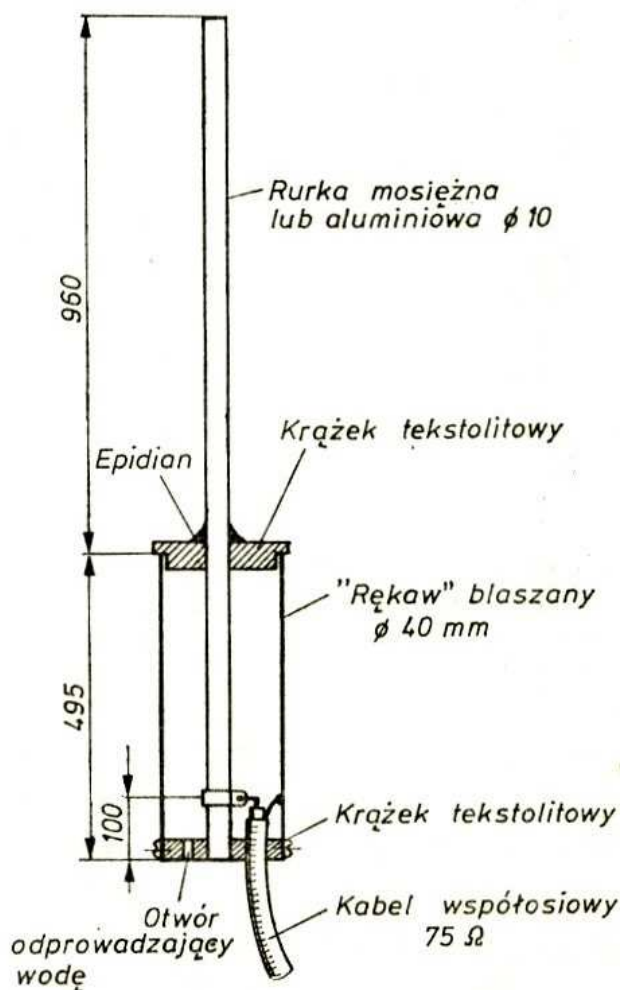
Wśród dziesiątków typów anten UKF, stosowanych przez krótkofalowców, można wyróżnić dwie grupy. Pierwsza, to anteny o charakterystyce dookólnej, przeznaczone do łączności lokalnych bezpośrednich i przez przemienniki. Takie anteny mają najczęściej polaryzację pionową i powinien je charakteryzować duży zysk w kierunku stycznym do powierzchni Ziemi, jednakowy we wszystkich kierunkach. Druga grupa to anteny kierunkowe przeznaczone do łączności dalekosieżnych i satelitarnych. Największe i najbardziej skomplikowane anteny UKF są stosowane do łączności przez odbicie od Księżyca (EME). Anteny kierunkowe mają skupione w jednym kierunku wiązki promieniowanej mocy, przy możliwie małym pro-

mieniowaniu w innych kierunkach. Pracują one zazwyczaj z polaryzacją poziomą.

Opiszemy kilka prostych anten, zarówno z jednej jak i drugiej grupy. Podane wymiary dotyczą pasma amatorskiego 144÷÷146 MHz, gdyż zazwyczaj w tym pasmie stawiają pierwsze kroki przyszli ultrakrótkofalowcy. Pierwsza z opisanych anten do łączności lokalnych może wydać się żartem autora książki. A jednak ta antena, której wykonanie zajmuje nie więcej niż 15 minut, pracuje znakomicie i zabezpieczona od wpływów atmosferycznych może służyć konstruktorowi latami. Sposób wykonania anteny wyjaśnia rys. 6.36. Po odmierzeniu potrzebnej długości kabla współosiowego (np. długości od nadajnika do tyczki drewnianej umocowanej na dachu) odmierzamy na jednym końcu kabla odcinek długości 50 cm i po ostrożnym nacięciu nożem zdejmujemy z niego ze-

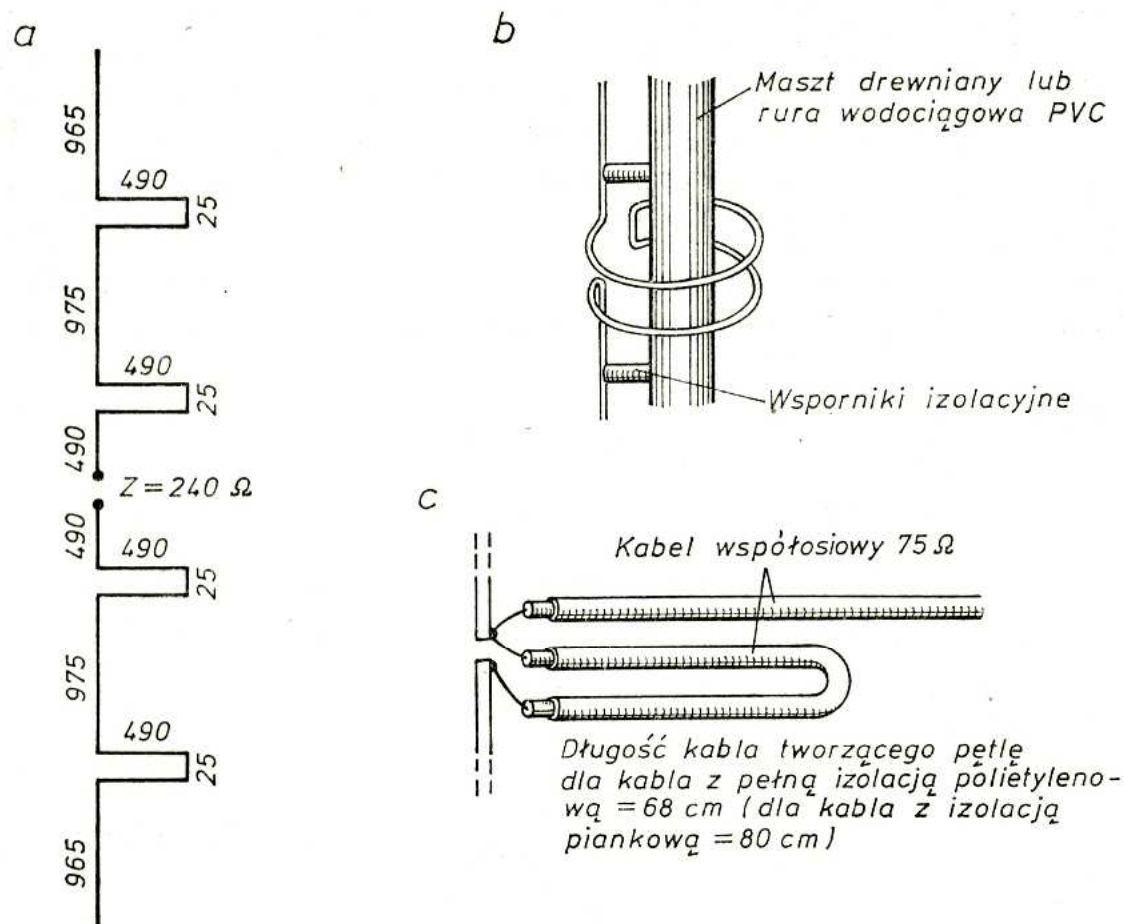


Rys. 6.36. Najprostsza antena dookólna UKF



Rys. 6.37. Antena UKF do łączności lokalnych

wewnętrzną powłokę polwinitową. Następnie luzujemy opłót ekranujący z drucików miedzianych i wywijamy go „na lewą stronę”, naciągając ściśle na dalszy odcinek kabla. Tak naciągnięty opłót powinien mieć długość 49 cm. W odległości 1 cm od miejsca wywinienia nacinamy ostrożnie wewnętrzną izolację polietylenową kabla

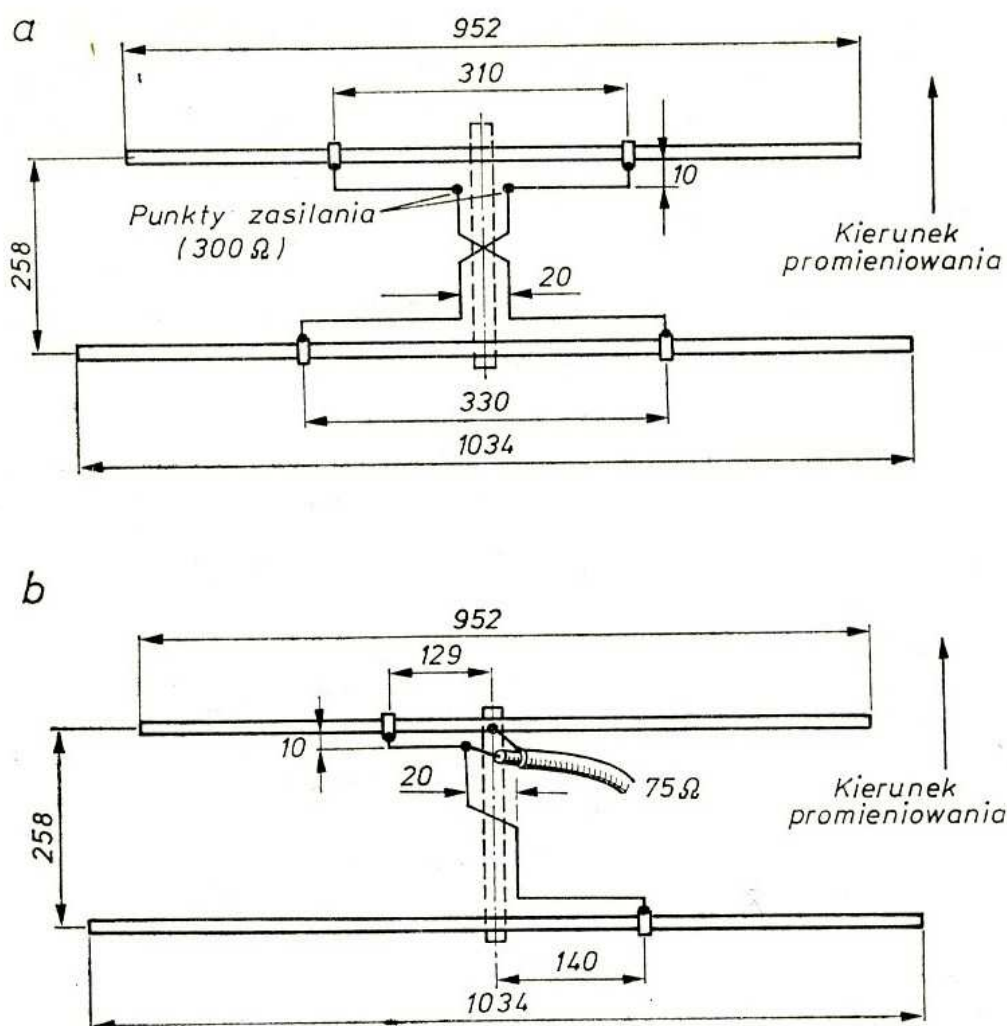


Rys. 6.38. Antena dookólna UKF o dużym zysku

a — wymiary elementów anteny w mm, b — szczegół konstrukcyjny anteny, c — transformator/symetryzator dopasowujący antenę do kabla współosiowego 75 Ω

i ściągamy ją, pozostawiając jedynie żyłę środkową. Po zabezpieczeniu przed wilgocią miejsca wywinienia (np. klejem polistyrenowym lub Epidianem) gotową antenę mocujemy w kilku miejscach taśmą samoprzylepną lub żyłką nylonową do tyczki drewnianej. Antena jest gotowa.

Kolejną antenę dookólną pokazuje rys. 6.37. Jest to współosiowa odmiana popularnej wśród ultrakrótkofalowców anteny typu „J”. Element promieniujący wykonano z rurki mosiężnej lub



Rys. 6.39. Antena kierunkowa HB9CV

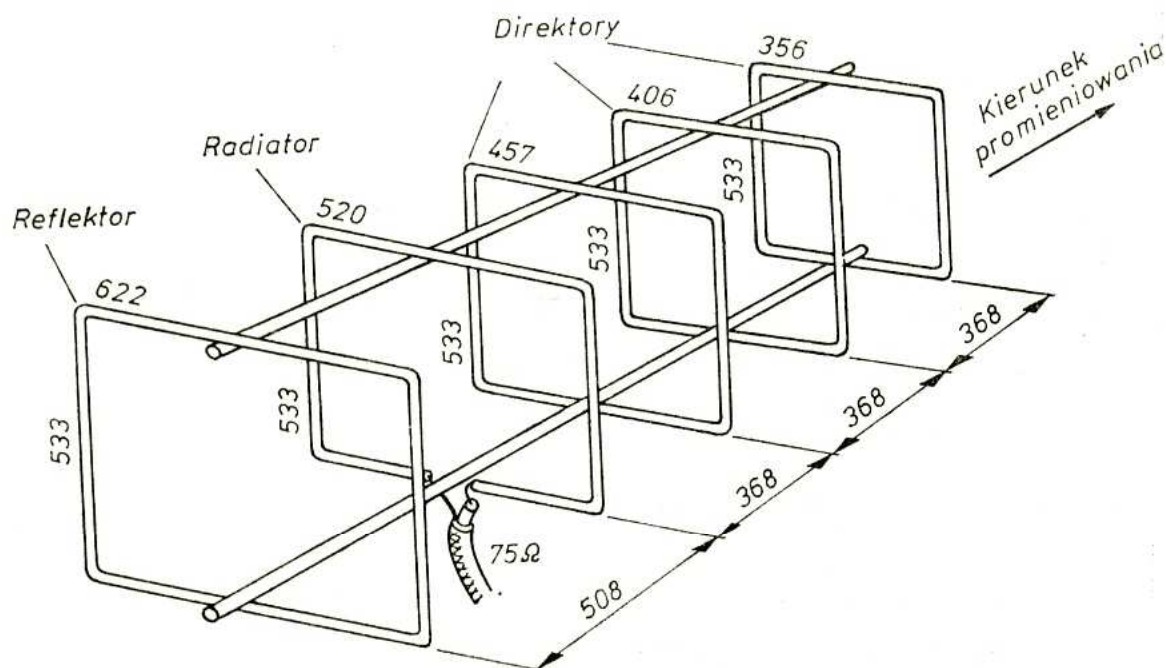
a — wersja symetryczna, b — wersja niesymetryczna

aluminiowej o średnicy zewnętrznej 10 mm, „rękaw” metalowy wykonano z zagiętej w krąg i zlutowanej blachy ocynkowanej. Szczegóły konstrukcyjne anteny są widoczne na rysunku. Antenę można zamocować na tyczce drewnianej lub metalowej przy pomocy obejmy, chwytającej „rękaw” w jego dolnej części.

Przedstawiona na rysunku 6.38a antena dookólna, tak zwana antena kolinearna, ma bardzo płaską charakterystykę i umożliwia łączności lokalne w zasięgu kilkudziesięciu kilometrów. Zysk tej anteny w stosunku do dipola pionowego jest rzędu 5,5 decybel. Antenę wykonuje się z drutu (pręta) miedzianego lub mosiężnego o średnicy 3÷5 mm. Odcinki poziome (przesuwające fazę) można zwinąć wokół masztu, jak pokazuje rys. 6.38b. Impedancja anteny w miejscu zasilania wynosi ok. 240 Ω . Można ją zasiląć bezpośrednio

płaską linią symetryczną do anten telewizyjnych, zaś przy zasilaniu kablem współosiowym trzeba zastosować transformator impedancji pokazany na rys. 6.38c. Kabel zasilający powinien odchodzić od masztu anteny pod kątem prostym na odległość 0,5 m — dalej kabel można skierować w dół.

Spośród prostych anten kierunkowych UKF największą popularność zdobyła sobie dwuelementowa antena skonstruowana przez szwajcarskiego krótkofalowca Rudolfa Baumgartnera HB9CV.



Rys. 6.40. Pięcioelementowa antena typu „Quad” o zysku 12,5 dB

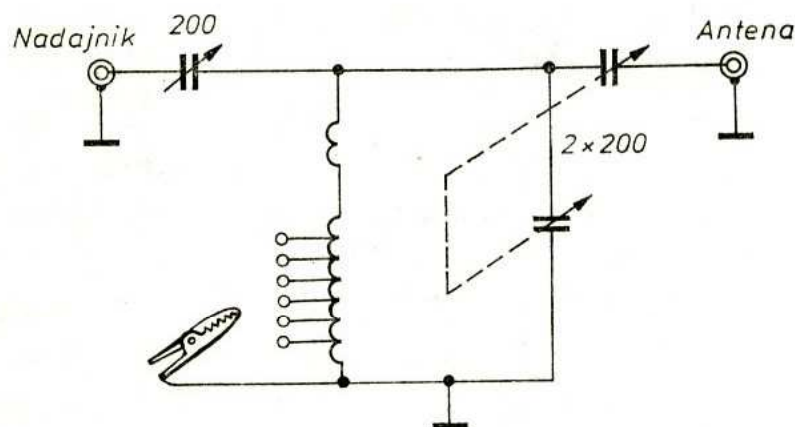
Mimo małych wymiarów ma ona zysk rzędu 5 decybeli, jest też chętnie stosowana w odbiornikach do amatorskiej radiolokacji sportowej. Na rysunku 6.39 pokazano dwie wersje anteny HB9CV: symetryczną, przeznaczoną do zasilania płaską linią telewizyjną lub kablem współosiowym poprzez transformator z rys. 6.38c, oraz niesymetryczną, zasilaną bezpośrednio kablem 75 Ω . Elementy promieniujące anteny HB9CV są wykonane z rurki lub pręta aluminiowego o średnicy 5÷8 mm, zaś połączenia między elementami są wykonane z drutu miedzianego o ϕ 2 mm.

Na rysunku 6.40 jest pokazana antena kierunkowa do łączności dalekosieżnych. Jest to pięcioelementowa antena kwadratowa (Quad), o zysku 12,5 decybeli. Wszystkie elementy tej anteny są wykonane z pręta aluminiowego o ϕ 10 mm. Na rysunku dla uprosz-

czenia nie pokazano szczegółów połączenia elementów z dwoma wspornikami. Antenę można zamocować do masztu w jej środku ciężkości (pomiędzy radiatorem a najbliższym direktorem) za pomocą dwóch obejm łączących maszt z podłużnymi wspornikami.

6.14. Dopasowanie anteny, reflektometr

Wspomnieliśmy już, jak ważną rzeczą jest dopasowanie nadajnika do linii zasilającej antenę oraz dopasowanie samej linii do anteny. Niedopasowanie powoduje spadek promieniowanej mocy, wzrost poziomu częstotliwości niepożądanych, a w skrajnym przypadku może doprowadzić do zniszczenia lamp lub tranzystorów w końcowym



Rys. 6.41. Układ dopasowujący antenę do nadajnika

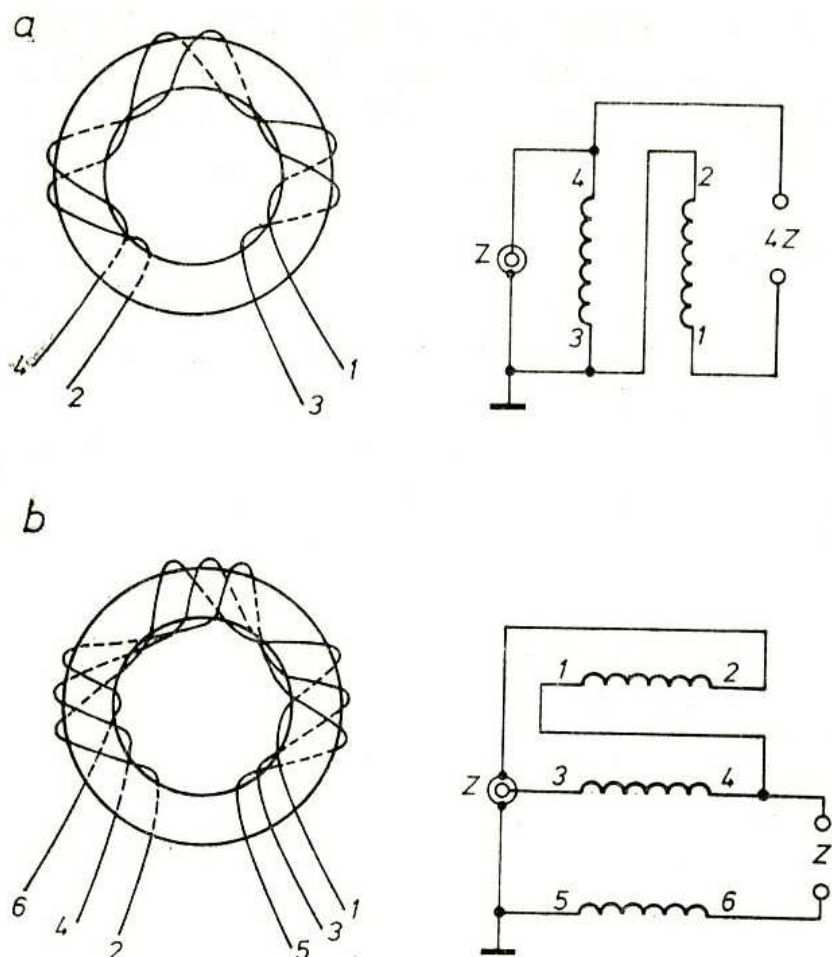
stopniu nadajnika. Jeśli nadajnik jest wyposażony w strojony obwód wyjściowy typu II, można uzyskać dopasowanie do linii zasilających o impedancjach od kilkudziesięciu do kilkuset omów. Co jednak zrobić, jeśli dysponujemy nadajnikiem z wyjściem niesymetrycznym $50\ \Omega$, a nasza antena jest zasilana linią symetryczną $600\ \Omega$? Najlepszym wyjściem jest zastosowanie dodatkowego strojonego obwodu dopasowującego, zwanego popularnie „skrzynką antenową” lub z angielskiego „transmatch”. Schemat takiego urządzenia jest pokazany na rys. 6.41. Składa się ono z dwóch kondensatorów zmiennych — pojedynczego $200\ \text{pF}$ i podwójnego $2 \times 200\ \text{pF}$, oraz dwóch cewek powietrznych. Przy współpracy z nadajnikiem QRP kondensatory mogą być typu odbiorczego, jednak przy mocach rzędu kilkudziesięciu watów trzeba zastosować kondensatory zmienne o zwiększonych odstępach między płytkami. Cewki są na-

winięte drutem miedzianym o ϕ 1 mm. Mniejsza cewka liczy trzy zwoje o średnicy 25 mm, rozciągnięte na długość 35 mm. Większa cewka jest nawinięta na karkasie preszpanowym lub kawałku rury winidurowej o średnicy 50 mm. Liczy on 40 zwojów, oddalonych jeden od drugiego o grubość drutu, tj. 1 mm. Co drugi zwój w jednym rzędzie są przylutowane odczepy w postaci krótkich (ok. 10 mm) kawałków gołego drutu. Odczepy te służą do chwytania „krokodylkiem” połączonym z masą, a więc do skokowej zmiany indukcyjności cewki.

Elementy układu dopasowującego umieszcza się w skrzynce z blachy aluminiowej, z otwieranym wieczkiem umożliwiającym przełączanie odczepów cewki. Należy zwrócić uwagę, że osie kondensatorów zmiennych znajdują się na potencjale wielkiej częstotliwości, należy więc je przedłużyć prętami z materiału izolacyjnego (polistyren, tekstolit itp.), zaś same kondensatory należy mocować do skrzynki poprzez podkładki izolacyjne.

Dopasowanie nadajnika do anteny przeprowadza się w następujący sposób. Po włączeniu między nadajnik i układ dopasowujący reflektometru dołączamy do układu antenę i uruchamiamy nadajnik, najpierw ze zmniejszoną mocą. Przy obu kondensatorach w środkowym położeniu staramy się dobrać tak odczep na cewce, aby reflektometr wskazywał najmniejszą moc odbitą (przy większych mocach, w czasie przełączania odczepów należy wyłączać moc w nadajniku). Następnie obracamy oba kondensatory starając się uzyskać jak najmniejszy współczynnik fali stojącej. Jeśli nie uzyskamy współczynnika fali stojącej bliskiego jedności, zmieniamy odczep i powtarzamy całą procedurę.

Opisany układ dopasowujący ma wyjście niesymetryczne. Przy stosowaniu anteny zasilanej linią symetryczną należy ją dołączyć do układu dopasowującego poprzez symetryzator. Na rysunku 6.42 pokazano dwa symetryzatory antenowe wykonane na rdzeniach pierścieniowych Polfer typ RP 40×24 z materiału F82. Symetryzator (tzw. Balun — ang. *balanced* — *unbalanced*) na rys. 6.42a, poza symetryzacją transformuje impedancję w stosunku 1 : 4. Ma on dwa równoległe nawinięte uzwojenia, z których każde liczy 10 zwojów drutu CuEm o ϕ 1 mm. Symetryzator na rysunku 6.42b nie zmienia impedancji, ma on trzy równoległe nawinięte uzwojenia, liczące również po 10 zwojów drutu CuEm o ϕ 1 mm. Przed



Rys. 6.42. Sposób nawinięcia i połączenia symetryzatorów na rdzeniach pierścieniowych

a — symetryzator transformujący impedancję w stosunku 1 : 4,
b — symetryzator nie zmieniający impedancji

rozpoczęciem nawijania rdzeń należy owinać samoprzylepną taśmą izolacyjną.

Właściwe wykorzystanie układu dopasowującego wymaga jego współpracy z reflektometrem. Opisany poniżej reflektometr jest podstawowym przyrządem przy wszelkich pracach antenowych. Bez reflektometru trudno jest sprawdzić, czy moc wytworzona przez nadajnik jest rzeczywiście doprowadzona do anteny i wypromieniowana w przestrzeń. Nieraz zdarza się, że krótkofalowiec jest bliski zniechęcenia nie mogąc nawiązać łączności z niezbyt odległą stacją i zabiera się do rozbiórki nadajnika, gdy tymczasem winowajcą jest niesprawna antena.

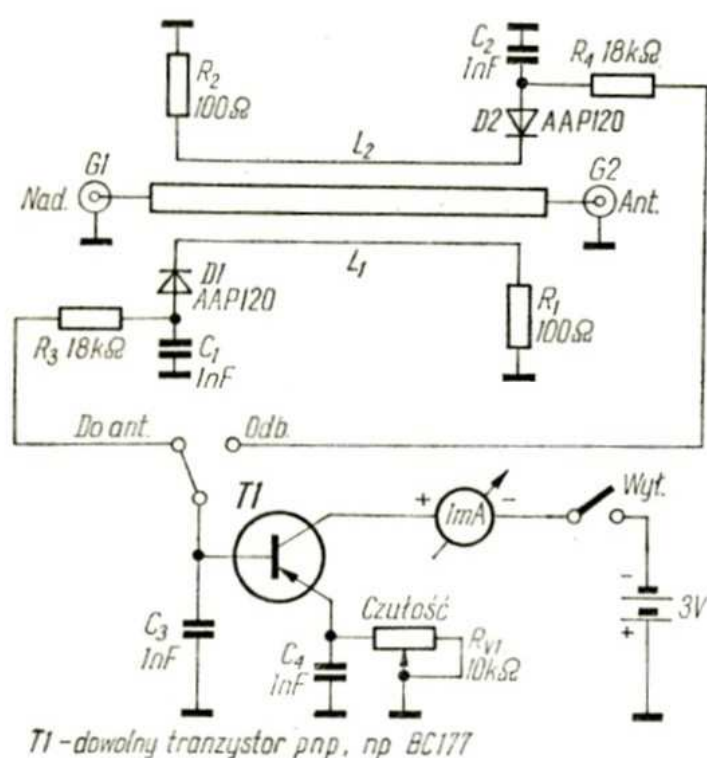
Z teorii linii przesyłowych wiadomo, że maksimum mocy wytworzonej przez nadajnik będzie wypromieniowane wówczas, gdy

linia antenowa jest zamknięta impedancją równą impedancji charakterystycznej linii. Na przykład kabel współosiowy 75 Ω powinien zasilać antenę o impedancji również 75 Ω , np. dipol otwarty. Wówczas współczynnik fali stojącej w linii

$$WFS = \frac{Z_{ant}}{Z_{linii}} \quad \text{lub} \quad \frac{Z_{linii}}{Z_{ant}}$$

będzie równy 1. Jeśli linia będzie na końcu zwarta lub otwarta, WFS będzie równy nieskończoności.

Reflektometr jest przyrządem mierzącym stale, podczas pracy nadajnika, współczynnik fali stojącej. Jest on włączony pomię-

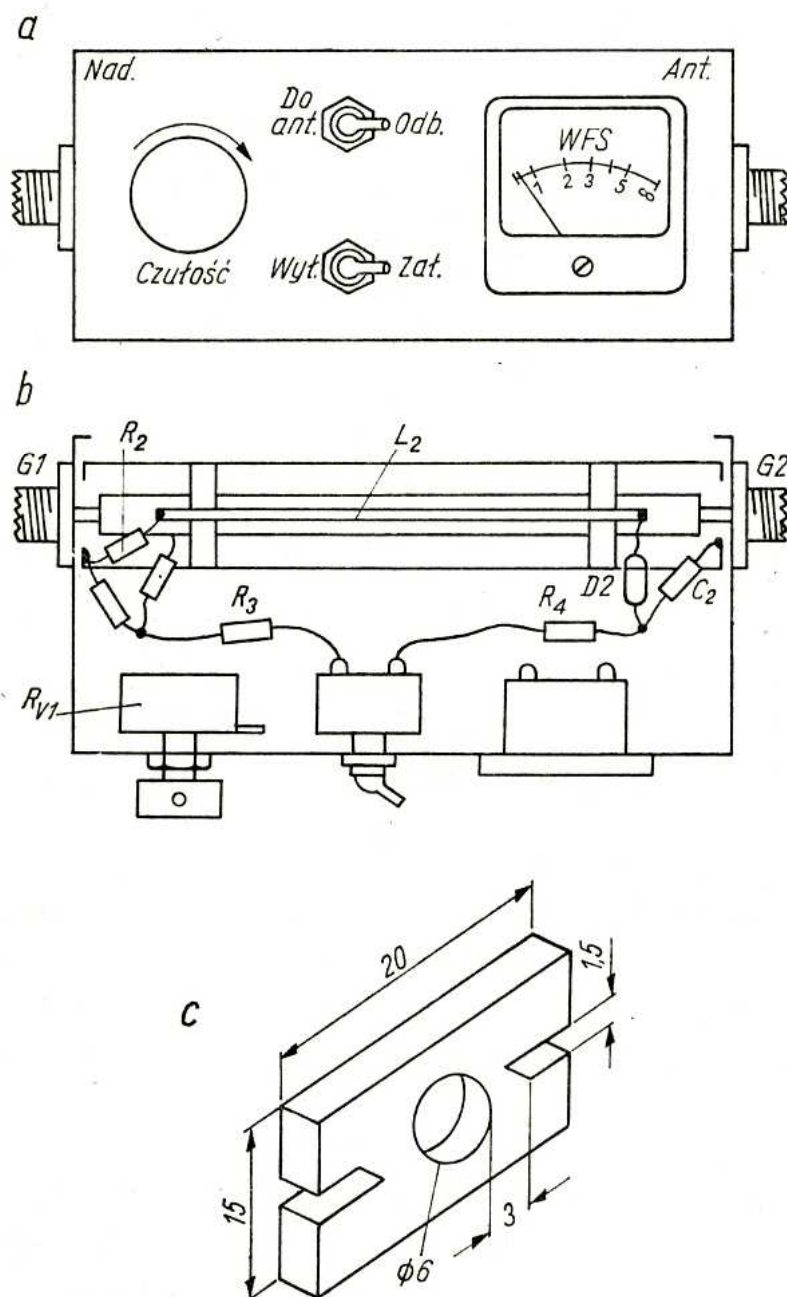


Rys. 6.43. Schemat ideowy reflektometru

dzy nadajnik a linię antenową i przy jego pomocy można również zestroić nadajnik na maksymalną moc wyjściową.

Opisany reflektometr został wykonany w pudełku blaszanym o wymiarach 60×60×130 mm. Jego główną częścią składową jest odcinek linii przesyłowej, biegnący od gniazda wejściowego G1 do gniazda wyjściowego G2 (rys. 6.43). Z linią są sprzężone dwa pręty: L_1 , w którym indukuje się napięcie proporcjonalne do prądu płynącego do anteny oraz L_2 , w którym indukuje się napięcie proporcjonalne do prądu odbitego od anteny. Napięcia te są prostowa-

ne przez diody $D1$ i $D2$ i — zależnie od położenia przełącznika — wzmacniane przez tranzystor $T1$, dając w wyniku wychylenie miernika. Reflektometr można wykonać również bez tranzystorowego wzmacniacza prądu stałego, jednakże wtedy trzeba zastosować czuły, a więc i kosztowny miernik o zakresie $25 \div 50$ mikroamperów. Przy zastosowaniu wzmacniacza można użyć dowolnego miernika magnetoelektrycznego o czułości około 1 mA , np. miernika stosowanego w magnetofonach. Szczegóły konstrukcyjne reflektometru są widoczne na rys. 6.44. Sposób wykonania pudełka blaszanego



Rys. 6.44. Szczegóły konstrukcyjne reflektometru

a — widok płyty czołowej,
b — rozmieszczenie ważniejszych elementów,
c — wspornik linii pomiarowej

opisano w p. 6.2. Środkowy przewód linii pomiarowej jest wykonany z pręta lub rurki miedzianej czy mosiężnej o średnicy 6 mm i długości 115 mm. Ekran linii pomiarowej tworzą dwa paski blachy miedzianej lub pobielernej o szerokości 25 mm i długości równej długości wnętrza pudełka. Paski mają na krańcach zagięcia umożliwiające przymocowanie do wewnętrznych ścianek pudełka (np. wkretami mocującymi równocześnie gniazda $G1$ i $G2$). Po obu stronach rurki środkowej są umieszczone pręty (druty) miedziane L_1 i L_2 o średnicy 1,5 mm i długości 75 mm. Konstrukcja linii jest podtrzymywana przez dwie wkładki z materiału izolacyjnego (metapleksu, tekstolitu itp.), pokazane na rys. 6.44c. Po włożeniu prętów L_1 i L_2 w wycięcia wkładek izolacyjnych należy klejem zabezpieczyć pręty przed wypadnięciem.

Na przedniej ściance pudełka są umieszczone: miliamperomierz, przełącznik kierunku przepływającej mocy DO ANTENY — ODBITA, wyłącznik baterii i potencjometr regulacji czułości. Przy montażu należy zwrócić uwagę na jak najkrótsze połączenia oraz symetryczne umieszczenie elementów linii L_1 i L_2 . Rezystory R_1 i R_2 powinny być typu objętościowego, nigdy drutowego.

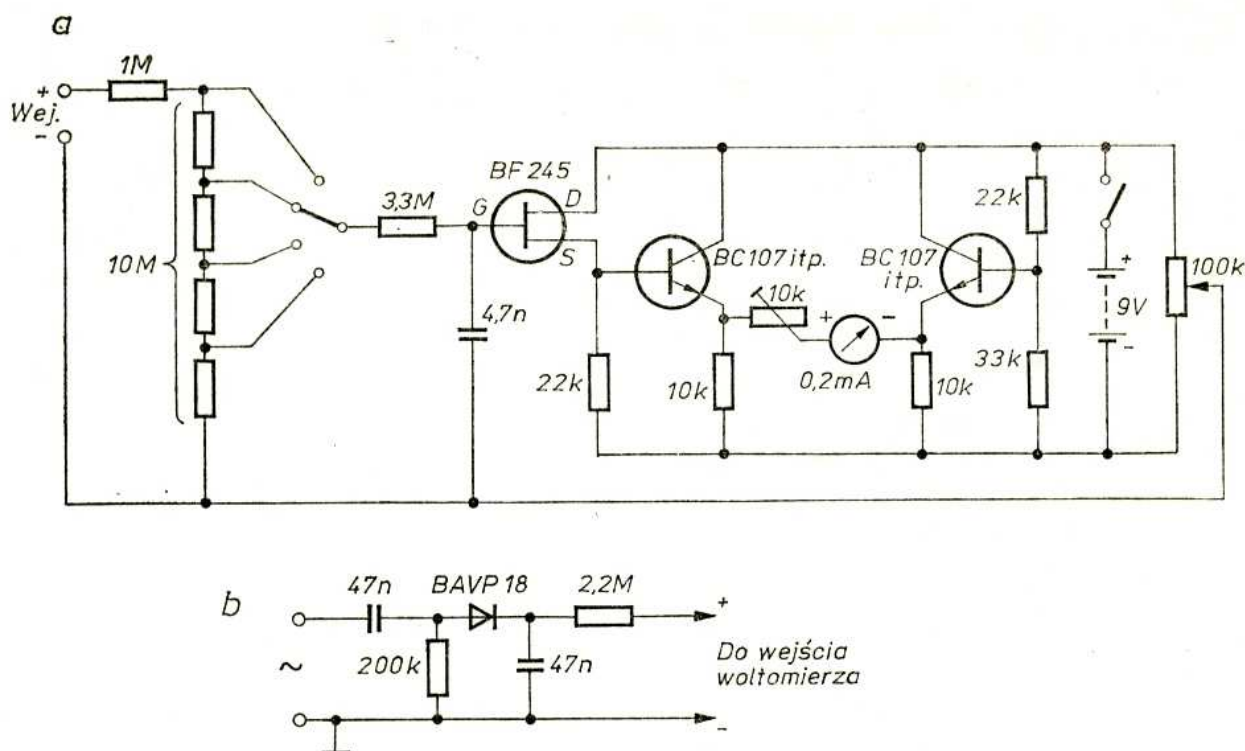
Uruchomienie i skalowanie reflektometru przeprowadzamy w następujący sposób. Włączamy baterię i w punkcie skali w pobliżu zera, w którym wskazówka miernika wskaże prąd spoczynkowy tranzystora, zaznaczamy działkę „1”. Dołączamy teraz za pomocą kabla współosiowego reflektometr do nadajnika (gniazdo $G1$), a do gniazda $G2$ dołączamy rezystor $75\ \Omega$ o obciążalności równej mocy wyjściowej nadajnika. Przy przełączniku w pozycji DO ANTENY ustawiamy potencjometrem wychylenie miernika na koniec skali. Po przełączeniu w pozycję ODBITA miernik powinien wskazać zaznaczoną uprzednio działkę 1. Nie zmieniając położenia potencjometru zamieniamy miejscami gniazda — nadajnik włączamy do $G2$, rezystor zaś do $G1$. Miernik powinien znów wskazać koniec skali, który oznaczamy znakiem ∞ (nieskończoność). Jeżeli wskazanie odbiega nieco od końcowej działki skali, to doginamy lub odginamy pręt L_2 .

Teraz przystępujemy do właściwego wyskalowania reflektometru. Dołączamy ponownie nadajnik do gniazda $G1$, a do gniazda $G2$ dołączamy rezystor $150\ \Omega$. W pozycji DO ANTENY ustawiamy potencjometrem pełne wychylenie miernika (na działkę ∞)

i przełączamy przełącznik w pozycję ODBITA. W miejscu wychylenia miernika zaznaczamy na skali działkę „2”, gdy przy $\frac{Z_{ant}}{Z_{lntt}} = \frac{150}{75}$, współczynnik fali stojącej wynosi 2. Podobnie postępujemy dołączając kolejno rezystory 225 Ω (WFS = 3), 300 Ω (WFS = 4) i 375 Ω (WFS = 5). Działek powyżej 5 nie wykonujemy, gdyż większe współczynniki fali stojącej wykazują tylko źle skonstruowane lub uszkodzone anteny. Teraz w miejsce znanego rezystora dołączamy kabel zasilający naszą antenę i po raz pierwszy przekonujemy się, jaka część mocy naszego nadajnika jest wypromieniowana w przestrzeń. Dysponując nadajnikiem lub generatorem przestrajanym w granicach pasma amatorskiego możemy zdjąć charakterystykę WFS w funkcji częstotliwości i w razie potrzeby skorygować długość anteny. Można przyjąć, że dobrze wykonana i dopasowana do kabla antena powinna wykazać współczynnik fali stojącej nie przekraczający w całym pasmie 1,5 — choć przy WFS równym 2, a nawet 2,5 też jeszcze można prowadzić łączności (antena wypromieniuje wówczas około 80% mocy użytecznej nadajnika).

6.15. Woltomierz tranzystorowy

Niemal każdy radioamator — krótkofalowiec posiada miernik uniwersalny czy choćby woltomierz umożliwiający pomiary napięć stałych. Zazwyczaj są to mierniki analogowe (wskazówkowe) o niewielkiej rezystancji wewnętrznej, typu Lavo, UM i podobne. Szeroki zakres zastosowań takich mierników kończy się jednak, gdy chcemy mierzyć napięcia w obwodach o bardzo dużych rezystancjach, np. w układach z obwodami scalonymi CMOS czy z tranzystorami polowymi. W takich przypadkach będzie pomocny prosty woltomierz tranzystorowy o oporności wejściowej około 11 M Ω . Schemat elektryczny woltomierza jest przedstawiony na rys. 6.45a. „Sercem” woltomierza jest mostek prądu stałego, którego gałęzie tworzą dwa rezystory 10 k Ω i dwa tranzystory BC107. Mostek jest zasilany napięciem 9 V z baterii 6F22, w jego przekątnej znajduje się miliamperomierz prądu stałego wraz z szeregowym potencjometrem nastawnym pozwalającym na korektę wychylenia (czułości) woltomierza. Baza jednego z tranzystorów jest spolaryzowana na stałe dzielnikiem oporowym 22 i 33 k Ω , zaś baza drugiego tran-



Rys. 6.45. Woltomierz tranzystorowy

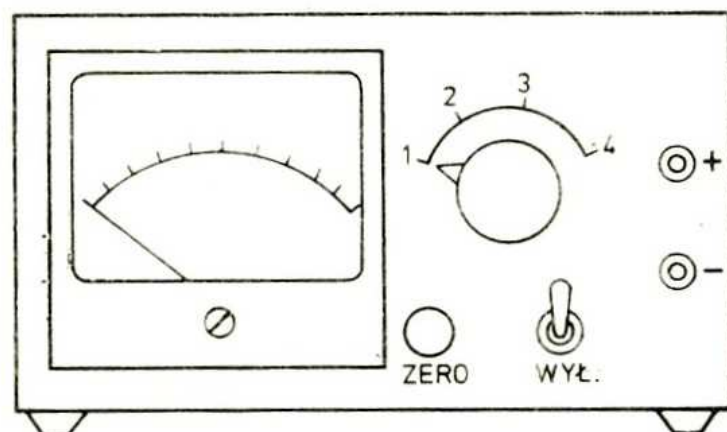
a — schemat ideowy, b — sonda do pomiaru napięć zmiennych

zystora otrzymuje napięcie zależne od prądu płynącego przez tranzystor polowy BF245. Tranzystor polowy został tu zastosowany w celu uzyskania dużej rezystancji wejściowej woltomierza. Prąd tranzystora BF245 jest z kolei zależny od napięcia przyłożonego do jego bramki. Woltomierz ma cztery zakresy pomiarowe, ustalane wartościami rezystorów w dzielniku wejściowym. Celowo nie podajemy wartości tych rezystorów, aby Czytelnik mógł sam dobrać zakresy pomiarowe woltomierza zgodnie z własnymi potrzebami. Łączna rezystancja dzielnika powinna wynosić 10 MΩ.

Do zerowania woltomierza służy potencjometr 100 kΩ włączony równolegle do baterii zasilającej. Zmiana położenia suwaka tego potencjometru powoduje zmianę napięcia bramki tranzystora BF245.

Woltomierz umieszcza się w obudowie wykonanej z blachy aluminiowej lub zlutowanej z kawałków laminatu foliowanego do obwodów drukowanych. Wielkość obudowy jest zależna od wymiarów zastosowanego miliamperomierza i przełącznika zakresów. Przykładowy wygląd płyty czołowej woltomierza pokazano na rys. 6.46. Na rysunku 6.45b jest pokazany schemat sondy, umożliwiającej po-

miar za pomocą woltomierza również napięć zmiennych. Sondę można umieścić w okrągłym korpusie po zużytym długopisie czy mazaku. Kondensator wejściowy 47 nF dołącza się do obsadzonej w korpusie zaostrojonej metalowej końcówki, zaś masę sondy — do



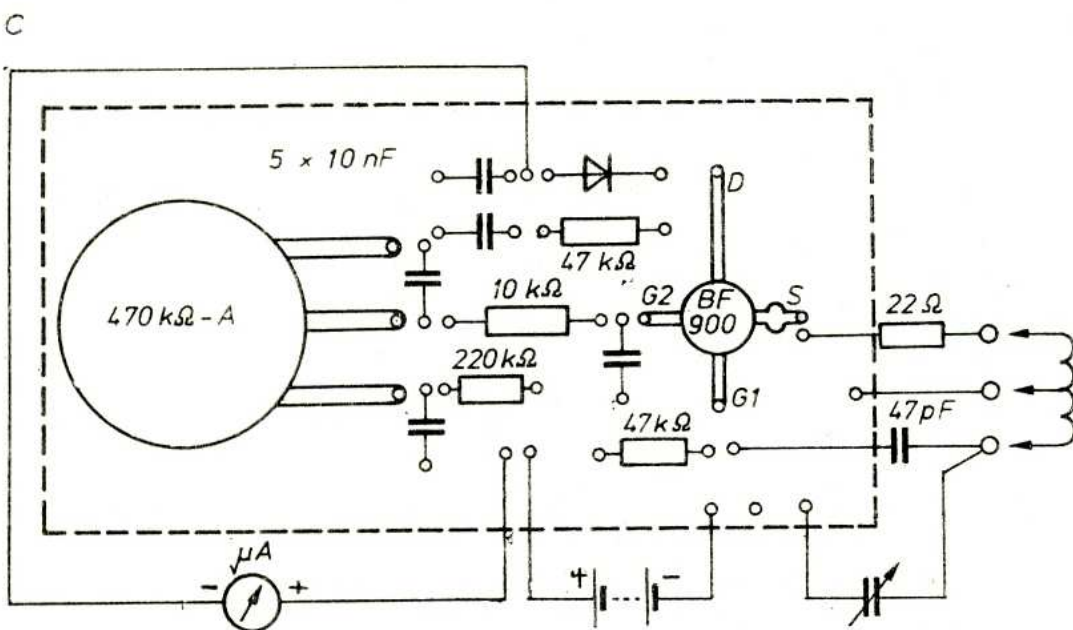
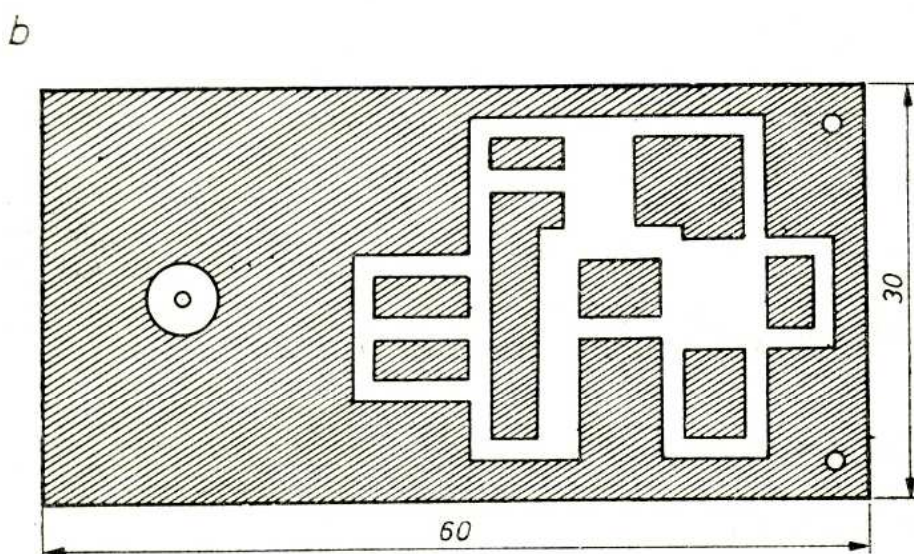
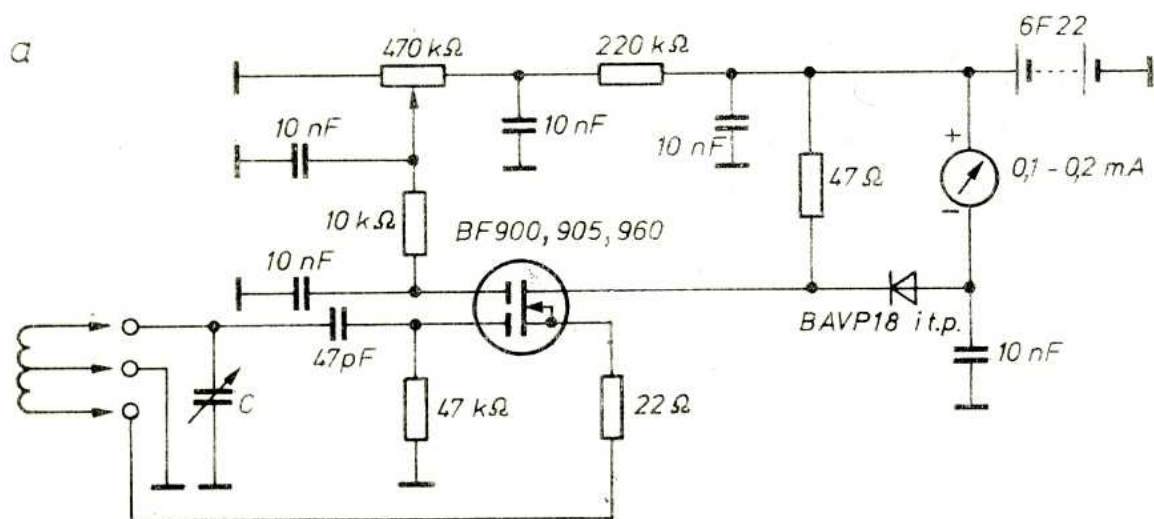
Rys. 6.46. Wygląd woltomierza tranzystorowego

krótkiego giętkiego przewodu zakończonego krokodylkiem. Wyjście sondy łączy się z woltomierzem przy pomocy dwóch przewodów zakończonych wtyczkami radiowymi.

6.16. Falomierz-generator

Falomierz-generator (ang. *dip oscillator*) jest najbardziej uniwersalnym przyrządem pomiarowym radioamatora — krótkofalowca. Pozwala na pomiar parametrów obwodów rezonansowych, linii przesyłowych i anten, pomiar pojemności i indukcyjności, pomiar częstotliwości i strojenie poszczególnych stopni nadajnika czy odbiornika. Opisany falomierz-generator został wykonany przez autora w oparciu o opis F6CER zamieszczony w miesięczniku *Radio REF* z listopada 1986 r.

Montaż elektryczny falomierza-generatora wykonano na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 30×60 mm. Druk na płytce jest tak nieskomplikowany, że można go wykonać bez trawienia, przez wycinanie według rysunku ostro zakończonym nożem. Falomierz-generator pracuje na dwubramkowym tranzystorze polowym MOS-FET, w układzie ECO (*Electron Coupled Oscillator*). Wymienna cewka jest włączana pomiędzy źródło i jedną bramkę tranzystora, jej odczep łączy się z masą układu.



Rys. 6.47. Falomierz-generator

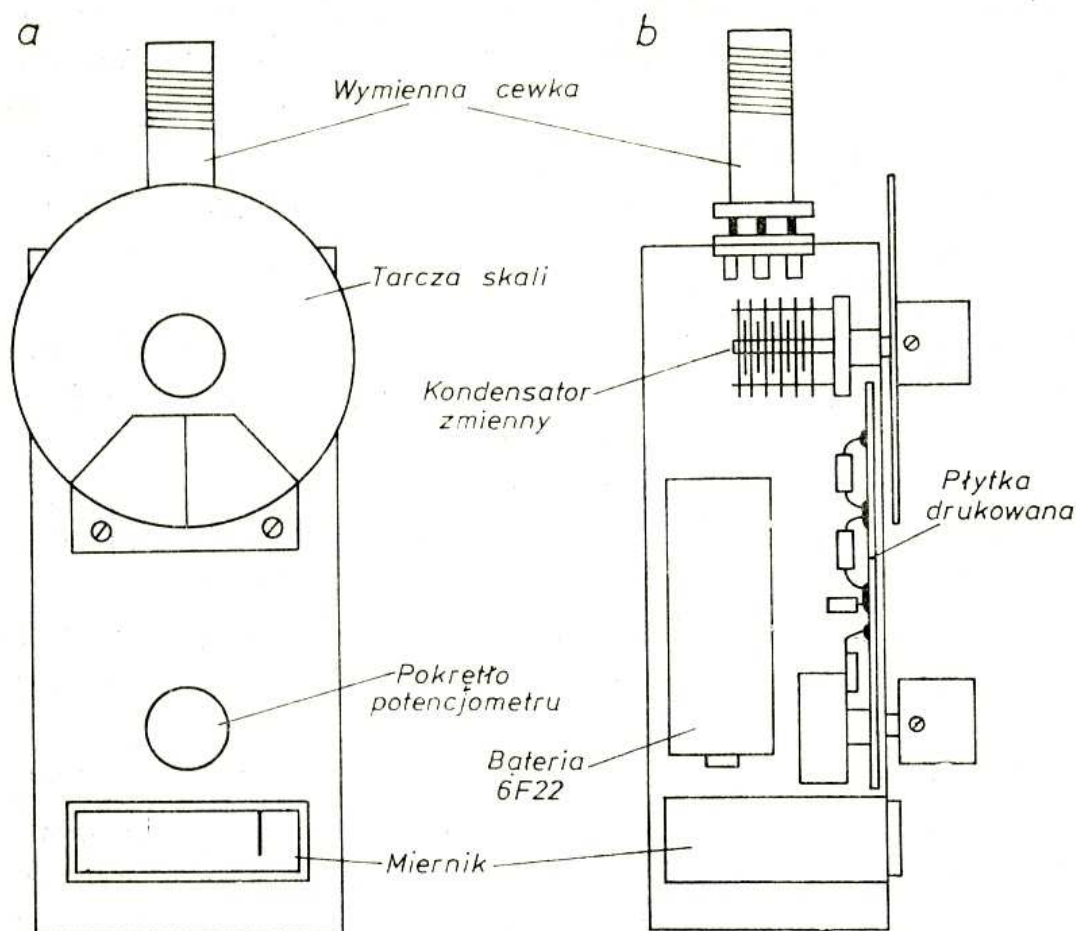
a — schemat ideowy, b — płytka drukowana, c — schemat montażowy

Wytworzona energia wielkiej częstotliwości, pojawiająca się w drenie tranzystora, jest prostowana diodą krzemową i mierzona małym miernikiem wychyłowym typu magnetofonowego o czułości $100 \div 300$ mikroamperów. Napięcie drugiej bramki jest regulowane potencjometrem $470 \text{ k}\Omega$, pozwala to na ustawienie wychylenia miernika w pobliżu końca skali na każdym zakresie częstotliwości. Częstotliwość oscylacji jest regulowana za pomocą małego kondensatora zmiennego z dielektrykiem powietrznym, o pojemności maksymalnej 25 do 75 pF . Autor użył tu kondensator dostrojczy (trymer) o pojemności 25 pF , co spowodowało konieczność wykonania 8 wymiennych cewek dla pokrycia zakresu od 3 do 300 MHz . Przy kondensatorze 50 czy 75 pF ilość cewek (zakresów) będzie oczywiście mniejsza. Do montażu zastosowano rezystory MŁT $0,125 \text{ W}$; kondensatory 10 nF są ceramiczne typu KFPm. Tranzystor może być typu BF900, BF905, BF960 lub podobny. Wszystkie elementy są lutowane od strony druku.

Falomierz-generator jest zasilany z baterii 6F22 o napięciu 9 V. Nie przewidziano wyłącznika zasilania, do wyłączenia przyrządu wystarczy wyjęcie wymiennej cewki. Schemat elektryczny, płytki drukowane i schemat montażowy pokazano na rys. 6.47.

Obudowa przyrządu jest wykonana z kawałków laminatu foliowanego do obwodów drukowanych. Ma ona wymiary $100 \times 45 \times 35 \text{ mm}$. Poszczególne płytki obudowy są zlutowane od wewnątrz, tylna ścianka jest przykręcana czterema wkrętami M3 do nakrętek przylutowanych w narożach obudowy. Na przedniej ściance umieszczono pokrętko kondensatora zmiennego wraz ze skalą, pokrętko potencjometru i miernik. Na górnej ścianie w pobliżu kondensatora zmiennego umieszczono gniazdo do wkładania wymiennych cewek. Wygląd obudowy falomierza-generatora i rozmieszczenie elementów wewnątrz obudowy pokazuje rys. 6.48.

Gniazdo cewek wymiennych można wykonać samemu z gniazdek radiowych, można też zastosować odcięty fragment złącza (listwy) wielostykowego do płytek drukowanych, podstawkę lampy miniaturowej czy też 5-stykowe złącze szufladowe Eltra. Nie podajemy ilości zwojów cewek dla poszczególnych zakresów, gdyż zależą one od minimalnej i maksymalnej pojemności zastosowanego kondensatora zmiennego oraz od średnicy użytych karkasów. Dla przykładu podajemy, że w egzemplarzu modelowym (kondensator



Rys. 6.48. Falomierz-generator

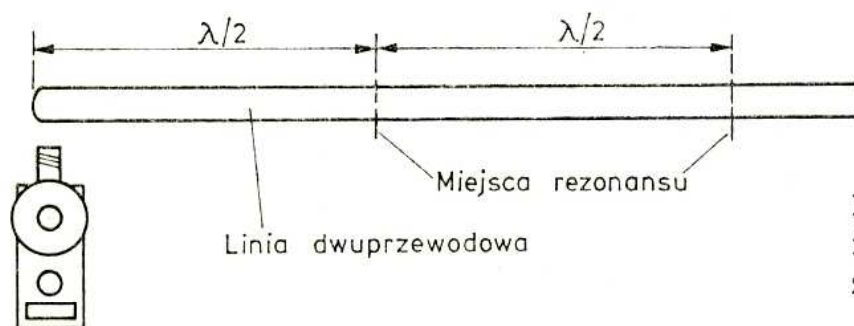
a — wygląd obudowy, b — rozmieszczenie elementów wewnątrz obudowy

o pojemności maksymalnej 25 pF, karkas bez rdzenia o średnicy 9 mm) cewka dla zakresu 50÷90 MHz liczy 7 zwojów drutu o średnicy 0,7 mm, nawiniętych na długości 10 mm. Odczep cewki (łączony z masą układu) powinien znajdować się jak najbliżej końca cewki połączonego z rezystorem 22 Ω i źródłem tranzystora. Miejsce odczepu należy dobrać eksperymentalnie, zwracając uwagę na stabilną pracę generatora w całym zakresie przestrajan.

Do nawinięcia cewek i skalowania należy przystąpić po zmontowaniu układu w obudowie i sprawdzeniu poprawności jego działania przy pomocy dowolnej, prowizorycznie wykonanej cewki. Należy sprawdzić, czy w całym zakresie obrotu kondensatora układ oscyluje stabilnie i czy przy wyjęciu cewki wskazanie miernika powraca do zera.

Wykonanie cewek rozpoczynamy od najniższych częstotliwości. Pierwszy zakres powinien rozpoczynać się nieco poniżej 3 MHz

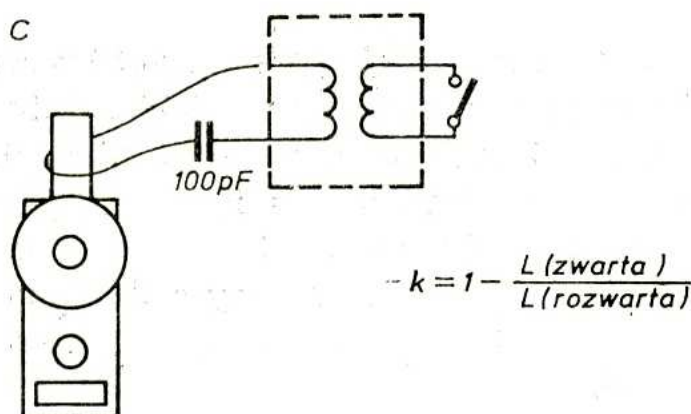
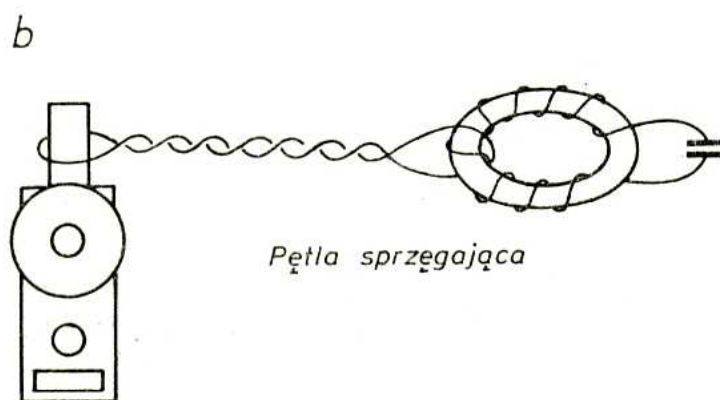
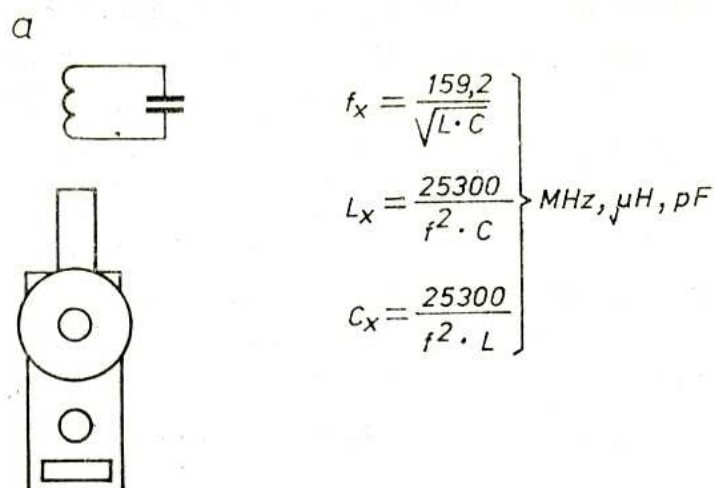
(przy „zamkniętym” kondensatorze zmiennym). Do nawinięcia cewek można użyć karkasów od telewizyjnych filtrów pośredniej częstotliwości z wyjętymi rdzeniami. Cewki na zakresy poniżej 30 MHz nawijamy drutem CuEm o średnicy ok. 0,4 mm, zaś cewki ultrakrótkofalowe drutem CuEm o średnicy ok. 0,7 mm. Po dobraniu liczby zwojów i miejsca odczepu ustawiamy kondensator zmienny na minimum pojemności i sprawdzamy, do jakiej częstotliwości sięga dany zakres. Przy skalowaniu można się posłużyć odbiornikiem komunikacyjnym lub skorzystać z klubowego falomierza cyfrowego, sprzęgając go możliwie luźno za pomocą pętli z drutu z cewką falomierza-generatora. Na tarczę skali наносimy podziałki poszczególnych zakresów w megahercach, zaczynając od największego łuku



Rys. 6.49. Skalowanie falomierza-generatora za pomocą linii

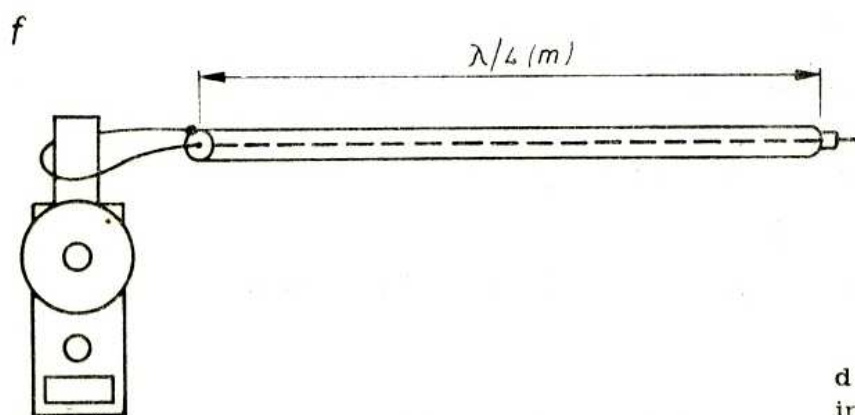
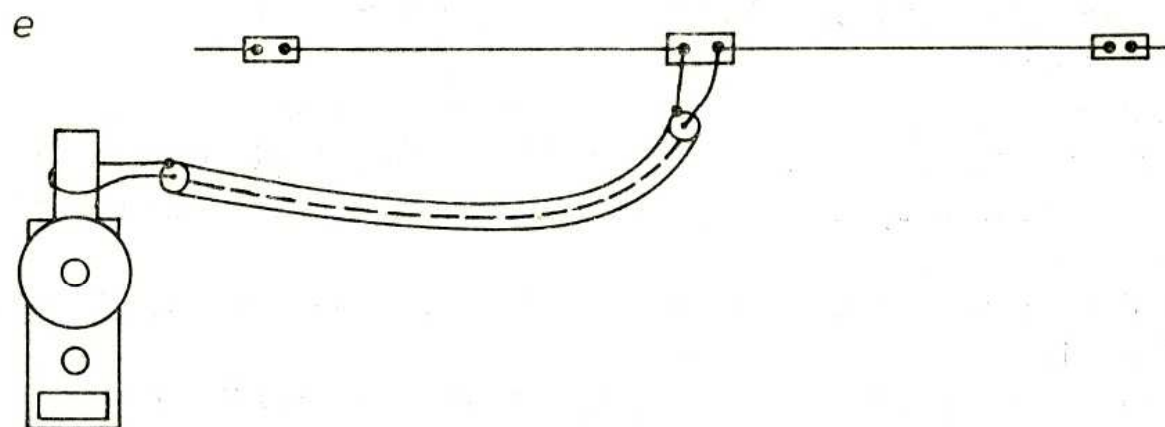
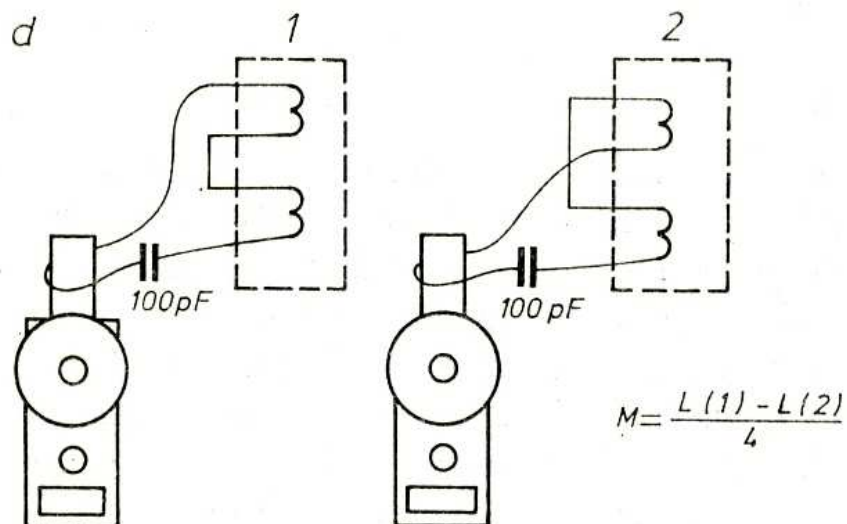
skali. Wykonując kolejne cewki dla coraz większych częstotliwości należy zwrócić uwagę, aby zakresy nieco zachodziły na siebie. Unikniemy w ten sposób przerw w pokryciu całego pasma częstotliwości. Zwoje gotowych cewek zabezpieczamy przed przesunięciem klejem polistyrenowym. Cewka na najwyższy zakres (do 300 MHz) ma postać litery U, wykonanej z drutu o ϕ 2 mm. W przyrządzie modelowym długość tak wykonanej cewki wyniosła 30 mm przy odległości między przewodami 10 mm.

Pewne trudności może nastręczyć skalowanie falomierza-generatora przy częstotliwościach powyżej 30 MHz, to jest poza zakresem większości odbiorników komunikacyjnych i popularnych falomierzy cyfrowych. Można tu z powodzeniem użyć do skalowania rozciągniętej wzdłuż pokoju linii dwuprzewodowej z dwóch gołych drutów miedzianych oddalonych od siebie o 20÷30 mm. Jeden koniec tej zaimprovizowanej linii pomiarowej, zwarty w formie pętli, sprzęgamy z cewką falomierza-generatora. Przesuwając wzdłuż li-



Rys. 6.50. Typowe zastosowania falomierza-generatora
a — pomiar częstotliwości obwodu rezonansowego, pomiar indukcyjności i pojemności, b — pomiar częstotliwości obwodu rezonansowego z rdzeniem pierścieniowym, c — pomiar współczynnika sprzężenia cewek,

nii krawędź noża czy kawałek blachy (zwierając oba przewody) zauważymy, że w regularnych odstępach miernik przyrządu wskaże rezonans (wskazówka cofnie się nagle w kierunku zera). Odległość między tymi miejscami jest równa połowie długości fali wytwarzanej przez generator. Mierząc te odległości, możemy łatwo znaleźć aktualną częstotliwość generatora, pamiętając, że fale rozchodzą się wzdłuż linii z szybkością zbliżoną do 300 000 km/sek. Jeśli na przy-



$$\text{Wsp. skrócenia} = \frac{\lambda(\text{zmierzona})}{\lambda(\text{w wolnej przestrzeni})}$$

$$\lambda(\text{w wolnej przestrzeni w metrach}) = \frac{300}{f(\text{MHz})}$$

d — pomiar indukcji wzajemnej cewek, e — pomiar częstotliwości rezonansowej anteny, f — pomiar współczynnika skrócenia kabla współosiowego

kład zmierzona połówka fali jest równa 1,2 m, to częstotliwość w megahercach wynosi

$$f = \frac{300}{2 \cdot \lambda/2} = \frac{300}{2,4 \text{ m}} = 125 \text{ MHz}$$

Wskaźnikiem dostrojenia falomierza-generatora do rezonansu jest wyraźne cofnięcie się wskazówki miernika (tzw. „dip”). Zasadą przy dokonywaniu wszelkich pomiarów falomierzem-generatorem jest możliwie luźne sprzęganie cewki przyrządu z mierzonym obwodem. Unika się przez to zjawiska „przeciągania” częstotliwości generatora. Przy dokładniejszych pomiarach, np. indukcyjności czy pojemności, zaleca się kontrolować dodatkowo częstotliwość oscylacji za pomocą dobrze wyskalowanego odbiornika czy falomierza cyfrowego. A oto kilka zastosowań falomierza-generatora:

- pomiar częstotliwości obwodów rezonansowych, np. trapów do anteny wielopasmowej,
- pomiar częstotliwości obwodu rezonansowego zamkniętego w kubku ekranującym bądź obwodu na rdzeniu pierścieniowym,
- pomiar nieznanej indukcyjności (z wykorzystaniem znanej pojemności),
- pomiar nieznanej pojemności (z wykorzystaniem znanej indukcyjności),
- pomiar współczynnika sprzężenia i indukcyjności wzajemnej dwóch cewek,
- pomiar częstotliwości rezonansowej anten,
- pomiar długości elektrycznej i współczynnika skrócenia linii przesyłowych,
- neutralizacja wzmacniaczy mocy w.cz.,
- wykrywanie oscylacji pasożytniczych itp.

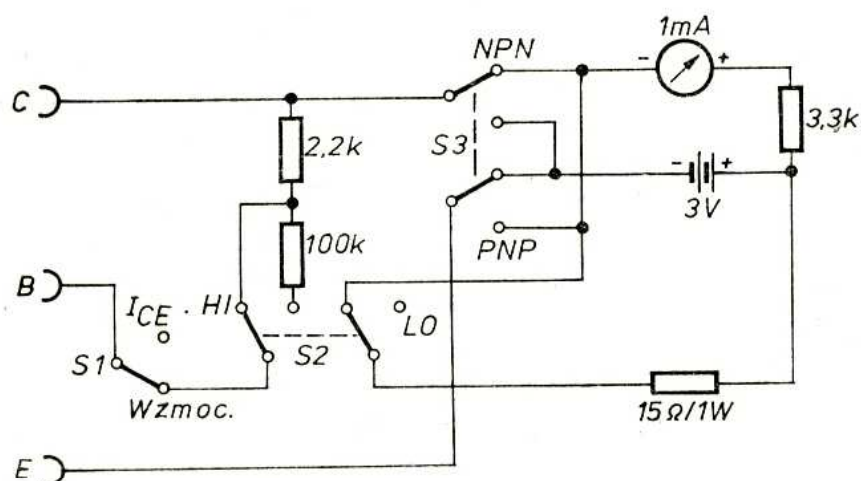
Na rysunku 6.50 pokazano niektóre z tych zastosowań.

6.17. Próbnik tranzystorów

Opisany próbnik jest przeznaczony do orientacyjnej oceny tranzystorów bipolarnych *n-p-n* i *p-n-p*. Jest on przydatny przy selekcji nieoznakowanych czy niepełnowartościowych tranzystorów i przy dobieraniu tranzystorów do konstruowanego urządzenia. Próbnik umożliwia:

- ocenę, czy tranzystor jest dobry, czy uszkodzony,
- lokalizację wyprowadzeń tranzystora,
- ocenę, czy badany tranzystor jest typu *n-p-n* czy *p-n-p*,
- orientacyjny pomiar prądu upływu kolektor — emiter,
- orientacyjny pomiar wzmacnienia przy dwóch wartościach prądu bazy.

Schemat ideowy próbnika przedstawiony jest na rys. 6.51. Próbnik może być zmontowany w dowolnym pudełku, którego wielkość jest zależna od wymiarów użytego miernika i pozostałych



Rys. 6.51. Schemat ideowy próbnika tranzystorów

elementów. Do zasilania służą dwie baterie typu R14. Badany tranzystor dołącza się do próbnika za pomocą trzech elastycznych przewodów zakończonych miniaturowymi chwytakami czy krokodylkami.

Przy badaniu nieznanego tranzystora pierwszą próbą jest ustawienie przełącznika *S1* w pozycji I_{CE0} i przełączenie przełącznika *S3* z jednej pozycji w drugą. W pozycji zgodnej z typem tranzystora miernik wychyli się w sposób nieznaczny, wskazując prąd upływu kolektor — emiter. W pozycji niewłaściwej wychylenie miernika nie nastąpi. Po przełączeniu próbnika w pozycję „wzmocnienie”, przy przełączniku *S2* w pozycji „LO” do bazy badanego tranzystora jest doprowadzony prąd $30\ \mu\text{A}$. Prąd kolektora jest wskazywany przez miernik, którego pełne wychylenie odpowiada wartości nieco mniejszej od $1\ \text{mA}$. Na zakresie „LO” można więc ocenić wzmacnienie prądowe tranzystora w granicach 1 do 10. Przy przełączniku *S2* w pozycji „HI” prąd bazy jest nieco większy od

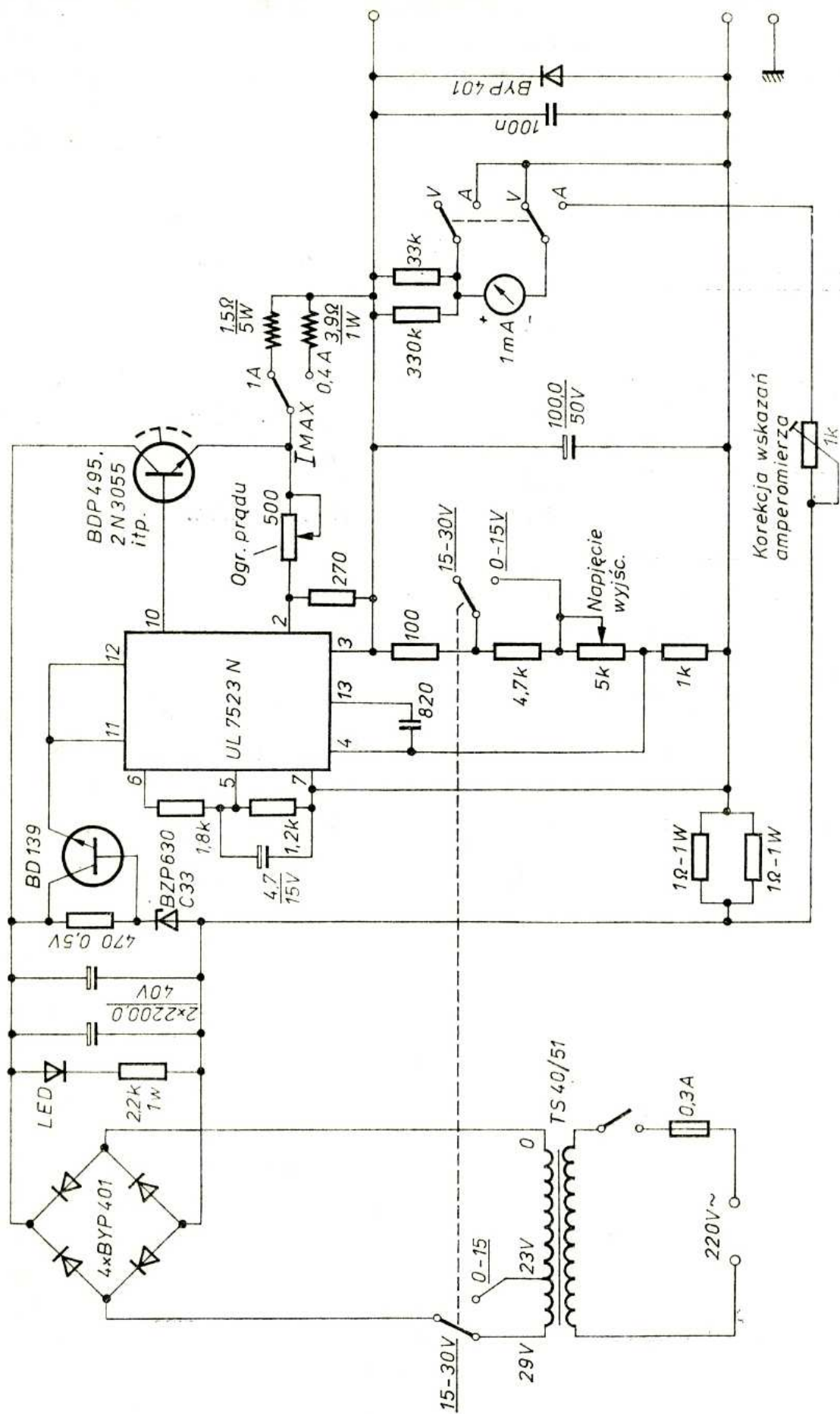
1 mA, zaś pełne wychylenie miernika odpowiada prądowi kolektora około 200 mA. Na tym zakresie można więc ocenić wzmacnienie prądowe tranzystora w granicach od 1 do 200.

6.18. Zasilacz stabilizowany

Opisany zasilacz stabilizowany dostarcza napięcie regulowane płynnie w zakresie do 30 V, przy maksymalnym prądzie 1 A. Może on służyć do zasilania wszelkich układów elektronicznych, ładowania małych akumulatorów oraz zasilania odbiorników i nadajników małej mocy. Model zasilacza wykonany przez autora został oparty na opisie zamieszczonym w czasopiśmie *Radio-electronics* z czerwca 1986 r. Schemat zasilacza jest przedstawiony na rys. 6.52. Napięcie z uzwojenia wtórnego transformatora sieciowego jest prostowane dwupołwkowo i wygładzone przez dwa kondensatory elektrolityczne po 2200 μ F. Elementem stabilizującym jest popularny stabilizator scalony LM723 lub jego krajowy odpowiednik UL7523N. Maksymalne napięcie zasilania tego stabilizatora jest niższe od maksymalnego napięcia z prostownika, więc dla uniknięcia uszkodzenia zastosowano wstępną stabilizację za pomocą diody Zenera 33 V i tranzystora BD139. Stabilizator scalony steruje tranzystorem mocy BDP495 (lub podobnym), który jest umocowany na radiatorze przykręconym z tyłu obudowy zasilacza. Należy tu zastosować przekładkę mikową izolującą tranzystor od radiatora. Dla uniknięcia zbyt dużych strat mocy w tranzystorze BDP495, zastosowano dwa zakresy napięcia: 0÷15 V i 15÷30 V. Na zakresie 0÷15 V pracuje tylko część uzwojenia wtórnego transformatora sieciowego.

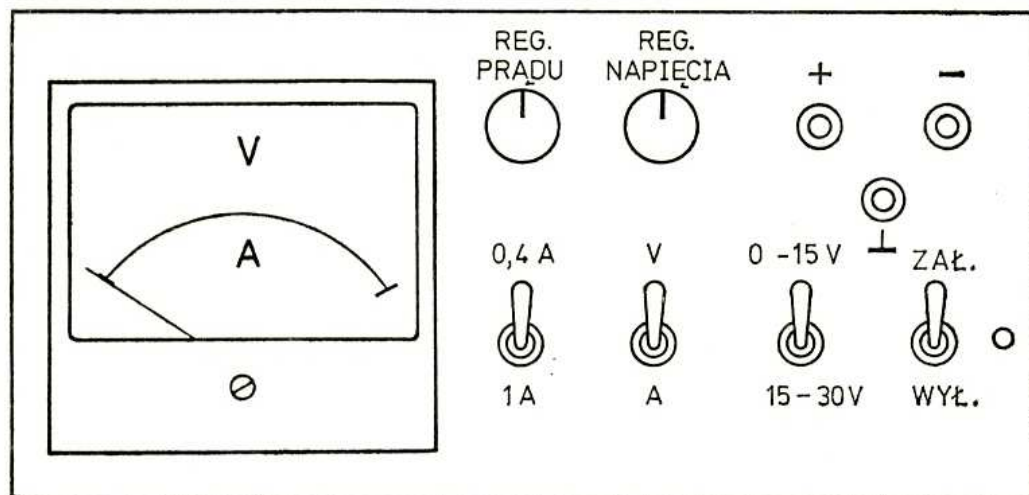
Do regulacji napięcia służy potencjometr 5 k Ω o charakterystyce liniowej. Stabilizator scalony UL7523N umożliwia automatyczne ograniczenie prądu zasilacza na dowolnie ustawionym poziomie. Zastosowano dwa zakresy ograniczenia prądu: do 0,4 A i do 1 A. Do płynnej regulacji maksymalnego prądu w ramach każdego zakresu służy potencjometr 500 Ω .

Rezystory 1,5 Ω i 3,9 Ω w obwodzie ograniczania prądu można wykonać samemu nawijając je drutem oporowym odwiniętym z uszkodzonego rezystora drutowego, można też połączyć równolegle kilka rezystorów o większej oporności. W zasilaczu zastosowano jeden miernik wychyłowy o czułości 1 mA, który w zależ-



Rys. 6.52. Schemat ideowy zasilacza stabilizowanego

ności od potrzeby jest włączany jako woltomierz lub amperomierz. Dioda prostownicza dołączona do zacisków wyjściowych zabezpiecza zasilacz przed uszkodzeniem w przypadku dołączenia do niego odwrotnie spolaryzowanego napięcia, np. z naładowanego kondensatora elektrolitycznego.



Rys. 6.53. Widok płyty czołowej zasilacza stabilizowanego

Zasilacz został umieszczony w obudowie z blachy stalowej o wymiarach $90 \times 160 \times 200$ mm. Wygląd płyty czołowej zasilacza przedstawia rys. 6.53. Z tyłu obudowy umieszczono radiator tranzystora mocy, bezpiecznik i wyprowadzenie sznura sieciowego.