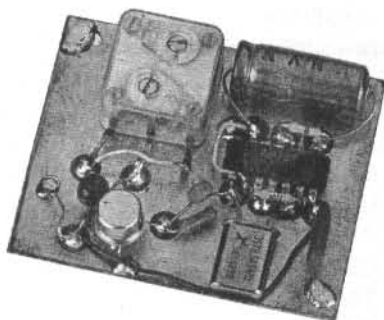
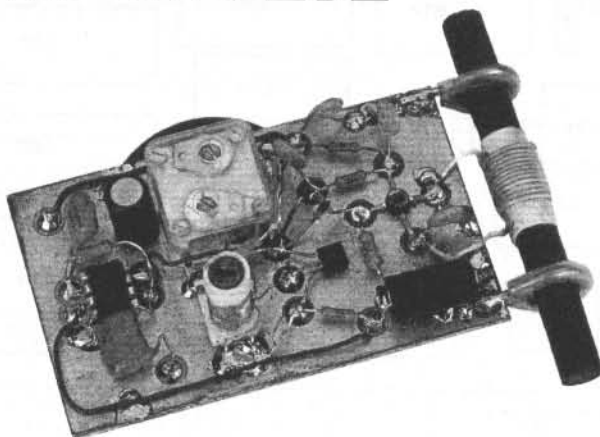


Opisana konstrukcja prostego sprzętu treningowego (nadajnika i odbiornika) do radiolokacji sportowej (ARS), czyli do „łowów na lisa“ powinna przyczynić się choć w niewielkim stopniu do popularyzacji, szczególnie wśród młodzieży, tej ciekawej dyscypliny sportowej. Dla Czytelników stykających się po raz pierwszy z określeniem ARS podajemy na końcu artykułu nieco informacji na ten temat.

Przedstawiono układy do wykrywania ukrytego nadajnika radiowego pracującego w pasmie 80m. Układy są uproszczone do niezbędnego minimum, a mimo to - poprzez wymianę niektórych elementów - mogą być z równie dobrym rezultatem przystosowane do pracy w pasmie 2m.

Prosty sprzęt treningowy ARS

kit AVT-172

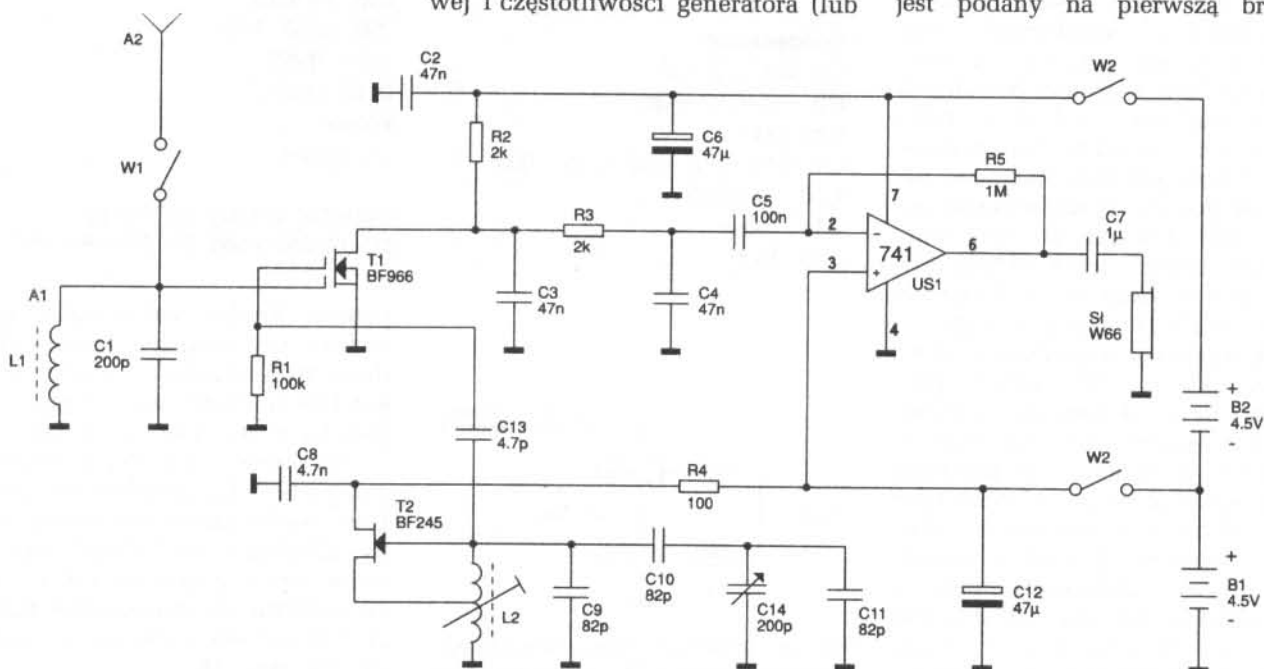


Odbiornik (RX)

Odbiornik, którego schemat przedstawiono na rysunku 1, pracuje w pasmie 80m z bezpośrednią przemianą częstotliwości. Najkrócej mówiąc, układ różni się od tradycyjnych odbiorników superheterodynowych tym, że zrezygnowano tutaj z toru pośredniej częstotliwości, a sygnał małej częstotliwości jest wydzielony od razu w mieszaczu jako różnica częstotliwości wejściowej i częstotliwości generatora (lub

odwrotnie: częstotliwość generatora - częstotliwość wejściowa). Odbiorniki takie, mimo swej prostoty, nadają się idealnie jako odbiorniki nasłuchowe początkującego krótkofalowca, zarówno do odbioru sygnałów telegraficznych, jak i sygnałów jednowęstwegowych (SSB). Warunkiem jest dokładne dostrojenie się na najbardziej czytelny sygnał.

Sygnał wejściowy z anteny ferrytowej (selektywny obwód L1 C1) jest podany na pierwszą bramkę

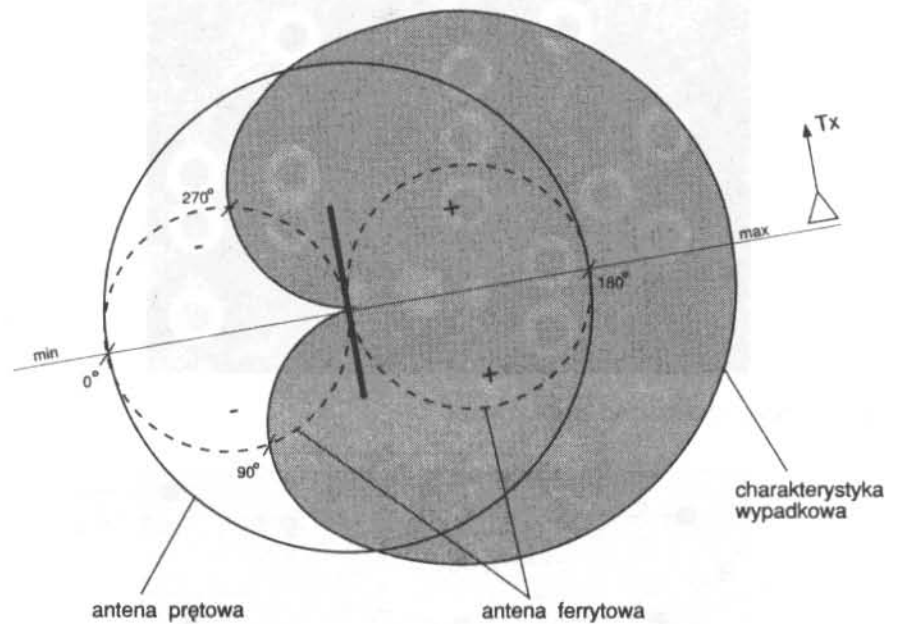


Rys. 1. Schemat elektryczny odbiornika (RX)

tranzystora polowego T1 (BF966) pracującego jako mieszacz. Duża impedancja wejściowa tego tranzystora sprawia, że wejściowy obwód praktycznie nie jest tłumiony, przez co można zrezygnować z dodatkowego indukcyjnego czy pojemnościowego dopasowania. Na drugą bramkę tego tranzystora przychodzi sygnał z generatora przestrajanego 3,5...3,6MHz (VFO). Szerokość zmian częstotliwości generatora można zmienić bez trudu na pełen zakres 3,5...3,8MHz, przez co odbiornik stanie się bardziej uniwersalny i pozwoli na odbiór całego pasma amatorskiego 80m. Dadzą się jednak w tym przypadku w większym stopniu zauważyć problemy związane z dostrajaniem, wynikłe z rezygnacji z przekładni mechanicznej na osi kondensatora zmiennego.

Na rezystorze R2 w drenie tranzystora T1 wydzielają się składowe sygnały małej częstotliwości. Niepożądane składowe sumacyjne sygnałów wejściowych są odfiltrowywane do masy przez kondensator C3. Kondensator ten wchodzi w skład filtru Π (C3 R3 C4), którego zadaniem jest kształtowanie charakterystyki m. cz. odbiornika (tłumi sygnały o częstotliwości powyżej 3kHz). Charakterystyka selektywności odbiornika może zostać poprawiona poprzez zastąpienie rezystora R3 dławikiem o indukcyjności około 100mH (uzyskamy większą stromość opadania zbocza charakterystyki), ale przyjęte rozwiązanie jest prostsze i na początek wystarczające. Wzmacniacz m.cz. pracuje w klasycznym układzie z zastosowaniem popularnego wzmacniacza operacyjnego US1 - ULY7741, przy czym nieodwracające wejście jest spolaryzowane z dzielonego źródła napięcia zasilania. Rezystor R5, decydujący o wzmocnieniu, ma wartość maksymalną, przy której układ scalony pracuje jeszcze poprawnie. Na wyjściu odbiornika włączono typową słuchawkę telefoniczną typu W66, którą zamontowano bezpośrednio w obudowie odbiornika, ale z lepszym skutkiem można zastosować każde inne miniaturowe słuchawki nagłowne.

Generator przestrajany VFO pracuje w układzie Hartleya na tranzystorze polowym T2 - BF245. Odczep na cewce L2, zapewniający dodatnie sprzężenie zwrotne, znajduje się na 1/3 liczby zwojów od strony masy. Częstotliwość generatora zależy od



Rys. 2. Charakterystyka wypadkowa anteny

wartości indukcyjności cewki L2 oraz wypadkowej pojemności współpracujących kondensatorów. Szeregowy kondensator C10 ogranicza zakres przestrajania kondensatora zmiennego C14, zaś kondensator C11 poprawia wypadkową charakterystykę strojenia (chodzi o uzyskanie najbardziej liniowych zmian częstotliwości w funkcji kąta obrotu osi kondensatora). Rezystor R4 ogranicza prąd drenu tranzystora T2. Generator zasilany jest - podobnie jak wejście wzmacniacza operacyjnego - z baterii B1 (4,5V). Całkowity pobór prądu odbiornika przy zasilaniu z dwóch płaskich baterii 3R12 nie przekracza 15mA.

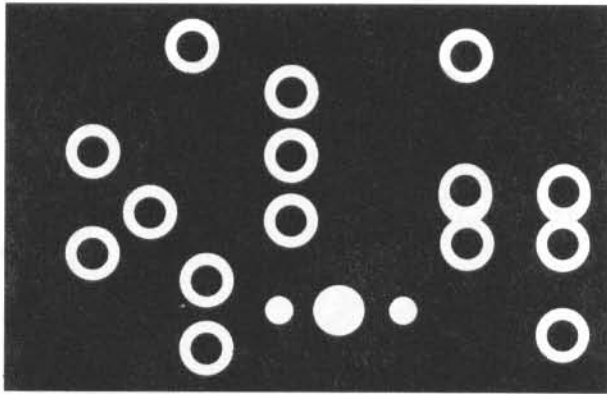
Nieco więcej wyjaśnień wymaga układ antenowy odbiornika ARS. Charakterystyka anteny ferrytowej (L1 C1), podobnie jak dipola, ma kształt ósemki. Występują na niej dwa identyczne minima, na podstawie których zawodnik wyciąga wnioski co do kierunku położenia nadajnika, lecz nie może określić, czy znajduje się on z przodu czy z tyłu. Podobny eksperyment można tutaj przeprowadzić z lokalizacją radiostacji długofalowej za pomocą radioodbiornika wyposażonego w antenę ferrytową. Dopiero dołączenie dodatkowej anteny pionowej (teleskopowej) o charakterystyce dookólnej powoduje, że wypadkowa charakterystyka przybiera kształt kardiody (rysunek 2). Taki kształt można

wytłumaczyć tym, że sygnały z anteny ferrytowej (reagującej na składową magnetyczną pola elektromagnetycznego) oraz z anteny prętowej (reagującej na składową elektryczną) różnią się fazą, raz dodając się, a drugi raz odejmując. Do załączenia anteny teleskopowej A2 służy wyłącznik W1.

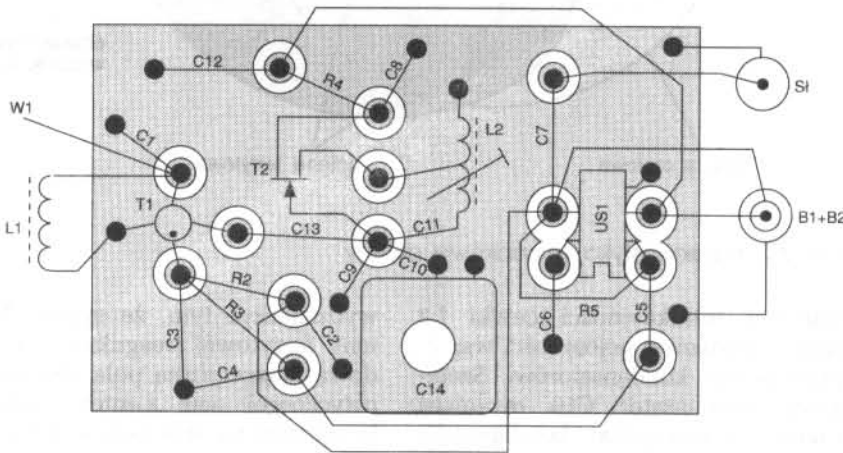
Czułość odbiornika wynosi około 10 μ V, choć jeszcze sygnały o poziomie 0,5 μ V są odbierane po zbliżeniu słuchawki W66 bezpośrednio do ucha.

Układ odbiornika zmontowano na płycie drukowanej przedstawionej na rysunku 3. Na rysunku 4 pokazano rozmieszczenie elementów na płycie. Otwory w płycie służą do zamontowania kondensatora zmiennego C14. Orągłe pola lutownicze o średnicy około 4mm uzyskano poprzez wyfrezowanie warstwy miedzi za pomocą specjalnie wykonanego do tego celu wykrojnika. Pozostała warstwa miedzi służy jako masa (ekran).

Drugim elementem, który należy wykonać własnoręcznie, jest cewka L2. Można tutaj zastosować inną gotową cewkę (np. ze starego odbiornika radiowego) o podobnej średnicy i liczbie zwojów, ale należy się liczyć z korekcją wartości pojemności kondensatorów. Również kondensator C14 może mieć inną wartość. Jeżeli zastosujemy kondensator o maksymalnej pojemności



Rys. 3. Płytką drukowaną odbiornika



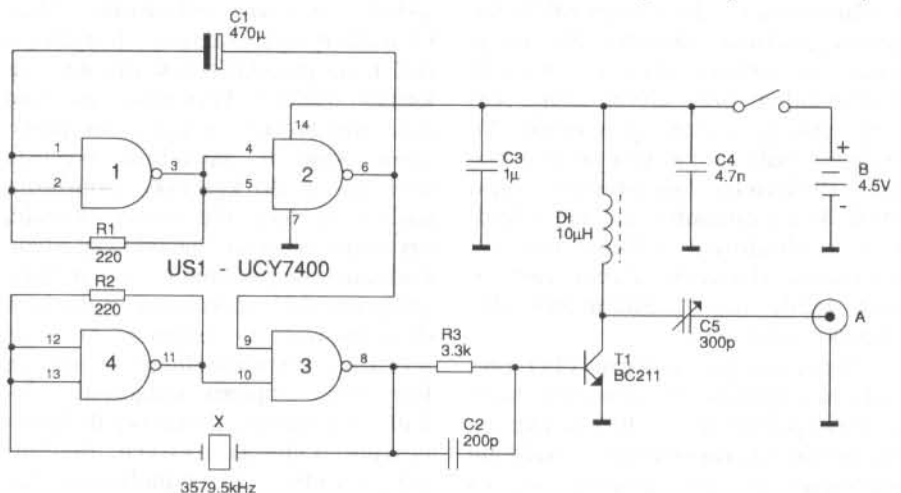
Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce odbiornika

około 50pF, to należy zrezygnować z kondensatorów C10 i C11. W każdym razie, jeżeli uzyskamy na wyjściu generatora odpowiednią częstotliwość pracy (3,5...3,8MHz), to dalsze strojenie ograniczy się do zestrojenia systemu antenowego. Uzwojenie cewki L1 powinno być nawinięte nie bezpośrednio na pręcie ferrytowe, lecz na przesuwanej tulejce papierowej, która umożliwi przesuwanie, a tym samym zmianę indukcyjności, czyli optymalne zestrojenie. Dużą pomoc może tutaj oddać generator-falomierz (GDO), opisany m.in. w EP 12/93. Jeżeli podczas prób wystąpią kłopoty z uzyskaniem charakterystyki kardiodalnej (po zamknięciu wyłącznika W1), to można skorygować doświadczalnie długość anteny teleskopowej lub włączyć w szereg od strony W1 potencjometr montażowy 10kΩ.

W rozwiązaniu modelowym wykorzystywano dwie płaskie baterie 3R12, które łącznie z płytką odbiornika i słuchawką W66 dają się łatwo zestawić w jedną całość. O-budowa odbiornika powinna być

wykonana z blachy aluminiowej, zaś antena ferrytowa powinna być osłonięta rurką plastikową, np. winidurową. Elementy regulacyjne powinny być umieszczone w łatwo dostępnym miejscu. W urządzeniu można jeszcze zamontować potencjometr siły głosu (np. zamiast rezystora stałego R5 - 1MΩ).

Przy konstrukcji mechanicznej odbiornika ARS warto wiedzieć, że



Rys. 5. Schemat elektryczny nadajnika (Tx)

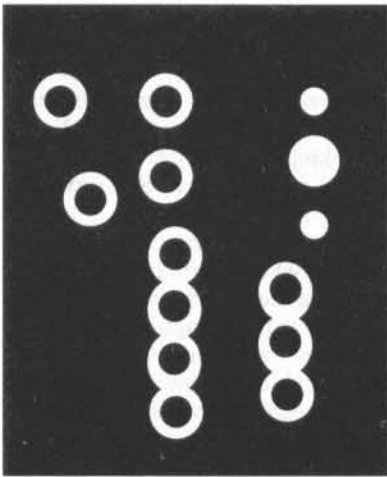
powinien on charakteryzować się zwartą budową, niewielkim ciężarem i ekonomicznym zasilaniem. Z tego też względu do zasilania najlepiej będzie wykorzystać miniaturowe akumulatory 2 x 6V.

Nadajnik (TX)

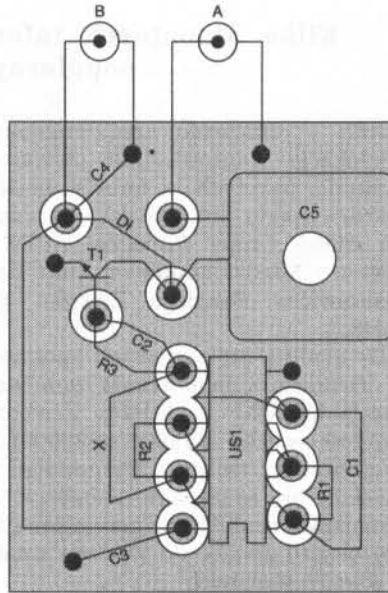
Nadajniki w zawodach ARS powinny mieć możliwość automatycznego generowania sygnałów telegraficznych: MOE, MOI, MOS, MOH, MO5 w pasmie 80 czy 2m. Współczesne kodery takich sygnałów zawierają pamięci, np. typu EPROM.

Do celów treningowych w zupełności wystarczy układ przedstawiony na rysunku 5. W skład nadajnika wchodzi generator kresk oraz dodatkowy wzmacniacz na pojedynczym tranzystorze. Generator zrealizowano przy użyciu popularnego układu scalonego UCY7400 (lub każdego innego odpowiednika TTL). Bramki 1 i 2 tworzą generator o bardzo małej częstotliwości zależnej od wartości kondensatora C1. Wysoki poziom logiczny na wyjściu tego układu powoduje uruchomienie właściwego generatora kwarcowego na bramkach 3 i 4. Częstotliwość wyjściowa zależy od zastosowanego rezonatora kwarcowego (3,5...3,6MHz). Modulowany amplitudowo sygnał w.c.z. poprzez elementy R2 C2 jest podawany na wzmacniacz z tranzystorem T1 - BC211. Na wyjściu wzmacniacza znajduje się antena pionowa zestrojona na pasmo 80m, dopasowana do wyjścia układu poprzez kondensator zmienny C5 - 300pF.

Zasilanie nadajnika może stanowić pojedyncza bateria 4,5V typu 3R12. Pobór prądu przez nadajnik



Rys. 6. Płytki drukowane nadajnika



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce nadajnika

WYKAZ ELEMENTÓW

(w nawiasach podano wartości elementów dla zakresu 2m)

Odbiornik

Rezystory

- R1: 100kΩ
- R2, R3: 2kΩ
- R4: 100Ω
- R5: 1MΩ

Kondensatory

- C1: 200pF (trymer 20pF)
- C2, C3, C4: 47nF
- C5: 100nF
- C6, C12: 47μF
- C7: 1μF
- C8: 4,7nF
- C9, C10, C11: 82pF (1...4,7pF)
- C13: 4,7pF
- C14: kondensator zmienny 200pF (2pF)

Półprzewodniki

- US1: ULY7741
- T1: BF966
- T2: BF245

Cewki

- L1: 12 zwojów drutu o średnicy 0,5mm w izolacji Igelitowej nawiniętych na rdzeniu ferrytowym o średnicy 8mm i długości co najmniej 80mm (powietrzna 5 zwojów drutu CuAg o średnicy 1mm nawiniętych na średnicy 6mm - odczep antenowy na 2 zwoju od strony masy)

- L2: 40 zwojów drutu DNE 0,2mm nawiniętych na korpusie z rdzeniem o średnicy 8mm (powietrzna 5 zwojów drutu CuAg o średnicy 1mm nawiniętych na średnicy 6mm - odczep na 2 zwoju od strony masy)

Różne

- B1, B2: bateria 4,5V (np. 3R12)
- W1: wyłącznik pojedynczy
- W2: wyłącznik podwójny
- St: słuchawka telefoniczna (np. W66)

Nadajnik

Rezystory

- R1, R2: 220Ω
- R3: 3,3kΩ

Kondensatory

- C1: 470μF
- C2: 200pF
- C3: 1μF
- C4: 4,7nF
- C5: kondensator zmienny 300pF (trymer 20pF)

Półprzewodniki

- US1: UCY7400
- T1: BC211 (BFR90..., BF200...)

Różne

- B: bateria 4,5V (np. 3R12)
- A: gniazdo antenowe (np. BNC)
- W: wyłącznik
- X: rezonator kwarcowy 3579,5kHz (16... MHz) - patrz tekst
- D: dławik 10μH (cewka powietrzna 5 zwojów drutu CuAg o średnicy 1mm nawiniętych na średnicy 6mm)

przekracza 50mA. Moc wyjściowa dochodzi do 150mW i może zostać zwiększona poprzez zastosowanie oddzielnego źródła napięcia zasilającego kolektor tranzystora T1 (12...18V). Chcąc wykorzystywać akumulator 6V do zasilania układu scalonego US1 należy w szereg włączyć dobrany rezystor w celu obniżenia zasilania do wartości 5V (można zastosować diodę krzemową).

Cały układ nadajnika zamontowano na płytce drukowanej przedstawionej na rysunku 6. Płytkę wykonano w identyczny sposób jak w przypadku odbiornika. Na rysunku 7 pokazano rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

Nadajnik zamontowany ze sprawnych elementów powinien działać z chwilą włączenia napięcia zasilania. Jedynej korekcji wymaga ustawienie osi kondensatora zmiennego C5. Czynność tę wykonuje się jednorazowo za pomocą sondy w.c.z. lub falomierza, po uprzednim załączeniu anteny. W najprostszym przypadku antenę może stanowić przewód izolowany o długości 5 czy 10m zarzucony na wysokie drzewo. Kondensator C5 po ustawieniu na maksymalną wartość sygnału w.c.z. na gnieździe A można zastąpić kondensatorem stałym o identycznej wartości pojemności. W urządzeniu istnieje możliwość zmiany długości generowanych kresków sygnału wyjściowego - poprzez korekcję wartości kondensatora elektrolitycznego C1 (wedle upodobań).

Przystosowanie sprzętu do pracy w pasmie 2m

Aby odbiornik pracował w pasmie 2m generator VFO oraz obwód wejściowy powinny pracować w zakresie 144...146MHz. W tym przypadku dwu- lub trzejelementowa antena typu Yagi na pasmo 2m powinna być dołączona do odczepu na cewce L1. Cewki L1 L2 zawierające po 5 zwojów drutu srebrzonego nawinięto na średnicy 6mm. Dostrojenie wejściowego obwodu L1 C1 uzyskuje się za pomocą trymera C1 - 20pF. Nieco więcej problemów może być z ograniczeniem zakresu strojenia VFO. Potrzebny zakres strojenia zapewni kondensator zmienny o pojemności około 2pF. Potrzebną wartość można uzyskać po usunięciu zbędnych płytek rotora kondensatora zmiennego, np. w przypadku zastosowania konden-

satora zmiennego o wartości 8pF (OR-ASIA) wystarczy zostawić tylko jedną płytkę.

W przypadku nadajnika najtrudniej będzie z uzyskaniem rezonatora kwarcowego, którego częstotliwość po powieleniu powinna wypaść w pasmie 144...145MHz. Można tutaj wykorzystać rezonatory o częstotliwościach początkowych 16 czy 18MHz. Tranzystor T1 powinien mieć dużą częstotliwość graniczną. Dobre będą tutaj tranzystory typu BFR90..., choć i tańsze tranzystory typu BF200... też będą odpowiednie. Zamiast dławika można włączyć cewkę zawierającą 5 zwojów, wykonaną identycznie, jak w przypadku odbiornika - 2m. Kondensator C5 powinien mieć maksymalną wartość 20pF. Jako antenę można wykorzystać antenę GP - 2m lub wykonaną własnoręcznie (długość promiennika i przeciwzawag po ok. 50cm).

Opisane układy z pewnymi zmianami można zastosować w systemach „Radio-Alarm“ do zabezpieczeń obiektów czy pojazdów.

Andrzej Janeczek, SP5AHT

Kilka aktualnych informacji o coraz bardziej popularnym ARS-ie

ARS - amatorska radioorientacja sportowa, zwana też amatorską radiolokacją sportową lub „łowami na lisa“, polega na wykrywaniu położenia ukrytych w terenie nadajników radiowych. Jest to oficjalna dziedzina sportu krótkofalarskiego o zasięgu międzynarodowym. Przewodniczącym Stałej Grupy Roboczej ARDF (Amateur Radio Direction Finding) I Regionu Międzynarodowej Unii Radioamatorskiej (IARU) jest od 15 lat przedstawiciel Polskiego Związku Krótkofalowców Krzysztof Słomczyński SP5HS.

Dyscyplina radioorientacji sportowej jest połączeniem klasycznego biegu na orientację i namierzania radiowego miniaturowych nadajników KF - 3,5MHz lub UKF - 144MHz. Zawodnicy otrzymują na starcie mapę rejonu zawodów w skali 1:15000 (1:20000), kolorowaną według stopnia trudności pokonywania terenu. Dysponując odbiornikiem z anteną kierunkową zawodnik ma za zadanie namierzyć pracujące w cyklu pięciominutowym 5 nadajników, nanieść ich przybliżoną lokalizację na mapę, przyjąć optymalną trasę biegu i dotrzeć do każdego z nadajników, gdzie uzyskuje potwierdzenie na karcie startowej.

Optymalnie wybrana trasa wynosi, w zależności od kategorii wiekowej, przeciętnie 6...10km, a na jej pokonanie zawodnik ma z reguły 120 minut. Biorąc pod uwagę pagórkowaty teren zawodów oraz konieczność dokonywania namiarów kontrolnych - ten limit czasu nie jest wygórowany. O kolejności na mecie decyduje ilość potwierdzonych punktów kontrolnych oraz czas biegu.

W kraju organizowane są liczne regionalne zawody ARS łącznie z Mistrzostwami Polski. W bieżącym roku po raz pierwszy zostaną rozegrane Mistrzostwa Polski Młodzieży Szkolnej w Radioorientacji Sportowej. Zawody odbędą się w dniach 22 - 24 kwietnia w lasach otwockich. W dniach 23 - 26 czerwca, w lasach na wysoczyźnie elbląskiej, odbędą się Międzynarodowe Mistrzostwa Polski w Radioorientacji Sportowej „Suchacz 94“. Bliższe szczegóły można uzyskać w Polskim Związku Radioorientacji Sportowej (skr. poczt. 1, 00-950 Warszawa 1).