

Odbiornik nasłuchowy VHF

AVT-984

Własnoręczna budowa odbiorników na różne pasma radiowe cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem Czytelników. Obok układów na pasma KF poszukiwane są też opisy budowy urządzeń na pasma UKF.

Rekomendacje:

wykonanie i uruchomienie odbiornika może być dobrą wprawką przed realizacją kolejnych projektów krótkofalarskich, dostarczając przy tym sporych wrażeń podczas użytkowania.

Choć na rynku można znaleźć tak zwane skanery częstotliwości, które są niczym innym jak szerokopasmowymi odbiornikami radiowymi wyposażonymi w syntezery częstotliwości, umożliwiającymi nasłuch pasm radiowych (najdroższe z nich umożliwiają odbiór od kilkudziesięciu kHz, aż do kilku GHz), to jednak wielu elektroników woli zbudować takie urządzenie samodzielnie, choćby w celu lepszego poznania tajników radiotechniki.

Budowa skanera cyfrowego jest dość trudnym wyzwaniem, dlatego na początek można zadowolić się prostszym i tańszym układem analogowym, który – po odpowiednim zestrojeniu – umożliwi nie tylko odbiór programów UKF/FM, ale także niektórych korespondencji służb publicznych (straż miejska, lotnictwo...) oraz pasma amatorskiego 2 m.

Zestrzajając odbiornik tylko na popularne pasmo 2 m/FM mamy możliwość przysłuchania się łącznościom krótkofalowców, wysłuchania lokalnych komunikatów OT PZK i poznania pracy przez amatorskie przemienniki FM, a także przeprowadzenia treningów w łowach na lisa (poszukiwanie ukrytego nadajnika 2 m (po zaopatrzeniu układu w prostą przenośną antenę kierunkową).

Opis układu

Schemat blokowy odbiornika jest przedstawiony na rys. 1. Jest to klasyczna superheterodyna z pojedynczą przemianą częstotliwości, z zastosowaniem dwóch popularnych układów



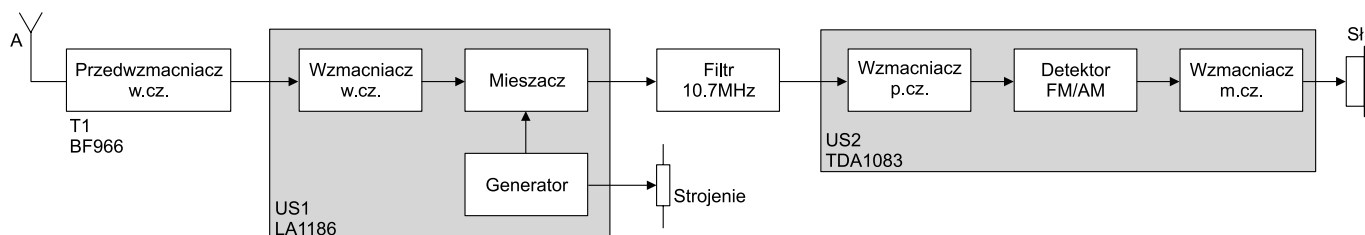
scalonych – LA1186 oraz TDA1083. Kompletny schemat ideowy odbiornika przedstawiono na rys. 2.

Jedyny tranzystor T1 (BF966 – dwubramkowy MOSFET) pracuje jako przedwzmacniacz sygnału antenowego. Sygnał z anteny (typu GP lub Yagi, a w najprostszym przypadku odcinka drutu o długości około 1 m) jest podany na wejściowy obwód rezonansowy L1–C1. Niskoomowa antena jest dopasowana do dużej impedancji wejściowej tranzystora poprzez dobrany odczep na cewce. Dzielnik rezystorowy R1–R2 ustala napięcie polaryzacji drugiej bramki tranzystora (około 4,5 V na największe wzmocnienie układu). Wzmocniony sygnał w.c.z. jest odbierany z drenu tranzystora poprzez wyjściowy obwód rezonansowy L2–C6 (uzwojenie wtórne L3).

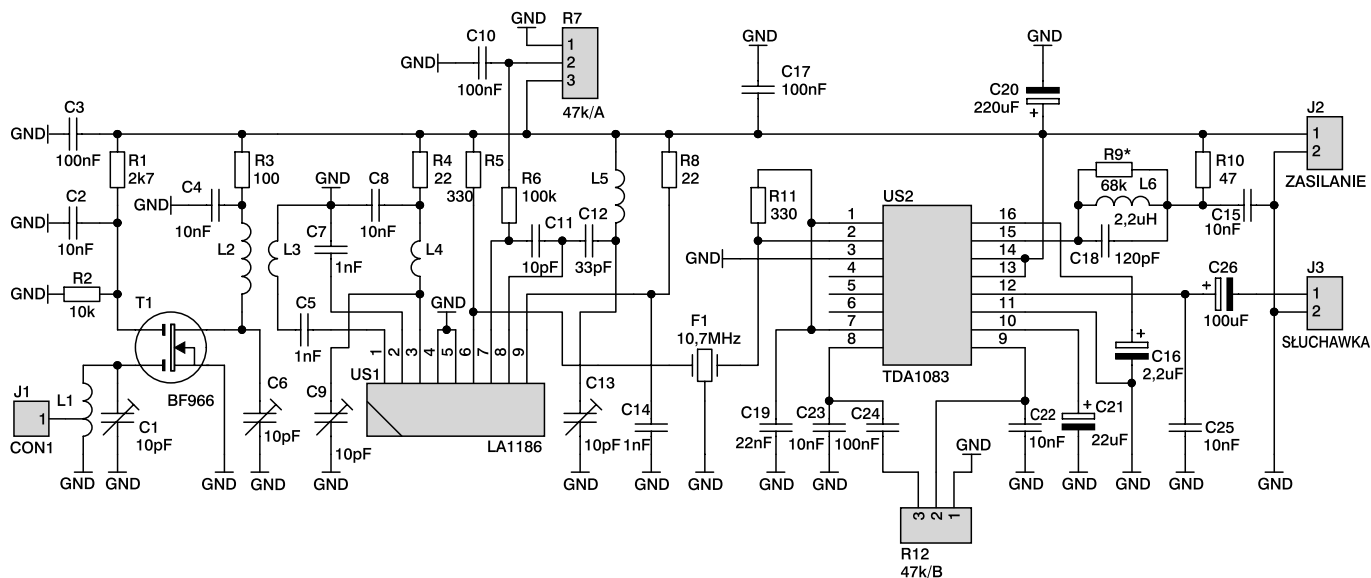
Jak łatwo zauważyć, sercem odbiornika jest układ przemiany częstotliwości w pierwszym układzie scalonym US1 (LA1186). LA1186 jest scaloną głowicą odbiorczą UKF–FM przeznaczoną dla odbiorników przenośnych i stacjonarnych, wbudowaną do pionowej obudowy jednorzędowej typu SIP9. Obwód zawiera wzmacniacz w.c.z., mieszacz podwójnie zrównoważony oraz oscylator

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 110x32 mm
- Maksymalny zakres częstotliwości pracy: 80...180 MHz
- Modulacja: FM (AM)
- Antena: GP lub kierunkowa (wielkość zależy od częstotliwości)
- Wyjście m.cz.: słuchawki niskoomowe lub głośnik
- Zakres napięcia zasilania: 5...7,5 V



Rys. 1. Schemat blokowy odbiornika



Rys. 2. Kompletny schemat ideowy odbiornika

Tab. 1. Podstawowe parametry układu LA1186

Zalecane napięcie zasilania	5 V
Pobór prądu	7 mA (przy $U_{zsc}=5$ V)
Maksymalna moc strat	150 mW
Maksymalna częstotliwość pracy	około 200 MHz
Napięcie nasycenia na wyjściu	135 mV _{sk}
Napięcie heterodyny	200...315 mV _{sk}

i wymaga dołączenia jedynie niewielkiej liczby dodatkowych podzespołów. Zakres napięć zasilania wynosi 1,5...8 V. W stosunku do popularnego LA1185, układ LA1186 zawiera dodatkowo diodę automatycznego dostrojenia – ARCz i pozwala na pracę w szerszym zakresie częstotliwości (również w kanałach TV 1...12). Podstawowe parametry układu LA1186 przedstawiono w tab. 1. Funkcje poszczególnych wyprowadzeń układu LA 1186 są następujące:

- 1 – wejście wzmacniacza w.cz.
- 2 – odsprężenie wzmacniacza w.cz.
- 3 – wyjście wzmacniacza w.cz. (wejście mieszacza)
- 4 i 5 – masa układu (anoda diody pojemnościowej)
- 6 – wyjście mieszacza
- 7 – katoda diody pojemnościowej (wejście napięcia ARCz)
- 8 – obwód lokalnego oscylatora
- 9 – zasilanie układu

Sygnal w.cz. z wyjścia wzmacniacza US1 jest filtrowany poprzez wyjściowy obwód rezonansowy L4–C9, a następnie jest skierowany na mie-

szacz. Na drugie wejście mieszacza dochodzi sygnał z lokalnego oscylatora (generatora LC).

W skład generatora przemiany częstotliwości wchodzi układ zewnętrzny: obwód rezonansowy L5–C13 oraz kondensatory separujące C12 i C11. Częstotliwość pracy generatora wyznacza właśnie indukcyjność cewki, pojemności wypadkowe wszystkich wymienionych kondensatorów oraz wewnętrznej diody pojemnościowej. Dioda jest przestrajana napięciem doprowadzonym z suwaka potencjometru R7. Łatwo zauważyć, że dioda pojemnościowa jest sterowana napięciem z zakresu 0...6 V i wskazane byłoby ograniczyć dolny zakres (ze względu na znaczne zniekształcenia charakterystyki) za pośrednictwem dobrego rezystora czy dodatkowej diody podłączonej od strony masy.

Warto pamiętać, że przy ustawieniu suwaka w dolnym położeniu dioda pojemnościowa ma największą pojemność i generator wytwarza sygnał odpowiadający początkowi pasma 2 m, zaś przy ustawieniu suwaka w górnym położeniu dioda pojemnościowa ma najmniejszą pojemność i generator wytwarza sygnał odpowiadający końcowi pasma 2 m. W przypadku pracy układu jako radioodbiornik FM, generator może być zestrojony zarówno powyżej, jak i poniżej wartości odbieranej. Na przykład sygnał 100 MHz może być odbierany przy wartości generatora 110,7 MHz i 89,3 MHz. Przy zestawieniu układu na wycinek pasma 2 m korzystniej byłoby, aby generator pracował na niższej częstotliwości, czyli aby dolnemu zakresowi często-

ści pracy generatora, np. wartości 134,3 MHz odpowiadała częstotliwość wejściowa 145 MHz, zaś górnej wartości, czyli np. 135 MHz – druga skrajna wartość częstotliwości, a więc 145,7 MHz.

Sygnal wyjściowy z mieszacza 10,7 MHz (jako częstotliwość pośrednia, będąca różnicą częstotliwości doprowadzonej do wejścia układu US1 i częstotliwości generatora) jest skierowany do filtra F1 (10,7 MHz). Jest to piezoceramiczny filtr trójkońcówkowy, decydujący o szerokości odbieranego pasma. Do demodulacji stacji radiowych FM jego szerokość jest w sam raz, zaś dla wąskopasmowej modulacji FM, jaka ma miejsce w radiokomunikacji profesjonalnej, a także amatorskiej, jest po prostu za szeroki (obiór jest słabszy, sąsiednie stacje mogą powodować zakłócenia). Można oczywiście użyć bardziej rozbudowanego filtra kwarcowego, np. takiego, jaki jest wykorzystywany w demobilowych radiotelefonach firmy Radmor (należałoby włączyć go wraz z układem dopasowującym poza płytę montażową). Zawsze jednak odfiltrowany przez F1 sygnał p.cz. jest z jego wyjścia podany na wzmacniacz p.cz., który wraz z detektorem FM i wzmacniaczem m.cz. jest zrealizowany na niżej opisanym układzie TDA1083.

TDA 1083 jest kompletnym radioodbiornikiem AM/FM ze wzmacniaczem fonii (z wyjątkiem stopnia wejściowego FM). Układ charakteryzuje się szerokim zakresem napięć zasilania i dużą czułością AM. Jego najważniejsze parametry zestawiono

Tab. 2. Najważniejsze parametry układu TDA 1083

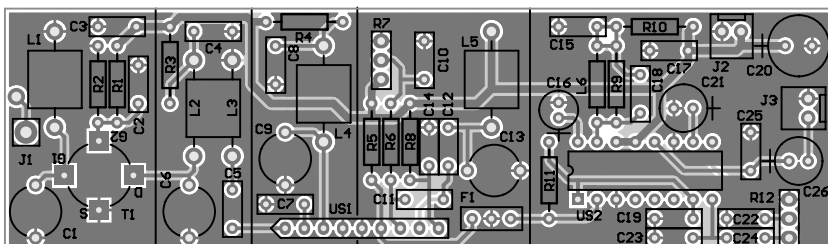
Napięcie zasilania	3...12 V
Prąd zasilania	50 mA (12 V)
Moc rozpraszana	600 mW (60°C)
Wzmocnienie wzmacniacza m.cz.	40 dB
Impedancja wejściowa m.cz.	150 kΩ
Moc wyjściowa m.cz.	300 mW

w tab. 2, a funkcje wyprowadzeń układu są następujące:

- 1 – odsprężenie wzmacniacza p.cz.
- 2 – wejście p.cz.
- 3 – masa w.cz.
- 4 – wejście mieszacza AM
- 5 – obwód oscylatora AM
- 6 – wejście AM
- 7 – odsprężenie AM
- 8 – wyjście demodulatora
- 9 – wejście fonii
- 10 – sprzężenie zwrotne
- 11 – masa fonii
- 12 – wyjście fonii
- 13 – napięcie zasilania
- 14 – obwód demodulatora
- 15 – obwód demodulatora
- 16 – napięcie ARW/ARCz

Wartość rezystora R11 (podobnie jak i rezystora R5) jest dobrana pod kątem dopasowania do filtra F1. Wzmocniony wewnątrz struktury układu US2 sygnał p.cz. 10,7 MHz jest filtrowany na wyjściu wzmacniacza p.cz., dzięki obwodowi rezonansowemu L6–C18. Uzyskany na nóżce 8 sygnał małej częstotliwości jest poprzez potencjometr siły głosu podany na wejście wzmacniacza m.cz. (nóżka 9) i po wzmocnieniu, czyli z wyjścia (nóżka 12), skierowany do słuchawek. Choć układ ma wyjście niskoomowe i jest przewidziany do zasilania małego głośnika, to jednak najlepiej sprawuje się ze słuchawkami multimedialnymi.

Zaletą odbiornika jest stosunkowo mały pobór prądu, pozwalający na zasilanie z czterech baterii AA (4xR6), ewentualnie typowego napięcia +5 V ze stabilizowanego zasilacza.

**Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce****WYKAZ ELEMENTÓW****Odbiornik nasłuchowy****Rezystory**

R1: 2,7 kΩ
 R2: 10 kΩ
 R3: 100 Ω
 R4, R8: 22 Ω
 R5, R11: 330 Ω
 R6: 100 kΩ
 R7: 47 kΩ/A (potencjometr obrotowy)
 R9: 68 kΩ*
 R10: 47 Ω
 R12: 47 kΩ/B (potencjometr obrotowy)

Kondensatory

C1, C6, C9, C13: 10 pF (trymer)
 C2, C4, C8, C15, C23, C25: 10 nF
 C3, C10, C17, C24: 100 nF
 C5, C7, C14: 1 nF
 C11: 10 pF
 C12: 33 pF
 C16: 2,2 μF/16 V
 C18: 120 pF
 C19, C22: 22 nF
 C20: 220 μF/16 V
 C21: 22 μF/16 V
 C26: 100 μF/16 V

Półprzewodniki

US1: LA1186
 US2: TDA1083
 T1: BF966

Inne

L1, L2, L4, L5: 4 zwoje Cug 1 na średnicy 5 mm
 L3: 0,5 zwoja drutu w izolacji pomiędzy zwojami L2
 L6: 2,2 μH (cewka fabryczna)
 F: 10,7 MHz (ceramiczny filtr trzykońcówkowy)

Skala częstotliwości (nie wchodzi w skład zestawu)**Rezystory**

R1: 39 kΩ
 R2: 1 kΩ
 R3...R6: 2,2 kΩ
 R7...R14: 220 Ω

Kondensatory

C1, C5, C6: 100 nF
 C2, C3, C4: 1 nF
 C7: 100 μF
 C8, C9: 22 pF

Półprzewodniki

IC1: 7805
 IC2: SAB6456
 IC3: PIC16F84 (program hex dostępny na stronie www.pira.cz/counter.htm)
 T1: BC546B
 T2...T5: BC556B
 D1, D2: BAT41 (BAR19)
 D3: HD-M514RD lub HD-M512RD

Inne

X1: rezonator kwarcowy 4 MHz

Montaż i uruchomienie

Cały układ odbiornika zmontowano na płytce drukowanej o wymiarach 32x110 mm (z dołu masa, elementy przewlekane). Kształt płytki jest dopasowany do 4 szt. baterii R6 (przewidziane od dołu w koszyczku) i jako rękojeść anteny kierunkowej (HB9CV czy Yagi), ponieważ tego odbiornika można użyć do łowów na lisa w paśmie 2 m. Rozmieszczenie elementów na płytce pokazano na rys. 3. Montaż i uruchomienie odbiornika jest typowe i nie powinno nastęrczać większych problemów przy zachowaniu staranności oraz użyciu sprawdzonych elementów. Oczywiście po

zmontowaniu układ należy zestroić na wybrany wycinek pasma radiowego (80...180 MHz).

Cewki powietrzne można nawinąć na pręcie lub wiertle o średnicy 5 mm drutem posrebrzonym ew. w emalii (na początek po 5 zwojów). Zmianę indukcyjności można uzyskać poprzez dobranie liczby zwojów cewki, a także ściskanie i rozciąganie zwojów.

Zamiast dławika i kondensatora wchodzącego w skład obwodu rezonansowego 10,7 MHz (L6 i C18) można podlutować filtr 405 lub inny filtr z toru p.cz. 10,7 MHz, np. typu 216, ale trzeba w miejsce C wstawić kondensator o pojemności rzędu 100 pF (405 już ma wewnątrz potrzebny do rezonansu kondensator).

Dostrojenie obwodów rezonansowych może odbywać się przez zmianę indukcyjności cewki lub pojemności kondensatora na najgłośniejszy odbiór danej stacji radiofonicznej. Najlepiej posłużyć się kalibrowanym generatorem UKF FM,

dzięki któremu można będzie szybko zestroić obwód generatora oraz obwód wejściowy. W razie jego braku, zestrojenie będzie wymagało więcej cierpliwości i pracy. Do strojenia można wówczas wykorzystać sygnał silnej stacji lokalnej, pracującej w interesującym nas paśmie (np. lokalny przemiennik). W pierwszej fazie strojenia można pominąć przedwzmacniacz i podłączyć sygnał z anteny na wejście układu scalonego US1 przez kondensator C5. Należy się przy tym liczyć z odbiorem tylko najsilniejszych sygnałów, głównie od stacji radiowych (chyba, że ktoś mieszka w pobliżu lotniska czy przemiennika 145 MHz).

Częścią układu najbardziej wrażliwą na zmiany pojemności i indukcyjności jest generator. Sprawdzenie pracy generatora (częstotliwości pracy) jest bardzo proste, bowiem wystarczy do wyprowadzenia 8 podłączyć poprzez wtórnik źródłowy (koniecznie przez separator – wzmacniacz o dużej impedancji wejściowej) miernik częstotliwości na pasmo rzędu 200 MHz i skontrolować częstotliwość wyjściową w dwóch skrajnych położeniach potencjometru. Jeżeli stwierdzimy przesunięcie częstotliwości do dołu, to rozciągamy cewkę lub zmniejszamy pojemność (ew. zmniejszamy o 1 zwój). Jeżeli sytuacja będzie odwrotna (zakres pracy zaczyna się powyżej wymaganej), to ściskamy zwoje lub zwiększamy wartość pojemności (ew. dowijamy dodatkowy zwój). Można także miernik częstotliwości jako programowaną skalę z wprowadzoną stałą wartością 10,7 MHz, podłączyć poprzez wtórnik źródłowy, np. z tranzystorem FET typu BF245C. Warto dodać, że zastosowany separator heterodyny na tranzystorze w postaci wtórnika może dawać sygnał niewystarczający do bezpośredniego wysterowania wszystkich typów preskalerów i może zająć konieczność dobudowania prostego przedwzmacniacza w.cz. (tranzystorowego lub na układzie scalonym).

W końcowym etapie (po zamknięciu płytki w metalową obudowę z przegrodami z blachy), mając do dyspozycji generator sygnałowy, można podregulować czułość odbiornika, czyli skorygować ustawienia pozostałych trymerów na największy sygnał wyjściowy w całym zakresie pasma. Jeżeli stwierdzimy

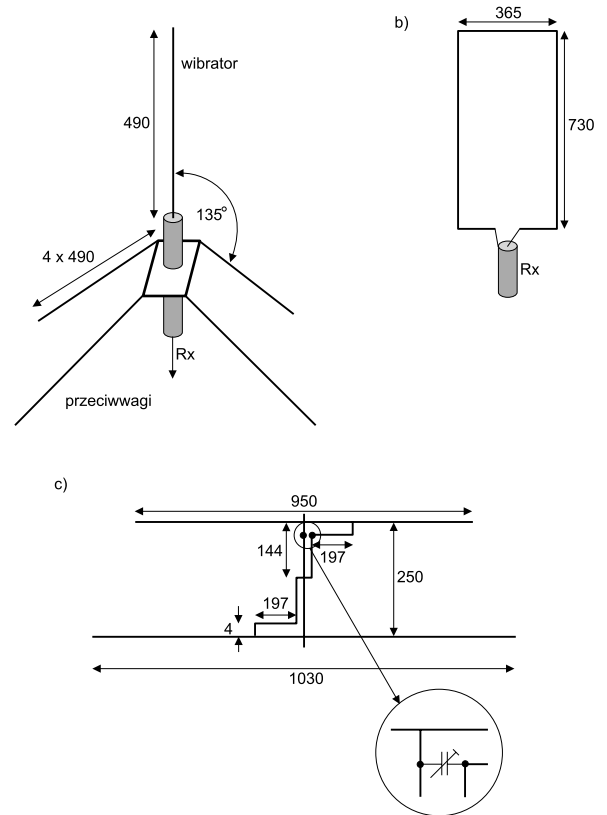
niewystarczające wzmocnienie stopnia końcowego m.cz., można zwiększyć napięcie zasilania np. do 7,5 V (maksymalnie do wartości 8 V). Przy zmianach napięcia zasilającego (słaba stabilizacja, wyczerpane baterie) mogą być odczuwalne zmiany częstotliwości odbioru. Być może sytuację poprawiłyby zastosowanie oddzielnego obwodu stabilizacji napięcia zasilającego układ strojenia i głowicy.

W miejscach, gdzie jest duże natężenie pola elektromagnetycznego – na pewno będą to okolice stacji nadawczej UKF/FM – można z powodzeniem zrezygnować ze wzmacniacza z tranzystorem T1, podając sygnał z anteny wprost na wejście układu US1 (np. bezpośrednio do nóżki 1).

Na koniec trzeba pamiętać o zastosowaniu obudowy oraz dobrej anteny, najlepiej zewnętrznej. Jako obudowę można wykorzystać dowolne pudełko metalowe większych rozmiarów. Na płycie czołowej należy umieścić potencjometry: R7 – strojenie, R12 – siła głosu i ew. potencjometr pełniący rolę tłumika (nie uwzględniony na schemacie), zaś na tylnej ścianie gniazda: antenowe (najlepiej UC1 lub odpowiednik), zasilania, słuchawkowe. Tak jak podano wcześniej, korzystnie byłoby wyposażyć odbiornik choćby w prostą skalę cyfrową umożliwiającą pomiar częstotliwości z rozdzielczością nie gorszą niż 100 kHz.

Antena

W literaturze można znaleźć wiele opisów wykonania prostych anten na pasmo VHF. Dla Czytelników stykających się pierwszy raz z konstrukcjami krótkofalarskimi podajemy na **rys. 4** przykładowe sposoby wykonania anteny 2 m (144...146 MHz).

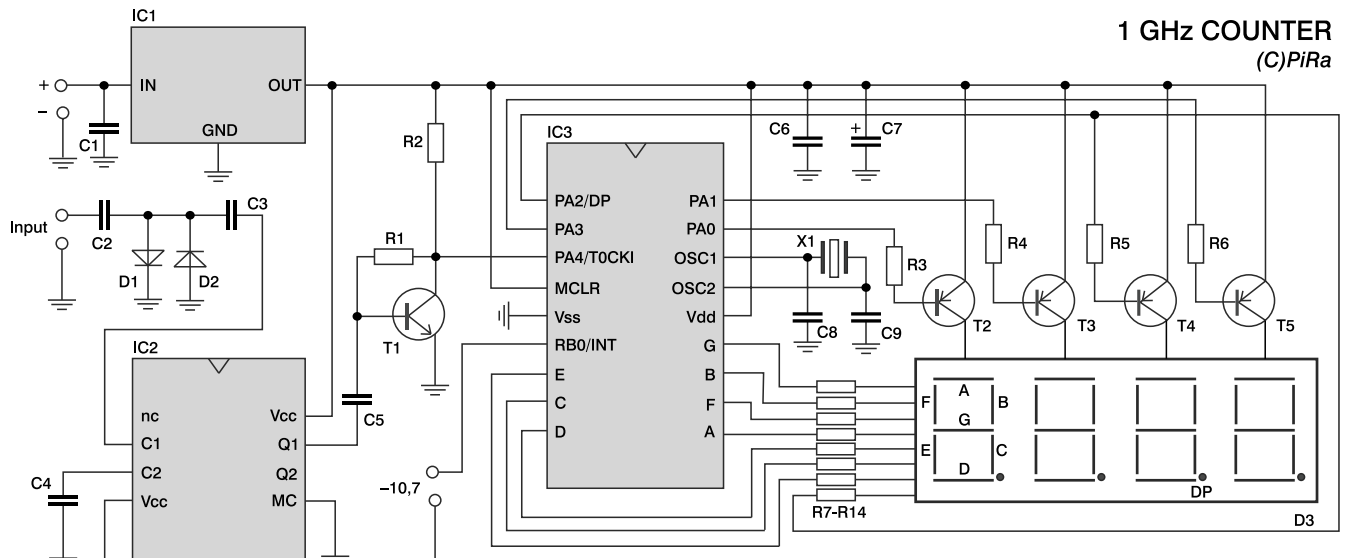


Rys. 4. Przykładowe sposoby wykonania anteny 2m (144...146 MHz)

Dookólna antena GP (rys. 4a) jest prostą anteną o polaryzacji pionowej, którą można wykonać z pięciu odcinków prętów miedzianych o średnicy co najmniej 3 mm, ew. z rurek duraluminiowych lub mosiężnych o średnicy 4...6 mm (przyłutowanych lub przykręconych do gniazda UC1-50). Dzięki odchyleniu czterech przeciwwag do dołu o 135° w stosunku do promiennika uzyskuje się impedancję wyjściową dopasowaną do zasilania kablem koncentrycznym 50 Ω.

Jeszcze prostszą konstrukcją na pasmo 2 m wydaje się być antena ramowa pokazana na rys. 4b. Jest to antena kierunkowa, którą można wykonać z miedzianego drutu instalacyjnego i zamontować np. poprzez przyklejenie do szyby okiennej. Antenę można zasilac również kablem koncentrycznym 50 Ω (po obróceniu anteny o 90° uzyskuje się zmianę polaryzacji).

Antena kierunkowa pokazana na rys. 4c to konstrukcja HB9CV, przystosowana do łowów na lisa (poszukiwanie ukrytego nadajnika 2 m). Składa się ona z reflektora o długości 950 mm i direktora o długości 1030 mm połączonych boomem o długości 250 mm. Bezpo-



Rys. 5. Układ czterocyfrowego miernika częstotliwości

średnio pod boomem należy zamocować nasz odbiornik i podłączyć jego wejście poprzez układ dopasowania Gamma, składający się z wygiętego miedzianego drutu instalacyjnego w izolacji igelitowej (jak na rysunku). Podłączenie odcinka kabla koncentrycznego następuje na zgięciu w pobliżu połączenia reflektora z boomem za pośrednictwem trymera o wartości maksymalnej 20...30 pF (stroi się na maksimum odbieranego sygnału). Do budowy przenośnej anteny HB9CV można użyć czterech anten teleskopowych (na reflektor i direktor) oraz odcinek kształtownika o przekroju kwadratowym na boom.

Wykorzystując odbiornik do łowów na lisa warto wykonać w nim dodatkową regulację wzmocnienia przedwzmacniacza w.cz. w postaci potencjometru 10 kΩ podłączonego w miejsce rezystora R2. W ten sposób, poprzez zmianę polaryzacji bramki drugiej można zmniejszać i zwiększać czułość urządzenia (zmniejszenie czułości jest potrzebne w pobliżu nadajnika).

Podsumowanie

Jak widać, prosty odbiornik na pasmo VHF można zbudować z taniach elementami dostępnymi na krajowym rynku. Choć pokazany układ ma ograniczone możliwości przesłuchania oraz demodulacji w zasa-

dzie tylko sygnałów FM, to jednak nic nie stoi na przeszkodzie, aby dołożyć zewnętrzną diodę pojemnościową (np. BB105 pomiędzy nóżki 5 i 6, anodą do masy) radykalnie zwiększającą zakres przesłuchania. W praktyce okazuje się, że dzięki użytemu układowi scalonemu, odbiornik może także demodulować nie tylko sygnały FM, ale także AM, np. pochodzące z komunikacji lotniczej. Urządzenie ze zrozumiałych powodów nie jest

– nic nie stoi na przeszkodzie, aby zdać egzamin i uzyskać wymaganą licencję. Jak zdobyć niezbędne wiadomości? Wystarczy np. odszukać archiwalne numery z Korespondencyjnym Kursem Krótkofalarskim, organizowanym na łamach Świata Radio (np. ŚR1–9/2002), harmonogram sesji egzaminacyjnych na uprawnienia radiooperatora znajduje się w ŚR 2/2007.

Prosta skala częstotliwości

Do pomiaru częstotliwości można zaadoptować jeden z dostępnych kitów AVT. Bardzo prostą skalę częstotliwości do tego odbiornika można wykonać również we własnym zakresie na podstawie opisu zamieszczonego na stronie www.pira.cz/co-unter.htm.

Prezentowany na rys. 5 układ czterocyfrowego miernika (dokładność odczytu 0,1 MHz) jest przystosowany do częstotliwości pośredniej 10,7 MHz. Układ może być zasilany napięciem w zakresie 8...20 V (pobór prądu od 80 mA do 120 mA). Zakres mierzonych sygnałów 70...1000 MHz (maksymalna czułość 10 mV). Sercem układu jest mikrokontroler PIC16F84. Na wejściu miernika jest preskaler SA-B6456.

Andrzej Janeczek SP5AHT
sp5aht@swiatardio.com.pl



w stanie odbierać telegrafii (CW) oraz emisji jednowstęgowej (SSB). Chyba jednak nie ma sensu budować urządzenia na wszystkie emisje, bo przecież przesłuchując dokładniej pasmo widać, że w zakresie VHF (2 m) króluje właśnie FM. Czasem można napotkać stację pracującą innym rodzajem emisji, ale jest to dość sporadyczne i głównie przy okazji zawodów krótkofalarskich. Najczęściej pracują tutaj krótkofalowcy w lokalnych sieciach oraz poprzez przemienniki UKF FM, służące do zwiększania zasięgu prowadzonych łączności.

Jeżeli ktoś z Czytelników będzie chciał dołączyć do grona rozmówców na paśmie amatorskim 2 m