

Prosty odbiornik fal krótkich

Mamy niezwykle atrakcyjną propozycję dla radioamatorów - superreakcyjny odbiornik na fale krótkie, przy pomocy którego można odbierać stacje nadające w pasmach: 1,6..5MHz, 5..15MHz, oraz 15..30MHz.

Jeśli zajrzemy do jakiegokolwiek katalogu odbiorników i sprzętu krótkofalarskiego, przekonamy się, że w ofercie znajdują się bardzo wyszukane urządzenia. Praktycznie wszystkie odbiorniki mają wbudowane mikroprocesory sterujące wszystkim, czym tylko można, a więc wyświetlaczami, strojeniem opartym na syntezie częstotliwości, timerami itd.

Tak wyglądają względnie niedrogie zestawy krótkofalarskie, a odbiorniki radiokomunikacyjne sensu stricto są jeszcze bardziej złożone i posiadają zewnętrzne sterowanie komputerowe, możliwość cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz wszelkie inne opcje, jakie tylko można sobie wyobrazić.

Najprawdopodobniej znaleźliśmy się już na takim etapie rozwoju elektroniki, że konstruktor-amator działający w warunkach domowych nie jest w stanie konkurować z komercyjnym sprzętem radiokomunikacyjnym. Nie znaczy to jednak, że musi odmawiać sobie radości, jaką może mu przynieść samodzielne zbudowanie prostego radioodbiornika fal krótkich.

Tradycyjne rozwiązania takich odbiorników nie mogą zapewnić takich samych parametrów jak sprzęt oferowany w handlu w cenie setek i tysięcy funtów, na pewno jednak umożliwią odbiór wielu stacji z całego świata. Bez względu na to, czy ktoś szuka taniego rozwiązania pozwalającego na rozpoczęcie odbioru w zakresie fal krótkich, czy też już używał drogiego sprzętu i chce podjąć takie wyzwanie, budowa odbiornika we własnym zakresie będzie dla niego bardzo interesująca.

W pasmie

Przedstawiany prosty odbiornik fal krótkich działa w zakresie 5MHz..15MHz, a więc obejmuje najbardziej popularne pasma. Wymiana transformatorów umożliwia zmianę zakresu na 1,6MHz..5MHz lub 15MHz..30MHz.

Wyniki osiągnięte w niższym i wyższym pasmie mogą nie być

najlepsze, a w pasmie wyższym będą zależą w dużym stopniu od warunków propagacji, a w mniejszym od parametrów odbiornika. Jednak dodatkowy koszt związany z zapewnieniem sobie dostępu do tych pasm nie jest wysoki i na pewno warto się na to zdobyć.

Urządzenie można zasilać z baterii 9 V, a antena może być zarówno długa, zewnętrzna, jak i krótka, pokojowa. Odbiornik pracuje dobrze z krótką anteną i może być wykorzystany jako urządzenie przenośne.

Podstawy

Większość odbiorników radiowych to urządzenia superheterodynowe, co oznacza, że odbierany sygnał jest przesuwany do pewnej stałej częstotliwości, noszącej nazwę częstotliwości pośredniej, która w wielu odbiornikach jest stosunkowo niska i wynosi 455kHz.

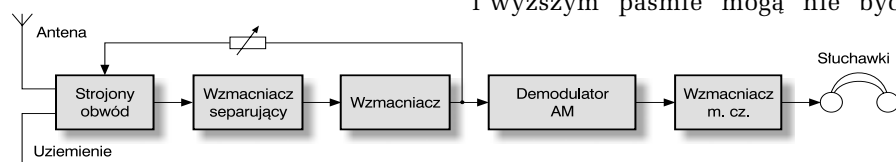
Po wzmocnieniu i filtracji sygnał poddawany jest demodulacji w celu uzyskania sygnału akustycznego, który po dalszym wzmocnieniu podawany jest na słuchawki lub głośnik. Tor częstotliwości pośredniej stosowany jest w odbiorniku dlatego, że ułatwia zapewnienie dużego wzmocnienia i wysokiej selektywności.

Wąskie pasmo jest bardzo istotne w odbiorniku fal krótkich, ponieważ zakres ten jest niezwykle zatłoczony przez różnego rodzaju nadajniki i obok częstotliwości stacji, którą chcemy odbierać, mogą znajdować się częstotliwości innych, silnych nadajników.

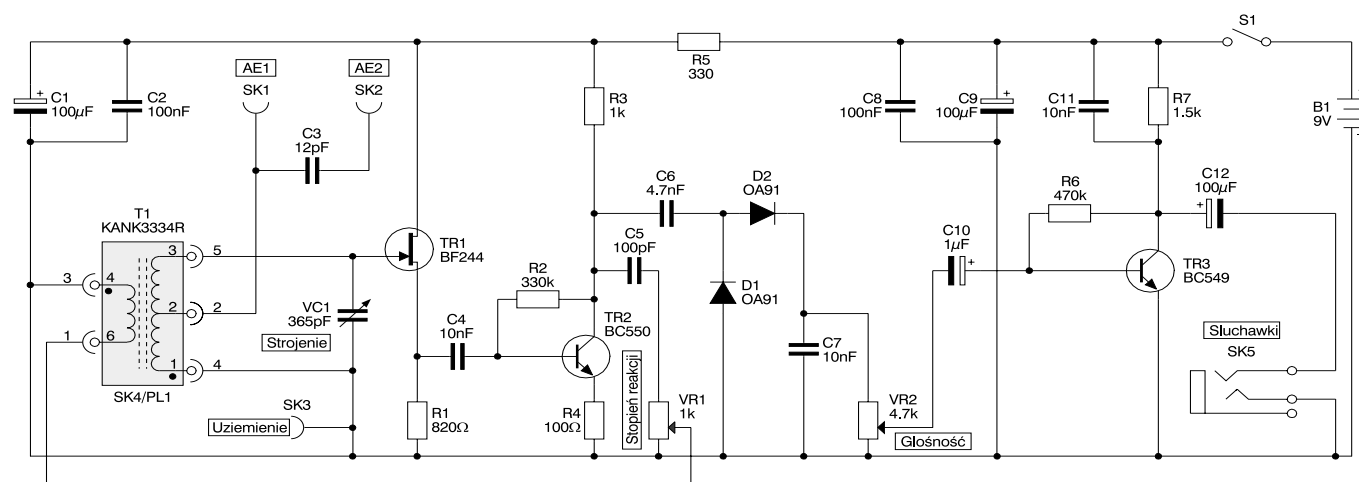
Prosty odbiornik

Mimo że odbiornik superheterodynowy ma niezaprzeczalne zalety, jest stosunkowo drogi i skomplikowany. Nie dysponując odpowiednim sprzętem pomiarowym można mieć trudności z prawidłowym uruchomieniem i zestrojeniem takiego odbiornika.

Przedstawiany poniżej odbiornik został więc zaprojektowany jako odbiornik ze strojeniem bezpośrednim, w którym całe wzmocnienie i selektywność zapewnia tor wysokiej częstotliwości, i który nie posiada układów przemiany częstotliwości ani toru częstotliwości pośredniej (rys. 1).



Rys. 1. Schemat blokowy odbiornika fal krótkich.



Rys. 2. Schemat ideowy odbiornika fal krótkich. Oznaczenia kontaktów wewnątrz obszaru ograniczonego linią przerywaną dotyczą transformatora, oznaczenia na zewnątrz tego obszaru - gniazda DIN.

Antena odbiera niewielki sygnał napięciowy, który jest podawany na wejście układu strojonego, decydującego w największym stopniu o selektywności całego odbiornika. Układ ten jest zbudowany z indukcyjności, połączonej równoległe z kondensatorem strojeniowym, który służy do przestrajania odbiornika. Układ taki dla częstotliwości poza rezonansem posiada małą impedancję i tłumi sygnały. Wyłącznie sygnały o częstotliwościach bliskich częstotliwości rezonansowej docierają do następnego stopnia na odpowiednim poziomie.

Stopień ten ma dużą impedancję wejściową i w bardzo ograniczonym stopniu obciąża układ strojony (w przypadku niższej impedancji wejściowej i większego obciążenia charakterystyka częstotliwościowa układu rezonansowego i jego selektywność uległyby pogorszeniu).

Kolejny stopień stanowi wzmacniacz, który zapewnia zasadnicze wzmocnienie odbiornika.

Selektywność pojedynczego układu rezonansowego nie jest szczególnie duża i bez dodatkowych zabiegów rezultaty działania takiego układu nie byłyby zadawalające. W związku z tym w układzie zastosowano dodatkowo sprzężenie zwrotne. Taki odbiornik nosi nazwę reakcyjnego.

Reakcja

Doprowadzenie części sygnału wyjściowego na wejście powoduje znaczne zwiększenie sygnału na wyjściu. Efekt ten jest najsilniejszy dla częstotliwości rezonansowej. Przy niewielkim odstrojeniu dodat-

nie sprzężenie zwrotne słabnie i efekt staje się słabszy. To właśnie dzięki temu uzyskuje się tak znaczną poprawę selektywności. Ceną płaconą za tę korzyść jest ryzyko wzbudzenia, które może nastąpić przy zbyt silnym sprzężeniu zwrotnym i uniemożliwić odbiór. W odbiorniku takim poziom sprzężenia zwrotnego musi być ustawiony poniżej wartości, przy której następuje wzbudzenie.

Detekcja

Sygnał wyjściowy wzmacniacza jest podawany na demodulator amplitudy. W przypadku takiej modulacji poziom sygnału zmodulowanego zmienia się proporcjonalnie do amplitudy sygnału modulującego, a składowa stała sygnału zmodulowanego wynosi 0. Jedno- i dwupółkowe wyprostowanie sprawia, że składowa średnia sygnału staje się proporcjonalna do sygnału modulującego. Filtracja dolnoprzepustowa wygładza wyprostowany sygnał i pozostawia sygnał modulujący, który po dodatkowym wzmocnieniu podawany jest na słuchawki.

Działanie układu

Schemat elektryczny odbiornika fal krótkich przedstawiono na rys. 2. Układ strojony zawiera uzwojenie główne transformatora T1 oraz kondensator VC1 służący do przestrajania układu.

Antena połączona jest z odczepem uzwojenia głównego transformatora T1, przy czym antena długa, dołączana do SK2 jest połączona z odczepem transformatora przez kondensator C3 o małej pojemności, a antena krótka z wej-

ścia SK1 bezpośrednio z odczepem.

Tranzystor złączowy FET TR1 w układzie wtórnika źródłowego stanowi bufor układu strojonego. Kondensator C4 sprzęga wyjście tego stopnia z wejściem wzmacniacza tranzystorowego w układzie wspólnego emitera. Kondensator C5 łączy wyjście tego stopnia z potencjometrem VR1, z którego część sygnału doprowadzana jest z powrotem do wejścia odbiornika przez dodatkowe uzwojenie transformatora T1.

Stopień z tranzystorem TR2 odwraca fazę sygnału, ale transformator T1 jest wykonany w taki sposób, że zapewnia również odwrócenie fazy w pętli sprzężenia, w związku z czym sprzężenie jest dodatnie. Potencjometr VR1 służy do regulacji głębokości tego sprzężenia.

Detektor audio

Sygnał z wyjścia stopnia wzmacniającego z tranzystorem TR2 jest podawany także na diody D1 i D2, tworzące typowy układ detektora amplitudy. Zastosowano w nim diody germanowe, gdyż mają mniejszy spadek napięcia w kierunku przewodzenia niż diody krzemowe. Kondensator C7 wygładza napięcie wyjściowe demodulatora, a potencjometr VR2 umożliwia regulację poziomu sygnału. Kondensator C10 zapewnia sprzężenie detektora z następnym wzmacniaczem pracującym w układzie wspólnego emitera, zbudowanym na tranzystorze TR3. Wzmacniacz ten zapewnia wystawienie pary słuchawek lub piezoceramicznej słuchawki dousznej.

Wykonanie

Płytką uniwersalną nie stanowi najlepszego rozwiązania w przypadku takiego odbiornika, niemniej jednak, jeśli zadba się o prawidłowe rozmieszczenie elementów, wyniki mogą być całkiem zadowalające. Rozmieszczenie elementów zgodne ze schematem przedstawionym na rys. 3 zapewnia dobre działanie urządzenia i można je polecić, chyba że ktoś bardzo dobrze radzi sobie w technice fal krótkich i chce we własnym zakresie zaprojektować płytkę. Na rys. 3 przedstawiono także sposób przecięcia ścieżek. Niektóre z tych przecięć na pierwszy rzut oka wydają się pozbawione znaczenia, niemniej jednak bez nich mogłyby wystąpić problemy związane z pojemnościami rozproszonymi i wynikającymi z ich istnienia sprzężeniami między ścieżkami.

Przy montażu elementów należy zwrócić uwagę na właściwe

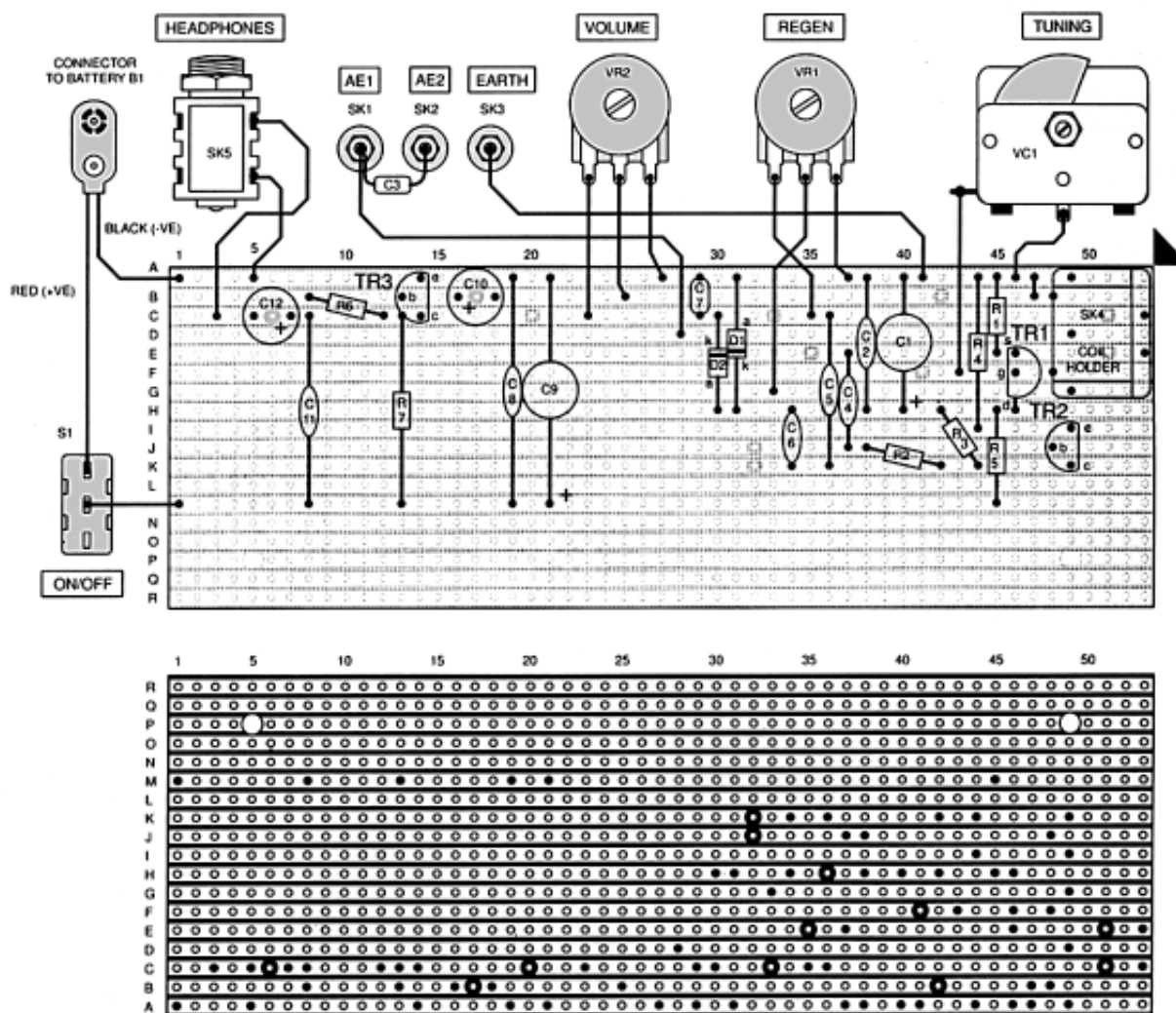
ustawienie kondensatorów elektrolitycznych oraz elementów półprzewodnikowych. Germanowe diody D1 i D2 są bardziej wrażliwe na przegrzanie niż diody krzemowe, w związku z czym należy je lutować ostrożnie i szybko. Specjalne odprowadzanie ciepła nie jest jednak konieczne.

Wymienne indukcyjności

Jako T1 należy zastosować transformator wysokiej częstotliwości Toko, posiadający wyprowadzenia w rastrze 0,15". Ponieważ element taki jest niewygodny w montażu na płytce mającej odstęp między paskami miedzi 0,1", transformator został umieszczony w pięciokontaktowym wtyku DIN (PL1), ten zaś wstawiany jest w odpowiednie złącze znajdujące się na płytce (SK4). Złącze to posiada wyprowadzenia z odstępem 0,1" i jego montaż na płytce nie sprawia kłopotów.

Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość zmiany pasm odbiornika drogą prostej wymiany cewek. W przypadku niskiego pasma należy użyć transformatora Toko KANK3333R, w przypadku zaś pasma wyższego - transformatora Toko KANK3335R.

Montaż cewek do wtyku DIN wymaga pewnej zręczności. Wykorzystać należy wyłącznie część z kontaktami, obudowa nie jest w tym przypadku potrzebna. Kontakty wtyku DIN oraz wyprowadzenia transformatora należy pociąć. Do dalszego montażu wygodnie jest przykleić wtyk do powierzchni stołu. Następnie należy przylutować do kontaktów wtyku odcinki drutu o długości około 50mm i średnicy ok. 0,5mm. Odcinki te należy następnie przyciąć na długość ok. 10mm (lutowanie tak krótkich odcinków drutu byłoby trudne ze względu na wydzielane ciepło).



Rys. 3. Schemat rozmieszczenia elementów, okablowanie oraz sposób przecięcia ścieżek płytki odbiornika (należy bezwzględnie wykonać **wszystkie** przecięcia).

Końce drutów należy pocynować i wygiąć zgodnie z rozstawieniem kontaktów transformatora (rys. 4).

Montaż

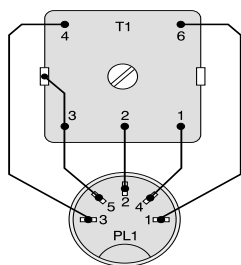
Obudowa przeznaczona do odbiornika fal krótkich powinna być metalowa. Wystarczy tu obudowa o szerokości ok. 200mm. Należy pamiętać o poprowadzeniu możliwie jak najkrótszych połączeń płytki z kondensatorem strojeniowym VC1 i potencjometrem VR1, to zaś narzuca rozwiązanie płyty czołowej obudowy.

Elementy regulacyjne VC1 i VR1 powinny znaleźć się po lewej stronie płyty czołowej. Płytkę powinna być tak sytuowana w obudowie, by odległość między gniazdem SK4 i kondensatorem VC1 była jak najmniejsza. Gniazdo słuchawkowe SK5 i inne elementy montowane są w środkowej i prawej części płyty czołowej. Gniazda antenowe SK1 i SK2 oraz gniazdo masy SK3 są montowane do płyty tylnej.

Kondensator strojeniowy VC1 wymaga wykonania centralnie ulokowanego otworu o średnicy 10mm pod wałek oraz 3 otworów 4mm pod śruby mocujące. W razie problemów z zaznaczeniem miejsc pod otwory można użyć papierowego szablonu. Użyte do zamocowania kondensatora śruby muszą być krótkie i mieć płaski łeb. Śruby dłuższe niż kilka mm mogłyby uszkodzić skrzydełka kondensatora VC1.

Jako kondensatora strojeniowego można użyć innego podzespołu niż podany w wykazie elementów. Kondensator ten powinien mieć pojemność około 300pF - 400pF. Jeśli uda się zdobyć kondensator o korzystnej charakterystyce pojemności, tym lepiej.

Pokrętło do strojenia powinno mieć na tyle dużą średnicę, by zasłoniło wszystkie otwory wywiercone dla zamontowania kondensatora VC1.



Rys. 4. Połączenia transformatora i gniazda DIN.

Okablowanie

Na zakończenie montażu należy okablować urządzenie zgodnie z rys. 3. Kondensator C3 należy przylutować bezpośrednio do końcówek gniazd antenowych SK1 i SK2, po uprzednim ich pocynowaniu. Jako SK5 wykorzystano stereofoniczne gniazdo jack 3,5mm, ponieważ jednak słuchawki występowane są sygnałem monofonicznym, nie podłączono wyprowadzenia masy gniazda. Gniazdo SK5 powinno być izolowane lub jedna ze słuchawek będzie zwarta. Z urządzeniem powinny współpracować słuchawki o średniej impedancji, np. takie jak używane z przenośnym sprzętem stereo. Układ może także pracować z piezoelektryczną wkładką douszną, wtedy jako SK1 należy zastosować monofoniczne gniazdo jack 3,5mm.

Eksploatacja

Do początkowych prób wystarczy antena krótka, choć potem oczywiście można pomyśleć o innych, bardziej rozbudowanych antenach. Może to być półtora metra drutu połączonego z gniazdem SK1, lub dłuższy jego odcinek, np. 10m..15m, podwieszony pod sufitem i połączony z gniazdem SK2. Połączenie z ziemią zapewni znaczną poprawę przy pracy na niskim pasmie, natomiast na dwóch pozostałych raczej nie będzie miało wpływu. Jako uziemienia można użyć płyty lub rury metalowej wbitej w ziemię. Teoria głosi, że im większa powierzchnia płyty lub rury, tym lepiej, niemniej jednak powierzchnia około 0,25m² powinna wystarczyć. Połączenie uziemienia z gniazdem SK3 powinno być możliwie jak najkrótsze.

Próby należy rozpocząć ustawiając potencjometr poziomu VR2 w położeniu odpowiadającym większym wzmocnieniom, natomiast potencjometr sprzężenia VR1 w położeniu odpowiadającym sprzężeniom słabym. Prawdopodobnie uda się odebrać kilka stacji, ale czułość i selektywność zapewne nie będą zbyt duże. Zwiększanie dodatniego sprzężenia zwrotnego (VR1) powinno znacznie poprawić odbiór, jednak dla zbyt silnych sprzężeń może dość do wzbudzeń słyszanych w słuchawkach jako gwizdy. Położenie optymalne znajduje się nieco poniżej punktu utraty stabilności. Przy niewielkich przestrajaniach można nie przeprowadzać ponownej regulacji VR1, niemniej jednak

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 820Ω
- R2: 330kΩ
- R3: 1kΩ
- R4: 100Ω
- R5: 330Ω
- R6: 470kΩ
- VR1: 1kΩ, węglowy, obrotowy, liniowy
- VR2: 4,7kΩ, węglowy, obrotowy, logarytmiczny

Kondensatory

- C1, C9, C12: 100μF/10V
- C2, C8: 100nF, ceramiczny
- C3: 12pF
- C4, C7, C11: 10nF
- C5: 100pF
- C6: 4,7nF Mylar
- C10: 1μF/50V
- VC1: 365pF

Półprzewodniki

- D1, D2: OA91
- TR1: BF244
- TR2: BC550
- TR3: BC549

Różne

- T1: transformator Toko KANK3334R (patrz tekst)
- SK1, SK2, SK3: gniazdo 4mm
- SK4/PL1: pięciokontaktowe gniazdo i wtyk DIN (180)
- B1: bateria 9V (PP3)
- S1: przełącznik jednobiegunowy jednopozycyjny
- Obudowa metalowa o wymiarach 200mm x 125mm x 75mm, fragment płytki uniwersalnej 18 pasków x 53 otwory, z końcówką do podłączenia baterii, pokrętła 3 szt., kabel (plecionka), cyna, kołki lutownicze itd.

przy dużych zmianach częstotliwości należy skorygować położenie VR1.

Nie powinno być problemów z odebraniem kilku stacji bez względu na porę, chociaż warunki odbioru zmieniają się w ciągu doby. Zależą także od pory roku i innych czynników. Uzyskiwane wyniki mogą więc nieco się zmieniać, i to niekoniecznie w przewidywalny sposób. W miarę upływu czasu uda się odebrać sporo nadajników europejskich i nieco mniej nadajników usytuowanych w innych częściach świata.

EPE

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday Practical Electronics".