

Minitransceiver ORP (DSB/80m)

Do czego to służy?

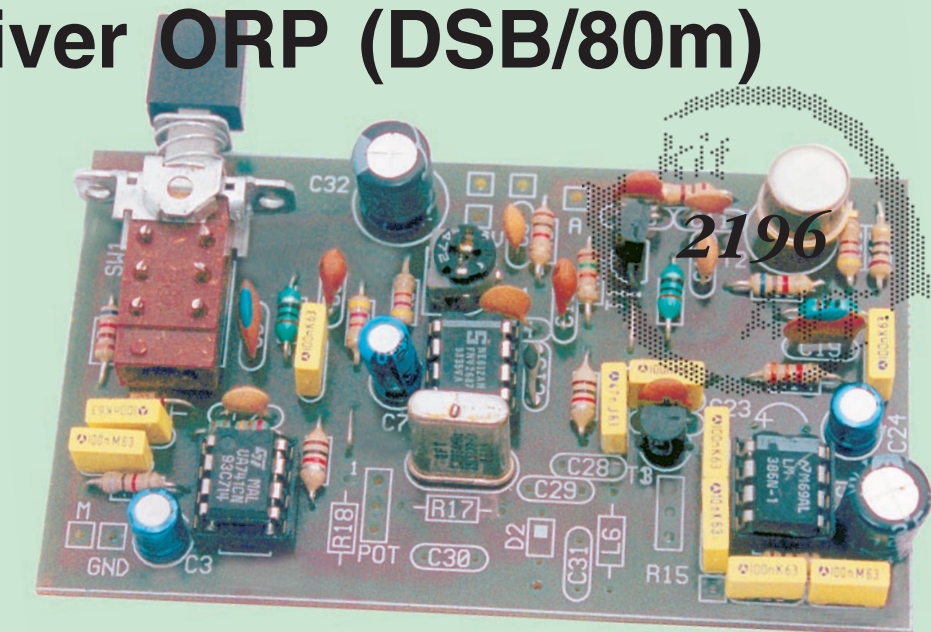
Transceivery to urządzenia nadawczo-odbiorcze powszechnie wykorzystywane przez licencjonowanych krótkofalowców. Można je w ostatnim czasie bez problemu kupić w specjalistycznych sklepach ze sprzętem radiokomunikacyjnym, bądź na giełdach krótkofalarskich. Są to nowoczesne urządzenia wielopasmowe naszpikowane nowoczesną elektroniką (mikroprocesory, syntezery częstotliwości, wyświetlacze alfanumeryczne...) umożliwiające pracę w zasadzie wszystkimi dostępnymi emisjami. Jest tylko jeden drobny problem..., cena tych zabawek jest porównywalna z ceną samochodu. Oprócz tych urządzeń fabrycznych krótkofalowcy chętnie wykorzystują własnoręcznie zbudowane urządzenia o małej mocy czyli tak zwane QRP, przystosowane do pracy jednopasmowej SSB a rzadziej DSB. Dla mniej wtajemniczonych czytelników należy jednak rozszyfrować nie dla wszystkich zrozumiałe skróty SSB i DSB. SSB – (z ang. single side band) oznacza modulację jednowstęgową bez fali nośnej lub o zredukowanej fali nośnej (J3E, R3E).

DSB – (z ang. double side band) oznacza modulację dwuwstęgową ze zredukowaną falą nośną (A3E). Obydwie te emisje są emisjami o modulowanej amplitudzie, przy czym typowa emisja AM (z ang. amplitude modulation, np. program I PR emitowany na falach długich) zawiera oprócz dwóch wstęp bocznych również pełną falę nośną, która nie jest niezbędna, a powoduje niepotrzebne straty energii. Odbiór DSB musi jednak odbywać się na urządzeniach przystosowanych do SSB. Konstruowanie urządzeń jednowstęgowych wymaga pewnego przygotowania i nieco wiedzy praktycznej. Z tego też względu chcemy najpierw zaproponować wykonanie prostego urządzenia jednopasmowego DSB, które nie powinno przysporzyć problemów w uruchomieniu nawet zupełnie początkującym elektronikom.

Opisany układ, pomimo prostoty, z dobrą anteną KF może zapewnić dwustronną łączność na niewielkie odległości, a po rozbudowie może być wykorzystany również do innych zakresów częstotliwości.

Jak to działa?

Sercem urządzenia jest układ scalony NE612 (SA612, 602), który jest budowany pod kątem zastosowań w radiokomu-



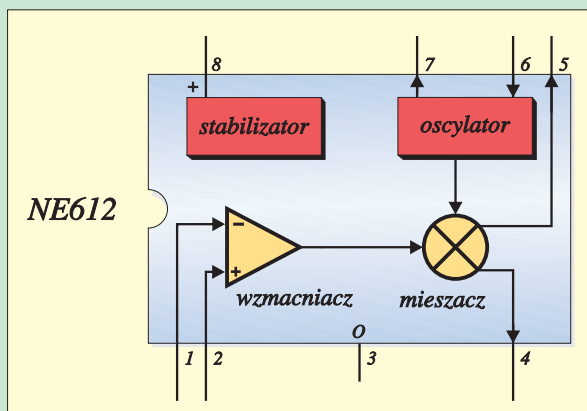
nikacji; zawiera wzmacniacz, mieszacz oraz generator.

Uproszczony schemat blokowy układów scalonych NE 612 przedstawiono na **rysunku 1**.

Wewnątrz struktury tych układów znajdują się wzmacniacze różnicowe sterujące mieszaczem zrównoważonym (tzw. komórka Gilberta), oscylator/separator i skompensowane termicznie obwody polaryzujące. Z zasady działania NE612 są podobne do popularnych układów UL1042, jednak mają one znacznie lepsze parametry. Przede wszystkim charakteryzują się niskim współczynnikiem szumów, niskim poborem prądu oraz wysoką częstotliwością pracy.

Podstawowe parametry NE612:

- napięcie zasilania: 4,5...9V (typ. 6V)
- typowy pobór prądu: 2,4mA
- minimalna częstotliwość pracy: 500MHz
- minimalna częstotliwość pracy wewnętrznego oscylatora: 200MHz
- typowe wzmocnienie przemiany: 14dB (przy 50MHz)
- minimalna impedancja wejściowa: 1,5k
- typowa impedancja wyjściowa: 1,5k.



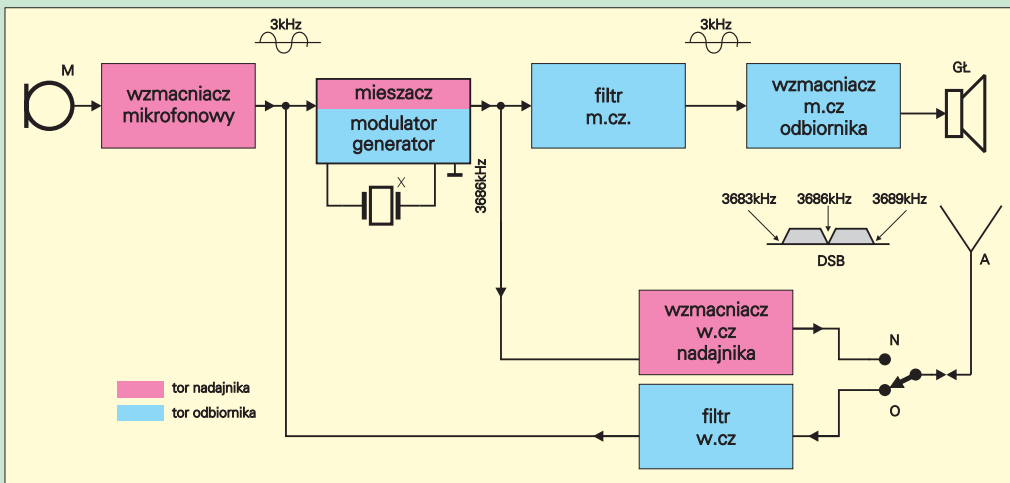
Rys. 1. Schemat blokowy układu NE612

Aplikacje wejść, wyjść oraz realizacje generatora mogą być realizowane na wiele sposobów (symetrycznie i niesymetrycznie). Wejścia w.cz. są symetryczne (wyprowadzenia 1 i 2 można zamieniać miejscami) oraz spolaryzowane wewnętrznie i nie powinny być już zewnętrznie spolaryzowane stałoprądowo. Podobna sytuacja jest z wyjściami 4 i 5, które również są spolaryzowane wewnętrznie i mogą być zamieniane miejscami. Wewnętrzny generator zapewnia oscylacje w zakresie poniżej 200MHz, z zastosowaniem rezonatora kwarcowego lub z przestrajającym obwodem rezonansowym. W przypadku konieczności użycia NE 612 dla częstotliwości pracy powyżej 200MHz należy doprowadzić do wyprowadzenia 6 sygnał z zewnętrznego generatora o amplitudzie 200...300mV.

Dokładne informacje o tych układach w zastosowaniach radiowych można znaleźć w jednym z zeszytów USKA wydanych przez AVT.

Schemat blokowy opisywanego minitransceivera DSB przedstawiono na **rysunku 2**. Jest to urządzenie o bezpośredniej przemianie częstotliwości znane już czytelnikom EDW (odbiorniki nasłuchowe). Warto przypomnieć, że w takich układach odbierany sygnał małej częstotliwości uzyskiwany jest bezpośrednio z mieszacza (bez układów pośrednich – wzmacniaczy p.cz.) zaś sygnał nadajnika powstaje przez zmodulowanie fali nośnej sygnałem akustycznym.

Przy odbiorze sygnał z anteny poprzez filtr LC zestrojony na częstotliwość odbieraną podawa-



Rys. 2. Schemat blokowy minitransceiwera DSB/80m

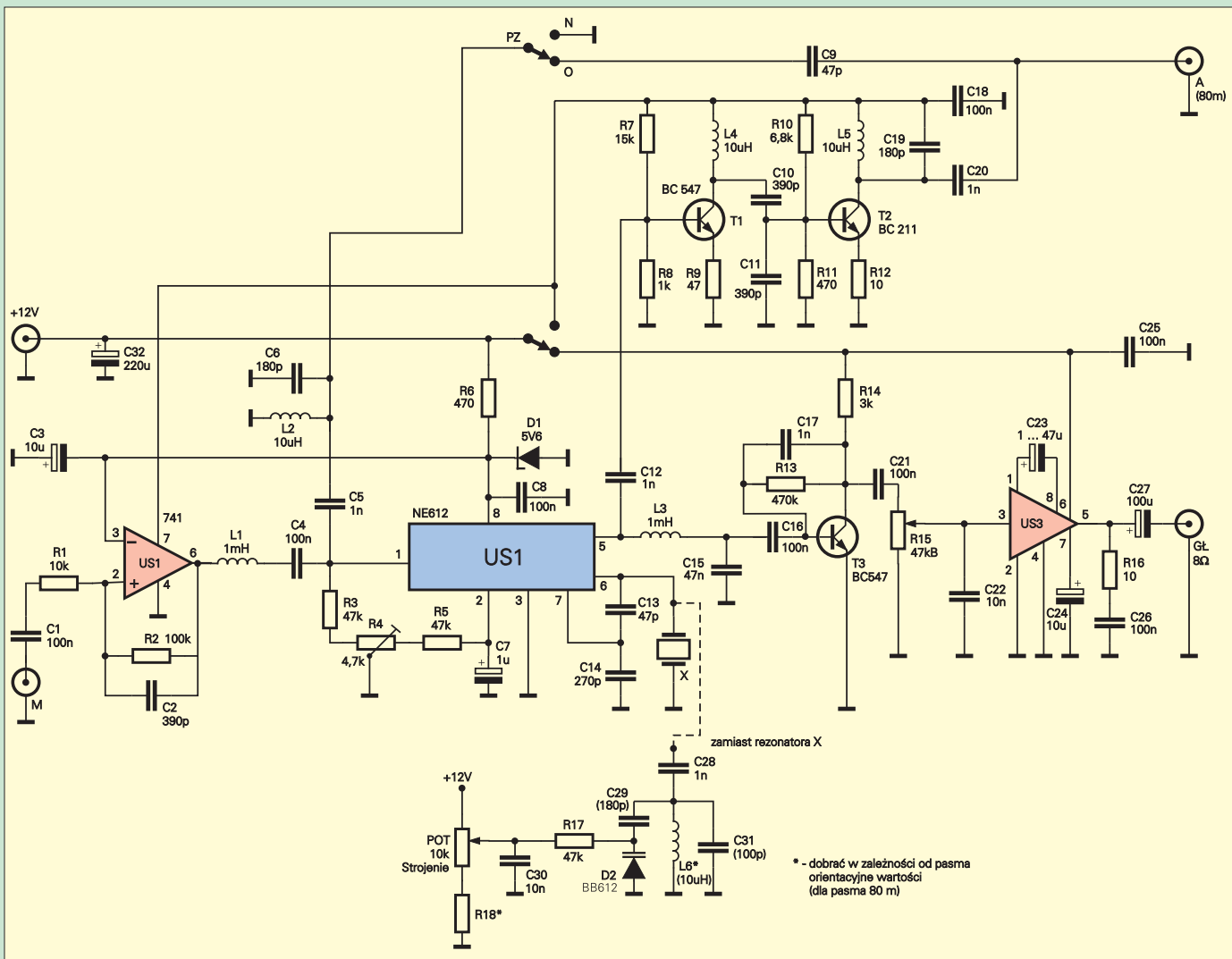
Przy nadawaniu ten sam układ mieszacza pełni funkcje modulatora zrównoważonego, z tym, że na jego wejście oprócz sygnału z generatora fali nośnej podawany jest sygnał akustyczny z mikrofonu. Sygnał wyjściowy DSB po wzmocnieniu we wzmacniaczu wyjściowym zostaje skierowany do anteny. W sygnale wyjściowym oprócz resztek stłumionej fali nośnej występuje symetrycznie rozłożona dolna wstęga boczna (LSB) oraz górna wstęga boczna (USB). Szerokość emitowanego sygnału zależy od szerokości doprowadzonego sygnału m.cz. Decyduje tu

ny jest na stopień mieszający zwany dektorem zrównoważonym lub mieszaczem zrównoważonym. Jednocześnie na drugie wejście układu doprowadzony jest sygnał z generatora. W mieszaczu zrównoważonym doprowadzone sygnały wzajemnie się mieszają i znoszą, a w efekcie na wyjściu otrzymujemy sygnał małej częstotliwości, jako różni-

cę częstotliwości doprowadzonych. Sygnały będące sumą tych częstotliwości zostają odfiltrowane do masy. Sygnał wyjściowy po odfiltrowaniu zbędnych produktów mieszania jest kierowany na wzmacniacz akustyczny o dużym wzmocnieniu. Od tego wzmacniacza zależy czułość i selektywność toru odbiornika.

taj głównie wartość górnych częstotliwości akustycznych – z reguły ograniczonych do wartości 3 kHz (wartość przyjęta w radiokomunikacji).

Schemat ideowy minitransceiwera DSB właśnie z zastosowaniem NE 612 przedstawiono na rysunku 3. W układzie wykorzystano jeszcze tylko dwa układy scalone m.cz. i trzy popularne tranzystory.



Rys. 3. Schemat ideowy minitransceiwera DSB/80m

Parametry opisywanego minitransceivera:

- częstotliwość pracy: ok. 3686kHz (zależy od zastosowanego rezonatora kwarcowego)
- czułość odbiornika: ok. 10uV
- moc wyjściowa nadajnika: ok. 300mW
- tłumienie fali nośnej nadajnika: ok. 40dB
- przełączanie O/N: Isostat
- zasilanie: 12V/100mA
- wymiary płytki drukowanej: 85x50mm
- antena: dipol 2 x 20m lub inna antena na pasmo 80m.

Sygnal z anteny poprzez styki przełącznika z filtru L5 C19 poprzez kolejny filtr L2 C6 (3,7MHz) podany jest za pomocą kondensatora C5 na wejście wzmacniacza układu scalonego US1 NE612 (pełniącego funkcję mieszacza). Do drugiego z wejść mieszacza jest doprowadzany sygnał z wewnętrznego oscylatora stabilizowanego rezonatorem kwarcowym X. Częstotliwość tego rezonatora może zawierać się w granicach 3,5...3,8MHz. Częstotliwość 3,686 MHz wynika z łatwego dostępu do takich właśnie rezonatorów kwarcowych oraz z chęci pracy w części fonicznej to znaczy w zakresie 3,6-3,8MHz. Warto wspomnieć, że przy zastosowaniu rezonatora 3579kHz (równie łatwo dostępny) oraz układu kluczowania możliwa jest praca telegrafii (CW).

Wyjściowy sygnał m.cz. z wyprowadzenia 5 układu scalonego poprzez filtr dolnoprzepustowy L3 C15 i kondensator C16 podany jest na przedwzmacniacz m.cz. z tranzystorem T3. Kondensator C17 stanowi dodatkowy element mający wpływ na obciążenie wysokich częstotliwości (powyżej 3kHz). Wzmocniony sygnał m.cz. poprzez kondensator C21 i potencjometr siły głosu jest skierowany na właściwy wzmacniacz m.cz. na układzie scalonym US3, a następnie na głośnik dynamiczny 8Ω. Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza może zostać powiększone po zastosowaniu kondensatora C23, jednak w układzie modelowym nie było to

konieczne, stąd brak tego kondensatora w spisie elementów oferowanego kitu.

Przy nadawaniu zasilanie 12V zostaje odłączone od wzmacniacza m.cz. odbiornika, a dołączone na zasilanie wzmacniacza mikrofonowego i wzmacniacz nadajnika. Jednocześnie wejście odbiornika poprzez styki przełącznika zostaje na czas nadawania zwarte do masy, nie dopuszczając do wzbudzenia układu. Sygnal z mikrofonu dynamicznego (np. dostępnej wkładki telefonicznej z serii W...) poprzez R1 C1 podany jest na pierwsze wejście wzmacniacza operacyjnego US1 (741) pełniącego funkcję wzmacniacza mikrofonowego. Rezystory R1, R2 decydują o wzmocnieniu układu, zaś kondensator C2 ma za zadanie zawężenie pasma m.cz. Drugie wejście wzmacniacza operacyjnego jest spolaryzowane napięciem zbliżonym do połowy napięcia zasilania pochodzącym z diody Zenera D1 wykorzystywanym do stabilizacji zasilania układu scalonego US2.

Wzmocniony sygnał m.cz. z mikrofonu poprzez dwójnik L1 C4 jest podany na to samo wejście co sygnał w.cz. odbiornika.

Zrównoważenia modulatora dokonano po stronie prądu stałego za pomocą potencjometru montażowego R4. Na wyjściu modulatora (wyprowadzenie 5) pojawia się fala nośna w takt zmian sygnału m.cz. z mikrofonu. W przypadku braku sygnału m.cz. (podczas przerw w mówieniu) na wyjściu występuje tylko resztkowy poziom fali nośnej. Tłumienie uzależnione jest od egzemplarza układu scalonego NE612, poziomu sygnałów wejściowych oraz ustawienia potencjometru R4 i wynosi około 100 razy. Przy precyzyjnym ustawieniu suwaka tego potencjometru (w okolicy środka wartości) na wyjściu modulatora występuje tłumienie fali nośnej i wynosi ponad 45dB.

Sygnał DSB poprzez kondensator C12 podany jest na dwustopniowy wzmacniacz z tranzystorami T1, T2. Tranzystor T1 (BC547) pracuje w klasie A z wyjściem rezonansowym L4 C10 C11 zestrojonym na środek pasma 80m.

Wzmocniony sygnał DSB z dzielnika pojemnościowego podany jest na drugi stopień wzmacniacza liniowego z tranzystorem T2 (BC211) pracującego w klasie AB. Rezystory emiterowe R9 i R12 stanowią niewielkie ujemne sprzężenie zwrotne, popra-

wiające liniowość wzmacniacza oraz stanowią stabilizację temperaturową układu. Sygnal wyjściowy z filtru L5 C19 (3,7 MHz) poprzez kondensator sprzęgający C20 doprowadzony jest bezpośrednio do anteny. W celu powiększenia mocy wyjściowej nadajnika (w zależności od posiadanej licencji) należy dołączyć dodatkowy wzmacniacz liniowy na pasmo 80m wyposażony w filtr wyjściowy P.

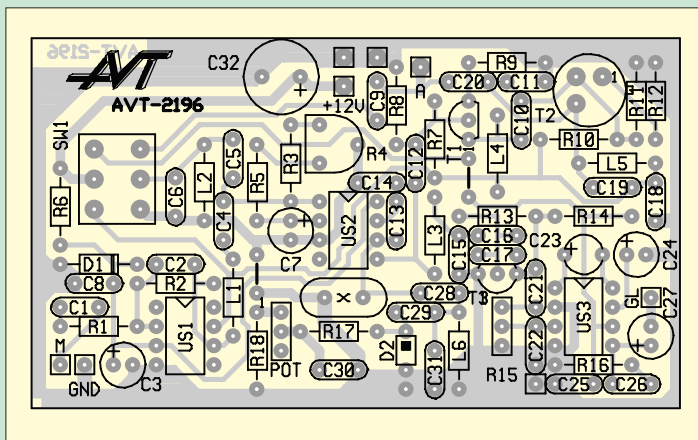
Montaż i uruchomienie

Konstrukcja urządzenia została tak zaprojektowana, aby z uruchomieniem wersji podstawowej na pasmo 80m nie było większych problemów.

Minitransceiver został zmontowany na płycie drukowanej przedstawionej we wkładce. Wszystkie elementy oprócz mikrofonu, potencjometru siły głosu oraz głośnika rozmieszczono na płycie według rysunku 4. Uruchomienie urządzenia należy rozpocząć od sprawdzenia pracy generatora fali nośnej. W tym celu do wyprowadzenia 7 układu scalonego US2 poprzez kondensator o pojemności rzędu 10pF można podłączyć sondę w.cz. i ew. częstotlicznik cyfrowy. Częstotliwość sygnału powinna być zbliżona do wartości podanej na obudowie rezonatora kwarcowego. Jeżeli układ generatora i wzmacniacz m.cz. pracują poprawnie (w głośniku słychać szum, a po dotknięciu palcem do C16 występuje charakterystyczny przydźwięk sieciowy) to po doprowadzeniu do wejścia antenowego minitransceivera sygnału w.cz. o częstotliwości zbliżonej do pracy naszego minitransceivera w głośniku powinien pojawić się sygnał akustyczny („pisk”). Przy przestrajaniu częstotliwości generatora po jednej i po drugiej stronie częstotliwości nośnej w odległości około 1kHz powinniśmy zaobserwować dwa wyraźne tony akustyczne (3685kHz i 3687kHz).

Warto pamiętać, że poprzez korekcję kondensatorów C15 C16 C21 C22 możemy wpływać na charakterystykę przeniesienia toru m.cz. a zarazem i na selektywność odbiornika. Powiększenie wzmocnienia wzmacniacza m.cz. zapewni dodatkowy kondensator C23, ale jego wartość powinna być dobrana doświadczalnie, aby nie doprowadzić do przesterowania układu i w konsekwencji wzbudzenia. Większą stromość zbroczy od strony wyższych częstotliwości można uzyskać poprzez włączenie w szereg z dławikiem L3 dodatkowego dławika o wartości około 100 mH i skorygowaniu pojemności C15.

Przy uruchamianiu urządzenia na inną częstotliwość należy zastosować inne wartości cewek np. w pasmie 160m można wykorzystać dławiki o wartości 47μH, a na wyższych pasmach np. 1μH.



Rys. 4. Schemat montażowy

Potrzebne kondensatory w obwodach rezonansowych można wyliczyć, bądź dobrać doświadczalnie poprzez doprowadzenie sygnału z generatora w.cz.

W każdym razie stopniowo zmniejszając poziom doprowadzonego sygnału w.cz. i korygując wartości kondensatorów C6 i C19 dążymy do osiągnięcia jak największej czułości odbiornika.

Podczas nadawania wyjście antenowe minitransceivera powinno być obciążone miernikiem mocy w.cz. lub rezystorem 50Ω/0,5W z sondą w.cz. lub w ostateczności żarówką 6V/0,6W (żarówka rowerowa). Po przełączeniu urządzenia na nadawanie za pośrednictwem przełącznika Isostat na wyjściu urządzenia powinien występować niewielki poziom fali nośnej. Delikatnie przesuwając suwak potencjometru R4 powinniśmy doprowadzić do obniżenia poziomu praktycznie do zera (włókno żarówki nie powinno się żarzyć). Poziom sygnału w.cz. powinien zmieniać się w takt zmian sygnału m.cz. mikrofonu. Jeżeli po przełączeniu na nadawanie uzyskamy od razu duży poziom sygnału (żarówka będzie świecić pełną mocą) i nie będzie występowała reakcja na zmianę ustawienia suwaka R4 – będzie to świadczyło o wzbudzeniu wzmacniacza liniowego. W takim przypadku najpierw sprawdzamy prądy spoczynkowe tranzystorów T1 (3...5mA) i T2 (10...20mA). Pomiaru prądów można dokonać mierząc spadki napięć na rezystorze R9 (150...250 mV) i R18 (10...20 mV). Przy korekcji rezystorów R7 i R10 ustalających punkty pracy tranzystorów T1 i T2 należy pamiętać, że obniżenie wartości rezystorów powoduje wzrost prądów spoczynkowych. Poprzez korekcję wartości kondensatorów C10, C11, C19 możemy uzyskać maksymalną moc wyjściową sygnałów DSB oraz zmniejszyć poziom niepożądanych sygnałów harmonicznych. Sprawdzenia jakości sygnału DSB dokonaj za pomocą odbiornika radiokomunikacyjnego przystosowanego do odbioru emisji SSB w pasmie 80m lub za pomocą drugiego identycznego minitransceivera. W przypadku przestrajania odbiornika SSB powinniśmy zaobserwować dwa jednakowo czytelne widma sygnału po jednej i drugiej stronie częstotliwości nośnej. Regulację wysterowania mikrofonu można wprowadzić poprzez wstawienie zamiast rezystora stałego R1 potencjometru o wartości 10k lub zamiast R2 potencjometru 1M (w szereg z rezystorem ograniczającym 10k).

Jeżeli opisane powyżej próby wypadły pomyślnie możemy załączyć właściwą antenę i uznać, że urządzenie nadaje się do prowadzenia dwustronnych łączności. Oczywiście prawdopodobieństwo zaliczenia łączności po uruchomieniu urzą-

dzenia akurat na kanale kwarcowym jest niewielkie, chyba że umówimy się z kolegą – również licencjonowanym krótkofalowcem – akurat na takiej samej częstotliwości. Niewielką zmianę częstotliwości można uzyskać poprzez włączenie w szereg z rezonatorem kondensatora (trymera 10-60pF) bądź dodatkowej cewki. Oczywiście włączenie pojemności spowoduje podwyższenie częstotliwości, zaś indukcyjności np. dławika 1μH – odpowiednio obniżenie częstotliwości. Nie należy jednak liczyć na korektę większą jak max 2kHz (na wyższych pasmach może być nieco więcej). Warto dodać, że istnieje w kraju klub SP-QRP-C, który organizuje zawody na sprzęcie QRP, a w każdy pierwszy poniedziałek miesiąca ma spotkania o godz 15:00-17:00 na częstotliwości 3560kHz (CW), 3650-3700kHz (SSB).

Minitransceiver powinien być zamknięty w metalowej obudowie i zasilany napięciem 12V (w terenie np. z akumulatora samochodowego).

Możliwości rozbudowy układu

Pewną wadą opisanego układu jest praca na jednej tylko częstotliwości. Problem ten można rozwiązać dołączając do wyprawadzenia 7 sygnał z przestrajanego generatora 3,5...3,8 MHz o amplitudzie około 0,3 V i dobrej stabilności częstotliwości (oczywiście po usunięciu dzielnika C13, C14 oraz rezonatora kwarcowego X i zablokowaniu nóżki 6 kondensatorem 10nF do masy).

Urządzenie można przystosować do innego zakresu pasm 160, 40 czy 20m najprościej poprzez wymianę rezonatora kwarcowego X i przestrojenie obwodów rezonansowych. Na wyższych częstotliwościach powyżej 10MHz należy wymienić tranzystory T1 i T2 na tranzystory o większej częstotliwości pracy np. 2N2369 i 2N3553. Przy pracy w pasmie CB czy 10m i powyżej należy zastosować szeregowy obwód LC wymuszający pracę rezonatora na częstotliwości overtonowej. Można również zamiast rezonatora kwarcowego zastosować przestrajany obwód rezonansowy L6 C28...C31. Wszystkie te elementy niezbędne do modernizacji generatora (oprócz potencjometru R16 (są uwzględnione na płytce drukowanej AVT).

Chcąc pracować telegrafią należy zrównoważyć generator poprzez przesunięcie suwaka R4 w skrajne położenie i kluczowanie stopnia mocy np. poprzez przerywanie obwodu emiterowego T1 (włączyć klucz między masę a R9). Można także rozrównoważyć modulator poprzez zwieranie za pomocą klucza wyprawadzenia 3 NE612 do masy.

Po zastosowaniu anteny kierunkowej (ramowej lub ferrytowej) dostrojonej do pasma 80 m odbiornik może posłużyć do radiopelengacji amatorskiej („towy na lisa”).

Wykaz elementów

Rezystory

R1: 10kΩ
R2: 100kΩ
R3, R5: 47kΩ
R4: 4,7kΩ (potencjometr montażowy)
R6, R11: 470Ω
R7: 15kΩ
R8: 1kΩ
R9: 47Ω
R10: 6,8kΩ
R12, R16: 10Ω
R13: 470kΩ
R14: 3kΩ
R15: 47kΩ/B (potencjometr obrotowy)
R17: 47kΩ
R18: dobrać
POT: 10kΩ (potencjometr obrotowy)

Kondensatory

C1, C4, C8, C16, C18, C21, C25, C26: 100nF
C2, C10, C11: 390pF
C3, C24: 10μF
C5, C12, C17, C20: 1nF
C6, C19: 180pF
C7: 1μF
C9, C13: 47pF
C14: 270pF
C15: 47nF
C22: 10nF
C23*: patrz tekst
C27: 100μF
C32: 220-470μF
C28: 1nF
C29: 180pF
C30: 10nF
C31: 100pF

Półprzewodniki

US1: 741
US2: NE612 (602)
US3: LM386
D1: 5V6
D2: BB612
T3, T1: BC547
T2: BC211
Cewki (dławiki w.cz.):
L1, L3: 1mH
L2, L4, L5: 10μH

Pozostałe

X: rezonator kwarcowy 3,686MHz (3,65...3,8MHz)
M: mikrofon dynamiczny (wkładka telefoniczna W...)
G: głośnik dynamiczny 8 Ω/0,5W
A: gniazdo antenowe typu BNC
Pz: przełącznik Isostat
Uwaga! Elementy: POT, R17, R18, D2, C28...C31 są opcjonalne i nie wchodziły w skład zestawu AVT-2196B

Kolejnym usprawnieniem może być uzyskanie sygnału SSB poprzez dobudowanie do wejścia kondensatora C12 drabinkowego filtra z co najmniej 3 rezonatorów kwarcowych służących do wycięcia jednej zbędnej wstęgi bocznej.

Podane powyżej propozycje nie wyczerpują wszystkich możliwości modernizacji urządzenia a jedynie je sygnalizują i mogą być przeprowadzone przez bardziej doświadczonych elektroników.

Andrzej Janeczek

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2196.