

Z pewnością wielu naszych Czytelników czeka na opublikowanie opisu budowy dwupasmowego minitransceivera SSB. Zamieścimy go w jednym z kolejnych numerów EP, należy jednak przestrzec, że konstruowanie urządzeń jednowstęgowych wymaga pewnego przygotowania i nieco wiedzy praktycznej. Dlatego najpierw proponujemy wykonanie prostego urządzenia jednopasmowego DSB, które nie powinno przysporzyć problemów w uruchomieniu nawet zupełnie początkującym krótkofalowcom. Pomimo prostoty opisany układ, z dobrą anteną KF, zapewnia zupełnie przyzwoitą dwustronną łączność, a po rozbudowie może być wykorzystany również do innych celów.

Prosty minitransceiver DSB

kit AVT-174



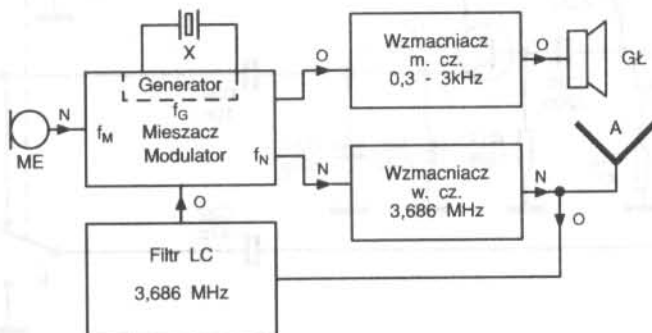
Na początek należy jednak rozszyfrować nie dla wszystkich zrozumiałe skróty SSB i DSB. SSB (z ang. single side band) oznacza modulację jednowstęgową bez fali nośnej lub o zredukowanej fali nośnej (J3E, R3E). DSB (z ang. double side band) oznacza modulację dwuwstęgową ze zredukowaną falą nośną (A3E). Obydwie są emisjami o modulowanej amplitudzie, przy czym typowa emisja AM (z ang. amplitude modulation) zawiera oprócz dwóch wstęg bocznych również pełną falę nośną, która nie jest niezbędna, a powoduje niepotrzebne straty energii.

Opis ogólny

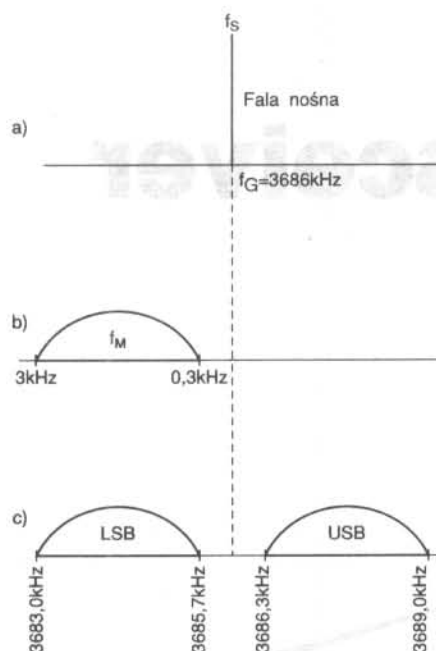
Schemat blokowy prostego minitransceivera DSB przedstawiono na **rysunku 1**. Jest to układ o bezpośredniej przemianie częstotliwości, co oznacza, że sygnał małej częstotliwości jest uzyskiwany bezpośrednio z mieszacza (bez układów pośrednich - wzmacniaczy p.cz.). Również emitowany sygnał powstaje przez bezpośrednie zmodulowanie fali nośnej sygnałem akustycznym. Podczas odbioru sygnał z anteny, poprzez filtr LC zestrojony na częstotliwość odbieraną (w egzemplarzu modelowym 3,686MHz), jest podawany na stopień mieszający, zwany detektorem

zrównoważonym lub mieszaczem zrównoważonym. Jednocześnie na drugie wejście układu jest doprowadzony sygnał z generatora kwarcowego. W mieszaczu zrównoważonym doprowadzone sygnały wzajemnie się mieszają i znoszą. W efekcie na wyjściu otrzymujemy sygnał małej częstotliwości, będący różnicą częstotliwości doprowadzonych. Sygnały, będące sumą tych częstotliwości, zostają odfiltrowane do masy. Sygnał wyjściowy, po odfiltrowaniu pozostałych sygnałów, które powstały na skutek operacji mieszania, jest kierowany na wzmacniacz akustyczny o dużym wzmacnieniu. Od tego wzmacniacza zależy w dużej mierze czułość i selektywność toru odbiornika.

Podczas nadawania ten sam układ mieszacza pełni funkcję modulatora zrównoważonego, z tym, że na jego wejście, oprócz sygnału z generatora fali nośnej, podawany jest sygnał akustyczny z mikrofonu. Sygnał wyjściowy DSB po wzmacnieniu we wzmacniaczu wyjściowym 3,686MHz zostaje skierowany do anteny. Sposób powstawania sygnału DSB ilustruje **rysunek 2**. W sygnale wyjściowym (rysunek 2c), oprócz resztek stłumionej fali nośnej,



Rys. 1. Schemat blokowy minitransceivera DSB.



Rys. 2. Sposób powstawania sygnału DSB
 a - sygnał nośny - f_G
 b - sygnał modulujący - f_M
 c - sygnał wyjściowy - f_N (DSB)

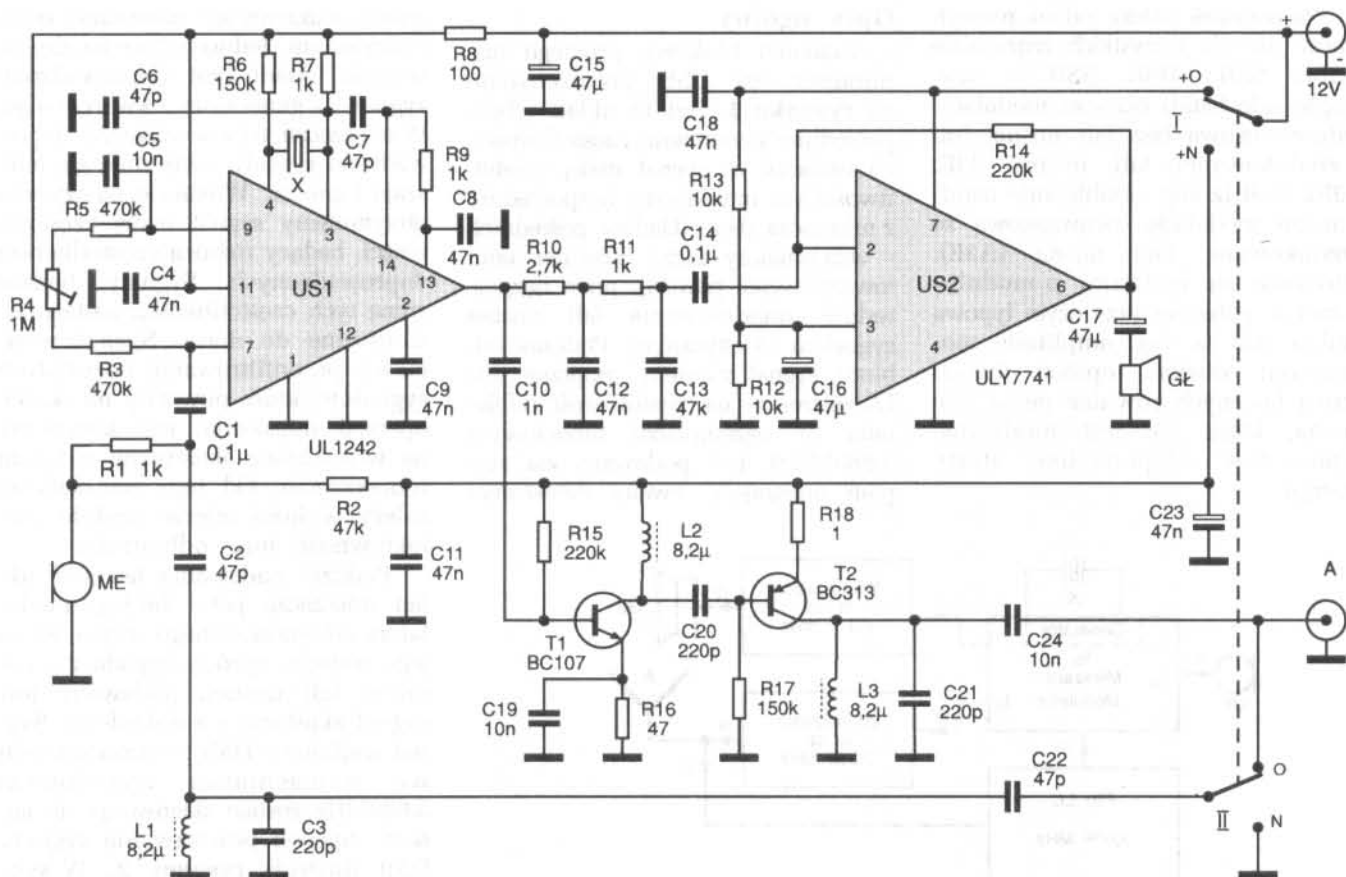
występuje symetrycznie rozłożona dolna wstęga boczna (LSB) oraz górna wstęga boczna (USB). Szerokość emitowanego sygnału zależy od szerokości doprowadzonego sygnału m.cz. Decyduje tutaj głównie wartość górnych częstotliwości akustycznych - z reguły ograniczonych do wartości 3kHz (wartość przyjęta nie tylko w radiokomunikacji amatorskiej).

Schemat elektryczny minitransceivera DSB przedstawiono na rysunku 3. W układzie zastosowano tylko dwa układy scalone i dwa tranzystory, a mimo to czułość odbiornika (około 10μV) i moc wyjściowa nadajnika (300mW) umożliwiają z anteną dipolową 2x20m przeprowadzenie dwustronnej łączności na odległość kilkudziesięciu kilometrów. Pobór prądu przy zasilaniu akumulatorowym 12V wynosi przy odbiorze około 20mA, zaś przy nadawaniu dochodzi do 100mA. Przełączanie z odbioru na nadawanie dokonywane jest mechanicznie za pomocą dwóch sprzężonych mikroprzełączników.

Sygnał z anteny przez styki II mikroprzełącznika oraz kondensator

C22 i filtr L1, C3 (3,7MHz) oraz kondensatory C2 i C1 jest podawany na wejście układu scalonego US1 (UL1242, nóżka 7). Układ ten pełni funkcję mieszacza. Drugie z wejść (nóżka 9 tego układu) jest zwarte przez kondensator C5 do masy, ponieważ sygnał doprowadzany jest niesymetrycznie.

Pojedynczy tranzystor tego układu scalonego (B - k.4, E - k.12, C - k.3) pracuje w układzie generatora stabilizowanego rezonatorem kwarcowym X. Częstotliwość tego rezonatora może zawierać się w granicach 3,65...3,8MHz (częstotliwość 3,686MHz wynika z łatwego dostępu do takich właśnie rezonatorów). Rezystor R7 jest obciążeniem kolektorowym, zaś rezystor R6 ustala punkt pracy generatora. Sygnał w.cz. (fala nośna) przez kondensator C7 podawany jest na drugie wejście mieszacza. Wejście (nóżka 13) jest zwarte do masy. Rezystor R9 ustala rezystancję drugiego wejścia. Kondensator C6 jest niezbędny tylko w przypadku trudności ze wzbudzeniem rezonatora X. Rezystor R8 i kondensatory C4, C9, C15 są elementami filtracyjnymi zasilania. Wyjściowy sygnał m.cz.



Rys. 3. Schemat elektryczny minitransceivera DSB

z wyprowadzenia 8 układu scalonego przez filtr dolnoprzepustowy (R10, R11, C12, C13, C14) podany jest na jedno z wejść wzmacniacza operacyjnego US2 (ULY7741 - nóżka 2). Drugie wejście tego wzmacniacza (nóżka 3) spolaryzowane jest połową napięcia zasilania uzyskaną z dzielnika R12, R13. Kondensatory C16 i C18 tworzą filtr napięcia zasilania tego stopnia. Wzmocniony sygnał m.c.z., przez kondensator C17, występuje głośnik dynamiczny 50Ω. Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza zależy od wartości rezystora R14. Zasilanie tego wzmacniacza dokonywane jest poprzez zwarte przy odbiorze styki I mikroprzełącznika.

W trakcie nadawania napięcie zasilające 12V zostaje odłączone od wzmacniacza m.c.z. a dołączone do zasilania mikrofonu i wzmacniacza nadajnika. Jednocześnie wejście odbiornika poprzez styki II zostaje na czas nadawania zwarte do masy, nie dopuszczając do wzbudzenia układu. Sygnał z mikrofonu poprzez dwójnik m.c.z. R1, C1 jest podany na pierwsze wejście modulatora. Rezystor R2 stanowi obciążenie mikrofonu elektretowego ME. Rezystory R3...R5 wstępnie polaryzują mieszacz. Zrównoważenie modulatora dokonywane jest za pomocą potencjometru montażowego R4. Na wyjściu modulatora (wyprowadzenie 8) pojawia się fala nośna zmodulowana w takt zmian sygnału m.c.z. z mikrofonu. W przypadku braku sygnału m.c.z. (podczas przerw w mówieniu) na wyjściu występuje tylko resztkowy poziom fali nośnej. Tłumienie uza-

leżnione jest od egzemplarza układu scalonego UL1242, poziomu sygnałów wejściowych oraz ustawienia potencjometru R4. Przy precyzyjnym ustawieniu suwaka tego potencjometru na wyjściu modulatora występuje tłumienie fali nośnej około 40dB (osłabienie 100 razy). Sygnał DSB, poprzez kondensator C10, jest podawany na dwustopniowy wzmacniacz z tranzystorami T1, T2. Tranzystor T1 (BC107) pracuje w klasie A z wyjściem dławikowym (cewka L2). Jego temperaturę stabilizację punktu pracy zapewnia rezystor R16. Kondensator C19 eliminuje ujemne sprzężenie zwrotne. Punkt pracy pierwszego stopnia wzmacniacza ustalany jest za pomocą rezystora polaryzacji bazy R15. Wzmocniony sygnał DSB poprzez kondensator C20 jest podawany na drugi stopień wzmacniacza liniowego z tranzystorem T2 (BC313), pracującego w klasie AB. Rezystor R17 zapewnia polaryzację bazy, zaś R18 stanowi niewielkie ujemne sprzężenie zwrotne, którego zadaniem jest również stabilizacja temperaturowa. Sygnał wyjściowy poprzez filtr L3, C21 (3,7MHz) i kondensator sprzęgający C24 doprowadzany jest do anteny.

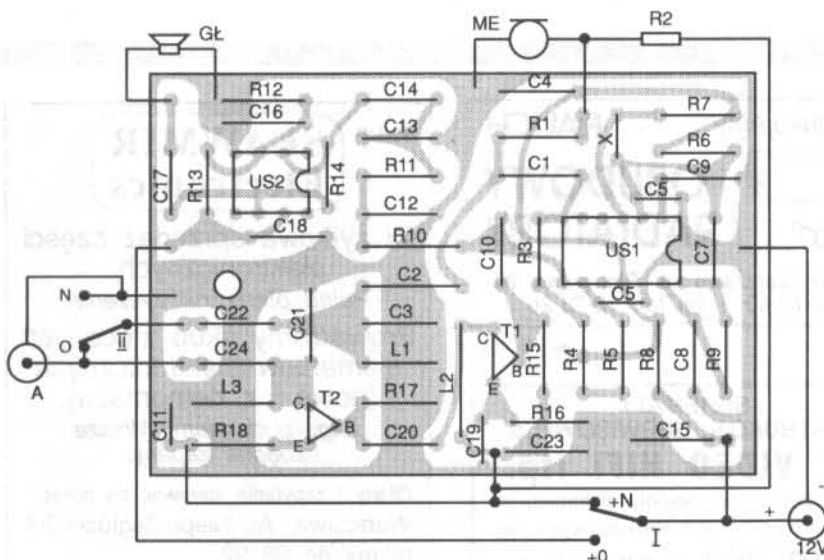
Montaż i uruchomienie

Urządzenie zmontowano na płytce drukowanej przedstawionej na wkładce. Elementy montażowe, oprócz mikroprzełączników I, II, mikrofonu, gniazd i głośnika, rozmieszczono na płytce według **rysunku 4**. Układ modelowy zmontowano w obudowie pozostałej po uszkodzonym tele-

fonie cyfrowym, natomiast kit AVT-174 jest oferowany w obudowie standardowej.

Uruchomienie urządzenia należy rozpocząć od sprawdzenia pracy generatora fali nośnej. W tym celu do nóżki 14 układu scalonego UL1242 podłączamy sondę w.c.z. i częstotłomierz cyfrowy. Częstotliwość sygnału powinna być zbliżona do wartości podanej na obudowie rezonatora kwarcowego, zaś poziom sygnału w.c.z. powinien wynosić około 0,1V. W przypadku braku drgań należy najpierw skontrolować poziom napięcia stałego na nóżce 3 UL1242, a dopiero potem sam rezonator. Jeżeli napięcie w tym punkcie znacznie różni się od 6V, należy skorygować wartość rezystora R6 (zmniejszenie rezystancji powoduje zmniejszenie napięcia). Jeżeli układ generatora i wzmacniacz m.c.z. pracują poprawnie (w głośniku słychać szum a po dotknięciu wkrętakiem do C14 występuje charakterystyczny przydźwięk sieciowy), to po doprowadzeniu do wejścia minitransceivera sygnału w.c.z. o częstotliwości zbliżonej do częstotliwości jego pracy 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 usłyszeć dwa tony akustyczne. Poprzez korekcję elementów R11, C12, C13, C14 możemy wpływać na charakterystykę przenoszenia toru m.c.z., a zarazem i na selektywność odbiornika. Można uzyskać większą stromość zboczy od strony wyższych częstotliwości włączając, zamiast rezystora R11, dławik o wartości około 100mH. Stopniowo zmniejszając poziom doprowadzonego sygnału w.c.z. i korygując wartość kondensatora C3 dążymy do osiągnięcia jak największej czułości odbiornika.

Podczas nadawania wyjście antenowe minitransceivera powinno być obciążone miernikiem mocy w.c.z., rezystorem 50...75Ω/0,5W z sondą w.c.z. lub, w ostateczności, żarówką 6V/0,6W (żarówka do oświetlania tylnego koła rowerowego). Po przełączeniu urządzenia na nadawanie (naciśnięcie przycisku uruchamiającego mikroprzełączniki) na wyjściu urządzenia powinien występować niewielki poziom fali nośnej. Delikatnie przesuwając suwak potencjometru R4 powinniśmy dop-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce minitransceivera DSB

rowadzić do obniżenia poziomu praktycznie do zera (włókno żarówka 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 się 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 (5...10mA). Pomiaru prądów można dokonać mierząc spadki napięć na rezystorze R16 (140...250mV) i R18 (5...10mV). Przy korekcji rezystorów R15 i R17 ustalających punkty pracy tranzystorów T1 i T2 należy pamiętać, że obniżenie wartości rezystorów powoduje wzrost prądów spoczynkowych.

Poprzez korekcję wartości kondensatorów C20, C21 możemy uzyskać maksymalną moc wyjściową sygnałów DSB oraz zmniejszyć poziom niepożądanych sygnałów harmonicznych. Sprawdzenia jakości sygnału DSB można dokonać 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.

Jeżeli opisane powyżej próby wypadły pomyślnie, możemy przyłączyć właściwą antenę i uznać, że

urządzenie nadaje się do prowadzenia dwustronnych łączności.

Możliwości rozbudowy minitransceivera

Znacznym mankamentem przedstawionego układu jest praca na jednej tylko częstotliwości. Problem ten można rozwiązać dołączając do końcówki 4 układu UL1242 sygnał z przestrajanego generatora 3,65...3,8MHz o amplitudzie około 0,1V i dobrej stabilności częstotliwości (oczywiście po usunięciu rezonatora kwarcowego X). Regulację siły głosu można wprowadzić poprzez wstawienie zamiast rezystora stałego R14 potencjometru 1M Ω z szeregowo dołączonym rezystorem ograniczającym 10k Ω .

Urządzenie można przystosować do innego zakresu pasm (160m, 40m czy 20m) poprzez wymianę elementów LC. Przy pracy w pasmie 15m lub, tym bardziej, 10m maleje znacznie moc wyjściowa i czułość urządzenia.

Po zastosowaniu anteny kierunkowej (ramowej lub ferrytowej) dostrojonej do pasma 80m odbiornik może służyć do radiopelengacji amatorskiej („łowy na lisa“).

Po dobudowaniu do wejścia kondensatora C10 filtru drabinkowego, złożonego z minimum 3 rezonatorów kwarcowych, można doprowadzić do wycięcia jednej wstęgi bocznej i uzyskać sygnał SSB.

Podane powyżej propozycje nie wyczerpują wszystkich możliwości modernizacji urządzenia, a jedynie je sygnalizują.

Andrzej Janeczek, SP5AHT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R7, R9, R11: 1k Ω
 R2: 4,7k Ω
 R3, R5: 470k Ω
 R4: 1M Ω (potencjometr montażowy)
 R6, R17: 150k Ω
 R8: 100 Ω
 R10: 2,7k Ω
 R12, R13: 10k Ω
 R14, R15: 220k Ω
 R16: 47 Ω

Kondensatory

C1, C14: 0,1 μ F
 C2, C6, C7, C22: 47pF
 C3, C20, C21: 220pF
 C4, C8, C9, C11, C12, C13, C18, C23: 47nF
 C5, C24: 10nF
 C10: 1nF
 C15, C16, C17: 47 μ F

Cewki

L1, L2, L3: dławiki 8,2 μ H

Półprzewodniki

US1: UL1242
 US2: ULY7741
 T1: BC107
 T2: BC313

X: rezonator kwarcowy 3,65...3,8MHz

ME: mikrofon elektretowy

Gt: głośnik dynamiczny 50 Ω

A: gniazdo antenowe typu BNC

I, II: mikroprzetaczniki

Uwaga: kit AVT-174 będzie montowany w obudowie plastikowej z typoszeregu KM.