

Transceivery SSB

część 1

Większość Czytelników EdW wie, że transceivery to podstawowe urządzenia nadawczo-odbiorcze. Są wykorzystywane zarówno przez profesjonalistów jak i amatorów – krótkofalowców. Choć cieszą się od lat rosnącym zainteresowaniem i wprawdzie w kraju nie są produkowane to na rynku obserwujemy stale rosnący asortyment importowanych transceiverów zarówno KF jak i UKF wielu firm takich jak Kenwood, Yaesu, Icom, Alinco... Urządzenia takie z roku na rok są coraz doskonalsze, ale zarazem bardziej złożone i wyposażone w najnowocześniejsze półprzewodniki, w tym mikroprocesory i wyświetlacze. Niestety ceny takich wielopasmowych transceiverów przekraczają często 1000 USD. Nadal obserwuje się brak tanich urządzeń jednopasmowych mogących być wykorzystanych zarówno dla stawiających pierwsze kroki na pasmie czy dla tych o mniej zamożnej kieszeni. Nie bez znaczenia są również różne wyjazdy wakacyjne, gdzie proste urządzenia tak zwane QRP o niewielkich wymiarach i ekonomicznym zasilaniu mogą być bardzo atrakcyjne.

Niestety amatorskie konstruowanie transceiverów, które dorównywałyby parametrom renomowanych firm zatrudniających wielu doświadczonych specjalistów elektroników, mechaników czy infor-

matyków wyposażonych w specjalistyczną aparaturę kontrolno-pomiarową jest coraz bardziej nierealne. Wielu krótkofalowców to zrozumiało i choć nawet byliby zdolni wykonać sami urządzenie to także ze względów czasowych poszukują tańszych urządzeń fabrycznych, często używanych. Nic więc dziwnego, że również w specjalistycznej zagranicznej prasie jest coraz mniej opisów budowy takich urządzeń.

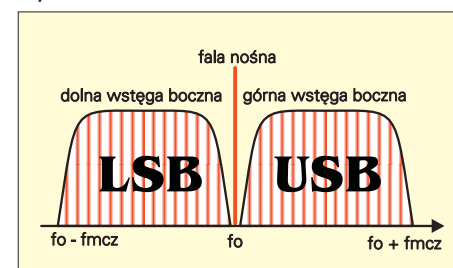
Z rozmów prowadzonych w polskim środowisku krótkofalarskim oraz z ankiet ogłaszanych w miesięczniku Świat Radio wiadomo, że są Czytelnicy, którzy nie tylko ze względów finansowych ale i w dużym stopniu z zamyślenia do elektroniki i satysfakcji łączności na własnoręcznych konstrukcjach krótkofalarskich od lat czekają na opis prostego układu i dobrego transceivera KF. Jednak prostota układu przeważnie jest kompromisem pomiędzy ilością zastosowanych podzespołów w tym powszechnie nie lubianych cevek a osiąganymi parametrami. Przedstawiony w drugiej części artykułu opis wykonania prostego urządzenia nadawczo-odbiorczego jest kontynuacją wersji minitransceivera Bartek zaprojektowanego i wykonanego po raz pierwszy przez autora około 20 lat temu.

Zanim jednak przejdziemy do praktycznych układów musimy przedstawić podstawowe wiadomości o technice jednostwęgowej SSB, chociażby z tego względu, że temat ten nie był jeszcze poruszany na łamach EdW, a w chwili obecnej tradycyjna modulacja amplitudy, którą posługują się rozgłośnie radiowe na falach długich, średnich oraz krótkich jest jeszcze wykorzystywana w zasadzie tylko w lotnictwie. SSB jest od lat już standardem w radiokomunikacji profesjonalnej (m.in. w wojsku oraz na morzu) a także w radiokomunikacji amatorskiej.

Jak wiadomo w emisji AM wyróżnia się falę nośną oraz dwie wstęgi boczne ulokowane po obydwu stronach nośnej (rysunek 1).

Przy założeniu że mamy 100% głębokość modulacji, to zawsze połowa mocy

Rys. 1.





emitowanej przez nadajnik przypadnie na falę nośną, a następnie druga połowa rozłoży się na wstęgi (25% na jedną wstęgę). Łatwo zauważyć, że fala nośna jest zbyteczna ponieważ nie przenosi informacji jako takiej. O wiele korzystniejsza z takiego ekonomicznego punktu widzenia jest modulacja DSB, która polega na wycięciu lub zredukowaniu fali nośnej. Minitransceiver DSB był już przedstawiony na łamach EdW jako kit AVT.

Trzeba pamiętać, że emisja DSB choć korzystniejsza od AM, nie może być prawidłowo odbierana bez zniekształceń na zwykłym odbiorniku radiofonicznym. Jak łatwo zauważyć do przeniesienia informacji wystarczy tylko jedna ze wstęg bocznych, celowo więc skonstruowano układy na pozbycie się jeszcze jednej ze wstęg bocznych. W ten sposób powstała emisja SSB która zawiera tylko wstęgę boczną dolną – LSB, lub górną – USB. Ponadto wykazano, że poprzez ograniczenie jednej ze wstęg bocznych o około 30...50dB uzyskuje się następujące korzyści w stosunku do emisji AM:

- cała moc nadajnika zostaje zużyta na wypromieniowanie jednej wstęgi bocznej
- moc wypromieniowana przez nadajnik (pobierana przez zasilacz) odbywa się tylko w chwili modulacji, a więc mniejszy, lżejszy zasilacz i sam nadajnik
- mniejsza szerokość pasma zajmowana przez sygnał SSB, co umożliwia pracę większej ilości stacji w danym wycinku pasma
- mniejsza moc sygnałów harmonicznym i niepożądanych wysyłanych przez nadajnik (wynika to z istoty uzyskiwania sygnału SSB)
- mniejsze szумы własne odbiornika wynikające z faktu dwukrotnego zawężenia pasma odbieranego (im węższe pasmo, tym mniejsze szумы)
- brak interferencji pomiędzy sygnałami (brak fali nośnej), co umożliwia na ustawienie sygnałów SSB w bliskim sąsiedztwie.

Niestety zalety emisji SSB okupione są większą komplikacją urządzeń tak nadawczych jak i odbiorczych.

W nadajniku układ formowania sygnału SSB musi odpowiadać następującym kryteriom:

- sygnał wyjściowy musi mieć wytłumioną falę nośną oraz jedną wstęgę boczną (LSB lub USB)
- wymagana jest bardzo dobra stabilność częstotliwości sygnału wyjściowego, która jest warunkiem poprawnego odbioru SSB (przy niezgodności

częstotliwości nadawania i odbioru występują znaczne zniekształcenia pogarszające zrozumiałość)

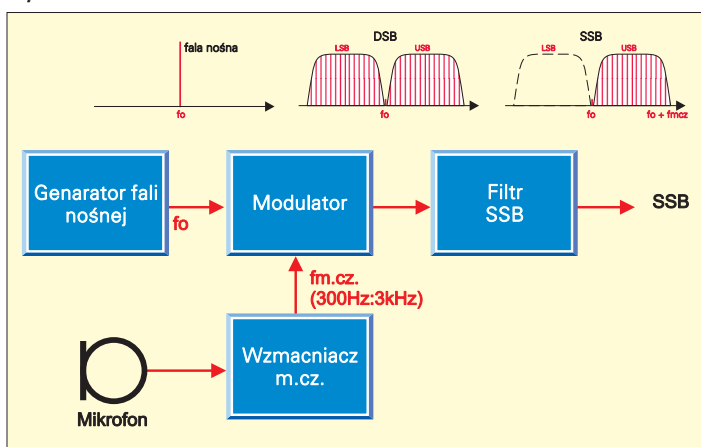
- zawężenie pasma akustycznego do przedziału 300...3000Hz
- liniowa praca wzmacniacza SSB (już raz uformowany sygnał SSB jedynie można mieszać w celu uzyskania potrzebnej częstotliwości wyjściowej a następnie wzmacniać w układach liniowych (klasa A lub AB), czyli takich, gdzie zmiana amplitudy sygnału wyjściowego jest proporcjonalna do zmiany amplitudy sygnału wejściowego. Nie można stosować powielaczy częstotliwości i wzmacniaczy klasy C.

W początkowym okresie rozwoju SSB wykorzystywano metodę fazową uzyskiwania sygnału jednowstęgowego. Polegała ona na tym, że stosowano dwa modulatory do których doprowadzano przesunięte w fazie sygnały z generatora w.cz. oraz ze wzmacniacza mikrofonowego. Po zmieszaniu w mieszaczu iloczynowym odpowiednio przygotowanych sygnałów uzyskiwało się dodawanie składowych pożądaną wstęgę boczną przy równoczesnym zniesieniu niepożądaną wstęgę boczną. Metoda ta choć stosowana jeszcze dzisiaj okazała się dosyć trudna w praktyce, ponieważ wymaga stosowanie szerokopasmowych przesuwników fazowych.

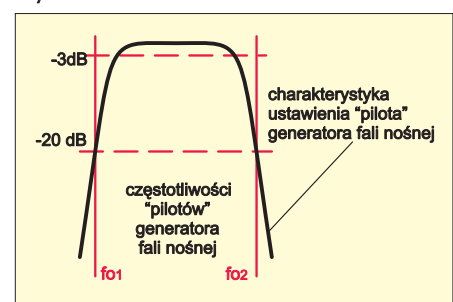
Nie bez powodu obecnie w sprzęcie profesjonalnym, a także amatorskim, stosuje się przeważnie filtrową metodę uzyskiwania sygnału SSB.

Uproszczony schemat blokowy filtrowej wzbudnicy SSB przedstawiono na **rysunku 2**. Do modulatora iloczynowego doprowadza się sygnał fali nośnej (częstotliwość kilka MHz) oraz sygnał m.cz. ze wzmacniacza mikrofonowego 300...3000Hz. W modulatorze następuje modulacja amplitudy oraz stłumienie fali nośnej ponad 40dB (100 razy). Na wyjściu modulatora uzyskuje się sygnał z dwiema wstęgami bocznymi oraz z wytłumioną nośną (DSB). Podanie takiego sygnału na specjalny filtr o szerokości pasma przenoszenia około 2,5kHz i ostrych zboczach pozwala na wycięcie niepożądaną wstęgę boczną. Wybór pozostawionej wstęgi bocznej zależy od

Rys. 2.



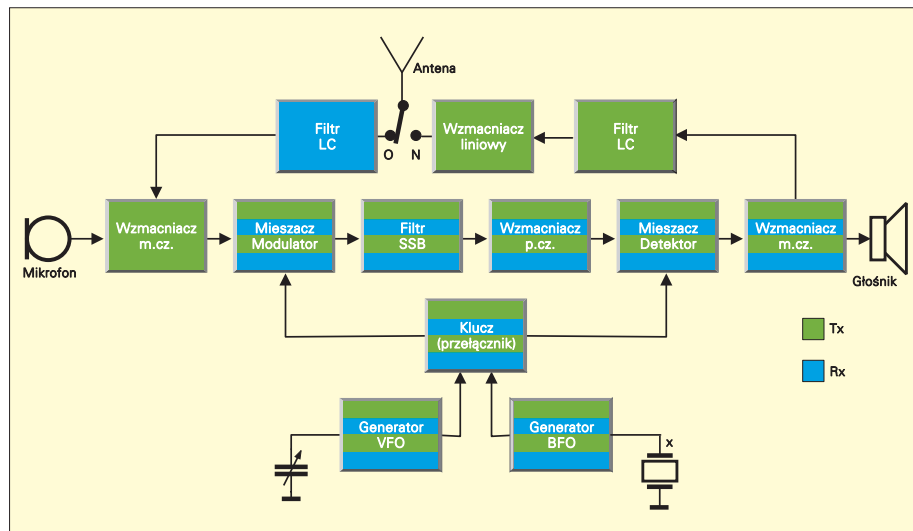
Rys. 3.



ustawienia charakterystyki filtru w stosunku do częstotliwości fali nośnej. Łatwo zauważyć, że identyczny efekt uzyska się zarówno z jednym filtrem o symetrycznych zboczach przy zmianie częstotliwości generatora fali nośnej, jak i z jedną częstotliwością nośną i dwoma przełączanymi filtrami (jeden na górną, a drugi na dolną wstęgę boczną). Najczęściej stosowany jest pierwszy sposób (bardziej ekonomiczny), drugi zaś, droższy, stosowany m.in. w sprzęcie wojskowym, ma tę zaletę, że jedna częstotliwość nośna (np. 500kHz) może pochodzić z generatora wzorcowego wykorzystywanego w układzie syntezy częstotliwości PLL. W pierwszym przypadku stosowane są z reguły filtry kwarcowe, np. 9MHz, a w drugim elektromechaniczne o częstotliwości 200 czy 500kHz. Ich szerokość pasma przenoszenia wynosi zwykle 2,2kHz (na poziomie -3dB) a tłumienie pozapasmowe przekracza 50dB. Miejsce ustawienia pilota na charakterystyce zastosowanego filtru SSB pokazano na rysunku 3.

Właściwą częstotliwość wyjściową uzyskuje się poprzez zmieszanie uformowanego sygnału SSB na wyjściu mieszacza. O tym, czy będzie to częstotliwość sumacyjna czy różnicowa, decydują wyjściowe obwody rezonansowe. Warto zwrócić uwagę, że tylko przy mieszanii sumacyjnym zostaje zachowana wstęga sygnału wejściowego SSB. Przy mieszanii różnicowym, kiedy od częstotliwości generatora odejmuje się częstotliwość SSB, wstęga ulega odwróceniu (z dolnej na górną i odwrotnie). Jest to ważne, ponieważ w radiokomunikacji przyjęto, że do 10MHz stosuje się dolną wstęgę boczną, zaś powyżej 10MHz – górną.

W odbiorniku SSB zachodzą odwrotne procesy niż w nadajniku. Główną różnicą w stosunku do tradycyjnego odbiornika AM w odbiorniku SSB (jak i DSB)



Rys. 4.

jest detektor iloczynowy z dodatkowym generatorem, tak zwanym BFO. Częstotliwość tego pomocniczego generatora musi być ustawiona na zboczu charakterystyki pasma pośredniej częstotliwości. Chodzi tutaj o odtworzenie drugiej, brakującej wstęgi bocznej i dopiero potem poddaniu sygnału demodulacji amplitudy. Wyjściowy sygnał małej częstotliwości, jako różnica częstotliwości pośredniej i częstotliwości BFO lub odwrotnie, jest już normalnym czytelnym sygnałem, takim, jaki został doprowadzony do wzmacniacza mikrofonowego nadajnika SSB.

Niektóre bloki podczas pracy emisją SSB mogą być wykorzystywane dwukrotnie (zarówno podczas nadawania jak i odbioru mogą pracować te same bloki). W takim zestawie nadawczo-odbiorczym zwanym transceiverem, wykorzystuje się z reguły dwukrotnie następujące układy:

- filtr kwarcowy (przy nadawaniu do wycinania zbędnej wstęgi bocznej a przy odbiorze do zapewnienia odpowiedniej selektywności odbiornika)
- generator fali nośnej (przy nadawaniu do formowania sygnału DSB, zaś przy

odbiorze jako dodatkowy generator detektora iloczynowego tzw. BFO)

- generator VFO (podczas nadawania do uzyskania właściwej częstotliwości wyjściowej, natomiast podczas odbioru do uzyskania odpowiedniej częstotliwości pośredniej)

W niektórych rozwiązaniach wykorzystuje się mieszacze jako modulatory oraz wzmacniacze akustyczne odbiornika jako wzmacniacze mikrofonowe. Spotyka się również układy wykorzystujące wspólnie nawet 90% układów, ale jest to w pewnym stopniu rozwiązanie kompromisowe, bo np. wzmacniacz sygnału nadajnika co prawda może zostać wykorzystany jako wzmacniacz odbiornika, ale należy liczyć się ze znacznymi szumami własnymi.

Analizując rozwiązania na przestrzeni prawie dwudziestu lat, od kiedy SSB zaczęła być na dobre stosowana wśród amatorów, daje się zauważyć trzy koncepcje budowy transceiverów:

- koncepcja w/g firmy ATLAS (rysunek 4)
- koncepcja według firmy PLESSEY (rysunek 5)
- koncepcja mieszana (według indywidualnych pomysłów autorów, łącząca obydwa w/w rozwiązania)

Za miesiąc przedstawimy praktyczne rozwiązanie minitransceivera SSB na pasmo 80m wykonane na dostępnych nowoczesnych podzespołach. Do tego czasu warto wykonać antenę, choćby najprostszy dipol na pasmo 80m. Stosowny artykuł niedawno ukazał się w EdW.

Andrzej Janeczek

Rys. 5.

