

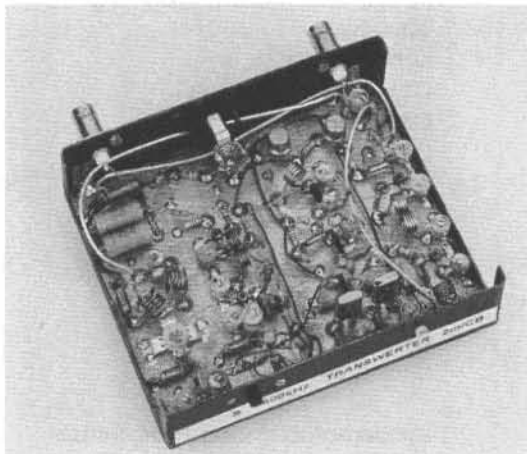
# Transwerter 2m/CB

## kit AVT-213

Praca w amatorskich zakresach fal UKF na popularnej „dwójce“ (pasmo 2m - 144...146MHz) wymaga posiadania uprawnienia radiooperatorskiego kat. 1 lub 2 oraz sprzętu nadawczo-odbiorczego. Krótkofalowcy polscy wykorzystują najczęściej przestrojone radiotelefony FM wycofywane z różnych służb.

Są to radiotelefony tranzystorowe produkowane przez Zakłady RADMOR, takie jak FM306, FM3001, R2433... oraz ich nowsze odpowiedniki, które pracowały w profesjonalnych sieciach 150...170MHz. Coraz częściej wykorzystywane są także dostępne importowane radiotelefony renomowanych firm zachodnich: ICOM, YAESU, ALINCO, STANDARD.

Są to urządzenia pracujące w zakresie 144..146MHz (często od 130 do 176MHz) wyposażone w syntezery częstotliwości. Najtańsze z nich kosztują niestety sporo ponad 5 mln zł. Obok tych urządzeń w kraju stosunkowo łatwo można nabyć radiotelefony CB z emisją FM w cenie około 1 mln zł. Łącząc taki radiotelefon z transwerterem opisanym w tym artykule można stosunkowo tanim kosztem „uruchomić” się w pasmie 2m.



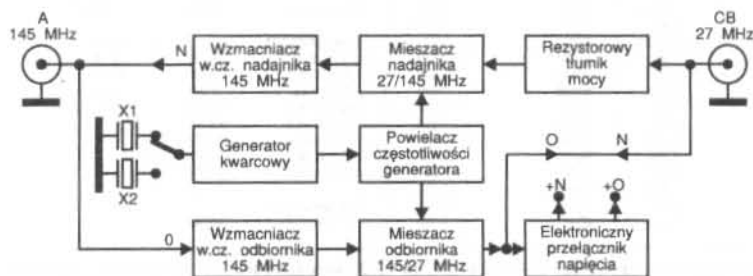
### Opis działania

W skład transwertera wchodzi dwa stopnie przemiany częstotliwości ze wzmacniaczami (oddzielny dla toru nadajnika i odbiornika), generator kwarcowy, przełącznik napięć oraz układ dopasowania mocy.

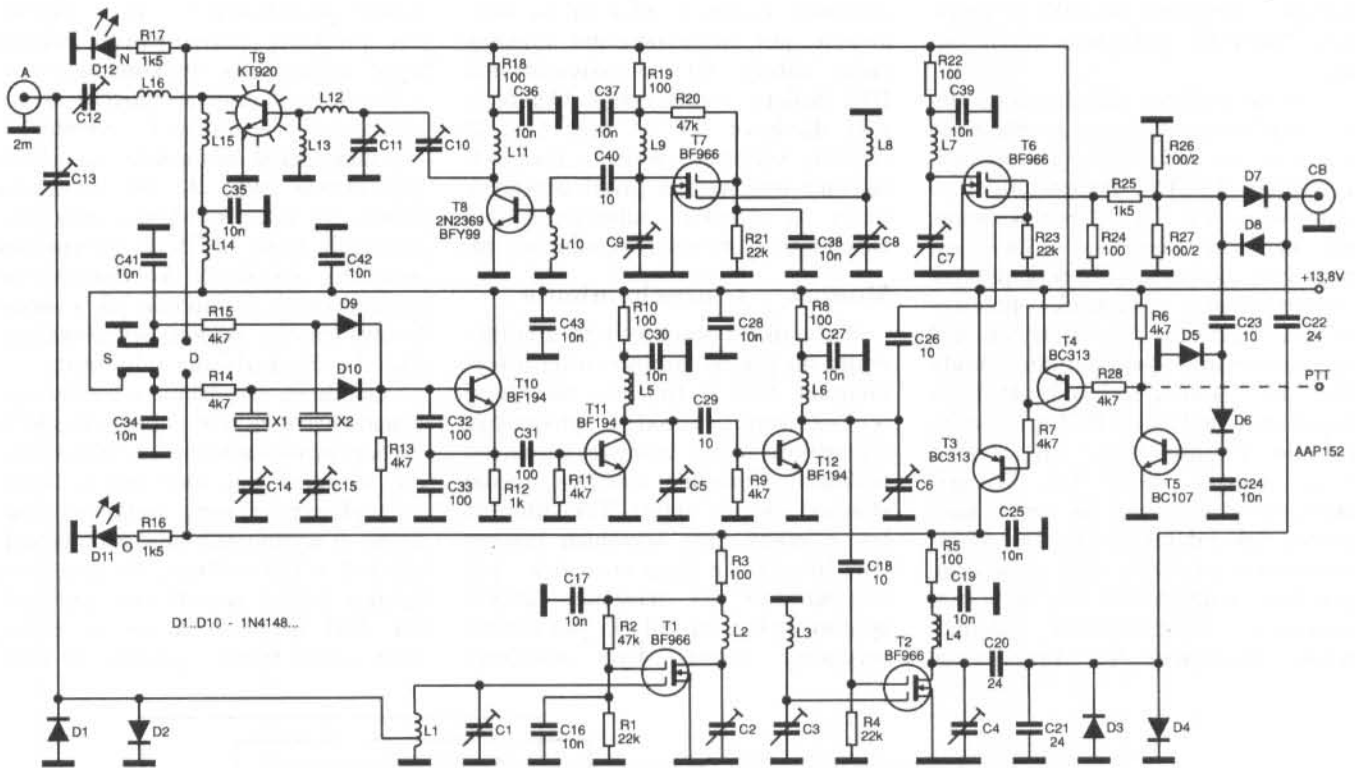
Schemat blokowy transwertera przedstawiono na rysunku 1. Urządzenie przystosowane jest do pracy emisją FM w systemie simpleks lub duosimpleks (z przesunięciem częstotliwości względem odbioru o 600kHz - do pracy poprzez amatorskie przemienniki FM). Moc sterująca (wyjściowa radiotelefonu CB) nie powinna przekraczać 4W. Moc wyjściowa w pasmie 145MHz wynosi około 2,5...3W. Czułość odbiornika zależy głównie od czułości strony odbiorczej radiotelefonu CB. Wypadkowa czułość typowego radiotelefonu - transwertera jest z reguły lepsza niż 1μV. Do zasilania można wykorzystać ten sam zasilacz (akumulator) 12..13,8V, z którego jest zasilane urządzenie CB. Maksymalny pobór prądu przy nadawaniu wynosi 1A, zaś przy odbiorze (nasłuchu) około 40mA. Urządzenie posiada układ

automatycznego przełączenia z odbioru na nadawanie (vox w.cz.) z chwilą pojawienia się fali nośnej. Zastosowanie takiego układu jest bardzo wygodne, bowiem nie trzeba prowadzić dodatkowego przewodu PTT (załączenie nadajnika z chwilą naciśnięcia przycisku przy mikrofonie). Obsługa transwertera ogranicza się tylko do dołączenia anteny, zasilania i krótkiego przewodu koncentrycznego łączącego urządzenie. Zakres częstotliwości pracy zależy od częstotliwości generatora i typu radiotelefonu CB.

Transwerter modelowy był testowany między innymi z radiotelefonem ALBRECHT AE 4500 (26,965...27,405MHz) w zakresie 145,325...145,750MHz. Zakres ten został wybrany kompromisowo i wynikał z chęci uzyskania pracy zarówno w systemie simpleks, jak również poprzez przemienniki FM (zakres pracy opisanego transwertera przy współpracy z transceiverem pracującym w podstawowej czterdziestce zamieszczono w EP 8/93 str. 53). Cały zakres pracy pasma 2m będzie można wykorzystać po zastosowaniu radiotelefonu z wieloma „czterdziestkami”, bądź przez przełączanie rezonatorów kwarcowych w generatorze. Radiotelefony z reguły posiadają zakres częstotliwości 26,965MHz (kanał 1) do 27,405MHz (kanał 40) i odstęp międzykanałowy 10kHz. Radiotelefony te w kraju są wyposażane w przełącznik „0/5” umożliwiający pracę w systemie 0 (kanał 1 - 26,960MHz) oraz 5 (kanał 1 - 26,965 kHz).



Rys. 1. Schemat blokowy transwertera



Rys. 2. Schemat elektryczny transwertera

Schemat elektryczny kompletnego układu transwertera przedstawiono na **rysunku 2**. Przy odbiorze sygnał z anteny poprzez ogranicznik diodowy D1, D2 i odczep na cewce L1 jest podany na wzmacniacz w.c. 145MHz, w skład którego wchodzi tranzystor polowy Mosfet BF966 (T1). Sygnał w.c. wzmacniony o około 20dB poprzez filtr dwuobwodowy L2, L3 jest podany na pierwszą bramkę mieszacza (T2). Również i tutaj zastosowano tranzystor polowy Mosfet BF966 odznaczający się dużym wzmacnieniem, niskimi szumami oraz bardzo małym tłumieniem obwodów rezonansowych. Na drugą bramkę tego tranzystora podany jest sygnał z generatora 118,350MHz (simpleks) lub 117,750MHz (duosimpleks). Sygnał różnicowy z obwodu drenu, leżący w pasmie CB, poprzez dzielnik pojemnościowy jest skierowany na wejście odbiornika 27MHz.

Generator kwarcowy pracuje w typowym układzie z tranzystorem T10. Przy ustawieniu przełącznika jak na rysunku, to znaczy w pozycji S (simpleks), dioda D10 jest spolaryzowana w kierunku przewodzenia i o częstotliwości drgań decyduje rezonator kwarcowy X1 (39,450MHz). Rezonator X2 (39,250MHz) jest odłączony poprzez spolaryzowaną w kie-

runku zaporowym diodę D9. Stan takiej polaryzacji jest niezależny od trybu pracy transwertera, toteż częstotliwość nadawania jest równa częstotliwości odbioru.

Po ustawieniu przełącznika w pozycję D (duosimpleks) częstotliwość generatora będzie stabilizowana podczas nadawania rezonatorem X2 (przewodzi dioda D9), a podczas odbioru rezonatorem X1 (przewodzi dioda D10).

Układy z tranzystorami T11 i T12 to potrajacze częstotliwości zestrojone trymerami C5 i C6. Z wyjścia ostatniego potrajacza sygnał generatora jest skierowany na mieszacze odbiornika i nadajnika. Wybór częstotliwości generatora zależy od planowanego zakresu pracy transwertera oraz od zastosowanego radiotelefonu CB. Chcąc mieć możliwość pracy w całym pasmie 2m przy wykorzystaniu urządzenia z zakresu 28...30MHz, należy zastosować rezonator kwarcowy X1 = 38,666MHz (po powieleniu 116,000MHz). Jeżeli radiotelefon nie posiada możliwości pracy z shiftem -600kHz, to należy zastosować również rezonator X2 = 38,466MHz (po powieleniu 115,400MHz).

Podczas nadawania sygnał z radiotelefonu CB poprzez diody D7, D8 oraz tłumik rezystorowy jest podany

na pierwszą bramkę tranzystora polowego T6 (BF966) pracującego jako mieszacz. Wartości rezystorów są tak dobrane, aby uzyskać impedancję wejściową 50Ω (4W) oraz ograniczenie sygnału wejściowego ok. 20dB. Na drugą bramkę tranzystora mieszacza jest podany sygnał z generatora (identycznie jak w części odbiorczej). Sygnał wyjściowy w pasmie 145MHz poprzez filtr pasmowy L7 C7, L8 C8 jest skierowany na wzmacniacz z tranzystorem T7 (BF966), a następnie na dwustopniowy wzmacniacz pracujący w klasie C na tranzystorach T8 (2N2369) i T9 (KT920). Dopasowanie impedancji wejściowej i wyjściowej stopnia mocy zrealizowano za pomocą trymerów C10...C13. Jeżeli transwerter będzie przewidziany również do pracy emisją SSB (144,1...144,5MHz), to wzmacniacz końcowy oraz driver (T9, T8) należy zlinearyzować zapewniając przepływ przez tranzystory prądu spoczynkowego 10...20mA. W tym celu należy do cewek L10, L13 od strony masy podłączyć dzielniki rezystorowe. Najwygodniej będzie na początku zastosować potencjometry montażowe i tak ustawić suwaki, aby uzyskać najmniejsze zniekształcenia sinusoidy obserwowane na ekranie oscyloskopu dołączonego do wyjścia obciąż-

żonego rezystorem 50Ω/4W (2 rezystory 100Ω/2W połączone równoległe).

Jak już podano, urządzenie posiada układ automatycznego przełączenia z odbioru na nadawanie (klucze tranzystorowe T3...T5). Podczas odbioru tranzystory T4, T5 są zablokowane, zaś napięcie zasilania +13,8V jest podawane na część odbiorczą poprzez spolaryzowany w kierunku przewodzenia tranzystor T3. Stan ten jest sygnalizowany świeceniem diody D11-LED (kolor zielony). Podczas naciskania przycisku PTT przy mikrofonie radiotelefonu CB, sygnał w.cz. poprzez diody D7, D8 jest skierowany zarówno na część nadawczą, jak i detektor D5, D6. Wyprowadzone napięcie stałe powoduje przejście tranzystorów T5, T4 w stan nasycenia, a jednocześnie zablokowanie tranzystora T3. Przełączenie

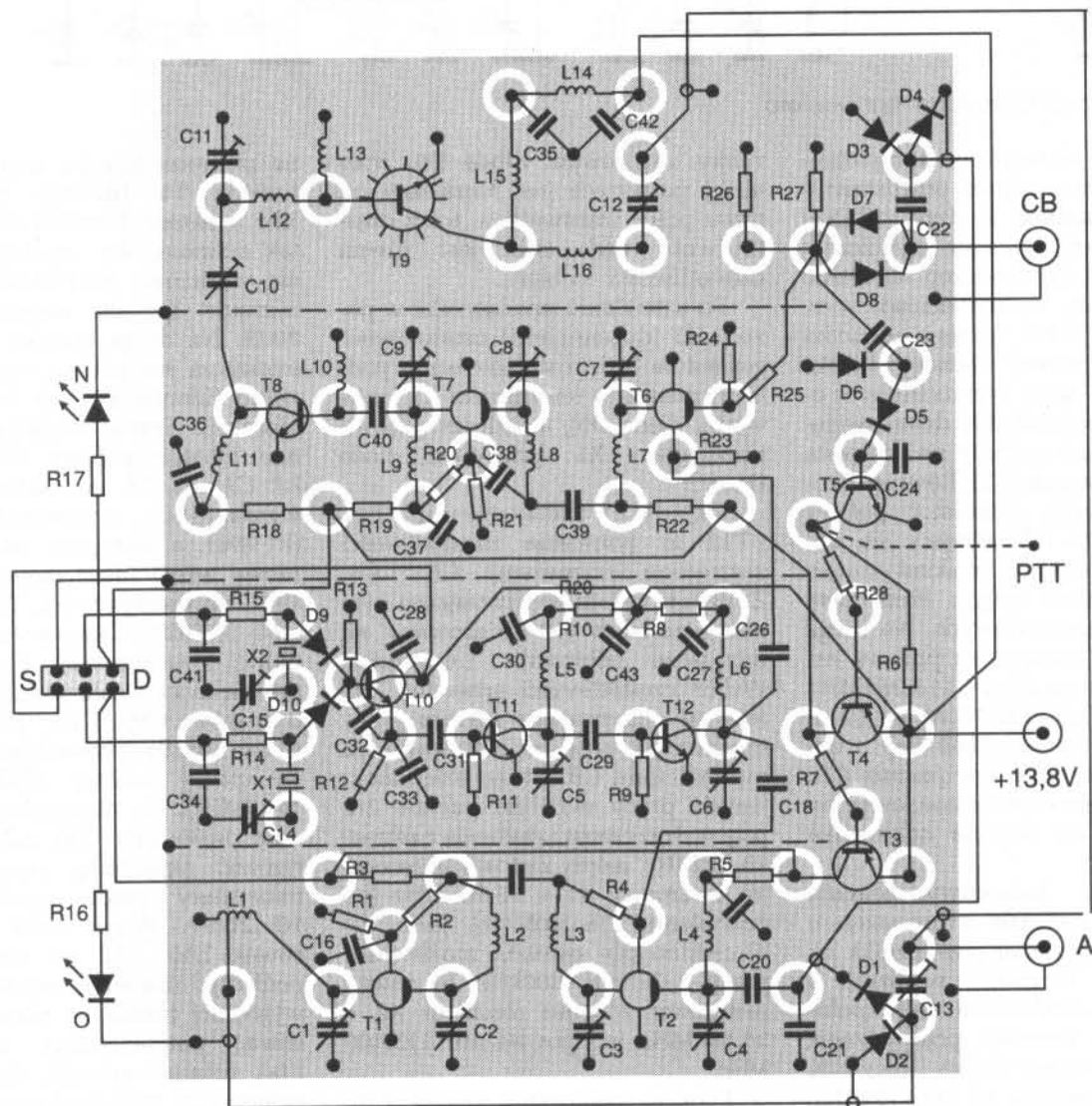
zasilania z układu odbioru na nadawanie jest sygnalizowane zgaśnięciem diody D11 i zaświeceniem diody D12 (koloru czerwonego). Ograniczniki diodowe D3 D4 oraz D1 D2 chronią wyjście i wejście toru odbiornika transwertera przed uszkodzeniem w wyniku pojawienia się wysokiego poziomu sygnału w. cz.

### Montaż i uruchomienie

Cały układ transwertera zmontowano na płytce laminowanej o wymiarach 130 x 105mm, na której wyfrezowano punkty lutownicze o średnicy około 5mm (rysunek na wkładce). Pozostała warstwa miedzi stanowi masę - ekran. Taki montaż jest zalecany przy wysokich częstotliwościach, a proponowany już wielokrotnie na naszych łamach sposób wykonania płytki jest bardzo wygodny i może być polecony

nawet początkującym. Do wykonania punktów lutowniczych można użyć wykrojnika (wykonanego np. z dwóch igieł dentystycznych) zamocowanego w uchwył wiertarki. Rozmieszczenie elementów na płytce przedstawia rys. 3. Do montażu zaleca się użyć kondensatorów blokujących typu SMD. W przypadku montażu zwykłych kondensatorów ceramicznych (podobnie jak i rezystorów) należy skrócić wyprowadzenia do niezbędnego minimum.

Obudowę urządzenia możemy wykonać własnoręcznie poprzez wygięcie dwóch prostokątnych odcinków blachy aluminiowej. Oczywiście, można wykorzystać inną metalową obudowę o wymiarach nie mniejszych niż 130 x 110 x 30mm. Na przedniej ścianie można zamontować przełącznik S/D oraz dwukolorową diodę LED, zaś na tylnej - gniazda CB i 2m



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce transwertera

(UC1 lub BNC) oraz dowolne gniazdo zasilające.

Uruchomienie należy rozpocząć od sprawdzenia działania przełącznika napięcia. Po załączeniu napięcia zasilania powinna świecić dioda zielona, a na czas zwarcia punktu PTT do masy powinna zaświecić się dioda czerwona. Spadki napięć na tranzystorach kluczujących T3 T4 powinny być praktycznie do pominięcia (ok. 0,2V). Na kolektorach i drenach tranzystorów powinny występować napięcia zbliżone do napięć zasilania, zaś na drugiej bramce tranzystora T1 (przy odbiorze) oraz T7 (przy nadawaniu) powinny wynosić ok. 4,5V.

Po sprawdzeniu stałoprądowym przystępujemy do strojenia obwodów LC. Do drugiej bramki tranzystora T2 lub T6 podłączamy sondę w. cz. (np. multimetru V640) oraz poprzez kondensator rzędu 2pF - częstotłomierz cyfrowy (np. PFL28A). Trymery C5 i C6 ustawiamy tak, aby uzyskać maksymalną amplitudę sygnału w. cz. przy częstotliwości zbliżonej do 118,3MHz. Najlepszym przyrządem tutaj byłby analizator widma, ale jest to bardzo drogie urządzenie i sądzić należy, że niewielu z naszych Czytelników ma do niego dostęp. Precyzyjnego ustawienia częstotliwości wyjściowej generatora (118,350MHz) dokonuje się trymerem C14. Powodem trudności z ustawieniem trymera C6 może być zestrojenie obwodu L5, C6 na niewłaściwą częstotliwość harmoniczną. W tym przypadku przełączamy sondę w. cz. i częstotłomierz do bazy tranzystora T12 i poprzez korekcję liczby zwojów cewki L5 doprowadzamy do otrzymania wartości 39,45MHz. Następnie, po ustawieniu przełącznika w pozycję D (duosimpleks) oraz zwarcia punktu PTT do masy, ustawiamy trymerem C15 częstotliwość 117,75MHz (ewentualnie inną wartość mniejszą od częstotliwości simpleks o 600kHz). Amplituda napięć tych dwóch częstotliwości powinna być w miarę zbliżona (ok. 1V). Nie powinniśmy kontynuować uruchamiania zanim nie dojdziemy do przekonania, że osiągnęliśmy maksymalną amplitudę sygnału w. cz. (i częstotliwość). Ma to podstawowy wpływ na parametry transwertera.

Po upewnieniu się, że generator pracuje prawidłowo, po kilkakrotnym włączeniu i wyłączeniu napię-

cia i obniżeniu jego wartości do 12V - strojenie toru odbiornika sprowadza się do ustawienia trymerów na maksimum siły odbieranego sygnału w.cz. z modulacją częstotliwości. W tym celu do gniazda CB podłączamy radiotelefon CB - FM z ustawionym kanałem 20, a do wejścia antenowego transwertera generator FM o częstotliwości 145,500MHz (np. TR0614). Na początku ustawiamy amplitudę sygnału w.cz. rzędu 1mV, a później stopniowo ją zmniejszamy korygując ustawienie trymerów C1...C4. Prawidłowo zestrojony tor odbiornika z radiotelefonem Albrecht AE 4500 miał czułość rzędu 0,3µV.

Przy strojeniu nadajnika do gniazda antenowego podłączamy sztuczne obciążenie (np. w postaci dwóch rezystorów 100Ω/2W połączonych równolegle) oraz sondę w. cz. (lub miernik mocy w. cz.) i poprzez kondensator rzędu 1pF - częstotłomierz cyfrowy. Po naciśnięciu przycisku PTT radiotelefonu FM - 4W transwerter powinien samoczynnie przełączyć się na nadawanie (świeci się czerwona dioda LED).

Strojenie trymerów rozpoczynamy od filtru dwuobwodowego włączanego pomiędzy tranzystorami T6-T7, a później przechodzimy kolejno w kierunku wyjścia. W przypadku problemów z uzyskaniem właściwej, stabilnej częstotliwości 145,500MHz (na kanale 20 CB) należy przełączyć sondę w. cz. i częstotłomierz cyfrowy (poprzez kondensator rzędu 1pF) do drenu tranzystora T6 i dopiero po uzyskaniu właściwej częstotliwości stroimy pozostałe trymery uzyskując maksymalną amplitudę i prawidłową częstotliwość na wyjściu antenowym. Po przełączeniu przełącznika z pozycji S w pozycję D (przy nadawaniu) częstotliwość powinna obniżyć się o 600kHz. Dla przykładu, przy częstotliwości 145,700MHz (w pozycji S) po przełączeniu w pozycję D uzyskamy 145,100 (częstotliwość wejściowa przemienników w Gdańsku, Warszawie i Luboniu Wielkim) i możliwa jest praca poprzez przemienniki FM (o ile jesteśmy w ich zasięgu).

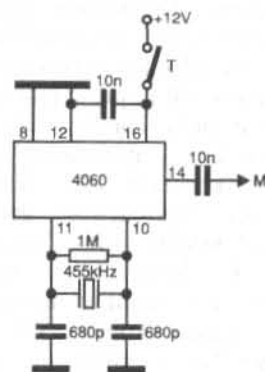
Przedstawiony sposób strojenia i sprawdzenia poprawności pracy transwertera jest możliwy do przeprowadzenia w warunkach amatorskich przy użyciu kilku podstawowych przyrządów pomiarowych. Najlepiej byłoby sprawdzić jeszcze pop-

rawność pracy naszego urządzenia z wykorzystaniem analizatora widma i specjalnego zestawu pomiarowego do sprawdzania radiokomunikacyjnych urządzeń nadawczo-odbiorczych. Niestety, nie każdy ma do nich dostęp i dlatego pozostaje już tylko podłączyć właściwą antenę na pasmo 2m (np. GP-λ/4) i przetestować praktycznie urządzenie w łączności.

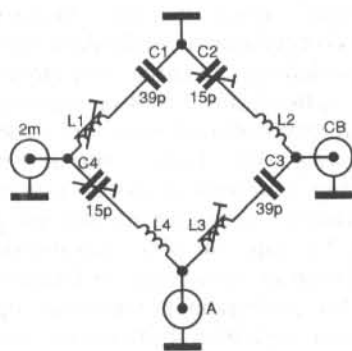
Na podstawie powyższego opisu można wykonać transwerter przystosowany do innych zakresów częstotliwości. Poprzez wymianę obwodów LC i rezonatorów kwarcowych można wykonać transwerter 2m/70cm. W stopniach mocy można wykorzystywać łatwo dostępne rosyjskie tranzystory mocy w.cz.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami przemienniki UKF-FM uruchamiane są tonem akustycznym o częstotliwości 1750 ±50Hz (modulacja F2). Z tego też względu, w celu załączenia przemiennika, a konkretnie jego nadajnika wraz z generatorem zmiennika, radiotelefony FM/2m (nadajniki) powinny być wyposażone w generatory 1750Hz. Do tego celu można wykorzystać dowolny układ generatora (wytwarzający właśnie taką częstotliwość), którego wyjście powinno być podłączone poprzez potencjometr regulacji dewiacji do wejścia mikrofonowego lub bezpośrednio do zacisków mikrofonu. Warto wiedzieć, że większość przemienników można załączyć poprzez zagwizdanie do mikrofonu, ale nie jest to sposób godny polecenia.

Na **rysunku 4** przedstawiono bardzo prosty układ generatora o częstotliwości zbliżonej do 1750Hz z zastosowaniem popularnego układu scalonego 4060. Częstotliwość jest stabilizowana za pośrednictwem rezonatora piezoceramicznego 455kHz. Ze względu na prostotę układ może być zmontowany bez użycia płytki



Rys. 4.



Rys. 5.

poprzez przyłączenie elementów bezpośrednio do wyprowadzeń układu scalonego.

Jeżeli nie chcemy używać osobnych kabli zasilających anteny 2m i CB (bądź przy użyciu anteny dwupasmowej) możemy zastosować prosty układ dipleksera 2m/CB przedstawiony na rysunku 5. W układzie zastosowano cztery szeregowe obwody w.cz. połączone w układzie mostka. Przeciwległe boki są zestrojone na środki pasm: L1 C1, L3 C3 - 27,200MHz, L2 C2, L4 C4 - 145,500MHz. Cewki L1 i L3 zawierają po 12 zwojów drutu DNE 0,5 na plastikowym korpusie z rdzeniem ferrytowym o średnicy 7mm, zaś cewki L2 i L4 (powietrzne) mają po 5 zwojów drutu CuAg nawiniętych na średnicy 6mm. Układ może być zmontowany w pudełku z blachy ocynkowanej o bokach 50 x 50 x 50mm wyposażonym w gniazda UC1 lub BNC, do których przyłączono elementy LC (z jak najkrótszymi odcinkami połączeń).

Strojenie dipleksera polega na odpowiednim ustawieniu rdzeni w cewkach oraz trymerów powietrznych. W tym celu można do gniazda A podłączyć generator w. cz., zaś do gniazd CB i 2m rezystory po 50Ω każdy oraz wskaźniki napięć w. cz. (sondę multimetru V640 czy oscyloskop). Ustawiamy generator na częstotliwość 27,200MHz i tak ustawiamy rdzenie w cewkach, aby na gnieździe CB uzyskać maksymalny poziom sygnału (korekcja L3), zaś na gnieździe 2m - minimalny poziom sygnału (korekcja L1). Następnie zmieniamy częstotliwość generatora na 145,500MHz i tak ustawiamy rotory kondensatorów, aby na gnieździe 2m uzyskać maksymalny poziom sygnału (korekcja C4), zaś na gnieździe CB - minimalny poziom sygnału (korekcja C2). Czynności te powtarzamy jeszcze dwukrotnie, kory-

gując za każdym razem rdzenie i trymery. Prawidłowo zestrojony diplekser powinien zapewnić około 40dB tłumienie pomiędzy pasmami 2m i CB, zaś straty przy nadawaniu nie powinny przekroczyć 0,5dB.

Opisany diplekser może być z powodzeniem wykorzystany na innych pasmach, na przykład przy wykorzystaniu jednej samochodowej anteny CB do podłączenia radiote-

lefonu CB jak radioodbiornika UKF (oczywiście po zmianie częstotliwości filtrów LC).

Na zakończenie warto jednak raz jeszcze przestrzec, że warunkiem legalnej pracy w pasmie radioamatorskiego - licencji (warunkiem jest zdanie egzaminu przed komisją PAR).

**Andrzej Janeczek, SP5AHT**

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

R1, R4, R21, R23: 22kΩ  
 R2, R20: 47kΩ  
 R3, R5, R8, R10, R18, R19, R22, R24: 100Ω  
 R6, R7, R9, R11, R13, R14, R15, R28: 4,7kΩ  
 R12: 1kΩ  
 R16, R17, R25: 1,5kΩ  
 R26, R27: 100Ω/2W

#### Kondensatory

C1, C2, C3, C6, C7, C8, C9: 15pF - trymery ceramiczne  
 C10, C11, C12, C13: 25pF - trymery ceramiczne  
 C4, C5, C14, C15: 40pF - trymery ceramiczne  
 C16, C17, C24, C27, C28, C30, C34, C35, C36, C37, C38, C39, C41, C42, C43: 10nF  
 C20, C21, C22: 24pF  
 C18, C23, C26, C29, C40: 10pF  
 C31, C32, C33: 100pF

#### Półprzewodniki

D1, D2, D3, D4, D7, D8, D9, D10: 1N4148...  
 D5, D6: AAP152...  
 D11, D12: diody LED różnokolorowe (lub jedna dwukolorowa)

T1, T2, T6, T7: BF966...  
 T3, T4: BC313...  
 T5: BC107...  
 T10, T11, T12: BF194...  
 T8: 2N2369, BFY99  
 T9: KT920...

#### Cewki

L1, L2, L3, L6, L7, L8, L9, L11, L15, L16: cewki powietrzne po 4 zwoje drutu DNE 0,8mm nawinięte na średnicy 7mm (L1 ma odczep na 1 zwoju od strony masy)  
 L4, L5: dławiki 1μH lub ok. 15 zwojów drutu DNE 0,3 na przeciku ferrytowym  
 L10, L13, L14: 10 zwojów drutu DNE 0,3mm na rezystorze M&T o wartości ok. 1kΩ  
 L12: 2 zwoje jak L1  
 Inne  
 A, CB: gniazdo UC1, BNC  
 S/D: przetacznik podwójny  
 X1: rezonator kwarcowy 39,450MHz lub 38,666MHz  
 X2: rezonator kwarcowy 39,250MHz lub 38,466MHz  
 obudowa metalowa