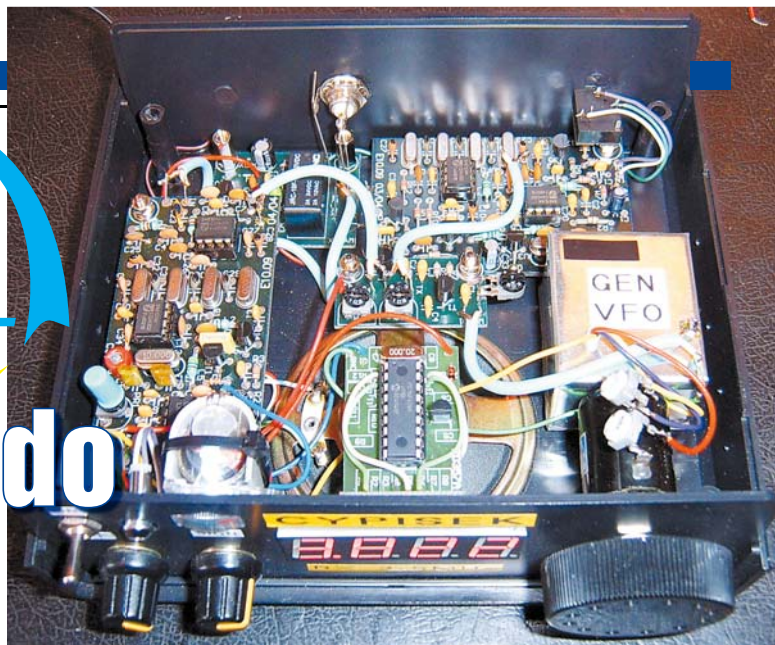




kit
2925
AVT

Cypisek – rozbudowa do transceivera



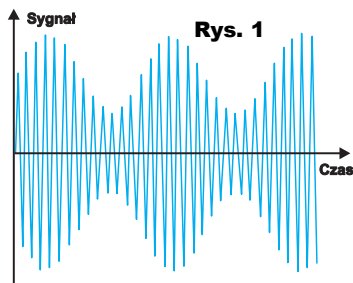
W artykule zawarty jest opis kolejnych modułów, które zamienią opisany w EdW 12/2009 i 1/2010 odbiornik Cypisek w prawdziwy transceiver. Oczywiście jest to propozycja głównie dla Czytelników, którzy posiadają odpowiednie pozwolenie radiowe wydane przez UKE (Urząd Komunikacji Elektronicznej). Ale inni mogą dowiedzieć się z artykułu, co to jest sygnał SSB, po co się go wytwarza i jakie ma zalety w stosunku do innych rodzajów modulacji. A moduł „płyta główna TX” może posłużyć do budowy innych ciekawych urządzeń na fale krótkie (KF) i ultrakrótkie (UKF).

Sygnał SSB – wprowadzenie

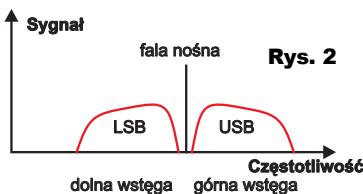
Najpierw musimy omówić, co to właściwie jest sygnał SSB (Single Side Band), w dowolnym tłumaczeniu „jedenwstęgowy”, jak powstaje i po co tyle dodatkowych kombinacji. Spójrzmy na **rysunek 1** – jest tu pokazana zmodulowana przebiegiem sinusoidalnym fala nośna (dla przypomnienia – było już o tym w cyklu „Fale radiowe bez tajemnic” z EdW 4–6, 9/09). Taki przebieg można

zobaczyć na oscyloskopie. Na **rysunku 2** natomiast jest to uwidocznione trochę inaczej, mianowicie w analizie widmowej. Energia naszego hipotetycznego nadajnika rozkłada się na dolną wstęgę, fale nośną i górną wstęgę. Fala nośna nie przekazuje żadnych informacji a potrzebuje około połowy mocy całego sygnału. Warto ją zatem usunąć z sygnału. Proces ten nazywa się fachowo wytłumieniem fali nośnej, w naszym przypadku będzie do tego celu służył tzw. modulator zrównoważony. Ma on dwa wejścia i jedno wyjście – **rysunek 3**. Do jednego wejścia na stałe podłączony jest sygnał o częstotliwości fali nośnej, do drugiego będziemy dostarczać sygnał modulacji np. z mikrofonu. Działanie mieszacza zrównoważonego jest takie: gdy sygnału modulującego nie doprowadzamy, to na wyjściu też nic się nie pojawi, ale gdy pojawi się sygnał modulujący, na wyjściu wystąpi sygnał przedstawiony „widmowo” na **rysunku 4**, zawierający $f_n + f_m$ i $f_n - f_m$. Uzyskaliśmy w ten sposób sygnał, tzw. dwuwstęgo-

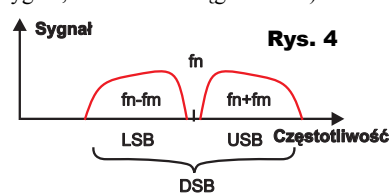
wy DSB (Double Side Band). Już widać, że zaoszczędziliśmy sporo, bo nawet do 50% energii, która nadawana była w postaci fali nośnej. Teraz moc naszego nadajnika rozkłada się po połowie na każdą wstęgę. No cóż, okazuje się, że do przesłania informacji wystarczy emitować tylko jedną wstęgę boczną. Tak się ładnie składa, że urządzenie do eliminacji niepotrzebnej wstęgi bocznej już mieliśmy w odbiorniku. Co to było? To filtr wąskopasmowy (kwarcowy). Przepuści nam on tylko jedną wstęgę i to dokładnie tę, którą potrzebujemy! Zależy to od tego, z której strony pasma przepuszczania filtra znajduje się fala nośna. Widmowa sytuacja przedstawiona jest na **rysunku 5**. Efekt mówi sam za siebie: teraz 100% energii nadajnika służy do przesyłania informacji. W wielkim skrócie można powiedzieć, że wystarczy nadawać mocą 50W, a skutek w korespondenta w sile sygnału będzie taki sam jak nadajnika o mocy 400-600W z klasyczną modulacją AM (dane z *Poradnika Radiooperatora Krótkofalowca WKL 1967*, str. 388). Warto było się natrudzić ☺. Ale żeby nasz sygnał mógł się przestarczać



Rys. 1



Rys. 2

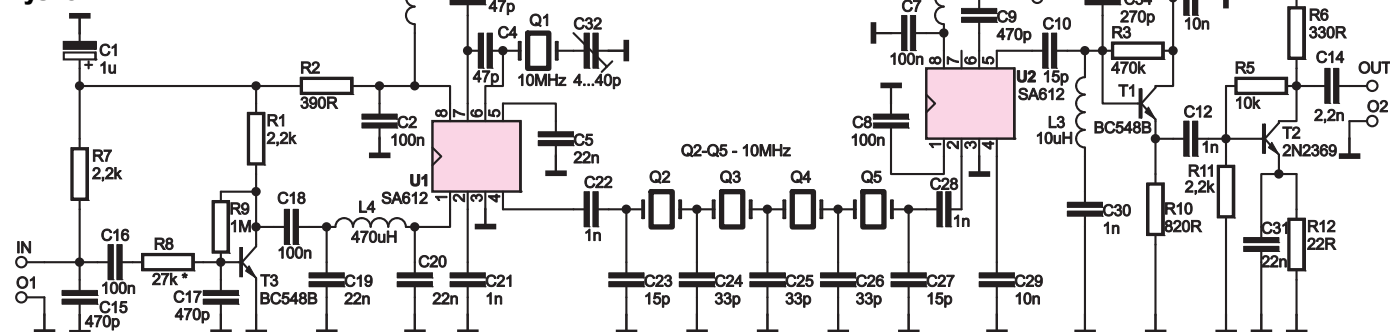


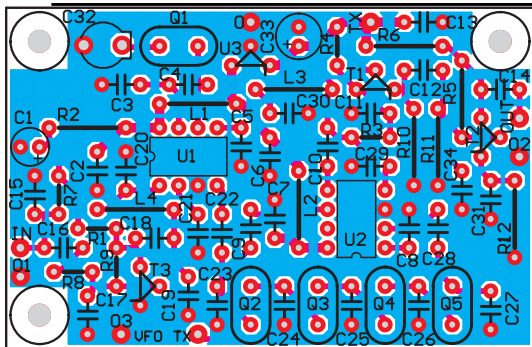
Rys. 4



Rys. 5

Rys. 6





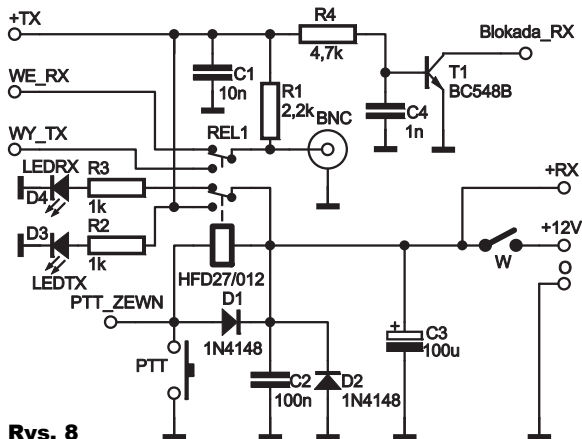
Rys. 7 po paśmie, musimy wytworzony sygnał SSB zmieszać jeszcze z generatorem VFO, który mamy w odbiorniku. Wtedy dokładnie na tej samej częstotliwości, na której słuchamy stacji, po przejściu na nadawanie pojawi się sygnał naszego nadajnika i korespondent będzie nas tam odbierał!

Płyta „główna” TX

Schemat ideowy modułu TX pokazany jest na rysunku 6. Widać, że jako mieszacze zastosowane są identyczne układy scalone jak w odbiorniku, mianowicie NE612 (SA612). Przedwzmacniacz mikrofonu wykonany jest na tranzystorze T3, filtr kwarcowy podobnie jak w odbiorniku: na kwarcach o tej samej częstotliwości. Po drugim mieszaczu jest umieszczony jednoobwodowy filtr na częstotliwość pasma 3,5MHz i jednostopniowy wzmacniacz. Projekt płytki mamy na rysunku 7, a zmontowany układ na fotografii 1. Montaż zalecam wykonać wg wskazówek, które umieściłem przy opisie odbiornika. Przypominam też o podkładkach pod kwarcie. Na pewno będzie OK!

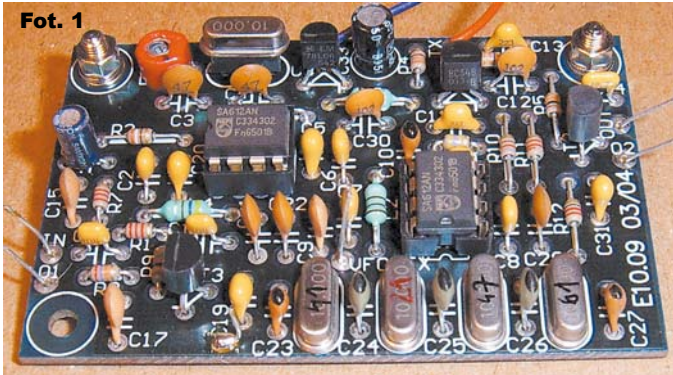
Dodatkowe moduły

Do pełni szczęścia potrzebne są jeszcze dwa małe moduły: komutacyjny, który będzie przełączał nasz transceiver z odbioru na nadawanie i odwrot-



Rys. 8

Fot. 1



nie, a także moduł separatora ze wzmacniaczem, który będzie dostarczał odpowiednie poziomy napięcie do mieszaczy odbiornika i nadajnika. Schematy i projekty płytek tych podzespołów przedstawione są na kolejnych rysunkach 8–11. Są bardzo proste, więc nie będę ich szczegółowo opisywał. Zmontowane moduły widać na fotografiach 2 i 3. Na fotografii tytułowej pokazane jest wnętrze Cypiska z przykładowo rozmieszczonymi modułami.

Teraz kilka uwag co do połączeń modułów ze sobą. Połączenia sygnałów wielkiej częstotliwości robimy zawsze kabelkami ekranowanymi, najlepiej gdy „ekran” jest pleciony. Dopuszczalne są też kabelki ekranowane, z oplotem nawijającym (jak w modelu), trzeba tylko zwrócić uwagę, żeby ten oplot był w miarę szczelnie owinięty wokół żyły środkowej. Inne połączenia bardzo wygodnie robić cienkimi linkami o różnych kolorach izolacji. Wtedy konstrukcja staje się bardzo przejrzysta. W moim modelu Cypiska zastosowałem do mikrofonu i PTT (Press To Talk) jedno wspólne gniazdo typu minijack stereo, oczywiście można to rozwiązać inaczej i zrobić sobie osobne gniazdzka. Można dodać gniazdzka do słuchawek, magnetofonu, komputera itp.

Ważne informacje, warto przeczytać przynajmniej dwukrotnie!

Połączenie poszczególnych bloków (płytek) widoczne jest na rysunku 12. Dodatkowa dioda DX (1N4148) potrzebna jest tylko w wersji z ARW, a gdy go nie ma, jest montowany mostek z przewodu. Co do strojenia, to jest tu trochę więcej „zabawy” niż przy strojeniu samego odbiornika. Opisanie tu proste amatorskie metody umożliwią w miarę poprawne ustawienie tzw. poziomów i uzyskanie tym samym właściwych parametrów odbiornika i nadajnika.

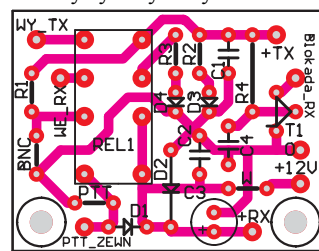
Potrzebne nam będą sonda w.cz. z poprzedniego artykułu, miernik i najlepiej dostęp do oscyloskopu, ale w przypadku jego braku też sobie jakoś poradzimy. Zacniemy od ustawienia właściwego poziomuysterowania wzmacniacza w separatorze. Zamiast rezystora R1 lutujemy tymczasowo potencjometr montażowy 4,7Ω. Ustawiamy go na największą wartość rezystancji. Oczywiście po regulacjach zastąpimy go odpowiednim rezystorem. Moduły komutacyjnego na razie nie podłączamy, a na wyjście modułu TX wlotujemy również tymczasowo rezystor 470Ω. Do +TX (zasilanie płytki) przylutowujemy przewód, ale na razie jeszcze go nie podłączamy. Wyjście sygnału z generatora VFO podłączamy do wejścia separatora.

Podłączamy przewód do +12V RX zasilania i wyjścia separatora kabelkami

ekranowanymi do odpowiednich wejść RX i TX. Sprawdzamy połączenia i włączamy zasilanie. Sondę przyczepiamy krokodylkiem na masę np. VFO, a gorący koniec podłączmy najpierw do miejsca, gdzie wchodzi sygnał z generatora VFO. Napięcie obciążonego już trochę miernikiem skali cyfrowej VFO może wynosić 0,5–1,7V, w zależności od zastosowanej wersji generatora. Do końcówki C4 od strony potencjometru musimy przylutować kawałek końcówki, która została z obciążonych elementów. Będzie to nasz punkt pomiarowy. Ja zawsze zbieram je sobie do pudełeczka. Potencjometry na wyjściu ustawiamy w minimalne położenia (ślizgacze ustawione od strony masy).

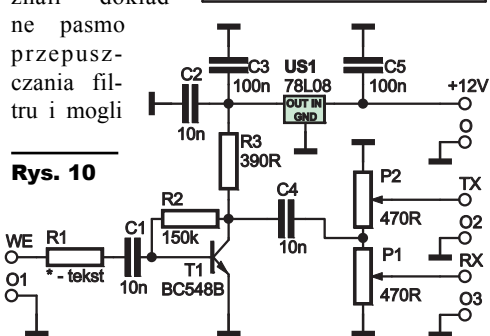
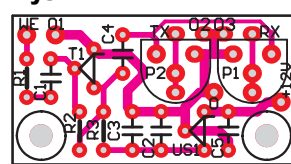
Teraz regulujemy pomocniczy potencjometr tak, aby w punkcie pomiarowym napięcie wyniosło ok. 2,5V. Nie należy przekroczyć 3V, jak mamy oscyloskop, możemy sprawdzić, że powyżej 3V pojawiają się już wyraźne zniekształcenia sygnału! Następnie ustawiamy poziom generatora doprowadzonego do płytki RX. Tutaj obowiązuje metoda „na słuch”. Przy podłączonej antenie nastawiamy jakąś stację i podajemy stopniowo potencjometrem RX coraz większe napięcie. Sygnał staje się coraz mocniejszy. Od pewnego poziomu przy dalszym zwiększaniu nie obserwujemy już przyrostu sygnału. Jest to optymalne napięcie, ale dla danej stacji. Sprawdzamy i korygujemy regulację jeszcze na słabszych i mocniejszych stacjach. W moim odbiorniku napięcie mierzone w punkcie doprowadzenia sygnału VFO do płytki RX wynosi ok. 0,6V. Metodę na słuch na pewno już zastosowaliście przy uruchamianiu odbiornika. Mianowicie przy nastawianiu częstotliwości „pilota” trymerem C35. Jeżeli nie, to wyjaśniam, że należy tak ustawić tę częstotliwość, aby „wstrajanie” się w sygnał było łatwe, a odbiór czysty i wyraźny.

Inaczej mówiąc, musimy odtworzyć fałę nośną dokładnie w tym miejscu, gdzie powinna się znaleźć w stosunku do pasma przepuszczenia naszego filtra kwarcowego. Oczywiście byłoby to bardzo łatwe, gdybyśmy znali dokładne pasmo przepuszczenia filtra i mogli



Rys. 9

Rys. 11



Rys. 10

zmierzyć częstotliwość pilota. Analizatora widma zapewne nie mamy, a zmierzyć częstotliwość generatora na NE612 też jest bardzo trudno. Mianowicie obciążenie generatora miernikiem częstotliwości wprowadza duże obciążenie i dodatkowe pojemności, może też spowodować zerwanie drgań generatora.

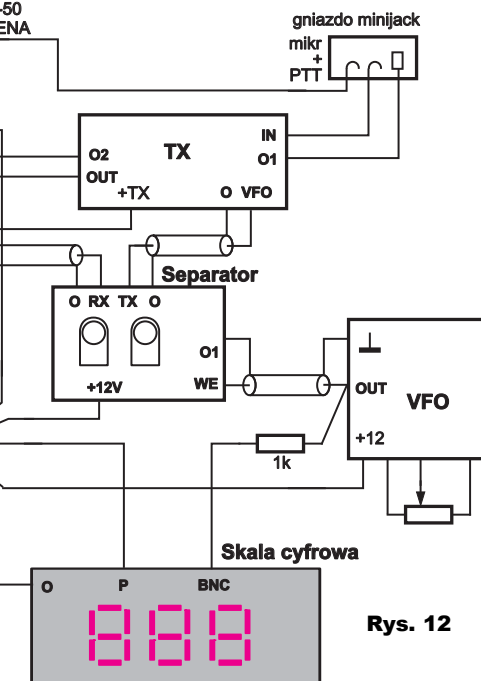
Ustawianie pilota będzie również potrzebne przy uruchomieniu płytki TX, ale tam zastosujemy jeszcze ciekawszą metodę.

Najwyższy zatem czas, aby spróbować ją uruchomić! Ustawiamy odbiornik na najmniejszą czułość, regulator m.cz. też na niski poziom. Podłączamy prowizorycznie +TX do 12V. Co to, w głośniku słychać pisk lub buczenie? W porządku, to słychać pilota z nadajnika. Musimy zsynchronizować go z odbiornikiem. Zastosowana metoda nosi nazwę „zdudnianie”. Celem jest ustawienie pilotów na taką samą częstotliwość. Regulujemy trymer C32 na płytce TX, częstotliwość w głośniku ma być coraz niższa, aż w pewnym momencie już jest niesłyszalna. Oznacza to, że częstotliwości się zdudniły i są jednakowe. Następnym etapem jest ustawienie poziomu generatora dla nadajnika. Podłączamy generator 1kHz zamiast mikrofonu – poziom ok. 10mV. Jeżeli nie mamy generatora, możemy wprost podłączyć mikrofon. Może to być zwykły tzw. komputerowy a nawet sama wkładka pojemnościowa (elektretowa). Teraz sondę w.cz. podłączamy równoległe do rezystora 470Ω na wyjściu TX. W głośniku słychać straszne sprzężenie? No cóż, do tych prób trzeba odłączyć głośnik. Regulujemy potencjometr TX w separatorze tak, aby przy „modulacji” z generatora lub podobnego gwizdu w mikrofon napięcie na wyjściu wynosiło ok. 5V maks., 6V. Bez modulacji napięcie nie powinno być większe niż 0,4V. Gdy zwiększymy napięcie z VFO, mieszacz nadajnika zostanie przesterowany, na wyjściu pojawi się coraz więcej niepo-

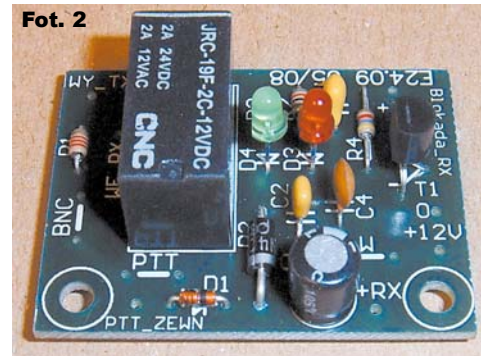
żądanych produktów! W modelu napięcie VFO doprowadzone do TX wynosi ok. 0,3V. Teraz sygnału naszego nadajnika możemy posłuchać na innym odbiorniku i ocenić na słuch. Jeżeli jest coś niejasnego w opisie, na prawdę warto przeczytać go od początku. Zaawansowani radioamatorzy zapewne wybaczą mi te szczegóły, ale warto przypomnieć sobie czasy, kiedy przy uruchamianiu do dyspozycji miało się tylko słuchawki i miernik np. LAVO 1.

Ostatnim modulem jest niewielka płytka komutacyjna. Jakie pełni zadanie, już wcześniej wspominałem, dodam tylko, że oprócz przełączania anteny do odbiornika przy odbiorze i do nadajnika przy nadawaniu, blokując również przy tym odbiornik przesyła też sygnał napięciowy do sterowania stopniem końcowym. Jest tam też wyjście na diodę LED „nadawanie”, którą umieścimy na płycie czołowej. Układ tranzystora T1 jest niewykorzystany, można to miejsce wykorzystać do zbudowania układu podobnego do sondy w.cz. i podłączyć do miernika siły sygnału. Przy nadawaniu będzie wskazywał poprawną pracę nadajnika.

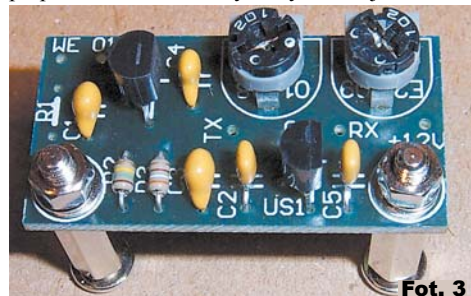
No właśnie, czegoś tu jeszcze chyba brakuje, prawda? Stopień końcowy PA (Power Amplifier) wzmacnia sygnał nadajnika do odpowiedniej mocy. W mojej koncepcji wykonania nie włożyłem go tak po prostu do środ-



Rys. 12



ka Cypiska, mimo że zostało tam jeszcze sporo miejsca. A to z dwóch powodów: jest to konstrukcja w zamyśle dla początkujących radioamatorów, a wzmacniacze mocy lubią sprawiać bardzo niemiłe niespodzianki przy uruchamianiu. Drugim powodem jest to, że taki wzmacniacz, nagrzewając się, może wpłynąć niekorzystnie na stabilność generatora oraz powodować sprzężenia i wzbudzenia układu. Ja skomponowałem wzmacniacz mocy z zasilaczem. Jako obudowę wykorzystałem pozostałość po zasilaczu komputerowym. Dodatkowo uzyskałem też zasilanie do Cypiska. Niejako uzupełnieniem całej konstrukcji jest prosty reflektometr QRP (miernik dopasowania do anteny) i prosta do wykonania „sztuczna antena”, wprost niezbędna przy uruchamianiu PA, ale o tym też będzie w następnej części, do której przeczytania i wykorzystania już teraz zapraszam. Życzę



Fot. 3

Wykaz elementów			
Moduł TX	C14.....2,2nF	C2.....100nF	
Rezystory	C24,C25,C26 33pF	C3.....100µF	
	C32.....4...40pF	C4.....1nF	
R1,R7,R11.....2,2kΩ	C33.....22µF	Półprzewodniki	
R2.....390Ω	C34.....270pF	D1,D2.....1N4148	
R3.....470kΩ	Półprzewodniki	D3.....LEDTX	
R4,R6.....330Ω	T1,T3.....BC548B	D4.....LEDRX	
R5.....10kΩ	T2.....2N2369	T1.....BC548B	
R8.....27kΩ	U1,U2.....SA612	Pozostałe	
R9.....1MΩ	U3.....78L06	BNC.....BNC	
R10.....820Ω	Pozostałe	PTT.....µswitch	
R12.....22Ω	L1,L2.....100µH	REL1.....HFD27/012	
Kondensatory	L3.....10µH	W.....włącznik	
C1.....1µF	L4.....470µH	Separator	
C2,C6-C8,C16,C18	Q1-Q5.....10MHz	R1.....* - tekst	
100nF	Komutacja	R2.....150kΩ	
C3,C4.....47pF	Rezystory	R3.....390Ω	
C5,C13,C19,C20,C31	R1.....2,2kΩ	P1,P2.....470Ω PR	
22nF	R2,R3.....1kΩ	C1,C2,C4	10nF
C9,C15,C17	R4.....4,7kΩ	C3,C5.....100nF	
470pF	Kondensatory	T1.....BC548B	
C10,C23,C27	C1.....10nF	US1.....78L08	
15pF	C12,C21,C22,C28,C30		
C11,C29	1nF		

Komplet podzespołów z płytką dostępny jest w sieci handlowej AVT jako kit szkolny:
 Moduł TX – AVT-2925/5, Komutacja – AVT-2925/6, Separator – AVT2925/7.

również powodzenia w uruchamianiu opisanych modułów.

Piotr Świerczek
 sp9egm@wp.pl